

**PAÜ FEN FAKÜLTESİ FİZ 102 FİZİK-II DERSİ**  
**2023-2024 BAHAR DÖNEMİ ARA SINAVI SORULARI**  
**(CEVAP ANAHTARI)**

S1	S2	S3	S4	S5	T

Adı-Soyadı: .....

Öğrenci No: .....

İmza:

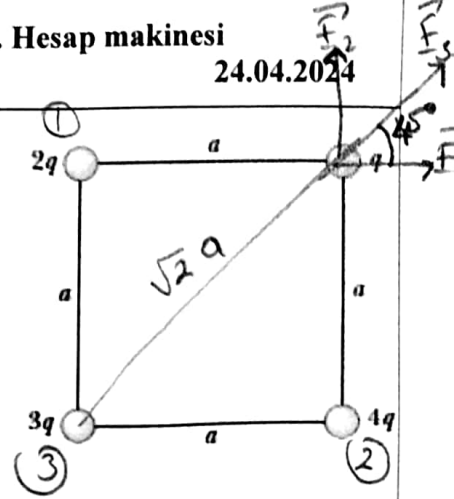
NOT: Cep telefonu kullanılması yasaktır. Cevap sonucunu kare içine alınız. Hesap makinesi kullanabilirsiniz. SÜRE: 120 dakika

24.04.2024

Soru 1 (25 P):

A. Dört nokta yük şeklindeki gibi  $a$  kenarlı bir karenin köşelerinde bulunmaktadır.

a)  $q$  yükünün konumundaki elektrik alan vektörünü bulunuz. (10P)



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

$$\vec{E} = k_e \frac{2q}{a^2} \hat{i} + k_e \frac{4q}{a^2} \hat{j} + k_e \frac{3q}{2a^2} (\cos 45^\circ \hat{i} + \sin 45^\circ \hat{j})$$

$$= k_e \frac{q}{a^2} \left( 2\hat{i} + 4\hat{j} + \frac{3}{2} \left( \frac{\sqrt{2}}{2} \hat{i} + \frac{\sqrt{2}}{2} \hat{j} \right) \right)$$

$$= k_e \frac{q}{a^2} (3,06\hat{i} + 5,06\hat{j})$$

$$\vec{E} = k_e \frac{q}{a^2} (3,06\hat{i} + 5,06\hat{j})$$

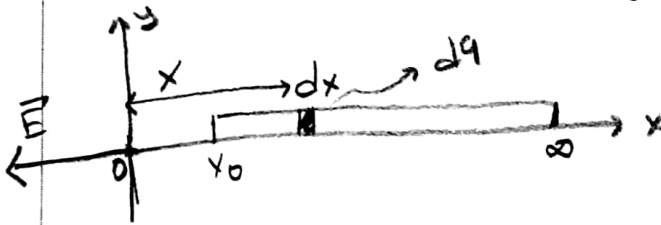
b)  $q$  yüküne etkiyen bileşke kuvvet vektörünü bulunuz. (5P)

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

$$= k_e \frac{q^2}{a^2} (3,06\hat{i} + 5,06\hat{j})$$

$$\vec{F} = k_e \frac{q^2}{a^2} (3,06\hat{i} + 5,06\hat{j})$$

B. Çizgisel bir yük  $x = +x_0$ 'dan  $x = +\infty$  kadar uzanmaktadır. Çizgisel yük yoğunluğu  $\lambda = \frac{\lambda_0 x_0}{x}$  ise, başlangıç noktasındaki elektrik alan vektörünü bulunuz. (10P)



