



Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Centro de Ciências Físicas e Matemáticas - CFM

Departamento de Física - FSC

Curso de Pós-Graduação em Física – PG - FSC

Exame de Seleção - Prova escrita - 27/10/2009 – Primeiro Semestre de 2010

Nome do Candidato: _____

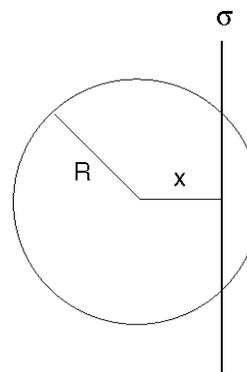
Instruções: A prova consta de 20 (vinte) questões, sendo que o candidato deve escolher entre as opções A ou B de mesma numeração, totalizando 10 (dez) questões a serem respondidas. Os respectivos cálculos devem ser apresentados exclusivamente nos espaços destinados a cada questão escolhida (frente e verso), de maneira objetiva, **sem rasuras**.

ATENÇÃO: Não serão aceitas respostas sem a justificativa detalhada das alternativas assinaladas.



1 A) Um plano muito extenso, uniformemente carregado com densidade superficial de carga σ , intercepta uma superfície Gaussiana de raio R a uma distância x de seu centro, como mostra a Figura. O fluxo de campo elétrico através da superfície Gaussiana é

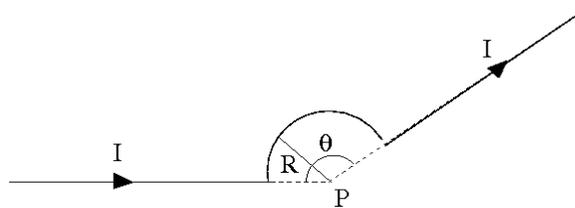
- a) () $\pi R^2\sigma/(2\epsilon_0)$.
- b) () $2\pi R^2\sigma/\epsilon_0$.
- c) () $\pi(R-x)^2\sigma/(2\epsilon_0)$.
- d) () $\pi(R^2-x^2)\sigma/\epsilon_0$.
- e) () $2\pi(R^2-x^2)\sigma/\epsilon_0$.





1 B) O segmento de fio, ilustrado na Figura, possui um arco central de raio R que compreende um intervalo angular θ . Pelo fio passa uma corrente I . A magnitude do campo magnético B no ponto P , localizado no centro do segmento circular, é

- a) () 0.
- b) () $\mu_0 I \theta / ((2\pi)^2 R)$.
- c) () $\mu_0 I \theta / (4\pi R)$.
- d) () $\mu_0 I / (4R)$.
- e) () $\mu_0 I \theta / (\pi^2 R)$.





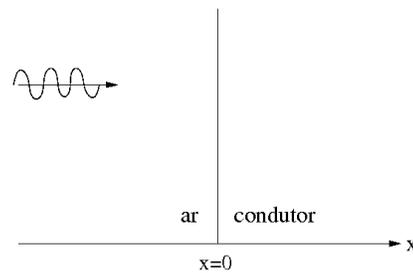
2 A) Deseja-se revestir uma lente de vidro com um filme anti-refletor que possui índice de refração intermediário entre o vidro e o ar. Se o comprimento de onda da luz no filme é λ , a espessura ideal para diminuir a reflexão da lente será

- a) () $\lambda/4$.
- b) () $\lambda/2$.
- c) () λ/π .
- d) () λ .
- e) () $1,5\lambda$.



