



Adı Soyadı

P1

P2

P3

P4

TOPLAM

Öğrenci Numarası

Bölüm

Grup No

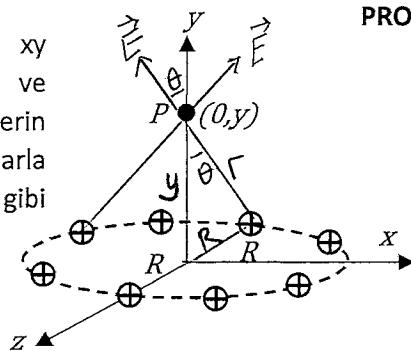
Sınav Yeri

Öğrencinin İmzası

Dersi veren Öğretim Üyesinin Adı Soyadı

YÖK'ün 2547 sayılı Kanunun *Öğrenci Disiplin Yönetmeliğinin* 9. Maddesi olan *"Sinavlarda kopya yapmak ve yaptırmak veya buna teşebbüs etmek"* fiili işleyenler bir veya iki yarıyıl uzaklaştırma cezai alırlar. Hesap makinası kullanılmayacaktır. Problemlerle ilgili herhangi bir soru sormayınız. Herhangi bir açıklama kesinlikle yapılmayacaktır. Çözümlerini okunaklı ve size ayrılan alanlarda yapınız.

Sekiz eşit yük ($+Q$), xy düzleminde yer alan ve yarıçapı R olan bir çemberin etrafında eşit aralıklarla şekilde gösterildiği gibi yerleştirilmiştir.



PROBLEM 1

- a) y-ekseninde yer alan P noktasındaki toplam elektrik alanı (\vec{E}) bulunuz.

$$\text{Simetriden } E_p = 8E_y = 8Ec\cos\theta$$

$$E = k \frac{q}{r^2} \text{ ve } \cos\theta = \frac{y}{r} \quad (4)$$

$$E_p = 8k \frac{q}{r^2} \frac{y}{r}; r = \sqrt{y^2 + R^2} \quad (1)$$

$$\vec{E}_p = \frac{8kqy}{(y^2 + R^2)^{3/2}} \hat{j} \quad (2)$$

- b) P noktasındaki potansiyeli $V_p = - \int_{\infty}^P \vec{E} \cdot d\vec{s}$ ifadesini kullanarak bulunuz.

$$V_p = - \int_{\infty}^P \vec{E} \cdot d\vec{s} = - \int_{\infty}^P E_y dy \quad (2)$$

$$V_p = - \int_{\infty}^y \frac{8kqy dy}{(y^2 + R^2)^{3/2}} \quad (2)$$

$$y^2 + R^2 = u; y dy = \frac{du}{2} \quad (2)$$

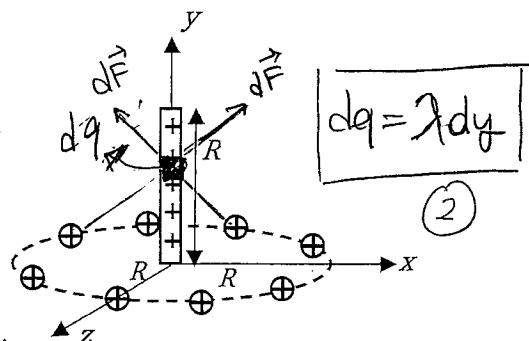
$$V_p = -4kq \int u^{-3/2} du$$

$$V_p = -4kq \left(-\frac{2}{\sqrt{u}} \right) \Big|_{U_1}^{U_2}$$

$$V_p = 8kq \frac{1}{\sqrt{y^2 + R^2}} \Big|_{\infty}^y \quad (2)$$

$$V_p = \frac{8kq}{\sqrt{y^2 + R^2}} \quad (1)$$

- c) Uzunluğu R olan ve homojen λ lineer yük dağılımına sahip bir cubuk şekilde gösterildiği gibi çemberin ortasına yerleştiriliyor. Sekiz nokta yükten dolayı cubugun üzerine etki eden elektrostatik kuvveti $\vec{F} = \int \vec{E} dq$ ifadesini kullanarak bulunuz.



