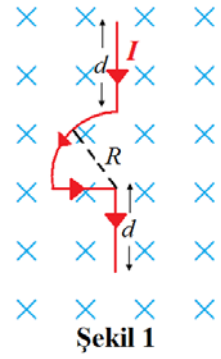


## Manyetik Alanlar:

1) Şekil 1'de görüldüğü gibi  $I$  akımı taşıyan iletken bir tel, sayfa düzlemine dik ve sayfa düzleminden içeri doğru olan  $\vec{B}$  manyetik alanı içerisinde bulunmaktadır. Tele etki eden manyetik kuvveti birim vektörler cinsinden bulunuz.



$$1) \vec{F}_B = I \vec{l} \times \vec{B}$$

1. ve 4. parçalar için:

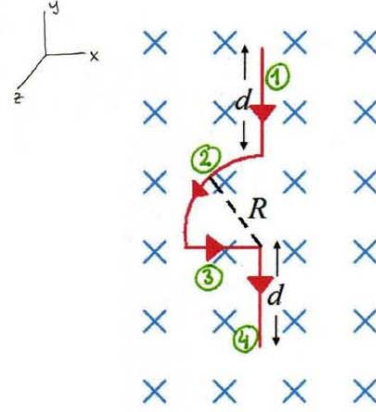
$$\vec{F}_1 = \vec{F}_4 = I \vec{d} \times \vec{B}$$

$$\vec{d} = d(-\hat{j})$$

$$\vec{B} = B(-\hat{k})$$

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_4 = I d(-\hat{j}) \times B(-\hat{k})$$

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_4 = I d B \hat{i}$$



3. parça için:

$$\vec{F}_3 = I \vec{R} \times \vec{B}$$

$$\vec{R} = R \hat{i}$$

$$\vec{B} = B(-\hat{k})$$

$$\vec{F}_3 = I R \hat{i} \times B(-\hat{k})$$

$$\vec{F}_3 = I R B \hat{j}$$

2. parça için:

$$d\vec{F}_2 = I d\vec{s} \times \vec{B} \quad ds = R d\theta$$

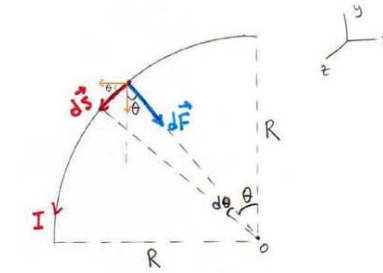
$$d\vec{s} = ds \cos\theta(-\hat{i}) + ds \sin\theta(-\hat{j})$$

$$d\vec{s} = R \cos\theta d\theta(-\hat{i}) + R \sin\theta d\theta(-\hat{j})$$

$$\vec{F}_2 = I \left( \int_0^{\pi/2} R \cos\theta d\theta(-\hat{i}) + \int_0^{\pi/2} R \sin\theta d\theta(-\hat{j}) \right) \times B(-\hat{k})$$

$$\vec{F}_2 = I R (-\hat{i} - \hat{j}) \times B(-\hat{k})$$

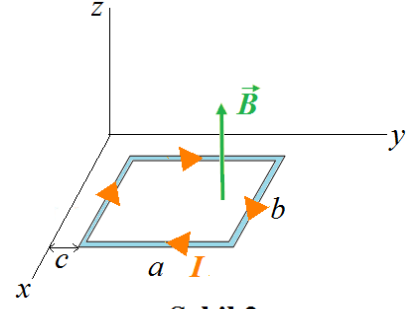
$$\vec{F}_2 = I R B (\hat{i} - \hat{j})$$



$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$$

$$\Sigma \vec{F} = I B (2d + R) \hat{i}$$

2) Şekil 2'de görüldüğü gibi,  $I$  akımı taşıyan dikdörtgen biçimindeki kapalı ilmek  $xy$ -düzleminde bulunmaktadır ( $b$ ,  $x$ -eksenine ve  $a$ ,  $y$ -eksenine paraleldir). Manyetik alan değişken olup; bir sabit olmak üzere,  $\vec{B} = \alpha y \hat{k}$  ile verilmektedir. Buna göre, akım ilmeğine etki eden net manyetik kuvveti birim vektörler cinsinden bulunuz.



