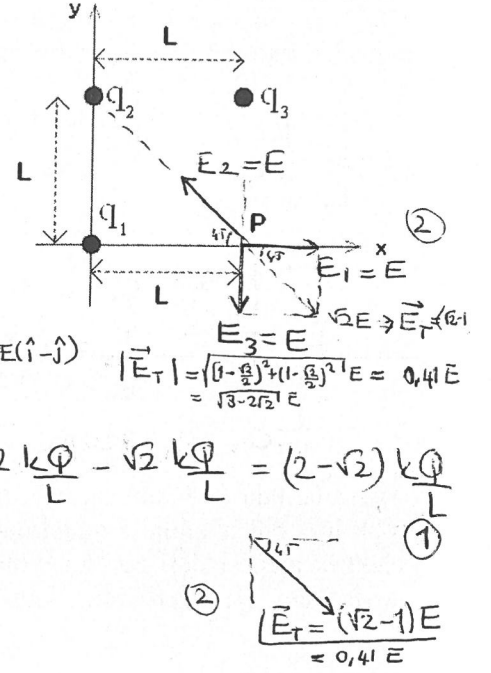


Süre 75 dakikadır. Sadece 4 soru cevaplandırılacaktır. Tüm sorular eşit ağırlıklıdır. Başarılar dilerim...

1)  $q_1=+Q$ ,  $q_2=-2Q$  ve  $q_3=+Q$  yükleri şekildeki gibi bir karenin üç köşesine yerleştirilmişlerdir. Üç yükün P noktasında oluşturduğu (a) elektrik alanı bulunuz. (10P). (b) elektriksel potansiyeli ( $V_P$ ) bulunuz (10P). (c) P noktasına sonsuzdan  $q_4=Q$  yükünü getirmek için yapılması gereken işi bulunuz (5P). (Not: Cevaplarınızı k, Q ve L cinsinden yazınız.)



$$(a) \quad E_1 = k \frac{q_1}{L^2}, \quad E_2 = k \frac{q_2}{L^2}, \quad E_3 = k \frac{q_3}{L^2} = k \frac{Q}{L^2} \quad (2)$$

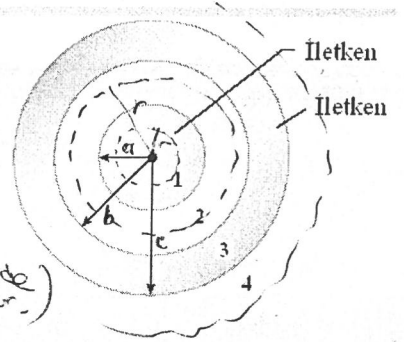
$$= k \frac{Q}{L^2} \quad |E_2| = \frac{2kQ}{L^2} = k \frac{Q}{L^2} \quad (2)$$

$$\vec{E}_T = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 = \frac{(\sqrt{2}-1)}{\sqrt{2}} E (\hat{i} - \hat{j}) = (1 - \frac{\sqrt{2}}{2}) E (\hat{i} - \hat{j}) = 0.29 E (\hat{i} - \hat{j}) \quad (2)$$

$$(b) \quad V_P = k \frac{q_1}{L} + k \frac{q_2}{\sqrt{2}L} + k \frac{q_3}{L} = k \frac{Q}{L} - \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} k \frac{Q}{L} + k \frac{Q}{L} = 2 k \frac{Q}{L} - \sqrt{2} k \frac{Q}{L} = (2 - \sqrt{2}) k \frac{Q}{L} \quad (1)$$

$$(c) \quad W_P = q_4 V_P = Q \cdot (2 - \sqrt{2}) k \frac{Q}{L} = (2 - \sqrt{2}) k \frac{Q^2}{L} \quad (2)$$

2) a yarıçaplı iletken dolu bir kürenin toplam yükü  $+Q$ 'dur. Şekildeki gibi, bu kürenin dışında aynı merkezli, iç yarıçapı b, dış yarıçapı c olan  $-Q$  yüklü iletken içi boş bir küre bulunmaktadır. (i)  $r < a$ ,  $a < r < b$ ,  $b < r < c$  ve  $r > c$  bölgelerindeki elektrik alan şiddetini Gauss yasasını kullanarak bulunuz (12P). (ii) Bu iki iletken küre arasındaki potansiyel farkı ( $V_{ab}$ ) bulunuz (8P) (iii) Bu sistemde yük depolanması mümkün müdür? Kısaca açıklayınız (5P).



$$(i) \quad (3) \quad r < a \quad \text{ için } \oint E_1 \cdot dA = \frac{q_{ic}}{\epsilon_0} = 0 \Rightarrow E_1 = 0 \quad (\text{iletken içinde yük yoktur.})$$

$$(3) \quad b < r < c \quad \text{ için } \oint E_3 \cdot dA = \frac{q_{ic}}{\epsilon_0} = \frac{Q - Q}{\epsilon_0} = 0 \Rightarrow E_3 = 0$$

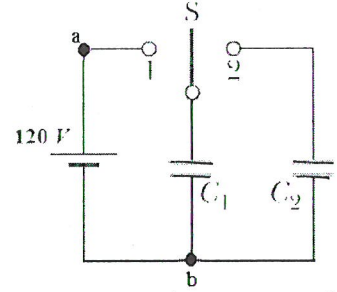
$$(3) \quad a < r < b \quad \text{ için } \oint E_2 \cdot dA = \frac{q_{ic}}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0} \Rightarrow E_2 = \frac{1}{4\pi r^2} \frac{Q}{\epsilon_0} = k \frac{Q}{r^2}$$

$$(3) \quad r > c \quad \text{ için } \oint E_4 \cdot dA = \frac{q_{ic}}{\epsilon_0} = \frac{Q - Q}{\epsilon_0} = 0 \Rightarrow E_4 = 0$$

