



# 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

Mestrado em Física

1º Semestre de 2019

2ª Prova – 05/12/2018

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

**M3**

Candidato	M3
-----------	----

**Q1** - Sobre a segunda lei da termodinâmica, responda as questões abaixo:

- Explique o funcionamento da máquina de Carnot de forma detalhada, incluindo o esboço do diagrama P-V de cada um dos processos envolvidos no ciclo. **(1,0 pt)**
- Mostre que o rendimento da máquina de Carnot,  $\eta$ , operando entre duas fontes  $T_1$  (quente) e  $T_2$  (fria) é dado por  $\eta = 1 - T_2 / T_1$ . **(2,0 pts)**
- Um gás ideal com  $\gamma = 5/3$  sofre uma expansão isotérmica em que seu volume aumenta em 50%, em seguida sofre uma contração isobárica até o volume inicial, por fim é aquecido de tal forma que seu volume não se altere até atingir a temperatura inicial. Calcule o rendimento desse ciclo? **(2,0 pts)**

**Q2** - Considere um sistema de  $N$  íons magnéticos localizados na presença de um campo magnético  $H$  e em contato com um reservatório térmico à temperatura  $T$  de tal forma que a energia possa ser escrita como  $E = D \sum_{i=1}^N S_i^2 - \mu_0 H \sum_{i=1}^N S_i$ , onde os parâmetros  $D$ ,  $\mu_0$  e  $H$  são positivos e  $S_i$  pode ser +1, 0 ou -1 para qualquer valor de  $i$ .

- Calcule a energia interna. **(1,0 pt)**
- Obtenha a entropia. **(1,0 pt)**
- Seja a magnetização dada por  $m = - \left( \frac{\partial f}{\partial H} \right)_T$  sendo  $f$  a energia livre de Helmholtz. Calcule a magnetização. **(1,0 pt)**
- Obtenha o calor específico e esboce o gráfico nos limites  $T \rightarrow 0$  e  $T \rightarrow \infty$ . **(2,0 pts)**

Fórmulas úteis:

$$U = F + TS; p = - \frac{\partial F}{\partial V}; S = - \frac{\partial F}{\partial T};$$

$$2 \cosh(x) = \exp(-x) + \exp(x)$$

**Q3**- Um dispositivo está formado por dois condutores esféricos concêntricos de raios  $a$  e  $b$  ( $a < b$ ). A região entre eles é preenchida por um material de constante dielétrica  $\epsilon$ . O condutor interno está aterrado e o externo possui uma carga total  $Q$ . Responder os seguintes itens:

- Calcular o campo elétrico em todo o espaço. **(1,25 pts)**
- Calcular o potencial eletrostático em todo o espaço. **(1, 25 pts)**
- Qual a capacitância? **(1,25 pts)**
- Calcular o trabalho para levar uma carga teste  $q$  desde o infinito até uma distância  $R$  do centro das esferas, onde  $a < R < b$ . **(1,25 pts)**

**Q4** - Uma carga elétrica  $Q$  está localizada a uma altura  $H$  de um plano condutor infinito e aterrado.

- a) Calcular a força sobre a carga **(1,5 pts.)**
- b) Calcular a densidade superficial de carga induzida sobre o plano. **(1,0 pt)**
- c) Calcular a carga total sobre o plano. **(1,0 pt)**
- d) Calcular o trabalho necessário para levar carga  $Q$  ao infinito **(1,5 pts.)**

Exame de Seleção – Programa de Pós-Graduação em Física – 2019.1

<b>Candidato</b>	<b>M3</b>	<b>Questão</b>	<b>Q1</b>
------------------	-----------	----------------	-----------

Exame de Seleção – Programa de Pós-Graduação em Física – 2019.1

<b>Candidato</b>	<b>M3</b>	<b>Questão</b>	<b>Q2</b>
------------------	-----------	----------------	-----------

Exame de Seleção – Programa de Pós-Graduação em Física – 2019.1

<b>Candidato</b>	<b>M3</b>	<b>Questão</b>	<b>Q3</b>
------------------	-----------	----------------	-----------

<b>Candidato</b>	<b>M3</b>	<b>Questão</b>	<b>Q4</b>
------------------	-----------	----------------	-----------