

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2008



3ª FASE

PROVA PARA ALUNOS DO 3º ANO



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
www.sbf1.sbfisica.org.br/olimpiadas
obfisica@sbfisica.org.br
tel: (11) 3814 5152



Olimpiada Brasileira de Física

Apoio



LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

1 – Essa prova destina-se exclusivamente a alunos do 3º ano do Ensino Médio e contém oito (8) questões.

2 – Os alunos devem responder as oito (8) questões.

4 – A duração da prova é de quatro (4) horas.

5 – Os alunos só poderão ausentar-se das salas após 90 minutos de prova.

6 – Para a resolução das questões dessa prova use, quando for o caso, os seguintes dados:

- Índice de refração do ar: $n_{ar} = 1$
- $1 eV = 1,6 \times 10^{-19} J$,
- Constante de Planck $h = 6 \times 10^{-34} J s$
- Massa do elétron $m = 9 \times 10^{-31} kg$
- $1 atm = 10^5 N/m^2$
- $R = 8,3 J/mol K$
- $g = 10 m/s^2$

Boa prova!

1. Duas placas de madeira são interligadas em uma extremidade de maneira a permanecerem sempre perpendiculares. São presas polias nestas placas e por elas passam um fio leve, flexível e inextensível que em suas extremidades sustentam massas iguais a 30 kg que escorregam sobre as placas. As placas podem girar em torno do ponto O conforme o desenho abaixo. Para que ângulo(s) θ a aceleração dos corpos é máxima? Determine a tensão no fio para cada caso. Despreze a inércia das polias e o atrito das massas com as placas.

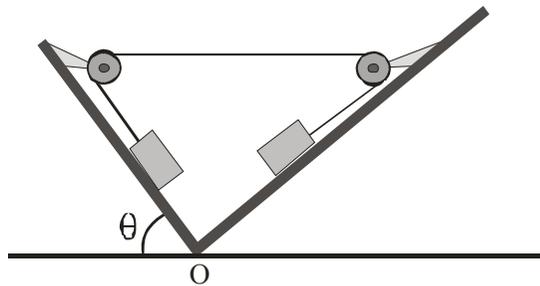


Fig. 1

2. Em uma das extremidades de uma mola ideal de comprimento de repouso L , é presa uma plataforma, enquanto que outra extremidade é presa ao solo e o conjunto é colocado na posição vertical. Tanto a mola quanto a plataforma tem massas desprezíveis. Um objeto de massa m é deixado simplesmente apoiado sobre a plataforma e o conjunto é levado lentamente até sua posição de equilíbrio x_e (veja figura 2). A mola é então comprimida de x_0 e solta a seguir. O sistema passa a oscilar em MHS

com frequência angular ω desde que a massa permaneça presa à plataforma. Contudo, dependendo de ω e de x_0 , o corpo pode perder contato com a plataforma e ser atirado para cima.

a) Determine o menor valor de x_0 (em função de ω) que permite que o objeto se desprenda da plataforma e seja lançado para cima.

b) Verifique se o objeto é lançado para cima se $\omega = 10 \text{ rad/s}$ e $x_0 = 15 \text{ cm}$. Em caso afirmativo, determine a altura, em relação ao ponto de equilíbrio, que o objeto alcança.

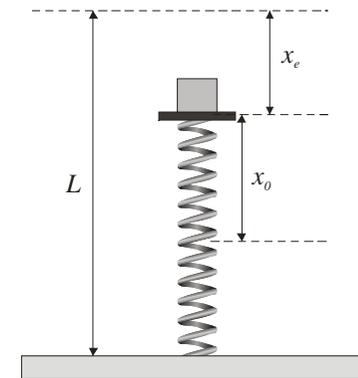


Fig. 2

3. Um recipiente cilíndrico, de área de secção reta de 300 cm^2 contém 3 moles de gás ideal diatômico ($C_V = 5R/2$) que está à mesma pressão externa. Este recipiente contém um pistão que pode se mover sem atrito e todas as paredes são adiabáticas, exceto uma que pode ser retirada para

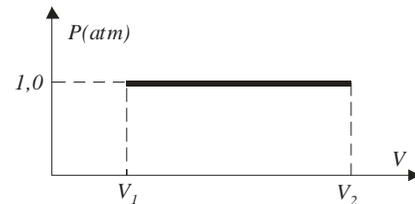
que o gás fique em contato com uma fonte que fornece calor a uma taxa constante (veja figura 3). Num determinado instante o gás sofre um processo termodinâmico ilustrado no diagrama PV abaixo e o pistão se move com velocidade constante de $16,6 \text{ mm/s}$.

a) Qual foi a variação de temperatura do gás depois de decorridos 50 s ?

b) Obtenha a quantidade de calor transferida ao gás durante esse intervalo de tempo.