$$\vec{F} = \int \vec{E} dq = \int E_y dq \hat{j}$$

$$\vec{F} = \int_0^R \frac{8kqy}{(y^2 + R^2)^{3/2}} \lambda dy \quad (2)$$

$$F = 8kq\lambda \left(\frac{-1}{\sqrt{y^2 + R^2}} \right) \Big|_0^R \quad (2)$$

$$F = 8kq\lambda \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{\sqrt{2}R} \right)$$

$$\vec{F} = \frac{8kq\lambda}{R} \left(\frac{\sqrt{2}-1}{\sqrt{2}} \right) \hat{j} \quad (2)$$

PROBLEM 2

Kütlesi m ve yükü q olan pozitif yüklü bir parçacık $x = 2R$ den yukarıya doğru, $\vec{v} = v_0 \hat{j}$ hızı ile şekilde gösterilen yörüngeyi izleyerek ilerlemektedir. Parçacık önce xy -düzleminde yarıçapı R olan bir yarıçaplı çember ($y > 0$, 1.Bölge) üzerinde hareket etmektedir. Sonra, yz -düzleminde yer alan ve yarıçapı $R/2$ olan bir başka yarıçaplı çember ($y < 0$, 2.Bölge) üzerinden hareket ederek P noktasına ($z = R$) ulaşmaktadır. Her bölgede manyetik alanlar homojen, parçacığın süratı sabit ve yer çekimi ihmal edilmektedir.

- a) Aşağıdaki belirtilen bölgelerde manyetik alan vektörünü q, m, R ve v_0 cinsinden ifade ediniz.

$$y > 0, \vec{B}_1: \vec{F}_1 = q \vec{v} \times \vec{B}_1 \quad (1)$$

$$\text{A noktasında } \vec{F}_1 = F_1 (-\hat{i}) \text{ olmalı} \quad (1)$$

$$\vec{F}_1 = q v_0 (\hat{j}) \times \vec{B}_1 \rightarrow \vec{B}_1 = B_1 (-\hat{k}) \quad (1)$$

$$F_1 = m a_r = m \frac{v^2}{r}$$

$$q v_0 B_1 = m \frac{v_0^2}{R} \quad (2)$$

$$\boxed{\vec{B}_1 = \frac{m v_0}{q R} (-\hat{k})} \quad (2)$$

$$y < 0, \vec{B}_2:$$

\hookrightarrow Yük orijinden gegerken

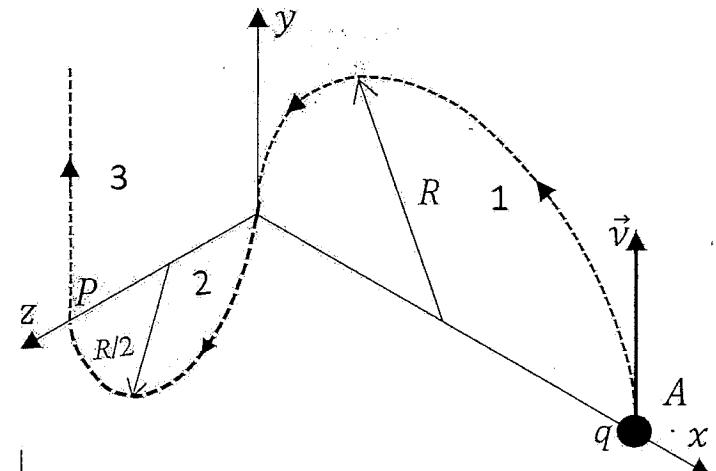
$$\vec{v} = v_0 (-\hat{j}) \text{ ve } \vec{F}_2 = F_2 \hat{k} \text{ yönündedir.} \quad (1)$$

