

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

Prova de seleção para ingresso em 2006/1 no mestrado acadêmico em Ensino de Física, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, UFRGS

Você terá que resolver as dez questões que seguem até às dezoito horas de hoje, 27 de dezembro de 2005. Cada questão será avaliada com o valor máximo de um ponto. A prova deverá ser realizada individualmente, sem consulta a qualquer pessoa ou material, exceto o que lhe está sendo fornecido. Lembre-se que uma prova é uma demonstração de conhecimentos e que esta é uma prova de ingresso em um curso de mestrado.

Fórmulas e dados:

$$\cos x = \frac{e^{ix} + e^{-ix}}{2}$$

$$\sin x = \frac{e^{ix} - e^{-ix}}{2i}$$

$$\frac{d(\cos x)}{dx} = -\sin x$$

$$\frac{d(\sin x)}{dx} = \cos x$$

$$df(u, v) = \left(\frac{\partial f}{\partial u} \right)_v du + \left(\frac{\partial f}{\partial v} \right)_u dv$$

$$\frac{d(u \cdot v)}{dx} = v \frac{du}{dx} + u \frac{dv}{dx}$$

$$\int \frac{dx}{x} = \ln x + \text{cte}$$

Massa do elétron = $9,1 \times 10^{-31}$ kg

Massa do próton = $1,67 \times 10^{-27}$ kg

Carga do elétron = $-1,6 \times 10^{-19}$ C

Constante de Planck = $6,63 \times 10^{-34}$ J.s

1 elétron-Volt = $1,6 \times 10^{-19}$ Joule

Velocidade da luz = 3×10^8 m/s

Questão 1: Observe a seqüência de figuras apresentada na Fig. 1, em que se observa uma bala que se aproxima de um pêndulo balístico, incrusta-se nele e o levanta até determinada altura.

- (a) Descreva o processo desde o instante em que a bala se aproxima do pêndulo até o instante em que este atinge sua altura máxima, explicitando as trocas de energia envolvidas e a conservação (ou não) do momentum linear nas diferentes etapas deste processo.



Fig. 1- Diferentes instantes do processo que permite a determinação da velocidade inicial de uma bala que penetra em um pêndulo balístico.

- (b) Determine a velocidade inicial da bala em função de sua massa (m), da massa do pêndulo (M) e da variação de altura produzida no pêndulo.

Questão 2: A equação de movimento de um oscilador harmônico unidimensional é dada por

$$\ddot{x} + 2\beta \dot{x} + \omega_0^2 x = 0, \quad \text{para } 0 < t < t_1.$$

$$\ddot{x} + 2\beta \dot{x} + \omega_0^2 x = a_0, \quad \text{para } t_1 \leq t \leq t_2 (= t_1 + \tau_0).$$

$$\ddot{x} + 2\beta \dot{x} + \omega_0^2 x = 0, \quad \text{para } t_2 < t.$$

onde $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$, k é a constante do oscilador e m sua massa.

Considere que:

(i) não haja amortecimento;

(ii) $a_0 = \frac{F_0}{m}$, onde F_0 é a força externa constante, que atua apenas durante um

$$\text{intervalo de tempo } \tau_0 = \frac{2\pi}{\omega_0};$$

(iii) as condições iniciais sejam: $x(t=0) = 0$; $\dot{x}(t=0) = v_0$.

(a) Calcule $x(t)$ para $0 < t < t_1$ e interprete o resultado obtido.

(b) Calcule $x(t)$ para $t_1 \leq t \leq t_2$ e interprete o resultado obtido.

Questão 3. Duas esferas idênticas, ambas carregadas com carga q , estão suspensas por cabos flexíveis de massa desprezível e comprimento L , como mostra a Fig. 2. Devido às forças sobre as esferas, os cabos fazem um ângulo θ com a vertical. Qual o peso P de cada uma das esferas em função de q , θ e L ?

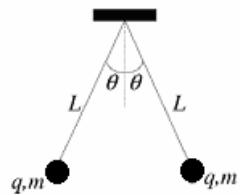


Fig. 2 – Duas esferas carregadas, suspensas por cabos flexíveis.

