1) Yüzeyi iletken boya ile kaplanmış mantar bir küre -0.4 nC yük ile yükleniyor ve özdeş bir diğer küreye değdiriliyor. Küreler daha sonra birbirlerinden ayrılıyor. İkinci küre daha sonra üçüncü bir yüksüz küreye değdirilmiş ve daha sonra birbirinden ayrılmışlardır. Bunun sonucunda kürelerin yükünü ve elektron sayısını bulunuz.

Küreler özdeş olduklarından ilk temastan sonra, 1. ve 2. kürelerin yükleri;

$q_1 = \frac{1}{2}(-4x10^{-10}c) = -2x10^{-10}c$ olur. Bu yükteki elektron sayısı;

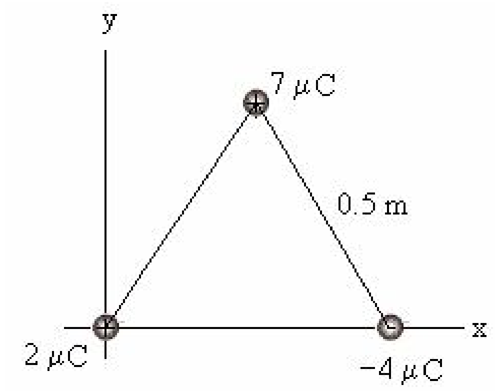
$N_1 = (2x10^{-10})/(1.602x10^{-19}c/elektron) = 1.25x10^{9}\,elektron$

İkinci kürenin üçüncü küreye teması sonucu, ikinci ve üçüncü kürelerin yükleri;

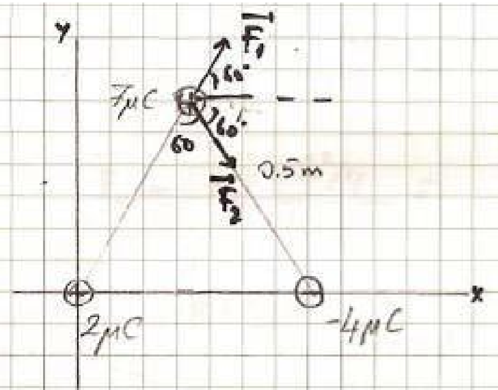
$q_2 = q_3 = \frac{1}{2}(-2x10^{-10}c) = -1x10^{-10}c$ olur. Bu yüklerdeki elektron sayısı;

$N_1 = 6.2x10^{8}\,elektron$

2) Şekil 1'deki gibi noktasal üç yük eşkenar üçgenin köşelerine yerleştirilmiştir. 7 µC'luk yük üzerindeki bileşke elektriksel kuvvetini bulunuz.



Şekil 1



$\vec{F}_{1x} = |\vec{F}_1| \cos 60\, \hat{i}$

$\vec{F}_{1y} = |\vec{F}_1| \sin 60\, \hat{j}$

$F_1 = k \dfrac{q_1 q_2}{r^2} = 8{,}99\cdot10^9 \dfrac{7\cdot10^{-6}\cdot 2\cdot10^{-6}}{(0{,}5)^2}$

$F_1 = 503{,}4\cdot10^{-3}\ N$

$\vec{F}_{1x} = 0{,}503\cdot\cos60\,\hat{i} \Rightarrow 0{,}252\,\hat{i}\ (N)$

$\vec{F}_{1y} = 0{,}503\cdot\sin60\,\hat{j} \Rightarrow 0{,}436\,\hat{j}\ (N)$

$\vec{F}_{2x} = |\vec{F}_2|\cos60\,\hat{i}$ ve $\vec{F}_{2y} = |\vec{F}_2|\sin60(-\hat{j})$

$F_2 = k\dfrac{q_1 q_2}{r^2} = 8{,}99\cdot10^9 \dfrac{7\cdot10^{-6}\cdot4\cdot10^{-6}}{0.5^2} \sim 1{,}01\ N$

$\vec{F}_{2x} = 1.01\cdot\cos60\,\hat{i} = 0{,}505\,\hat{i}\ (N)$

$\vec{F}_{2y} = 1{,}01\cdot\sin60\,(-\hat{j}) = -0{,}875\,\hat{j}\ (N)$

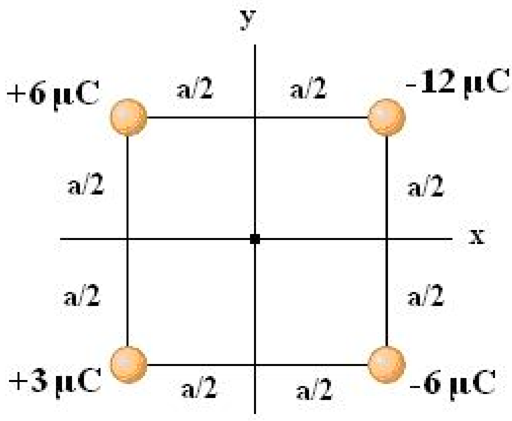
$\sum \vec{F}_x = \vec{F}_{1x}+\vec{F}_{2x} = (0{,}252+0{,}505)\,\hat{i} = 0{,}757\,\hat{i}\ (N)$

$\sum \vec{F}_y = \vec{F}_{1y}+\vec{F}_{2y} = (0{,}436-0{,}875)\,\hat{j} = -0.439\,\hat{j}\ (N)$

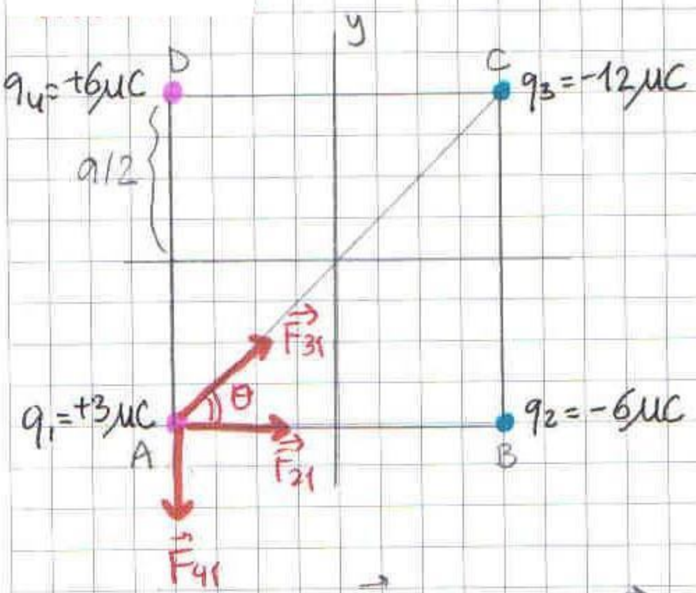
$\vec{F} = 0{,}757\,\hat{i} - 0.439\,\hat{j}\ (N)$

$\sum|\vec{F}| = 0{,}875\ N$

3) Şekil 2'deki gibi dört nokta yük kenar uzunluğu 0.3 m olan karenin köşelerinde bulunmaktadır. +3 µC'luk yük üzerindeki bileşke elektriksel kuvvetini bulunuz.



Şekil 2



$$\vec{F} = k\frac{q_1 \cdot q_3}{r^2}\cdot\hat{r}$$

+3μC'luk yüke etkiyen bileşke elektriksel kuvvet:

$$\vec{F_1} = \vec{F_{21}} + \vec{F_{31}} + \vec{F_{41}}$$

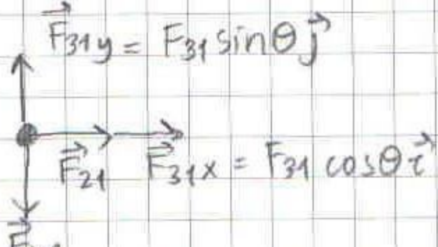
$$\vec{F_{21}} = 9\cdot10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}\,\frac{(6\cdot10^{-6}C\cdot 3\cdot10^{-6}C)}{(0{,}3\,m)^2}\,\vec{i}$$

$$\vec{F_{21}} = 1{,}8(\vec{i})\,N$$

$$\vec{F_{41}} = 1{,}8(-\vec{j})\,N$$

$$\vec{F_{31}} = F_{31}\cos\theta\,\vec{i} + F_{31}\sin\theta\,\vec{j}$$

$$\vec{F_{31}} = 1{,}27(\vec{i})\,N + 1{,}27(\vec{j})\,N$$



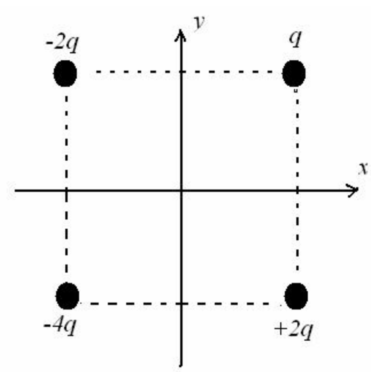
$$\vec{F_1} = 3{,}07(\vec{i})\,N + 0{,}53(-\vec{j})\,N$$

$a = 0{,}3\,m$

$|AB| = a \quad |AC| = a\sqrt{2}$

$\theta = 45° \quad \cos45° = \sin45° = \sqrt{2}/2$

4) Şekil 3'deki gibi kenar uzunluğu $2L$ olan bir karenin köşelerinde q, $2q$, $-4q$ ve $-2q$ yükleri bulunmaktadır.
a) q yük üzerindeki bileşke elektriksel kuvvetini bulunuz.
b) Karenin geometrik merkezine konulan Q yükü üzerindeki bileşke elektriksel kuvvetini bulunuz.

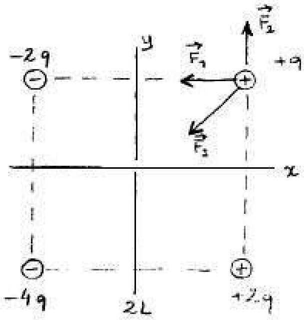


Şekil 3

a) $F_1 = F_2 = k(2q)(q)/(2L)^2 = \frac{1}{2} k q^2/L^2$;

$F_3 = k(4q)(q)/(8L^2) = \frac{1}{2} k q^2/L^2$

q yüküne etkiyen net kuvvet;



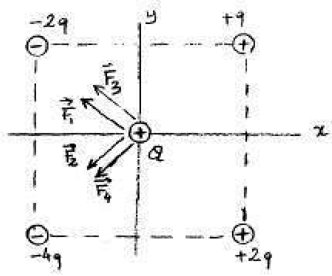
$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$
$$= \left(-\frac{1}{2} k q^2/L^2\right)\vec{i} + \left(\frac{1}{2} k q^2/L^2\right)\vec{j}$$
$$- \left\{\left[\left(\frac{1}{2} k q^2/L^2\right)\cos 45°\right]\vec{i} + \left[\left(\frac{1}{2} k q^2/L^2\right)\sin 45°\right]\vec{j}\right\}$$
$$= \left(\frac{1}{2} k q^2/L^2\right)\left\{\left[-(2+\sqrt{2})/2\right]\vec{i} + \left[(2-\sqrt{2})/2\right]\vec{j}\right\}$$

$F_{net} = (\sqrt{3}) k q^2/2L^2$, Pozitif x ekseni ile yaptığı açı 170,2° dir.

