

ÖRNEK PROBLEM ÇÖZÜMLERİ

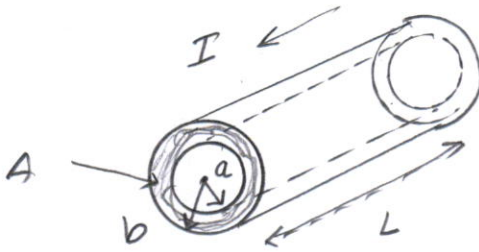
S.1) Bir elektrik devresinde 20°C 'de 5 Voltluk bir pile bağlı olan bir karbon direnci 200Ω 'luk dirence sahiptir. Karbon direncin sıcaklığı 120°C 'ye yükseltildiğinde devrede geçen akım kaç Amperdir. ($\alpha = -0,5 \times 10^{-3} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$)

C.1) $R = R_0 (1 + \alpha (T - T_0))$

$$R = 200 (1 - 0,5 \times 10^{-3} (120 - 20))$$
$$= 200 (1 - 0,05) = 200 (0,95) = 190 \Omega.$$

$$I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{5V}{190\Omega} = \frac{1}{38} \Omega.$$

S.2)



Şekildaki gibi akımı uzunluğu boyunca taşımak için sonsuz uzun bir tel kullanılmaktadır. Telin içi ($r < a$) boşken, iç ve dış yarıçaplar arasındaki bölge ($a < r < b$) ϵ özdielectric bir malzeme ile doldurulmuştur.

a) Telin L uzunluklu kısmın direnci nedir.

b) Tel düzgün dağılmış I akımı taşıyorsa, tel içindeki akım yoğunluğunun büyüklüğünü bulunuz.

C.2 a) $A = \pi(b^2 - a^2) \Rightarrow R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{\pi(b^2 - a^2)}$

b) $J = \frac{I}{A} = \frac{I}{\pi(b^2 - a^2)}$

S.3) Uzunluğu 50 cm ve çapı $1 \times 10^{-3} \text{ m}$ olan bir nikrom (nikel-krom) telin ileri ucu arasına 20 V'luk potansiyel fark uygulanmıştır. Nikromun öz direnci $1,5 \times 10^{-5} \Omega \cdot \text{m}$ 'dir. Teldenki akımı bulunuz. ($\pi \approx 3$ alınır.)

(1)

$$c.3) R = \rho \frac{L}{A} = (1,5 \times 10^{-5}) \left(\frac{0,5}{0,75 \times 10^{-6}} \right) = 10 \Omega \checkmark$$

$$L = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

$$A = \pi r^2 = 3 \cdot (0,5 \times 10^{-3})^2 = 0,75 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

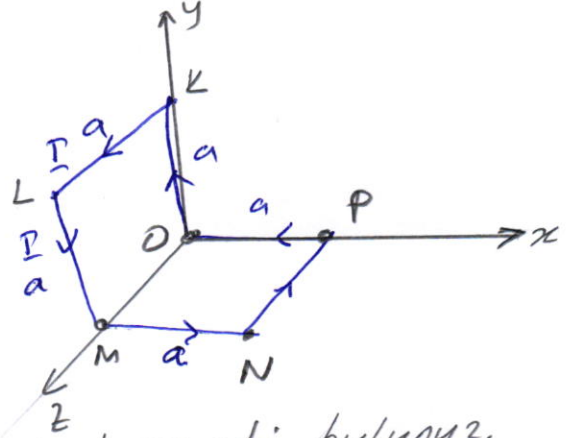
$$2r = 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$r = 0,5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{20 \text{ V}}{10 \Omega} = 2 \text{ A} \checkmark$$

S.4) Şekildeki akım
ilmeği $\vec{B} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k}) \text{ T}$
manyetik alanındadır.

a) KL düz teline
etkiyen kuvveti
birim vektörler cinsinden
bulunuz



b) Kapalı ilmeğe etkiye net kuvveti bulunuz.

c) Akım ilmeğinin dipol momentini bulunuz.

d) " " 'ne etkiyen torku bulunuz.

e) " " potansiyel enerjisini bulunuz.

c.4 a) $\vec{B}$ düzgün olduğundan $\vec{F}_B = I(\vec{L} \times \vec{B})$ kullanılabilir.