2 B) Uma onda eletromagnética plana, com campo elétrico descrito por $E = E_0 \cos(kx - \omega t)$, propaga-se no ar até incidir perpendicularmente em um condutor perfeito, localizado em $x = 0$. Na superfície do condutor o campo elétrico E e o campo magnético B são, respectivamente

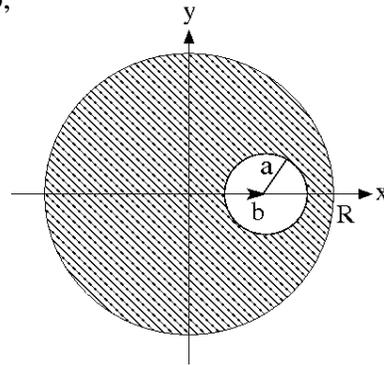
- a) () 0 e 0.
- b) () $2E_0 \cos(\omega t)$ e 0.
- c) () 0 e $(2E_0/c) \cos(\omega t)$.
- d) () $2E_0 \cos(\omega t)$ e $(2E_0/c) \cos(\omega t)$.
- e) () $2E_0 \cos(\omega t)$ e $(2E_0/c) \sin(\omega t)$.





3 A) Um condutor reto, muito longo, cuja seção reta circular tem raio R , é percorrido por uma densidade de corrente uniforme \mathbf{J} , que flui paralelamente a seu eixo, para fora da página. No interior do condutor existe uma cavidade cilíndrica de raio a , cujo eixo é paralelo ao eixo do condutor e fica a uma distância b do mesmo (vide Figura). Suponha que o eixo do condutor é paralelo ao eixo z e o eixo do furo é a reta $x=b$. As componentes x e y do campo magnético \mathbf{B} no eixo da cavidade são, respectivamente

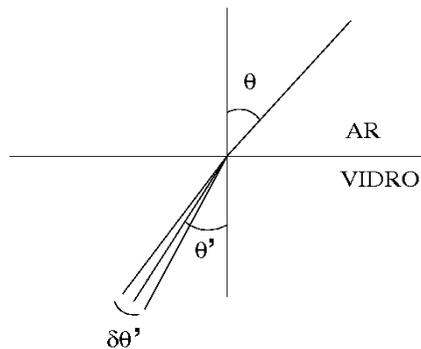
- a) () $\mu_0 J b / 2$, 0.
- b) () $\mu_0 I$, $\mu_0 I$.
- c) () 0 , $\mu_0 J b / 2$.
- d) () $\mu_0 J b / 2$, $\mu_0 J b / 2$.
- e) () $\mu_0 J a$, $\mu_0 J a$.





3 B) Um feixe de luz possui uma pequena dispersão espectral $d\lambda$ em torno do comprimento de onda central λ . O feixe se propaga no vácuo até atingir uma superfície de vidro, com ângulo de incidência θ relativo à normal da superfície. O índice de refração do vidro é dado por $n(\lambda)$. O espalhamento angular $\delta\theta'$ do feixe refratado será dado pelo módulo de

- a) () $(1/n) d\lambda$.
- b) () $[dn(\lambda)/d\lambda] d\lambda$.
- c) () $(1/\lambda) \cdot [d\lambda/dn] d\lambda$.
- d) () $[\text{sen}\theta/\text{sen}\theta'] d\lambda / \lambda$.
- e) () $(\tan\theta'/n) [dn(\lambda)/d\lambda] d\lambda$.





4 A) Um pêndulo consiste de uma massa m ligada a uma haste de comprimento L . A massa é deslocada lateralmente, de modo que a haste faz um ângulo θ_0 com a vertical e é então abandonada. Considerando a resistência do ar desprezível, a tração na haste quando a massa passa pela base do arco é

a) () $[1 - \cos(\theta_0)]mg$.

b) () $[1 - \cos(\theta_0)]2mg$.

c) () $[2 - \cos(\theta_0)]mg$.

d) () $[3 - 2\cos(\theta_0)]mg$.

e) () $\sqrt{3 - 2\cos(\theta_0)}mg$.



4 B) Um caminhão transporta na carroceria uma caixa uniforme de massa m , altura h e base quadrada de lado L . Considerando que a caixa se inclina antes de deslizar (μ_e é o coeficiente de atrito estático), a maior aceleração que o caminhão pode ter sem derrubar a caixa é

- a) () hg/L .
- b) () Lg/h .
- c) () $Lg/2h$.
- d) () $\mu_e g(L/h)$.
- e) () $\mu_e g$.



