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

Prova de Seleção
2º semestre/2013
Parte 2 – Ciclo Profissional

Data: **09/07/2013**
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) Considere um pêndulo feito de uma mola com uma massa m na extremidade (ver Fig.1). A mola só deforma em linha reta em relação ao seu comprimento. O comprimento de equilíbrio da mola é ℓ. No instante inicial a mola tem comprimento $\ell_0 < \ell$, formando um ângulo $\theta(t)$ com a vertical. Supondo que o movimento ocorre em um plano vertical, encontrar as equações de movimento do sistema.

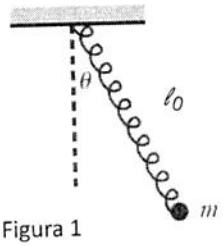

Figura 1

Q1B) Considere a máquina de Atwood mostrada na Fig. 2. As massas são m e 2m, e a polia é um disco uniforme de massa m e raio r. A corda tem massa desprezível e não desliza em relação à polia. Encontre a aceleração das massas. Sugestão: Use a conservação de energia.

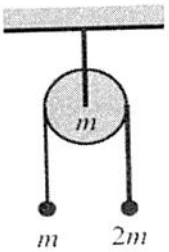

Figura 2

Q2A) Num determinado sistema a energia interna E está relacionada com a entropia S, com o número de partículas N e com o volume V através da equação:

$$E = AN\left(\frac{N}{V}\right)^d exp\left[\frac{dS}{Nk_B}\right]$$

Onde A e d são constantes.

a) Mostre que o sistema satisfaz a lei dos gases ideais e que é independente do valor da constante d.
b) Encontre o coeficiente γ na equação de estado de uma transformação adiabática, PV^γ= const., e os calores específicos molar C_P e C_V do sistema.

Q2B) Um oscilador harmônico clássico

$$H = \frac{p^2}{2m} + \frac{Kq^2}{2}$$

está em contato com um banho térmico de temperatura constante T.

a) Calcular a função partição para o oscilador no ensemble canônico;
b) Mostrar explicitamente que: $\langle E \rangle = k_B T$; e $\langle (E - \langle E \rangle)^2 \rangle = k_B^2 T^2$.

Q3A) Duas distribuições esféricas, cada uma de raio R, carregam densidades de carga uniforme e de mesmo módulo, mas com sinais opostos. A distância entre os centros das distribuições é menor que o diâmetro delas, de modo que há uma região de *superposição* entre as distribuições. Mostre que o campo elétrico é constante nessa região de superposição.

Q3B) O potencial elétrico na superfície de uma esfera de raio R é dado por $V=V_0\cos^2\theta$, onde V_0 é uma constante e o ângulo θ é medido a partir do eixo z. Ache o potencial elétrico dentro e fora da esfera.

Q4A) Considere o problema quântico unidimensional descrito pelo potencial tipo função-delta a seguir:

$$V(x) = -\varepsilon\,\delta(x),$$

onde ε é uma constante positiva. Quantos estados ligados este potencial possui, quais são as energias permitidas e suas respectivas autofunções?

Q4B) O Hamiltoniano de um sistema de dois níveis é dado por:

$$\hat{H} = \varepsilon\,(|1\rangle\langle 1| - |2\rangle\langle 2| + |1\rangle\langle 2| + |2\rangle\langle 1|),$$

onde ε é uma constante com dimensão de energia e $|1\rangle$ e $|2\rangle$ formam uma base ortonormal. Encontre os autovalores e autovetores deste Hamiltoniano (utilizando a base formada por $|1\rangle$ e $|2\rangle$). Considerando-se que o sistema se encontra no estado $|2\rangle$ em $t=0$, determine a sua evolução temporal.