Questão 4: Considere um anel plástico de raio R com densidade linear uniforme de carga positiva λ .

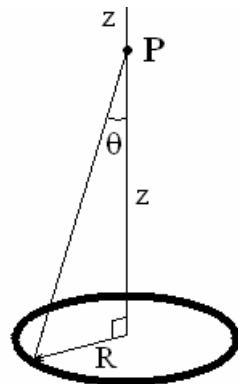


Fig. 3. Anel plástico carregado de raio R .

- (a) Indique na Fig. 3 a direção e o sentido do campo elétrico em um ponto P do eixo central do anel, a uma distância z do plano em que o anel está contido, e mostre que seu módulo é dado por:

$$E = \frac{q z}{4 \pi \epsilon_0 (z^2 + R^2)^{3/2}}$$

- (b) Obtenha o campo elétrico para $z \gg R$ e explique o resultado obtido.

Questão 5 Considere uma onda sonora estacionária em um tubo cilíndrico de comprimento L com as duas extremidades abertas. Despreze efeitos de borda.

- (a) Para as duas primeiras ondas estacionárias, esboce um gráfico para a amplitude da onda de pressão e outro para a amplitude da onda de deslocamento, em função da posição no tubo, ambos para um mesmo instante de tempo.
- (b) Obtenha a freqüência de ressonância para o harmônico n em função de L e da velocidade de propagação da onda.

Questão 6: Um sujeito diz que inventou uma máquina térmica que produz 16,7 kW·h de trabalho, absorvendo $1,1 \times 10^8$ J de energia de um reservatório a 415K, enquanto transfere 5×10^7 J para um reservatório a 212K. É possível tal invenção?

Questão 7: A energia interna de um certo sistema gasoso é dada por:
 $U = 2,5 P V + \text{constante}$, onde P é a pressão e V , o volume.

- (a) Este sistema é levado através de um ciclo composto de três processos $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$ e $C \rightarrow A$, mostrado na Fig. 4. Calcule o valor do trabalho realizado neste ciclo.
- (b) Encontre a equação que descreve as curvas adiabáticas no plano P versus V , ou seja, encontre a forma das curvas $P = P(V)$.

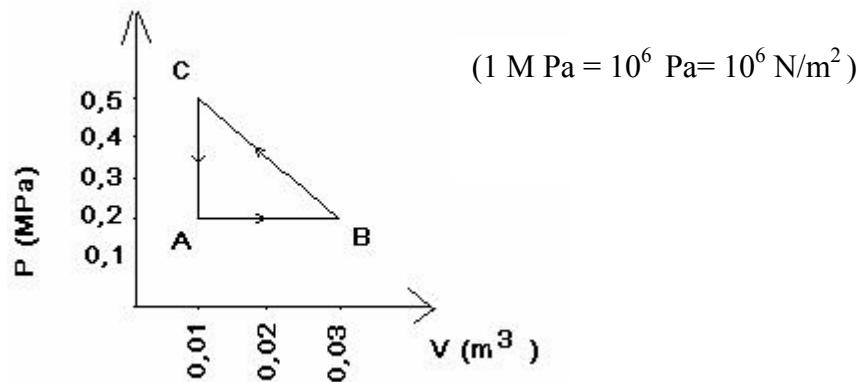


Fig. 4. Diagrama P-V.

Questão 8: Considere uma experiência em que uma onda eletromagnética monocromática, de comprimento de onda λ , incide em duas fendas de largura a , separadas por uma distância d . Um anteparo é colocado a uma distância tão grande das duas fendas, que as retas que unem as duas fendas a um mesmo ponto P podem ser consideradas paralelas. (Veja Fig. 5)

- Considere que a cada uma das fendas é muito estreita, de modo que a intensidade da luz que passa por cada uma das fendas, estando a outra obstruída, é a mesma em qualquer ponto P do anteparo. Esboce um gráfico da intensidade da luz em função do ângulo θ , quando as duas fendas estão abertas, e deduza para que valores deste ângulo se observam máximos de intensidade.
- Considere que a largura a da fenda é da ordem de λ e que uma das fendas seja tapada. Esboce um gráfico da intensidade da luz em função do ângulo θ .
- Considere que ambas as fendas tenham largura da ordem de λ e ambas estejam abertas. Descreva a figura observada no anteparo.

