

FÍSICA

Quando necessário, considere as seguintes constantes:

Aceleração local da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$.

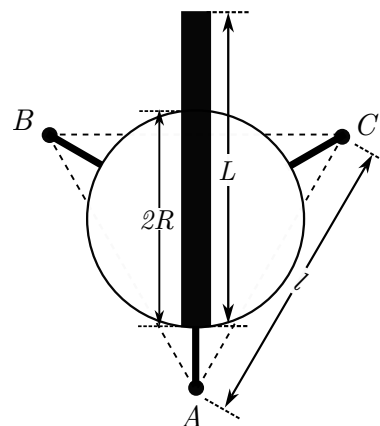
Constante de gravitação universal $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^3$.

Velocidade da luz no vácuo $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$.

Se necessitar, use a seguinte aproximação numérica:

$(1 + x)^n \approx 1 + nx$ para $|x| \ll 1$.

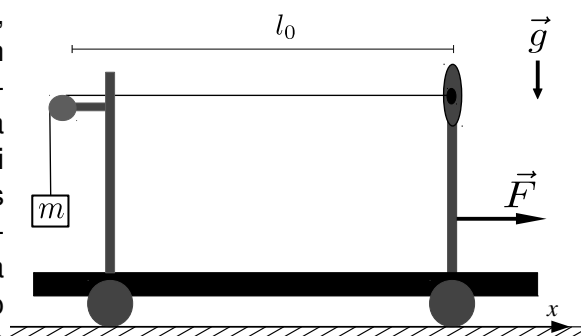
Questão 1. Considere um banco de três pernas, todas de mesmo comprimento, com um assento em formato de disco de raio R e massa m . Este banco está sobre uma superfície horizontal perfeitamente plana e os seus pés tocam o solo em três pontos que correspondem aos vértices de um triângulo equilátero de aresta l . O banco é construído de tal forma que o eixo de simetria do assento intercepta o centro geométrico do triângulo. Uma barra de massa M e comprimento $L > 2R$ é afixada sobre o banco, de modo que uma de suas extremidades permanece junto à borda do assento e a outra ultrapassa os seus limites. A barra passa pelo centro do assento e está orientada na mesma direção que uma das mediatrizes do triângulo equilátero. A figura mostra o banco, com a barra, em vista superior.



Considerando este sistema, responda aos seguintes itens:

- supondo que o sistema está em condição de equilíbrio, determine a expressão da reação normal do piso sobre o pé do banco que está apoiado no ponto A;
- determine o intervalo de valores de L para os quais o banco permanece em equilíbrio, mantidos todos os outros parâmetros fixos.

Questão 2. Um professor desenvolveu um projeto para o estudo de ondas estacionárias em cordas. Para tal, utilizou um gerador de frequência f , um fio de náilon de densidade linear de massa μ , dois pedestais universais, uma roldana e um bloco de massa m . A distância da roldana até o gerador é l_0 . Toda a montagem foi acoplada sobre uma plataforma de madeira com rodas permitindo sua locomoção ao longo do eixo x , conforme mostra a figura. A massa total do sistema era M . Em repouso, o gerador de frequências foi ajustado para que a vibração na corda apresentasse uma única crista.



Uma vez que a frequência de ajuste no gerador seja dobrada com relação à frequência inicial, qual deve ser a força \vec{F} aplicada sobre o sistema para que se visualize uma única crista novamente? Despreze o atrito.

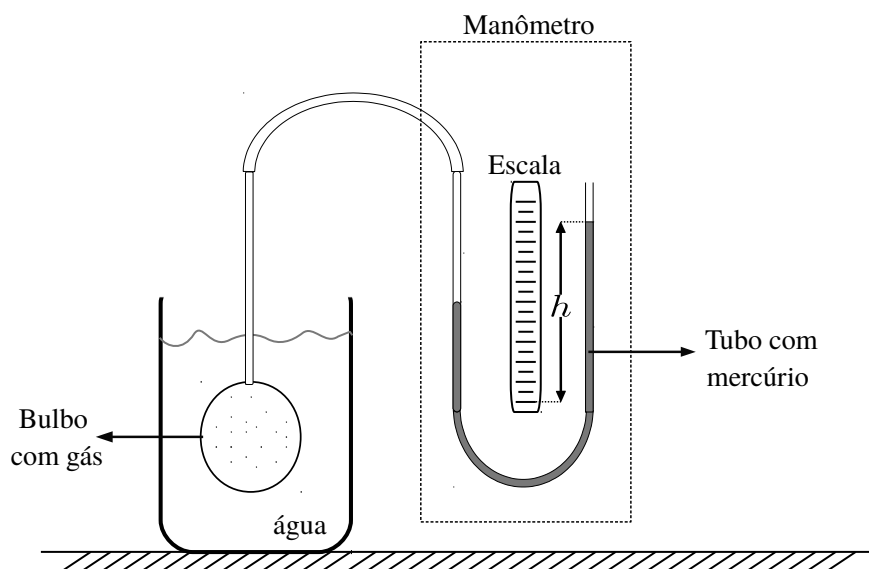
Questão 3. Considere duas situações: (i) uma partícula A de massa m e carga q , sob influência de um campo elétrico constante $\vec{E} = E \hat{i}$ é colocada para oscilar pela ação de uma mola de rigidez k e comprimento livre l_0 , ao longo do eixo x ; (ii) uma segunda partícula, B , é conectada à A , pela mesma mola, na presença de \vec{E} . A partícula B é neutra e tem massa m .