$$\vec{F}_2 (\hat{k}) = q v_0 (-\hat{j}) \times \vec{B}_2 \quad (1)$$

\uparrow yönüne
olmali

$$q v_0 B_2 = m \frac{v_0^2}{R/2} \quad (2)$$

$$\boxed{\vec{B}_2 = \frac{2 m v_0}{q R} \hat{i}} \quad (2)$$



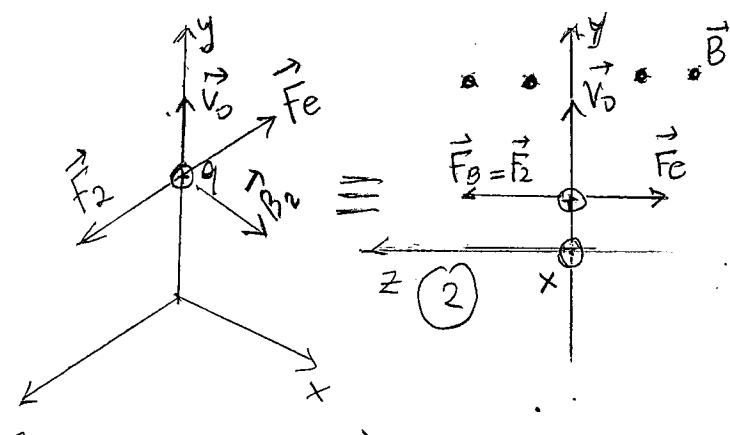
- b) Parçacığın A noktasından P noktasına ulaşması için geçen süreyi bulunuz.

$$t = \frac{|v_0|}{hiz} \quad (1)$$

$$t = \frac{\pi R}{v_0} + \frac{\pi R/2}{v_0} \quad (2)$$

$$\boxed{t = \frac{3 \pi R}{2 v_0}} \quad (2)$$

- c) Parçacık yz -düzleminde P noktasından geçtiğinde ($y > 0$), düz bir çizgi üzerinde yukarıya doğru ($+y$) hareket etmektedir (3. Bölge). 3. Bölgede manyetik alan \vec{B}_2 ve elektrik alan ise \vec{E} ile verilmektedir. Elektrik alan vektörünü q, m, R ve v_0 cinsinden bulunuz.



$$\vec{F} = \vec{F}_E + \vec{F}_2 = 0 \Rightarrow \text{Düzgitme parti}$$

$$q \vec{E} + q v_0 B_2 \hat{k} = 0 \quad (2)$$

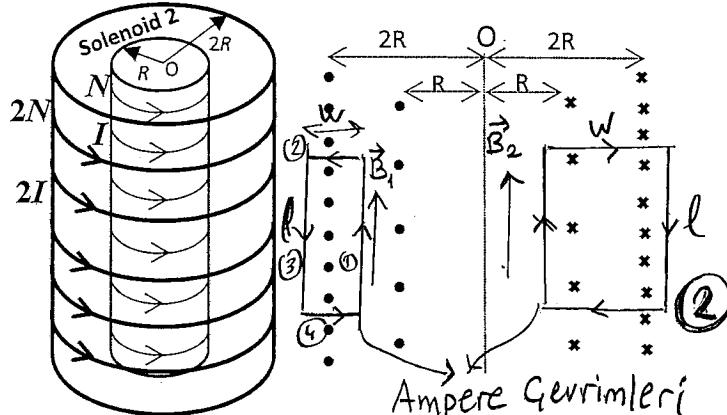
$$q \vec{E} = q v_0 \left(\frac{2 m v_0}{q R} \right) (-\hat{k})$$

$$\boxed{\vec{E} = \frac{2 m v_0^2}{q R} (-\hat{k})} \quad (2)$$

PROBLEM 3

Bir induktör, eş merkezli yerleştirilmiş iki solenoitden (solenoid 1 ve solenoid 2) oluşmaktadır. Yarıçapı R , uzunluğu l ve sarım sayısı $N_2 = N$ olan solenoid 2, yarıçapı $2R$, uzunluğu l ve sarım sayısı $N_1 = 2N$ olan solenoid 1'in içine yerleştirilmiştir. İçeride yer alan solenoid 2 den $I_2 = I$ akımı, dışarıda yer alan solenoid 1'den ise $I_1 = 2I$ akımı geçmektedir.

