

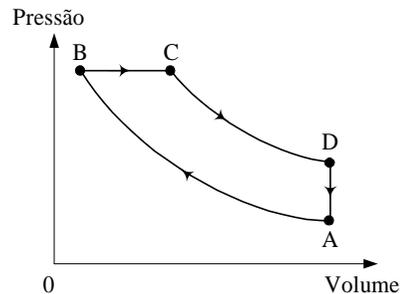
**1ª QUESTÃO**

**Valor: 1,0**

O ciclo Diesel, representado na figura abaixo, corresponde ao que ocorre num motor Diesel de quatro tempos: o trecho AB representa a compressão adiabática da mistura de ar e vapor de óleo Diesel; BC representa o aquecimento a pressão constante, permitindo que o combustível injetado se inflame sem necessidade de uma centelha de ignição; CD é a expansão adiabática dos gases aquecidos movendo o pistão e DA simboliza a queda de pressão associada à exaustão dos gases da combustão.

A mistura é tratada como um gás ideal de coeficiente adiabático  $\gamma$ . Considerando que  $T_A$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  e  $T_D$  representam as temperaturas, respectivamente, nos pontos A, B, C e D, mostre que o rendimento do ciclo Diesel é dado por:

$$\eta = 1 - \frac{1}{\gamma} \left( \frac{T_D - T_A}{T_C - T_B} \right)$$

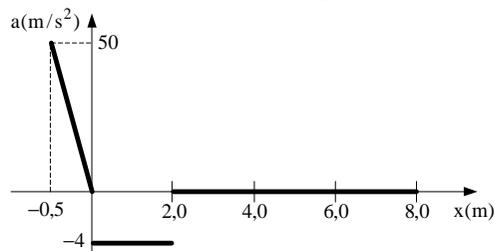


**2ª QUESTÃO**

**Valor: 1,0**

Um corpo de 500 g de massa está inicialmente ligado a uma mola. O seu movimento é registrado pelo gráfico abaixo, que mostra a aceleração em função da posição, a partir do ponto em que a mola se encontra com a compressão máxima. A abscissa  $x = 0$  corresponde à posição em que a deformação da mola é nula. Nesta posição, o corpo foi completamente liberado da mola e ficou submetido à aceleração registrada no gráfico. Determine:

- a) a variação da quantidade de movimento nos 2 s após o corpo ser liberado da mola;
- b) o trabalho total realizado desde o começo do registro em  $x = -0,5\text{ m}$  até  $x = 3\text{ m}$ .



**3ª QUESTÃO**

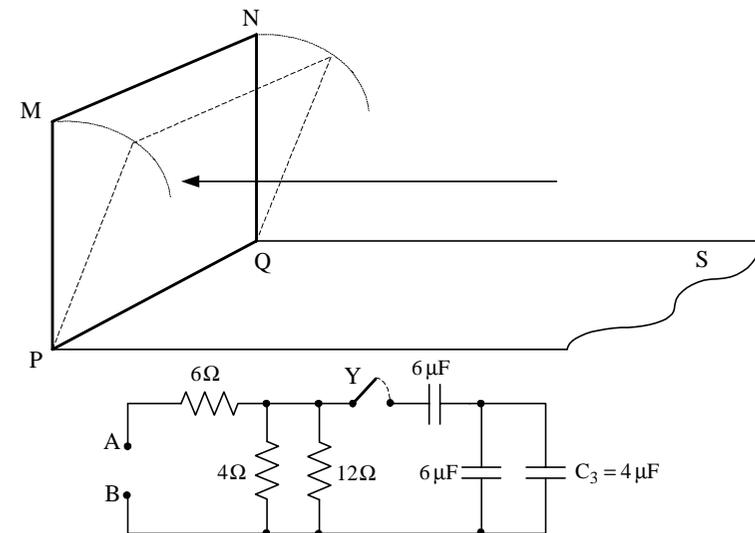
**Valor: 1,0**

Um raio luminoso incide ortogonalmente no ponto central de um espelho plano quadrado MNPQ, conforme a figura abaixo. Girando-se o espelho de um certo ângulo em torno da aresta PQ, consegue-se que o raio refletido atinja a superfície horizontal S paralela ao raio incidente. Com a seqüência do giro, o ponto de chegada em S aproxima-se da aresta PQ.

