

# PISM PROGRAMAS DE INGRESSO 2018

Módulo

# 3

2º DIA

# FÍSICA

## NOTAS

1  
2  
3  
4  
5

**ufjf**  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE JUIZ DE FORA

ARBITRÁRIO  
INSCRIÇÃO  
COLE AQUI A ETIQUETA

UFJF - PISM 2018 - 3 - PROVA 2 (FÍSICA)

NOME LEGÍVEL: .....

ASSINATURA: .....

INSCRIÇÃO:

						-		
--	--	--	--	--	--	---	--	--

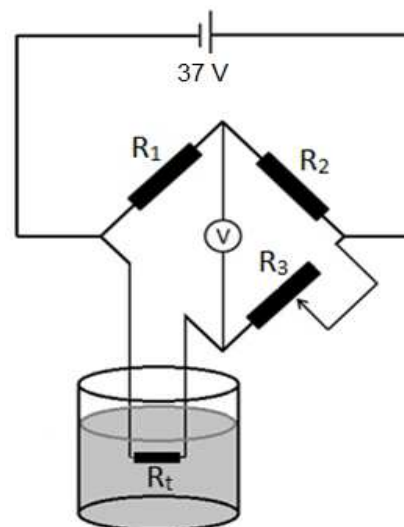
ATENÇÃO, FISCAL: NÃO CORTAR O CANHOTO ANTES DE ETIQUETAR E CONFERIR TODAS AS PROVAS

**ATENÇÃO:**

1. Suas respostas devem estar escritas obrigatoriamente com **caneta esferográfica azul ou preta**, de corpo transparente.
2. **ESCREVA SEU NOME E ASSINE SOMENTE NO ESPAÇO PRÓPRIO DA CAPA.**
3. **NÃO FAÇA NAS DEMAIS PÁGINAS QUALQUER MARCA PARA ALÉM DO SEU TEXTO.** Qualquer tipo de identificação pessoal do candidato nas folhas de questões acarretará sua eliminação.
4. Não ultrapasse o espaço que está pautado nas questões.

Na solução da prova, use, quando necessário:  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $\pi = 3,14$ ,  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$

**QUESTÃO 1** - Em uma aula no Laboratório de Ciências da UFJF, os alunos devem acompanhar o aquecimento da água utilizando um termorresistor. O termorresistor utilizado na aula é um resistor cuja resistividade varia com a temperatura de acordo com a relação  $R_t = 100[1 + \gamma T] \Omega$ , onde  $R_t$  é a resistência na temperatura  $T$  (a ser medida) e  $\gamma$  é a sensibilidade da termorresistência. Os alunos devem construir seu termômetro utilizando o circuito elétrico representado ao lado. No esquema,  $R_3$  é uma resistência que pode ser variada de tal forma que a tensão elétrica medida pelo voltímetro  $V$  seja nula a uma dada temperatura. Com base nessas informações, faça o que se pede.



a) Determine  $R_t$  em função de  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ .

Nesta ponte de Wheatstone podemos considerar a corrente através do voltímetro como sendo aproximadamente nula. Então, seja  $I_1$  a corrente que passa pelos resistores  $R_1$  e  $R_2$ , e  $I_2$  a corrente que passa pelos resistores  $R_t$  e  $R_3$ , temos

$$I_1 = \frac{37V}{R_1 + R_2} \quad I_2 = \frac{37V}{R_t + R_3}$$

A ddp sobre um resistor é dada pelo produto do valor de sua resistência pela corrente que passa por ele. Além disso,

como a tensão medida pelo voltímetro é nula, as ddp's sobre os resistores  $R_1$  e  $R_t$  devem ser iguais

$$R_t \cdot \frac{37V}{R_t + R_3} = R_1 \cdot \frac{37V}{R_1 + R_2}$$

Logo:

$$R_t = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_2}$$

(valor 2,0 pontos)

Outras formas de deduzir esta expressão foram aceitas pela banca, inclusive a menção direta a partir da identificação da ponte de Wheatstone

b) Sabendo que a sensibilidade da termoresistência é igual a  $0,4 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , determine a temperatura da água quando  $R_3 = 3700 \Omega$ , e  $R_2 = R_1 = 1000 \Omega$ .

