

S1	S2	S3	S4	T

Adı-Soyadı:

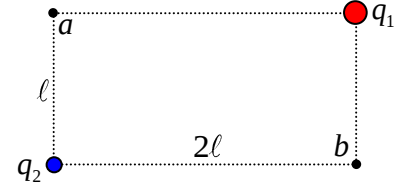
Öğrenci No: Bölümü: Şube No: NÖ: İÖ:

Dersi veren öğretim elemanının adı ve soyadı:

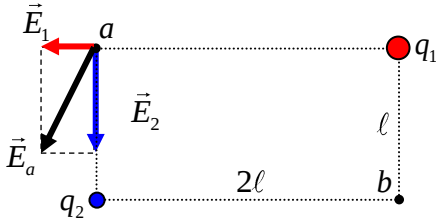
NOT: Cep telefonu kullanılması yasaktır. Cevap sonucunu kare içine alınız. Hesap makinesi kullanabilirsiniz. SÜRE: 90 dakika

17.07.2018 (10:45)

Soru 1 (25 P): Kenar uzunlukları $\ell = 0,400$ m ve $2\ell = 0,800$ m olan bir dikdörtgen şeklin zıt köşelerinde $q_1 = +4,00 \mu\text{C}$ ve $q_2 = -2,00 \mu\text{C}$ yükleri şekilde görüldüğü gibi yerleştirilmiştir. (Sonsuzda elektrik alan sıfırdır.) ($k = 9,00 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$) (Not: Elektrik alan vektörel bir nicelik.)



a) Bu yükler sebebiyle a noktasında oluşan elektrik alan nedir? (10 P)

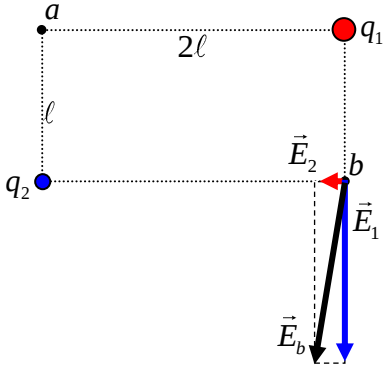


$$\vec{E}_a = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = -k \frac{|q_1|}{(2\ell)^2} \hat{i} - k \frac{|q_2|}{(\ell)^2} \hat{j} \Rightarrow \vec{E}_a = -k \frac{|q_1|}{4\ell^2} \hat{i} - k \frac{|q_2|}{\ell^2} \hat{j}$$

$$\vec{E}_a = \left[-\left(9,00 \times 10^9\right) \frac{(4,00 \times 10^{-6})}{4(0,400)^2} \hat{i} - \left(9,00 \times 10^9\right) \frac{(2,00 \times 10^{-6})}{(0,400)^2} \hat{j} \right] \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$\vec{E}_a = -\left(56250 \frac{\text{N}}{\text{C}}\right) \hat{i} - \left(112500 \frac{\text{N}}{\text{C}}\right) \hat{j}$$

b) Bu yükler sebebiyle b noktasında oluşan elektrik alan nedir? (10 P)



$$\vec{E}_b = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 = -k \frac{|q_1|}{(\ell)^2} \hat{j} - k \frac{|q_2|}{(2\ell)^2} \hat{i} \Rightarrow \vec{E}_b = -k \frac{|q_2|}{4\ell^2} \hat{i} - k \frac{|q_1|}{\ell^2} \hat{j}$$

$$\vec{E}_b = \left[-\left(9,00 \times 10^9\right) \frac{(2,00 \times 10^{-6})}{4(0,400)^2} \hat{i} - \left(9,00 \times 10^9\right) \frac{(4,00 \times 10^{-6})}{(0,400)^2} \hat{j} \right] \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

$$\vec{E}_b = -\left(28125 \frac{\text{N}}{\text{C}}\right) \hat{i} - \left(225000 \frac{\text{N}}{\text{C}}\right) \hat{j}$$

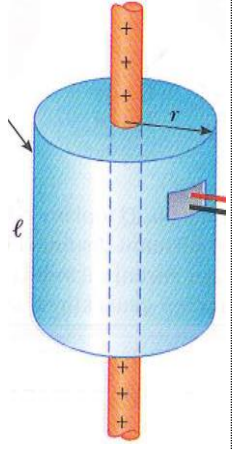
c) Bu yükler sebebiyle a ve b noktalarında oluşan elektrik alanlar birbirlerine eşittir, sebebiyle birlikte izah ediniz. Evet ya da Hayır şeklinde verilen cevaplar sebebini açıklamadığınız sürece kabul edilmeyecektir. (5 P)