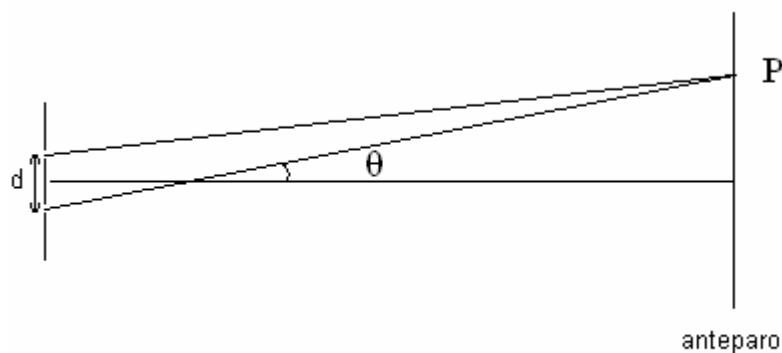
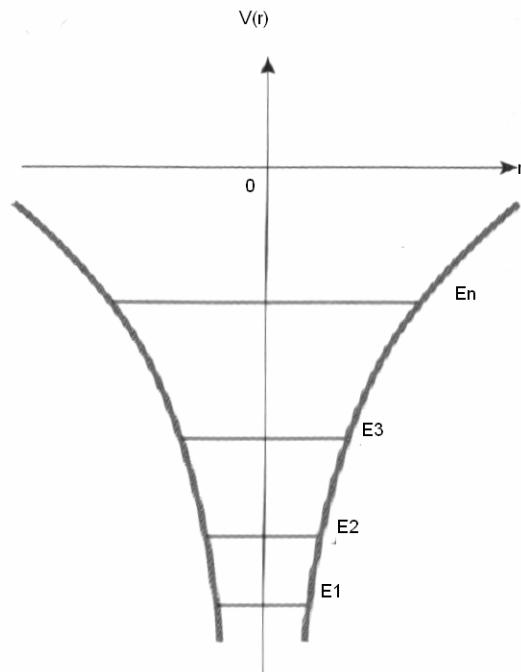


Fig. 5. Fenda dupla, com separação d entre as fendas.

Questão 9 Um átomo pode ser visto como sendo composto por vários elétrons movendo-se em volta de um núcleo carregado positivamente, sujeitos à atração elétrica do núcleo (esta atração é, de fato, parcialmente “blindada” pelos elétrons mais próximos ao núcleo e, portanto, sua intensidade é reduzida). A figura representa a energia potencial dos elétrons como função de r .

- Use o modelo simples de uma partícula em uma caixa para estimar o valor da energia (em elétron-volts) necessária para promover um elétron do estado $n = 1$ para $n = 2$, considerando que o átomo tenha um raio $r = 0,100 \text{ nm}$.
- Calcule o comprimento de onda do fóton que poderia provocar esta transição.



Questão 10. Considere um oscilador harmônico simples unidimensional. Os níveis de energia são dados por:

$$E_n = \left(n + \frac{1}{2} \right) \hbar \omega,$$

onde ω é a freqüência angular característica do oscilador, e o número quântico n pode assumir os valores inteiros, $n = 0, 1, 2, \dots$. Suponha que este oscilador esteja em contato térmico com um reservatório de calor que se encontra à temperatura T , suficientemente baixa tal que $[k T / (\hbar \omega)] \ll 1$, onde k é a constante de Boltzmann.

- (a) Explique por que a probabilidade de ocupação do estado fundamental e do primeiro estado excitado deste sistema não é a mesma.
- (b) Encontre a razão entre as probabilidades do oscilador ser encontrado no primeiro estado excitado e no estado fundamental.
- (c) Considere que somente o estado fundamental e o primeiro estado excitado estejam ocupados. Encontre a energia média do oscilador em função da temperatura T .