b) $F_1 = F_3 = k.(2q)Q/(L\sqrt{2})^2 = kqQ/L^2$

$F_2 = kqQ/(L\sqrt{2})^2 = kqQ/2L^2$

$F_4 = k4qQ/(L\sqrt{2})^2 = 2kqQ/L^2$



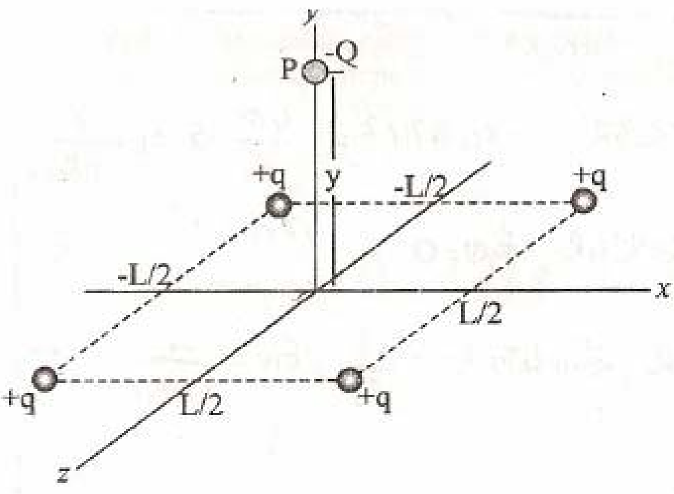
$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = \left(k(2q)Q/(L\sqrt{2})^2\right)\cos 135°\,\vec{i}$$
$$+ k(2q)Q/(L\sqrt{2})^2 \sin 135°\,\vec{j} + kqQ/(L\sqrt{2})^2 \cos 225°\,\vec{i}$$
$$+ kqQ/(L\sqrt{2})^2 \sin 225°\,\vec{j} + k2qQ/(L\sqrt{2})^2 \cos 135°\,\vec{i}$$
$$+ kqQ/(L\sqrt{2})^2 \sin 135°\,\vec{j} + 2kqQ/L^2 \cos 225°\,\vec{i}$$
$$+ 2kqQ/L^2 \sin 225°\,\vec{j}$$

$$\vec{F}_{net} = \{kqQ/L^2(-0{,}7) + kqQ/2L^2(-0{,}7) + kqQ/L^2(-0{,}7)$$
$$+ 2kqQ/L^2(-0{,}7)\}\vec{i} + \{kqQ/L^2.0{,}7 + kqQ/2L^2(-0{,}7)$$
$$+ kqQ/2L^2.(0{,}7) + 2kqQ/L^2.(-0{,}7)\}\vec{j}$$

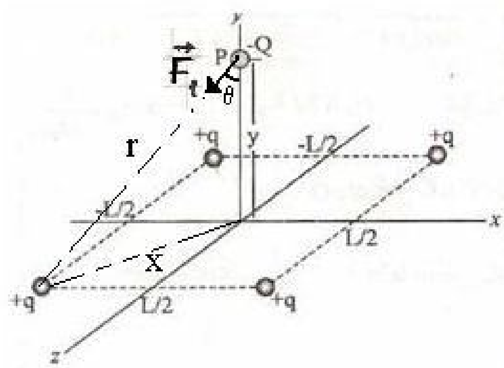
$$= -3{,}15\frac{kqQ^2}{L^2}\vec{i} - 0{,}7\frac{kqQ^2}{L^2}\vec{j} \longrightarrow F_{net} = 3{,}2\,kqQ/L^2$$

Pozitif x ekseni ile yaptığı açı 192,5°

5) Dört noktasal +q yükü kenar uzunluğu L olan karenin köşelerine Şekil 4'deki gibi konulmuştur. Karenin merkezinden geçen, kare düzlemine dik doğru üzerindeki P noktasında bulunan –Q nokta yükü üzerindeki bileşke elektriksel kuvvetini bulunuz.



Şekil 4



Sistem simetrisinden dolayı $\Sigma F_x = 0$ 'dır.

$$F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = k\,\frac{qQ}{r^2}$$

$$\vec{F}_{1y} = -k\,\frac{qQ}{r^2}\cos\theta\,\hat{j}$$

$$\cos\theta = \frac{y}{r} \Rightarrow$$

$$\vec{F}_{1y} = -k\,\frac{qQ}{r^3}\,y\,\hat{j}$$

$$x = \frac{\sqrt{2}}{2}L$$

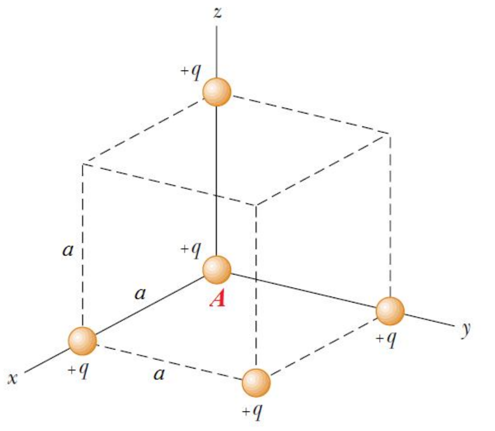
$$\Sigma\vec{F}_y = 4\vec{F}_{1y} \quad \text{ve} \quad r = \sqrt{y^2 + \left(\frac{L\sqrt{2}}{2}\right)^2}$$

$$\Sigma\vec{F}_y = -4k\,\frac{qQ}{\left(y^2 + \frac{L^2}{2}\right)^{3/2}}\,y\,\hat{j}$$

6) Şekil 5'de görüldüğü gibi kenar uzunluğu a olan bir kübün beş köşesinde $+q$ noktasal yükleri bulunmaktadır.

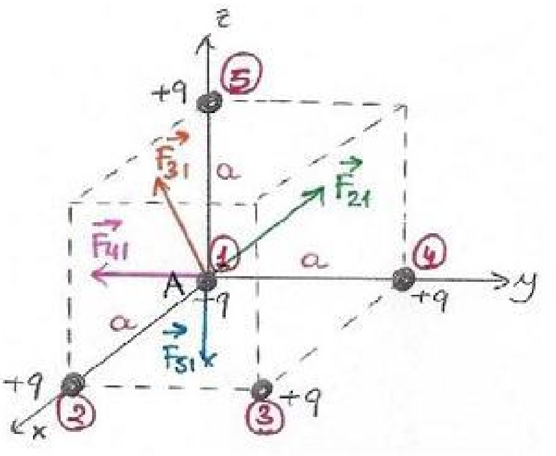
a) $A(0,0,0)$ noktasında bulunan yük üzerindeki bileşke elektriksel kuvveti bulunuz.

b) Bileşke kuvvetin büyüklüğünü bulunuz.



Şekil 5

$$\vec{F}_A = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} + \vec{F}_{41} + \vec{F}_{51}$$



$$\vec{F} = k\,\frac{q_1 q_2}{r^2}\,\hat{r}$$

a)

$$\vec{F}_{21} = k\,\frac{q^2}{a^2}\,(-\hat{i})$$

$$\vec{F}_{31} = k\,\frac{q^2}{(\sqrt{2}a)^2}\left[\cos 45^\circ(-\hat{i}) + \sin 45^\circ(-\hat{j})\right]$$

$$\vec{F}_{41} = k\,\frac{q^2}{a^2}\,(-\hat{j})$$

$$\vec{F}_{51} = k\,\frac{q^2}{a^2}\,(-\hat{k})$$

$$\vec{F}_A = -k\,\frac{q^2}{a^2}\left[\left(1+\frac{\cos 45^\circ}{2}\right)\hat{i} + \left(1+\frac{\sin 45^\circ}{2}\right)\hat{j} + \hat{k}\right]$$

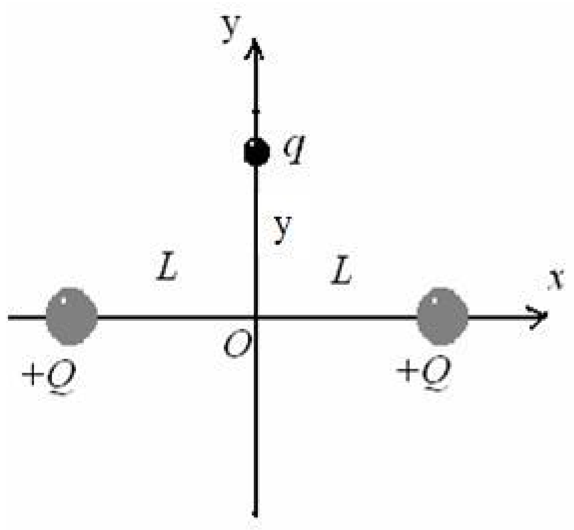
$$\boxed{\vec{F}_A = -k\,\frac{q^2}{a^2}\left[\left(1+\frac{\sqrt{2}}{4}\right)\hat{i} + \left(1+\frac{\sqrt{2}}{4}\right)\hat{j} + \hat{k}\right]}$$

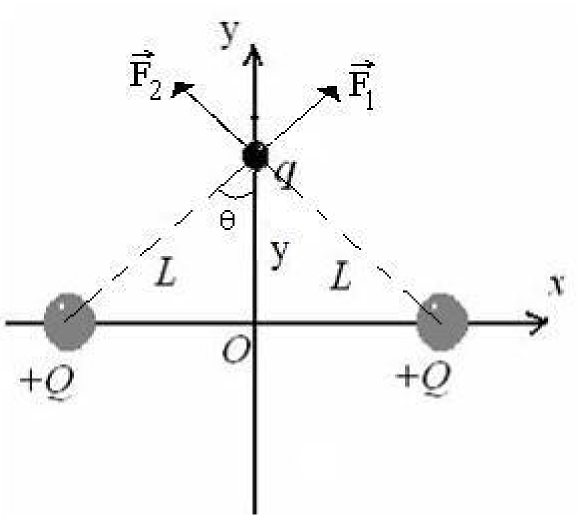
b)

$$F_A = |\vec{F}_A| = k\,\frac{q^2}{a^2}\sqrt{\left(1+\frac{\sqrt{2}}{4}\right)^2 + \left(1+\frac{\sqrt{2}}{4}\right)^2 + 1}$$

$$\boxed{F_A \cong 2\,k\,\frac{q^2}{a^2}}$$

7) Şekil 6'da görüldüğü gibi, *y* eksenine göre simetrik noktalara her biri *Q* yüklü iki parçacık yerleştirilmiştir. Parçacıklar arasındaki uzaklık *2L'*dir. *q* yüklü bir parçacık y düzlemi üzerinde hangi noktaya yerleştirilirse, yük üzerindeki bileşke elektriksel kuvveti maksimum olur?





