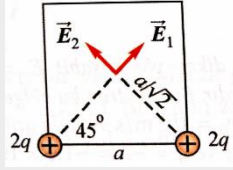
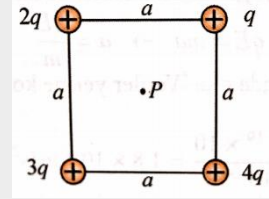


Soru 1 (25 P):

- a) Şekilde bir kenarı a uzunlukta olan karenin köşelerinde sırasıyla q , $2q$, $3q$ ve $4q$ yükleri bulunmaktadır. Karenin P merkezindeki elektrik alanı hesaplayınız. (5 P)



köşelerdeki yükler şekildeki gibi indirgenir. E_1 ve E_2 elektrik alanlarının x bileşenleri birbirini götürür.

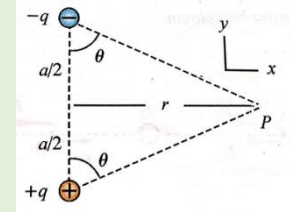
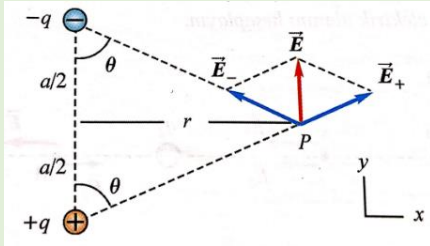


$$r = \frac{a\sqrt{2}}{2} \rightarrow E_1 = k \frac{2q}{\left(\frac{a\sqrt{2}}{2}\right)^2} = \left(\frac{4kq}{a^2}\right)$$

$$2E_{1y} = 2E_1 \sin 45^\circ = 2 \left(\frac{4kq}{a^2}\right) \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{4\sqrt{2}kq}{a^2}$$

- b) i) yüklerin orta dikmesi üzerinde, r uzaklıkta bir P noktasında toplam elektrik alan ifadesini çıkarın.

ii) Dipolden çok uzakta, yani $r \gg a$ olduğunda, elektrik alanın limitini bulun. (10 P)



$$\text{i) } \vec{E} = \vec{E}_+ + \vec{E}_-$$

$$E_+ = E_- = \frac{kq}{r^2 + \frac{a^2}{4}}$$

x bileşenleri birbirini götürür.

$$E_x = E_{+x} + E_{-x} = 0$$

$$E_y = E_{+y} + E_{-y} = 2E_+ \cos \theta$$

$$\cos \theta = \frac{a/2}{\sqrt{r^2 + \frac{a^2}{4}}}, \quad E = \frac{kqa}{\left(r^2 + \frac{a^2}{4}\right)^{3/2}}$$

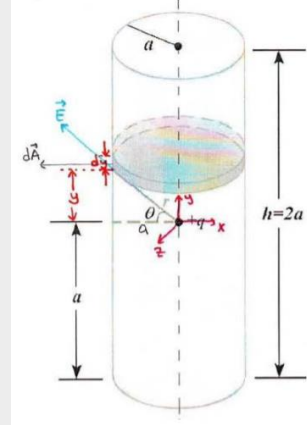
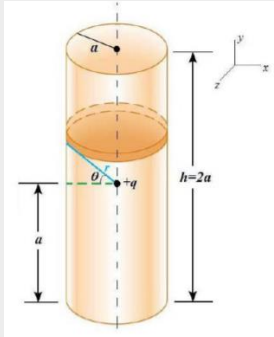
ii) $r \gg a$ iken a^2 ihmal edilir.

$$E \approx \frac{kqa}{r^3}$$

- c) Hava hem yalıtkan hem iletken davranabilir. Ayağınızı halıya sürdükten sonra bir kapı tokmağına uzandığınızı düşünün. Elleriniz kapı tokmağına yaklaşırken, bir kıvılcım eliniz ve tokmak arasında atlar. Havanın bu durumda hem iletken hem yalıtkan olarak nasıl etki ettiğini açıklayın. (10 P)

Ayağınızı halıya sürmek yükü halıdan size aktarır. Kapı topuzuna yaklaşımadan önce hava, yüklü vücudumuzu topuzdan yalıtır. Siz kapı koluna yaklaştıkça elinizdeki yük taşıyıcıları ve topuzdakiler arasındaki elektrik kuvvetinin şiddeti hava moleküllerini iyonize edecek büyüklüğe ulaşana kadar artarmaya devam eder. Böylece eliniz ve topuz arasında bir aktarım yolu oluşur. Artık iyonize hava atlayan yük için iletken olarak davranır.

