



Importante: Leia, atentamente, todo o enunciado antes de responder. Justifique todas as respostas.

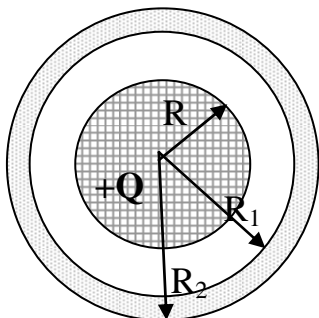
I

Um corpo de massa $m = 1$ kg ligado a uma mola de constante elástica $K = 100$ N/m oscila sob acção de uma força externa sinusoidal de valor máximo 10 N e frequência angular 6 rad/s. A constante de amortecimento do sistema é igual a 2 kg/s.

- Escreva a expressão da força externa em função do tempo.
- Determine a amplitude das oscilações forçadas.
- Se a força externa deixar de actuar, ao fim de quanto tempo a amplitude passa para metade do valor inicial.

II

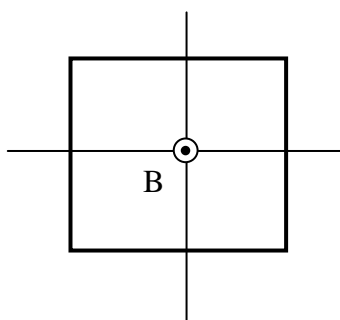
Considere uma esfera condutora de raio R com uma carga total $+Q$. Concêntrica com esta esfera está uma coroa esférica condutora de raios interno R_1 e externo R_2 , com carga total nula, conforme mostra a figura.



- Calcule o campo eléctrico e o potencial em todo o espaço (nas 4 regiões do espaço: $r < R$, $R < r < R_1$, $R_1 < r < R_2$, $r > R_2$).
- Faça um esboço da distribuição de carga no sistema. Justifique.
- Calcule a capacidade do sistema.

III

Uma espira quadrada de 10 cm de lado está fixa no espaço. O fio tem uma resistência de 10Ω e o campo magnético varia no tempo de acordo com $B = 1 + 0,8t$ (T). Determine:

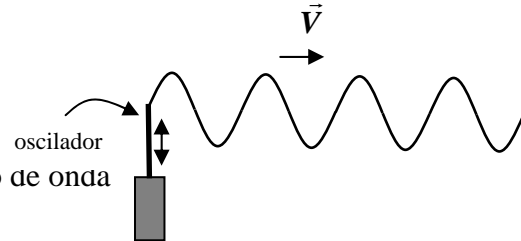


- O fluxo do campo magnético através da espira no instante $t = 0$ s.
- A f.e.m. induzida na espira.
- O sentido e a intensidade da corrente eléctrica induzida. Represente de forma clara o sentido da corrente.

IV

Uma onda harmónica propaga-se ao longo de uma corda, como mostra a figura. O oscilador que gera esta onda completa 40.0 oscilações em 20 s. A distância entre as posições máxima e mínima do oscilador é de 20 cm. Um dado máximo (crista) da onda percorre 400 cm de corda em 10.0 s. No instante $t = 1$ s um ponto da corda a 50 cm da extremidade ligada ao oscilador tem um deslocamento de 5 cm e move-se para baixo.

- a) Calcule a amplitude
- b) Calcule o comprimento de onda
- c) Calcule a frequência angular
- d) Calcule a fase inicial e escreva a função de onda



Considere a sobreposição de duas ondas iguais à acima descrita, deslocando-se em sentidos contrários numa corda solta numa extremidade

- e) Qual o tipo de onda resultante ? Escreva a sua função de onda.

Formulário

$$\vec{F}_{el} = -k\vec{x} ; x(t)=A \cos(\omega t+\delta); \omega = \sqrt{k/m}; \omega = 2\pi/T; f = 1/T; \theta(t) = \theta_0 \cos(\omega t+\delta)$$

$$\omega = \sqrt{g/l} ; E_c = (1/2)mv^2; E_p = (1/2)kx^2$$

$$\vec{F} = -k\vec{x} - b\vec{v}; x(t)=A_0 e^{-(b/2m)t} \cos(\omega t+\delta); \omega = \sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{b}{2m}\right)^2};$$

$$\vec{F} = -k\vec{x} - b\vec{v} + \vec{F}_{ext}; F_{ext}=F_0\cos(\omega t); x(t)=A\cos(\omega t+\delta); A = \frac{F_0/m}{\sqrt{(\omega_f^2 - \omega_0^2)^2 + \left(\frac{b\omega_f}{m}\right)^2}}$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\rho_{lin}}}; y(x,t) = A \operatorname{sen}\left[2\pi\left(\frac{x}{\lambda} \pm \frac{t}{T}\right)\right] = A \operatorname{sen}(kx \pm \omega t); f' = f \left(\frac{1 \pm \frac{v_o}{v_s}}{1 \mp \frac{v_f}{v_s}} \right);$$

$$y(x,t) = \left(2A \cos\frac{\Phi}{2}\right) \operatorname{sen}\left(kx - \omega t + \frac{\Phi}{2}\right); y(t) = 2A \cos\left(\frac{\omega_1 - \omega_2}{2}t\right) \operatorname{sen}\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2}t\right);$$

$$y(x,t) = (2A \operatorname{sen} kx) \cos \omega t$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \vec{e}_r \quad \oint \vec{E} \cdot \vec{n} dS = \frac{Q}{\epsilon_0} \quad \Delta V = -\int \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad \vec{E} = -\vec{\nabla} V \quad C = \frac{Q}{V} \quad R = \frac{V}{I}$$

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\vec{s} \times \vec{e}_r}{r^2} \quad \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I \quad \vec{F}_B = q\vec{v} \times \vec{B} \quad \mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\epsilon_0 = 8.8542 \times 10^{12} C^2 / N \cdot m^2 \quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} T \cdot m / A$$

Constantes:

$$e = 1,602 \times 10^{-19} C ; \text{massa electrão} = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{massa próton} = 1,673 \times 10^{-27} \text{ kg}; \text{massa neutrão} = 1,675 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}; k = 1/4\pi\epsilon_0 = 8,988 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2};$$

$$M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}; R_T = 6,37 \times 10^6 \text{ m}; D_{T-S} = 1,496 \times 10^{11} \text{ m}; M_S = 1,991 \times 10^{30} \text{ kg}$$