Perguntas D6

terça-feira, 23 de março de 2021 20:18

- Explicar a relação entre corrente e densidade de corrente para volumes e superfícies

Quando coloca uma carga a mais em um espaço "desbalanceado" ele cria uma corrente, corrente que é a variação de carga pelo tempo em algum ponto do espaço, a corrente vai ser uma quantidade temporal(varia no tempo) e uma quantidade espacial que arbitramos pra contabilizar a corrente. A corrente vai ser a velocidade na direção da carga vezes a densidade de cargas em movimento (C/S).

$$\vec{I} = \rho_L \cdot \vec{v}$$

Em um caso volumétrico vamos trabalhar com a densidade de corrente volumétrica, essa densidade estará associada a um volume dentro do qual existem cargas, ou seja existe uma distribuição volumétrica de cargas(pv) que estão se movendo a uma certa velocidade U, tratada como filamentos no sentido do fluxo e seção transversal com dS normal ao fluxo.

$$\vec{J} = \frac{d\vec{I}}{ds_n} = \rho_v \cdot \vec{v} \qquad [J] = A/m^2$$

Para calcular o fluxo de um densidade de corrente no espaço vamos aplicar uma integral de fluxo, calcular o fluxo de I como sendo a integral de J ao longo dessa superfície orientada(dS normal ao fluxo)

- Quais são as naturezas das correntes(convecção, condução e deslocamento)

A corrente que vimos até agora é a de **convecção**, onde temos movimento das partículas desimpedidas, no vácuo, relacionadas a questões elétricas e mecânicas. A natureza das correntes de convecção é a de partículas que estão viajando no vácuo ou em materiais que não as impedem de acelerar.

$$\boxed{\vec{J} = \rho_v \cdot \vec{v}}$$

– PARTÍCULAS NO VÁCUO
– TUBOS DE RAIOS CATÓDICOS
– FEIXES DE ELÉTRONS

A corrente de **deslocamento** esta associada a densidade do fluxo elétrico, mais precisamente a variação de densidade do fluxo elétrico, mas vai ser abordada em outro momento.

$$\vec{J}_D = \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

A **corrente de condução** acontece em materiais condutores e semicondutores. Quando aplicamos um campo elétrico para fazer com que se estabeleça a condução nós estamos submetendo os elétrons, que são os portadores nos condutores, a uma força, acelerando até bater em um outro próton ou elétron. A velocidade media que ele atinge chamamos de velocidade de deriva e será proporcional a intensidade do campo elétrico, constante de proporcionalidade é a mobilidade(ue).

$$\vec{F} = -q_e \cdot \vec{E}$$

$$\vec{v}_d = -\mu_e \vec{E} \qquad [\mu_e] = m^2/Vs$$

$$\vec{J} = -\underbrace{\rho_e \cdot \mu_e}_{} \cdot E$$

σ: CONDUTIVIDADE

$[\sigma] = S/m = ℧/m$

$$\boxed{\vec{J} = \sigma \vec{E}}$$

Após as definições e matemática chegamos a verdadeira lei de ohm. Portanto o parâmetro condutividade será o elemento chave para modelarmos o funcionamento da corrente dentro dos materiais.

Os semicondutores também podem ser abarcados nessa definição. Basta redefinir a condutividade desses materiais como sendo função da distribuição de partículas negativas de elétrons, dos portadores de carga, vezes a sua mobilidade mais a distribuição das lacunas, letra h, vezes a mobilidade das lacunas que costuma ser sempre menor. **A condutividade de um semicondutor não é linear ao contrario dos condutores**

$$\sigma = -\rho_e \cdot \mu_e + \rho_h \cdot \mu_h$$

- Equação da continuidade

Sabendo que a corrente que deixa um volume pode ser escrita pela integral fechada de fluxo do campo J ao longo da superfície que delimite o volume e aplicando Stokes, podemos ver que é igual a equação ao lado. Então a taxa de diminuição das cargas que estão d entro do volume é igual a corrente que deixa o volume, porque cargas não se criam, elas migram de um lugar para o outro.