No ponto de chegada em S que fica mais próximo de PQ está um sensor que, ao ser atingido pelo raio refletido, gera uma tensão elétrica U proporcional à distância d entre o referido ponto e aquela aresta:  $U = k \cdot d$ .

Fixando o espelho na posição em que a distância d é mínima, aplica-se a tensão U aos terminais A e B do circuito. Dado que todos os capacitores estão inicialmente descarregados, determine a energia que ficará armazenada no capacitor  $C_3$  se a chave Y for fechada e assim permanecer por um tempo muito longo.

- Dados: comprimento PQ = 6 m;
- constante  $k = 12\text{ V/m}$ .



#### 4ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Para ferver dois litros de água para o chimarrão, um gaúcho mantém uma panela de 500 g suspensa sobre a fogueira, presa em um galho de árvore por um fio de aço com 2 m de comprimento. Durante o processo de aquecimento são gerados pulsos de 100 Hz em uma das extremidades do fio. Este processo é interrompido com a observação de um regime estacionário de terceiro harmônico. Determine:

- o volume de água restante na panela;
- a quantidade de energia consumida neste processo.

Dados: massa específica linear do aço =  $10^{-3}$  kg/m;  
 aceleração da gravidade ( $g$ ) =  $10$  m/s<sup>2</sup>;  
 massa específica da água = 1 kg/L;  
 calor latente de vaporização da água = 2,26 MJ/kg.

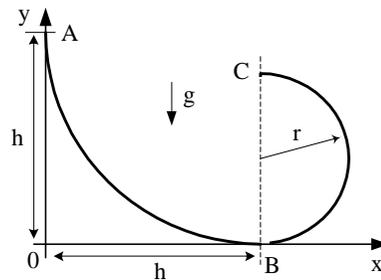
#### 5ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Uma partícula parte do repouso no ponto A e percorre toda a extensão da rampa ABC, mostrada na figura abaixo. A equação que descreve a rampa entre os pontos A, de coordenadas (0,h) e B, de coordenadas (h,0), é

$$y = \frac{x^2}{h} - 2x + h$$

enquanto entre os pontos B e C, de coordenadas (h,2r), a rampa é descrita por uma circunferência de raio r com centro no ponto de coordenadas (h,r). Sabe-se que a altura h é a mínima necessária para que a partícula abandone a rampa no ponto C e venha a colidir com ela em um ponto entre A e B. Determine o ponto de colisão da partícula com a rampa no sistema de coordenadas da figura como função apenas do comprimento r.



Dado: aceleração da gravidade =  $g$ .

OBS: despreze as forças de atrito e a resistência do ar.

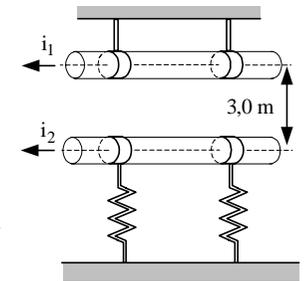
#### 6ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Considere duas barras condutoras percorridas pelas correntes elétricas  $i_1$  e  $i_2$ , conforme a figura abaixo. A primeira está rigidamente fixada por presilhas e a segunda, que possui liberdade de movimento na direção vertical, está presa por duas molas idênticas, que sofreram uma variação de 1,0 m em relação ao comprimento nominal. Sabendo-se que  $i_1 = i_2$  e que o sistema se encontra no vácuo, determine:

- o valor das correntes para que o sistema permaneça estático;
- a nova variação de comprimento das molas em relação ao comprimento nominal, mantendo o valor das correntes calculadas no pedido anterior, mas invertendo o sentido de uma delas.

