20

- **Exemplo:** Um fio longo conduz uma correte uniforme que varia lentamente no tempo, denotada por $I(t)$. Determine o campo elétrico induzido ao redor do fio.
- **Sol. (continuação) :** E as demais direções, como ficam? No exemplo da integral assumimos que não contribuiriam. Podemos avaliá-las diretamente das eqs's diferenciais?

Já vimos que a eq. de Faraday também fornece $\partial_s(sE_\theta) = 0$. Logo a solução geral seria $E_\theta = E_{\theta 0}/s$.

Mostra-se que $E_{\theta 0} = 0$. Além de ser algo estranho fisicamente, seguem duas formas de demonstrar isso: i) usando localmente um sistema cartesiano de coordenadas, ii) considerando uma integração numa área com s constante.

Segundo o teorema de Helmholtz, saber o rotacional de $\mathbf{E}$ não é suficiente para determinar esse campo, logo na resolução por integração implicitamente usamos em algum momento que $\nabla \cdot \mathbf{E} = 0$. Em coordenadas cilíndricas, essa equação implica que $\partial_s(sE_s) = 0$. Logo, em princípio, poderíamos ter $E_s \neq 0$. Contudo, a resposta correta final é $E_s = 0$.

Exemplo de indução elétrica - Sol. diferencial

$$\nabla \cdot \mathbf{V} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial(\rho V_\rho)}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial V_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial V_z}{\partial z}$$

Exercícios:

i) Re-avalie a dedução com integral anterior e encontre em que ponto foi assumido que $E_s = 0$.

ii) Mostre que para este problema $\nabla \cdot \mathbf{E} = 0$ implica que $E_s = 0$.

iii) Considere agora o seguinte problema geral. Se numa região do espaço sem matéria é válido que $\nabla \cdot \mathbf{E} = 0$ então necessariamente ao expressarmos o campo elétrico em coordenadas cilíndricas teremos $E_s = 0$?

Exercícios 7.17 e 7.18 do livro.

Exemplo de indução elétrica - Sol. diferencial

- **Exemplo:** Um fio longo conduz uma correte uniforme que varia lentamente no tempo, denotada por $I(t)$. Determine o campo elétrico induzido ao redor do fio.

- **Sol. (continuação) :** E as demais direções, como ficam? No exemplo da integral assumimos que não contribuíam. Podemos avaliá-las diretamente das eqs's diferenciais?

Já vimos que a eq. de Faraday também fornece $\partial_s(sE_\theta) = 0$. Logo a solução geral seria $E_\theta = E_{\theta 0}/s$.

Mostra-se que $E_\theta = 0$. Além de ser algo estranho fisicamente, seguem duas formas de demonstrar isso: i) usando localmente um sistema cartesiano de coordenadas; ii) considerando uma integração numa área com s constante.

Segundo o teorema de Helmholtz, saber o rotacional de E não é suficiente para determinar esse campo, logo na resolução por integração implicitamente usamos em algum momento que $\nabla \cdot \mathbf{E} = 0$. Em coordenadas cilíndricas, essa equação implica que $\partial_s(sE_s) = 0$. Logo, em princípio, poderíamos ter $E_s \neq 0$. Contudo, a resposta correta final é $E_s = 0$.

Exercícios:

i) Re-avalie a dedução com integral anterior e encontre em que ponto foi assumido que $E_s = 0$.

ii) Mostre que para este problema $\nabla \cdot \mathbf{E} = 0$ implica que $E_s = 0$.