Şekil 6

$F_1 = F_2$, q yüklü parçacığa etkiyen kuvvet:

$F = 2F_1 . \cos\theta$ $\quad \cos\theta = \dfrac{y}{(L^2+y^2)^{1/2}}$

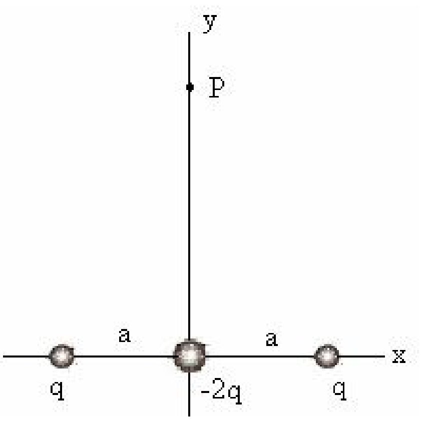
$F_1 = k \dfrac{Q . q}{[L^2+y^2]}$

Toplam kuvvet $F = k \dfrac{2Qq}{[L^2+y^2]^{3/2}} y$

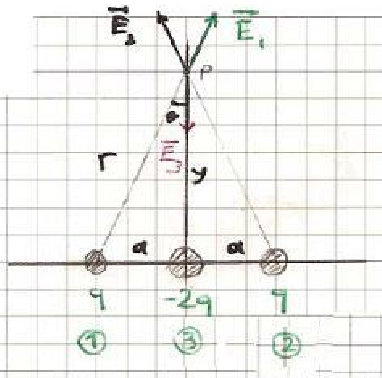
Kuvvetin maksimum olma koşulu; $\dfrac{dF}{dy} = 0$ dır.

Buradan $y = \dfrac{L}{\sqrt{2}}$ bulunur.

8) Şekil 7'de verilen, x ekseninde bulunan q, -2q ve q yüklerinin y ekseni üzerinde P(y>>a) noktasında oluşturdukları elektrik alanı bulunuz.



Şekil 7



$E_{3x}=0$;

$|E_1| = |E_2|$ old için ve simetriden dolayı $\Sigma \vec{E}_x = 0$ 'dır.

$\Sigma E_y = ?$

$r = \sqrt{a^2+y^2}$ ve $\cos\theta = \frac{y}{r}$

$\cos\theta = \frac{y}{(a^2+y^2)^{1/2}}$ (1)

$$\Sigma \vec{E}_y = \left\{ k\frac{q}{r^2}\cos\theta + k\frac{q}{r^2}\cos\theta - k\frac{2q}{y^2} \right\}\hat{j} \quad (2)$$

(1) → (2)

$$\vec{E}_y = \left\{ 2k\frac{q}{a^2+y^2}\frac{y}{(a^2+y^2)^{1/2}} - 2k\frac{q}{y^2} \right\}\hat{j}$$

$$\vec{E}_y = 2kq\left\{ \frac{y}{(a^2+y^2)^{3/2}} - \frac{1}{y^2} \right\}\hat{j}$$

$(a^2+y^2)^{-3/2}$ seriye açılırsa (Binom açılımı)

$$(a+x)^m = a^m + \frac{m}{1!}(a^{m-1})x + \frac{m(m-1)}{2!}a^{m-2}x^2$$

$y >> a$ (y için)

$$(a^2+y^2)^{-3/2} = y^{-3} + \left(-\frac{3}{2}\right)y^{-5}a^2$$

diğer terimler ihmal $y>>a$

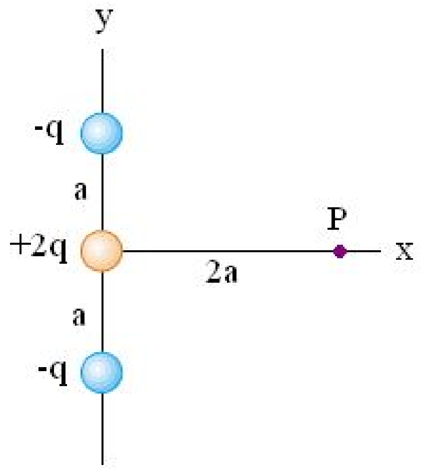
$$\Sigma \vec{E}_y = 2kq\left\{ y\left(y^{-3} - \frac{3}{2}\frac{a^2}{y^5}\right) - \frac{1}{y^2} \right\}\hat{j}$$

$$= 2kq\left\{ -\frac{3}{2}\frac{a^2}{y^4} \right\}\hat{j}$$

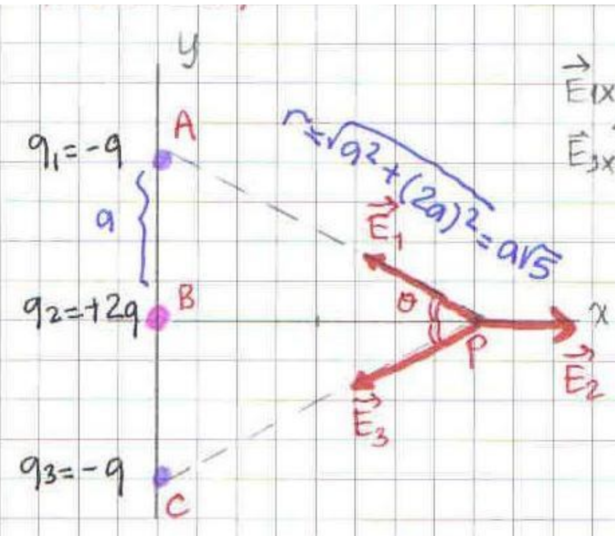
$$\vec{E}_y = -3k\frac{qa^2}{y^4}\hat{j}$$

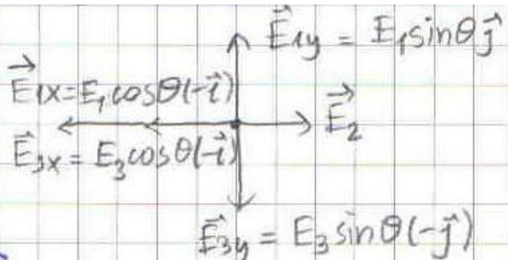
(Kuadrapol)

9) Şekil 8'deki gibi y ekseninde bulunan –q, +2q ve –q noktasal yüklerin P noktasında oluşturdukları elektrik alanı bulunuz.



Şekil 8





$|AB|=a=|BC|$

$|BP|=2a$

$|AP|=|CP|=r=a\sqrt{5}$

$\cos\theta=\dfrac{2a}{a\sqrt{5}}=2/\sqrt{5}$

$\sin\theta=\dfrac{a}{a\sqrt{5}}=1/\sqrt{5}$

P noktasındaki elektrik alan;

$\vec{E}_p=\vec{E}_1+\vec{E}_2+\vec{E}_3$

$\vec{E}_1=E_1\cos\theta(-\vec{i})+E_1\sin\theta(\vec{j})$

$\vec{E}_3=E_3\cos\theta(-\vec{i})+E_3\sin\theta(-\vec{j})$

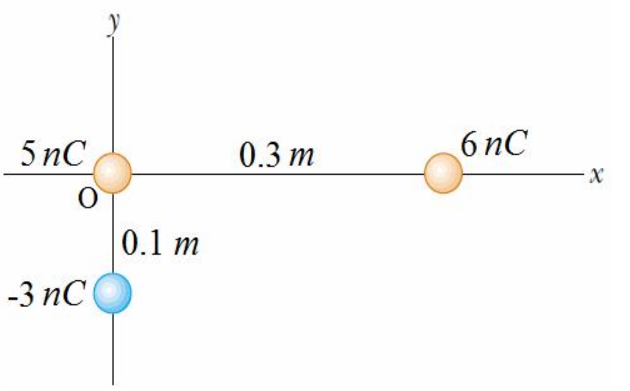
$\vec{E}_2=\dfrac{kq_2}{(2a)^2}\vec{i}=\dfrac{kq}{2a^2}\vec{i}$

$\vec{E}_p=\dfrac{kq}{2a^2}\vec{i}-\dfrac{4kq}{5a^2\sqrt{5}}\vec{i}\quad\left(\dfrac{N}{C}\right)$

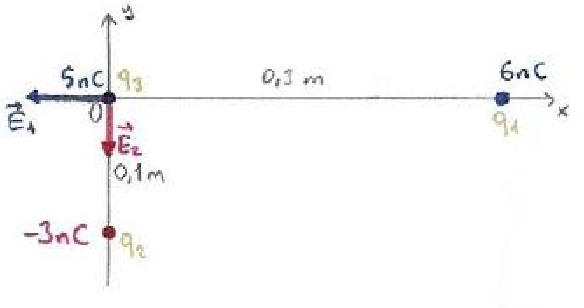
10) Üç noktasal yük Şekil 9'daki gibi düzenlenmiştir.

a) 6 nC ve -3 nC yüklerinin birlikte O noktasında oluşturdukları elektrik alanı bulunuz.

b) 5 nC yüküne etkiyen elektriksel kuvveti bulunuz.



Şekil 9



$$\vec{E} = k\,\frac{q}{r^2}\,\hat{r}$$

a) $\vec{E}_0 = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$

$$\vec{E}_1 = 9.10^9.\frac{6.10^{-9}}{(0,3)^2}(-\hat{i}) = -6.10^2\,\hat{i}\ (N/C)$$

$$\vec{E}_2 = 9.10^9.\frac{3.10^{-9}}{(0,1)^2}(-\hat{j}) = -2,7.10^3\,\hat{j}\ (N/C)$$

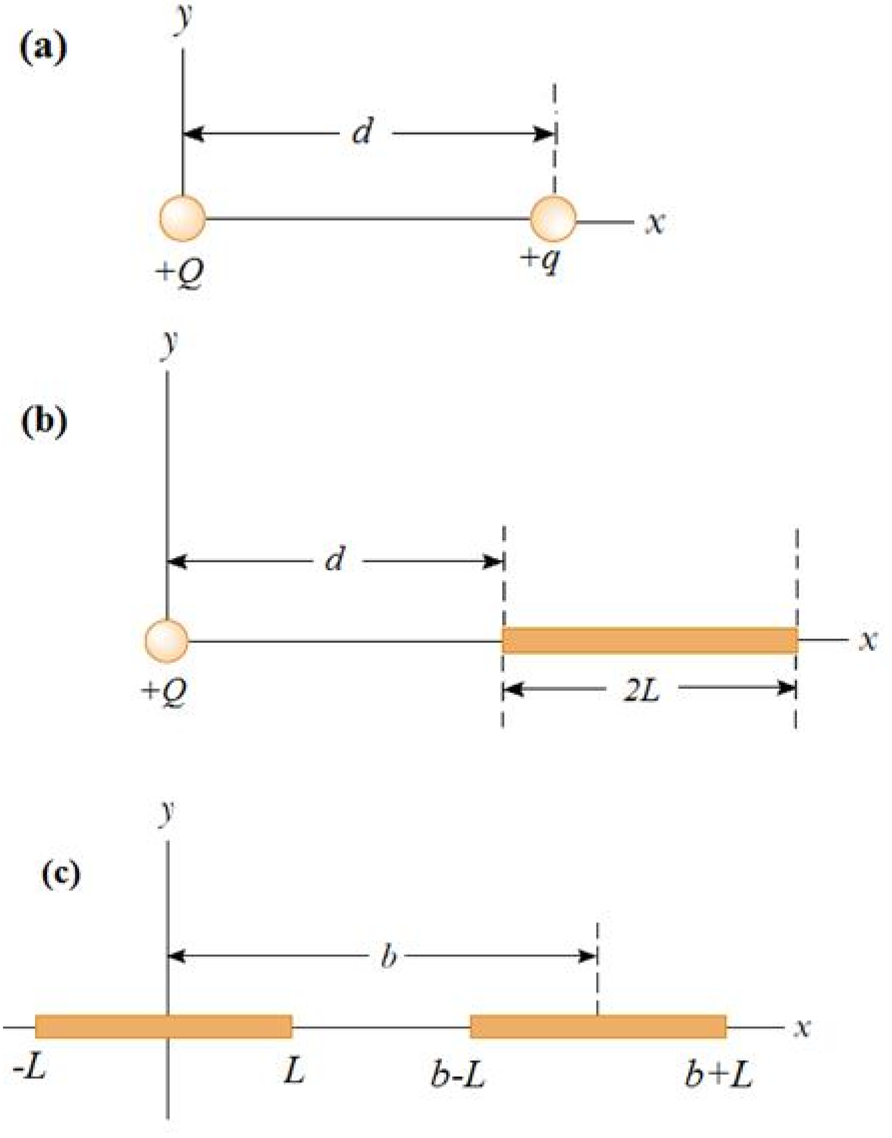
$$\boxed{\vec{E}_0 = -6.10^2\,\hat{i} - 2,7.10^3\,\hat{j}\ (N/C)}$$

