



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 e Doutorado em Física

2º Semestre de 2011

2ª Prova – 16/08/2011

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

M1

Candidato	M1
------------------	-----------

Q7. Com base nos conceitos da Física estatística, discuta:

- a) O conceito de ensembles e porque é necessário defini-los.
- b) As diferenças e aplicabilidades dos principais tipos de ensembles.
- c) A simetria ou anti-simetria das funções de onda que descrevem bósons e férmions.
- d) A distinguibilidade das partículas. Compare com o caso clássico.
- e) Discuta a distribuição estatísticas para bósons e férmions. Discuta os limites de baixa temperatura e clássico.

Q8 - Considere um sistema constituído de N sistemas de dois níveis, cujas energias são **zero** e ϵ , a uma temperatura T fixa.

- a) Calcule a função de partição que descreve o sistema.
- b) Calcule a energia média do sistema.
- c) Calcule o calor específico do sistema.
- d) Calcule a entropia do sistema.

Q9 - Considere um sistema clássico de N partículas a uma temperatura T fixa descrito pela Hamiltoniana

$$\mathcal{H}(q_1, q_2, \dots, q_N) = \sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{2m} + \sum_{i=1}^N \frac{k_i}{2} q_i^2$$

- a) Mostre que

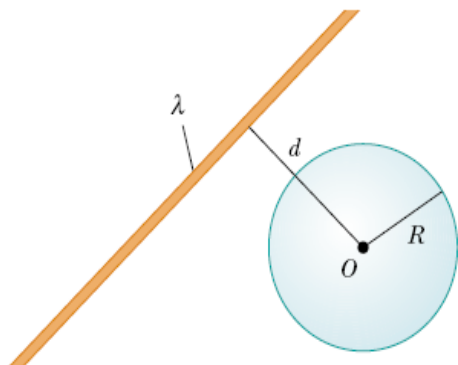
$$\frac{\langle p_i^2 \rangle}{2m} = \frac{k_B T}{2}$$

$$\frac{k_i}{2} \langle q_i^2 \rangle = \frac{k_B T}{2}$$

Onde k_B é a constante de Boltzmann. Qual o princípio físico associado a esse resultado.

- b) Usando o resultado do item (a), derive a lei de Dulong Petit para um cristal harmônico, que discorre sobre o calor específico do respectivo sólido.

Q10 - Um fio infinitamente longo é carregado com uma densidade de carga linear λ e se encontra a uma distância d do centro da esfera metálica e descarregada, de raio R , conforme ilustra a figura abaixo.

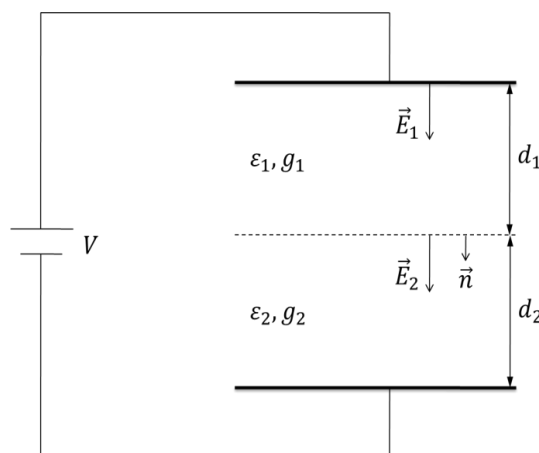


- Determine o campo elétrico dentro da esfera quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d < R$.

Q11 - Um capacitor de placas paralelas, separadas pela distância d , é preenchido com dois materiais com permissividades elétricas ϵ_1 e ϵ_2 , condutividades g_1 e g_2 , e espessuras d_1 e d_2 , respectivamente, conforme ilustra a figura ao lado.

Se um potencial V é aplicado ao capacitor, encontre:

- O campo elétrico dentro de cada material.
- O fluxo de corrente através do capacitor.
- A densidade de carga superficial total na interface dos dois materiais.
- A densidade de carga livre na interface dos dois materiais.



Q12 - Considere as equações de Maxwell

$$\nabla \times \vec{B} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \vec{E} = \mu_0 \vec{j}, \quad (1)$$

$$\nabla \times \vec{E} + \frac{\partial}{\partial t} \vec{B} = 0, \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \rho, \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0. \quad (4)$$

- Qual o significado físico da Eq. (4)?
- Qual a origem física do termo $\frac{\partial E}{\partial t}$ na Eq. (1)?
- Encontre a equação de onda para o campo elétrico (trabalhando com operadores

diferenciais) na ausência e na presença de fontes.

- d) Propondo uma solução de onda plana para o campo elétrico, determine a relação de dispersão da teoria de Maxwell.
- e) Partindo das equações de Maxwell, obtenha a equação de continuidade.

Candidato	M1	Questão	Q7
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M1	Questão	Q8
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	M1	Questão	Q9
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	M1	Questão	Q10
-----------	-----------	---------	------------

Candidato	M1	Questão	Q11
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	M1	Questão	Q12
-----------	-----------	---------	------------



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 e Doutorado em Física

2º Semestre de 2011

2ª Prova – 16/08/2011

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

M2

Candidato	M2
-----------	----

Q7. Com base nos conceitos da Física estatística, discuta:

- O conceito de ensembles e porque é necessário defini-los.
- As diferenças e aplicabilidades dos principais tipos de ensembles.
- A simetria ou anti-simetria das funções de onda que descrevem bósons e férmions.
- A distinguibilidade das partículas. Compare com o caso clássico.
- Discuta a distribuição estatísticas para bósons e férmions. Discuta os limites de baixa temperatura e clássico.

Q8 - Considere um sistema constituído de N sistemas de dois níveis, cujas energias são **zero** e ϵ , a uma temperatura T fixa.

- Calcule a função de partição que descreve o sistema.
- Calcule a energia média do sistema.
- Calcule o calor específico do sistema.
- Calcule a entropia do sistema.

Q9 - Considere um sistema clássico de N partículas a uma temperatura T fixa descrito pela Hamiltoniana

$$\mathcal{H}(q_1, q_2, \dots, q_N) = \sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{2m} + \sum_{i=1}^N \frac{k_i}{2} q_i^2$$

- Mostre que

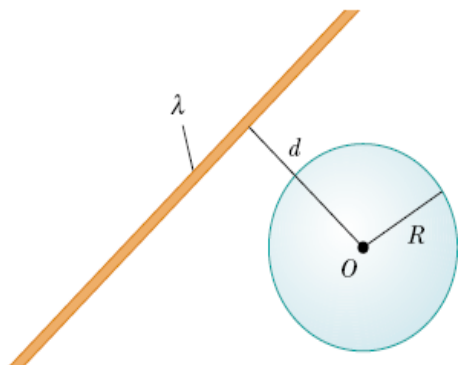
$$\frac{\langle p_i^2 \rangle}{2m} = \frac{k_B T}{2}$$

$$\frac{k_i}{2} \langle q_i^2 \rangle = \frac{k_B T}{2}$$

Onde k_B é a constante de Boltzmann. Qual o princípio físico associado a esse resultado.

- Usando o resultado do item (a), derive a lei de Dulong Petit para um cristal harmônico, que discorre sobre o calor específico do respectivo sólido.

Q10 - Um fio infinitamente longo é carregado com uma densidade de carga linear λ e se encontra a uma distância d do centro da esfera metálica e descarregada, de raio R , conforme ilustra a figura abaixo.