Substituindo os valores na fórmula encontrada no item (b) temos

$$R_t = \frac{1000 \Omega \cdot 3700 \Omega}{1000 \Omega} = 3700 \Omega \quad (\text{valor 1,0 ponto})$$

$$3700 \Omega = 100(1 + 0,4 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot T) \Omega$$

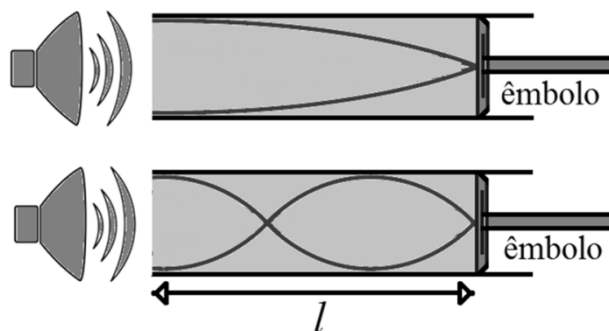
$$T = 90 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\text{valor 1,0 ponto})$$

c) Nas mesmas condições anteriores, determine a corrente que passa por  $R_t$ , sabendo que a tensão elétrica fornecida pela fonte é igual a 37 V.

Substituindo mais uma vez temos

$$I_2 = \frac{37V}{R_t + R_3} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ A} \quad (\text{valor 1,0 ponto})$$

**QUESTÃO 2** -Em um determinado experimento sobre ondas estacionárias emprega-se um longo tubo oco de vidro, um alto-falante, cuja frequência do som pode ser sintonizada, e um êmbolo móvel. Uma onda sonora produzida na extremidade aberta do tubo propaga-se por ele até atingir a extremidade oposta, onde é refletida de volta na parede do êmbolo. Ao retornar, a onda refletida interfere com a onda incidente e então, dependendo da frequência do som produzido, forma-se um modo de vibração harmônico. No interior do tubo sonoro, se desprezarmos o que ocorre nas extremidades, a amplitude do deslocamento de ar da onda sonora estacionária pode ser representada pela figura. Aparecem regiões de amplitude máxima (os ventres) intercalados por regiões de amplitude mínima (os nós). Devido às condições desse experimento, para um tubo de comprimento  $l$ , com uma extremidade aberta e a outra fechada, as frequências de ressonância, ou frequências das ondas estacionárias observadas, correspondem aos comprimentos de onda dados por:  $\lambda_m = \frac{4l}{m}$  (com  $m = 1, 3, 5$ , etc). Considere que a velocidade de som no ar seja  $v = 340$  m/s.



a) Considerando que o tubo descrito acima tem 125 cm de comprimento, calcule a frequência fundamental da onda estacionária gerada dentro dele.

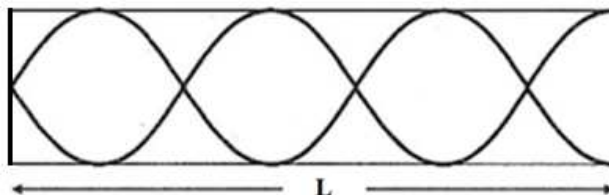
Na frequência fundamental o comprimento do tubo corresponde a  $\frac{1}{4}$  do comprimento de onda, logo

