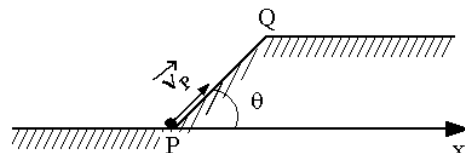


Questão 1. Sobre um corpo de 2,5 kg de massa atuam, em sentidos opostos de uma mesma direção, duas forças de intensidades 150,40 N e 50,40 N, respectivamente. A opção que oferece o módulo da aceleração resultante com o número correto de algarismos significativos é

- A () 40,00 m/s². B () 40 m/s². C () 0,4 x 10² m/s².
D () 40,0 m/s². E () 40,000 m/s².

Questão 2. A partir do nível P, com velocidade inicial de 5 m/s, um corpo sobe a superfície de um plano inclinado PQ de 0,8 m de comprimento. Sabe-se que o coeficiente de atrito cinético entre o plano e o corpo é igual a 1/3. Considere a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\sin \theta = 0,8$, $\cos \theta = 0,6$ e que o ar não oferece resistência. O tempo mínimo de percurso do corpo para que se torne nulo o componente vertical de sua velocidade é

- A () 0,20 s. B () 0,24 s. C () 0,40 s.
D () 0,44 s. E () 0,48 s.



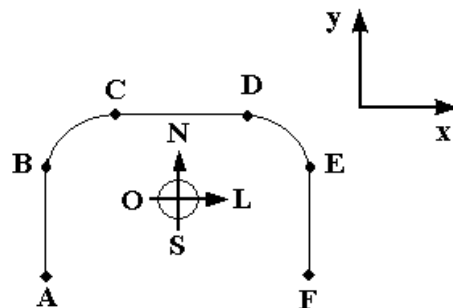
Questão 3. A figura mostra uma pista de corrida A B C D E F, com seus trechos retilíneos e circulares percorridos por um atleta desde o ponto A, de onde parte do repouso, até a chegada em F, onde pára. Os trechos BC, CD e DE são percorridos com a mesma velocidade de módulo constante.

Considere as seguintes afirmações:

- I. O movimento do atleta é acelerado nos trechos AB, BC, DE e EF.
II. O sentido da aceleração vetorial média do movimento do atleta é o mesmo nos trechos AB e EF.
III. O sentido da aceleração vetorial média do movimento do atleta é para sudeste no trecho BC, e, para sudoeste, no DE.

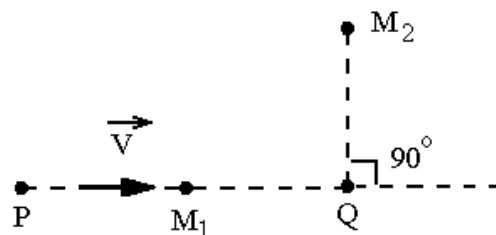
Então, está(ão) correta(s)

- A () apenas a I.
B () apenas a I e II.
C () apenas a I e III.
D () apenas a II e III.
E () todas.

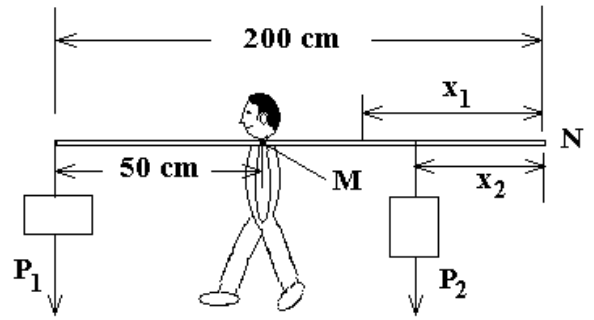


Questão 4. Considere que num tiro de revólver, a bala percorre trajetória retilínea com velocidade V constante, desde o ponto inicial P até o alvo Q. Mostrados na figura, o aparelho M_1 registra simultaneamente o sinal sonoro do disparo e o do impacto da bala no alvo, o mesmo ocorrendo com o aparelho M_2 . Sendo V_s a velocidade do som no ar, então a razão entre as respectivas distâncias dos aparelhos M_1 e M_2 em relação ao alvo Q é

- A () $V_s(V - V_s) / (V^2 - V_s^2)$.
B () $V_s(V_s - V) / (V^2 - V_s^2)$.
C () $V(V - V_s) / (V_s^2 - V^2)$.
D () $V_s(V + V_s) / (V^2 - V_s^2)$.
E () $V_s(V - V_s) / (V^2 + V_s^2)$.



