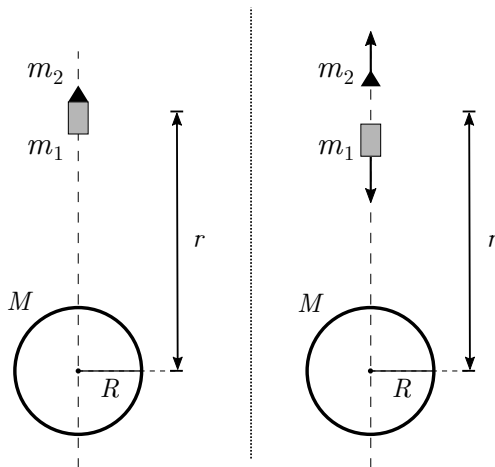


FÍSICA

Quando precisar use os seguintes valores para as constantes:

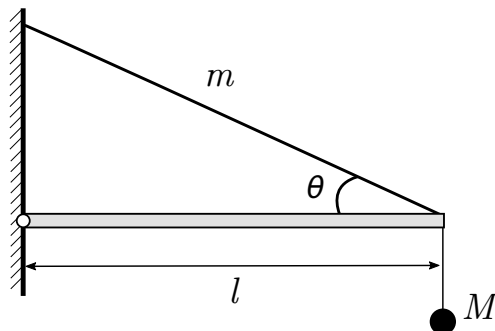
Aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$, permeabilidade magnética do vácuo $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$, massa molar do neônio $M_{Ne} = 20 \text{ g/mol}$ e massa molar do nitrogênio gasoso $M_{N_2} = 28 \text{ g/mol}$.

Questão 1. Conforme a figura, um veículo espacial, composto de um motor-foguete de massa m_1 e carga útil de massa m_2 , é lançado verticalmente de um planeta esférico e homogêneo de massa M e raio R . Após esgotar o combustível, o veículo permanece em voo vertical até atingir o repouso a uma distância r do centro do planeta. Nesse instante um explosivo é acionado, separando a carga útil do motor-foguete e impulsionando-a verticalmente com velocidade mínima para escapar do campo gravitacional do planeta. Desprezando forças dissipativas, a variação de massa associada à queima do combustível do foguete e efeitos de rotação do planeta, e sendo G a constante de gravitação universal, determine



- o trabalho realizado pelo motor-foguete durante o 1º estágio do seu movimento de subida e
- a energia mecânica adquirida pelo sistema devido à explosão.

Questão 2. Na figura, um braço articulado de massa desprezível e de comprimento l tem sua extremidade fixada a uma corda homogênea de massa m , que o mantém sempre na horizontal. Nessa mesma extremidade é fixado um fio inextensível, também de massa desprezível, que sustenta um objeto de massa M . Esse dispositivo permite a medida de frequências sonoras pela observação da ressonância entre o som e a corda oscilando em seu modo fundamental.



- Determine a frequência medida pelo dispositivo em função das massas m e M , do comprimento l , da aceleração da gravidade g e do ângulo θ entre a corda e o braço.
- Considere esse dispositivo instalado na única boca de um túnel inacabado em cujo interior são geradas ondas sonoras. Determine o comprimento L do túnel, sabendo-se que dois modos consecutivos de vibração do ar são medidos, respectivamente, pela substituição de M pelas massas M_1 e M_2 , com $M_2 > M_1$. A resposta deve ser explicitada em função de m , l , θ , g , M_1 , M_2 e da velocidade do som no ar v_s .

Questão 3. Uma estação espacial, Kepler, estuda um exoplaneta cujo satélite natural tem órbita elíptica de semieixo maior a_0 e período T_0 , sendo $d = 32a_0$ a distância entre a estação e o exoplaneta. Um objeto que se desprende de Kepler é atraído gravitacionalmente pelo exoplaneta e inicia um movimento de queda livre a partir do repouso em relação a este. Desprezando a rotação do exoplaneta, a interação gravitacional entre o satélite e o objeto, bem como as dimensões de todos os corpos envolvidos, calcule em função de T_0 o tempo de queda do objeto.

Questão 4. Um espelho côncavo de distância focal 12 cm reflete a imagem de um objeto puntiforme situado no seu eixo principal a 30 cm de distância. O objeto, então, inicia um movimento com velocidade \vec{v}_o de módulo 9,0 m/s. Determine o módulo e o sentido do vetor velocidade inicial da imagem, \vec{v}_i , nos seguintes casos:

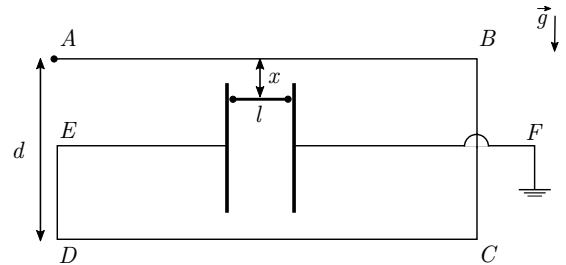
- o objeto desloca-se ao longo do eixo principal do espelho.
- o objeto desloca-se perpendicularmente ao eixo principal do espelho.