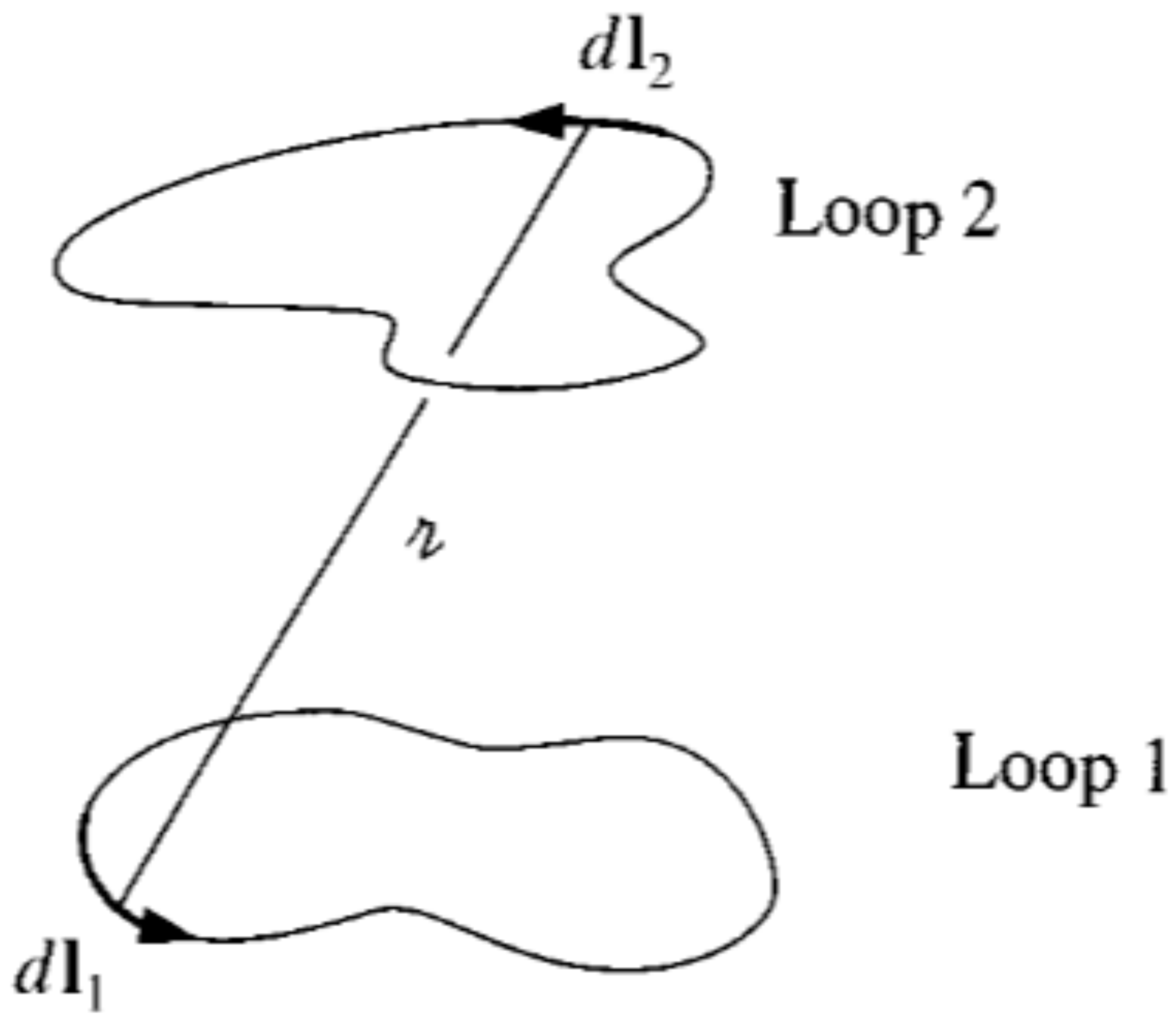
iii) Considere agora o seguinte problema geral. Se numa região do espaço sem matéria é válido que $\nabla \cdot \mathbf{E} = 0$ então necessariamente ao expressarmos o campo elétrico em coordenadas cilíndricas teremos $E_s = 0$?

Exercícios 7.17 e 7.18 do livro.

$$\nabla \cdot \mathbf{V} = \frac{1}{\rho}\frac{\partial(\rho V_\rho)}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho}\frac{\partial V_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial V_z}{\partial z}$$

Indutância

- Considere dois circuitos próximos, denotados por C1 e C2. Em C1 passa uma corrente I_1, e em C2 uma corrente I_2.
- O fluxo do campo magnético B1 gerado por C1 em C2 é denotado por Φ_2. Sendo as correntes uniformemente distribuídas nesses circuitos, é fácil notar que $\Phi_2 \propto I_1$ e $\Phi_1 \propto I_2$. A constante de proporcionalidade só pode depender da geometria dos circuitos.



- Assim temos $\Phi_1 = M_{12}I_2$ e $\Phi_2 = M_{21}I_1$.
- **Exercício:** mostre que $M_{12} = M_{21}$, e consequentemente podemos usar $\Phi_1 = M\,I_2$.
- M é a **indutância mútua** dos circuitos C1 e C2.
- Saber a indutância mútua é relevante para determinar a corrente induzida num circuito devido à mudança da corrente de outro circuito.
- Seria possível um circuito induzir uma correte em si mesmo? Sim, e pode-se calcular M para esse caso, contudo esse caso especial é chamado de **autoindutância** e denotado por L.