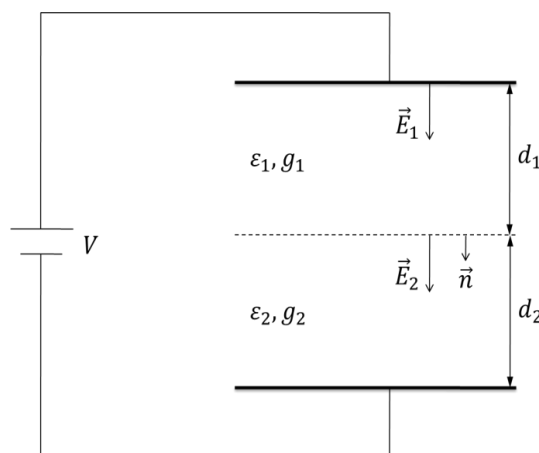


- Determine o campo elétrico dentro da esfera quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d < R$.

Q11 - Um capacitor de placas paralelas, separadas pela distância d , é preenchido com dois materiais com permissividades elétricas ϵ_1 e ϵ_2 , condutividades g_1 e g_2 , e espessuras d_1 e d_2 , respectivamente, conforme ilustra a figura ao lado.

Se um potencial V é aplicado ao capacitor, encontre:

- O campo elétrico dentro de cada material.
- O fluxo de corrente através do capacitor.
- A densidade de carga superficial total na interface dos dois materiais.
- A densidade de carga livre na interface dos dois materiais.



Q12 - Considere as equações de Maxwell

$$\nabla \times \vec{B} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \vec{E} = \mu_0 \vec{j}, \quad (1)$$

$$\nabla \times \vec{E} + \frac{\partial}{\partial t} \vec{B} = 0, \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \rho, \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0. \quad (4)$$

- Qual o significado físico da Eq. (4)?
- Qual a origem física do termo $\frac{\partial E}{\partial t}$ na Eq. (1)?
- Encontre a equação de onda para o campo elétrico (trabalhando com operadores

diferenciais) na ausência e na presença de fontes.

- d) Propondo uma solução de onda plana para o campo elétrico, determine a relação de dispersão da teoria de Maxwell.
- e) Partindo das equações de Maxwell, obtenha a equação de continuidade.

Candidato	M2	Questão	Q7
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	M2	Questão	Q8
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M2	Questão	Q9
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M2	Questão	Q10
-----------	-----------	---------	------------

Candidato	M2	Questão	Q11
-----------	-----------	---------	------------

Candidato	M2	Questão	Q12
-----------	-----------	---------	------------



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 e Doutorado em Física

2º Semestre de 2011

2ª Prova – 16/08/2011

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

Q7. Com base nos conceitos da Física estatística, discuta:

- O conceito de ensembles e porque é necessário defini-los.
- As diferenças e aplicabilidades dos principais tipos de ensembles.
- A simetria ou anti-simetria das funções de onda que descrevem bósons e férmions.
- A distinguibilidade das partículas. Compare com o caso clássico.
- Discuta a distribuição estatísticas para bósons e férmions. Discuta os limites de baixa temperatura e clássico.

Q8 - Considere um sistema constituído de N sistemas de dois níveis, cujas energias são **zero** e ϵ , a uma temperatura T fixa.

- Calcule a função de partição que descreve o sistema.
- Calcule a energia média do sistema.
- Calcule o calor específico do sistema.
- Calcule a entropia do sistema.

Q9 - Considere um sistema clássico de N partículas a uma temperatura T fixa descrito pela Hamiltoniana

$$\mathcal{H}(q_1, q_2, \dots, q_N) = \sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{2m} + \sum_{i=1}^N \frac{k_i}{2} q_i^2$$

- Mostre que

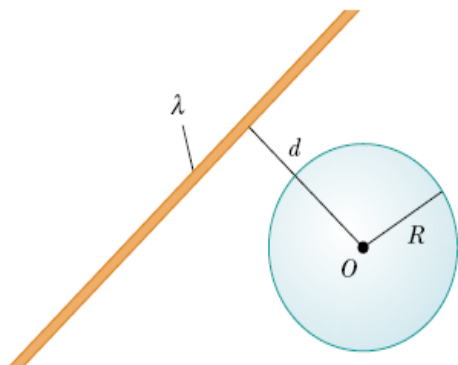
$$\frac{\langle p_i^2 \rangle}{2m} = \frac{k_B T}{2}$$

$$\frac{k_i}{2} \langle q_i^2 \rangle = \frac{k_B T}{2}$$

Onde k_B é a constante de Boltzmann. Qual o princípio físico associado a esse resultado.

- Usando o resultado do item (a), derive a lei de Dulong Petit para um cristal harmônico, que discorre sobre o calor específico do respectivo sólido.

Q10 - Um fio infinitamente longo é carregado com uma densidade de carga linear λ e se encontra a uma distância d do centro da esfera metálica e descarregada, de raio R , conforme ilustra a figura abaixo.

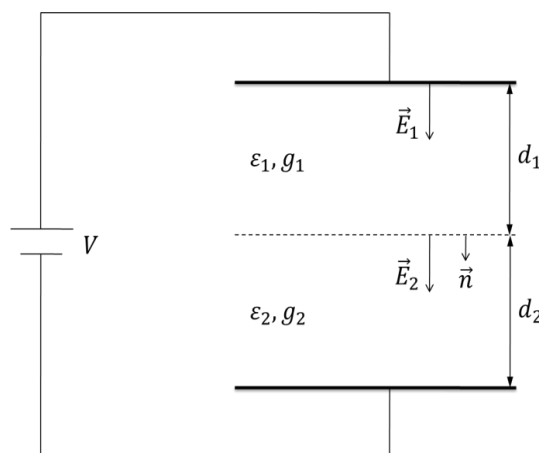


- Determine o campo elétrico dentro da esfera quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d < R$.

Q11 - Um capacitor de placas paralelas, separadas pela distância d , é preenchido com dois materiais com permissividades elétricas ϵ_1 e ϵ_2 , condutividades g_1 e g_2 , e espessuras d_1 e d_2 , respectivamente, conforme ilustra a figura ao lado.

Se um potencial V é aplicado ao capacitor, encontre:

- O campo elétrico dentro de cada material.
- O fluxo de corrente através do capacitor.
- A densidade de carga superficial total na interface dos dois materiais.
- A densidade de carga livre na interface dos dois materiais.



Q12 - Considere as equações de Maxwell

$$\nabla \times \vec{B} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \vec{E} = \mu_0 \vec{j}, \quad (1)$$

$$\nabla \times \vec{E} + \frac{\partial}{\partial t} \vec{B} = 0, \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \rho, \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0. \quad (4)$$

- Qual o significado físico da Eq. (4)?
- Qual a origem física do termo $\frac{\partial E}{\partial t}$ na Eq. (1)?
- Encontre a equação de onda para o campo elétrico (trabalhando com operadores

diferenciais) na ausência e na presença de fontes.

- d) Propondo uma solução de onda plana para o campo elétrico, determine a relação de dispersão da teoria de Maxwell.
- e) Partindo das equações de Maxwell, obtenha a equação de continuidade.