Desconsiderando efeitos de radiação eletromagnética e de atrito, determine:

- o período de oscilação do sistema massa-mola na situação (i);
- a frequência angular ω de oscilação da massa A em relação ao centro de massa na situação (ii);
- a equação horária de cada partícula em (ii), sabendo que, inicialmente, a massa A está em repouso e passa pela origem do sistema de coordenadas, ao passo que a massa B também está em repouso e se encontra a uma distância l_0 de A.

Questão 4. Um grupo de estudantes estava trabalhando na concepção de termômetro a gás a volume constante, conforme a figura. Com intuito de calibrar o termômetro, os estudantes mediram a pressão do gás, P_0 , a 0°C . Em seguida, o bulbo de vidro do termômetro foi posto em contato com uma quantidade de água a 100°C , resultando em uma elevação h da coluna de mercúrio, constituindo assim uma escala de temperatura. Entretanto, notou-se que a altura h , atingida pelo mercúrio, não correspondia, de forma precisa, aos valores calculados inicialmente. Após muitas discussões os estudantes concluíram que a expansão térmica do bulbo foi a causa dessa discrepância.



Dado o exposto e assumindo que a densidade do mercúrio seja dada por ρ e a aceleração gravitacional por g , responda aos itens abaixo.

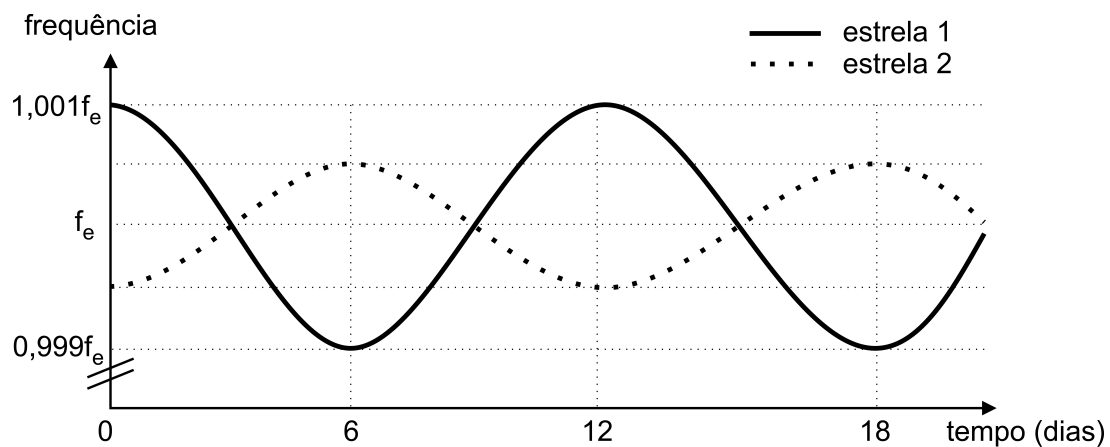
a) Assumindo que o gás no interior do bulbo seja ideal, calcule o valor relativo à altura h desconsiderando o efeito de dilatação térmica do bulbo.

b) Sabendo que V_0 é o volume do bulbo à 0°C e que α é o coeficiente de dilatação linear do vidro, calcule qual deve ser a diferença entre o valor medido de h e o valor calculado inicialmente se esta fosse a única causa da discrepância. Despreze as dimensões do orifício de contato entre o bulbo e o capilar.

Questão 5. Considere dois objetos idênticos inicialmente em equilíbrio térmico à temperatura T_1 . Um refrigerador realiza trabalho W e faz um dos objetos atingir a temperatura T_2 . Considere que os objetos não trocam calor com o meio externo e tudo acontece a pressão constante. Sendo C_p a capacidade térmica de cada objeto a pressão constante, qual o valor mínimo de W ?