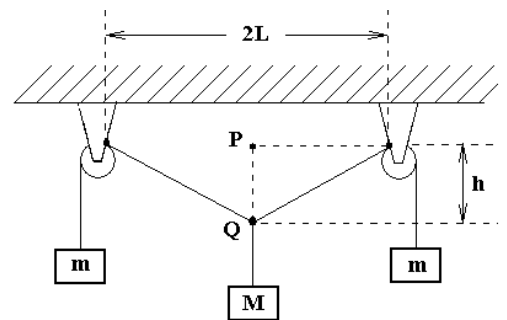
Questão 5. Na experiência idealizada na figura, um halterofilista sustenta, pelo ponto M, um conjunto em equilíbrio estático composto de uma barra rígida e uniforme, de um peso $P_1 = 100 \text{ N}$ na extremidade a 50 cm de M, e de um peso $P_2 = 60 \text{ N}$, na posição x_2 indicada. A seguir, o mesmo equilíbrio estático é verificado dispondo-se, agora, o peso P_2 na posição original de P_1 , passando este à posição de distância $x_1 = 1,6 x_2$ da extremidade N. Sendo de 200 cm o comprimento da barra e $g = 10 \text{ m/s}^2$ a aceleração da gravidade, a massa da barra é de



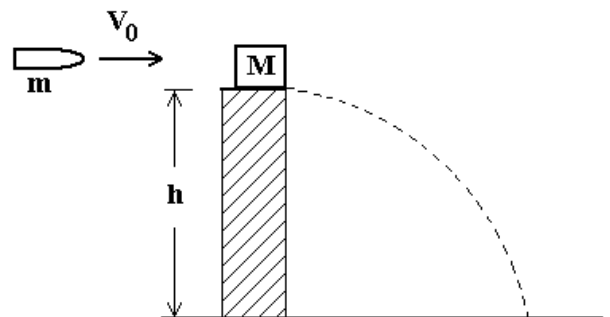
- A () 0,5 kg. B () 1,0 kg. C () 1,5 kg. D () 1,6 kg. E () 2,0 kg.

Questão 6. No arranjo mostrado na figura com duas polias, o fio inextensível e sem peso sustenta a massa M e, também, simetricamente, as duas massas m, em equilíbrio estático. Desprezando o atrito de qualquer natureza, o valor h da distância entre os pontos P e Q vale

- A () $ML / \sqrt{4m^2 - M^2}$.
 B () L.
 C () $ML / \sqrt{M^2 - 4m^2}$.
 D () $mL / \sqrt{4m^2 - M^2}$.
 E () $ML / \sqrt{2m^2 - M^2}$.



Questão 7. Uma bala de massa m e velocidade v_0 é disparada contra um bloco de massa M, que inicialmente se encontra em repouso na borda de um poste de altura h, conforme mostra a figura. A bala aloja-se no bloco que, devido ao impacto, cai no solo. Sendo g a aceleração da gravidade, e não havendo atrito e nem resistência de qualquer outra natureza, o módulo da velocidade com que o conjunto atinge o solo vale



- A () $\sqrt{\left(\frac{m v_0}{m+M}\right)^2 + 2gh}$. B () $\sqrt{v_0^2 + \frac{2ghm^2}{(m+M)^2}}$. C () $\sqrt{v_0^2 + \frac{2mgh}{M}}$.
 D () $\sqrt{v_0^2 + 2gh}$. E () $\sqrt{\frac{m v_0^2}{m+M} + 2gh}$.

