

Na solução da prova, use quando necessário:

- Velocidade da luz no vácuo $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$
- Permeabilidade magnética do vácuo $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \times \text{m} / \text{A}$
- Constante eletrostática no vácuo $K = 9 \times 10^9 \text{ N} \times \text{m}^2 / \text{C}^2$

Questão 1 – Considere uma esfera condutora de raio $R = 1 \text{ m}$ eletrizada e situada no vácuo. Em um ponto (p) à distância $d = 3 \text{ m}$ do centro da esfera, o campo elétrico tem intensidade $E = 9,0 \times 10^9 \text{ V} / \text{m}$. Com base nessas informações:

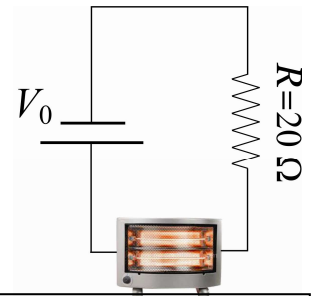
- a) calcule a carga elétrica q distribuída na superfície da esfera. Admita $q > 0$.

- b) calcule o potencial elétrico no ponto P a uma distância $d = 3 \text{ m}$ do centro da esfera, tomando-o nulo no infinito.

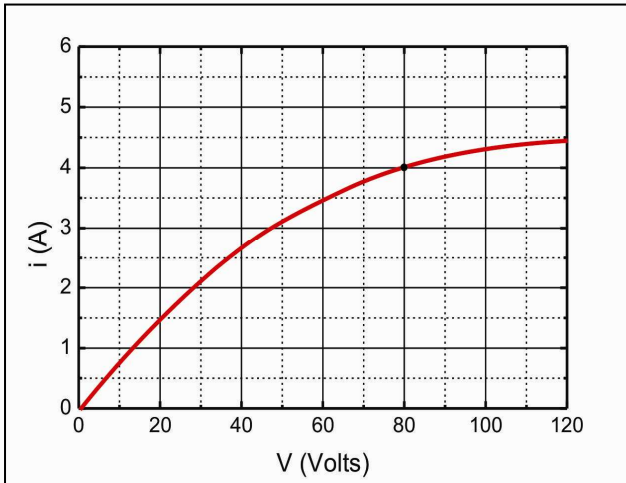
- c) qual o valor do campo elétrico no interior da esfera? Justifique sua resposta.

- d) calcule o potencial elétrico em qualquer ponto da superfície e do interior da esfera.

Questão 2 – A figura ao lado mostra um circuito elétrico que contém uma fonte de tensão V_0 e um aquecedor elétrico residencial ligado em série com uma resistência ôhmica $R = 20 \Omega$. A resistência foi escolhida para que a potência dissipada no aquecedor elétrico seja igual à potência dissipada no resistor.



- a) O gráfico da figura abaixo mostra a curva característica do aquecedor elétrico, fornecida pelo fabricante. Represente a curva característica $i \times V$ do resistor na mesma escala do gráfico abaixo. Justifique sua resposta.

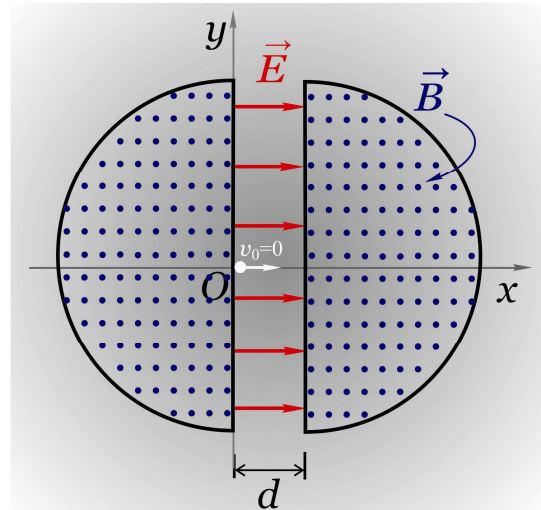


Justificativa da resposta

- b) A partir do gráfico, determine a corrente i_0 e a diferença de potencial V_0 para as quais a potência dissipada no aquecedor elétrico seja igual à potência dissipada no resistor. Justifique sua resposta.

- c) Calcule a potência P_0 , em Watts, que o aquecedor elétrico dissipará nas condições do item (b).

Questão 3 – O ciclotron foi inventado por E. O. Lawrence e M. S. Livingston, em 1932, para acelerar partículas como prótons e dêuterons, até energias cinéticas elevadas. Essas partículas com alta energia são utilizadas para bombardear outros núcleos, permitindo, assim, estudos sobre a estrutura nuclear ou até mesmo a produção de materiais radioativos para serem usados na medicina. A figura ao lado mostra um esquema simplificado desse equipamento. Uma partícula de massa $m = 6,0 \times 10^{-24} \text{ kg}$ e carga $q = +12,0 \times 10^{-9} \text{ C}$ encontra-se em repouso no ponto O da figura. Um campo elétrico, constante e uniforme de módulo $E = 10 \text{ N/C}$, acelera a partícula entre duas placas planas e paralelas separadas pela distância $d = 1,0 \times 10^{-6} \text{ m}$. A partícula entra numa região de campo magnético constante e uniforme, de módulo $B = 1,0 \times 10^{-6} \text{ T}$, que está saindo do papel.



- a) Calcule a velocidade da partícula imediatamente antes de entrar na região de campo magnético.

- b) Calcule o raio R da primeira trajetória circular que a partícula descreve na região de campo magnético.

- c) Na região de campo magnético, o sentido da trajetória circular da partícula será horário ou anti-horário? Justifique sua resposta.

- d) O que deve ocorrer com o raio da trajetória circular quando a massa da partícula é aumentada? Justifique sua resposta.

Questão 4 – Numa tarde de verão, o pai de duas crianças resolve ensiná-las a construir um telefone de brinquedo. Para isso, ele utiliza dois copos plásticos furados na base e um fio de nylon de comprimento $6,0\text{ m}$ e diâmetro $0,5\text{ mm}$. O fio de nylon é amarrado na base dos copos através dos furos e depois esticado com uma tração $T = 1,0\text{ N}$. Quando uma das crianças fala próximo ao copo, uma vibração mecânica é transferida do ar para o copo que, por sua vez, é transferida para o fio de nylon. Essas vibrações são, principalmente, ondas mecânicas transversais que se propagam de uma extremidade a outra do fio, o que possibilita que a segunda criança escute a fala da primeira. Sabendo que a densidade linear do fio de nylon vale $235,2 \times 10^{-3}\text{ g/m}$:

- a) calcule a velocidade das ondas mecânicas transversais que se propagam nesse fio.

- b) calcule o tempo necessário para a onda mecânica transversal alcançar a outra extremidade do fio. Despreze o tempo necessário para a onda se propagar do ar para o copo e do copo para o fio.

- c) se for usado um fio de nylon de mesmo comprimento, mas de diâmetro $0,3\text{ mm}$, qual será a nova densidade linear do fio e qual será a nova velocidade de propagação das ondas mecânicas transversais no mesmo?

Questão 5 – Suponha que um amigo seu, que nasceu no mesmo dia e hora que você nasceu, a bordo de uma nave espacial, tenha viajado com velocidade constante até um planeta que está a 4 anos-luz da Terra e imediatamente retorne. Ele afirma que a viagem toda durou 6 anos. Baseado no conceito relativístico da dilatação dos tempos, calcule:

a) a velocidade da nave.

b) o tempo total da viagem no referencial da Terra.

c) a diferença de idade entre vocês dois quando voltarem a se encontrar.