$K \rightarrow L$, $\vec{L} = a\hat{k}$ olduğundan

$$\vec{F}_B = I(a\hat{k}) \times (2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k}) = a(2\hat{j} - 3\hat{i})$$

$$\vec{F}_B = a(-3\hat{i} + 2\hat{j}) \text{ N} \checkmark$$

b) $\vec{B}$ düzgün olduğundan $\vec{F}_{\text{net}} = 0$ dir.

$$c) \vec{\mu} = I a^2 (\hat{i} + \hat{j}) \checkmark$$

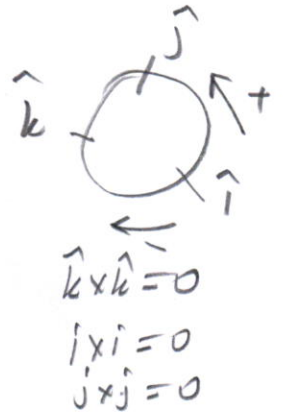


$$d) \vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B} = I a^2 (\hat{i} + \hat{j}) \times (2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k})$$

$$= I a^2 (3\hat{k} + 4\hat{j} - 2\hat{k} - 4\hat{i}) = I a^2 (-4\hat{i} + 4\hat{j} + \hat{k}) \checkmark$$

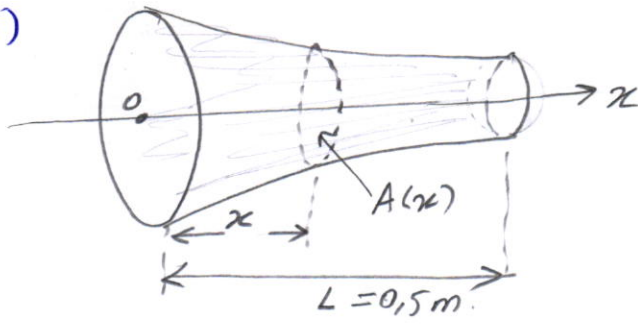
$$e) U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B} = -I a^2 (\hat{i} + \hat{j}) \cdot (2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k})$$

$$= -I a^2 (2 + 3) = -5 I a^2 \checkmark$$



$$\begin{aligned} \hat{k} \times \hat{k} &= 0 \\ \hat{i} \times \hat{i} &= 0 \\ \hat{j} \times \hat{j} &= 0 \end{aligned}$$

S-5)



Uzunluğu L olan bir bakır kabloun kesit alanı x 'e bağı olarak
 $A(x) = \frac{10^{-6}}{(0,5+2x)}$ ile değişmektedir. Burada x metre

cinsindendir. Kabloun sol ucundan $I=0,4$ Amper büyüklüğünden bir akım geçmektedir. Bakırın öz direnci $\rho = 2 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ 'dir. ($q = 1,6 \times 10^{-19} C$, $n = 9 \times 10^{28} m^{-3}$)

- Elektrik alanı x 'in fonksiyonu olarak bulunuz.
- Kabloun direncini bulunuz.
- $x=0$ 'da kablodaki elektronun sürüklenme hızını bulunuz.

C5a) $\rho = \frac{E}{J}$, $J = \frac{I}{A} \Rightarrow E = \rho J(x) = \rho \frac{I}{A(x)}$

$$E(x) = (2 \times 10^{-8}) \frac{0,4}{\frac{10^{-6}}{(0,5+2x)}} = 8 \times 10^{-3} (0,5+2x)$$

- Önce elektrik alan yardımıyla, kabloun uçları arasındaki potansiyel farkını bulalım.

$$\begin{aligned} V(b) - V(a) &= - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int_{x=0}^L E(x) dx \\ &= -8 \times 10^{-3} \int_0^{0,5} (0,5+2x) dx = -8 \times 10^{-3} (0,5x + x^2) \Big|_0^{0,5} \\ \Delta V &= -8 \times 10^{-3} (0,125 + 0,125) = -4 \times 10^{-3} \text{ Volt. } (V(a) > V(b)) \\ |\Delta V| &= 4 \times 10^{-3} \text{ Volt.} \end{aligned}$$

$$I = \frac{|\Delta V|}{R} \Rightarrow R = \frac{|\Delta V|}{I} = \frac{4 \times 10^{-3}}{0,4} = 10^{-2} \text{ A.}$$

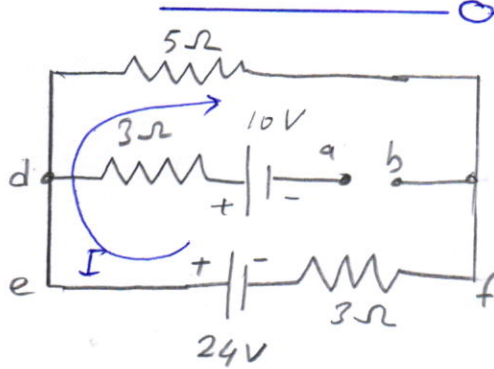
$$c) \vec{J} = n q \vec{v}_s \Rightarrow v_s = \frac{J(x)}{n q}$$

$$x=0'da J(x=0) = \frac{I}{A(x=0)} = \frac{0,4}{10^{-6}} \cdot (0,5 + 2x) = \frac{92}{10^6} = 0,2 \times 10^6$$

$$= 2 \times 10^5 \text{ Amper/m}^2$$

$$v_s = \frac{2 \times 10^5}{(9 \times 10^{28})(1,6 \times 10^{-19})} \approx 1,4 \times 10^{-5} \text{ m/s.}$$