b) $\vec{F}_3 = q_3 . \vec{E}_0$

$$\vec{F}_3 = 5.10^{-9}.(-6.10^2\,\hat{i} - 2,7.10^3\,\hat{j})$$

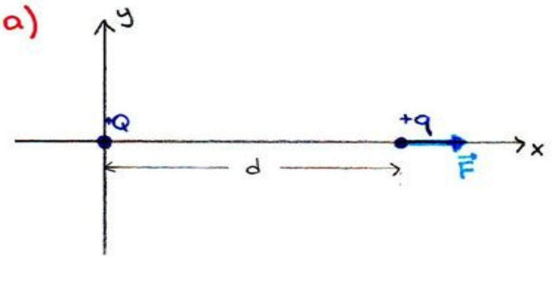
$$\boxed{\vec{F}_3 = -3.10^{-6}\,\hat{i} - 13,5.10^{-6}\,\hat{j}\ (N)}$$

11) a) Şekil 10 (a)'daki noktasal +q yükünün, kendisinden d kadar uzaktaki noktasal +Q yüküne uyguladığı elektriksel kuvveti bulunuz.
b) Şekil 10 (b)'deki 2L uzunluklu düzgün yüklü ince bir çubuğun, bir ucundan d kadar uzaktaki noktasal +Q yüküne uyguladığı elektriksel kuvveti bulunuz.
c) Özdeş, 2L uzunluklu ve düzgün yüklü iki çubuk, x-ekseni boyunca merkezleri arasındaki uzaklık b>L olacak biçimde Şekil 10 (c)'deki gibi yerleştirilmiştir. Sağdaki çubuğun soldaki çubuğa uyguladığı elektriksel kuvveti bulunuz.



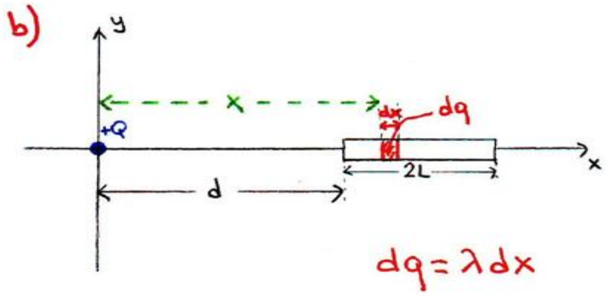
Şekil 10

a)



$$\boxed{F = k\,\frac{Qq}{d^2}}$$

b)



$$dq = \lambda\,dx$$

$$\lambda = \frac{q}{2L}$$

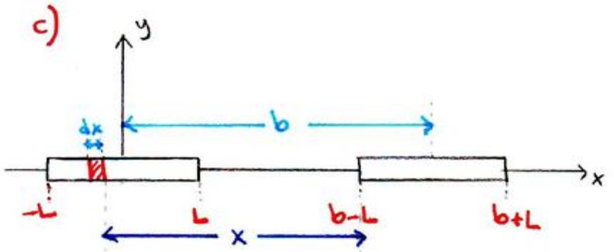
$$F = \int_d^{d+2L} dF = \int_d^{d+2L} k\,\frac{Q\,dq}{x^2}$$

$$F = kQ\int_d^{d+2L}\frac{\lambda\,dx}{x^2} = kQ\lambda\left[-\frac{1}{x}\right]_d^{d+2L}$$

$$F = kQ\,\frac{q}{2L}\left(-\frac{1}{d+2L} + \frac{1}{d}\right)$$

$$\boxed{F = k\,\frac{Qq}{d(d+2L)}}$$

c)



(b) şıkkındaki sonuca göre, çubuğun d kadar uzaklıktaki Q yüküne uyguladığı elektriksel kuvvet $F = k\,\frac{Qq}{d(d+2L)}$ olarak bulunmuştu. Bu sonuca göre, sağdaki çubuğun soldaki çubuk üzerindeki herhangi bir dq yük elemanına uygulayacağı **dF** elektriksel kuvveti;

$$dF = k\,\frac{q\,dq}{x(x+2L)} \qquad dq = \lambda\,dx = \frac{q}{2L}\,dx$$

$$F = \int_{b-2L}^{b} dF = \frac{kq^2}{2L}\int_{b-2L}^{b}\frac{dx}{x(x+2L)}$$

$$\int \frac{dx}{x(x+a)} = \frac{1}{a}\ln\left(\frac{x}{x+a}\right) + c$$

$$F = \frac{kq^2}{2L}\left[\frac{1}{2L}\ln\left(\frac{x}{x+2L}\right)\right]_{b-2L}^{b}$$

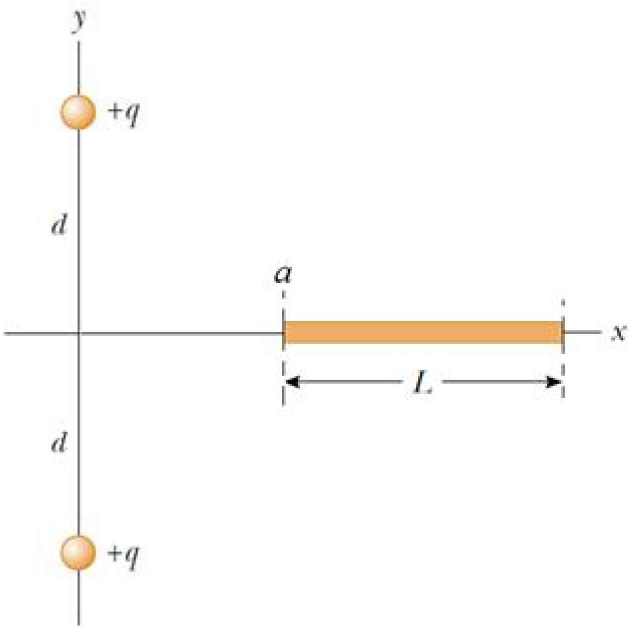
$$F = \frac{kq^2}{4L^2}\left[\ln\left(\frac{b}{b+2L}\right) - \ln\left(\frac{b-2L}{b-2L+2L}\right)\right] = \frac{kq^2}{4L^2}\ln\left(\frac{b}{b+2L}\cdot\frac{b}{b-2L}\right)$$

$$\boxed{F = \frac{kq^2}{4L^2}\ln\left(\frac{b^2}{b^2-4L^2}\right)}$$

12) +q yüklü iki özdeş noktasal yük, y-ekseni üzerinde ±d noktalarına ve λ yük yoğunluklu L uzunluğundaki düzgün yüklü ince çubuk ise x=a'dan itibaren Şekil 11'de görüldüğü gibi yerleştirilmiştir.

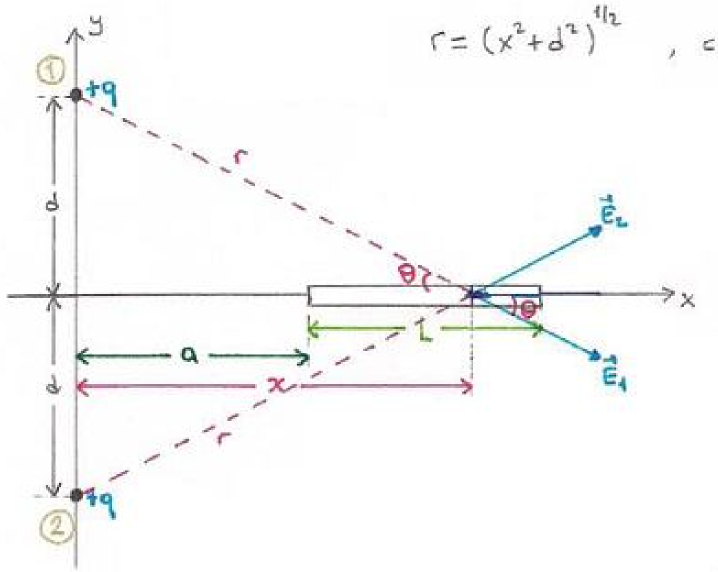
a) + q yüklü noktasal cisimlerin x-ekseni üzerinde herhangi bir x>0 noktasında oluşturacakları elektrik alanı bulunuz.

b) Noktasal yüklerin çubuk üzerine uyguladıkları elektriksel kuvveti bulunuz.



Şekil 11

a)



$r = (x^2+d^2)^{1/2}$, $\cos\theta = \frac{x}{r}$

$$\vec{E} = k\frac{q}{r^2}\hat{r}$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 \qquad |\vec{E}_1| = |\vec{E}_2|$$

$$\vec{E} = E_{1x}\hat{i} - \cancel{E_{1y}}\hat{j} + E_{2x}\hat{i} + \cancel{E_{2y}}\hat{j}$$

$$\vec{E} = (E_{1x} + E_{2x})\hat{i}$$

$$\vec{E} = 2E_1\cos\theta\,\hat{i}$$

$$\vec{E} = 2k\frac{q}{r^2}\cos\theta\,\hat{i} = 2k\frac{q}{x^2+d^2}\,\frac{x}{(x^2+d^2)^{1/2}}\,\hat{i}$$

$$\boxed{\vec{E} = 2k\frac{qx}{(x^2+d^2)^{3/2}}\hat{i}}$$

b) ① ve ② yüklerinin, çubuk üzerinde herhangi bir $dq=\lambda dx$ yük elemanına uyguladıkları elektriksel kuvvet; $d\vec{F}=dq.\vec{E}$

$$d\vec{F}=(\lambda dx).\vec{E}$$

$$\vec{F}=\int_a^{a+L} d\vec{F}=\int_a^{a+L}(\lambda dx).2k\frac{qx}{(x^2+d^2)^{3/2}}\hat{i}$$

$$\vec{F}=2kq\lambda\int_a^{a+L}\frac{x\,dx}{(x^2+d^2)^{3/2}}\hat{i}$$

$$\int\frac{x\,dx}{(x^2+d^2)^{3/2}}=?\qquad x^2+d^2=u \qquad 2x dx=du$$

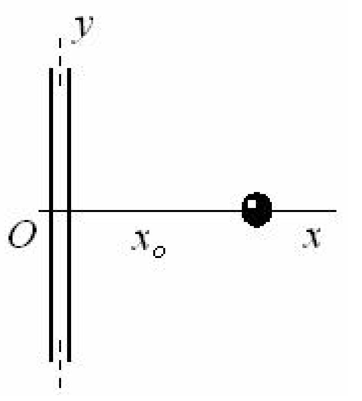
$$\int\frac{du/2}{u^{3/2}}=\frac{1}{2}\int\frac{du}{u^{3/2}}=\frac{1}{2}\left[\frac{u^{-1/2}}{-1/2}\right]=-\left[(x^2+d^2)^{-1/2}\right]$$