$$\lambda_1 = 4 \cdot 1,25m = 5 \text{ m} \quad (1,0 \text{ ponto})$$

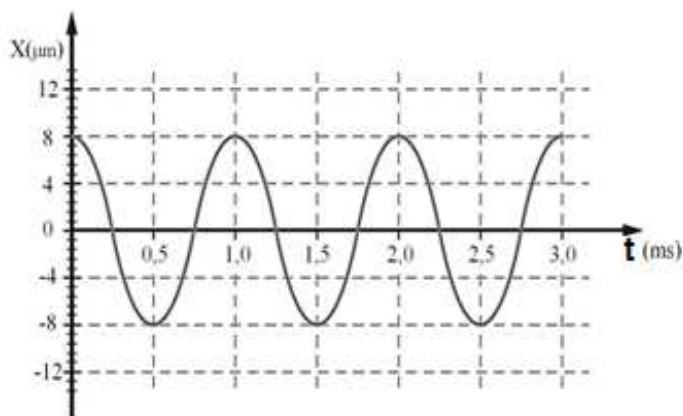
Sabendo que  $v = \lambda \cdot f$ , e substituindo os valores temos

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = 68 \text{ Hz} \quad (1,0 \text{ ponto})$$

b) Para outro experimento, agora num tubo de comprimento  $L$ , observa-se a onda estacionária da figura abaixo.



O valor do deslocamento  $X(t)$  das moléculas de ar na posição de um dos ventres dentro do tubo pode ser representado pelo gráfico abaixo. Nesta situação, determine o comprimento do tubo utilizado nesta experiência.



Lendo o gráfico ao lado, vemos que  $T = 1,0$  ms

$$f = \frac{1}{T} = 10^3 \text{ s}^{-1} \quad (1,0 \text{ ponto})$$

$$\lambda = \frac{v}{f} = 0,340 \text{ m} \quad (1,0 \text{ ponto})$$

Vendo o gráfico acima contamos  $\frac{7}{4}$  de comprimento de onda, logo

$$L = \frac{7}{4} \lambda = 0,595 \text{ m} \quad (1,0 \text{ ponto})$$

**QUESTÃO 3** -Neste ano de 2017 o acidente radiológico de Goiânia completa o 30º aniversário. Naquela ocasião, um aparelho abandonado de radioterapia foi violado, expondo o material radioativo Césio-137, que foi manipulado por várias pessoas, resultando em 4 vítimas fatais logo em seguida ao acidente, e na contaminação de 13500 Kg de material (lixo radioativo). O Césio-137 emite radiação  $\beta^-$  (elétrons) e Gama, dando como produto final o Bário-137, que é estável e não radioativo. A meia vida do Césio-137 é de aproximadamente 30 anos. As massas atômicas do Césio-137 e do Bário-137 são respectivamente de 136,9070 g/mol e 136,9058 g/mol. Um mol corresponde a  $6,0 \times 10^{23}$  átomos. Para cada decaimento do Césio-137 para Bário-137, a diferença de massa entre os elementos inicial e final é convertida em energia segundo a famosa fórmula de Einstein.

a) Qual a energia liberada pelo decaimento de um único átomo de Césio-137? Expresse o resultado em Joules.

Primeiramente deve-se calcular a diferença das massas atômicas em Kg

$$\Delta m = \frac{(136,9070 - 136,9058) 10^{-3} \text{kg}}{6,0 10^{23}} = 2,0 10^{-30} \text{Kg} \quad (1,0 \text{ ponto})$$

A relação de Einstein dá então

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 2,0 10^{-30} \text{Kg} \cdot (3,0 10^8 \text{m/s})^2 = 18 \cdot 10^{-14} \text{J} \quad (2,0 \text{ pontos})$$

b) Sabendo que a amostra do acidente de Goiânia correspondia aproximadamente a 2/3 de um mol, quantos átomos da amostra já emitiram radiação nos últimos 30 anos? Qual a energia total liberada até agora? Expresse o resultado em Joules.