Dados: comprimento das barras = 1,0 m;  
 massa de cada barra = 0,4 kg;  
 distância entre as barras = 3,0 m;  
 constante elástica das molas = 0,5 N/m;  
 aceleração da gravidade ( $g$ ) =  $10$  m/s<sup>2</sup>;  
 permeabilidade do vácuo ( $\mu_0$ ) =  $4\pi \cdot 10^{-7}$  T.m/A.



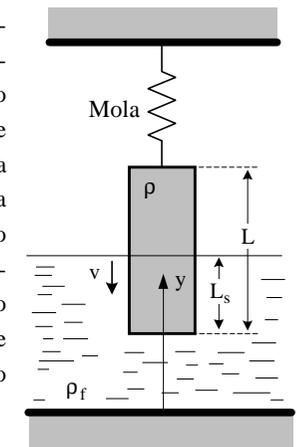
#### 7ª QUESTÃO

Valor: 1,0

A figura ilustra uma barra de comprimento  $L = 2$  m com seção reta quadrada de lado  $a = 0,1$  m e massa específica  $\rho = 1,20$  g/cm<sup>3</sup>, suspensa por uma mola com constante elástica  $k = 100$  N/m. A barra apresenta movimento somente no eixo vertical  $y$  e encontra-se parcialmente submersa num tanque com líquido de massa específica  $\rho_f = 1,00$  g/cm<sup>3</sup>. Em um certo instante, observa-se que a mola está distendida de  $\Delta y = 0,9$  m, que o comprimento da parte submersa da barra é  $L_s = 1,6$  m e que a velocidade da barra é  $v = 1$  m/s no sentido vertical indicado na figura. Determine os comprimentos máximo ( $L_{\max}$ ) e mínimo ( $L_{\min}$ ) da barra que ficam submersos durante o movimento.

Dado: aceleração da gravidade ( $g$ ) =  $10$  m/s<sup>2</sup>.

OBS: despreze o atrito da barra com o líquido.



### 8ª QUESTÃO

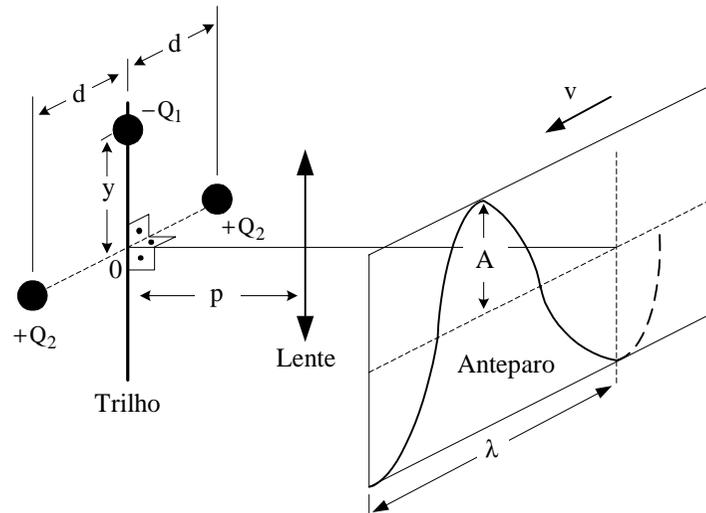
Valor: 1,0

Com o objetivo de medir o valor de uma carga elétrica negativa  $-Q_1$  de massa  $m$ , montou-se o experimento abaixo. A carga de valor desconhecido está presa a um trilho e sofre uma interação elétrica devido à presença de duas cargas fixas, equidistantes dela, e de valor positivo  $+Q_2$ . O trilho é colocado em paralelo e a uma distância  $p$  de uma lente convergente de distância focal  $f$ . A carga  $-Q_1$ , inicialmente em repouso na posição apresentada na figura, é liberada sem a influência da gravidade, tendo seu movimento registrado em um anteparo que se desloca com velocidade  $v$  no plano da imagem de  $-Q_1$  fornecida pela lente. Em função de  $Q_2$ ,  $A$ ,  $d$ ,  $p$ ,  $f$ ,  $v$ ,  $m$ ,  $\lambda$  e  $\epsilon$ , determine:

- a ordenada  $y$  inicial;
- o valor da carga negativa  $-Q_1$ .