$$\vec{F}=-2kq\lambda\left[(x^2+d^2)^{-1/2}\right]_a^{a+L}\hat{i}$$

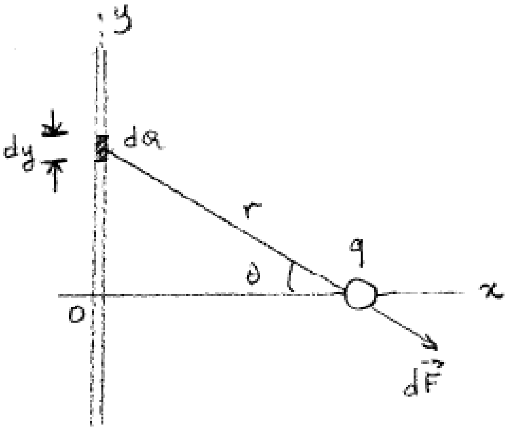
$$\vec{F}=-2kq\lambda\left\{\left[(a+L)^2+d^2\right]^{-1/2}-(a^2+d^2)^{-1/2}\right\}\hat{i}$$

$$\boxed{\vec{F}=2kq\lambda\left\{\frac{1}{(a^2+d^2)^{1/2}}-\frac{1}{\left[(a+L)^2+d^2\right]^{1/2}}\right\}\hat{i}}$$

13) Boyca yük yoğunluğu λ olan düzgün yük dağılımına sahip çubuk, Şekil 12'de görüldüğü gibi y ekseni boyunca -∞ dan +∞ kadar uzanmaktadır. *x* ekseni üzerine $x = x_0$ noktasına yerleştirilen *q nokta* yüküne etkiyen kuvveti bulunuz.



Şekil 12



$$dQ = \lambda\, dy$$

$$dF = \left(k \frac{q}{r^2}\right) dQ = \left(kq\lambda / r^2\right) dy$$

$$F = \int dF_x = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{kq\lambda}{r^2} \cos\theta \, dy$$

$$r = \frac{x_0}{\cos\theta} \quad \text{ve} \quad y = x_0 \tan\theta$$

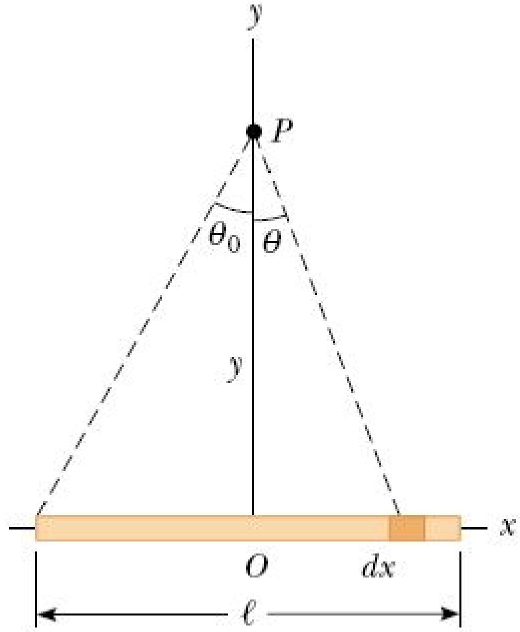
$$dy = x_0 \sec^2\theta \, d\theta = \left(x_0 / \cos^2\theta\right) d\theta$$

$$F = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{kq\lambda}{(x_0/\cos\theta)^2} (\cos\theta)(x_0/\cos^2\theta)\, d\theta$$

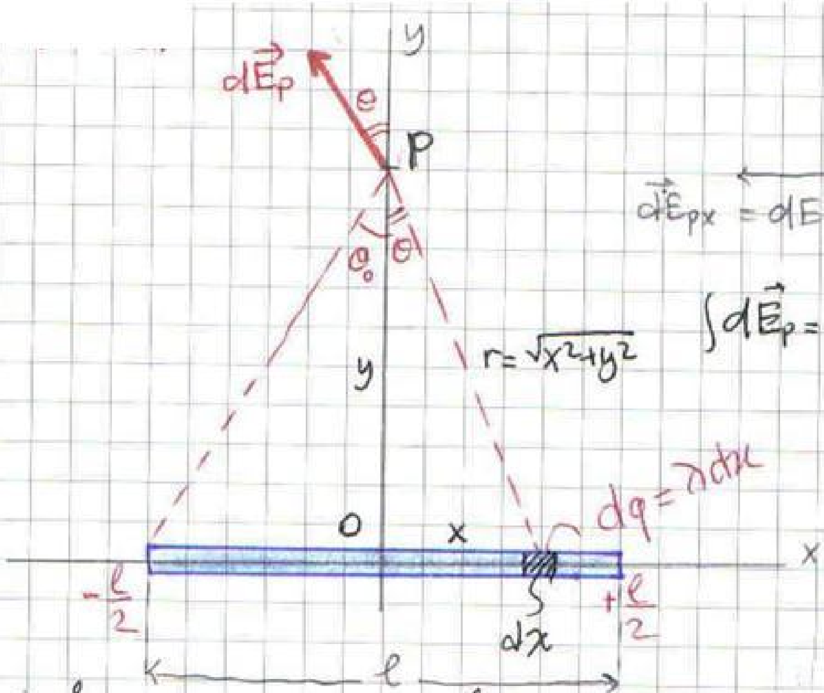
$$= \frac{2kq\lambda}{x_0}$$

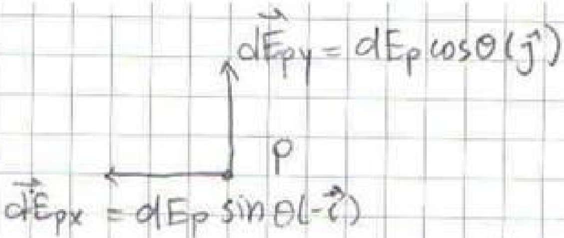
$$\vec{F} = (2kq\lambda / x_0)\, \vec{i}$$

14) Şekil 13'deki gibi uzunluğu ℓ, boyca yük yoğunluğu λ olan ince çubuk x ekseni üzerindedir. Çubuğun orta dikmesi üzerinde, çubuktan y uzaklıktaki P noktasında elektrik alanı bulunuz.



Şekil 13





$$\int d\vec{E}_p = \underbrace{\int dE_{px}\vec{i}}_{0} + \int dE_{py}\vec{j}$$ ✓

$$\vec{E}_p = k\int \frac{dq}{r^2}\cdot\hat{r}$$

$$dq = \lambda dx$$

$$\vec{E}_p = \int_0^\ell \frac{k\,dq}{x^2+y^2}\cdot\sin\theta\,\vec{i} + \int_0^\ell \frac{k\,dq}{x^2+y^2}\cos\theta\,\vec{j}$$

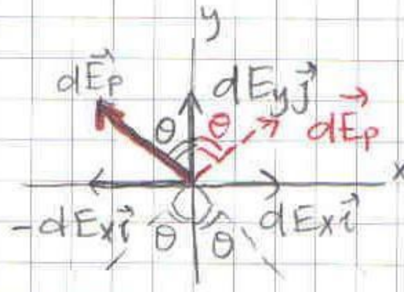
$$= k\lambda\int_0^\ell \frac{dx}{x^2+y^2}\sin\theta\,\vec{i} + k\lambda\int_0^\ell \frac{dx}{x^2+y^2}\cos\theta\,\vec{j}$$

$\sin\theta = \dfrac{x}{\sqrt{x^2+y^2}}$

$\cos\theta = \dfrac{y}{\sqrt{x^2+y^2}}$

$$\vec{E}_p = k\lambda \int_0^{\ell} \frac{x\,dx}{(x^2+y^2)^{3/2}}\,\vec{i} + k\lambda y \int_0^{\ell} \frac{dx}{(x^2+y^2)^{3/2}}\,\vec{j}$$

$$\vec{E}_p = \underbrace{2k\lambda \int_0^{\ell/2} \frac{x\,dx}{(x^2+y^2)^{3/2}}\,\vec{i}}_{=0} + 2k\lambda y \int_0^{\ell/2} \frac{dx}{(x^2+y^2)^{3/2}}\,\vec{j}$$



simetriden; $\int dE_x \vec{i} = 0$ olduğu görülüyor. P noktasındaki elektrik alan; $\int d\vec{E}_p = \int d\vec{E}_y$

$$\int_0^{\ell} dE_y = 2k\lambda y \int_0^{\ell/2} \frac{dx}{(x^2+y^2)^{3/2}}$$

$\operatorname{tg}\theta = x/y$

$x = y\operatorname{tg}\theta$

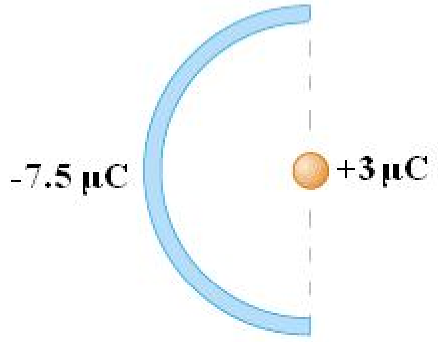
$dx = y\sec^2\theta\, d\theta$

$\operatorname{tg}^2\theta + 1 = \sec^2\theta = 1/\cos^2\theta$

$$= 2k\lambda y \int_{\theta=0}^{\ell/2=\theta_0} \frac{y\sec^2\theta\, d\theta}{(y^2\operatorname{tg}^2\theta + y^2)^{3/2}} = \frac{2k\lambda \sin\theta_0}{y}$$

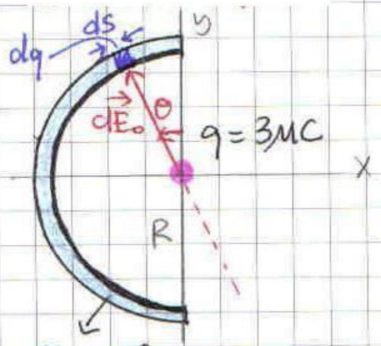
$$\vec{E}_p = \frac{2k\lambda}{y}\sin\theta_0 \cdot \vec{j} \left(\frac{N}{C}\right)$$

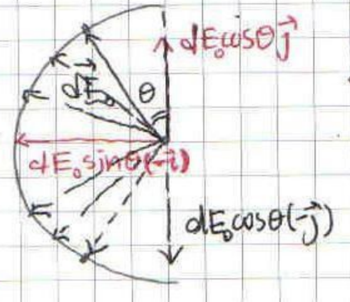
15) 14 cm uzunluğunda düzgün yüklü yalıtkan bir çubuk Şekil 14'deki gibi yarım daire şeklinde bükülüyor. Çubuğun toplam yükü -7.5 μC ise yarım dairenin merkezinde bulunan +3 μC'luk yüke etkiyen elektriksel kuvveti bulunuz.