$$dF = k_e \frac{dq}{x^2}$$

$$\lambda = \frac{dq}{dx} \Rightarrow dq = \lambda dx$$

$$\Rightarrow dq = \frac{\lambda_0 x_0}{x} dx$$

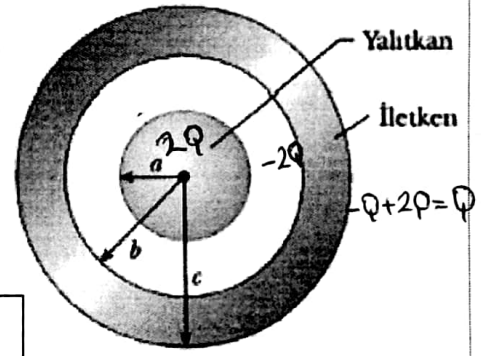
$$\Rightarrow dF = k_e \lambda_0 x_0 \frac{dx}{x^3}$$

$$\Rightarrow F = k_e \lambda_0 x_0 \int_{x_0}^{\infty} \frac{dx}{x^3} = -\frac{1}{2} k_e \lambda_0 x_0 \frac{1}{x^2} \Big|_{x_0}^{\infty}$$

$$\Rightarrow F = -\frac{1}{2} k_e \frac{\lambda_0}{x_0} \hat{i}$$

$$\vec{E} = -\frac{1}{2} k_e \frac{\lambda_0}{x_0} \hat{i}$$

**Soru 2 (36 P):**  $a$  yarıçaplı içi dolu yalıtkan bir kürenin hacmine  $2Q$  yükü düzgün bir şekilde dağıtılmıştır. İç yarıçapı  $b$ , dış yarıçapı  $c$  olan iletken küresel bir tabaka, dolu küreyle aynı merkezli olup  $-Q$  net yükünü taşımaktadır. Tüm sistem elektrostatik dengede iken,



a) Yalıtkan küre yüzeyinden geçen elektriksel akıyı bulunuz. (5P)

$$\Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A} = q_{iç} / \epsilon_0$$

$$q_{iç} = 2Q$$

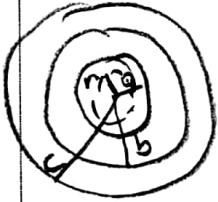
$$\Phi_E = 2Q / \epsilon_0$$

b) İçi oyuk kürenin (iletken kabuk) iç ve dış yüzeylerinde Coulomb etkileşmesi ile oluşan yükleri bulunuz. (5P)

$$q_b = -2Q$$

$$q_c = -Q + 2Q = Q$$

c) Gauss yasasını kullanarak,  $r < a$  bölgesindeki elektrik alan vektörünü, (5P)

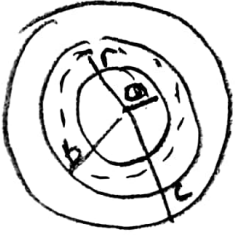


$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{iç}}{\epsilon_0} \quad \oint = \frac{2Q}{\frac{4\pi a^3}{3}} = \frac{q_{iç}}{\frac{4\pi r^3}{3}} \Rightarrow q_{iç} = \frac{2Q}{a^3} r^3$$

$$E 4\pi r^2 = \frac{2Q}{\epsilon_0 a^3} r^3 \Rightarrow E = k \frac{2Q r}{a^3}$$

$$\vec{E} = k \frac{2Q}{a^3} r \hat{r}$$

$a < r < b$  bölgesindeki elektrik alan vektörünü, (5P)



$$q_{iç} = 2Q$$

$$\oint 4\pi r^2 = \frac{2Q}{\epsilon_0} \Rightarrow E = k \frac{2Q}{r^2}$$

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

$b < r < c$  bölgesindeki elektrik alan vektörünü, (5P)

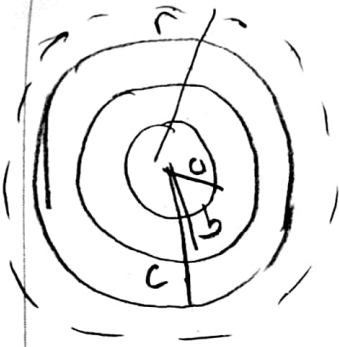


$$q_{iç} = 2Q - 2Q = 0$$

$$\Rightarrow E = 0$$

$$\vec{E} = 0$$

$r > c$  bölgesindeki elektrik alan vektörünü bulunuz. (Her bir bölge için Gauss yüzeyini ayrı bir şekilde gösteriniz). (5P)