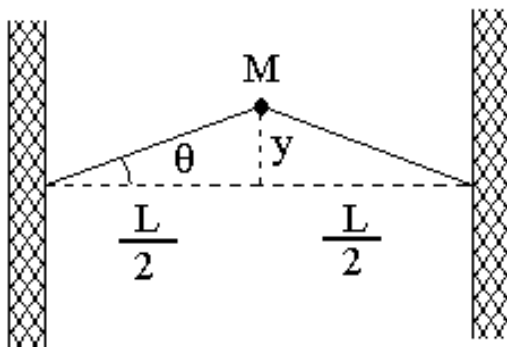
Questão 8. Projetado para subir com velocidade média constante a uma altura de 32 m em 40 s, um elevador consome a potência de 8,5 kW de seu motor. Considere seja de 370 kg a massa do elevador vazio e a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$. Nessas condições, o número máximo de passageiros, de 70 kg cada um, a ser transportado pelo elevador é

- A () 7. B () 8. C () 9. D () 10. E () 11.

Questão 9. Um corpo indeformável em repouso é atingido por um projétil metálico com a velocidade de 300 m/s e a temperatura de 0 °C. Sabe-se que, devido ao impacto, 1/3 da energia cinética é absorvida pelo corpo e o restante transforma-se em calor, fundindo parcialmente o projétil. O metal tem ponto de fusão $t_f = 300$ °C, calor específico $c = 0,02$ cal/g °C e calor latente de fusão $L_f = 6$ cal/g. Considerando $1 \text{ cal} \cong 4 \text{ J}$, a fração x da massa total do projétil metálico que se funde é tal que

- A () $x < 0,25$. B () $x = 0,25$. C () $0,25 < x < 0,5$. D () $x = 0,5$. E () $x > 0,5$.

Questão 10. Uma bolinha de massa M é colada na extremidade de dois elásticos iguais de borracha, cada qual de comprimento $L/2$, quando na posição horizontal. Desprezando o peso da bolinha, esta permanece apenas sob a ação da tensão T de cada um dos elásticos e executa no plano vertical um movimento harmônico simples, tal que $\sin \theta \cong \tan \theta$. Considerando que a tensão não se altera durante o movimento, o período deste vale



- A () $2\pi\sqrt{\frac{4ML}{T}}$. B () $2\pi\sqrt{\frac{ML}{4T}}$. C () $2\pi\sqrt{\frac{ML}{T}}$.
D () $2\pi\sqrt{\frac{ML}{2T}}$. E () $2\pi\sqrt{\frac{2ML}{T}}$.

Questão 11. Numa cozinha industrial, a água de um caldeirão é aquecida de 10 °C a 20 °C, sendo misturada, em seguida, à água a 80 °C de um segundo caldeirão, resultando 10 ℓ de água a 32 °C, após a mistura. Considere haja troca de calor apenas entre as duas porções de água misturadas e que a densidade absoluta da água, de 1 kg/ℓ, não varia com a temperatura, sendo, ainda, seu calor específico $c = 1,0 \text{ cal g}^{-1} \text{ °C}^{-1}$. A quantidade de calor recebida pela água do primeiro caldeirão ao ser aquecida até 20 °C é de

- A () 20 kcal. B () 50 kcal. C () 60 kcal.
D () 80 kcal. E () 120 kcal.

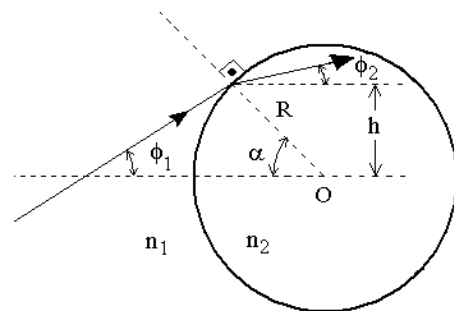
Questão 12. A água de um rio encontra-se a uma velocidade inicial V constante, quando despenca de uma altura de 80 m, convertendo toda a sua energia mecânica em calor. Este calor é integralmente absorvido pela água, resultando em um aumento de 1K de sua temperatura. Considerando $1 \text{ cal} \cong 4 \text{ J}$, aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$ e calor específico da água $c = 1,0 \text{ cal g}^{-1} \text{ °C}^{-1}$, calcula-se que a velocidade inicial da água V é de

- A () $10\sqrt{2} \text{ m/s}$. B () 20 m/s. C () 50 m/s.
D () $10\sqrt{32} \text{ m/s}$. E () 80 m/s.