Dado: A variação de entropia ΔS a pressão constante entre temperaturas T_i e T_f é $\Delta S = C_p \ln \frac{T_f}{T_i}$.

Questão 6. Um observatório analisa a frequência de uma emissão eletromagnética, de frequência natural f_e , proveniente de duas estrelas que formam um sistema binário com órbitas circulares. O gráfico obtido está representado na figura.

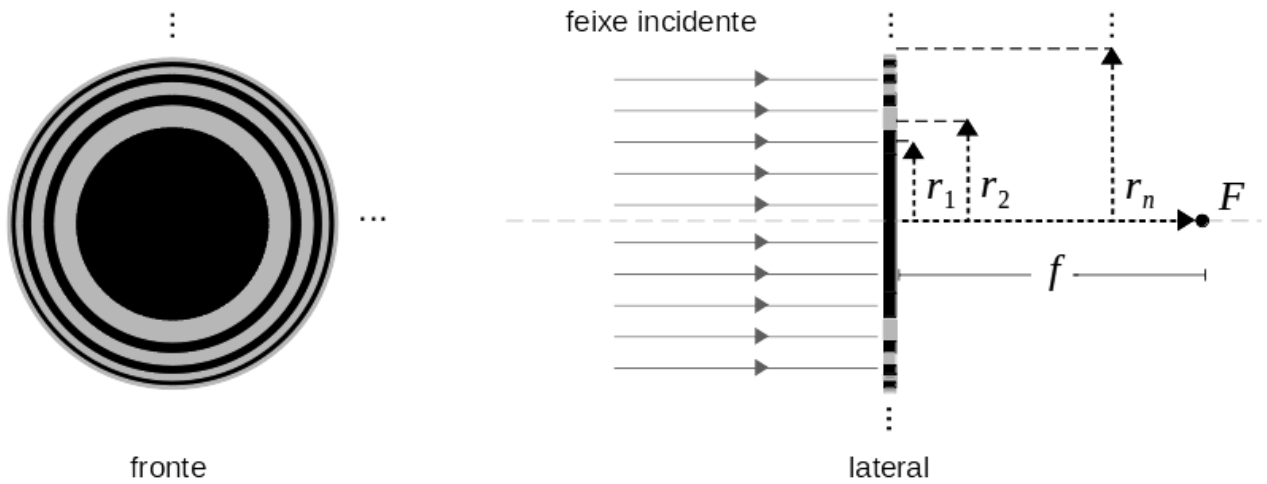


Com base nesse gráfico, estime:

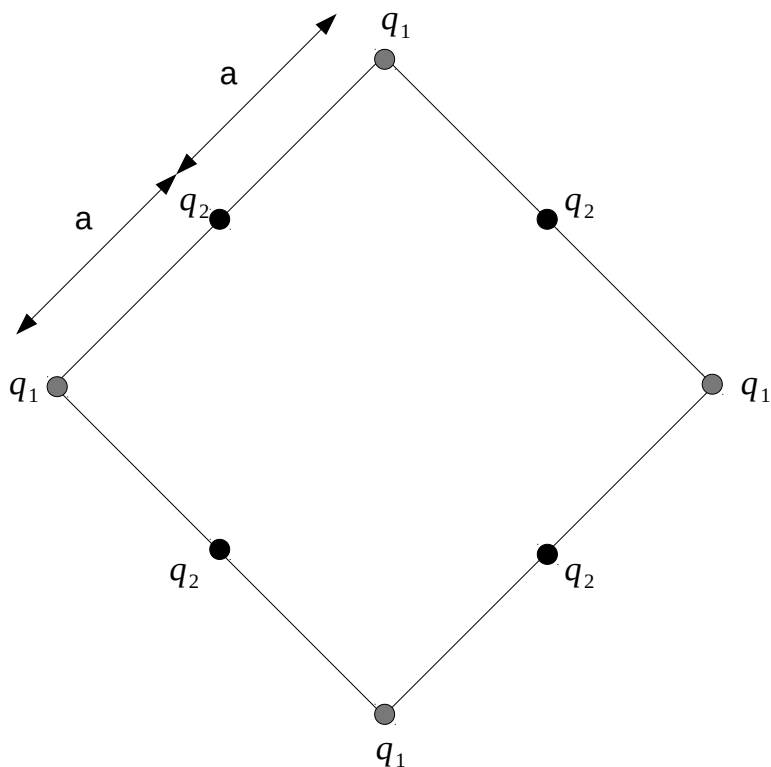
- a) a distância que separa as duas estrelas em metros;
- b) a massa de cada uma das estrelas em quilogramas.