$$q_{\text{ig}} = 2Q - 2Q + Q = Q$$

$$E 4\pi r^2 = Q/\epsilon_0$$

$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

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

d) Kürenin merkezindeki potansiyeli bulunuz (Sonsuzda potansiyeli sıfır alınız). (5P)

$$\Delta V = V(0) - V(\infty) = - \int_{\infty}^0 \vec{E} \cdot d\vec{r}$$

$$= - \int_b^c \frac{kQ}{r^2} dr - \int_c^b 0 dr - \int_b^a k \frac{2Q}{r^2} dr - \int_a^0 k \frac{2Qr}{a^3} dr$$

$$= \left[ \frac{kQ}{r} \right]_b^c + \left[ \frac{k2Q}{r} \right]_b^a - \left[ \frac{k2Q}{a^3} \frac{r^2}{2} \right]_a^0$$

$$= kQ \left[ \frac{1}{c} + \frac{2}{a} - \frac{2}{b} + \frac{1}{a} \right]$$

$$V(0) = kQ \left[ \frac{1}{c} + \frac{3}{a} - \frac{2}{b} \right]$$

$$V = kQ \left[ \frac{1}{c} + \frac{3}{a} - \frac{2}{b} \right]$$

3 (25P):

A. Şekilde gösterilen ikizkenar üçgenin köşelerinde üç tane yük vardır.

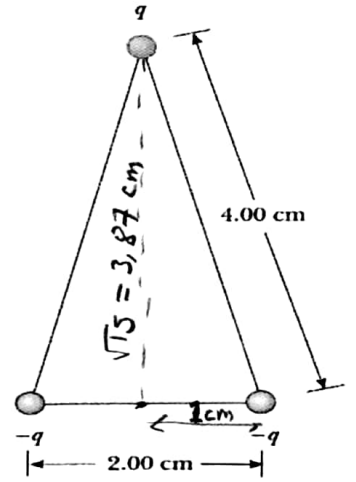
$q = +7\mu C$  olarak, üçgenin tabanının tam orta noktasında elektriksel potansiyeli hesaplayınız. ( $k_e = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ ) (10P)

$$V = \sum_i k_e \frac{q_i}{r_i}$$

$$= 9 \times 10^9 \cdot 7 \times 10^{-6} \left( -\frac{1}{0,01} - \frac{1}{0,01} + \frac{1}{0,0387} \right)$$

$$V = -10,97 \times 10^4 \text{ V}$$

$$V \approx -11 \text{ MV}$$



$$V = -11 \text{ MV}$$

B. Yükü  $q = +2\mu C$  ve kütlesi  $m = 0,01 \text{ kg}$ 'lık bir parçacık şekildeki

gibi  $L = 1,5 \text{ m}$  uzunluğundaki ipe bağlanmış ve ipin diğer ucu P

noktasındaki eksene tutturulmuştur. Parçacık, ip ve eksen yatay

durumdaki masa üzerindedir. Parçacığın ipi  $E = 300 \text{ V/m}$

büyükliğündeki düzgün elektrik alan  $\theta = 60^\circ$ 'lik açı yaptığı

zaman, parçacık sükunet halinde serbest bırakılırsa, ipin elektrik alanına paralel olduğu zaman hızını bulunuz. (15P)

$$V_{ilk} = -\vec{E} \cdot \vec{s}$$

$$= -EL \cos \theta$$

$$U_{ilk} = qV_{ilk}$$

$$= -qEL \cos \theta$$

$$V_{son} = -EL$$

$$U_{son} = qV_{son} = -qEL$$

Korunumlu kuvvetler bulunmakta, mekanik enerji korunur.

