

**1ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

Uma partícula localizada na extremidade de uma roda de raio  $R$ , que gira sem deslizar sobre uma superfície plana, tem seu movimento definido pelas seguintes equações:

$$\begin{cases} x = vt - R \operatorname{sen}\left(\frac{vt}{R}\right) \\ y = R - R \cos\left(\frac{vt}{R}\right) \end{cases}$$

onde  $v$  é a velocidade do centro da roda, que é constante. Determine:

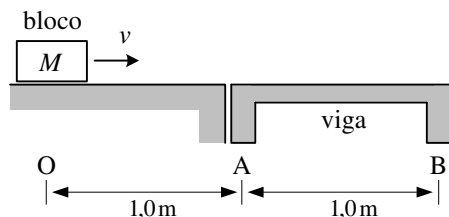
- o vetor velocidade em qualquer instante de tempo  $t$ ;
- a velocidade média da partícula no intervalo  $t=0$  a  $t = \frac{2\pi R}{v}$ .

**2ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

Um bloco de massa  $M = 20\text{ kg}$  desloca-se a uma velocidade  $v$  de  $4\text{ m/s}$  sobre uma superfície lisa de comprimento  $OA = 1\text{ m}$ , conforme mostra a figura abaixo. Ao alcançar a viga  $AB$ , de material homogêneo e com  $1\text{ m}$  de comprimento, move-se em uma superfície rugosa até atingir o repouso. Considerando desprezível o efeito de atrito ao longo do percurso  $OA$ , determine:

- o coeficiente de atrito cinético para que a reação vertical no apoio  $B$  da viga seja máxima;
- o valor máximo da reação vertical no apoio  $B$  da viga.

Dados: aceleração gravitacional ( $g$ ) =  $10\text{ m/s}^2$ ;  
peso linear da viga  $AB = 200\text{ N/m}$ .

**3ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

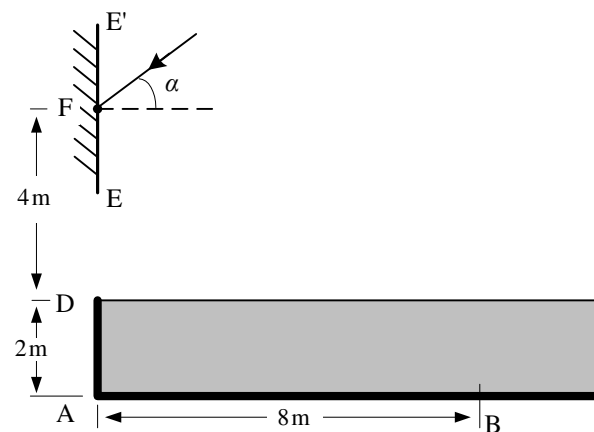
Uma máquina térmica operando em um ciclo termodinâmico recebe  $100\text{ J}$  de uma fonte quente cuja temperatura é  $327^\circ\text{C}$ . Considerando que o rendimento dessa máquina é  $75\%$  do máximo admissível, determine o trabalho produzido supondo que a temperatura da fonte fria seja de  $127^\circ\text{C}$ . Determine também o calor rejeitado para a fonte fria.

**4ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

O espelho plano  $EE'$  está inicialmente em repouso, com o ponto  $F$  a  $4\text{ m}$  acima da borda  $D$  de uma piscina cheia com um líquido cujo índice de refração é  $n = 1,6$ . Um raio luminoso atinge o ponto  $F$  com um ângulo de incidência  $\alpha$  cujo seno é igual a  $0,6$ .

Em  $t = 0$ , imprime-se ao espelho um movimento uniformemente acelerado para a direita, mantendo-o sempre paralelo à posição anterior, de modo que,  $2\text{ s}$  depois de iniciado o movimento, o raio refratado atinge o ponto  $B$  no fundo da piscina. Sabendo que o ângulo de incidência  $\alpha$  é mantido durante o deslocamento e a direção deste é paralela à superfície do líquido, determine:

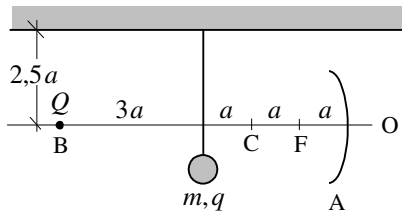
- a distância percorrida pelo espelho nesses  $2\text{ s}$ ;
- a aceleração do movimento.