S. 6.



Seçildiği devrede.
 $V_{ab} = ?$

c. 6) Açık koldan akım geçmez. Kapalı devreden

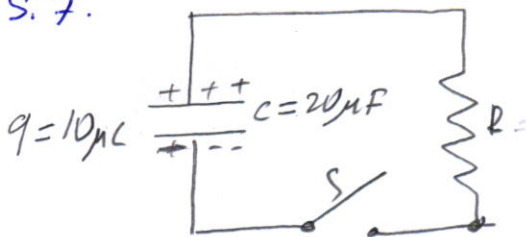
$$I = \frac{24}{5+3} = 3 \text{ A. akım geçer. Ait olmak için}$$

Kirchhoff gerilim yasası yazılır a
ade f b $\rightarrow$ boyunca

$$V_a + 10V - 24V + 3 \cdot 3\Omega = V_b$$

$V_b - V_a = V_{ab} = 10 - 24 + 9 = -5 \text{ Volt bulunur.}$
(Kol açık kaldığında toplam gerilim sıfır değil)

S. 7.



Sırası 20μF olan olan bir kondansatör 10μC' yükle yüklüdür. $t=0$ anında S anahtarı kapatılıyor. $t=2$ s' anında kondansatörün yükü 5μC olarak ölçülüyor.
R direncini bulunuz. ($\ln \approx 0,7$ alın)

C-7. $Q(t) = Q_{\max} e^{-t/RC}$ "Dejanz"

$5\mu C = (10\mu C) e^{-2/RC}$

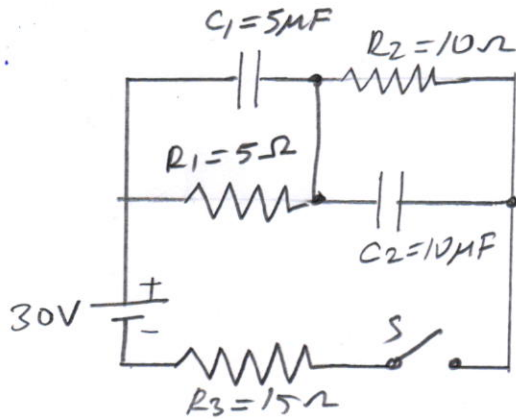
$e^{-2/RC} = \frac{1}{2} \Rightarrow$ ilk tarafın $\ln$ 'i alınır

$-\frac{2}{RC} = \ln\left(\frac{1}{2}\right) = \ln(1) - \ln(2)$

$RC = \frac{2}{\ln 2} = \frac{2}{0.7} \Rightarrow R = \frac{2}{0.7 \cdot (20 \times 10^{-6} F)}$

$R = \frac{10^6}{7} \approx 1.4 \times 10^5 \Omega.$

S-7.



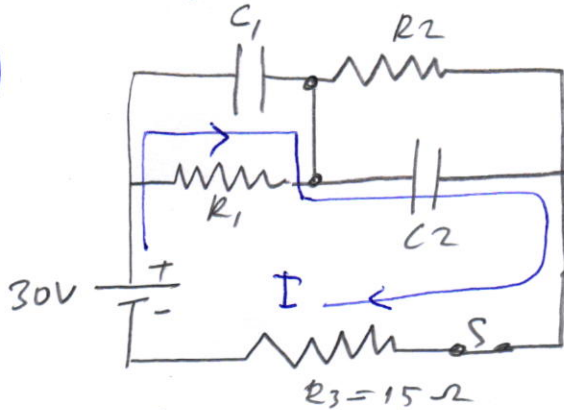
Şekildeki devrede başlangıçta kondansatörler yüksüz ve S anahtarı açıktır.

a) $t=0$ anında anahtar kapatılıyor. $t=0$ devreden geçen akımı bulunuz.

b) Uzun süre sonra devreden geçen akımı bulunuz.

c) C_1 ve C_2 kondansatörlerinde depolanan enerji kaç J'dur.

a)

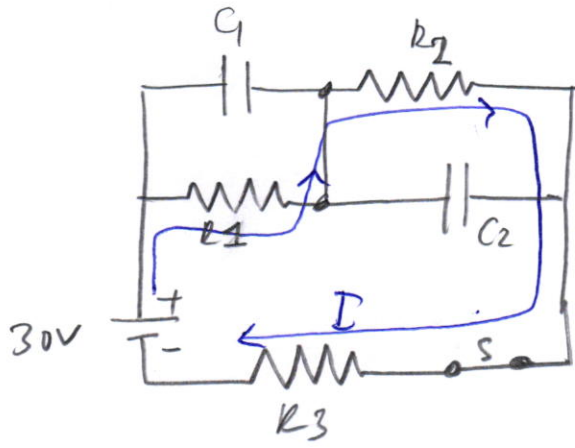


$t=0$ anında kondansatörler tel gibi davranır. Akım

C_1, C_2 ve R_3 'den geçer. (R_1 ve R_2 'den geçmez)

$I = \frac{30}{R_3} = 2 A.$

b) Uzun süre sonra kondansatörün olduğu koldan akım geçmez. Akım $R_1 \rightarrow R_2, R_3$ den geçer.