Questão 13. Numa planície, um balão meteorológico com um emissor e receptor de som é arrastado por um vento forte de 40 m/s contra a base de uma montanha. A frequência do som emitido pelo balão é de 570 Hz e a velocidade de propagação do som no ar é de 340 m/s. Assinale a opção que indica a frequência refletida pela montanha e registrada no receptor do balão.

- A () 450 Hz B () 510 Hz C () 646 Hz D () 722 Hz E () 1292 Hz

Questão 14. A figura mostra um raio de luz propagando-se num meio de índice de refração n_1 e transmitido para uma esfera transparente de raio R e índice de refração n_2 . Considere os valores dos ângulos α , ϕ_1 e ϕ_2 muito pequenos, tal que cada ângulo seja respectivamente igual à sua tangente e ao seu seno. O valor aproximado de ϕ_2 é de



A () $\phi_2 = \frac{n_1}{n_2}(\phi_1 - \alpha)$.

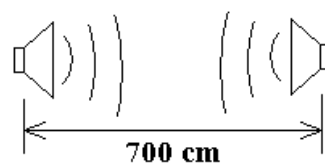
B () $\phi_2 = \frac{n_1}{n_2}(\phi_1 + \alpha)$.

C () $\phi_2 = \frac{n_1}{n_2} \phi_1 + \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) \alpha$.

D () $\phi_2 = \frac{n_1}{n_2} \phi_1$.

E () $\phi_2 = \frac{n_1}{n_2} \phi_1 + \left(\frac{n_1}{n_2} - 1\right) \alpha$.

Questão 15. A figura mostra dois alto-falantes alinhados e alimentados em fase por um amplificador de áudio na frequência de 170 Hz. Considere seja desprezível a variação da intensidade do som de cada um dos alto-falantes com a distância e que a velocidade do som é de 340 m/s. A maior distância entre dois máximos de intensidade da onda sonora formada entre os alto-falantes é igual a



A () 2 m.

B () 3 m.

C () 4 m.

D () 5 m.

E () 6 m.

Questão 16. O circuito da figura é composto de duas resistências, $R_1 = 1,0 \times 10^3 \Omega$ e $R_2 = 1,5 \times 10^3 \Omega$, respectivamente, e de dois capacitores, de capacitâncias $C_1 = 1,0 \times 10^{-9} \text{ F}$ e $C_2 = 2,0 \times 10^{-9} \text{ F}$, respectivamente, além de uma chave S , inicialmente aberta. Sendo fechada a chave S , a variação da carga ΔQ no capacitor de capacitância C_1 , após determinado período, é de

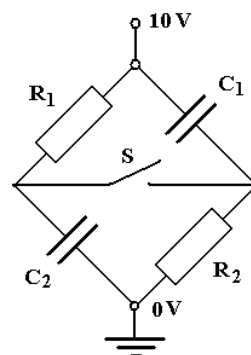
A () $-8,0 \times 10^{-9} \text{ C}$.

B () $-6,0 \times 10^{-9} \text{ C}$.

C () $-4,0 \times 10^{-9} \text{ C}$.

D () $+4,0 \times 10^{-9} \text{ C}$.

E () $+8,0 \times 10^{-9} \text{ C}$.



Questão 17. No circuito da figura, têm-se as resistências R , R_1 , R_2 e as fontes V_1 e V_2 aterradas. A corrente i indicada é

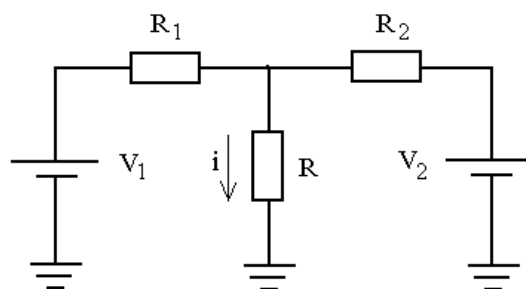
A () $i = \frac{(V_1 R_2 - V_2 R_1)}{(R_1 R_2 + R R_2 + R R_1)}$.

