



Exame de Ingresso Unificado
das Pós-Graduações em Física
IFUSP – IFSC – IFGW – IFT – CCNH
UFPR – ITA – UFSCAR

1º Semestre/2009
Parte 2 - 07/10/2008

Instruções

- **NÃO ESCREVA O SEU NOME NA PROVA.** Ela deverá ser identificada apenas através do código (EUFxxx)
- Esta prova constitui a **segunda parte** do exame de ingresso à Pós-Graduação em Física das seguintes Instituições:
CCNH (Ufabc), DFUFPR (Ufpr), IFGW (Unicamp), IFSC (Usp),
IFT (Unesp), IFUSP (Usp), PG/FIS (Ita) e PPGF (Ufscar).

Ela contém problemas de:

Eletromagnetismo, Mecânica Quântica e Termodinâmica e Mecânica Estatística. Todas as questões têm o mesmo peso.

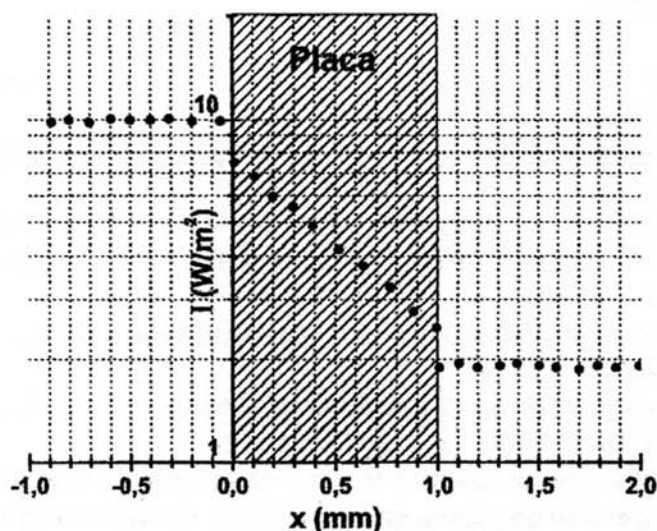
- O tempo de duração desta prova é de **4 horas**. O tempo mínimo de permanência na sala é de **90 minutos**. Procure fazer todos os problemas.
- **NÃO** é permitido o uso de **calculadoras** ou outros instrumentos eletrônicos.
- **Resolva cada questão na página correspondente do caderno de respostas.** As folhas serão reorganizadas para a correção. Se precisar de mais espaço, utilize as folhas extras existentes no caderno de respostas. **Não se esqueça de escrever nas folhas extras o número da questão (Q6, ou Q7, ou ...).** Folhas extras sem essas informações não serão corrigidas.
Use uma folha extra para cada questão. Não destaque a folha extra.
- Se precisar de rascunho, use as folhas indicadas por RASCUNHO, que se encontram no fim do caderno de respostas. **NÃO AS DESTAQUE.** As folhas de rascunho serão descartadas e **questões nelas resolvidas não serão consideradas.**
- **NÃO** é necessário devolver o Formulário.

Boa prova!

Q6. Uma onda eletromagnética monocromática polarizada linearmente propagando-se ao longo da direção $+\hat{x}$ é representada na notação complexa pelo campo elétrico $\vec{E}(x,t) = \hat{y}E_0e^{i(kx-\omega t)}$. Considere que essa onda propaga-se no ar ($n_{ar} \approx 1$) e possui comprimento de onda $\lambda_0 = 0,50 \mu\text{m}$ (luz verde) e intensidade $I_0 = 10 \text{ W/m}^2$.