 E_a ve E_b elektrik alan vektörlerine eşit değildir çünkü büyüklük ve yönleri farklıdır.

$$|\vec{E}_a| = \sqrt{|\vec{E}_1|^2 + |\vec{E}_2|^2} \approx 125800 \text{ N/C}$$

$$|\vec{E}_b| = \sqrt{|\vec{E}_1|^2 + |\vec{E}_2|^2} \approx 226800 \text{ N/C}$$

Soru 2 (25 P): L uzunlukta, doğrusal ince bir tel üzerinde $+Q$ 'luk artı bir yük düzgün olarak dağılmıştır. r yarıçapında ℓ uzunluğunda içi boş $+2Q$ yüklü iletken bir silindir, eksenini bu tel olacak şekilde teli sarmaktadır.



a) Telin üzerindeki λ yük yoğunluğunu bulunuz (5 P).

$$\lambda = \frac{Q}{L}$$

b) Silindirin iç yüzeyinde ve dış yüzeyinde oluşan yük miktarlarını bulunuz (6 P).

$$\lambda = \frac{Q}{L} = \frac{q_{\text{tel, iç}}}{\ell} \Rightarrow q_{\text{tel, iç}} = \frac{Q\ell}{L}$$

$$q_{\text{iç}} = -q_{\text{tel, iç}}$$

$$q_{\text{dış}} = 2Q + q_{\text{tel, iç}}$$

$$q_{\text{iç}} = -\frac{Q\ell}{L}$$

$$q_{\text{dış}} = 2Q + \frac{Q\ell}{L}$$

c) Silindirin yüzeyinde oluşan Elektrik alan vektörünü Gauss kanununu kullanarak bulunuz (9 P).

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \underbrace{\int_{\text{yanal}} \vec{E} \cdot d\vec{A}}_{E(2\pi r\ell)} + \underbrace{\int_{\text{taban}} \vec{E} \cdot d\vec{A}}_0 + \underbrace{\int_{\text{tavan}} \vec{E} \cdot d\vec{A}}_0 = \frac{q_{\text{iç}}}{\epsilon_0}$$

$$q_{\text{iç}} = \frac{-Q\ell}{L} + \frac{Q\ell}{L} + 2Q + \frac{Q\ell}{L} \Rightarrow q_{\text{iç}} = 2Q + \frac{Q\ell}{L}$$

$$\vec{E} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0 r} \left(\frac{2Q}{\ell} + \frac{Q}{L} \right) \hat{r}$$

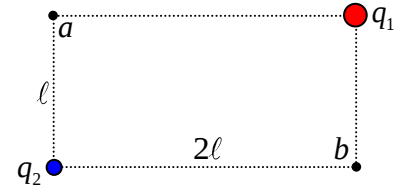
$$\vec{E} = \frac{1}{2\pi\epsilon_0 r} \left(\frac{2Q}{\ell} + \frac{Q}{L} \right) \hat{r}$$

d) Silindirden geçen toplam elektrik akısını bulunuz (5 P).

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{\text{iç}}}{\epsilon_0} \quad \text{ve} \quad q_{\text{iç}} = 2Q + \frac{Q\ell}{L} \Rightarrow \Phi_E = \frac{2Q + \frac{Q\ell}{L}}{\epsilon_0}$$

$$\Phi_E = \frac{2Q + \frac{Q\ell}{L}}{\epsilon_0}$$

Soru 3 (25 P): Kenar uzunlukları $\ell = 0,400$ m ve $2\ell = 0,800$ m olan bir dikdörtgen şeklin zıt köşelerine $q_1 = +4,00 \mu\text{C}$ ve $q_2 = -2,00 \mu\text{C}$ yükleri şekilde görüldüğü gibi yerleştirilmiştir. (Sonsuzda elektrik potansiyel sıfırdır.) ($k = 9,00 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$) (Not: Elektrik potansiyel skaler bir niceliktir.)