Şekil 14

$$\int d\vec{E} = \int k\frac{dq}{r^2}\cdot\hat{r}$$





$$\int d\vec{E}_0 = \int dE_{0y}\vec{j} + \int dE_{0x}\vec{i}$$

$$= \int dE_0\cos\theta\,\vec{j} + \int dE_0\sin\theta(-\vec{i})$$

Simetriden dolayı " $\int dE_{0y}\vec{j} = 0$ " olur.

$$dq = \lambda ds = \lambda R d\theta$$

$$\int_{\theta=\pi/2}^{\theta=-\pi/2} dE_0 = \int_{\pi/2}^{-\pi/2} dE_0\left(\cos(\theta+\pi/2)\right) + \int_{\pi/2}^{-\pi/2} dE_0\left(\sin(\theta+\pi/2)\right)$$

$$= k\int_{\pi/2}^{-\pi/2}\frac{\lambda R d\theta}{R^2}\cos(\theta+\pi/2) + k\int_{\pi/2}^{-\pi/2}\frac{\lambda R d\theta}{R^2}\sin(\theta+\pi/2)$$

$\cos(\theta+\pi/2) = -\sin\theta$
$\sin(\theta+\pi/2) = \cos\theta$

$$\int_{\pi/2}^{-\pi/2} d\vec{E}_0 = \frac{k\lambda}{R}\int_{\pi/2}^{-\pi/2} -\sin\theta\, d\theta + \frac{k\lambda}{R}\int_{\pi/2}^{-\pi/2}\cos\theta\, d\theta$$

$$\vec{E}_0 = -\frac{2k\lambda}{R}\vec{i} = -\frac{2kq\pi}{\ell^2}\cdot\vec{i}$$

$\ell = \frac{2\pi R}{2}$

$\ell = \pi R$

$R = \ell/\pi$

$\lambda = q/\ell$

$$\vec{E}_0 = -21{,}6\cdot 10^6(\vec{i})\frac{N}{C} = 21{,}6(-\vec{i})\frac{MN}{C}$$

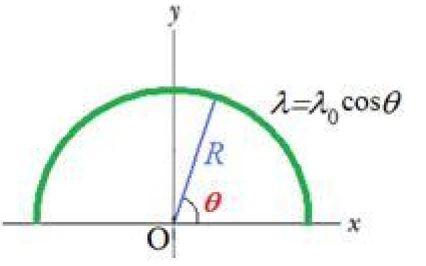
+3μC'luk yüke etkiyen elektriksel kuvvet;

$$\vec{F}_{+3\mu C} = q\cdot\vec{E}_0 = 3\cdot 10^{-6}C\cdot 21{,}6\cdot 10^6(-\vec{i})\frac{N}{C} = 64{,}8(-\vec{i})\,N$$

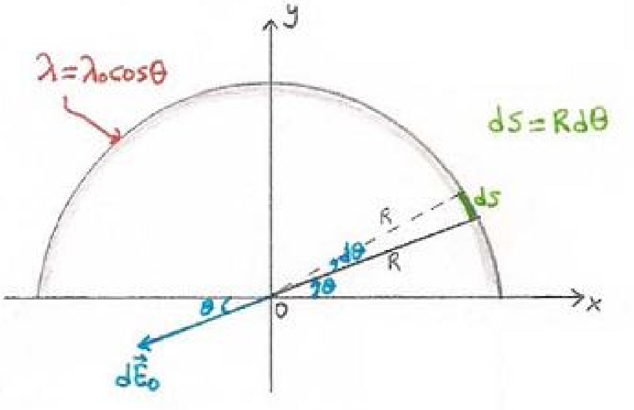
16) Şekil 15'de görülen yarım çemberin üzerindeki çizgisel yük yoğunluğu $\lambda = \lambda_0 Cos\theta$ bağıntısı ile verildiğine göre;

a) Yarım çember üzerindeki toplam yükü hesaplayınız.

b) O noktasındaki elektrik alanı bulunuz.



Şekil 15



a)

$$Q = \int \lambda \, ds$$

$$Q = \int_0^{\pi} \lambda_0 \cos\theta \, R d\theta$$

$$Q = \lambda_0 R \int_0^{\pi} \cos\theta d\theta$$

$$Q = \lambda_0 R \left[\sin\theta\right]_0^{\pi}$$

$$\boxed{Q = 0}$$

b)

$$\vec{E}_0 = \int_0^{\pi} d\vec{E}_0 = \int_0^{\pi} \left(-dE_0\cos\theta\,\hat{i} - dE_0\sin\theta\,\hat{j}\right)$$

$$dE_0 = k\frac{dQ}{R^2} = k\frac{\lambda ds}{R^2} = k\frac{\lambda_0\cos\theta\, Rd\theta}{R^2} = k\frac{\lambda_0}{R}\cos\theta d\theta$$

$$\vec{E}_0 = -k\frac{\lambda_0}{R}\int_0^{\pi}\left(\cos^2\theta\,\hat{i} + \cos\theta\sin\theta\,\hat{j}\right)d\theta$$

$\cos 2\theta = 2\cos^2\theta - 1 = 1 - 2\sin^2\theta$

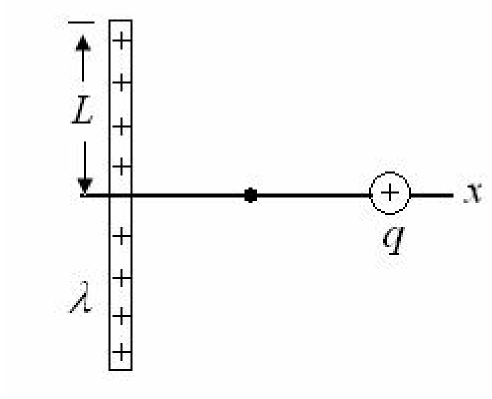
$\sin 2\theta = 2\sin\theta\cos\theta$

$$\vec{E}_0 = -k\frac{\lambda_0}{R}\left(\int_0^{\pi}\frac{1+\cos 2\theta}{2}d\theta\,\hat{i} + \int_0^{\pi}\frac{\sin 2\theta}{2}d\theta\,\hat{j}\right)$$

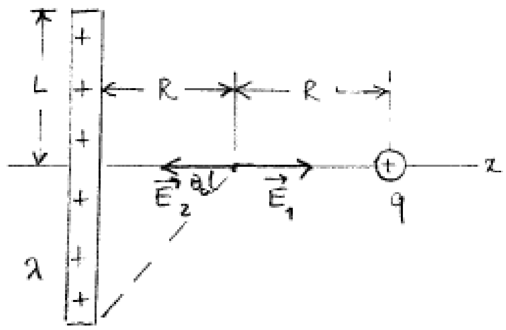
$$\vec{E}_0 = -k\frac{\lambda_0}{R}\left\{\left[\frac{\theta}{2} + \frac{\sin 2\theta}{4}\right]_0^{\pi}\hat{i} + \left[-\frac{1}{2}\frac{\cos 2\theta}{2}\right]_0^{\pi}\hat{j}\right\}$$

$$\boxed{\vec{E}_0 = -k\frac{\pi\lambda_0}{2R}\hat{i}}$$

17) 30 cm uzunluğundaki düzgün yüklü ince çubuğun yük yoğunluğu 15 μ C/m' dir. Çubuğun orta noktasından 30cm uzağa, çubuğa dik doğrultuda 3 μ C'luk q nokta yükü Şekil 16'daki yerleştirilmiştir. Nokta yük ile çubuğun merkezi arasındaki orta noktada elektrik alanı bulunuz.



Şekil 16



$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$= \left(\lambda / 2\pi\varepsilon_0 R\right) \sin\theta_0 \,\vec{i}$$

$$- \left(q / 4\pi\varepsilon_0 R^2\right) \vec{i}$$

$$= \left(1/4\pi\varepsilon_0\right)\left\{\left[\left(2\lambda \sin\theta\right)/R\right]\right.$$

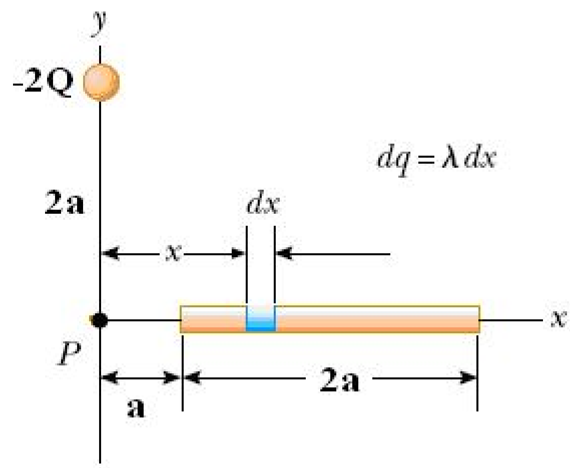
$$\left. - \left(q/R^2\right)\right\} \vec{i}$$

$$\tan\theta_0 = \frac{L}{R} \quad \rightarrow \theta_0 = 45^\circ$$

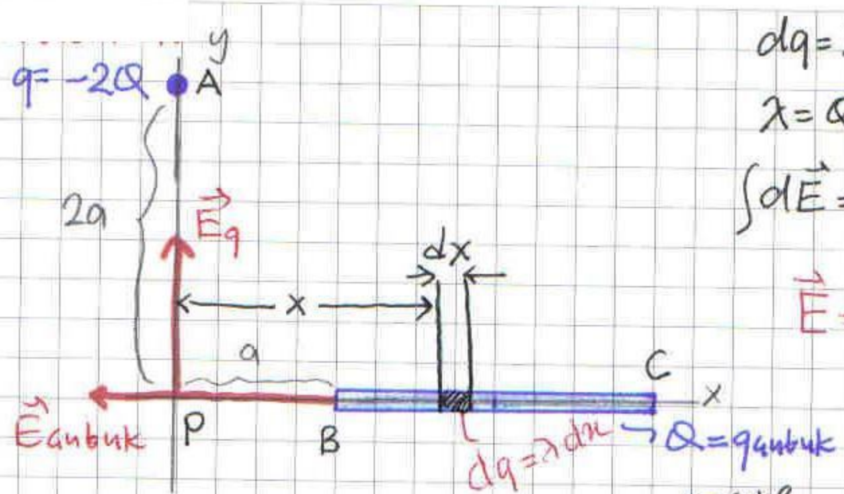
Alan şiddeti ;

$E = 7{,}3 \times 10^4$ N/C nokta yüke yönelik .

18) Şekil 17'deki 2a uzunluklu çubuğun toplam yükü Q, boyca yük yoğunluğu λ'dır. -2Q noktasal yükü y ekseni üzerinde P noktasından 2a uzaklıkta bulunmaktadır. P noktasındaki elektrik alanı hesaplayınız.