Soru 2 (25 P): Şekil 'deki gibi yarıçapı a ve yüksekliği $2a$ olan bir silindirin merkezinde bir q nokta yükü bulunmaktadır. Silindirin yanal yüzeyinden geçen elektrik akısının $\frac{\sqrt{2}}{2} \frac{q}{\epsilon_0}$ bağıntısı ile verildiğini gösteriniz.



$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}; \vec{E} = k \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

$$\Phi_E = \oint E dA \cos \theta : dA = 2\pi a dy, \cos \theta = \frac{a}{r} \Rightarrow r = \frac{a}{\cos \theta}$$

$$\tan \theta = \frac{y}{a} \Rightarrow y = a \tan \theta \Rightarrow dy = a \sec^2 \theta d\theta$$

$$\Phi_E = \int k \frac{q}{r^2} dA \cos \theta = \int k \frac{q}{r^2} 2\pi a dy \frac{a}{r}$$

$$\Phi_E = 2\pi a^2 k q \int_{-a}^a \frac{dy}{r^3} = 2\pi a^2 k q \int_{-a}^a \frac{dy}{\left(\frac{a}{\cos \theta}\right)^3}$$

$$\Phi_E = 2\pi a^2 k q \int \frac{\cos^3 \theta a \sec^2 \theta d\theta}{a^3} : \sec \theta = \frac{1}{\cos \theta},$$

$$\Phi_E = 2\pi k q \int_{-\pi/4}^{\pi/4} \cos \theta d\theta ;$$

integral sınırları

$$y = a \tan \theta$$

$$y = -a \Rightarrow -a = a \tan \theta \Rightarrow \tan \theta = -1 \Rightarrow \theta = -\pi/4$$

$$y = a \Rightarrow a = a \tan \theta \Rightarrow \tan \theta = 1 \Rightarrow \theta = \pi/4$$

$$\Phi_E = 2\pi k q \sin \theta \Big|_{-\pi/4}^{\pi/4},$$

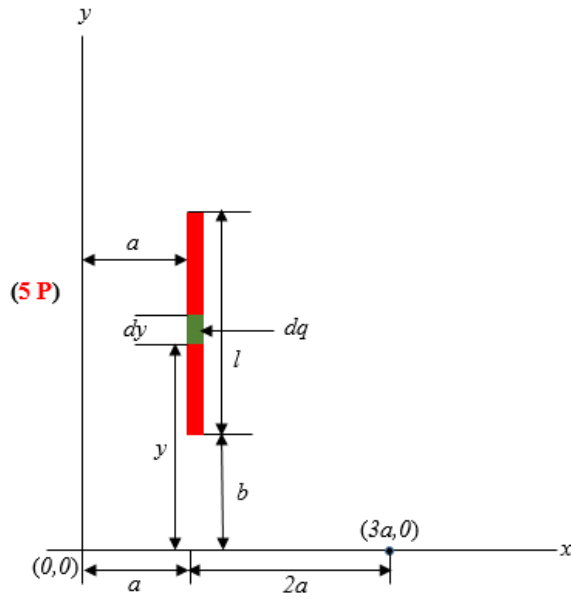
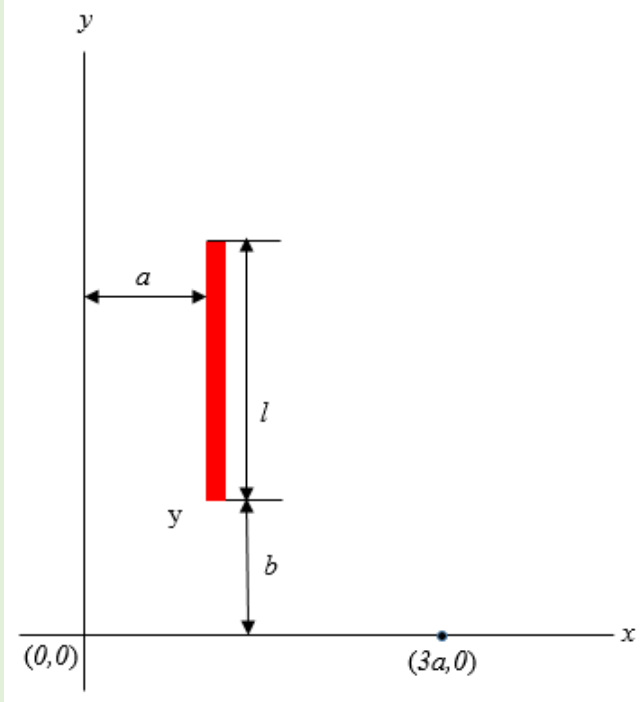
$$\Phi_E = 2\pi k q \left[\sin \frac{\pi}{4} - \sin \left(-\frac{\pi}{4} \right) \right],$$

