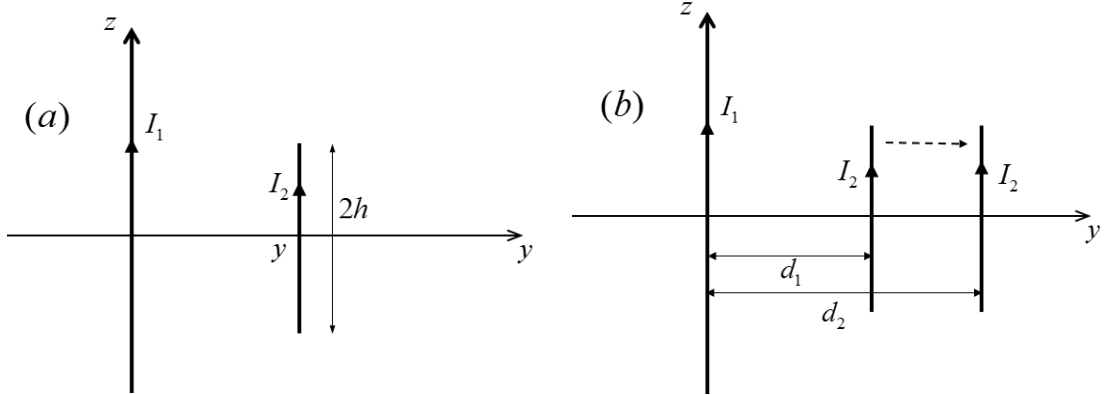


Elektromagnetik Alanlara Giriş (13 Mayıs 2016)

1. Orjinde noktasal Q yükü, bağıl dielektrik sabiti $\epsilon_r = 2$ olan eşmerkezli a ve b yarıçaplı küreler arasındaki bölgede ise hacimsel yoğunluğu $\rho_v = \frac{k}{r}$ [C/m^3] olan bir yük dağılımı vardır (r küresel koordinatlarda orjinden ölçülen uzaklık). Küresel kabuğun içindeki ve dışındaki bölgeler ise boşluktur. Tüm uzaydaki elektrik alanı ve potansiyel fonksiyonunu belirleyiniz. (50 Puan)
2. z ekseni boyunca yerleştirilmiş sonsuz uzun bir telden pozitif z ler yönünde sabit I_1 akımı akmaktadır. y ekseni üzerinde herhangi bir noktada z eksenine paralel olarak duran $2h$ yüksekliğindeki ikinci bir iletken telden ise yine pozitif z ler yönünde sabit I_2 akımı akmaktadır.
 - a) İkinci tele etkiyen kuvveti y nin fonksiyonu olarak açık bir biçimde yazınız.
 - b) Bu teli bulunduğu konuma paralel olarak y ekseni boyunca $y = d_1$ noktasından $y = d_2$ noktasına kadar götürmek için dışardan yapılması gereken işi hesaplayınız.
 - c) Akımlardan birisi ilk durumuna göre ters çevrilirse (a) ve (b) deki sonuçlar nasıl değişir?
 - d) İkinci teli, son bulunduğu konumda doğrultusu ve z eksenine olan uzaklığı değişmeden z ekseninin etrafında tam bir tur attırmak için dışardan yapılması gereken işi hesaplayınız (50 Puan)



Kartezyen Koordinat Sistemi *Silindirik Koordinat Sistemi* *Küresel Koordinat Sistemi*

$$(x, y, z)$$

$$(\rho, \phi, z)$$

$$(r, \theta, \phi)$$

$$(h_1 = h_2 = h_3 = 1)$$

$$(h_1 = 1, h_2 = \rho, h_3 = 1)$$

$$(h_1 = 1, h_2 = r, h_3 = r \sin \theta)$$

$$d\vec{\ell} = dx\vec{e}_x + dy\vec{e}_y + dz\vec{e}_z$$

$$d\vec{\ell} = d\rho\vec{e}_\rho + \rho d\phi\vec{e}_\phi + dz\vec{e}_z$$

$$d\vec{\ell} = dr\vec{e}_r + rd\theta\vec{e}_\theta + r \sin \theta d\phi\vec{e}_\phi$$