Candidato	M3	Questão	Q7
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M3	Questão	Q8
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M3	Questão	Q9
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M3	Questão	Q10
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	M3	Questão	Q11
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	M3	Questão	Q12
-----------	-----------	---------	------------



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 e Doutorado em Física

2º Semestre de 2011

2ª Prova – 16/08/2011

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

M4

Candidato	M4
-----------	----

Q7. Com base nos conceitos da Física estatística, discuta:

- O conceito de ensembles e porque é necessário defini-los.
- As diferenças e aplicabilidades dos principais tipos de ensembles.
- A simetria ou anti-simetria das funções de onda que descrevem bósons e férmions.
- A distinguibilidade das partículas. Compare com o caso clássico.
- Discuta a distribuição estatísticas para bósons e férmions. Discuta os limites de baixa temperatura e clássico.

Q8 - Considere um sistema constituído de N sistemas de dois níveis, cujas energias são **zero** e ϵ , a uma temperatura T fixa.

- Calcule a função de partição que descreve o sistema.
- Calcule a energia média do sistema.
- Calcule o calor específico do sistema.
- Calcule a entropia do sistema.

Q9 - Considere um sistema clássico de N partículas a uma temperatura T fixa descrito pela Hamiltoniana

$$\mathcal{H}(q_1, q_2, \dots, q_N) = \sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{2m} + \sum_{i=1}^N \frac{k_i}{2} q_i^2$$

- Mostre que

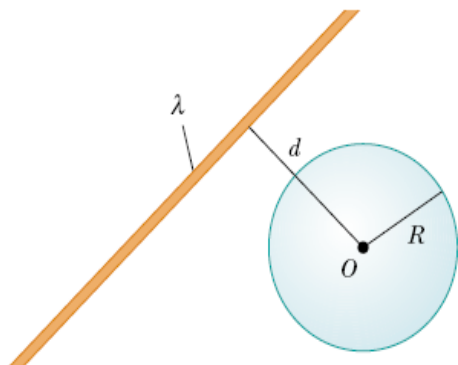
$$\frac{\langle p_i^2 \rangle}{2m} = \frac{k_B T}{2}$$

$$\frac{k_i}{2} \langle q_i^2 \rangle = \frac{k_B T}{2}$$

Onde k_B é a constante de Boltzmann. Qual o princípio físico associado a esse resultado.

- Usando o resultado do item (a), derive a lei de Dulong Petit para um cristal harmônico, que discorre sobre o calor específico do respectivo sólido.

Q10 - Um fio infinitamente longo é carregado com uma densidade de carga linear λ e se encontra a uma distância d do centro da esfera metálica e descarregada, de raio R , conforme ilustra a figura abaixo.

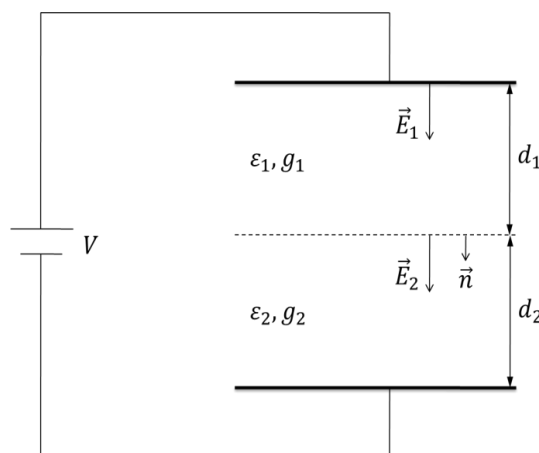


- Determine o campo elétrico dentro da esfera quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d < R$.

Q11 - Um capacitor de placas paralelas, separadas pela distância d , é preenchido com dois materiais com permissividades elétricas ϵ_1 e ϵ_2 , condutividades g_1 e g_2 , e espessuras d_1 e d_2 , respectivamente, conforme ilustra a figura ao lado.

Se um potencial V é aplicado ao capacitor, encontre:

- O campo elétrico dentro de cada material.
- O fluxo de corrente através do capacitor.
- A densidade de carga superficial total na interface dos dois materiais.
- A densidade de carga livre na interface dos dois materiais.



Q12 - Considere as equações de Maxwell

$$\nabla \times \vec{B} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \vec{E} = \mu_0 \vec{j}, \quad (1)$$

$$\nabla \times \vec{E} + \frac{\partial}{\partial t} \vec{B} = 0, \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \rho, \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0. \quad (4)$$

- Qual o significado físico da Eq. (4)?
- Qual a origem física do termo $\frac{\partial E}{\partial t}$ na Eq. (1)?
- Encontre a equação de onda para o campo elétrico (trabalhando com operadores

diferenciais) na ausência e na presença de fontes.

- d) Propondo uma solução de onda plana para o campo elétrico, determine a relação de dispersão da teoria de Maxwell.
- e) Partindo das equações de Maxwell, obtenha a equação de continuidade.

Candidato	M4	Questão	Q7
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M4	Questão	Q8
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M4	Questão	Q9
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M4	Questão	Q10
-----------	-----------	---------	------------

Candidato	M4	Questão	Q11
-----------	-----------	---------	------------

Candidato	M4	Questão	Q12
------------------	-----------	----------------	------------



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 e Doutorado em Física

2º Semestre de 2011

2ª Prova – 16/08/2011

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

M5

Candidato

M5

Q7. Com base nos conceitos da Física estatística, discuta:

- O conceito de ensembles e porque é necessário defini-los.
- As diferenças e aplicabilidades dos principais tipos de ensembles.
- A simetria ou anti-simetria das funções de onda que descrevem bósons e férmions.
- A distinguibilidade das partículas. Compare com o caso clássico.
- Discuta a distribuição estatísticas para bósons e férmions. Discuta os limites de baixa temperatura e clássico.

Q8 - Considere um sistema constituído de N sistemas de dois níveis, cujas energias são **zero** e ϵ , a uma temperatura T fixa.

- Calcule a função de partição que descreve o sistema.
- Calcule a energia média do sistema.
- Calcule o calor específico do sistema.
- Calcule a entropia do sistema.

Q9 - Considere um sistema clássico de N partículas a uma temperatura T fixa descrito pela Hamiltoniana

$$\mathcal{H}(q_1, q_2, \dots, q_N) = \sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{2m} + \sum_{i=1}^N \frac{k_i}{2} q_i^2$$

- Mostre que

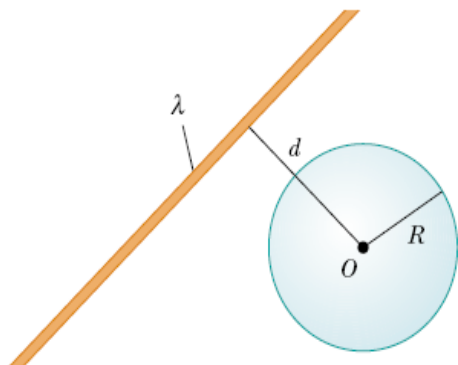
$$\frac{\langle p_i^2 \rangle}{2m} = \frac{k_B T}{2}$$

$$\frac{k_i}{2} \langle q_i^2 \rangle = \frac{k_B T}{2}$$

Onde k_B é a constante de Boltzmann. Qual o princípio físico associado a esse resultado.

- Usando o resultado do item (a), derive a lei de Dulong Petit para um cristal harmônico, que discorre sobre o calor específico do respectivo sólido.

Q10 - Um fio infinitamente longo é carregado com uma densidade de carga linear λ e se encontra a uma distância d do centro da esfera metálica e descarregada, de raio R , conforme ilustra a figura abaixo.