5 A) Os submarinos se orientam no mar por intermédio de sonares, que são equipamentos que emitem ondas sonoras de altas frequências, cujas reflexões em objetos ou animais são capturadas e analisadas. Considere uma batalha naval onde existe um submarino 1 com velocidade V_1 perseguindo um submarino 2 que se move com velocidade V_2 no mesmo sentido de V_1 . Sendo f_{10} a frequência emitida pelo submarino 1, f_{12} a frequência captada pelo submarino 1 após ser refletida pelo submarino 2 e V_{som} a velocidade do som na água, a expressão que descreve a velocidade do submarino 1 (V_1) é

$$\text{a) () } \frac{\left(\frac{f_{12}}{f_{10}} \frac{1+V_2/V_{SOM}}{1-V_2/V_{SOM}} - 1 \right)}{\left(\frac{f_{12}}{f_{10}} \frac{1+V_2/V_{SOM}}{1-V_2/V_{SOM}} + 1 \right)} \cdot V_{SOM} \cdot$$

$$\text{b) () } \frac{\left(\frac{f_{12}}{f_{10}} \frac{1+V_2/V_{SOM}}{1-V_2/V_{SOM}} + 1 \right)}{\left(\frac{f_{12}}{f_{10}} \frac{1+V_2/V_{SOM}}{1-V_2/V_{SOM}} - 1 \right)} \cdot V_{SOM} \cdot$$

$$\text{c) () } \frac{\left(\frac{f_{12}}{f_{10}} \frac{1-V_2/V_{SOM}}{1+V_2/V_{SOM}} - 1 \right)}{\left(\frac{f_{12}}{f_{10}} \frac{1-V_2/V_{SOM}}{1+V_2/V_{SOM}} + 1 \right)} \cdot V_{SOM} \cdot$$

$$\text{d) () } \frac{\left(1+V_2/V_{SOM} \right)^2}{\left(1-V_2/V_{SOM} \right)^2} \cdot V_{SOM} \cdot$$

$$\text{e) () } \frac{\left(1-V_2/V_{SOM} \right)^2}{\left(1+V_2/V_{SOM} \right)^2} \cdot V_{SOM} \cdot$$



5 B) Um cientista elabora um sistema para medir a profundidade de um poço que consiste de uma caixa acústica de frequência variável direcionada frontalmente (na direção vertical) na abertura do poço. Ao variar a frequência, ele capta duas frequências de ressonância consecutivas f_A e f_B . Considerando que o poço está completamente seco e sendo V_{som} a velocidade do som no ar, a profundidade H do poço é

a) () $\frac{V_{SOM}}{\left(\frac{f_B + f_A}{2}\right)}$.

b) () $\frac{V_{SOM}}{f_B - f_A}$.

c) () $\frac{V_{SOM}}{(2f_B - f_A)}$.

d) () $\frac{V_{SOM}}{4(f_B - f_A)}$.

e) () $\frac{V_{SOM}}{2(f_B - f_A)}$.



6 A) O *medidor de Venturi*, mostrado na figura abaixo, é um dispositivo utilizado para medir a velocidade de escoamento de um fluido em uma tubulação. Considere a situação da figura abaixo, onde um fluido com densidade ρ escoa por uma tubulação com seções retas A e a , de tal forma que $A > a$, além disso, existe um tubo em forma de U contendo um líquido com densidade $\bar{\rho}$ acoplado à tubulação. Sendo h a diferença de nível medida no tubo em forma de U , a velocidade do fluido passando pela seção reta A é