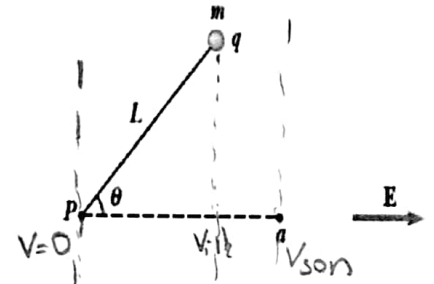
$$(K+U)_{ilk} = (K+U)_{son}$$

$$0 - qEL \cos \theta = \frac{1}{2} m v^2 - qEL$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qEL(1 - \cos \theta)}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \times 10^{-6} \cdot 300 \cdot 1,5 (1 - \cos 60)}{0,01}}$$

$$v = 0,3 \text{ m/s}$$



$$\vec{v} = 0,3 \hat{e} \text{ m/s}$$

4 (30 P):

Küçük katı bir cisim pozitif ve negatif  $3,5 \text{ nC}$  yükler taşımaktadır. Bunlardan pozitif yük  $(-1,20 \text{ mm}; 1,10 \text{ mm})$ , negatif yük  $(1,40 \text{ mm}; 1,30 \text{ mm})$  noktalarında bulunmaktadır.

a) Bu cismin elektrik dipol momentini bulunuz. Cisim  $\vec{E} = 7800 \hat{i} - 4900 \hat{j} \text{ N/C}$  ile verilen bir elektrik alan içine konuluyor. (5P)

$$\vec{p} = q\vec{d}, \quad \vec{d} = (x_2 - x_1)\hat{i} + (y_2 - y_1)\hat{j}$$

$$= [(1,2 - 1,40)\hat{i} + (1,1 - 1,3)\hat{j}] \text{ mm}$$

$$= (-0,2\hat{i} - 0,2\hat{j}) \text{ mm}$$

$$\vec{p} = q\vec{d} = 3,5 \times 10^{-9} (-0,2\hat{i} - 0,2\hat{j}) \cdot 10^{-3}$$

$$= (-9,1\hat{i} - 8,4\hat{j}) \times 10^{-12} \text{ Cm}$$

$$\vec{p} = (-9,1\hat{i} - 8,4\hat{j}) \times 10^{-12} \text{ Cm}$$

b) Cisme etki eden torku bulunuz. (5P)

$$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E} = (-9,1\hat{i} - 8,4\hat{j}) \times 10^{-12} \times (7,8\hat{i} - 4,9\hat{j}) \times 10^3$$

$$= -2,09 \times 10^8 \hat{k} \text{ Nm}$$

$$\vec{\tau} = -2,1 \times 10^8 \hat{k} \text{ Nm}$$

c) Bu yönelimdeki cismin potansiyel enerjisini bulunuz. (5P)

$$U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$$

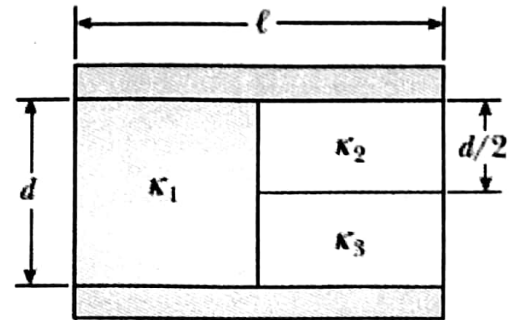
$$= - [(-9,1\hat{i} - 8,4\hat{j}) \times 10^{-12} \cdot (7,8\hat{i} - 4,9\hat{j}) \times 10^3]$$

$$= (70,98 + 41,16) \times 10^{-9} \text{ J}$$

$$= 112,14 \text{ nJ}$$

$$U = 112 \times 10^{-9} \text{ J}$$

B. Bir paralel plakalı kondansatör şeklindeki gibi üç farklı dielektrik madde ( $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$ ) kullanılarak yapılmıştır.  $\ell \gg d$  olduğunu kabul ederek, plaka yüzeyi A ve plakalar arasındaki mesafe d ile tanımlandığında bu aygıtın sığası için, A, d ve dielektrik katsayıları ( $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$ ) cinsinden ifade bulunuz. (15P)



$$C = \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}$$

$$C_1 = \frac{\kappa_1 \epsilon_0 A/2}{d}; \quad C_2 = \frac{\kappa_2 \epsilon_0 A/2}{d/2}; \quad C_3 = \frac{\kappa_3 \epsilon_0 A/2}{d/2}$$