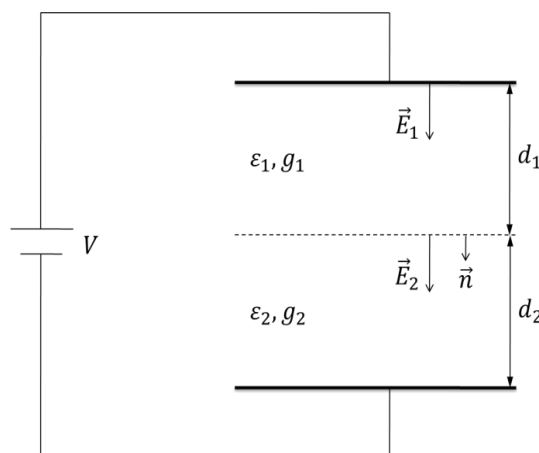


- Determine o campo elétrico dentro da esfera quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d < R$.

Q11 - Um capacitor de placas paralelas, separadas pela distância d , é preenchido com dois materiais com permissividades elétricas ϵ_1 e ϵ_2 , condutividades g_1 e g_2 , e espessuras d_1 e d_2 , respectivamente, conforme ilustra a figura ao lado.

Se um potencial V é aplicado ao capacitor, encontre:

- O campo elétrico dentro de cada material.
- O fluxo de corrente através do capacitor.
- A densidade de carga superficial total na interface dos dois materiais.
- A densidade de carga livre na interface dos dois materiais.



Q12 - Considere as equações de Maxwell

$$\nabla \times \vec{B} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \vec{E} = \mu_0 \vec{j}, \quad (1)$$

$$\nabla \times \vec{E} + \frac{\partial}{\partial t} \vec{B} = 0, \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \rho, \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0. \quad (4)$$

- Qual o significado físico da Eq. (4)?
- Qual a origem física do termo $\frac{\partial E}{\partial t}$ na Eq. (1)?
- Encontre a equação de onda para o campo elétrico (trabalhando com operadores

diferenciais) na ausência e na presença de fontes.

- d) Propondo uma solução de onda plana para o campo elétrico, determine a relação de dispersão da teoria de Maxwell.
- e) Partindo das equações de Maxwell, obtenha a equação de continuidade.

Candidato	M5	Questão	Q7
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M5	Questão	Q8
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M5	Questão	Q9
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	M5	Questão	Q10
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	M5	Questão	Q11
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	M5	Questão	Q12
------------------	-----------	----------------	------------



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 e Doutorado em Física

2º Semestre de 2011

2ª Prova – 16/08/2011

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

M6

Candidato	M6
-----------	----

Q7. Com base nos conceitos da Física estatística, discuta:

- O conceito de ensembles e porque é necessário defini-los.
- As diferenças e aplicabilidades dos principais tipos de ensembles.
- A simetria ou anti-simetria das funções de onda que descrevem bósons e férmions.
- A distinguibilidade das partículas. Compare com o caso clássico.
- Discuta a distribuição estatísticas para bósons e férmions. Discuta os limites de baixa temperatura e clássico.

Q8 - Considere um sistema constituído de N sistemas de dois níveis, cujas energias são **zero** e ϵ , a uma temperatura T fixa.

- Calcule a função de partição que descreve o sistema.
- Calcule a energia média do sistema.
- Calcule o calor específico do sistema.
- Calcule a entropia do sistema.

Q9 - Considere um sistema clássico de N partículas a uma temperatura T fixa descrito pela Hamiltoniana

$$\mathcal{H}(q_1, q_2, \dots, q_N) = \sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{2m} + \sum_{i=1}^N \frac{k_i}{2} q_i^2$$

- Mostre que

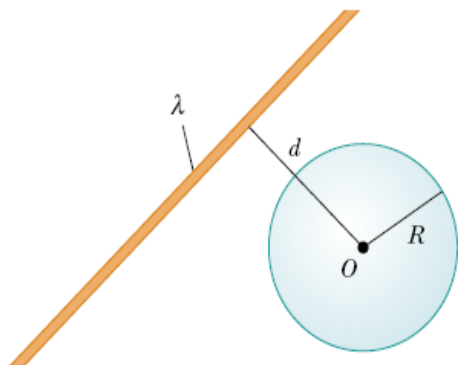
$$\frac{\langle p_i^2 \rangle}{2m} = \frac{k_B T}{2}$$

$$\frac{k_i}{2} \langle q_i^2 \rangle = \frac{k_B T}{2}$$

Onde k_B é a constante de Boltzmann. Qual o princípio físico associado a esse resultado.

- Usando o resultado do item (a), derive a lei de Dulong Petit para um cristal harmônico, que discorre sobre o calor específico do respectivo sólido.

Q10 - Um fio infinitamente longo é carregado com uma densidade de carga linear λ e se encontra a uma distância d do centro da esfera metálica e descarregada, de raio R , conforme ilustra a figura abaixo.

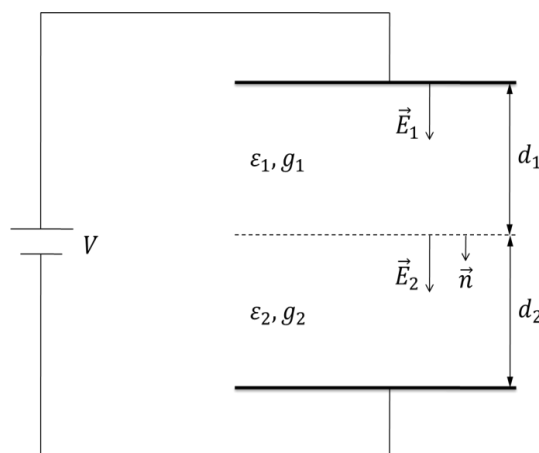


- Determine o campo elétrico dentro da esfera quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d < R$.

Q11 - Um capacitor de placas paralelas, separadas pela distância d , é preenchido com dois materiais com permissividades elétricas ϵ_1 e ϵ_2 , condutividades g_1 e g_2 , e espessuras d_1 e d_2 , respectivamente, conforme ilustra a figura ao lado.

Se um potencial V é aplicado ao capacitor, encontre:

- O campo elétrico dentro de cada material.
- O fluxo de corrente através do capacitor.
- A densidade de carga superficial total na interface dos dois materiais.
- A densidade de carga livre na interface dos dois materiais.



Q12 - Considere as equações de Maxwell

$$\nabla \times \vec{B} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \vec{E} = \mu_0 \vec{j}, \quad (1)$$

$$\nabla \times \vec{E} + \frac{\partial}{\partial t} \vec{B} = 0, \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \rho, \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0. \quad (4)$$

- Qual o significado físico da Eq. (4)?
- Qual a origem física do termo $\frac{\partial E}{\partial t}$ na Eq. (1)?
- Encontre a equação de onda para o campo elétrico (trabalhando com operadores

diferenciais) na ausência e na presença de fontes.

- d) Propondo uma solução de onda plana para o campo elétrico, determine a relação de dispersão da teoria de Maxwell.
- e) Partindo das equações de Maxwell, obtenha a equação de continuidade.