$$\Phi_E = 2\pi k q \left[\sin \frac{\pi}{4} - \sin \left(-\frac{\pi}{4} \right) \right]$$

$$\Phi_E = 2\pi k q \left[\frac{\sqrt{2}}{2} - \left(-\frac{\sqrt{2}}{2} \right) \right] = 2\pi k q \sqrt{2} = 2\pi \frac{1}{4\pi \epsilon_0} q \sqrt{2},$$

$$\Phi_E = \frac{\sqrt{2}}{2} \frac{q}{\epsilon_0}$$

Soru 3 (25 P): Şekilde görüldüğü gibi, pozitif olarak yüklenmiş, uzunluğu l ve boyca yük yoğunluğu da $\lambda_0 = 3y$ olarak verilen ince bir çubuk y -eksenine paralel olarak uzanmaktadır. Çubuğun alt ucu x -ekseninden b ve y -ekseninden de a kadar uzaklıktadır. Çubuğun x -ekseni üzerinde $(3a, 0)$ noktasında oluşturduğu elektriksel potansiyeli a, b, l ve Coulomb sabiti (k_e) cinsinden hesaplayınız.



$$dq = \lambda_0 dy \quad (5 P)$$

$$dV = k_e \frac{dq}{r} \quad (5 P)$$

$$r^2 = y^2 + (2a)^2$$

$$V = k_e \int_b^{l+b} \frac{\lambda_0 dy}{(y^2 + (2a)^2)^{1/2}} \quad (5 P)$$

$$V = k_e \int_b^{l+b} \frac{3y dy}{(y^2 + (2a)^2)^{1/2}}$$

$$u = y^2 + (2a)^2 \Rightarrow du = 2y dy$$

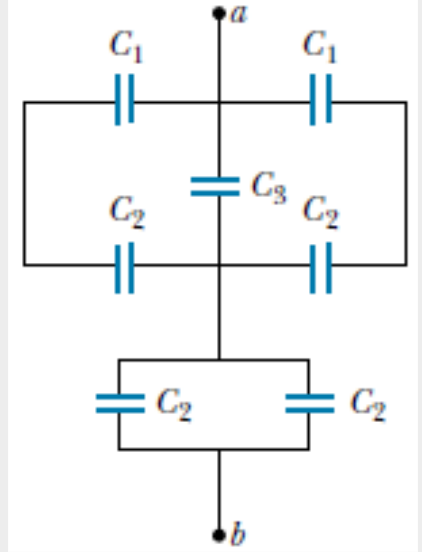
$$V = k_e \frac{3}{2} \int \frac{du}{u^{1/2}} = k_e \frac{3}{2} \times \frac{u^{1/2}}{\left(\frac{1}{2}\right)}$$

$$V = k_e 3(y^2 + 4a^2)^{1/2} \Big|_b^{l+b}$$

$$V = k_e 3[(l+b)^2 + 4a^2]^{1/2} - (b^2 + 4a^2)^{1/2} \quad (5 P)$$

Soru 4 (25 P):

- a) Şekilde görüldüğü gibi bağlanan bir grup kondansatör için a ve b noktaları arasındaki eşdeğer sığayı bulunuz. Burada, $C_1 = 5,00 \mu F$, $C_2 = 10,0 \mu F$ ve $C_3 = 2,00 \mu F$ olarak verilmektedir. (10 P)



$$C' = \left(2 \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right)^{-1} + C_3 \right) = 2 \left(\frac{1}{5,00 \mu F} + \frac{1}{10,0 \mu F} \right)^{-1} + 2,00 \mu F$$

$$C' = 8,66 \mu F$$

$$C'' = 2C_2 = 2(10,0 \mu F) = 20,0 \mu F$$

$$C_{es} = \left(\frac{1}{C'} + \frac{1}{C''} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{8,66 \mu F} + \frac{1}{20,0 \mu F} \right)^{-1} = 6,04 \mu F$$

- b) Şekilde a ve b noktaları arasındaki potansiyel farkı $60,0 V$ ise C_3 kondansatörü üzerinde biriken yük ne kadardır? (15 P)

$$Q_{es} = C_{es}(\Delta V)$$

$$Q_{es} = (6,04 \times 10^{-6} F)(60,0 V) = 3,62 \times 10^{-4} C \quad (5 P)$$

$$Q' = Q_{es} \Rightarrow \Delta V' = \frac{Q_{es}}{C'} = \frac{3,62 \times 10^{-4} C}{8,66 \times 10^{-6} F} = 41,8 V \quad (5 P)$$

$$Q_3 = C_3(\Delta V') = (2,00 \times 10^{-6} F)(41,8 V) = 83,6 \times 10^{-6} C = 83,6 \mu C \quad (5 P)$$