



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

Doutorado em Física

1º Semestre de 2017

2ª Prova – 15/02/2017

Mecânica Estatística e Eletromagnetismo

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

D1

Candidato	D1
-----------	-----------

Q1 - O sólido de Einstein é formado p N osciladores harmônico unidimensional e não-interagentes, oscilando com a mesma frequência fundamental ω em contato com um reservatório térmico a temperatura T. Lembre-se que os estados microscópicos são caracterizados pelo conjunto de números quânticos $\{n_1, n_2, n_3, \dots, n_N\}$, onde n_j representa o número de quanta de energia do j-ésimo oscilador.

- Obtenha a função canônica de partição. (2,0 pts)
- Calcule o calor específico do Sólido de Einstein. (1,5 pts)
- Qual é o valor da energia no limite clássico ($K_B T \gg \hbar \omega$) e no limite de baixas temperaturas ($K_B T \ll \hbar \omega$)? (1,5 pts)

Obs- Vide fórmulas no final

Q2 - Considere as equações abaixo relacionadas ao gás ideal de Fermi e responda os itens a seguir:

$$\ln \Xi = \gamma V \int_0^\infty D(\varepsilon) \ln\{1 + e^{-\beta(\varepsilon-\mu)}\} d\varepsilon$$

$$N = \gamma V \int_0^\infty D(\varepsilon) f(\varepsilon) d\varepsilon$$

$$U = \gamma V \int_0^\infty \varepsilon D(\varepsilon) f(\varepsilon) d\varepsilon$$

$$f(\varepsilon) = \frac{1}{e^{\beta(\varepsilon-\mu)} + 1}$$

$$D(\varepsilon) = \frac{1}{4\pi^2} \left(\frac{2m}{\hbar^2} \right)^{3/2} \varepsilon^{1/2}$$

- Faça um esboço do gráfico da distribuição de Fermi-Dirac pela energia considerando o gás ideal de Fermi completamente degenerado. Qual o significado do potencial químico à temperatura nula ser igual a energia de Fermi? (0,5 pts)
- Mostre que a energia de Fermi do gás ideal completamente degenerado é dado por

$$\varepsilon_F = \frac{\hbar^2}{2m} \left(\frac{6\pi^2}{\gamma} \right)^{2/3} \left(\frac{N}{V} \right)^{2/3}$$

(2,0 pts)

- Mostre que $U = \frac{2}{5} \gamma V D(\varepsilon_F) \varepsilon_F^2$. (2,0 pts)
- Faça um esboço do gráfico da distribuição de Fermi-Dirac pela energia considerando o gás ideal de Fermi degenerado. (0,5 pts)

Q3 - Um condutor esférico maciço, de raio a e carregado com carga $Q > 0$, está envolto por um material dielétrico esférico, de constante dielétrica ε e raio externo b , conforme mostra a figura 1.

- Determine o campo elétrico em todo o espaço. (1,5 pts)
- Determine o potencial no centro das esferas, tomando-se como zero o potencial no infinito. (1,0 pts)
- Encontre as distribuições das cargas livre e ligada (de polarização) nas esferas condutora e dielétrica. (1,0 pts)
- Calcule a energia eletrostática do sistema. (1,5 pts)

Q4 - Um fio reto e longo transporta uma corrente I está no mesmo plano de uma espira retangular de lados a e b . A espira afasta-se com aceleração constante g perpendicular ao fio, como mostra figura. No instante em $t = 0$, a espira está em repouso e a uma distância D do fio. A espira tem resistência R .

Responder os seguintes itens:

- O fluxo magnético através da espira. Este fluxo aumenta ou diminui com o tempo? Explique. (2,0pts)
- A f.e.m. induzida em função do tempo. (0,75 pts)
- A intensidade e o sentido da corrente induzida na espira em função do tempo. Qual o critério para determinar o sentido da corrente induzida? (0,75 pts)

Considere um quadrado de lado $L = \sqrt{ab}$ no lugar da espira retangular. Calcular o fluxo magnético pela mesma e comentar as diferenças. (1,5 pts)

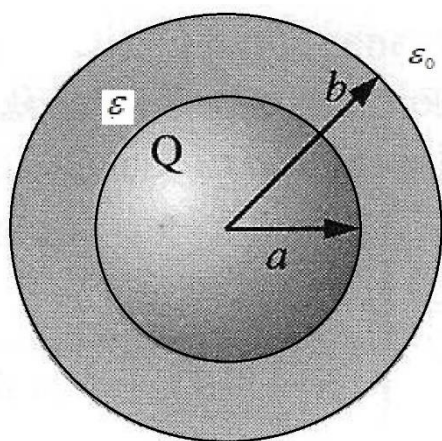


Figura 1

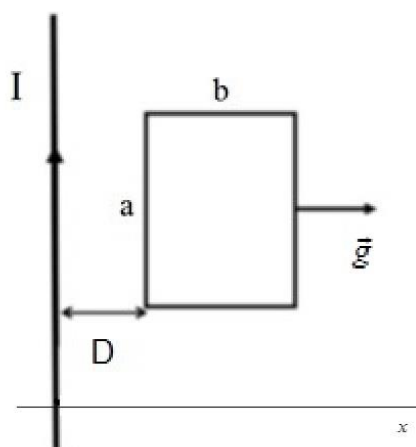


Figura 2

Fórmulas:

$$\sum_n ar^{n-1} = \frac{a}{1-r};$$

$$f = -\frac{1}{\beta} \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \ln Z;$$

$$s = -\frac{\partial f}{\partial T};$$

$$c = T \frac{\partial s}{\partial T};$$

$$u = -\frac{1}{N} \frac{\partial}{\partial \beta} \ln Z$$

Candidato	D1	Questão	Q1
-----------	----	---------	----

Candidato	D1	Questão	Q2
-----------	----	---------	----

Candidato	D1	Questão	Q3
-----------	----	---------	----

Candidato	D1	Questão	Q4
------------------	-----------	----------------	-----------