



OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2014

3ª FASE – 11 de outubro de 2014

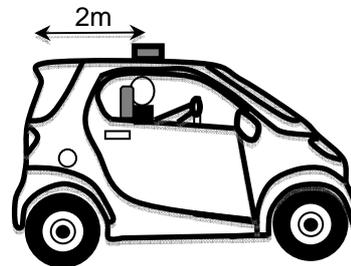
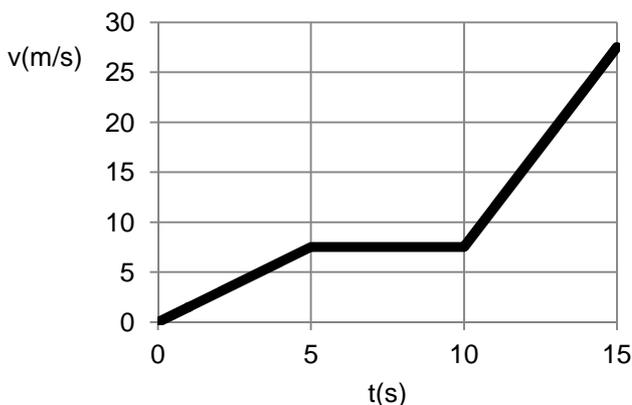
NÍVEL III
PROVA TEÓRICA
Ensino Médio - 3ª série
Ensino Técnico - 4ª série



LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos das 3ª série do ensino médio e 4ª série do Ensino Técnico. Ela contém oito questões. Cada questão tem valor de 10 pontos e a prova um total de 80 pontos.
- 02) O **Caderno de Resoluções** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova.
- 03) Todos os resultados numéricos devem ser expressos em unidades no Sistema Internacional caso não seja indicado na questão.
- 04) A duração desta prova é de **quatro** horas, devendo o aluno permanecer na sala por **no mínimo noventa(90) minutos**. Use caso necessário: $\pi = 3$; constante universal gravitacional $G=7 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg s}^2$; $g=10 \text{ m/s}^2$; $c=3 \times 10^8 \text{ m/s}$; $\cos 45^\circ = \sin 45^\circ = 0,7$.

1. Um motorista esquece um pequeno pacote de 250 g no teto do seu carro de 2500 kg e, então, parte com o carro com velocidade de acordo com o gráfico abaixo. Sabe-se que os coeficientes de atrito cinético e estático entre o carro e o pacote são, respectivamente, 0,2 e 0,3. Quanto tempo leva, aproximadamente, para o pacote cair do carro?



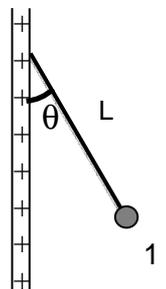
2. O campo elétrico sobre o eixo (perpendicular e passando pelo centro) de um disco de raio R uniformemente carregado com densidade de carga σ a uma distância x do disco é

$$E_x = \begin{cases} 2\pi k \sigma \left(1 - \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}} \right) & \text{se } x > 0 \\ -2\pi k \sigma \left(1 - \frac{x}{\sqrt{x^2 + R^2}} \right) & \text{se } x < 0, \end{cases}$$

onde k é a constante de Coulomb.

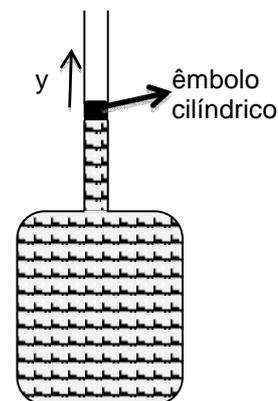
(a) Usando a expressão do campo do disco dada acima, determine o campo elétrico de um plano de carga.

(b) A figura ao lado mostra uma pequena esfera não condutora de carga +Q e massa m suspensa por um fio isolante de comprimento L preso num ponto de um plano uniformemente carregado. A esfera está em equilíbrio e faz um ângulo θ com um plano. Qual é a densidade superficial de carga do plano em função de Q, m e θ ?