Solenoid 1



a) Aşağıda belirtilen bölgelerde net manyetik alanı verilenler cinsinden bulunuz.

i) $R < r < 2R$, B_1 : Soldaki Ampere gevrimi kullanılır.

$$\textcircled{1} \quad \oint \vec{B}_1 \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{iq}; \quad I_{iq} = N_1 I_1 = 4NI$$

$$\begin{aligned} \textcircled{2} \quad & \int B_1 ds_1 \cos 0^\circ + \int B_1 ds_2 \cos 90^\circ + \int B_1 ds_4 \cos 90^\circ + \\ & \int B_1 ds_3 = \mu_0 4NI \end{aligned}$$

$$B_1 \cdot l = \mu_0 4NI$$

$$\boxed{B_1 = 4\mu_0 \left(\frac{N}{l}\right) I} \quad \textcircled{2}$$

ii) $r < R$, B_2 : Sağdaki Ampere gevrimi kullanılır.

$$\oint \vec{B}_2 \cdot d\vec{s} = \mu_0 I_{iq}; \quad I_{iq} = N_1 I_1 + N_2 I_2 \quad \textcircled{2}$$

$$B_2 \cdot l = \mu_0 (4NI + NI) \quad \textcircled{1}$$

$$\boxed{B_2 = 5\mu_0 \left(\frac{N}{l}\right) I} \quad \textcircled{2}$$

b) Eğer dışarıda yer alan solenoidin akımı zamana bağlı olarak $I_1 = kt$ (k pozitif bir sabit) şeklinde değişirse, Solenoid 2 de induklenen karşılıklı elektromotor kuvvetini bulunuz.

$$\mathcal{E}_2 = -N_2 \frac{d\Phi_{12}}{dt} \quad \textcircled{1}$$

$$\Phi_{12} = B_2 A = \frac{\mu_0}{l} (N_1 I_1 + N_2 I_2) \pi R^2$$

\downarrow değişken \downarrow sabit

$$\mathcal{E}_2 = -N_2 \frac{d}{dt} \cdot \frac{\mu_0}{l} (N_1 I_1 + N_2 I_2) \pi R^2$$

$$\mathcal{E}_2 = -N_1 N_2 \frac{\mu_0 \pi R^2}{l} \left(\frac{dI_1}{dt} \right) k \quad \textcircled{1}$$

$$\boxed{\mathcal{E}_2 = -2\mu_0 \frac{N^2}{l} \pi R^2 K} \quad \textcircled{1}$$

i) Karşılıklı induktans M 'yi bulunuz.

$$\mathcal{E}_2 = -M \frac{dI_1}{dt} \quad \textcircled{2}$$

$$M = \frac{\mathcal{E}_2}{-\frac{dI_1}{dt}}$$

$$\boxed{M = 2\mu_0 \frac{N^2}{l} \pi R^2} \quad \textcircled{2}$$

ii) $r = \frac{R}{2}$ 'de induklenen elektrik alanı bulunuz.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = - \frac{d\Phi_{12}}{dt} \quad \textcircled{1}$$

$$\textcircled{1} \quad E \cdot \frac{\pi R}{2} = - \frac{d}{dt} (N_1 I_1 + N_2 I_2) \cdot \frac{\mu_0}{l}$$

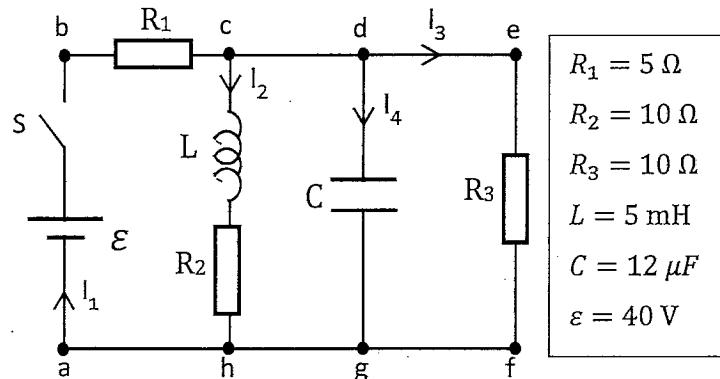
sabit

$$ETIR = -2\mu_0 \frac{N}{l} \left(\frac{dI_1}{dt} \right) k \quad \textcircled{1}$$

$$\boxed{E = - \frac{2\mu_0 N k}{\pi R l}} \quad \textcircled{1}$$

PROBLEM 4

- a) Şekilde gösterilen devrede kondansatör başlangıçta yüksüzdür. S anahtarı $t = 0$ anında kapatılıyor.



i. S anahtarı kapatıldıkten hemen sonra akımları bulunuz.