Candidato	M6	Questão	Q7
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M6	Questão	Q8
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M6	Questão	Q9
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M6	Questão	Q10
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	M6	Questão	Q11
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	M6	Questão	Q12
------------------	-----------	----------------	------------



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 e Doutorado em Física

2º Semestre de 2011

2ª Prova – 16/08/2011

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

M7

Candidato

M7

Q7. Com base nos conceitos da Física estatística, discuta:

- O conceito de ensembles e porque é necessário defini-los.
- As diferenças e aplicabilidades dos principais tipos de ensembles.
- A simetria ou anti-simetria das funções de onda que descrevem bósons e férmions.
- A distinguibilidade das partículas. Compare com o caso clássico.
- Discuta a distribuição estatísticas para bósons e férmions. Discuta os limites de baixa temperatura e clássico.

Q8 - Considere um sistema constituído de N sistemas de dois níveis, cujas energias são **zero** e ϵ , a uma temperatura T fixa.

- Calcule a função de partição que descreve o sistema.
- Calcule a energia média do sistema.
- Calcule o calor específico do sistema.
- Calcule a entropia do sistema.

Q9 - Considere um sistema clássico de N partículas a uma temperatura T fixa descrito pela Hamiltoniana

$$\mathcal{H}(q_1, q_2, \dots, q_N) = \sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{2m} + \sum_{i=1}^N \frac{k_i}{2} q_i^2$$

- Mostre que

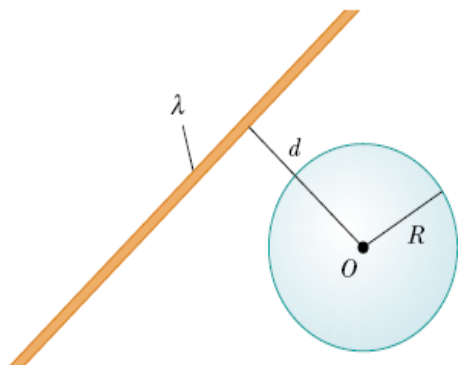
$$\frac{\langle p_i^2 \rangle}{2m} = \frac{k_B T}{2}$$

$$\frac{k_i}{2} \langle q_i^2 \rangle = \frac{k_B T}{2}$$

Onde k_B é a constante de Boltzmann. Qual o princípio físico associado a esse resultado.

- Usando o resultado do item (a), derive a lei de Dulong Petit para um cristal harmônico, que discorre sobre o calor específico do respectivo sólido.

Q10 - Um fio infinitamente longo é carregado com uma densidade de carga linear λ e se encontra a uma distância d do centro da esfera metálica e descarregada, de raio R , conforme ilustra a figura abaixo.

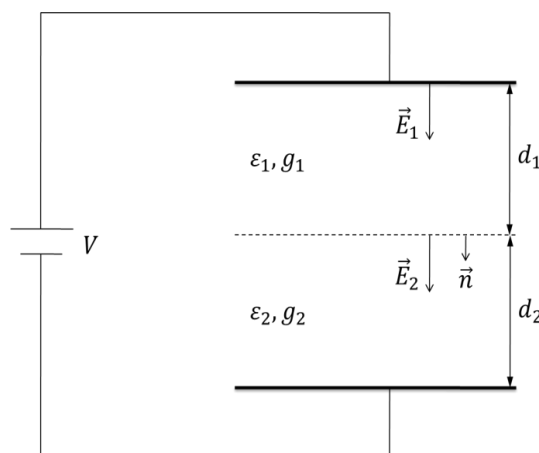


- Determine o campo elétrico dentro da esfera quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d < R$.

Q11 - Um capacitor de placas paralelas, separadas pela distância d , é preenchido com dois materiais com permissividades elétricas ϵ_1 e ϵ_2 , condutividades g_1 e g_2 , e espessuras d_1 e d_2 , respectivamente, conforme ilustra a figura ao lado.

Se um potencial V é aplicado ao capacitor, encontre:

- O campo elétrico dentro de cada material.
- O fluxo de corrente através do capacitor.
- A densidade de carga superficial total na interface dos dois materiais.
- A densidade de carga livre na interface dos dois materiais.



Q12 - Considere as equações de Maxwell

$$\nabla \times \vec{B} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \vec{E} = \mu_0 \vec{j}, \quad (1)$$

$$\nabla \times \vec{E} + \frac{\partial}{\partial t} \vec{B} = 0, \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \rho, \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0. \quad (4)$$

- Qual o significado físico da Eq. (4)?
- Qual a origem física do termo $\frac{\partial E}{\partial t}$ na Eq. (1)?
- Encontre a equação de onda para o campo elétrico (trabalhando com operadores

diferenciais) na ausência e na presença de fontes.

- d) Propondo uma solução de onda plana para o campo elétrico, determine a relação de dispersão da teoria de Maxwell.
- e) Partindo das equações de Maxwell, obtenha a equação de continuidade.

Candidato	M7	Questão	Q7
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M7	Questão	Q8
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M7	Questão	Q9
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	M7	Questão	Q10
-----------	-----------	---------	------------

Candidato	M7	Questão	Q11
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	M7	Questão	Q12
-----------	-----------	---------	------------



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 e Doutorado em Física

2º Semestre de 2011

2ª Prova – 16/08/2011

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

Q7. Com base nos conceitos da Física estatística, discuta:

- O conceito de ensembles e porque é necessário defini-los.
- As diferenças e aplicabilidades dos principais tipos de ensembles.
- A simetria ou anti-simetria das funções de onda que descrevem bósons e férmions.
- A distinguibilidade das partículas. Compare com o caso clássico.
- Discuta a distribuição estatísticas para bósons e férmions. Discuta os limites de baixa temperatura e clássico.

Q8 - Considere um sistema constituído de N sistemas de dois níveis, cujas energias são **zero** e ϵ , a uma temperatura T fixa.

- Calcule a função de partição que descreve o sistema.
- Calcule a energia média do sistema.
- Calcule o calor específico do sistema.
- Calcule a entropia do sistema.

Q9 - Considere um sistema clássico de N partículas a uma temperatura T fixa descrito pela Hamiltoniana

$$\mathcal{H}(q_1, q_2, \dots, q_N) = \sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{2m} + \sum_{i=1}^N \frac{k_i}{2} q_i^2$$

- Mostre que

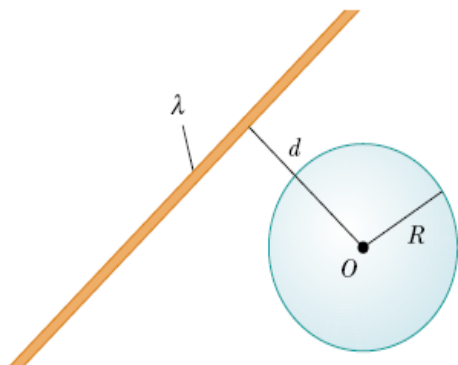
$$\frac{\langle p_i^2 \rangle}{2m} = \frac{k_B T}{2}$$

$$\frac{k_i}{2} \langle q_i^2 \rangle = \frac{k_B T}{2}$$

Onde k_B é a constante de Boltzmann. Qual o princípio físico associado a esse resultado.

- Usando o resultado do item (a), derive a lei de Dulong Petit para um cristal harmônico, que discorre sobre o calor específico do respectivo sólido.

Q10 - Um fio infinitamente longo é carregado com uma densidade de carga linear λ e se encontra a uma distância d do centro da esfera metálica e descarregada, de raio R , conforme ilustra a figura abaixo.