B () $i = \frac{(V_1 R_1 + V_2 R_2)}{(R_1 R_2 + R R_2 + R R_1)}$.

C () $i = \frac{(V_1 R_1 - V_2 R_2)}{(R_1 R_2 + R R_2 + R R_1)}$.

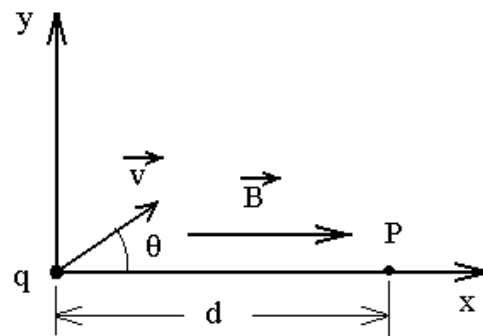
D () $i = \frac{(V_1 R_2 + V_2 R_1)}{(R_1 R_2 + R R_2 + R R_1)}$.

E () $i = \frac{(V_2 R_1 - V_1 R_2)}{(R_1 R_2 + R R_2 + R R_1)}$.



Questão 18. A figura mostra uma partícula de massa m e carga $q > 0$, numa região com campo magnético $\vec{B}$ constante e uniforme, orientado positivamente no eixo x . A partícula é então lançada com velocidade inicial $\vec{v}$ no plano xy , formando o ângulo θ indicado, e passa pelo ponto P , no eixo x , a uma distância d do ponto de lançamento. Assinale a alternativa correta.

- A () O produto $d q B$ deve ser múltiplo de $2 \pi m v \cos \theta$.
 B () A energia cinética da partícula é aumentada ao atingir o ponto P .
 C () Para $\theta = 0$, a partícula desloca-se com movimento uniformemente acelerado.
 D () A partícula passa pelo eixo x a cada intervalo de tempo igual a m/qB .
 E () O campo magnético não produz aceleração na partícula.



Questão 19. Considere uma sala à noite iluminada apenas por uma lâmpada fluorescente. Assinale a alternativa correta.

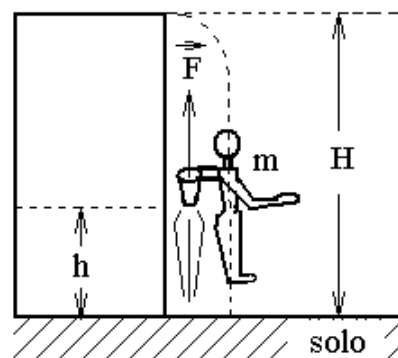
- A () A iluminação da sala é proveniente do campo magnético gerado pela corrente elétrica que passa na lâmpada.
 B () Toda potência da lâmpada é convertida em radiação visível.
 C () A iluminação da sala é um fenômeno relacionado a ondas eletromagnéticas originadas da lâmpada.
 D () A energia de radiação que ilumina a sala é exatamente igual à energia elétrica consumida pela lâmpada.
 E () A iluminação da sala deve-se ao calor dissipado pela lâmpada.

Questão 20. O átomo de hidrogênio no modelo de Bohr é constituído de um elétron de carga $-e$ e massa m , que se move em órbitas circulares de raio r em torno do próton, sob a influência da atração coulombiana. O raio r é quantizado, dado por $r = n^2 a_0$, onde a_0 é o raio de Bohr e $n = 1, 2, \dots$. O período orbital para o nível n , envolvendo a permissividade do vácuo ϵ_0 , é igual a

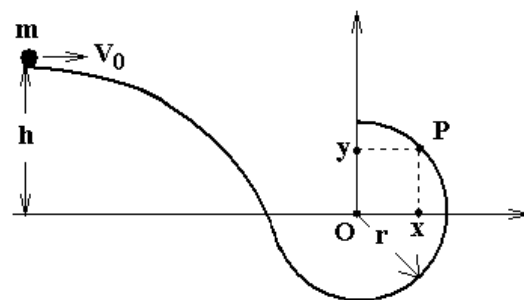
- A () $e / (4 \pi a_0 n^3 \sqrt{\epsilon_0 m a_0})$. B () $(4 \pi a_0 n^3 \sqrt{\epsilon_0 m a_0}) / e$. C () $(\pi a_0 n^3 \sqrt{\pi \epsilon_0 m a_0}) / e$.
 D () $(4 \pi a_0 n^3 \sqrt{\pi \epsilon_0 m a_0}) / e$. E () $e / (4 \pi a_0 n^3 \sqrt{\pi \epsilon_0 m a_0})$.

