MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA
Campus Ministro Petrônio Portella. Bairro Ininga, CEP 64.049-550. Teresina PI
FONE/FAX: (086) 3237-1424

Prova de Seleção
2° Semestre/2017
Parte II - Ciclo Profissional

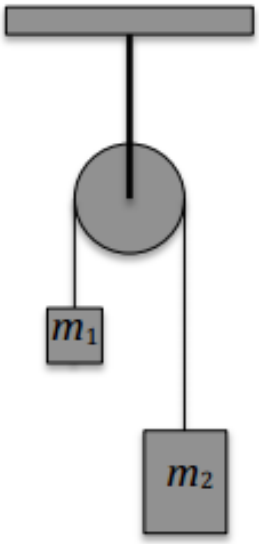
Data: **02/06/2017**
Duração: **4 horas**
CÓDIGO DO CANDIDATO:_____

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 vírgula 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!

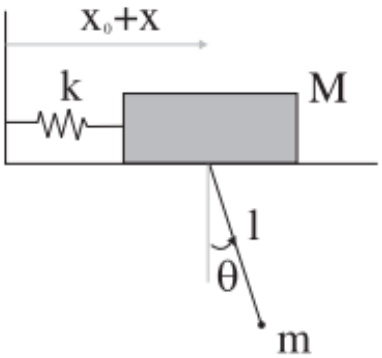
(Q1A) Desprezando as massas da corda e da roldana, calcule a aceleração do conjunto de blocos que forma a máquina de Atwood, conforme figura abaixo,



a) usando a mecânica de Newton;

b) usando a mecânica lagrangeana.

(Q1B) Um bloco de massa M é colocado sobre uma mesa horizontal sem atrito, e preso a uma parede com a ajuda de uma mola sem massa e constante de mola k, como mostrado na figura. A mola está em seu estado de equilíbrio quando o bloco está a uma distância x_0 da parede. Um pêndulo de massa m e comprimento l está preso ao carrinho (imagine uma calha ao longo da mesa por onde passa o fio do pêndulo).



a) Escreva a Lagrangiana do sistema, onde x é a posição do bloco, medida a partir da posição de equilíbrio da mola, e θ é o ângulo que o pêndulo faz com a vertical.

b) Escreva, a partir das equações de Euler-Lagrange, as equações do movimento para as coordenadas x e θ.

(Q2A) Uma molécula em um gás percorre sempre a mesma distância l entre colisões sucessivas, com igual probabilidade para qualquer direção. Após um total de N destes deslocamentos, qual é o deslocamento médio quadrado $\overline{\mathbf{R}^2}$ da molécula com relação ao seu ponto de partida.

(Q2B) Considere um *ensemble* de osciladores harmônicos clássicos unidimensionais. Seja x o deslocamento como função do tempo t, dado por $x = A\cos(\omega t + \phi)$, de forma que ϕ tem igual probabilidade de assumir qualquer valor entre 0 e 2π. Considere o espaço de fase clássico para este ensemble e que a energia dos osciladores está entre E e $E + dE$. Calcule a probabilidade $P(x)dx$ de encontrar x entre x e $x + dx$ para um dado instante t. Expresse sua resposta em termos de A e x.

(Q3A) Encontre o potencial elétrico para uma casca esférica de raio R com distribuição uniforme de carga.

(Q3B) Um longo tubo de metal de corte transversal quadrado (lado a) está com três lados aterrados, enquanto o quarto (que está isolado dos demais) é mantido a um potencial constante V_0. Encontre a carga líquida por unidade de comprimento no lado oposto a V_0.

(Q4A) O Hamiltoniano de um sistema de dois estados é representado por

$$H_0 = \begin{bmatrix} E_1^0 & 0 \\ 0 & E_2^0 \end{bmatrix}.$$

Considere uma perturbação dependente do tempo dada por

$$V(t) = \begin{bmatrix} 0 & \lambda\cos(\omega t) \\ \lambda\cos(\omega t) & 0 \end{bmatrix},$$

onde λ é real.

a) Em $t = 0$, é conhecido que o sistema está no primeiro estado, representado por

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix},$$

Usando teoria de perturbação e supondo que $E_1^0 - E_2^0$ não é próximo de $\pm\hbar\omega$, derive uma expressão para a probabilidade do sistema ser encontrado no segundo estado representado por

$$\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix},$$

como função de t ($t > 0$).

b) Por que este procedimento não é valido quando $E_1^0 - E_2^0$ é próximo de $\pm\hbar\omega$?

(Q4B) Encontre os níveis de energia de uma partícula de spin $S = 3/2$ cujo Hamiltoniano é dado por

$$H = \frac{\alpha}{\hbar^2}(S_x^2 + S_y^2 - 2S_z^2) - \frac{\beta}{\hbar}S_z,$$

onde α e β são constantes. Estes níveis são degenerados?