

Um cilindro longo de raio R tem uma magnetização paralela ao seu eixo de simetria (\hat{z}) que cresce linearmente com a distância s ao eixo ($\vec{M} = ks\hat{z}$).

- Calcule os campos \vec{B} e \vec{H} dentro e fora do cilindro, como funções de s . Explique convenientemente os seus cálculos.
- Qual a densidade volúmica de energia desta configuração?

Um condensador plano carregado (campo eléctrico uniforme entre armaduras $\vec{E} = E\hat{z}$) é colocado num campo magnético uniforme $\vec{B} = B(\hat{x} + \hat{z})$.

- Calcule o momento linear electromagnético armazenado no interior do condensador.
- Imagine que o campo magnético é progressivamente diminuído até se anular. O que acontece ao momento linear armazenado nos campos? Qual o impulso mecânico transmitido às placas do condensador neste processo? Explique convenientemente o seu raciocínio e os seus cálculos.

Considere um condutor óhmico ($\vec{j} = \sigma \vec{E}$) electricamente neutro.

a) Obtenha a partir das equações de Maxwell as equações de onda que descrevem a propagação dos campos \vec{B} e \vec{E} (segundo x) neste meio material.

b) As equações pedidas na alínea anterior admitem soluções particulares de tipo onda plana

$$(\vec{\tilde{E}} = \vec{\tilde{E}}_0 e^{i(\tilde{k}x - \omega t)}, \vec{\tilde{B}} = \vec{\tilde{B}}_0 e^{i(\tilde{k}x - \omega t)} \text{ e } \tilde{k} = k_+ + ik_-, \text{ sendo } k_{\mp} = \omega \sqrt{\frac{\epsilon\mu}{2}} \left[\sqrt{1 + \left(\frac{\sigma}{\epsilon\omega}\right)^2} \mp 1 \right]^{1/2}).$$

Obtenha a relação entre as amplitudes e as fases dos campos eléctrico e magnético que as equações de Maxwell impõem.

c) Qual o comprimento de onda de uma onda de rádio (1MHz) no interior do cobre (considere $\epsilon_r = 10$; $\mu_r = 1$; $\sigma = 6 \times 10^7 (\Omega.m)^{-1}$) e qual a sua velocidade de fase?

O fio representado na figura abaixo transporta uma corrente que cresce proporcionalmente ao tempo, $I(t) = kt$.

- a) Calcule os potenciais retardados no ponto O .
- b) Obtenha o campo eléctrico em O .
- c) Por que razão um fio electricamente neutro produz um campo eléctrico?

$$\vec{A}(\vec{r}, t) = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{\vec{j}(\vec{r}', t_R)}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d^3r', \quad \varphi(\vec{r}, t) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int \frac{\rho(\vec{r}', t_R)}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d^3r', \quad t_R = t - \frac{|\vec{r} - \vec{r}'|}{c}$$