Fig. 3



4. Duas ondas harmônicas, de mesma frequência f e comprimento de onda λ , se propagam com velocidade v . Em um determinado instante cada uma delas incide, em fase, sobre um meio onde suas velocidades são respectivamente $v_1 = \frac{2}{3}v$ e $v_2 = \frac{v}{2}$. Após percorrerem uma distância d dentro destes meios as ondas emergem para o meio onde sua velocidade é v e, em seguida, se superpõem em um ponto P que está a uma grande distância ℓ dos meios. Supondo que f , independente do meio, permaneça

constante, forneça três possíveis valores de d , em função de λ , para que em P haja uma interferência destrutiva.

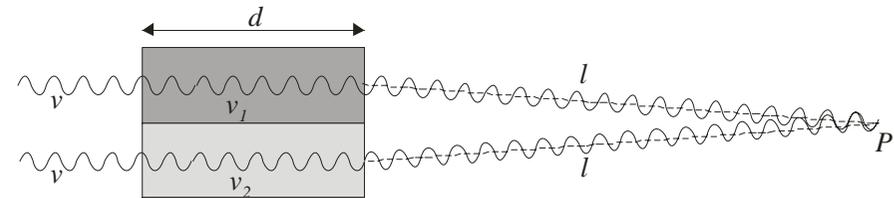


Fig. 4

5. Um objeto é construído por duas semi-esferas concêntricas de vidro de raios r e $R = 2r$ e de índices de refração n_1 e n_2 , conforme a figura 5. Faz-se incidir sobre a superfície de raio menor um feixe estreito de luz apontado para o centro O , a uma altura x do eixo central. O feixe sofre refração e sai pela superfície da semi-esfera maior em um ponto de altura $y = x$, abaixo do eixo central. Um segundo objeto é construído de forma semelhante, mas com índices de refração trocados, isto é a semi-esfera de raio menor tem índice de refração n_2 e a de raio maior tem índice n_1 .

a) Qual é a relação entre x e y para este segundo objeto?

b) Para qual dos objetos existe um valor de x acima do qual o feixe incidente é totalmente refletido na interface entre os dois meios? Determine esse valor, expressando em função de r .

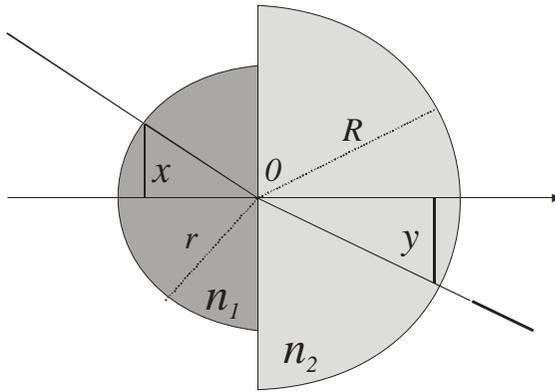


Fig. 5

6. Um espelho, pendurado ao teto por um fio que passa por seu eixo central, forma um pêndulo de torção que oscila segundo a equação $\alpha(t) = \alpha_0 \text{sen}(\omega t + \varphi_0)$ (o sentido positivo de rotação é indicado na figura 6). Um feixe de luz (proveniente de um laser) perpendicular ao fio incide sobre o centro do espelho e a luz refletida atinge uma tela cilíndrica, cujo eixo coincide com o fio e tem raio de curvatura de 1 m. No instante em que a torção no fio é nula, o feixe de luz forma um ângulo $\theta = \frac{\pi}{20}$ com a

normal ao espelho e, em frente ao espelho, na direção de sua normal, existe um detector que emite um sinal toda vez que o raio de luz refletido pelo espelho, o atinge. Sabe-se também que o detector está fixo e localizado na posição em que o raio refletido na tela atinge um de seus extremos de oscilação. O gráfico sinal (S) X tempo (t) é mostrado na figura 7.