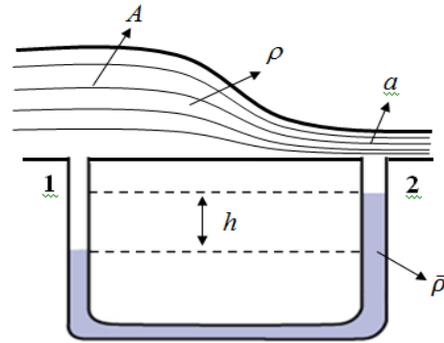
a) () $A \sqrt{\frac{2\bar{\rho}gh}{\rho(a^2 - A^2)}} .$

b) () $A \sqrt{\frac{2\bar{\rho}gh}{\rho(A^2 - a^2)}} .$

c) () $a \sqrt{\frac{2\bar{\rho}gh}{\rho(A^2 - a^2)}} .$

d) () $a \sqrt{\frac{2\rho gh}{\bar{\rho}(A^2 - a^2)}} .$

e) () $a \sqrt{\frac{2\bar{\rho}gh}{\rho(a^2 - A^2)}} .$





6 B) A estação espacial internacional move-se aproximadamente segundo uma órbita circular em torno da Terra. Considerando que ela esteja em média a uma altura $h = 400 \text{ km}$ da superfície da Terra, o intervalo de tempo entre duas passagens consecutivas da estação sobre o mesmo ponto da Terra é aproximadamente igual a

- a) () 80 minutos.
- b) () 90 minutos.
- c) () 100 minutos.
- d) () 120 minutos.
- e) () 150 minutos.



7 A) Uma chaleira contém *1 litro* de água em ebulição. Despeja-se toda água da chaleira numa piscina cheia de água a temperatura ambiente de 27°C . Assuma que a piscina se comporta como um reservatório térmico. Considere as seguintes afirmações:

I – A variação de entropia da água da chaleira é menor que zero ($\Delta S_{\text{água chaleira}} < 0$).

II – A variação de entropia da água da piscina é maior que zero ($\Delta S_{\text{água piscina}} > 0$).

III – A variação de entropia do universo é nula ($\Delta S_{\text{universo}} = 0$).

Analisando-se as afirmações acima, conclui-se que

- a) I e II são corretas.
- b) I e III são corretas.
- c) II e III são corretas.
- d) Apenas II é correta.
- e) Todas são corretas.



7 B) Considere as seguintes afirmações:

I - Um freezer gasta $200 J$ de trabalho por ciclo para manter a temperatura interna a $-8^{\circ}C$ num dia em que a temperatura externa é $40^{\circ}C$. Sendo $5,0$ o seu valor do coeficiente de desempenho, a quantidade de calor rejeitada para o ambiente externo por ciclo é $1000 J$.

II - Num processo de expansão livre de um gás ideal de V_0 a $2V_0$, contido num recipiente de paredes adiabáticas, a energia interna do gás diminui devido à diminuição da temperatura do gás neste processo, já que não existe transferência de calor.

III - No alto de um plano inclinado coloca-se um cilindro maciço. Considere a sua descida plano abaixo na condição em que apenas desliza (quando não há atrito) ou apenas rola (se existir atrito). Sabe-se que se ele apenas deslizar chegará antes até a base do plano do que se apenas rolar.

Analisando-se as afirmações acima, conclui-se que:

- a) () I e II são corretas.
- b) () I e III são corretas.
- c) () II e III são corretas.
- d) () Apenas III é correta.
- e) () Todas são corretas.



8 A) No modelo para o átomo de hidrogênio proposto por Bohr, as únicas órbitas possíveis para o elétron são aquelas cuja circunferência é igual a um número inteiro n de comprimentos de onda de de Broglie do elétron, $\lambda_e = h/p$. Desenvolva este conceito para obter expressões para o raio da órbita e a correspondente energia do elétron em função de n (dica: usar $E_{\text{tot}} = E_{\text{cin}} + E_{\text{pot elétrica}}$). Quais das seguintes afirmações são corretas?

