



SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA

Olimpíadas de Física 2012

Seleccção para as provas internacionais

Prova Teórica

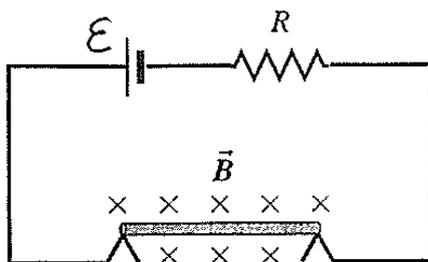
12/Maio/2012

Prova Teórica

Duração da prova: 4h

I Vários tópicos

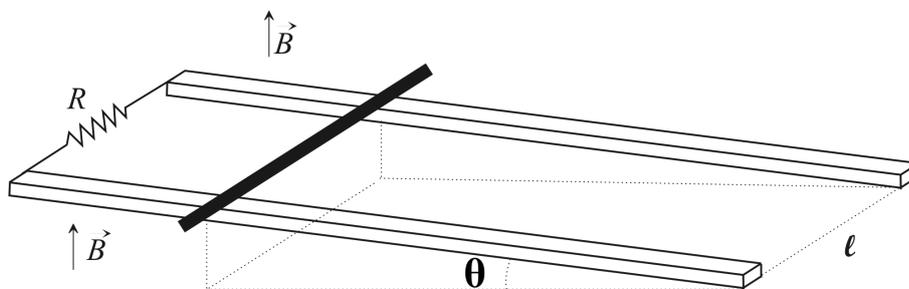
1. Há vários indícios da colisão de um asteróide com a Terra há 65 milhões de anos. Este asteróide, de 12 km de diâmetro, terá alterado de tal forma o clima da Terra que levou à extinção de inúmeras espécies. Será que essa alteração se deveu a uma modificação da órbita da Terra? Para responder a esta questão, comece por supor que a colisão foi frontal. Assuma que a velocidade e densidade do asteróide eram idênticas à da Terra e considere que a órbita da Terra era circular. Determine a nova órbita da Terra e tire as suas conclusões.
2. Dois vasos termicamente isolados contêm idênticas massas de água. A temperatura da água é T_1 num dos vasos e $T_2 > T_1$ no outro. Qual é o trabalho máximo que se pode extrair deste sistema se ele for usado como um motor térmico? (Suponha que a capacidade calorífica da água, para esta gama de temperaturas, é independente da temperatura.)
3. Um neutrão com uma energia cinética que é o dobro da sua energia de repouso colide com um neutrão parado. Determinar:
 - (a) A energia cinética dos dois neutrões no referencial do centro de massa do sistema e o momento de cada neutrão nesse mesmo sistema.
 - (b) A velocidade do centro de massa do sistema.
4. A figura mostra uma barra rígida de resistência desprezável com comprimento $\ell = 75$ cm e massa $m = 150$ g que está pousada (mas não presa) em dois apoios metálicos. Ligados em série com o suporte estão uma resistência $R = 15 \Omega$ e um gerador ideal de força electromotriz ε . Na região onde se encontra a barra existe um campo magnético uniforme de módulo $B = 0,50$ T. Determinar o máximo valor de ε , para o qual o circuito se mantém fechado.



5. Duas caixas são colocadas lado a lado, a 10 cm de distância uma da outra. Ambas as caixas têm um pequeno orifício de 1 cm de diâmetro nas suas superfícies perfeitamente reflectoras. Os orifícios encontram-se exactamente em frente um do outro. Uma das caixas é mantida a uma temperatura constante de 1700 K. Calcule a temperatura de equilíbrio da outra caixa. NOTA: A radiação emitida pelos orifícios obedece à seguinte lei: $I(\theta) = A \cos \theta$, em que A é uma constante e I é a energia emitida por unidade de tempo e de área na direcção θ ($\theta = 0$ corresponde a emissão frontal).

II Electromagnetismo

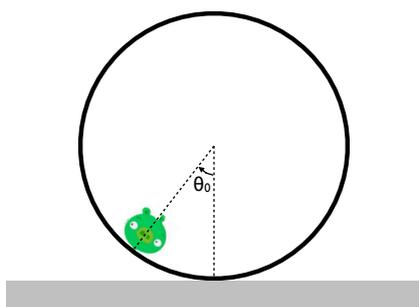
1. Uma esfera não condutora de raio R está carregada com a carga Q uniformemente distribuída no seu volume.
- Determinar a expressão da energia potencial de uma partícula pontual de carga $-q$ e massa m , colocada num ponto no interior da esfera, à distância r do centro.
 - Supondo que a carga $-q$ é abandonada nesse ponto, e existe um “estreito túnel” que passa pelo centro da esfera, calcular a frequência das oscilações da carga.
 - Calcular a expressão da velocidade máxima da carga $-q$.
2. A figura representa uma barra condutora de massa m que pode deslizar sem atrito ao longo de dois carris paralelos, separados de uma distância ℓ e ligados entre si pela resistência R . São desprezáveis as resistências dos carris e da barra. Os carris estão apoiados num plano inclinado que faz um ângulo θ com a horizontal. Este dispositivo está colocado numa região onde existe um campo magnético constante \vec{B} , vertical e dirigido para cima.



- Determinar a expressão da corrente induzida no circuito, quando a barra está a descer com velocidade \vec{v} . Marcar no esquema do circuito o sentido da corrente.
- Mostrar que a barra atinge uma velocidade terminal constante, \vec{v}_t , e determinar a expressão desta velocidade.
- Comparar a potência dissipada na resistência R com a variação por unidade de tempo da energia mecânica da barra, quando esta percorre a distância d com a velocidade \vec{v}_t . Comentar o resultado obtido.

III Torturas tontas...

O Lobo Mau conseguiu capturar um dos porquinhos e resolveu torturá-lo colocando-o dentro de um grande barril e fazendo rolar o barril pela estrada até sua casa. O porquinho está sujo com lama da sua pocilga e escorrega na parede interior do barril. O coeficiente de atrito entre o porco e o barril é μ , o barril é um cilindro de raio R e massa M e o porquinho tem massa m , podendo o seu volume ser ignorado face à dimensão do barril. Considere ainda que a estrada é plana e sem desníveis.



1. Mostre que há uma posição de equilíbrio do porquinho dentro do barril, isto é, que há uma posição na qual o barril rola “por baixo” do porquinho sem que este se desloque relativamente ao barril. Identifique esta posição através do ângulo θ_0 da figura e determine θ_0 .
2. Infelizmente o porquinho não fica na posição de equilíbrio, mas oscila em torno dela. Determine a frequência destas oscilações em função de μ , R e da aceleração da gravidade g .

Ao fim de algum tempo, para grande consternação do porquinho, a lama seca e ele fica colado à parede interior do cilindro passando a rolar solidariamente com este.

1. Supondo que o cilindro rola sem deslizar, obtenha uma expressão para a força normal que o solo exerce sobre o cilindro com o porquinho colado à sua parede interior. Expresse esta força em função da posição angular instantânea do porquinho ($\theta(t)$, medido da mesma forma que θ_0), m , M , R e g . Obtenha também uma expressão para a força de atrito entre o cilindro e o solo.
2. Obtenha uma equação para a aceleração angular do porquinho no referencial do barril em função de m , M , R , g , $\theta(t)$ e $\omega(t) = d\theta/dt$.
3. Enquanto fica cada vez mais tonto o porquinho vai pensando na solução do problema e conclui que uma dieta feita atempadamente teria significado que a sua aceleração angular seria quase nula, o que provavelmente quereria dizer menos tonturas. Justifique.