Exame de Seleção

Mestrado em Física

2º Semestre de 2016

1ª Prova – 12/07/2016

Mecânica Clássica e Mecânica Quântica

Instruções

- Cada prova tem duração de 4 horas.
- Não se identifique no caderno de respostas.
- Não é permitido consulta a materiais bibliográficos que não o formulário entregue junto com a prova, o qual deve ser devolvido no final da prova.
- Não é permitida a utilização de equipamentos eletrônicos tais como celulares, calculadoras e outros.
- Responda a questão na folha indicada para cada questão.
- Caso seja necessário utilizar mais de uma página, solicite uma folha extra, registrando seu código e questão nos campos indicados.
- Para borrão, utilize as folhas indicadas como borrão no final de cada caderno de prova. É importante salientar que as respostas contidas nessas folhas não serão consideradas.

Candidato | **M1**

Candidato	M1

Q1 - Uma esfera de metal de massa m com um furo através dela está compelida a mover-se verticalmente em uma haste sem atrito. Um fio de massa desprezível de comprimento ℓ é preso à esfera e passa sobre uma roldana de massa desprezível e sem atrito, suportando um bloco de massa M, como ilustrado na figura 1. Assuma que a roldana e a esfera têm tamanhos desprezíveis. As posições das duas massas podem ser especificadas pelo ângulo θ.

(a) (1.5 pontos) A energia potencial pode ser facilmente obtida em termos de h e H. Elimine essas variáveis e obtenha a energia potencial U em termos de θ, b e ℓ.

(b) (1.5 pontos) A partir de $U(\theta)$ determine se o sistema tem uma posição de equilíbrio e para quais valores de m e M o equilíbrio pode ocorrer.

(c) (1.0 pontos) Discuta a estabilidade dos pontos de equilíbrio.

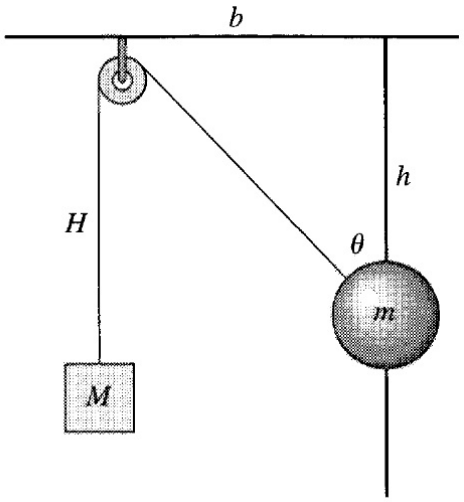

Figura 1

Q2 - Duas molas, cada uma com constante elástica k e comprimento relaxado l_0, são conectadas em linha reta conforme mostrado na figura 2.

(a) (1.5 pontos) Determine uma expressão do trabalho necessário para mover o ponto de conexão entre as duas molas de uma distância perpendicular x do ponto de equilíbrio.

(b) (1.5 pontos) Utilize uma expansão binomial para encontrar o primeiro termo não desprezível na expressão para o trabalho, quando $x \ll l_0$.

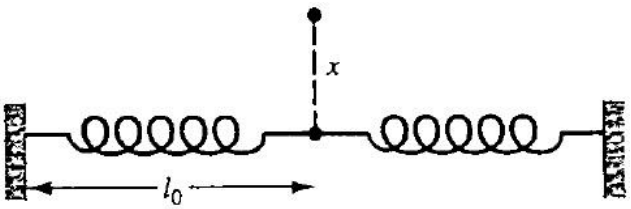

Figura 2

Q3 - (3.0 pontos) Uma esfera uniforme de peso P está em repouso apoiada em dois planos inclinados com ângulos de inclinação θ_1 e θ_2, como mostra a figura 3. Suponha que não exista atrito e determine as forças (direções, sentidos e intensidades) que os planos exercem sobre a esfera.

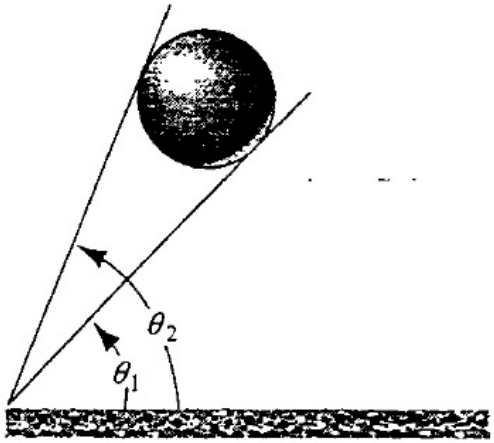

Figura 3

Q4 - Considere uma partícula de dimensões atômicas e massa m confinada a um poço de potencial quadrado infinito identificado por

$$V(x)=\begin{cases}0, \text{ se } 0\le x\le L\\ \infty, \text{ em outras regiões}\end{cases}.$$

O sistema caracteriza uma partícula com energia cinética sujeita a um potencial repulsivo de intensidade infinita que só atua no espaço $x<0$ e $x>L$. Em outras palavras, a partícula nesse potencial é completamente livre exceto nos pontos $x=0$ e $x=L$.

(a) (0.5 pontos) A partícula pode ser encontrada na região fora do poço? Explique sua resposta.

(b) (1.5 pontos) Escreva a equação de Schrödinger correspondente a região dentro do poço e obtenha sua solução geral $\psi(x)$.

(c) (1.5 pontos) Quais são as condições de contorno apropriadas para $\psi(x)$?

(d) (1.5 pontos) Aplique as condições de contorno e obtenha as autoenergias E_n da partícula.

(e) (1.0 pontos) Encontre a função de onda normalizada dentro do poço.

Q5- - Considere a função de onda

$$\psi(x,t)=Ae^{-\lambda|x|-i\omega t}$$

onde A, λ e ω são constantes reais e positivas.

(a) (1.0 pontos) Normalize ψ.

(b) (1.0 pontos) Determine o valor esperado de x e x^2.

(c) (1.0 pontos) Encontre o desvio padrão $\sigma^2=\langle x^2\rangle-\langle x\rangle^2$.

(d) (1.0 pontos) Esboce o gráfico de $|\psi|^2$.

Exame de Seleção – Programa de Pós-Graduação em Física – 2016.2

Candidato	**M1**	**Questão**	**Q1**

Exame de Seleção – Programa de Pós-Graduação em Física – 2016.2

Candidato	**M1**	**Questão**	**Q2**

Exame de Seleção – Programa de Pós-Graduação em Física – 2016.2

Candidato	**M1**	**Questão**	**Q3**

Exame de Seleção – Programa de Pós-Graduação em Física – 2016.2

Candidato	**M1**	**Questão**	**Q4**

Candidato	**M1**	**Questão**	**Q5**