Şekil 17



$dq = \lambda dx$

$\lambda = Q/2a$

$\int d\vec{E} = k \int \frac{dq}{r^2}\hat{r}$

$\vec{E} = k \int \frac{dq}{r^2}\hat{r}$

$|AP| = 2a = |BC|$

$|PB| = a$

$$\int d\vec{E}_{cubuk} = k \int_{x=a}^{x=a+\ell} \frac{dq}{x^2}(-\vec{i}) = k\lambda \int_a^{3a} \frac{dx}{x^2}(-\vec{i})$$

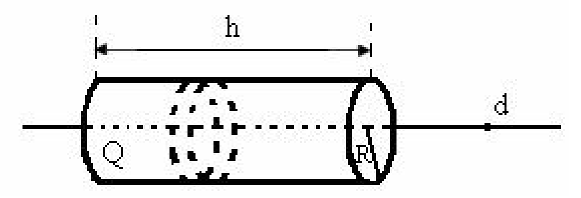
$$\vec{E}_{cubuk} = \frac{kQ}{3a^2}(-\vec{i})$$

$$\vec{E}_q = \frac{k\,2Q}{(2a)^2}(\vec{j}) = \frac{kQ}{2a^2}\vec{j}$$

P noktasındaki elektrik alan; $\vec{E}_p = \vec{E}_{cubuk} + \vec{E}_q$

$$\vec{E}_p = \left[\frac{kQ}{3a^2}(-\vec{i}) + \frac{kQ}{2a^2}(\vec{j})\right]\frac{N}{C}$$

19) Şekil 18'de verilen yarıçapı R, yüksekliği h, toplam yükü Q olan dairesel dik bir silindir tabakası düzgün yüklüdür.
a) Silindirin sağ yanından d uzaklıktaki bir noktadaki elektriksel alanı bulunuz.
b) Bu soruyu aynı boyutlara sahip, yükü hacmine düzgün olarak dağılmış içi dolu bir silindir için hesaplayınız.

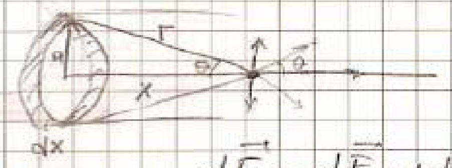


Şekil 18

a) Halkalardan oluşuyorsa;

Alın $x=0$ noktasında hesaplayalım dx kalınlıklı halka yükü; $dq = \frac{Q}{h}\,dx$ olur.

$\cos\theta = \frac{x}{r}$



$$d\vec{E} = \underbrace{d\vec{E}_y}_{0 \text{ simetriden}} + d\vec{E}_x$$

$$dE_x = dE\cos\theta \implies dE_x = k\frac{dq}{r^2}\frac{x}{r}$$

$$\int dE_x = \int k\frac{x}{(x^2+a^2)^{3/2}}\,dq$$

$$\vec{E} = \int_d^{d+h} k\frac{x}{(x^2+a^2)^{3/2}}\frac{Q}{h}\,dx\,\hat{i}$$

$$= k\frac{Q}{h}\frac{1}{2}\int_d^{d+h}(x^2+a^2)^{-3/2}\,2x\,dx\,\hat{i} \qquad x^2+a^2 = u, \quad 2x\,dx = du$$

$$\frac{kQ}{2h}\hat{i}\int u^{-3/2}\,du \implies -\cancel{2}\frac{kQ}{\cancel{2}h}\left|(x^2+a^2)^{-1/2}\right|_d^{d+h}$$

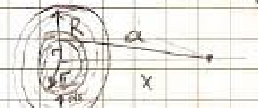
$$\vec{E} = \frac{kQ}{h}\left\{\left((d+h)^2+a^2\right)^{-1/2} - (d^2+a^2)^{-1/2}\right\}\hat{i}$$

$a=R$

$$\vec{E} = -\frac{kQ}{h}\left\{\left((d+h)^2+R^2\right)^{-1/2} - (d^2+R^2)^{-1/2}\right\}\hat{i}$$

$$\vec{E} = \frac{kQ}{h}\left\{\frac{1}{\sqrt{d^2+R^2}} - \frac{1}{\sqrt{(d+h)^2+R^2}}\right\}\hat{i}$$

b) Disklerden oluşuyorsa



$$dq = \frac{Q}{h}\,dx$$

birim yüzey başına $\sigma = \frac{Q}{\pi R^2}\frac{dx}{h}$

$2\pi r\,dr = dA$

$dq = 2\pi r\,\sigma\,dr$

$$d\vec{E}_x = d\vec{E}\cos\theta = k\frac{dq}{r^2}\frac{x}{r}\,\hat{\imath}$$

$$dE = \int \frac{kx}{(x^2+r^2)^{3/2}}(2\pi r\,\sigma\,dr)\,\hat{\imath} \qquad x = \text{sbt} \qquad r = 0 \rightarrow R$$

$$kx\pi\sigma\int_0^R \frac{2r\,dr}{(x^2+r^2)^{3/2}} \Rightarrow \underbrace{(x^2+r^2)}_{u}{}^{-3/2}\,\underbrace{2r\,dr}_{du}$$

$x^2+r^2 = u$

$2r\,dr = du$

$$kx\pi\sigma\int u^{-3/2}\,du\,\hat{\imath} \Rightarrow -kx\pi\sigma\,2\,(x^2+r^2)^{-1/2}\Big|_0^R\,\hat{\imath}$$

$$= 2kx\pi\sigma\left\{x^{-1} - (x^2+R^2)^{-1/2}\right\}\hat{\imath}$$

$$dE \Rightarrow 2k\pi\sigma\left\{1 - \frac{x}{(x^2+R^2)^{1/2}}\right\}\hat{\imath}$$

$$\int dE = \int_d^{d+h} 2k\pi\frac{Q}{\pi R^2 h}\,dx\left\{1 - \frac{x}{(x^2+R^2)^{1/2}}\right\}\hat{\imath}$$

$$\Rightarrow k\frac{Q}{R^2 h}\int_d^{d+h}\left(2 - \frac{2x}{(x^2+R^2)^{1/2}}\right)dx\,\hat{\imath}$$

$x^2+R^2 = u$

$2x\,dx = du$

$$k\frac{Q}{hR^2}\left\{2x\Big|_d^{d+h} - \int u^{-1/2}\,du\right\}\hat{\imath}$$

$$k\frac{Q}{R^2 h}\left\{2x\Big|_d^{d+h} - 2\,(x^2+R^2)^{1/2}\Big|_d^{d+h}\right\}\hat{\imath}$$

$$k\frac{Q}{hR^2}\left\{2(d+h) - 2d\right\} - 2\left\{\left((d+h)^2+R^2\right)^{1/2} - (d^2+R^2)^{1/2}\right\}\hat{\imath}$$

$$\vec{E} = 2k\frac{Q}{hR^2}\left\{h - \left((d+h)^2+R^2\right)^{1/2} + (d^2+R^2)^{1/2}\right\}\hat{\imath}$$

20) Bir elektron, bir halka yükün ekseni boyunca harekete zorlanıyor. Elektronun, açısal frekansı

$$\omega = \sqrt{\frac{eQ}{4\pi\varepsilon_0 m a^3}}$$

olan titreşimler yapabileceğini gösteriniz.
Bu formül halka yükün merkezinden $x << a$ için küçük titreşimlerde geçerlidir. e elektronun yükü, Q halkadaki yük miktarı, ε_0 sabiti boş uzayın elektriksel geçirgenliği, m elektronun kütlesi, a halkanın yarı çapıdır.

Halka yükün merkezinden x kadar uzaklıkta toplam elektrik alanı, $E = k\dfrac{Q.x}{(a^2+x^2)^{3/2}}$ dir.

$x \ll a$ için

$E = k\dfrac{Q.x}{a^3}$ olur.

$$F = eE = k\frac{Q}{a^3}x.e = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q.e}{a^3}x$$

F, x ile doğru orantılı ve yönü x'e terstir.

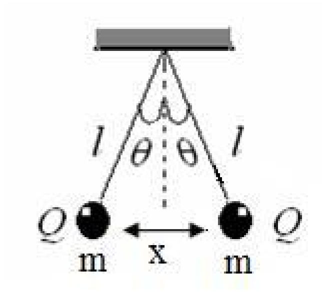
$$k = m\omega^2 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q.e}{a^3}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{Q.e}{4\pi\varepsilon_0 m a^3}}$$ bulunur.

21) Şekil 19'daki gibi kütlesi m olan iki benzer iletken küre l uzunluğunda ipek iple asılmıştır. Her iki kürenin yükü eşit ve Q kadardır. θ 'nın çok küçük olması durumunda,

$$x = \left(\frac{Q^2 l}{2\pi\varepsilon_o mg} \right)^{1/3}$$

olduğunu gösteriniz.



Şekil 19

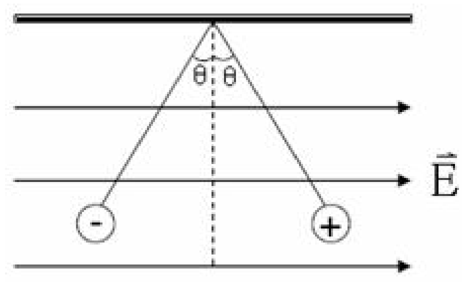
θ küçük olduğu için,

$\sin\theta = \tan\theta = \theta$ dır

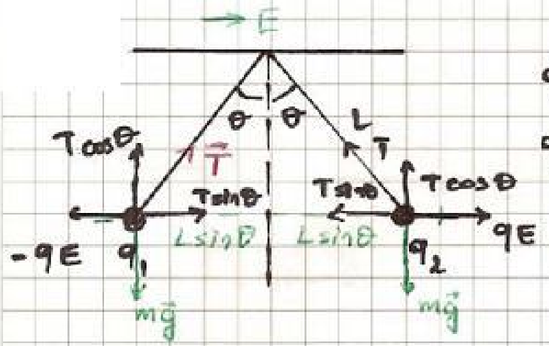
$\tan\theta = \dfrac{x/2}{l}$ ve $\tan\theta = \dfrac{F}{mg} = \dfrac{\frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{Q^2}{x^2}}{mg}$ den

$x = \left(\dfrac{Q^2 \cdot l}{2\pi\varepsilon_o mg} \right)^{1/3}$ bulunur.

22) 2g kütleli iki küçük küre Şekil 20'de görüldüğü gibi 10 cm uzunluklu ince iplerle asılıyor. Düzgün bir elektrik alanı +x doğrultusunda uygulanıyor. Kürelerin yükleri -50 nC ve +50 nC ise, küreleri $\theta = 10^o$ açıda tutabilecek elektrik alan şiddetini bulunuz.



Şekil 20



$q_1 = -50\,nC = -5.10^{-8}\,C$, $m = 2g = 2.10^{-3}\,kg$

$q_2 = 50\,nC = 5.10^{-8}\,C$, $L = 10cm = 10.10^{-2}\,m$

$\theta = 10°$, $g \sim 10\,m/s^2$

$$\vec{F}_e = k\frac{q_1 q_2}{r^2}\hat{r} \Rightarrow |\vec{F}_e| = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$\theta = 10°$ dengede olması için;

$\Sigma F_x = 0$; $\Sigma F_y = 0$ olmalıdır.