Como a meia vida do isótopo é de 30 anos, e se passaram exatamente 30 anos, podemos afirmar que metade dos átomos já emitiram radiação:

$$N = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} \text{ mol} = 2 \cdot 10^{23} \text{ átomos} \quad (1,0 \text{ pontos})$$

Este número de átomos multiplicado pela energia liberada por cada átomo calculada no item (a) dá

$$\text{Energia total} = N \cdot E = 36 \cdot 10^9 \text{J} \quad (1,0 \text{ pontos})$$

**QUESTÃO 4** -Suponha que cada metro quadrado de um painel solar fotovoltaico, instalado em Juiz de Fora, produza 2,0 kWh de energia por dia. Uma família deseja instalar painéis solares para alimentar os aparelhos dentro de casa sem necessitar pagar excedentes à companhia de energia local. Supondo que a energia produzida durante o dia possa ser armazenada para ser usada também à noite, pergunta-se:

a) Sabendo-se que o consumo médio dessa residência é de 180 kWh por mês (trinta dias), quantos metros quadrados de painéis solares são necessários instalar, no mínimo?

O consumo diário será de  $\frac{180 \text{ kWh}}{30 \text{ dias}}$  que é igual a  $6 \text{ kWh/dia}$

Fazendo uma regra de três:

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^2 &\rightarrow 2,0 \frac{\text{kWh}}{\text{dia}} \\ x &\rightarrow 6,0 \frac{\text{kWh}}{\text{dia}} \\ x &= 3 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

(2,0 pontos)

b) Calcule a potência média consumida pela casa, dado o consumo declarado no item (a).

$$P = \frac{6 \text{ kWh}}{24 \text{ h}} = 250 \text{ W}$$

(1,0 ponto)

(outras unidades de potência também foram aceitas pela banca)

c) Supondo que, num dado instante, os aparelhos da casa estejam consumindo ao todo exatamente a potência calculada no item (b), qual a corrente que está sendo fornecida nesse instante aos aparelhos, se a tensão dos aparelhos é de 120 V?

$$P = V \cdot I$$

$$I = \frac{250 \text{ W}}{120 \text{ V}} = 2,08 \text{ A}$$

(2,0 pontos)

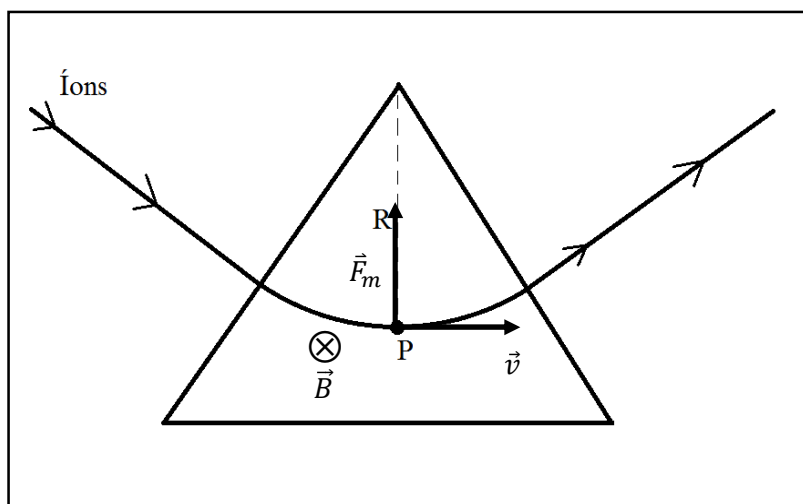
**QUESTÃO 5** -A espectrometria de massas tem sido utilizada para uma enorme variedade de aplicações, como a datação de rochas, a elucidação de estrutura de compostos químicos, e até o monitoramento da qualidade de processos químicos industriais. Para analisar a composição de um gás, primeiramente é necessário submetê-lo a uma descarga elétrica para produzir íons daquele gás. Os íons produzidos são acelerados por uma diferença de potencial  $U$ , e adquirem uma energia cinética  $E = qU$ , onde  $q$  é a carga do íon. Os íons são então direcionados para uma região com um campo magnético uniforme, representada pela área triangular da figura do item (b). Na região do campo magnético, os íons percorrem uma trajetória circular de raio  $R$ . Vamos supor que o espectrômetro opere com uma tensão de aceleração dos íons  $U = 960$  Volts, e que o raio da trajetória circular seja  $R = 20$  cm. O módulo da carga do elétron vale  $q = 1,6 \times 10^{-19}$  C. Deseja-se analisar íons de  $\text{Ne}^+$ , sendo que a massa  $m$  do íon vale aproximadamente 20 g/mol, e um mol equivale a  $6,0 \times 10^{23}$  átomos. Com base nessas informações, faça o que se pede:

a) Escreva uma expressão para a velocidade dos íons em função de  $q$ ,  $m$  e  $U$ . Não é necessário levar em conta efeitos relativísticos.