AS QUESTÕES DISSERTATIVAS, NUMERADAS DE 21 A 30, DEVEM SER RESPONDIDAS NO CADERNO DE SOLUÇÕES.

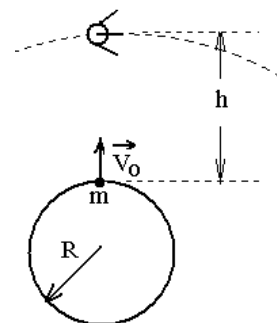
Questão 21. Equipado com um dispositivo a jato, o homem-foguete da figura cai livremente do alto de um edifício até uma altura h , onde o dispositivo a jato é acionado. Considere que o dispositivo forneça uma força vertical para cima de intensidade constante F . Determine a altura h para que o homem pouse no solo com velocidade nula. Expresse sua resposta como função da altura H , da força F , da massa m do sistema homem-foguete e da aceleração da gravidade g , desprezando a resistência do ar e a alteração da massa m no acionamento do dispositivo.



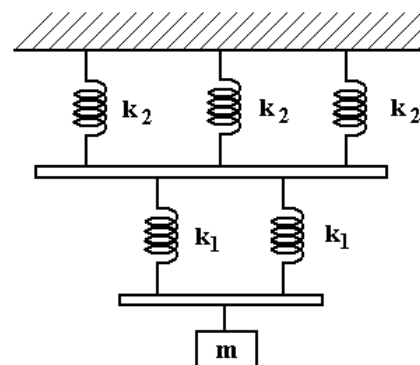
Questão 22. Um corpo de massa m e velocidade v_0 a uma altura h desliza sem atrito sobre uma pista que termina em forma de semi-circunferência de raio r , conforme indicado na figura. Determine a razão entre as coordenadas x e y do ponto P na semi-circunferência, onde o corpo perde o contato com a pista. Considere a aceleração da gravidade g .



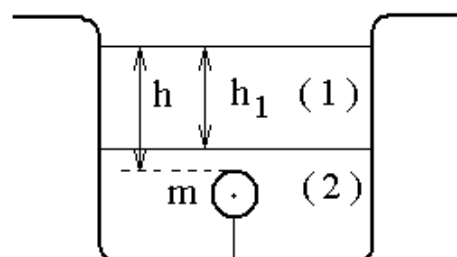
Questão 23. Lançado verticalmente da Terra com velocidade inicial V_0 , um parafuso de massa m chega com velocidade nula na órbita de um satélite artificial, geoestacionário em relação à Terra, que se situa na mesma vertical. Desprezando a resistência do ar, determine a velocidade V_0 em função da aceleração da gravidade g na superfície da Terra, raio da Terra R e altura h do satélite.



Questão 24. Um sistema massa-molas é constituído por molas de constantes k_1 e k_2 , respectivamente, barras de massas desprezíveis e um corpo de massa m , como mostrado na figura. Determine a frequência desse sistema.



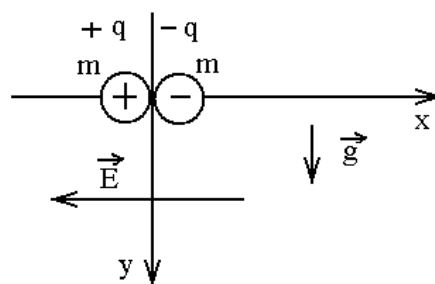
Questão 25. A figura mostra uma bolinha de massa $m = 10$ g presa por um fio que a mantém totalmente submersa no líquido (2), cuja densidade é cinco vezes a densidade do líquido (1), imiscível, que se encontra acima. A bolinha tem a mesma densidade do líquido (1) e sua extremidade superior se encontra a uma profundidade h em relação à superfície livre. Rompido o fio, a extremidade superior da bolinha corta a superfície livre do líquido (1) com velocidade de $8,0$ m/s. Considere aceleração da gravidade $g = 10$ m/s², $h_1 = 20$ cm, e despreze qualquer resistência ao movimento de ascensão da bolinha, bem como o efeito da aceleração sofrida pela mesma ao atravessar a interface dos líquidos. Determine a profundidade h .