$$I = \frac{30V}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{30V}{(5+10+15)\Omega} = 1A$$

c) C_1 , R_1 direncine paralel bağlı olduğundan

C_1 'in uçları arasında

$$\Delta V_1 = I R_1 = 1 \times 5 = 5 \text{ volt. vardır.}$$

$$U_1 = \frac{1}{2} C_1 \Delta V_1^2 = \frac{1}{2} (5 \times 10^{-6} F) (5V)^2 = 6,25 \times 10^{-5} J$$

Aynı biçimde C_2 kondansatörü R_2 direncine paralel bağlı

$$\Delta V_2 = I R_2 = 1 \times 10 = 10V.$$

$$U_2 = \frac{1}{2} C_2 \Delta V_2^2 = \frac{1}{2} (10 \times 10^{-6} F) (10V)^2 = 5 \times 10^{-4} J.$$

S.8) Sonsuz uzunlukta a yarıçaplı silindirik bir tel I akımı taşımaktadır. İletkenin içinde akım yoğunluğu $J = Br$ bağıntısına göre değişmektedir. Burada B bir sabit, r ise iletkenin merkezinden olan radyal uzaklıktır.



- I akımını, B ve a cinsinden bulunuz

c.8) $I = J \cdot A$ (J düzgün) Burada J düzgün değil,

$$I = \int J dA = \int (Br) (2\pi r dr)$$

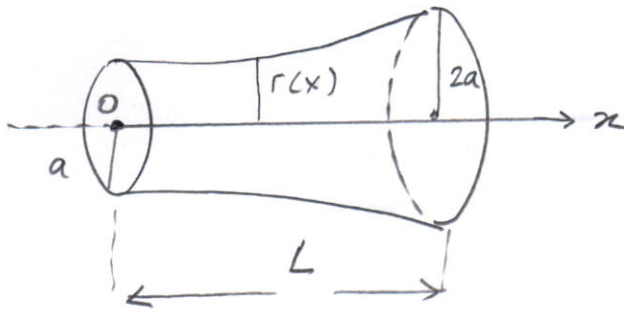
$$= 2\pi B \int r^2 dr$$

$$I = 2\pi B \frac{r^3}{3} \Big|_0^a = \frac{2\pi B a^3}{3} \checkmark$$



$$dA = 2\pi r dr$$

S.9)



Şekilde görülen telin yarıçapı dar kenardan geniş yarıçapa

$$r(x) = \left(\frac{a}{L^2}\right)x^2 + a \text{ biçiminde}$$

değişmektedir. Telin öz direnci de ρ 'e bağlı olarak $\rho = B\rho$ ile verilmektedir. Burada B bir sabittir. Akımın düzgün dağıldığını varsayarak telin iki ucu arasındaki direnci bulunuz.

C.9) $x=0$ dan $x=L$ 'ye gidilirken hem ρ hem de r değişmektedir. Küçük bir dx segmenti için yarıçapın değişmediği kabul edilirse

$dR = \rho \frac{dx}{A}$ yazılabilir. Burada $A = \pi r^2$ ile verilen kesittir. R direncini bulmak için her iki tarafın integrali alınmalıdır. ($dx = dx$)

$$R = \int_{x=0}^L (B\rho) \frac{dx}{\pi \left[\left(\frac{a}{L^2}\right)x^2 + a\right]^2}$$

$$= \frac{B}{\pi} \int_0^L \frac{x dx}{\left[\left(\frac{a}{L^2}\right)x^2 + a\right]^2}$$

$$\frac{a}{L^2} x^2 + a = u \text{ diyelim}$$

$$\frac{2a}{L^2} x dx = du$$

$$x dx = \frac{L^2}{2a} du \text{ olur,}$$

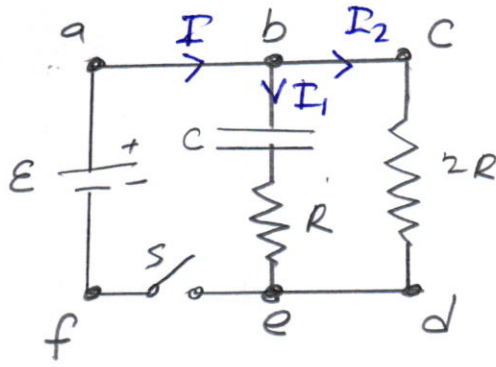
$$= \frac{B}{\pi} \frac{L^2}{2a} \int \frac{du}{u^2} = \frac{B}{\pi} \frac{L^2}{2a} \int u^{-2} du$$

$$R = \frac{B}{\pi} \frac{L^2}{2a} \left(\frac{u^{-1}}{-1} \right) = -\frac{B}{\pi} \frac{L^2}{2a} \left(\frac{1}{u} \right) = -\frac{B}{\pi} \frac{L^2}{2a} \left(\frac{1}{\frac{a}{L^2} x^2 + a} \right) \Big|_{x=0}^L$$

$$R = -\frac{B}{\pi} \frac{L^2}{2a} \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a} \right) = \frac{BL^2}{4\pi a^2} \text{ bulunur,}$$

(7)

S.10)



Şekildeki devrede kondansatör yüklenmiş olup, $t=0$ anında S anahtarı kapatılıyor.

a) devreden geçen I akımının zamanın fonksiyonu olarak bulunuz. $I(t)=?$

b) Devre kararlı hale gelince S anahtarı açılıyor. Kondansatörün üzerindeki yükün yarıya düşmesi için geçen süreyi bulunuz.