I - O raio da órbita do estado fundamental é 5.3×10^{-11} m.

II - A energia do primeiro estado excitado é -4.3×10^{-18} J.

III - O comprimento de onda do fóton emitido quando o elétron cai do segundo estado excitado para o estado fundamental é 656 nm.

- a) () Todas.
- b) () Somente a segunda.
- c) () A primeira e a terceira.
- d) () Somente a terceira.
- e) () Nenhuma.



8 B) Um feixe de luz monocromático com $\lambda=450$ nm incide sobre um catodo metálico arrancando elétrons que se afastam com velocidade 7.3×10^5 m/s. Qual a função trabalho do metal do catodo e qual o comprimento de onda da luz que devemos incidir sobre o catodo para que os elétrons arrancados tenham velocidade de 2×10^5 m/s?

- a) () 4.3 eV e 254 nm.
- b) () 2.4 eV e 518 nm.
- c) () 2.8 eV e 450 nm.
- d) () 1.3 eV e 518 nm.
- e) () nenhuma das anteriores.



9 A) Uma esfera de raio 8×10^8 m emite radiação de corpo negro. O fluxo total de energia a uma distância de 5×10^{11} m da esfera é 348 W/m^2 . A temperatura, a potência total emitida pelo corpo negro, e o comprimento de onda onde a emissão de corpo negro é máxima são, respectivamente:

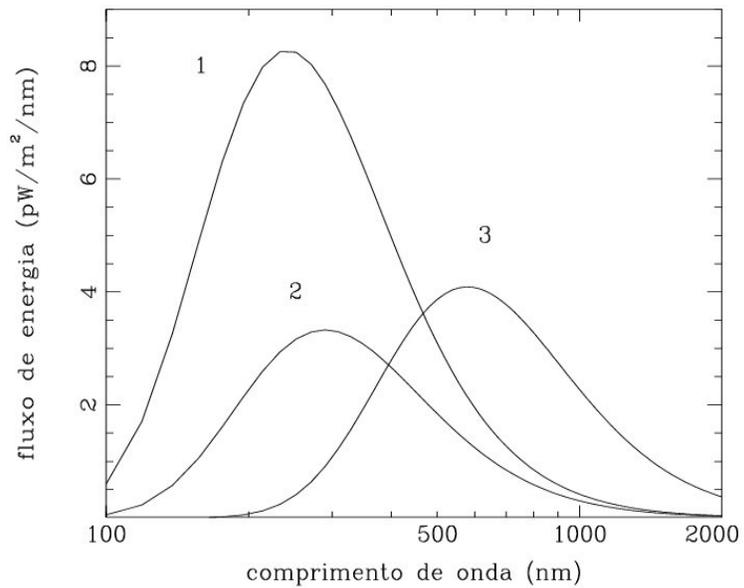
- a) () 4600 K , 2.1×10^{26} W , 624 nm.
- b) () 5500 K , 2.1×10^{26} W , 527 nm.
- c) () 7000 K , 1.6×10^{27} W , 527 nm.
- d) () 5500 K , 2.1×10^{27} W , 336 nm.
- e) () 7000 K , 1.1×10^{27} W , 414 nm.



9 B) Três esferas gasosas de mesmo tamanho emitem radiação de corpo negro. Elas estão a distâncias distintas do observador. A figura abaixo mostra o fluxo de energia em função do comprimento de onda proveniente de cada esfera conforme medido pelo observador.

Qual das esferas está mais próxima do observador ? Qual a temperatura de corpo negro da esfera 2?

- a) () esfera 1 , 5000 K.
- b) () esfera 3 , 8000 K.
- c) () esfera 2 , 10000 K.
- d) () esfera 1 , 8000 K.
- e) () esfera 3 , 10000 K.