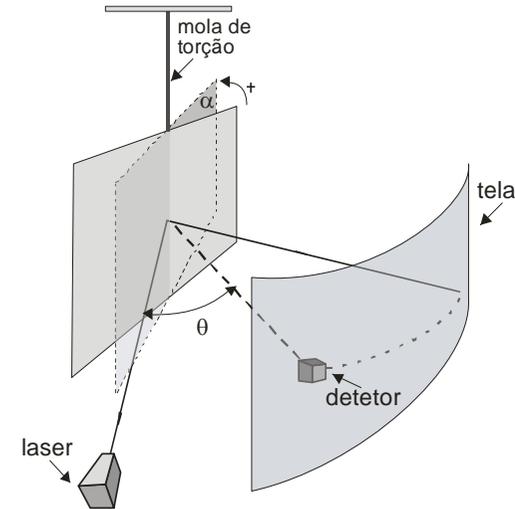


Fig. 6

- Determine os valores de α_0 , ω e φ_0
- Escreva também a equação que descreve o movimento da imagem refletida na tela.

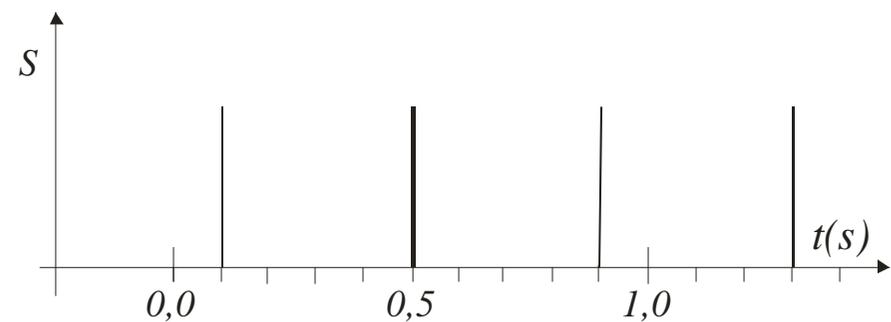


Fig. 7

7. Um corpo, eletricamente neutro e de massa m_0 , atravessa com velocidade constante \vec{v}_0 uma região onde existe um campo elétrico uniforme \vec{E} , perpendicular à sua direção de propagação. Ao atingir o ponto A o corpo explode em dois fragmentos de mesma massa. O primeiro fragmento mantém a mesma direção e sentido do movimento original, sendo o módulo de sua velocidade o triplo da velocidade inicial, e penetra uma região onde há um campo magnético uniforme \vec{B} , perpendicular à sua direção de movimento e cujo sentido é mostrado na figura. Este fragmento, após um breve intervalo de tempo, se choca com o ponto P, a uma distância d do ponto onde ele entrou. Considerando que, após a explosão, as únicas forças que atuam sobre os fragmentos são aquelas devido aos campos \vec{E} e/ou \vec{B} (ou seja, ignore qualquer força gravitacional ou qualquer interação entre os fragmentos), escreva a equação da trajetória $y = y(x)$ do segundo fragmento a partir do momento em que ele entra na região onde existe um campo.

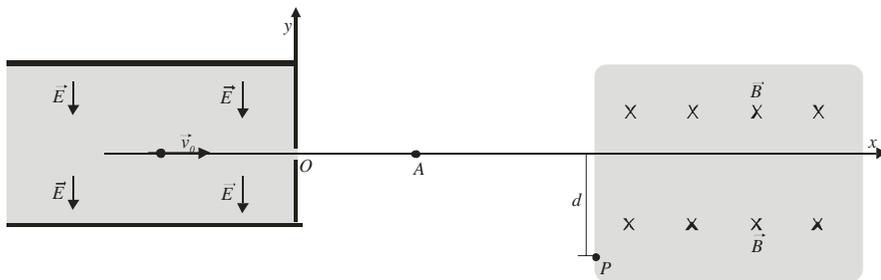


Fig. 8

8. Uma lâmpada de hidrogênio ilumina uma célula fotoelétrica cuja função trabalho é de 2,656 eV. Na frente da célula há um filtro que permite a passagem apenas de luz visível. Portanto, o filtro permitirá a incidência somente das três primeiras linhas de mais baixa energia da série de Balmer (série cuja transição entre níveis de energia tem como nível inferior $n = 2$). Sabendo-se que a energia do hidrogênio é dada por

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} eV, \text{ determine}$$

- A energia cinética máxima (em eV) dos elétrons foto ejetados
- O comprimento de onda de de Broglie destes elétrons.