C.10) a). b düğüm noktası Kirchhoff akım kuralı:

$$I = I_1 + I_2 \quad \checkmark$$

• c d d a (genişilmek) için Kirchhoff gerilim kuralı:

$$E - I_2(2R) = 0 \Rightarrow I_2 = \frac{E}{2R} \quad \checkmark$$

• a b e f a ilmek için Kirchhoff gerilim kuralı:

$$E - \frac{q}{C} - IR = 0 \quad \text{"Kondansatörün yüklenmesi"}$$

$$I_1(t) = I_{10} e^{-t/RC}, \quad I_{10} = \frac{E}{R},$$

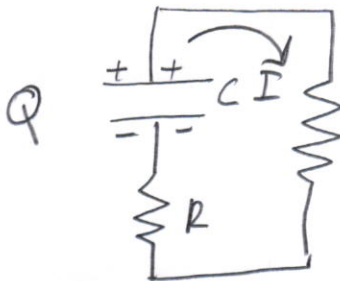
$$I_1(t) = \frac{E}{R} e^{-t/RC}$$

$$\Rightarrow I(t) = I_1(t) + I_2 = \frac{E}{R} e^{-t/RC} + \frac{E}{2R} \quad \checkmark$$

$t=0$ anında ana kol akımı $I = \frac{E}{R} + \frac{E}{2R} = \frac{3E}{2R}$ olur.

$t \rightarrow \infty$ anında $I_1=0$, $I=I_2 = E/2R$ olur.

b) Akımın kararlı hale gelmişse kondansatör dolmuştur.



S anahtarı açılınca yük

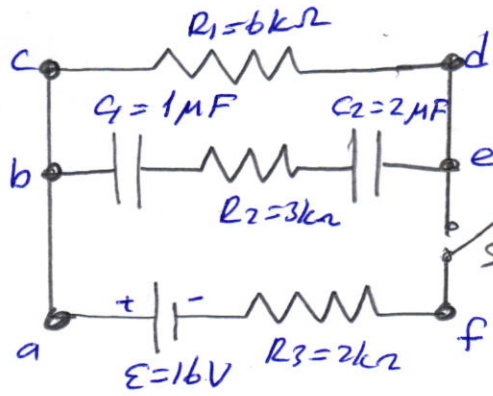
$R_{eq} = R + 2R = 3R$ direnci üzerinden akarak ısıyı döndürür.

$$q(t) = Q_{max} e^{-t/R_{eq}C},$$

$$\frac{Q}{2} = Q_m e^{-t/3RC}$$

$$t = -3RC \ln\left(\frac{1}{2}\right) = 3RC \ln(2) \quad \checkmark$$

S-11)



Selektörel devrede kondansatörler boş ve anahtar açıktır.

a) $t=0$ anında S anahtarı kapatılıyor. Uzun süre sonra her bir dirençten geçen akımı bulunuz.

b) Her bir kondansatörün yükünü bulunuz.

c) S anahtarı tekrar açıldığında devrenin zaman sabitini bulun. ve R_1 direncinden geçen akımı zamanın fonksiyonu olarak yazın.

C11a) Devre kararlı hale geldiğinde be kolundan akım geçmez. Buna göre $I_{R_2} = 0$ olur.

cdfac ilmeği boyunca

$$-IR_1 - IR_3 + E = 0 \Rightarrow I = \frac{E}{R_1 + R_3} = \frac{16V}{8k\Omega} = \frac{16V}{8 \times 10^3 \Omega}$$

$$I_{R_1} = I_{R_3} = 2 \times 10^{-3} A \text{ olur.}$$

b)

cd ebc ilmeği için (R_2 'den akım geçmediğine dikkat edelim)
 $-IR_1 + \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} = 0$ $V_{R_2} = 0$

$$\Rightarrow Q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) = IR_1$$

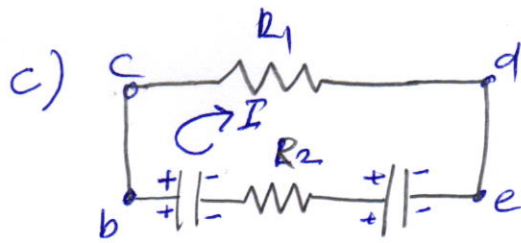
$$Q \left(\frac{C_2 + C_1}{C_1 C_2} \right) = IR_1 \Rightarrow Q = IR_1 \left(\frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} \right)$$