$C_2$  ve  $C_3$  seri bağlı;

$$\frac{1}{C_{23}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \Rightarrow C_{23} = \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3} = \frac{\epsilon_0 A}{d} \left( \frac{\kappa_2 \kappa_3}{\kappa_2 + \kappa_3} \right)$$

$C_{23}$  ile  $C_1$  paralel bağlı;

$$C = C_1 + C_{23} = \frac{\epsilon_0 A}{d} \left( \frac{\kappa_1}{2} + \frac{\kappa_2 \kappa_3}{\kappa_2 + \kappa_3} \right)$$

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \left( \frac{\kappa_1}{2} + \frac{\kappa_2 \kappa_3}{\kappa_2 + \kappa_3} \right)$$

5: (25 P): Dairesel kesit alanın yarıçapı 2,0 mm, uzunluğu ise 16 m olan ve yüksek akımlar için tasarlanmış elektrik iletkeni bulunmaktadır. 20 C° sıcaklığında, telin uçları arasındaki direnç 0,016 Ω'dur.

a) Malzemenin öz direnci nedir? ( $q_e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) (5 P)

$$r = 2,0 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$l = 16 \text{ m}$$

$$R = 0,016 \Omega (20^\circ \text{C})$$

$$R = \frac{\rho l}{A} \Rightarrow \rho = \frac{R A}{l}$$

$$\rho = \frac{0,016 \cdot 3,14 (2 \times 10^{-3})^2}{16}$$

$$\rho = 1,256 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$$

b) İletkendeki elektrik alanı büyüklüğü 0,1256 V/m ise, akım yoğunluğu ve akımın büyüklüğünü bulunuz. (5 P)

$$E = 0,1256 \text{ V/m}$$

$$J = \sigma E \Rightarrow J = \frac{E}{\rho} = \frac{0,1256}{1,256 \times 10^{-8}} = 1 \times 10^7 \text{ A/m}^2$$

$$J = \frac{I}{A_\perp} \Rightarrow I = J A_\perp = 1 \times 10^7 \cdot 3,14 (2 \times 10^{-3})^2$$
$$I = 125,6 \text{ A}$$

$$J = 1 \times 10^7 \text{ A/m}^2$$

$$I = 125,6 \text{ A}$$

c) Eğer malzemede metre küp başına  $9,2 \times 10^{28}$  serbest elektronu varsa, ortalama sürüklenme hızını bulunuz. (5 P)

$$n = 9,2 \times 10^{28} \text{ elektron/m}^3$$

$$J = n q v_d \Rightarrow v_d = \frac{J}{n q} = \frac{10^7}{9,2 \times 10^{28} \cdot 1,6 \times 10^{-19}}$$
$$= 6,79 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

$$v_s = 6,8 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

d) (15 P) Direnç tarafından harcanan gücü bulunuz. (5 P)

$$P = I^2 R$$

$$= (125,6)^2 \cdot 0,016 = 252,4 \text{ W}$$

$$P = 252,4 \text{ W}$$

e) Bu malzemenin sıcaklık katsayısı  $6 \times 10^{-3} (\text{C}^\circ)^{-1}$  ise 120 C° sıcaklığındaki direncini bulunuz. (5 P)

$$\alpha = 6 \times 10^{-3} \text{ C}^{-1}$$

$$T_0 = 20^\circ \text{C} \Rightarrow R_0 = 0,016 \Omega$$

$$T = 120^\circ \text{C} \Rightarrow R = ?$$

$$R = 0,0256 \Omega$$

$$R = R_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$$

$$= 0,016 [1 + 6 \times 10^{-3} (120 - 20)]$$

$$= 0,016 [1 + 0,6] = 0,0256 \Omega$$