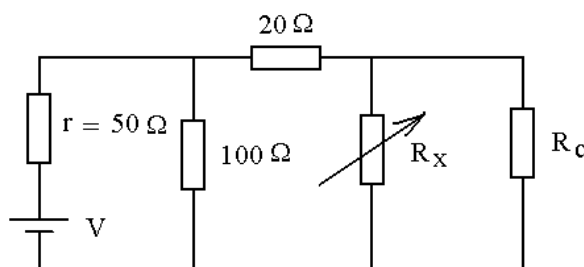
Questão 26. Um raio de luz de uma lanterna acesa em A ilumina o ponto B, ao ser refletido por um espelho horizontal sobre a semi-reta DE da figura, estando todos os pontos num mesmo plano vertical. Determine a distância entre a imagem virtual da lanterna A e o ponto B. Considere $AD = 2$ m, $BE = 3$ m e $DE = 5$ m.



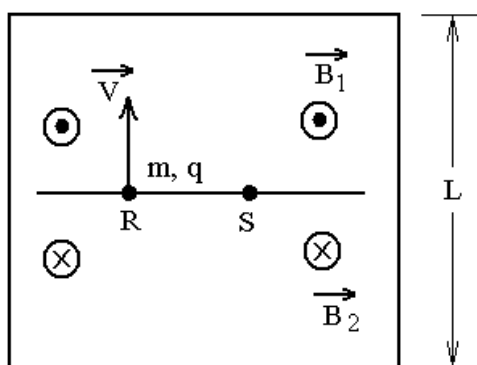
Questão 27. Duas cargas pontuais $+q$ e $-q$, de massas iguais m , encontram-se inicialmente na origem de um sistema cartesiano xy e caem devido ao próprio peso a partir do repouso, bem como devido à ação de um campo elétrico horizontal e uniforme $\vec{E}$, conforme mostra a figura. Por simplicidade, despreze a força coulombiana atrativa entre as cargas e determine o trabalho realizado pela força peso sobre as cargas ao se encontrarem separadas entre si por uma distância horizontal d .



Questão 28. Sabe-se que a máxima transferência de energia de uma bateria ocorre quando a resistência do circuito se iguala à resistência interna da bateria, isto é, quando há o casamento de resistências. No circuito da figura, a resistência de carga R_c varia na faixa $100\Omega \leq R_c \leq 400\Omega$. O circuito possui um resistor variável, R_x , que é usado para o ajuste da máxima transferência de energia. Determine a faixa de valores de R_x para que seja atingido o casamento de resistências do circuito.



Questão 29. A figura mostra uma região de superfície quadrada de lado L na qual atuam campos magnéticos B_1 e B_2 orientados em sentidos opostos e de mesma magnitude B . Uma partícula de massa m e carga $q > 0$ é lançada do ponto R com velocidade perpendicular às linhas dos campos magnéticos. Após um certo tempo de lançamento, a partícula atinge o ponto S e a ela é acrescentada uma outra partícula em repouso, de massa m e carga $-q$ (choque perfeitamente inelástico). Determine o tempo total em que a partícula de carga $q > 0$ abandona a superfície quadrada.



Questão 30. Aplica-se instantaneamente uma força a um corpo de massa $m = 3,3 \text{ kg}$ preso a uma mola, e verifica-se que este passa a oscilar livremente com a frequência angular $\omega = 10 \text{ rad/s}$. Agora, sobre esse mesmo corpo preso à mola, mas em repouso, faz-se incidir um feixe de luz monocromática de frequência $f = 500 \times 10^{12} \text{ Hz}$, de modo que toda a energia seja absorvida pelo corpo, o que acarreta uma distensão de 1 mm da sua posição de equilíbrio. Determine o número de fótons contido no feixe de luz. Considere a constante de Planck $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J s}$.