



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

FUNDAÇÃO Instituída nos termos da Lei nº 5.152, de 21/10/1996 – São Luís – Maranhão

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA



EXAME DE SELEÇÃO 2009.1

INSTRUÇÕES

1. O exame de seleção consta de 8 (oito) questões referentes aos temas Mecânica Clássica, eletromagnetismo, Física Quântica e Termodinâmica Estatística.
2. **Cada questão deve ser respondida na folha correspondente.** Isso é importante porque os cadernos de prova serão desmembrados e as folhas agrupadas por disciplina, de modo a facilitar o trabalho de correção. Caso necessite de mais espaço, o aluno deve pedir uma folha extra.
3. Se precisar de rascunho utilize as folhas indicadas no final da prova.
4. **O candidato deve utilizar caneta esferográfica para responder a prova.**
5. Não é permitida a consulta a livros, apontamentos etc.
6. Não é permitido o uso da calculadora.
7. Só é possível sair da sala 60 minutos após o início da prova, que tem uma duração total de 4 horas.

BOA PROVA!

Candidato	Inscrição



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

FUNDAÇÃO Instituída nos termos da Lei nº 5.152, de 21/10/1996 – São Luís – Maranhão

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA



FORMULÁRIO

- Mecânica Clássica

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = 0$$

$$L = T - V$$

- Eletromagnetismo

$$\nabla \cdot \vec{D} = \rho$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

$$\nabla \times \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$$

$$\vec{H} = \mu_0 \vec{B} + \vec{M}$$



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

FUNDAÇÃO Instituída nos termos da Lei nº 5.152, de 21/10/1996 – São Luís – Maranhão

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA



Número de inscrição	
---------------------	--

QUESTÃO 01- Escreva a Lagrangiana para um pêndulo simples de massa M e comprimento L , considerando como coordenada generalizada o ângulo θ que o fio do pêndulo faz com a vertical. A partir desta Lagrangiana, encontre a equação de movimento e o momento generalizado. A coordenada sugerida no problema é ignorável?



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

FUNDAÇÃO Instituída nos termos da Lei nº 5.152, de 21/10/1996 – São Luís – Maranhão

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA



Número de inscrição	
---------------------	--

QUESTÃO 02- Descreva o significado da segunda lei de Newton, enfatizando como a lei da inércia pode ser obtida a partir de segunda lei. Descreva a terceira lei de Newton e mostre que a conservação do momento linear na colisão de dois corpos também ocorre durante o tempo em que os dois objetos estão em contato. Descreva o significado da segunda lei de Newton, enfatizando como a lei da inércia pode ser obtida a partir de segunda lei. Descreva a terceira lei de Newton e mostre que a conservação do momento linear na colisão de dois corpos também ocorre durante o tempo em que os dois objetos estão em contato.

QUESTÃO 03- Explique o significado da primeira e segunda lei da termodinâmica, definindo energia interna e entropia para o sistema em equilíbrio.

QUESTÃO 04- Explique o significado do *ensemble* microcanônico e canônico, enfatizando a diferença entre ambas as abordagens. Sob que condições a descrição estatística de um sistema de muitos constituintes é independente do *ensemble* utilizado, ou seja, fornecem os mesmos resultados?



Número de inscrição	
---------------------	--

QUESTÃO 05- Considere uma esfera de raio a com uma carga total Q uniformemente distribuída. Determine o campo elétrico para pontos externos a distribuição a partir: (a) da integração direta dos campos gerados por elementos de cargas infinitesimais; (b) da Lei de Gauss e (c) da Equação de Laplace para o potencial eletrostático. (d) Determine a densidade superficial de carga sobre a esfera.

QUESTÃO 06- Considere um meio cujas relações constitutivas são:

$$\vec{P}(\vec{r}, t) = \chi_e \vec{E}(\vec{r}, t);$$

$$\vec{M}(\vec{r}, t) = \chi_m \vec{H}(\vec{r}, t)$$

e

$$\vec{J}(\vec{r}, t) = \sigma \vec{E}(\vec{r}, t).$$

χ_e , χ_m e σ são números reais que caracterizam respectivamente a susceptibilidade elétrica, a susceptibilidade magnética e a condutividade elétrica. (a) Escreva as equações de onda para os campos $\vec{E}(\vec{r}, t)$ e $\vec{B}(\vec{r}, t)$. (b) Determine a relação de dispersão neste meio. (c) Mostre que esse meio tem absorção.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

FUNDAÇÃO Instituída nos termos da Lei nº 5.152, de 21/10/1996 – São Luís – Maranhão

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA



Número de inscrição	
---------------------	--

QUESTÃO 07- Sobre o átomo de hidrogênio. (a) Quantos estados quânticos distintos do átomo de hidrogênio existem para $n=3$? Quais são eles? (b) Qual o valor máximo e o mínimo do módulo do valor esperado para o momento angular L ? (c) Qual o valor máximo e o mínimo do valor esperado da componente z do momento angular L_z ? (d) Qual o valor máximo e o mínimo do módulo do momento angular J ? (e) Qual o valor máximo e o mínimo de J_z ?

QUESTÃO 08- Considere um oscilador harmônico quântico tridimensional com frequência ω . (a) Quantos números quânticos são necessários para representar os auto-estados desse oscilador? Justifique a resposta; (b) Qual a energia do estado fundamental; (c) Qual a energia de transição do primeiro para o segundo estado excitado; (d) Qual a degenerescência do estado com energia $9\hbar\omega/2$; (e) É possível definir uma energia de ionização para o oscilador? Justifique a resposta.