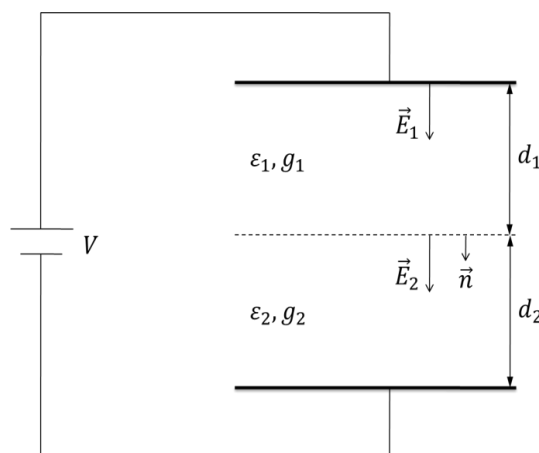


- Determine o campo elétrico dentro da esfera quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d < R$.

Q11 - Um capacitor de placas paralelas, separadas pela distância d , é preenchido com dois materiais com permissividades elétricas ϵ_1 e ϵ_2 , condutividades g_1 e g_2 , e espessuras d_1 e d_2 , respectivamente, conforme ilustra a figura ao lado.

Se um potencial V é aplicado ao capacitor, encontre:

- O campo elétrico dentro de cada material.
- O fluxo de corrente através do capacitor.
- A densidade de carga superficial total na interface dos dois materiais.
- A densidade de carga livre na interface dos dois materiais.



Q12 - Considere as equações de Maxwell

$$\nabla \times \vec{B} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \vec{E} = \mu_0 \vec{j}, \quad (1)$$

$$\nabla \times \vec{E} + \frac{\partial}{\partial t} \vec{B} = 0, \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \rho, \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0. \quad (4)$$

- Qual o significado físico da Eq. (4)?
- Qual a origem física do termo $\frac{\partial E}{\partial t}$ na Eq. (1)?
- Encontre a equação de onda para o campo elétrico (trabalhando com operadores

diferenciais) na ausência e na presença de fontes.

- d) Propondo uma solução de onda plana para o campo elétrico, determine a relação de dispersão da teoria de Maxwell.
- e) Partindo das equações de Maxwell, obtenha a equação de continuidade.

Candidato	D1	Questão	Q7
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	D1	Questão	Q8
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	D1	Questão	Q9
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	D1	Questão	Q10
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	D1	Questão	Q11
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	D1	Questão	Q12
------------------	-----------	----------------	------------



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 e Doutorado em Física

2º Semestre de 2011

2ª Prova – 16/08/2011

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

D2

Candidato

D2

Q7. Com base nos conceitos da Física estatística, discuta:

- O conceito de ensembles e porque é necessário defini-los.
- As diferenças e aplicabilidades dos principais tipos de ensembles.
- A simetria ou anti-simetria das funções de onda que descrevem bósons e férmions.
- A distinguibilidade das partículas. Compare com o caso clássico.
- Discuta a distribuição estatísticas para bósons e férmions. Discuta os limites de baixa temperatura e clássico.

Q8 - Considere um sistema constituído de N sistemas de dois níveis, cujas energias são **zero** e ϵ , a uma temperatura T fixa.

- Calcule a função de partição que descreve o sistema.
- Calcule a energia média do sistema.
- Calcule o calor específico do sistema.
- Calcule a entropia do sistema.

Q9 - Considere um sistema clássico de N partículas a uma temperatura T fixa descrito pela Hamiltoniana

$$\mathcal{H}(q_1, q_2, \dots, q_N) = \sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{2m} + \sum_{i=1}^N \frac{k_i}{2} q_i^2$$

- Mostre que

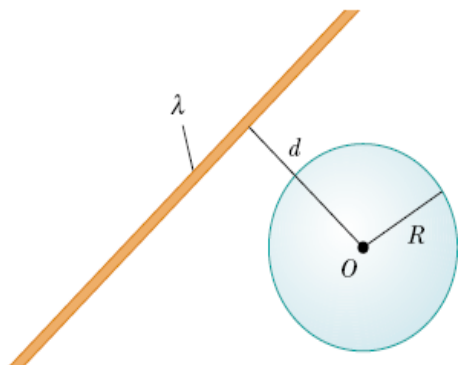
$$\frac{\langle p_i^2 \rangle}{2m} = \frac{k_B T}{2}$$

$$\frac{k_i}{2} \langle q_i^2 \rangle = \frac{k_B T}{2}$$

Onde k_B é a constante de Boltzmann. Qual o princípio físico associado a esse resultado.

- Usando o resultado do item (a), derive a lei de Dulong Petit para um cristal harmônico, que discorre sobre o calor específico do respectivo sólido.

Q10 - Um fio infinitamente longo é carregado com uma densidade de carga linear λ e se encontra a uma distância d do centro da esfera metálica e descarregada, de raio R , conforme ilustra a figura abaixo.

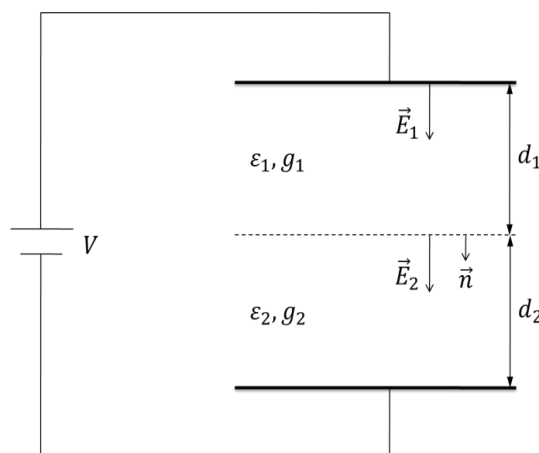


- Determine o campo elétrico dentro da esfera quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d < R$.

Q11 - Um capacitor de placas paralelas, separadas pela distância d , é preenchido com dois materiais com permissividades elétricas ϵ_1 e ϵ_2 , condutividades g_1 e g_2 , e espessuras d_1 e d_2 , respectivamente, conforme ilustra a figura ao lado.

Se um potencial V é aplicado ao capacitor, encontre:

- O campo elétrico dentro de cada material.
- O fluxo de corrente através do capacitor.
- A densidade de carga superficial total na interface dos dois materiais.
- A densidade de carga livre na interface dos dois materiais.



Q12 - Considere as equações de Maxwell

$$\nabla \times \vec{B} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \vec{E} = \mu_0 \vec{j}, \quad (1)$$

$$\nabla \times \vec{E} + \frac{\partial}{\partial t} \vec{B} = 0, \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \rho, \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0. \quad (4)$$

- Qual o significado físico da Eq. (4)?
- Qual a origem física do termo $\frac{\partial E}{\partial t}$ na Eq. (1)?
- Encontre a equação de onda para o campo elétrico (trabalhando com operadores

diferenciais) na ausência e na presença de fontes.

- d) Propondo uma solução de onda plana para o campo elétrico, determine a relação de dispersão da teoria de Maxwell.
- e) Partindo das equações de Maxwell, obtenha a equação de continuidade.

Candidato	D2	Questão	Q7
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	D2	Questão	Q8
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	D2	Questão	Q9
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	D2	Questão	Q10
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	D2	Questão	Q11
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	D2	Questão	Q12
------------------	-----------	----------------	------------



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 e Doutorado em Física

2º Semestre de 2011

2ª Prova – 16/08/2011

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

D3

Candidato

D3

Q7. Com base nos conceitos da Física estatística, discuta:

- O conceito de ensembles e porque é necessário defini-los.
- As diferenças e aplicabilidades dos principais tipos de ensembles.
- A simetria ou anti-simetria das funções de onda que descrevem bósons e férmions.
- A distinguibilidade das partículas. Compare com o caso clássico.
- Discuta a distribuição estatísticas para bósons e férmions. Discuta os limites de baixa temperatura e clássico.