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow T\cos\theta - mg = 0 \Rightarrow T = \frac{mg}{\cos\theta}$$

$$T = \frac{2.10^{-3}.10}{\cos 10°} \sim 0{,}02\ N$$

$$\Sigma F_x = 0 \Rightarrow qE - T\sin\theta - F_e = 0 \qquad r = 2L\sin\theta =$$

$$= 5.10^{-8}.E - 0{,}02.\sin 10 - \left(8{,}99.10^9.\frac{(5.10^{-8})^2}{(2.0{,}1.\sin 10)^2}\right) = 0$$

$$\Rightarrow 5.10^{-8}E - 3{,}473.10^{-3} - (0{,}0186) = 0$$

$$E \cong 4{,}42\,10^5\ N/C$$

23) Bir proton yatay doğrultuda 4.5×10^5 (m/s)' lik hızla, düşey doğrultulu 9.6×10^3 (N /C)' luk düzgün bir elektrik alanına giriyor. Kütle çekimsel etkileri ihmal ederek,
a) Protonun, yatay olarak 5cm yol alması için geçen süreyi,
b) Protonun, yatay olarak 5cm yol alması durumunda düşey yer değiştirmesini,
c) Protonun, yatay olarak 5cm yol alması durumda hızının yatay ve düşey bileşenlerini bulunuz.

a) $t = \dfrac{x}{v} = \dfrac{0{,}05}{4{,}5\times10^{5}} = 1{,}11\times10^{-7}\,s$

b) $a_y = \dfrac{qE}{m} = \dfrac{(1{,}602\times10^{-19})(9{,}6\times10^{3})}{(1{,}67\times10^{-27})} = 9{,}21\times10^{11}\,m/s^2$

$y = \dfrac{1}{2}(9{,}21\times10^{11})(1{,}11\times10^{-7})^2 = 5{,}67\times10^{-3}\,m$

c) $v_x = 4{,}5\times10^{5}\,m/s$

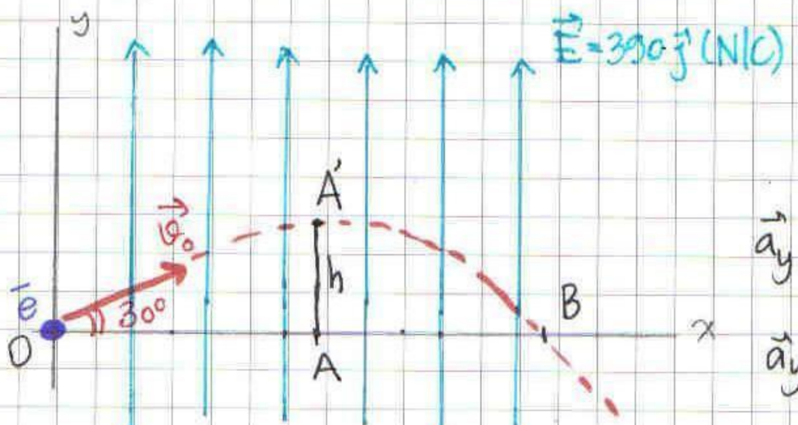
$v_y = (9{,}21\times10^{11})(1{,}11\times10^{-7}) = 1{,}02\times10^{5}\,m/s$

24) Bir elektron, $\vec{E} = 390\vec{j}$ (N/C) 'luk bir elektrik alan bölgesinde yatay eksenle 30°'lik açı yapacak şekilde $8.2\text{x}10^5$ m/s hızla fırlatılıyor. Yerçekimini ihmal ederek,

a) elektronun ilk atıldığı yüksekliğe geri dönmesi için geçen süreyi,

b) elektronun ulaşabileceği maksimum yüksekliği,

c) maksimum yüksekliğe ulaştığı anda yatay yer değiştirmesini bulunuz.



$\vec{F}_e = q\vec{E}$

$a = \dfrac{qE}{m} = \text{sabit}$

$$\vec{a}_y = \frac{q\vec{E}}{m} = \frac{1{,}6\cdot 10^{-19}\,C \cdot 390\,\vec{j}\ N/C}{9{,}11\cdot 10^{-31}\,kg}$$

$\vec{a}_y = 6{,}86\cdot 10^{13}\,m/s^2\,(\vec{j})$

$|OA| = |AB| = R/2$

$|OB| = R$

a) $t = \dfrac{2v_i \sin\theta_i}{a_y} = \dfrac{2\cdot 8{,}2\cdot 10^5\,m/s \cdot \sin 30^\circ}{6{,}86\cdot 10^{13}\,m/s^2} = 1{,}2\cdot 10^{-8}\,s$

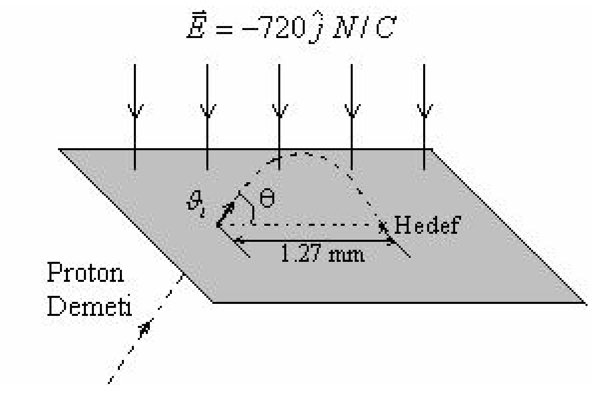
b) $h = \dfrac{v_i^2 \sin^2\theta_i}{2a_y} = 1{,}23\cdot 10^{-3}\,m$

c) $\dfrac{R}{2} = \dfrac{v_i^2 \sin^2\theta_i}{2a_y} = 4{,}24\cdot 10^{-3}\,m$

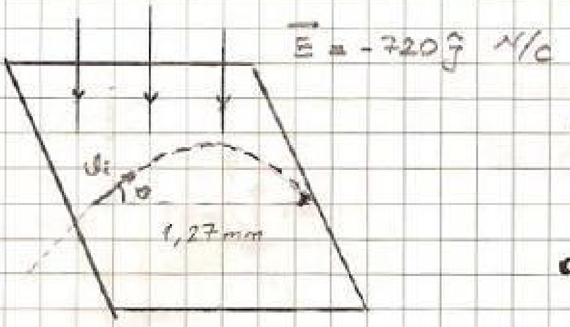
25) Bir proton demeti düzgün bir $\vec{E} = -720\vec{j}$ *(N /C)* elektrik alan bölgesine $v_i = 9.55 \text{x}\ 10^3$ (m/s)’ lik hızla Şekil 20’deki gibi fırlatılıyor. Protonların fırlatıldıkları noktadan yatay olarak 1.27 mm uzaklıktaki bir hedefi vurmaları bekleniyor.

a) Vuruşun sağlanacağı iki θ açısını,

b) Her iki θ açısı için vuruşa kadar geçen süreyi bulunuz.



Şekil 20



$$a_y = \frac{eE}{m} = \frac{1.6\cdot10^{-19}\cdot 720}{1,67\cdot10^{-27}}$$

$$a_y \cong 690\cdot10^{8}\ m/s^2$$

$$\sim 6,9\cdot10^{10}\ m/s^2$$

$$v_{sy} = v_{iy} - a_y t \Rightarrow v_{sy} = 0$$

$$v_i = a_y t \Rightarrow t_{uç} = \frac{2v_{iy}}{a_y}$$

$$x = v_{ix}\cdot t_{uç} \qquad x = 2\,\frac{v_{iy}}{a_y}\,v_{ix}$$

$$x = \frac{2v_0^2 \sin\theta\cos\theta}{a_y}$$

$$\sin2\theta = 2\sin\theta\cos\theta$$

$$x = v_0^2 \sin2\theta / a_y$$

$$X = 1,27\cdot10^{-3} m \Rightarrow \sin2\theta = 0,961 \Rightarrow \theta_1 \cong 36,9^\circ$$

$$\theta_2 = 90 - \theta_1 \cong 53,1^\circ$$

b) $$t_{uç} = \frac{x}{v_{ix}} = \frac{1,27\cdot10^{-3}}{v_i\cos\theta}$$

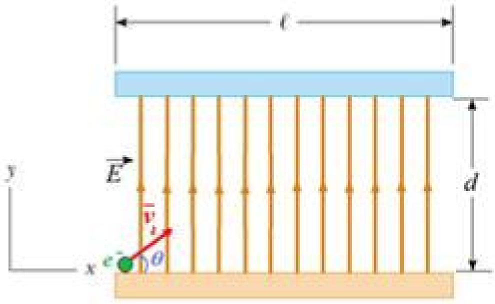
$$\theta = 36,9^\circ \Rightarrow t = 167ns$$

$$\theta = 53,1^\circ \Rightarrow t = 221ns$$

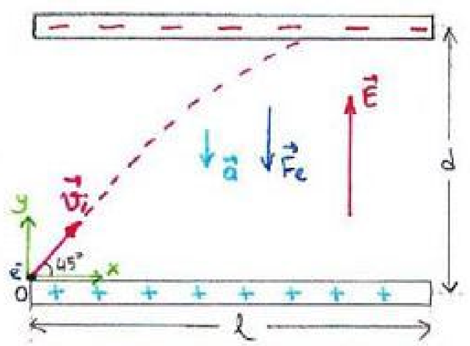
26) Bir elektron Şekil 21'de görüldüğü gibi harekete başlıyor. $v_i = 6x10^6 (m/s)$, $\theta = 45^0$, $E = 2x10^3 (N/C)$, d=2 cm ve ℓ=10*cm* olduğuna göre, elektronun harekete başladığı noktayı (0,0) kabul ederek,

a) Elektronun hangi plakaya çarpacağını belirleyiniz.

b) Elektronun plakaya çarptığı noktanın konum vektörünü başlangıç noktasına göre yazınız. (Yerçekimini ihmal ediniz.)



Şekil 21



a) $\Sigma F = F_e$

$ma = eE$

$a = \dfrac{eE}{m}$

$a = \dfrac{1{,}6.10^{-19}.\,2.10^3}{9{,}1.10^{-31}}$

$\boxed{a = 3{,}51.10^{14}\ (m/s^2)}$

$v_{xi} = v_{yi} = v_i.\cos 45^\circ$

$v_{xi} = v_{yi} = 6.10^6.\cos 45^\circ$

$\boxed{v_{xi} = v_{yi} = 4{,}24.10^6\ (m/s)}$

$v_{ys}^2 = v_{yi}^2 - 2a y_{max}$

$0 = (4{,}24.10^6)^2 - 2.3{,}51.10^{14}.\,y_{max}$

$y_{max} = 0{,}0256\ (m)$

$\boxed{y_{max} = 2{,}56\ (cm)}$ $d = 2\ (cm)$

$y_{max} > d$ olduğundan, elektron üst plakaya çarpar

b) $v_{ys}^2 = v_{yi}^2 - 2ay$

$v_{ys}^2 = (4{,}24.10^6)^2 - 2.\,3{,}51.\,10^{14}.\,0{,}02$

$v_{ys} = 1{,}98.\,10^6\ (m/s)$

$v_{ys} = v_{yi} - at$

$1{,}98.10^6 = 4{,}24.10^6 - 3{,}51.10^{14}.\,t$

$t = 6{,}43.10^{-9}\ (s)$

$X = v_{xi}.\,t$

$X = v_i \cos 45^\circ\, t$

$X = 4{,}24.10^6.\,6{,}43.10^{-9}$

$X = 2{,}72.10^{-2}\ (m)$

$\boxed{X = 2{,}72\ (cm)}$

$\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$

$\boxed{\vec{r} = 2{,}72\,\hat{i} + 2\,\hat{j}\ (cm)}$