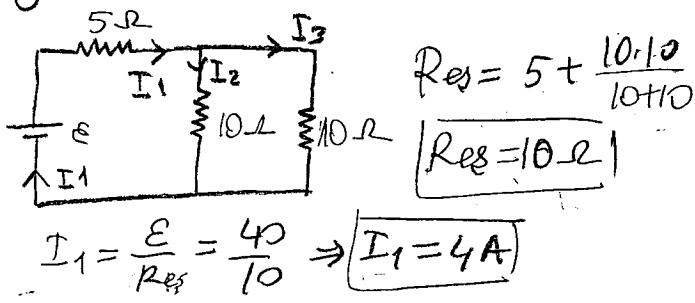
$$t=0 \text{ da } I_2=0 \text{ ve } I_3=0 \text{ olur.}$$

$$I_1 = I_4 = \frac{\epsilon}{R_1} = \frac{40}{5} = 8 \text{ A}$$

(2)	(1)	(1)	(2)
$I_1 = 8 \text{ A}$	$I_2 = 0$	$I_3 = 0$	$I_4 = 8 \text{ A}$

ii. S anahtarı kapatıldıktan uzun bir süre sonra, kondansatörün yükünü ve akımları bulunuz.

$t \rightarrow \infty$ da $I_4 = 0$ ve induktörlü tel gibi davranır ve devre aşağıdaki gibi olur.



$$I_2 = I_3 = 2 \text{ A} \text{ olur.}$$

$$\text{defl} \text{ de: } \Delta V_C = I_3 \cdot R_3 = 2 \cdot 10 = 20 \text{ V}$$

$$Q = C \Delta V_C = (12 \mu\text{F}) (20 \text{ V}) = 240 \mu\text{C}$$

$I_1 = 4 \text{ A}$	$I_2 = 2 \text{ A}$	$I_3 = 2 \text{ A}$	$I_4 = 0$	$Q = 240 \mu\text{C}$
(2)	(1)	(1)	(1)	(2)

- b) Seri RLC devresinde; voltajın genliği 25 V, induktif reaktans $X_L = 510 \Omega$ ve kapasitif reaktans $X_C = 480 \Omega$ dur. Kondansatör üzerindeki voltaj genliği 240 V tur.

i. Devredeki akım genliğini hesaplayınız.

$$\Delta V_C = 240 \text{ V}, X_C = 480 \Omega$$

$$I_{max} = \frac{\Delta V_C}{X_C} = \frac{240}{480} \quad (1)$$

$$I_{max} = 0.5 \text{ A} \quad (2)$$

ii. Devrenin empedansını hesaplayınız.

$$I_{max} = \frac{\Delta V_{max}}{Z}, \Delta V_{max} = 25 \text{ V} \quad (1)$$

$$Z = \frac{25}{0.5} \Rightarrow Z = 50 \Omega \quad (2)$$

iii. Devreye aktarılan ortalama gücü bulunuz.

$$P_{avg} = I_{eff}^2 R \quad (1) \text{ veya } P_{avg} = I_{eff} \Delta V_{eff} \cos \phi$$

$$X_L = 510 \Omega, X_C = 480 \Omega, Z = 50 \Omega, R = ?$$

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$

$$R^2 = 50^2 - (510 - 480)^2$$

$$R^2 = 2500 - 900$$

$$R = \sqrt{1600}$$

$$R = 40 \Omega \quad (2)$$

$$P_{avg} = \frac{I_{max}^2}{2} R = \frac{(0.5)^2}{2} \cdot 40 = \frac{40}{8}$$

$$P_{avg} = 5 \text{ W} \quad (1)$$

iv. Devrenin güç faktörünü bulunuz.

$$P_{avg} = I_{eff} \Delta V_{eff} \cos \phi \quad (1)$$

$$5 = \frac{1}{2} (0.5) \cdot 25 \cdot \cos \phi$$

$$\cos \phi = \frac{4}{5} \quad (1)$$