Dado: permissividade do meio =  $\epsilon$ .

OBS: considere  $d \gg y$ , ou seja,  $d^2 + y^2 \cong d^2$ .



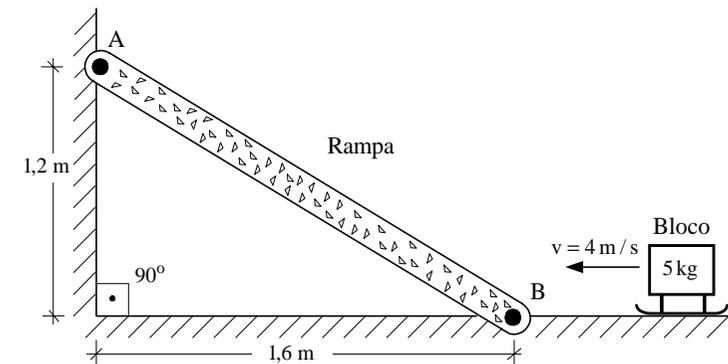
### 9ª QUESTÃO

Valor: 1,0

Um bloco de massa  $m = 5 \text{ kg}$  desloca-se a uma velocidade de  $4 \text{ m/s}$  até alcançar uma rampa inclinada de material homogêneo, cujos pontos A e B são apoios e oferecem reações nas direções horizontal e vertical. A rampa encontra-se fixa e o coeficiente de atrito cinético entre o bloco e a rampa é igual a  $0,05$ . Sabe-se que o bloco pára ao atingir determinada altura e permanece em repouso. Considerando que a reação vertical no ponto de apoio B após a parada do bloco seja de  $89 \text{ N}$  no sentido de baixo para cima, determine a magnitude, a direção e o sentido das demais reações nos pontos A e B.

Dados: aceleração da gravidade ( $g$ ) =  $10 \text{ m/s}^2$ ;

peso linear da rampa =  $95 \text{ N/m}$ .



**10ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

Suponha que você seja o responsável pela operação de um canhão antiaéreo. Um avião inimigo está passando em uma trajetória retilínea, distante de sua posição, a uma altura constante e com velocidade  $v = 900 \text{ km/h}$ . A imagem deste avião no seu aparelho de pontaria possui comprimento  $l = 5 \text{ cm}$ , mas você reconheceu este avião e sabe que o seu comprimento real é  $L = 100 \text{ m}$ . Ao disparar um projétil deste canhão, sua trajetória é retilínea a velocidade constante  $u = 500 \text{ m/s}$ . No momento em que a aeronave se encontra perfeitamente ortogonal à linha de visada do aparelho de pontaria, determine:

- o desvio angular  $\theta$  entre o aparelho de pontaria e o tubo do canhão para que você acerte o centro do avião ao disparar o gatilho com a aeronave no centro do visor;
- o aumento  $M$  do aparelho de pontaria;
- o tempo  $t$  até o projétil alcançar o centro do avião.

OBS: considere que o aparelho de pontaria possa ser tratado como um telescópio de refração, conforme mostra a figura esquemática abaixo, constituído por apenas duas lentes convergentes, denominadas objetiva e ocular, cujas distâncias focais são, respectivamente,  $f_1 = 10 \text{ cm}$  e  $f_2 = 1 \text{ cm}$ . Considere ainda que os ângulos  $\alpha$  e  $\beta$  sejam pequenos.