**5ª QUESTÃO**

**Valor: 1,0**

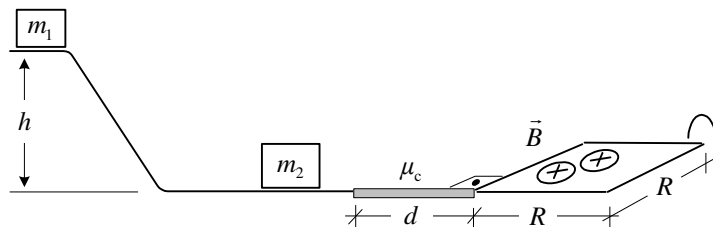
Uma bolinha de massa  $m$  e dotada de carga elétrica  $q$ , encontra-se pendurada por um fio de massa desprezível, como mostrado na figura abaixo. O objeto A é um espelho esférico com eixo óptico O, centro de curvatura C e foco F. Colocando-se uma carga  $Q$  no ponto B, é possível manter a bolinha em equilíbrio sobre o eixo óptico do espelho, com o fio perfeitamente esticado, em uma posição que forma uma imagem virtual com o dobro do seu tamanho. Determine o valor da carga  $Q$  para que essa situação ocorra.



**6ª QUESTÃO**

**Valor: 1,0**

Na figura abaixo, o bloco 1 de massa  $m_1$  é solto com velocidade inicial nula do topo de uma rampa. Após deslizar por esta rampa, este bloco se choca com o bloco 2, de massa  $m_2$ , em repouso, tendo sua velocidade reduzida à metade. Não havendo perdas no choque, o bloco 2 parte com velocidade constante, superior à nova velocidade do bloco 1, até atingir uma superfície áspera. Durante este trajeto sobre a superfície áspera de comprimento  $d$  e coeficiente de atrito cinético  $\mu_c$ , o bloco 2 adquire uma carga elétrica  $q$ . Finalmente, entra em um dos vértices de uma superfície horizontal quadrada de lado  $R$ , sem atrito, submetida a um campo magnético  $B$ , orientado de acordo com a figura. Determine a altura  $h$  da rampa de modo que o bloco 2 deixe essa superfície através do vértice oposto ao de entrada, conforme ilustra a figura.

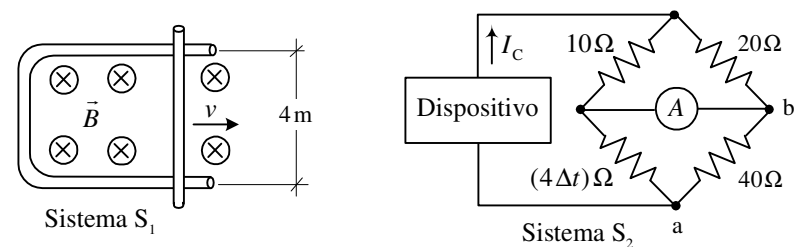


**7ª QUESTÃO**

**Valor: 1,0**

A figura abaixo apresenta dois sistemas dependentes, denominados sistema  $S_1$  e sistema  $S_2$ . O sistema  $S_1$  é composto por um condutor em forma de "C", no plano da página, e outro, retilíneo, apoiado no primeiro, movendo-se para a direita com velocidade  $v$  constante de 10 m/s. Os dois condutores estão imersos em um campo magnético  $B$  uniforme de 0,5 T, perpendicular ao plano do papel e orientado para dentro do papel. O sistema  $S_2$  é composto por um circuito resistivo, conectado a um dispositivo que fornece uma corrente elétrica  $I_C$  igual àquela que circula nos condutores do sistema  $S_1$ . No instante em que o condutor atinge a extremidade do condutor em "C", depois de um intervalo de tempo igual a  $\Delta t$ , o amperímetro A registra zero ampère e as resistências dos lados do quadrilátero formado pelo condutor em "C" e o condutor retilíneo são iguais a  $2\Omega$ ,  $3\Omega$ ,  $3\Omega$  e  $(0,02\Delta\Phi)\Omega$ , onde  $\Delta\Phi$  é a variação do fluxo magnético no intervalo de tempo  $\Delta t$ . Para este momento, determine:

- o valor e o sentido da corrente  $I_C$  que circula nos condutores do sistema  $S_1$ ;
- A d.d.p.  $V_{ab}$  entre as extremidades do resistor de  $40\Omega$  do sistema  $S_2$ .



**8ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

Uma empresa especializou-se no resgate de barcos naufragados. Para isso, desenvolveu bóias de borracha que são amarradas por mergulhadores ao barco submerso. Essas bóias são infladas e suas pressões internas são controladas por um compressor instalado em um barco na superfície. Durante a operação de içamento, a pressão interna de cada bóia é constantemente medida e mantida 1 atm acima da pressão externa, resultando em um volume da bóia de  $1,5\text{ m}^3$ .

Considere que um barco com volume de  $40\text{ m}^3$  deva ser resgatado a uma profundidade de 30 m e que, nessas condições, devido a água que penetrou em seu interior, apresenta densidade média igual a 1,4. As bóias serão inicialmente posicionadas a 25 m de profundidade e amarradas ao barco com o auxílio de cordas, cuja massa pode ser desprezada em comparação com a do barco submerso. Determine:

- o volume de água do mar no interior do barco em  $\text{m}^3$ ;
- a pressão interna, em atm, de cada bóia a ser instalada na profundidade mencionada;
- a força, em N, resultante em cada bóia;
- o número mínimo necessário de bóias para içar o barco submerso.

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

densidade da água do mar = 1,2;

densidade média do barco em condições de uso normal = 0,9;

massa específica da água =  $1\text{ g/cm}^3$  ;

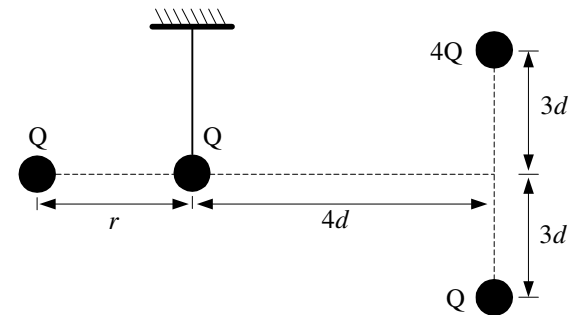
massa da bóia vazia = 120 kg;

$1\text{ atm} = 10^5\text{ N/m}^2$  .

**9ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

O sistema de cargas indicado na figura é composto por três cargas fixas e uma carga pendurada por um fio, todas positivas e de peso desprezível. Para que a carga pendurada fique na direção vertical, pede-se:

- calcular:
  - a distância  $r$  em função de  $d$ ;
  - a tração no fio;
- verificar se a carga pendurada, depois de sofrer uma pequena perturbação em sua posição, permanece estável em uma nova posição ou retorna à posição original;
- repetir o item b para o caso de a carga pendurada ser negativa.



**10ª QUESTÃO****Valor: 1,0**

Um recipiente cilíndrico contém um gás comprimido, conforme ilustrado na figura da esquerda. Inicialmente, o êmbolo com 100g de massa encontra-se travado por um pino. Posteriormente, o pino é removido e o gás se expande, recebendo calor do ambiente externo e movimentando o êmbolo para fora do recipiente. O gráfico da direita mostra a pressão em função do tempo desde o instante em que o pino é retirado até o instante que o êmbolo sai pela boca do recipiente. Sabendo que a pressão do ambiente externo é igual a  $10^5$  Pa, determine:

- o impulso que o gás impõe ao êmbolo até o instante que ele sai pela boca do recipiente;
- a velocidade do êmbolo ao sair do recipiente;
- a variação volumétrica do gás do instante em que o pino é retirado até o instante em que o êmbolo sai da boca do recipiente.