$$d\vec{S}_x = dydz\vec{e}_x$$

$$d\vec{S}_\rho = \rho d\phi dz\vec{e}_\rho$$

$$d\vec{S}_r = r^2 \sin \theta d\theta d\phi\vec{e}_r$$

$$d\vec{S}_y = dx dz\vec{e}_y$$

$$d\vec{S}_\phi = \rho d\rho dz\vec{e}_\phi$$

$$d\vec{S}_\theta = r \sin \theta dr d\phi\vec{e}_\theta$$

$$d\vec{S}_z = dx dy\vec{e}_z$$

$$d\vec{S}_z = \rho d\rho d\phi\vec{e}_z$$

$$d\vec{S}_\phi = r dr d\theta\vec{e}_\phi$$

$$dV = dx dy dz$$

$$dV = \rho d\rho d\phi dz$$

$$dV = r^2 \sin \theta dr d\theta d\phi$$

$$\nabla A = \text{grad} A = \frac{1}{h_1} \frac{\partial A}{\partial u_1} \vec{e}_1 + \frac{1}{h_2} \frac{\partial A}{\partial u_2} \vec{e}_2 + \frac{1}{h_3} \frac{\partial A}{\partial u_3} \vec{e}_3$$

$$\nabla \cdot \vec{F} = \text{div} \vec{F} = \frac{1}{h_1 h_2 h_3} \left[\frac{\partial}{\partial u_1} h_2 h_3 F_1 + \frac{\partial}{\partial u_2} h_1 h_3 F_2 + \frac{\partial}{\partial u_3} h_1 h_2 F_3 \right]$$

$$\nabla \times \vec{F} = \text{rot} \vec{F} = \frac{1}{h_1 h_2 h_3} \begin{vmatrix} h_1 \vec{e}_1 & h_2 \vec{e}_2 & h_3 \vec{e}_3 \\ \frac{\partial}{\partial u_1} & \frac{\partial}{\partial u_2} & \frac{\partial}{\partial u_3} \\ h_1 F_1 & h_2 F_2 & h_3 F_3 \end{vmatrix}$$

$$x = \rho \cos \phi \quad \rho = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$y = \rho \sin \phi \quad \phi = \tan^{-1}(y/x)$$

$$z = z \quad z = z$$

$$x = r \sin \theta \cos \phi \quad r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

$$y = r \sin \theta \sin \phi \quad \theta = \tan^{-1}(\sqrt{x^2 + y^2}/z)$$

$$z = r \cos \theta \quad \phi = \tan^{-1}(y/x)$$

$$\nabla \cdot (\nabla A) = \text{div}(\text{grad} A) = \nabla^2 A = \Delta A$$

$$\Delta A = \frac{\partial^2 A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial z^2}$$

$$\Delta A = \frac{1}{\rho} \frac{\partial}{\partial \rho} \left(\rho \frac{\partial A}{\partial \rho} \right) + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 A}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial z^2}$$

$$\Delta A = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial A}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial A}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial^2 A}{\partial \phi^2}$$

$$\nabla \times (\nabla A) = \text{rot}(\text{grad} A) = 0$$

$$\nabla \cdot (\nabla \times \vec{F}) = \text{div}(\text{rot} \vec{F}) = 0$$

$$\int_S (\nabla \times \vec{F}) \cdot d\vec{s} = \oint_C \vec{F} \cdot d\vec{\ell}$$

$$\int_V (\nabla \cdot \vec{F}) \cdot dv = \oint_S \vec{F} \cdot d\vec{s}$$

$$\int \frac{dt}{[t^2 + c^2]^{3/2}} = \frac{1}{c^2} \frac{t}{\sqrt{t^2 + c^2}}$$

$$\int \frac{t dt}{[t^2 + c^2]^{3/2}} = -\frac{1}{\sqrt{t^2 + c^2}}$$