$$Q = (2 \times 10^{-3} A) (6 \times 10^3 \Omega) \left(\frac{1 \cdot 2}{1+2} \right) \mu F$$

$$= (2 \times 10^{-3}) (6 \times 10^3) \left(\frac{2}{3} \right) \times 10^{-6} F$$

$$Q = 8 \times 10^{-6} C$$

$$Q_{C_1} = Q_{C_2} = Q$$



$$R_{es} = R_1 + R_2 = 9 \text{ k}\Omega = 9 \times 10^3 \Omega$$

$$C_{es} = \frac{2}{3} \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$\tau = R_{es} \cdot C_{es} = (9 \times 10^3 \Omega) \left(\frac{2}{3} \times 10^{-6} \text{ F} \right) = 6 \times 10^{-3} \text{ s}$$

S anahtarını ^{tekrar} açıldıktan sonra

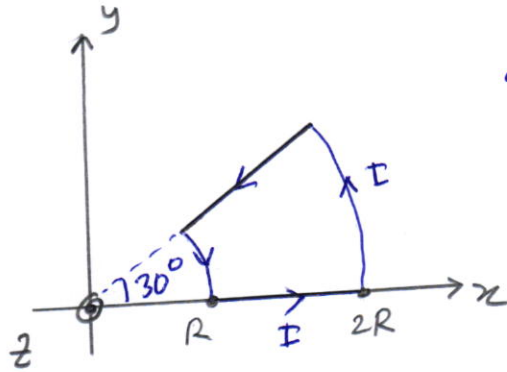
$$I = -\frac{Q}{\tau} e^{-t/\tau} \quad (- \text{ Batari deşarj}$$

Jarj durumunun tersine
olduğunu belirtiyor)

$$= -\frac{8 \times 10^{-6}}{6 \times 10^{-3}} e^{-t/6 \times 10^{-3} \text{ s}}$$

$$I = -\left(\frac{4}{3} \times 10^{-3} \text{ A} \right) e^{-t/6 \times 10^{-3}} = -\left(\frac{4}{3} \text{ mA} \right) e^{-t/6} \quad (t: \text{ms alınacak})$$

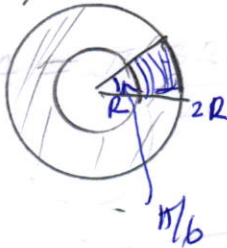
S-12)



a) Şekilde verilen
akım ilmesinin
manyetik dipol
momentini bulunuz.

b) Bu dipol $\vec{B} = B_0(4\hat{i} + 2\hat{k})$
manyetik alanında
etkileyen torku bulunuz.

C-12 a) $\mu = I A$



$$A = \frac{\pi}{12} ((2R)^2 - R^2) = \frac{3\pi R^2}{12} = \frac{\pi R^2}{4}$$

$$\vec{\mu} = \frac{\pi R^2}{4} \hat{k}$$

30°'lık alan
tüm alanın
 $\frac{1}{12}$ sidir.

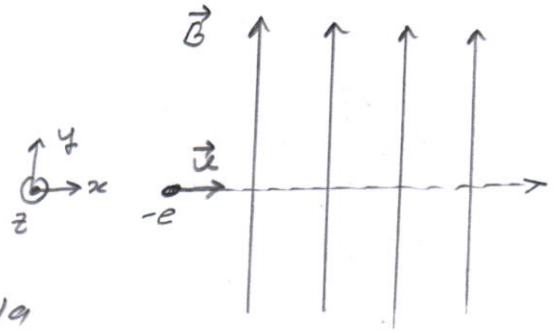
$$\begin{aligned} \text{b) } \vec{\tau} &= \left(\frac{\pi R^2}{4} \hat{k} \right) \times B_0 (4\hat{i} + 2\hat{k}) \\ &= \frac{\pi R^2}{4} B_0 4 (\hat{k} \times \hat{i}) = \\ &= \pi R^2 B_0 \hat{j} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{k} \times \hat{k} &= 0 \\ \hat{k} \times \hat{i} &= \hat{j} \end{aligned}$$

S. 13) Belirli bir bölgede
+y yönünde düzgün
bir manyetik alan $\vec{B} = B_0 \hat{j}$
bulunmaktadır. Bir elektron

bu bölgede sabit $\vec{u} = u_0 \hat{i}$ hızıyla
sapmadan hareket edebilmesi için

$\vec{E}$ alanının yönünü ve büyüklüğünü bulunuz.