Q8 - Considere um sistema constituído de N sistemas de dois níveis, cujas energias são **zero** e ϵ , a uma temperatura T fixa.

- Calcule a função de partição que descreve o sistema.
- Calcule a energia média do sistema.
- Calcule o calor específico do sistema.
- Calcule a entropia do sistema.

Q9 - Considere um sistema clássico de N partículas a uma temperatura T fixa descrito pela Hamiltoniana

$$\mathcal{H}(q_1, q_2, \dots, q_N) = \sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{2m} + \sum_{i=1}^N \frac{k_i}{2} q_i^2$$

- Mostre que

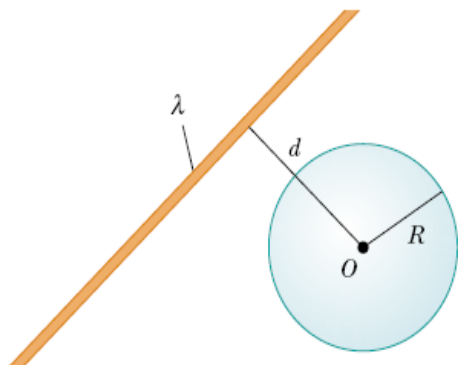
$$\frac{\langle p_i^2 \rangle}{2m} = \frac{k_B T}{2}$$

$$\frac{k_i}{2} \langle q_i^2 \rangle = \frac{k_B T}{2}$$

Onde k_B é a constante de Boltzmann. Qual o princípio físico associado a esse resultado.

- Usando o resultado do item (a), derive a lei de Dulong Petit para um cristal harmônico, que discorre sobre o calor específico do respectivo sólido.

Q10 - Um fio infinitamente longo é carregado com uma densidade de carga linear λ e se encontra a uma distância d do centro da esfera metálica e descarregada, de raio R , conforme ilustra a figura abaixo.

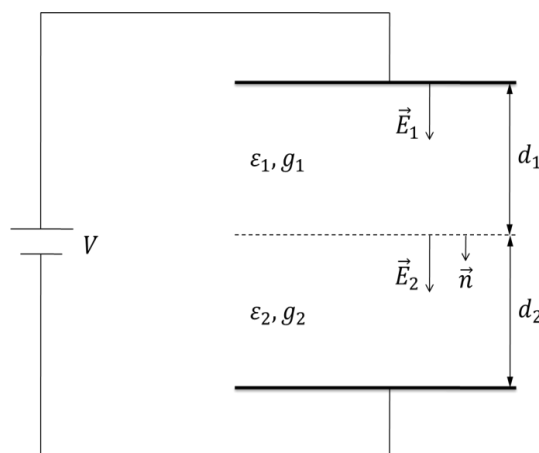


- Determine o campo elétrico dentro da esfera quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d < R$.

Q11 - Um capacitor de placas paralelas, separadas pela distância d , é preenchido com dois materiais com permissividades elétricas ϵ_1 e ϵ_2 , condutividades g_1 e g_2 , e espessuras d_1 e d_2 , respectivamente, conforme ilustra a figura ao lado.

Se um potencial V é aplicado ao capacitor, encontre:

- O campo elétrico dentro de cada material.
- O fluxo de corrente através do capacitor.
- A densidade de carga superficial total na interface dos dois materiais.
- A densidade de carga livre na interface dos dois materiais.



Q12 - Considere as equações de Maxwell

$$\nabla \times \vec{B} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \vec{E} = \mu_0 \vec{j}, \quad (1)$$

$$\nabla \times \vec{E} + \frac{\partial}{\partial t} \vec{B} = 0, \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \rho, \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0. \quad (4)$$

- Qual o significado físico da Eq. (4)?
- Qual a origem física do termo $\frac{\partial E}{\partial t}$ na Eq. (1)?
- Encontre a equação de onda para o campo elétrico (trabalhando com operadores

diferenciais) na ausência e na presença de fontes.

- d) Propondo uma solução de onda plana para o campo elétrico, determine a relação de dispersão da teoria de Maxwell.
- e) Partindo das equações de Maxwell, obtenha a equação de continuidade.

Candidato	D3	Questão	Q7
-----------	-----------	---------	-----------

Candidato	D3	Questão	Q8
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	D3	Questão	Q9
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	D3	Questão	Q10
-----------	-----------	---------	------------

Candidato	D3	Questão	Q11
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	D3	Questão	Q12
------------------	-----------	----------------	------------



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 e Doutorado em Física

2º Semestre de 2011

2ª Prova – 16/08/2011

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

D4

Candidato

D4

Q7. Com base nos conceitos da Física estatística, discuta:

- O conceito de ensembles e porque é necessário defini-los.
- As diferenças e aplicabilidades dos principais tipos de ensembles.
- A simetria ou anti-simetria das funções de onda que descrevem bósons e férmions.
- A distinguibilidade das partículas. Compare com o caso clássico.
- Discuta a distribuição estatísticas para bósons e férmions. Discuta os limites de baixa temperatura e clássico.

Q8 - Considere um sistema constituído de N sistemas de dois níveis, cujas energias são **zero** e ϵ , a uma temperatura T fixa.

- Calcule a função de partição que descreve o sistema.
- Calcule a energia média do sistema.
- Calcule o calor específico do sistema.
- Calcule a entropia do sistema.

Q9 - Considere um sistema clássico de N partículas a uma temperatura T fixa descrito pela Hamiltoniana

$$\mathcal{H}(q_1, q_2, \dots, q_N) = \sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{2m} + \sum_{i=1}^N \frac{k_i}{2} q_i^2$$

- Mostre que

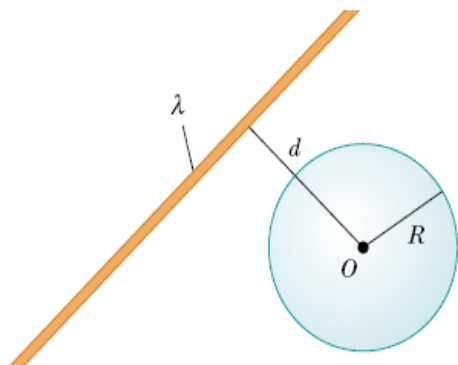
$$\frac{\langle p_i^2 \rangle}{2m} = \frac{k_B T}{2}$$

$$\frac{k_i}{2} \langle q_i^2 \rangle = \frac{k_B T}{2}$$

Onde k_B é a constante de Boltzmann. Qual o princípio físico associado a esse resultado.

- Usando o resultado do item (a), derive a lei de Dulong Petit para um cristal harmônico, que discorre sobre o calor específico do respectivo sólido.

Q10 - Um fio infinitamente longo é carregado com uma densidade de carga linear λ e se encontra a uma distância d do centro da esfera metálica e descarregada, de raio R , conforme ilustra a figura abaixo.