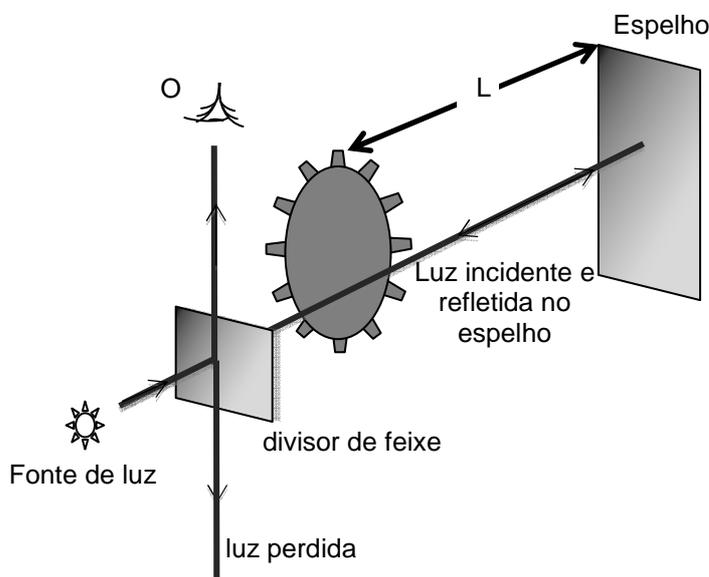
3. Para aumentar a intensidade sonora, os fabricantes de pianos instalam duas ou mais cordas para uma mesma tecla do piano. Quando a tecla é acionada um pequeno martelo as toca produzindo exatamente a mesma frequência de vibração. Sendo assim, as cordas devem estar sujeitas à mesma tensão. Suponha que a nota de 440Hz possua três cordas idênticas. Se a tensão de uma dessas cordas diminui em 0,45% e de outra corda aumenta em 0,45%, qual é a frequência de batimento quando a tecla correspondente é acionada? Desprezar a interação entre as cordas. Use a aproximação $(1 \pm x)^n \approx 1 \pm nx$ para $x \ll 1$.

4. Eduard Rüchardt propôs um método simples para se medir a razão $\gamma = C_P/C_V$ de um gás ideal, onde C_P é a capacidade calorífica a pressão constante e C_V a capacidade calorífica a volume constante. A figura ao lado mostra esquematicamente o arranjo usado. O recipiente contém um gás, considerado ideal, inicialmente com volume V_0 , pressão P_0 e está em equilíbrio térmico. O êmbolo cilíndrico tem massa m , área da base A , altura L e é livre para se mover ao longo do recipiente. Na posição de equilíbrio o peso do êmbolo equivale à força exercida pelo gás. O êmbolo é tirado da posição de equilíbrio por uma pequeno deslocamento y alterando o estado do gás. O gás exercerá sobre o êmbolo uma força restauradora fazendo-o oscilar com uma frequência característica que depende de γ . Supondo que a transformação seja adiabática e desprezando-se o atrito entre o êmbolo e o recipiente,



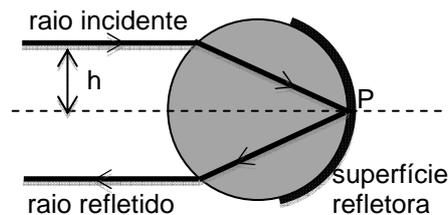
- (a) encontre a variação de pressão ΔP . Para isso use a aproximação $(1 \pm \Delta V/V)^\gamma \approx 1 \pm \gamma \Delta V/V$, já que a variação relativa do volume é pequena,
- (b) encontre a força restauradora atuando no êmbolo mantendo apenas termos de ordem linear em y ,
- (c) determine γ em função período de movimento do êmbolo e dos dados fornecidos no problema.