Dado: $(1 + x)^{-1} \approx 1 - x$, para $|x| \ll 1$.

Questão 5. Uma empresa planeja instalar um sistema de refrigeração para manter uma sala de dimensões $4,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}$ a uma temperatura controlada em torno de 10°C . A temperatura média do ambiente não controlado é de 20°C e a sala é revestida com um material de 20 cm de espessura e coeficiente de condutibilidade térmica de $0,60 \text{ W/m}^\circ\text{C}$. Sabendo que a eficiência do sistema de refrigeração escolhido é igual a $2,0$ e que o custo de 1 kWh é de R\$ $0,50$, estime o custo diário de refrigeração da sala.

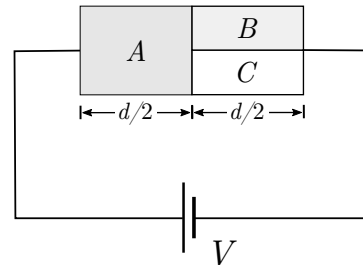
Questão 6. Um condutor muito longo $ABCDEF$ é interrompido num trecho, onde é ligado a guias metálicas pelas quais desliza sem atrito um condutor metálico rígido de comprimento $l = 10 \text{ cm}$ e massa $m = 5,0 \text{ mg}$, mantendo o contato elétrico e a passagem de corrente pelo sistema contido no plano vertical, conforme esquematizado na figura. O potencial elétrico no terminal A é $V_0 = 1,0 \text{ V}$ e o sistema como um todo possui resistência $R = 0,10 \Omega$. Sendo a distância $d = 18 \text{ cm}$ e considerando apenas o efeito dos segmentos longos \overline{AB} e \overline{CD} sobre o condutor

móvel, determine a distância de equilíbrio x indicada na figura.



Questão 7. A figura mostra um circuito simples em que um gerador ideal fornece uma d.d.p. V aos blocos retangulares A , B e C , sendo os dois últimos de mesmas dimensões. Esses três são constituídos por materiais distintos de respectivas condutividades elétricas σ_A , σ_B e σ_C , tais que $\sigma_A = 3\sigma_C$ e $\sigma_B = 2\sigma_C$. Considerando que a área da seção transversal à passagem de corrente do bloco A é o dobro da de B , e sendo P_A , P_B e P_C as respectivas potências dissipadas nos

blocos, determine as razões P_B/P_A e P_C/P_A .



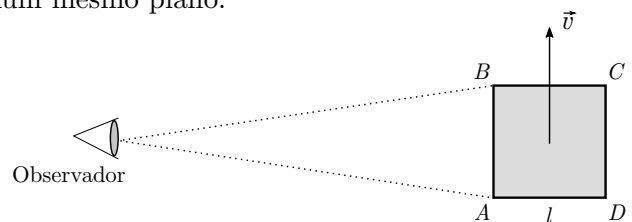
Questão 8. Sejam T , P , V e ρ , respectivamente, a temperatura, a pressão, o volume e a densidade de massa de um meio gasoso no qual há propagação de ondas sonoras.

(a) Supondo uma expressão empírica para a velocidade da onda sonora em um gás, $v_s = KT^a P^b V^c \rho^d$, em que K é um número real, determine os expoentes a , b , c e d .

(b) Considere uma onda sonora que se propaga em um sistema composto por dois ambientes contendo, respectivamente, os gases neônio, mantido à temperatura T_1 , e nitrogênio, à temperatura $T_2 = 5T_1/3$. Os ambientes estão separados entre si por uma membrana fina, impermeável e termoisolante, que permite a transmissão do som de um para outro ambiente. Considerando a constante do item anterior dada por $K = \sqrt{\gamma}$, em que γ é o coeficiente de Poisson do meio gasoso no qual o som se propaga, determine a razão numérica entre as respectivas velocidades de propagação do som nos gases.

Questão 9. Uma placa quadrada de vértices A , B , C , D e lado l , medido em seu referencial de repouso, move-se em linha reta com velocidade de módulo v , próximo ao da velocidade da luz no vácuo c , em relação a um observador localizado a uma distância muito maior que l , conforme ilustra a figura. A imagem percebida pelo observador é formada a partir dos raios de luz que lhe chegam simultaneamente. Saiba-se que o movimento da placa faz com que o observa-

dor a perceba girada. Determine em função de v e c o ângulo de giro aparente da placa e indique o seu sentido, sabendo que esta e o observador se situam num mesmo plano.



Questão 10. Considere um elétron confinado no interior de uma cavidade esférica de raio a cuja fronteira é intransponível.

(a) Estime o valor do módulo da velocidade (v) e a energia total (E) desse elétron em seu estado fundamental.

(b) De acordo com o modelo de Bohr, o estado de menor energia do elétron em um átomo de hidrogênio é caracterizado pela órbita circular de raio r_B , tendo o elétron a velocidade tangencial de módulo v_B . Obtenha a restrição em a/r_B para que ocorra a desigualdade $v > v_B$.