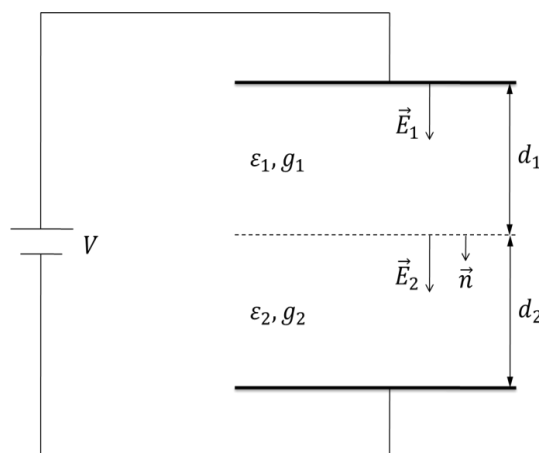


- Determine o campo elétrico dentro da esfera quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d < R$.

Q11 - Um capacitor de placas paralelas, separadas pela distância d , é preenchido com dois materiais com permissividades elétricas ϵ_1 e ϵ_2 , condutividades g_1 e g_2 , e espessuras d_1 e d_2 , respectivamente, conforme ilustra a figura ao lado.

Se um potencial V é aplicado ao capacitor, encontre:

- O campo elétrico dentro de cada material.
- O fluxo de corrente através do capacitor.
- A densidade de carga superficial total na interface dos dois materiais.
- A densidade de carga livre na interface dos dois materiais.



Q12 - Considere as equações de Maxwell

$$\nabla \times \vec{B} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \vec{E} = \mu_0 \vec{j}, \quad (1)$$

$$\nabla \times \vec{E} + \frac{\partial}{\partial t} \vec{B} = 0, \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \rho, \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0. \quad (4)$$

- Qual o significado físico da Eq. (4)?
- Qual a origem física do termo $\frac{\partial E}{\partial t}$ na Eq. (1)?
- Encontre a equação de onda para o campo elétrico (trabalhando com operadores

diferenciais) na ausência e na presença de fontes.

- d) Propondo uma solução de onda plana para o campo elétrico, determine a relação de dispersão da teoria de Maxwell.
- e) Partindo das equações de Maxwell, obtenha a equação de continuidade.

Candidato	D4	Questão	Q7
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	D4	Questão	Q8
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	D4	Questão	Q9
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	D4	Questão	Q10
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	D4	Questão	Q11
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	D4	Questão	Q12
------------------	-----------	----------------	------------



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 e Doutorado em Física

2º Semestre de 2011

2ª Prova – 16/08/2011

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

D5

Candidato

D5

Q7. Com base nos conceitos da Física estatística, discuta:

- O conceito de ensembles e porque é necessário defini-los.
- As diferenças e aplicabilidades dos principais tipos de ensembles.
- A simetria ou anti-simetria das funções de onda que descrevem bósons e férmions.
- A distinguibilidade das partículas. Compare com o caso clássico.
- Discuta a distribuição estatísticas para bósons e férmions. Discuta os limites de baixa temperatura e clássico.

Q8 - Considere um sistema constituído de N sistemas de dois níveis, cujas energias são **zero** e ϵ , a uma temperatura T fixa.

- Calcule a função de partição que descreve o sistema.
- Calcule a energia média do sistema.
- Calcule o calor específico do sistema.
- Calcule a entropia do sistema.

Q9 - Considere um sistema clássico de N partículas a uma temperatura T fixa descrito pela Hamiltoniana

$$\mathcal{H}(q_1, q_2, \dots, q_N) = \sum_{i=1}^N \frac{p_i^2}{2m} + \sum_{i=1}^N \frac{k_i}{2} q_i^2$$

- Mostre que

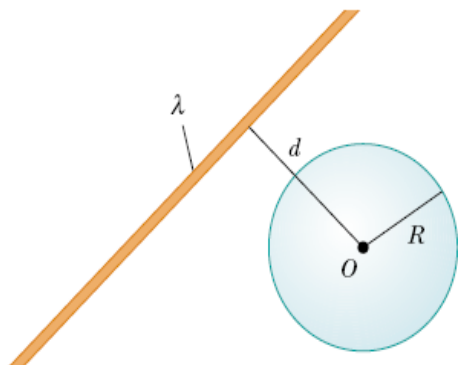
$$\frac{\langle p_i^2 \rangle}{2m} = \frac{k_B T}{2}$$

$$\frac{k_i}{2} \langle q_i^2 \rangle = \frac{k_B T}{2}$$

Onde k_B é a constante de Boltzmann. Qual o princípio físico associado a esse resultado.

- Usando o resultado do item (a), derive a lei de Dulong Petit para um cristal harmônico, que discorre sobre o calor específico do respectivo sólido.

Q10 - Um fio infinitamente longo é carregado com uma densidade de carga linear λ e se encontra a uma distância d do centro da esfera metálica e descarregada, de raio R , conforme ilustra a figura abaixo.

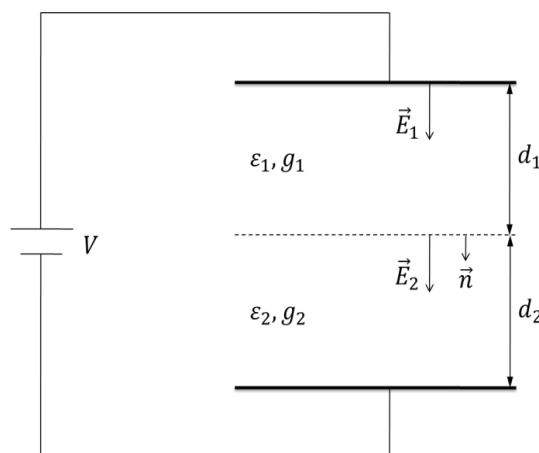


- Determine o campo elétrico dentro da esfera quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d > R$. Justifique sua resposta.
- Determine o fluxo elétrico total através da superfície da esfera de raio R , quando $d < R$.

Q11 - Um capacitor de placas paralelas, separadas pela distância d , é preenchido com dois materiais com permissividades elétricas ϵ_1 e ϵ_2 , condutividades g_1 e g_2 , e espessuras d_1 e d_2 , respectivamente, conforme ilustra a figura ao lado.

Se um potencial V é aplicado ao capacitor, encontre:

- O campo elétrico dentro de cada material.
- O fluxo de corrente através do capacitor.
- A densidade de carga superficial total na interface dos dois materiais.
- A densidade de carga livre na interface dos dois materiais.



Q12 - Considere as equações de Maxwell

$$\nabla \times \vec{B} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial}{\partial t} \vec{E} = \mu_0 \vec{j}, \quad (1)$$

$$\nabla \times \vec{E} + \frac{\partial}{\partial t} \vec{B} = 0, \quad (2)$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \rho, \quad (3)$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0. \quad (4)$$

- Qual o significado físico da Eq. (4)?
- Qual a origem física do termo $\frac{\partial E}{\partial t}$ na Eq. (1)?
- Encontre a equação de onda para o campo elétrico (trabalhando com operadores

diferenciais) na ausência e na presença de fontes.

- d) Propondo uma solução de onda plana para o campo elétrico, determine a relação de dispersão da teoria de Maxwell.
- e) Partindo das equações de Maxwell, obtenha a equação de continuidade.

Candidato	D5	Questão	Q7
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	D5	Questão	Q8
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	D5	Questão	Q9
------------------	-----------	----------------	-----------

Candidato	D5	Questão	Q10
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	D5	Questão	Q11
------------------	-----------	----------------	------------

Candidato	D5	Questão	Q12
------------------	-----------	----------------	------------