5. A primeira medida da velocidade da luz a partir de dados não astronômicos foi realizada pelo físico francês Armand H. L. Fizeau em 1849. A figura mostra um diagrama simplificado do aparato montado por Fizeau. Uma fonte luminosa emite um raio de luz que passa por um divisor de feixe – espelho semitransparente. Parte da luz é perdida e a outra parte passa entre os dentes de um disco dentado sendo refletida num espelho plano posicionado a uma distância L da engrenagem. O feixe refletido no espelho plano retorna pelo mesmo caminho e é observado em O . O disco, que tem N dentes é, então, posto a girar e o observador vê a imagem intermitente. A medida que a velocidade angular aumenta as interrupções diminuem. Para certa velocidade angular ω a luz refletida é completamente obstruída, ou seja, nenhuma luz chega ao observador.



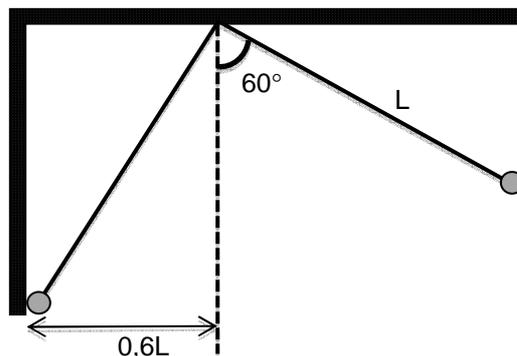
- (a) Determine a expressão para a velocidade da luz em termos das variáveis fornecidas no texto.
- (b) No experimento realizado por Fizeau a engrenagem tinha 720 dentes, a distância L foi de 8600 m e a velocidade angular em que o efeito foi observado era de 12,5 rotações por segundo. Neste caso, determine a velocidade da luz encontrada por Fizeau.

6. Diferentemente de materiais não refletivos que espalham a luz em todas as direções, materiais refletivos como fitas e películas refletivas são construídas para retornar a luz diretamente de volta à sua fonte original. Esse tipo de material ajuda a aumentar a visibilidade em condições de pouca luminosidade. No início da produção deste tipo de material, microesferas de vidro eram aplicadas sobre um fundo prateado. Hoje em dia usa-se uma película refletiva prismática. A figura mostra um raio de luz se propagando no ar e incidindo sobre uma esfera semi-espelhada com índice de refração $\sqrt{3}$. Qual deve ser a razão entre a distância h ($h \neq 0$) e o raio da esfera para que esse raio de luz foque no ponto P e retorne paralelamente ao raio incidente?



7. Um pêndulo simples de comprimento L é posto a oscilar com uma abertura angular de 60° . A massa pendular colide com uma parede onde perde 10,0% de sua energia. Quantas colisões o pêndulo realiza com a parede?

Dados $\log(0,4) = -0,40$ e $\log(0,90) = -0,046$.



8. O principal elemento presente no Sol é o hidrogênio. É sabido que quando a temperatura de um gás de hidrogênio atinge $15.000.000^\circ\text{C}$ iniciam-se reações nucleares que convertem hidrogênio em hélio ($4\text{H} \rightarrow \text{He}$) produzindo energia. Estima-se que apenas 10% da massa do sol estejam na parte central do Sol onde a temperatura seja suficientemente alta para desencadear a reação acima. Podemos aproximar o Sol por uma esfera de $2,0 \times 10^{30}$ kg composta de hidrogênio. A Terra está a uma distância de $1,5 \times 10^8$ km do Sol e a cada segundo sua atmosfera recebe 1400 J/m^2 de energia da radiação solar. Com base nesses dados estime o tempo de vida do Sol em segundos.

Dados:

massa atômica do H $1,008 \text{ u}$

massa atômica do He $4,003 \text{ u}$

1 u (unidade de massa atômica) = $1,7 \times 10^{-27} \text{ kg}$

ESPAÇO PARA RASCUNHO