(ii) Bu sistem birer kondensatördür. Yük depolanabilir.

$$(ii) \quad V_{ab} = - \int_a^b \vec{E}_2 \cdot d\vec{r} = - \int_a^b \frac{kQ}{r^2} dr = -kQ \left( -\frac{1}{r} \right) \Big|_a^b = kQ \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right) = \left( \frac{kQ}{a} - \frac{kQ}{b} \right) \quad (4)$$

3) Şekilde verilen devrede,  $C_1 = 6 \mu F$ ,  $C_2 = 4 \mu F$  kondansatörleri başlangıçta boştur ve  $V_{ab} = 120 V$ 'tur. (a) S anahtarı 1 konumuna getirildiğinde,  $C_1$  kondansatörünün yükünü bulunuz (8P). (b) İlk durumda kondansatör yüklendiği gibi S anahtarı 2 konumuna getirilirse (ki 1 anahtarı açılacaktır) iki kondansatörün son yükleri ve potansiyel farkları ne olur (10P). (c) Anahtar 1 ve 2 konumunda iken sistemde depolanan toplam enerjileri bulunuz ve karşılaştırınız (7P).



(a)  $V = 120V$   $C_1$

$$Q_1 = C_1 V = 6 \cdot 10^{-6} \cdot 120 = 720 \mu C$$

(c)  $U_i = \frac{1}{2} C_1 V^2 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 10^{-6} \cdot 120^2 = 432 \cdot 10^{-4} J$

(b)  $C_{eq} = C_1 + C_2 = 10 \mu F$

$$Q_{12} = C_1 \cdot 72 = 432 \mu C$$

$$Q_{23} = C_2 \cdot 72 = 288 \mu C$$

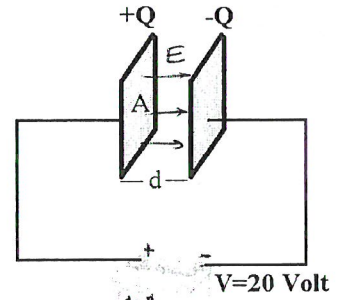
$$V_i = \frac{Q_i}{C_i} = \frac{720}{10} = 72 V$$

$$V_{ab} = V_2 = V_1 = 72 V$$

(c)  $U_s = \frac{1}{2} C_{eq} V_i^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 10^{-6} \cdot 72^2 = 259,2 \cdot 10^{-4} J$

$$\Delta U = U_s - U_i = -173 \cdot 10^{-4} J$$

4) Aralarında  $d = 5 mm$  mesafe bulunan iki paralel iletken levha,  $V = 20$  Volt'luk bir akünün kutuplarına bağlanıyor. (a) Levhalar arasındaki elektrik alan şiddeti ne kadar olur? (10P) (b) Bir levhanın yüzölçümü  $A = 100 cm^2$  ise, üzerinde ne kadar yük toplanır? (10P) (c) Bu sistem bir kondansatör müdür? Eğer öyleyse sığasını bulunuz (5P). ( $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} C^2/Nm$  alınır)



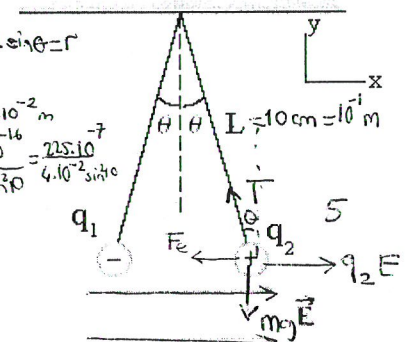
(a)  $E = \frac{V}{d} = \frac{20}{5 \cdot 10^{-3}} = 4000 V/m$

(b)  $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A} \Rightarrow Q = E A \epsilon_0 = 4000 \cdot 100 \cdot 10^{-4} \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} = 35,4 \cdot 10^{-11} C = 0,354 nC$

(c) Bu sistem bir kondansatördür.

(5) Sığası  $C = \frac{Q}{V} = \frac{E A \epsilon_0}{V} = \frac{A \epsilon_0}{d} = 0,0177 nF$

5) Şekilde gösterildiği gibi,  $m = 2$  gram kütleli iki küçük küre  $L = 10 cm$  uzunluklu ince ipliklerle asılıyor. Düzgün bir elektrik alanı  $x$  doğrultusunda uygulanıyor. Kürelerin yükleri  $q_1 = -5 \cdot 10^{-8} C$  ve  $q_2 = +5 \cdot 10^{-8} C$  ise, küreleri  $\theta = 10^\circ$  açıda dengede tutabilecek elektrik alan şiddetini bulunuz (25P).



$$E = \frac{F_e}{q_2} + \frac{mg \tan \theta}{q_2}$$

$$E = \frac{1,865 \cdot 10^{-2} + 2 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot \tan 10^\circ}{5 \cdot 10^{-8}}$$

$$E = \frac{(1,865 + 0,353) \cdot 10^{-6}}{5} = 4,436 \cdot 10^{-5} \frac{N \cdot (Volt)}{C \cdot (m)} \quad (3)$$

$$F_e = k \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{25 \cdot 10^{-16}}{4 \cdot 10^{-2} \sin^2 10^\circ} = 1,865 \cdot 10^{-2} N$$

$$T \cos \theta = mg$$

$$F_e + T \sin \theta = q_2 E$$

$$F_e + mg \tan \theta = q_2 E$$

$$E = \frac{F_e + mg \tan \theta}{q_2}$$