Dado que a energia cinética é escrita como

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = q \cdot U \text{Então } v = \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot U}{m}} \quad (1,5 \text{ pontos})$$

b) Considerando o ponto P da figura, desenhe o vetor velocidade do íon ( $\vec{v}$ ), o vetor campo magnético ( $\vec{B}$ ) e o vetor força magnética ( $\vec{F}_m$ ) de tal forma que a trajetória seja circular naquele ponto. Para vetores entrando ou saindo do plano da página, use a seguinte notação:  $\otimes$  entrando no plano da página, e  $\odot$  saindo do plano da página.



(1,5 pontos)

c) Calcule o valor do módulo do campo magnético no ponto P para que a trajetória dos íons seja circular.

Sendo a força magnética igual a  $q \cdot v \cdot B \cdot \sin \theta$  e  $\theta = 90$  graus, devemos igualá-la à força centrípeta

$$q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

A velocidade é dada pela resposta do item (a), então

$$B = \frac{1}{R} \sqrt{2 \cdot U \cdot \frac{m}{q}} \quad (1,0 \text{ pontos})$$

Calculando a massa atômica em Kg e substituindo os demais valores temos

$$B = \frac{1}{0,20 \text{ m}} \sqrt{\frac{2 \cdot 960 \text{ V} \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 6,0 \cdot 10^{23}}} = 10^{-1} \text{ T} \quad (1,0 \text{ pontos})$$

## **INSTRUÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA PROVA DISCURSIVA**

***Antes de abrir esse caderno, leia atentamente as instruções.***

### ***Antes da prova:***

- Não use em sala: boné, chapéu, chaveiros de qualquer tipo, óculos escuros, relógio e similares.
- Se você possui cabelos compridos, mantenha-os presos, deixando as orelhas descobertas.
- Mantenha com você somente materiais de escrita, documento de identificação, alimentos, água (em garrafa transparente) e medicamentos, se necessário. Tudo o mais que trouxer deve ficar no saco plástico que você recebeu, amarrado e colocado embaixo da cadeira.
- **Assine a lista de presença** com a assinatura idêntica à da sua identidade.
- Se solicitado pelo Fiscal, assine a Ata de Abertura do Lacre da pasta que contém as provas.
- Quando autorizado, **vire o caderno e preencha os dados na capa.**
- **Abra seu caderno e confira** se sua prova tem **5 questões**. Caso haja algum problema, solicite imediatamente a substituição de seu caderno de questões.
- Você terá **4 horas e 30 min** para fazer as provas de hoje. Você só pode sair da sala **1h e 30min** depois do início do exame.
- **Será excluído do concurso o candidato que for flagrado portando ou mantendo consigo celular e/ou aparelho e componente eletrônico.**

### ***Durante a prova:***

- Suas respostas devem estar escritas obrigatoriamente com **caneta esferográfica azul ou preta**, de corpo transparente.
- **Devolva ao fiscal esse caderno de questões completo. Se não fizer isso, sua prova não será corrigida.**
- **Se as folhas do seu caderno se soltarem, por algum motivo, peça ao fiscal que as grampeie novamente.**
- Os três últimos candidatos deverão permanecer até o final da prova para assinar a Ata de Encerramento do exame.
- Comunique aos fiscais qualquer irregularidade observada durante a realização da prova. Se eles não tomarem as devidas providências, solicite a presença do Coordenador do Setor ou fale com ele depois que você sair da sala.