$$I = \oint_{S_v} \vec{J} \cdot d\vec{S} = \int_V (\nabla \cdot \vec{J}) \cdot dv = -\frac{d}{dt}\int_V \rho_v \cdot dv$$

$$\nabla \cdot \vec{J} = -\frac{\partial \rho_v}{\partial t}$$

Juntando com a lei de ohm temo a formula ao lado, concluindo que quando temos um condutor, se ele não tiver condutância infinita, que não é imediato o movimento das cargas para a periferia do condutor, tem um tempo até que elas se "ajeitem" para se ter o equilíbrio eletrostático. Esse tempo vai ser mais rápido para condutores e quando mais dielétrico, mais lento.

$$\rho_v = \rho_0 e^{-\frac{\sigma}{\varepsilon} t}$$

TEMPO DE RELAXAÇÃO:

$$\tau = \varepsilon/\sigma \quad \approx 10^{-18}\,s$$

- Leis de Kirchhoff

A **lei de Kirchoff das correntes** é uma consequência direta de termos a densidade de correntes senoidal, ou seja, a densidade de correntes sem fontes e sumidouros. A derivada no tempo é nula. As leis de Kirchoff valem para **correntes estacionarias**/constantes, ou quando não tiver acumulo de cargas. no circuito, elas são aceitas quando as dimensões do circuito não são relevantes.

$$\nabla \cdot \vec{J} = 0 \qquad \frac{\partial \rho_v}{\partial t} = 0$$

Todo o fluxo que entra no volume tem q sair do volume, então o somatorio de correntes que entra é igual ao q sair, uma conseuquencia direta do fato que a densidade de corrente não tem divergência

$$\oint_S \vec{J} \cdot d\vec{S} = 0 \qquad \sum_j I_j = 0$$

Lei de Kirchoff das tensões. A partir do fato de que o campo E tem rotacional nulo (conservativo). Percebemos que ou J ou dL é nulo, e o jeito de garantir isso é tendo J nulo, assim precisamos de fontes não conservativas de energia(baterias), que sustentarão essa

$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0 \ ; \quad \vec{J} = \sigma \vec{E}$$

corrente em um laço fechado.

- Lei de ohm

Para neutralizar o campo dentro da bateria do campo das cargas positivas pra negativas que ele produz, teremos uma força eletroquimica pra contrabalancear. A integral dos campos dentro da bateria são iguais e descobrindo essecampo vamos descobrir o potencial equivalente nos terminais. **A força eletromotriz é a integral de linha do campo equivalente ao longo do contorno.** A força eletromotriz é equivalente ao campo resultante das cargas que estão disponíveis nos terminais positivos e negativos.

$$\boxed{\mathcal{V} = \int_1^2 \vec{E} \cdot \vec{dl}} = V_1 - V_2$$

A soma dos campos é igual a densidad de corrente dividido pela condutividade do resistor. A integral de linha ao longo do caminho é igual a integralde linha da densidade de corrente dividido pela condutividade do resistor em um caminho fechado.

$$\oint_C (\vec{E} + \vec{E_i}) \cdot \vec{dl} = \oint_C \frac{\vec{J}}{\sigma} \vec{dl} \qquad \sum_i V_i = \sum_k R_k \cdot I_k$$

- Lei de joule

A velocidade do fluxo está associada ao produto da densidade de cargas pela velocidade de deriva, mas a valocidade média dos eletrons é nula quando não tem força externa. Mas quando tem força externa, que produz um campo elétrico, teremos uma velocidade de deriva não nula.