C. 13) Elektronu etkileyen kuvvet $\vec{F}_B = -e(\vec{u} \times \vec{B})$ ile verilir.
sağ el kuralına göre manyetik

$$\vec{F}_B = -e(u_0 \hat{i} \times B_0 \hat{j}) = -e u_0 B_0 (\hat{i} \times \hat{j}) = -e u_0 B_0 \hat{k}$$

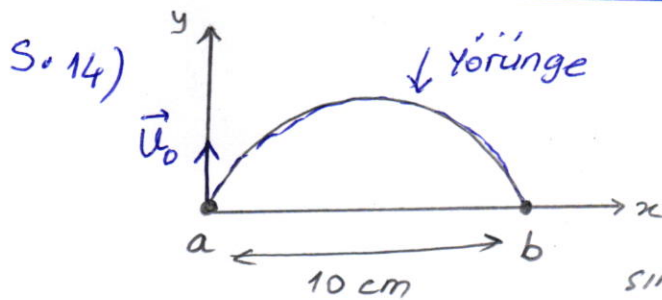
olur. Elektronu etkileyen elektriksel kuvvet

$\vec{F}_E = -e \vec{E}$ ile verilir. Elektronun sapmaması için
bu iki kuvvetin bileşkesi 0 olmalıdır.

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_E + \vec{F}_B = 0 \Rightarrow -e \vec{E} - e u_0 B_0 \hat{k} = 0$$

$$\vec{E} = -u_0 B_0 \hat{k} \quad (-z \text{ yönünde})$$

$$E(|\vec{E}|) = u_0 B_0$$



Bir elektron yönü ve
büyüklüğü belli olmayan
düzgün bir $\vec{B}$ içine a nokta-

sında $\vec{u}_0 = (1.6 \times 10^6 \hat{j}) \text{ m/s}$

hızı ile atılıyor. Elektron

çemberel bir yol boyunca hareket
ederek b noktasına ulaşıyor.

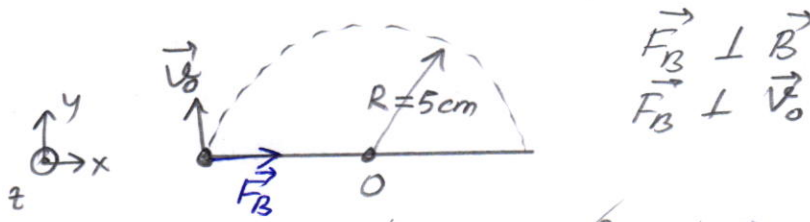
($\pi \approx 3$, $q_e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, $m_e \approx 10^{-30} \text{ kg}$ alaralınız.)

a) $\vec{B}$ alanının yönünü ve büyüklüğünü bulunuz.

b) Elektron a $\rightarrow$ b'ye hangi sürede geçer

c) Elektronu manyetik kuvvet tarafından yapılan
iş bulunuz.

C.14) a) Elektronu etkileyen kuvvet çemberin merkezine doğru olmalıdır.



$$q_e v_0 B = m \frac{v_0^2}{R} \Rightarrow B = \frac{m v_0}{q_e R} = \frac{10^{-30} \cdot 1,6 \times 10^6}{1,6 \times 10^{-19} \cdot 5 \times 10^{-2}}$$

$B = 2 \times 10^{-4}$ Tesla, yönü içe doğru (elektron olduğunuz için)

$$\vec{B} = 2 \times 10^{-4} (-\hat{k}) \text{ Tesla}$$

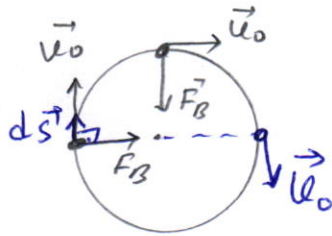
b) $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{v_0}{R} = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v_0} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 5 \times 10^{-2}}{1,6 \times 10^6}$

$$T = \frac{30 \times 10^{-2}}{1,6 \times 10^6} = \frac{30}{1,6} \times 10^{-8} \text{ s.}$$

Yörünge yarı çember olduğundan yarım periyotta $a \rightarrow b'$ ye ulaşır.

$$t = \frac{T}{2} = \frac{30}{3,2} \times 10^{-8} \text{ s} \approx 9,4 \times 10^{-8} \text{ s.}$$

c) $W = \int \vec{F}_B \cdot d\vec{l} = 0, \vec{F}_B \perp d\vec{l}$



Direk kuvvet elektronun hızının büyüklüğünü değiştirmez, hareketinin yönünü değiştirir.

$$\Delta K = 0 \Rightarrow W = 0$$

S.15) Bir elektron negatif z yönünde $v = 4 \times 10^7$ m/s'lik

hızla, düzguñ bir manyetik alan içine giriyor.

manyetik alanın büyüklüğü $B = 0,9 \times 10^{-3}$ T olup yönü negatif x yönündedir. ($m_e = 9 \times 10^{-31}$ kg, $|e| = 1,6 \times 10^{-19}$ C)

- elektroona etkiyen manyetik kuvveti bulun.
- Yörünge yarıçapını bulun.
- Eğer elektronun manyetik alandan sapmadan çıkmasını istersek, uygulanacak $\vec{E}$ alanını bulunuz.