Questão 7. Deseja-se focalizar um feixe monocromático paralelo em torno de um ponto F. Devido ao baixo comprimento de onda λ e efeitos de absorção no material, não é possível utilizar uma lente convergente usual para focalizar essa radiação. Como alternativa, utiliza-se uma rede de difração constituída por um arranjo de anéis concêntricos em torno de um círculo absorvedor de raio r_1 . Os anéis concêntricos intercalam regiões com obstáculos absorvedores (preto) e sem obstáculos absorvedores (cinza), como indicado na figura.

Obtenha uma expressão para os raios $r_n (n > 1)$ dos anéis concêntricos, que podem ser absorvedores (n ímpar) ou sem obstáculos (n par), em função de λ , r_1 , da distância f do centro dos anéis ao ponto F e do índice inteiro n , de forma que o arranjo funcione como um focalizador.



Questão 8. Quatro cargas idênticas de valor q_1 estão dispostas nos vértices de um quadrado de lado $2a$ e quatro cargas q_2 estão posicionadas nos pontos médios das arestas, conforme mostra a figura.

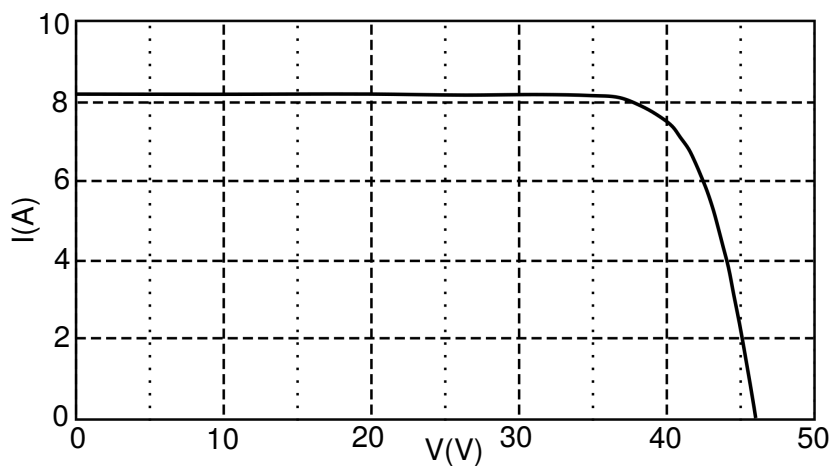


Considerando que o sistema esteja no vácuo, faça o que se pede nos itens a seguir.

a) Obtenha a energia potencial deste sistema de cargas em termos da permissividade elétrica no vácuo ϵ_0 , q_1 , q_2 e a .

b) Sabendo que as cargas q_2 estão fixas, determine qual deve ser a razão q_1/q_2 para que o sistema permaneça em equilíbrio estático.

Questão 9. Um painel solar é um gerador elétrico capaz de converter energia luminosa em energia elétrica. Uma vez exposto à luz solar, processos físicos geram uma diferença de potencial elétrico capaz de gerar corrente elétrica. Uma curva característica $I - V$ de um dispositivo como esse é fornecida abaixo.



Faça o que se pede nos itens a seguir.

- Obtenha a força eletromotriz do painel solar.
- Determine a corrente elétrica gerada pela célula solar quando seus terminais são ligados por resistências de $2,5 \Omega$, 5Ω e 10Ω , respectivamente. Descreva o procedimento usado para chegar à resposta.
- Faça um esboço do gráfico da potência elétrica P fornecida pela célula solar em função da tensão V entre os terminais do gerador. Indique os pontos de potência nula e se há algum ponto de operação de potência máxima.

Questão 10. Em um acelerador cíclotron uma partícula 1 carregada com carga q , massa m_0 e energia cinética K , submetida a um campo magnético $\vec{B} = -B\hat{z}$, percorre uma trajetória curvilínea de raio r_1 em um plano xy . No mesmo acelerador, uma partícula 2 carregada com carga $2q$, massa $2m_0$ e energia cinética $4K$, submetida ao mesmo campo magnético, percorre outra trajetória curvilínea de raio r_2 . Considerando efeitos relativísticos, estime a razão r_2/r_1 em termos das energia cinética K , massa m_0 e velocidade da luz c .

Dado: No referencial do acelerador, a expressão equivalente à resultante centrípeta no contexto da mecânica relativística é $p^2/(\gamma m_0 r)$, onde p é o momento relativístico, γ é o fator de Lorentz e r é o raio da trajetória circular.