É possivel e screve a potencia diferencial consumida, podendo observar que teremos o campo E vezes o campo J vezes o diferencial de volume como snedo igual ao diferencial consumido.

$$\overline{P} = q \cdot \vec{E} \cdot \vec{v} = q \cdot \vec{E} \cdot \vec{v_d} \qquad \vec{v} = \vec{v_d}$$

$$dP = (\rho_v \, dv) \cdot \vec{E} \cdot \vec{v_d} = \vec{E} \cdot \vec{J} \cdot dv$$

$$\boxed{P = \int_v \vec{E} \cdot \vec{J} \cdot dv} \text{ LEI DE JOULE} \qquad P = \underbrace{\int_L \vec{E} \cdot \vec{dl}}_{} \underbrace{\int_S \vec{J} \cdot \vec{ds}}_{}$$

$$\boxed{P = V \cdot I}$$

A resistencia de um conduto filiar de comprimento L e seção transversal constante S pode ser dado por R = L/S*condut.

$$R = \frac{L}{\sigma S}$$

- Cond. Contorno

Corrente não tem divergencia
Campo elestrostático é conservativo
A densidade de corrente normal de dois materiais de condutividades diferentes é igual
A densidade corrente tangencial de dois materiais de condutividade diferentes é: J1t/J2t=cond1/cond2
Laplaciano do campo é zero pq a corrente estacionaria não tem divergente

- Magnetostática

Os fenômenos da eletromagnéticos não se resumem a formula da eletrostática(fe=q*E) e serão explicadas pela magnetostática.

Se considerar dois fios paralelos em um fluxo continuo(regime permanente) não terá interação eletrostática, porém terá uma força rotacional a força magnética.

A força magnética: **só afeta cargas em movimento, é proporcional a carga, é proporcional a velocidade, é ortogonal a velocidade**. Onde a velocidade u é ortogonal a densidade de fluxo magnético B.

$$\overrightarrow{F_e} = q * \vec{E}$$

$$\overrightarrow{F_m} = q * (\vec{u} \times \vec{B})$$

B é um campo que pode ser utilizado pra descrever os efeitos magnéticos no espaço livre, em meio materiais vamos usar a intensidade de campo H que tem um paralelo com o campo D porque D é associado as cargas livres e H as correntes livres. Em materiais simples a formula ao lado.

$$\vec{B} = \breve{\mu} * \vec{H}$$

- Postulados fundamentais da magnetostática

1° - **Divergente do campo B é sempre nulo**. Contrariamente a eletrostática não pode ter só cargas positivas ou só negativas, qualquer elemento fonte de campo magnético vem em pares.

para encontrar a forma integral aplicar em um volume e o teorema da divergência, vendo que o fluxo do campo B em uma superfície fechada é sempre nulo(lei de Gauss para eletromagnetismo)

$$\boldsymbol{\nabla} . \vec{\boldsymbol{B}} = \boldsymbol{0} \quad => \vec{B}\ solenoidal$$

$$\int_V \nabla . \vec{B} = \int_S \vec{B} \vec{dS} = 0$$

2° - **Linhas de fluxo fechadas.** Não vamos trabalhar com quantidade discretas de campo mas sim de corrente que vão fluir em ciclos fechados, onde as linhas de fluxo magnético também serão fechadas.

Rotacional do campo B é proporcional a densidade de corrente, conhecido como **Lei Circuital de Ampère,** na forma integral fala sobre circulação do B que a circulação de B em torno de um caminho vai ser sempre proporcional a corrente que flui no caminho.

Com a lei de ampere se soubermos a corrente e tivermos um caminho sobre o campo constante, conseguimos determinar o campo B

$$\boldsymbol{\nabla} \times \vec{\boldsymbol{B}} = \boldsymbol{\mu_0} \vec{\boldsymbol{J}}$$

$$\int_V \nabla \times \vec{B} . \vec{dS} = \oint_C \vec{B} . \vec{dS} = \mu_0 . I$$

- Lei de Biot-savart

A partir do potencial magnético vetorial (A) que é a equação de Poisson, vamos encontrar uma expressão para B em função da densidade de corrente no espaço.

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 . I}{4\pi} \oint_{C'} \frac{d\vec{l'} \times \hat{a}_{|\vec{R} - \vec{R'}|}}{|\vec{R} - \vec{R'}|^2}$$

A partir do potencial magnético vetorial (A) que é a equação de Poisson, vamos encontrar uma expressão para B em função da densidade de corrente no espaço.

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 . I}{4\pi} \oint_{C'} \frac{d\vec{l'} \times \hat{a}_{|\vec{R}-\vec{R'}|}}{\left|\vec{R} - \vec{R'}\right|^2}$$