- Escreva uma expressão análoga à equação acima para o campo magnético $\vec{B}(x,t)$ dessa onda, escrevendo sua amplitude B_0 em função de E_0 no sistema SI de unidades.
- Essa onda incide perpendicularmente a uma placa de $1,0 \text{ mm}$ de espessura feita de um material que possui índice de refração $n = n_R + i n_I$, onde $n_I \ll n_R$ para ondas dessa frequência. Dada a expressão abaixo para a refletividade R da interface entre o meio 1 (índice de refração n_1) e o meio 2 (índice de refração n_2), estime a partir do seguinte gráfico (intensidade I versus posição x) a parte real n_R do índice de refração do material.
- Estime, também a partir do gráfico, a parte imaginária n_I do índice de refração.
- Qual a frequência e o comprimento de onda da radiação dentro do material?

$$R = \left| \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right|^2$$



Q7. Um solenóide circular é projetado com $81\pi \text{ mm}^2$ de área de seção transversal e $40\pi \text{ mm}$ de comprimento. Desprezando os efeitos do comprimento finito do solenóide, responda:

- Quantas voltas de fio são necessárias para que o módulo do campo magnético próximo ao centro do solenóide seja de $2,0 \text{ mT}$ quando percorrido por uma corrente de $1,0 \text{ A}$?
- Se o solenóide é enrolado *compactamente* (sem espaçamento entre voltas consecutivas) com uma única camada de fio de cobre de resistividade $2,0 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$, qual é a resistência elétrica do solenóide? Despreze a espessura do isolante que recobre o fio.
- Que diferença de potencial deve ser aplicada nos terminais do solenóide para produzir o campo magnético de $2,0 \text{ mT}$?
- Para esse valor do campo, qual a energia magnética armazenada no solenóide?
- Determine a indutância desse solenóide.

- Q8. Um sistema quântico unidimensional é descrito pela seguinte função de onda independente do tempo (não normalizada):

$$\begin{aligned}\psi(x) = & 1 \times [\theta(x-1) - \theta(x-2)] \\ & + 2 \times [\theta(x-2) - \theta(x-3)] \\ & + 3 \times [\theta(x-3) - \theta(x-4)] \\ & + 4 \times [\theta(x-4) - \theta(x-5)] \\ & + 2 \times [\theta(x-5) - \theta(x-6)] \\ & + \sqrt{2} \times [\theta(x-6) - \theta(x-7)],\end{aligned}$$

onde $\theta(x - x_0)$ é a função degrau de Heaviside e x a coordenada espacial expressa em unidades de comprimento em um sistema de unidades apropriado.

- Faça um gráfico detalhado de $\psi(x)$.
 - Se essa função representa uma partícula em algum tipo de potencial, em qual dos intervalos unitários ($\Delta x = 1$) do seu gráfico teríamos maior probabilidade de encontrar a partícula?
 - Quanto vale, no caso do item anterior, essa probabilidade?
 - Quanto vale o *valor esperado* da posição x no estado $\psi(x)$?
- Q9. A energia de um sistema quântico bidimensional é dada por um *poço quadrado infinito*:

$$V(x,y) = \begin{cases} 0, & \text{para } 0 \leq x \leq L, \text{ e } 0 \leq y \leq L \\ \infty, & \text{em outro caso.} \end{cases}$$

- Para o potencial acima, encontre os autovalores da energia e suas respectivas autofunções, indicando as condições de contorno que estas devem obedecer. OBS.: Não é necessário normalizar as autofunções.
 - Escreva os 3 (três) níveis mais baixos de energia explicitando os respectivos números quânticos e a degenerescência de cada nível se houver.
 - Como se modificam os níveis de energia se a largura do poço L for reduzida à metade?
 - O resultado do item anterior está de acordo com o princípio da incerteza? Argumente.
 - Qual é a energia total do estado fundamental do sistema quando os seus níveis de energia (item (a)) são ocupados por 6 (seis) férmions idênticos, não interagentes, de massa m ?
- Q10. Considere, como modelo para um gás clássico, N átomos não interagentes de massa m contidos numa caixa de volume V .
- Obtenha a função de partição $Z(V,T,N)$ para este sistema.
 - Escreva a probabilidade $p(v,T)dv$ de encontrarmos átomos com módulo da velocidade entre v e $v + dv$ a uma temperatura T . Esboce um gráfico da densidade de probabilidade $p(v,T)$ como função de v .
 - Qual a densidade de probabilidade de encontrarmos átomos com velocidade 0?
 - Explique em no máximo duas linhas, que mudanças devem ser introduzidas no cálculo da função de partição se os átomos forem substituídos por moléculas. Não calcule.
 - No caso de moléculas, demonstre que a pressão do sistema não depende dos graus internos de liberdade da molécula.