C.15) a) $\vec{v} = (-4 \times 10^7 \hat{k})$ m/s, $\vec{B} = (-0,9 \times 10^{-3} \hat{i})$ Tesla.

$$\vec{F}_B = -e(\vec{v} \times \vec{B}) = -1,6 \times 10^{-19} (-4 \times 10^7) (-0,9 \times 10^{-3}) (\underbrace{\hat{k} \times \hat{i}}_{+\hat{j}})$$

$$= (-5,76 \times 10^{-15} \hat{j}) \text{ N}$$

b) $e v B = m \frac{v^2}{r} \Rightarrow r = \frac{m v}{e B}$

$$r = \frac{(9 \times 10^{-31})(4 \times 10^7)}{(1,6 \times 10^{-19})(0,9 \times 10^{-3})} \approx 0,25 \text{ m}$$

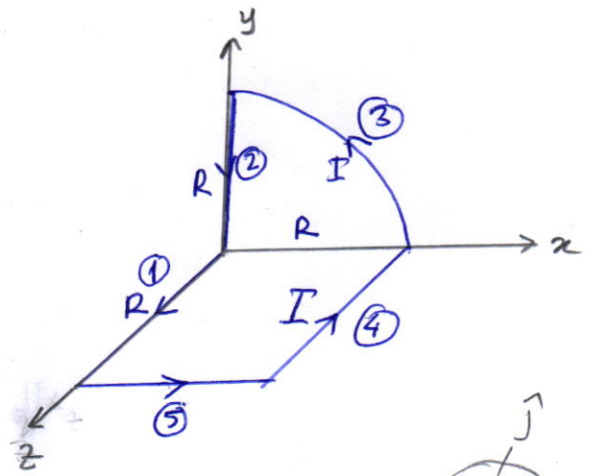
c) $\vec{F}_B + \vec{F}_E = 0 \quad \vec{F}_E = -\vec{F}_B$

$$-e\vec{E} = -(-5,76 \times 10^{-15} \hat{j}) \text{ N}$$

$$\vec{E} = -\frac{5,76 \times 10^{-15}}{1,6 \times 10^{-19}} = (-3,6 \times 10^4 \hat{j}) \frac{\text{Volt}}{\text{metre}}$$

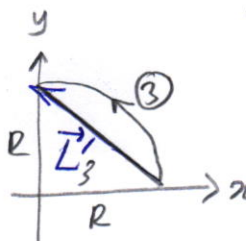
S.16) Şekildeki gibi verilen akım ilmeği $\vec{B} = -B_0 \hat{k}$ ile verilen bir manyetik alandadır.

a) ilme etkiyen toplam kuvveti bulun.



1. Tel: $\vec{F}_1 = I \vec{\ell}_1 \times \vec{B}$, $\ell_1 = R \hat{k}$
 $= I (R \hat{k}) \times (-B_0 \hat{k}) = 0$ $\vec{\ell}_1 \parallel \vec{B}$.

2. Tel: $\vec{\ell}_2 = -R \hat{j}$, $\vec{F}_2 = I (-R \hat{j}) \times (-B_0 \hat{k}) = \pm R B_0 (\hat{j} \times \hat{k})$
 $\vec{F}_2 = I R B_0 \hat{i}$

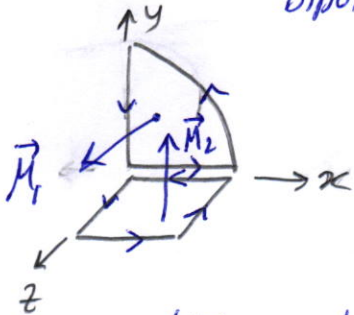
3. Tel:  $\vec{\ell}_3' = -R \hat{i} + R \hat{j} = R(-\hat{i} + \hat{j})$
 $\vec{F}_3 = I R B_0 (-\hat{i} + \hat{j}) \times (-\hat{k})$
 $= I R B_0 (-\hat{j} - \hat{i}) = -I R B_0 (\hat{i} + \hat{j})$

4. Tel: $\vec{\ell}_4 = -R \hat{k}$ $\vec{F}_4 = 0$, $\vec{\ell}_4 \parallel \vec{B}$

5. Tel: $\vec{\ell}_5 = R \hat{i}$, $\vec{F}_5 = I_0 (R \hat{i}) \times (-B_0 \hat{k}) = I R B_0 \hat{j}$

$\vec{F}_{total} = 0$ — Dipol momentini bulun?

b)



$\vec{\mu}_1 = I \frac{\pi R^2}{4} \hat{k}$, $\vec{\mu}_2 = I R^2 \hat{j}$

$\vec{\mu} = \vec{\mu}_1 + \vec{\mu}_2 = I R^2 (\hat{j} + \frac{\pi}{4} \hat{k})$

c) Dipole etkiyen torku bulun | d) potansiyel enerjiyi bulun.

$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$
 $= I R^2 (\hat{j} + \frac{\pi}{4} \hat{k}) \times (-B_0 \hat{k})$
 $= -I R^2 B_0 \hat{i}$

$U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$
 $= I R^2 (\hat{j} + \frac{\pi}{4} \hat{k}) \cdot (-B_0 \hat{k})$
 $= -I R^2 \frac{\pi}{4} B_0$