MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA-PPGF

Prova de Seleção
1º semestre/2015
Parte 2 – Ciclo Profissional

Data: **20/01/2015**
Duração: **4 horas**
CÓDIGO DO CANDITATO: _____

Instruções

- Escreva seu código sorteado em cada folha de resposta, no espaço dedicado ao "CÓDIGO DO CANDIDATO".
- NÃO ESCREVA SEU NOME NAS FOLHAS DE RESPOSTAS. Elas serão identificadas apenas pelo seu código.
- Não é necessário devolver este caderno de questões.
- Você encontrará oito (08) questões, distribuídas em quatro (04) pares identificados com a seguinte notação: (Q1A, Q1B), (Q2A, Q2B), (Q3A, Q3B), (Q4A, Q4B). Você deverá responder apenas uma questão de cada par, que será escolhida por você.
- Todas as questões possuem o mesmo valor: 1,25 (um virgula vinte e cinco ponto).
- Não responda mais de uma questão por folha. Coloque sempre, em cada página de resposta o número da questão correspondente no espaço dedicado para isto: QUESTÃO _____.
- As folhas de rascunho serão descartadas e quaisquer informações contidas nelas não serão consideradas.
- Não é permitida consulta a nenhum material além do contido nesta prova.
- Não é permitido o uso de calculadora.

Boa Prova!

Campus Min. Petrônio Portela, Bairro Ininga, Bloco 3 , CEP: 64.049-550, Teresina-PI
FONE/FAX: (086)3237-1424; e-mail: pgfisica@ufpi.br

Q1A: Demonstre a solução da equação diferencial do oscilador harmônico sub-amortecido, onde $k/m > (b/2m)^2$, sendo k a constante elástica e b a constante de amortecimento.

Q1B: Encontre a função de Lagrange e as equações de movimento de Lagrange para um pêndulo simples com comprimento l e massa m. Use coordenadas polares.

Q2A: Considere um sistema, de capacidade térmica C, cuja temperatura é aumentada de um valor inicial T_o a um valor final T_f, através do sucessivo contato com cada elemento de uma série de N reservatórios térmicos, na ordem crescente de temperaturas. A temperatura do i-ésimo reservatório térmico é dada por $T_f + i\Delta t$, onde $T_o + N\Delta t = T_f$.

a) Considerando a hipótese de que a capacidade térmica do sistema não depende da temperatura, calcule a mudança de entropia do sistema e dos reservatórios ao longo do processo.

b) Calcule a mudança de entropia para infinitos reservatórios, com T_o e T_f fixos.

c) Extraia uma conclusão relativa à relação entre os processos quasl-estáticos e os processos reversíveis.

Q2B: Um sistema paramagnético é composto por N dipolos magnético cujo momento magnético é μ, os dipolos interagem muito fracamente entre si, e o sistema pode ser tratado classicamente. Se o sistema se encontra a uma temperatura T e na presença de um campo magnético de valor absoluto H, determine:

a) o valor absoluto da magnetização induzida M do sistema;

b) a capacidade térmica do sistema em função de H.

c) Qual a relação entre a energia interna do sistema e a magnetização induzida?

Q3A: Um "rotor rígido" com momento de inércia I_z é livre para executar rotações no plano XY. Seja ϕ o azimute entre o plano XZ e o plano composto pelos eixos Z e a direção na qual se encontra o rotor.

a) Escreva o Hamiltoniano do sistema;

b) Determine as autoenergias e as autofunções do sistema.

c) O estado inicial do rotor é descrito pelo pacote de onda $\psi(\phi, 0) = Asin^2(\phi)$. Determine $\psi(\phi, t)$ para $t > 0$.

Q3B: Estados eletrônicos em uma rede cristalina unidimensional podem ser descritos num certo regime de forma aproximada, pelo seguinte Hamiltoniano

$$H = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} E_o |n\rangle \langle n| - \Delta \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} (|n\rangle \langle n+1| + |n\rangle \langle n-1|)$$

onde $|n\rangle$ é uma base ortonormal, E_o e Δ são parâmetros com dimensão de energia.

a) Se $T(a)|n\rangle = |n+1\rangle$ onde $T(a) = e^{ik_x a}$ é o operador translação e a é um parâmetro com dimensões de comprimento, mostre que o operador Hamiltoniano comuta com $T(a)$.

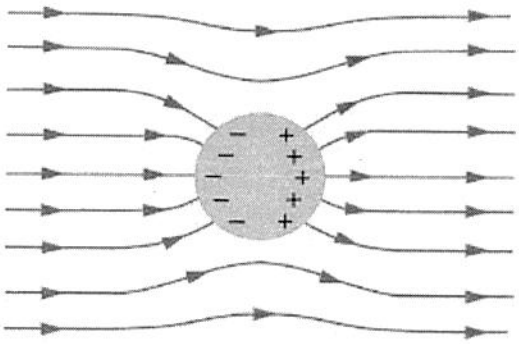
b) Mostre que as autofunções

$$|E_j\rangle = C \sum_n e^{in\theta_j} |n\rangle$$

são autofunções do operador translação $T(a)$, com C constante. Determine θ_j em termos de k_x e a.

c) Explique porque as autofunções $|E_j\rangle$ são autofunções do Hamiltoniano e determine as auto-energias E_j.

Q4A: Uma esfera condutora, não carregada, de raio *a* é colocada dentro de um campo elétrico uniforme E_0. Calcule o potencial elétrico, em coordenadas esféricas, fora da esfera.



Q4B: Demonstre a generalização da Lei de Ampère, $\oint \boldsymbol{H}.d\boldsymbol{l} = \int_S \boldsymbol{J}.\boldsymbol{n}\, da$ ou $\nabla \times \boldsymbol{H} = \boldsymbol{J}$.