10 A) Assuma que os elétrons livres num fio condutor de cobre se comportam como um gás completamente degenerado e não relativístico. Sabendo que a densidade de elétrons livres no cobre é 8.5×10^{28} átomos/m³, a máxima energia e o máximo momento para os elétrons deste gás são, respectivamente:

- a) () 7.1 eV , 1.4×10^{-24} N s .
- b) () 4.1 eV , 1.0×10^{-24} N s .
- c) () 3.3 eV , 1.0×10^{-24} N s .
- d) () 1.5 eV , 6.6×10^{-25} N s .
- e) () nenhuma das anteriores .



10 B) Um observador em repouso em relação a uma fonte de luz mede o comprimento de onda da radiação emitida λ_0 . Quando a lâmpada se afasta do observador com velocidade v , o comprimento de onda medido passa a ser λ' . A razão λ'/λ_0 pode ser escrita como:

a) () $\sqrt{1-(v/c)^2}$.

b) () $\frac{1}{\sqrt{1-(v/c)^2}}$.

c) () $\sqrt{\frac{1+(v/c)}{1-(v/c)}}$.

d) () $\sqrt{\frac{1-(v/c)}{1+(v/c)}}$.

a) () nenhuma das anteriores .



FORMULÁRIO

Utilizar $g \approx 10 \text{ m/s}^2$.

Raio da Terra: $R_T \approx 6 \times 10^6 \text{ m}$.

Massa da Terra: $M_T \approx 6 \times 10^{24} \text{ kg}$.

Constante gravitacional universal: $G \approx 6 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$.

Calor específico da água = $4,2 \times 10^3 \text{ J/kgK}$.

O momento de inércia do centro de massa em torno do eixo de rotação para um cilindro maciço é dado por $I_{CM} = \frac{1}{2} MR^2$.

cte. de Wien = $2,9 \times 10^{-3} \text{ m.K}$.

$h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ J.s} = 4,1 \times 10^{-15} \text{ eV.s}$ = cte de Planck.

$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ = velocidade da luz.

$k = 1,4 \times 10^{-23} \text{ J/K}$ = cte. de Boltzmann.

$m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$ = massa do elétron.

$p_F = h/2 (3n_e/\pi)^{1/3}$ = momento de Fermi.

$E = hc/\lambda$ = energia de um fóton de compr. onda λ .

$B_\lambda(T) = (2hc^2/\lambda^5) 1/(e^x-1)$ = função de Planck.

$x = (hc/\lambda kT) = (1,44 \times 10^{-2} / \lambda T)$ = argumento da função de Planck.

Fórmula para o cálculo do campo magnético $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$, $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$.

Relação entre os campos \vec{E} , \vec{B} e o vetor de onda \vec{k} , para uma onda eletromagnética plana

$$\vec{B} = \sqrt{\mu_0 \epsilon_0} \hat{k} \times \vec{E} = \frac{\hat{k} \times \vec{E}}{c} .$$

Fórmula de Snell $\text{sen} \theta_1 n_1 = \text{sen} \theta_2 n_2$.

A equação geral do efeito Doppler para fonte e observador em movimento é dada por

$$f = f_0 \frac{\left(1 \pm \frac{u}{v}\right)}{\left(1 \mp \frac{V}{v}\right)} , \text{ onde } u \text{ é a velocidade do observador, } V \text{ é a velocidade da fonte e } v \text{ a}$$

velocidade da onda.

A equação de Bernoulli é dada por $P + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho gh = \text{cte}$.

A variação da pressão com a profundidade de um fluido é dada por $P = P_0 + \rho gh$.

A equação da continuidade é dada por $Av = \text{cte}$.

Pela Lei da Gravitação de Newton, nas proximidades da superfície da Terra $g = \frac{GM_T}{R_T^2}$.

A Terceira Lei de Kepler é dada por $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} r^3$.

Para converter temperatura de graus Celsius para Kelvin: $T_K = 273 + T_C$.

A variação de entropia é dada por $\Delta S = \int dS$, onde $dS = \frac{dQ}{T}$.