a) Bu yükler sebebiyle a noktasında oluşan elektrik potansiyel nedir? (5 P)

$$V_a = V_1 + V_2 = k \frac{q_1}{2\ell} + k \frac{q_2}{\ell} \Rightarrow V_a = \frac{k}{\ell} \left(\frac{q_1}{2} + q_2 \right)$$

$$V_a = \frac{(9,00 \times 10^9)}{(0,400)} \left[\frac{(4,00 \times 10^{-6})}{2} - (2,00 \times 10^{-6}) \right] \text{ Volt}$$

$$V_a = 0 \text{ Volt}$$

b) Bu yükler sebebiyle b noktasında oluşan elektrik potansiyel nedir? (5 P)

$$V_b = V_1 + V_2 = k \frac{q_1}{\ell} + k \frac{q_2}{2\ell} \Rightarrow V_b = \frac{k}{\ell} \left(q_1 + \frac{q_2}{2} \right)$$

$$V_b = \frac{(9,00 \times 10^9)}{(0,400)} \left[(4,00 \times 10^{-6}) - \frac{(2,00 \times 10^{-6})}{2} \right] \text{ Volt}$$

$$V_b = 67,5 \text{ kV}$$

c) Bu yükler sebebiyle a ve b noktaları arasında oluşan V_{ab} elektrik potansiyel farkı nedir? (5 P)

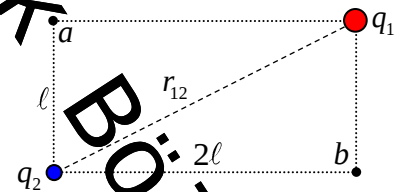
$$V_{ab} = V_b - V_a = (67,5 \text{ kV}) - 0 \Rightarrow V_{ab} = 67,5 \text{ kV}$$

d) Bu yükler sebebiyle oluşan sistemin elektrik potansiyel enerjisi nedir? (10 P)

$$r_{12} = \sqrt{\ell^2 + (2\ell)^2} = \sqrt{5}\ell$$

$$U_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}} = (9,00 \times 10^9) \frac{(4,00 \times 10^{-6})(-2,00 \times 10^{-6})}{\sqrt{5}(0,400)}$$

$$U_{12} = -80,5 \text{ mJ}$$



Soru 4 (25 P): Paralel plakalı bir kondansatörün bir plakasının yüzey alanı $A = 4,0 \text{ m}^2$ ve plakalar arası uzaklık $d = 4,0 \text{ mm}$ 'dir. Bu kondansatör 100 V 'luk bir pile bağlanıyor. Kondansatör tamamen dolduğunda pil plakalardan ayrılıyor. ($\epsilon_0 = 8,9 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$) (Her şık 5 puandır.)

a) Bu kondansatörün sığasını bulunuz. ($C_0 = ?$)

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{A}{d} = (8,9 \times 10^{-12}) \frac{4,0}{4,0 \times 10^{-3}} \Rightarrow \boxed{C_0 = 8,9 \times 10^{-9} \text{ F} = 8,9 \text{ nF}}$$

b) Kondansatörde birikmiş yük miktarını bulunuz. ($Q_0 = ?$)

$$Q_0 = C_0 \Delta V = (8,9 \times 10^{-9})(100) \Rightarrow \boxed{Q_0 = 8,9 \times 10^{-7} \text{ C} = 0,89 \mu\text{C}}$$

c) Kondansatörde depolanan enerjiyi bulunuz. ($U_0 = ?$)

$$U_0 = \frac{1}{2} C_0 (\Delta V)^2 = \frac{1}{2} (8,9 \times 10^{-9})(100)^2 \Rightarrow \boxed{U_0 = 4,5 \times 10^{-5} \text{ J} = 45 \mu\text{J}}$$

d) Dielektrik sabiti $\kappa = 4,45$ olan bir dielektrik dilim sonradaki plakalar arasına yerleştirilirse, bu son durumda plakalar arasındaki depolanmış enerjiyi bulunuz. ($U = ?$)

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{C} = \frac{1}{2} \frac{Q_0^2}{\kappa C_0} \Rightarrow \boxed{U = \frac{1}{\kappa} U_0}$$
$$U = \frac{(4,45 \times 10^{-5})}{4,45} \Rightarrow \boxed{U = 10^{-5} \text{ J} = 10 \mu\text{J}}$$

e) Depolanmış enerjideki değişim miktarını bulunuz. ($\Delta U = ?$) Bu değişimin nedenini açıklayınız.

$$\Delta U = U - U_0 = (10 - 45) \mu\text{J} \Rightarrow \boxed{\Delta U = -35 \mu\text{J}}$$

Plakalar dielektrik dilimi kendilerine çeker ve mekanik iş yapar. O nedenle son durumda enerji azalmıştır.