Şekil 2

$$2) \vec{F}_0 = I \vec{l} \times \vec{B}$$

1. parça için:

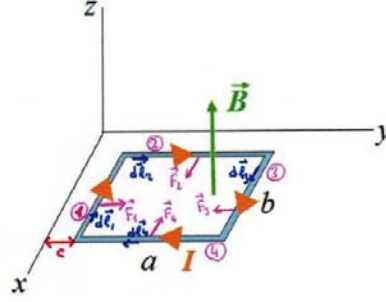
$$\vec{F}_1 = I \int d\vec{l}_1 \times \vec{B}$$

$$d\vec{l}_1 = dx(-\hat{i})$$

$$\vec{B} = \alpha y \hat{k} = \alpha c \hat{k} \quad (\vec{B}: \text{sabit})$$

$$\vec{F}_1 = I \int_0^b dx(-\hat{i}) \times (\alpha c \hat{k})$$

$$\vec{F}_1 = I \alpha c \int_0^b dx \hat{j} \quad ; \quad \boxed{\vec{F}_1 = I \alpha c b \hat{j}}$$



2. parça için:

$$\vec{F}_2 = I \int d\vec{l}_2 \times \vec{B}$$

$$d\vec{l}_2 = dy \hat{j}$$

$$\vec{B} = \alpha y \hat{k}$$

$$\vec{F}_2 = I \int_c^{c+a} dy \hat{j} \times (\alpha y \hat{k}) = I \alpha \int_c^{c+a} y dy \hat{i} = I \alpha \left[ \frac{y^2}{2} \right]_c^{c+a} \hat{i} = I \alpha \left[ \frac{(c+a)^2 - c^2}{2} \right] \hat{i}$$

$$\boxed{\vec{F}_2 = I \alpha \left( \frac{a^2 + 2ac}{2} \right) \hat{i}}$$

4. parça, 2. parça ile aynı büyüklükte fakat zıt yöndedir:

$$\boxed{\vec{F}_4 = I \alpha \left( \frac{a^2 + 2ac}{2} \right) (-\hat{i})}$$

3. parça için:

$$\vec{F}_3 = I \int d\vec{l}_3 \times \vec{B}$$

$$d\vec{l}_3 = dx \hat{i}$$

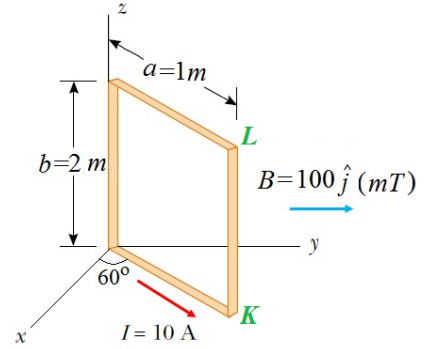
$$\vec{B} = \alpha(c+a) \hat{k} \quad (\vec{B}: \text{sabit})$$

$$\vec{F}_3 = I \int_0^b dx \hat{i} \times \alpha(c+a) \hat{k} \quad ; \quad \boxed{\vec{F}_3 = I \alpha b(c+a) (-\hat{j})}$$

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4$$

$$\boxed{\Sigma \vec{F} = I \alpha a b (-\hat{j})}$$

3) Şekil 3'de görülen 100 sarımdan oluşan dikdörtgen biçimli bir ilmeğin boyutları  $a = 1 \text{ m}$  ve  $b = 2 \text{ m}$ 'dir.  $10 \text{ A}$  akım taşıyan ilmek,  $100 \text{ mT}$ 'lık  $+y$ -yönünde düzgün bir manyetik alan içine yerleştirilmiştir. Akım ilmeğinin oluşturduğu manyetik alanı ihmal ederek;



Şekil 3

- a) İlmeğin  $KL$  kısmına etki eden manyetik kuvvet vektörünü bulunuz.  
b) İlmeğin manyetik dipol momentini ve ilmeğe etkiyen torku birim vektörler cinsinden bulunuz.  
c) İlmeğin manyetik potansiyel enerjisini hesaplayınız.

3) a)  $\vec{F}_B = I \vec{\ell} \times \vec{B}$

$\vec{F}_B = I \vec{b} \times \vec{B}$

$\vec{b} = 2\hat{k} \text{ (m)}$

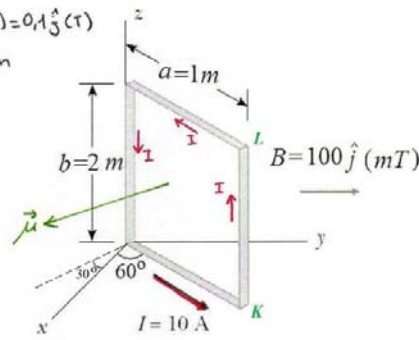
$\vec{B} = 0,1\hat{j} \text{ (T)}$

$\vec{F}_B = 10 \cdot [(2\hat{k}) \times (0,1\hat{j})]$

$\vec{F}_B = -2\hat{i} \text{ (N)}$  (Bir sarım için)

100 sarım için:  $\vec{F}_B = -200\hat{i} \text{ (N)}$

$B = 100\hat{j} \text{ (mT)} = 0,1\hat{j} \text{ (T)}$   
 $N = 100 \text{ sarım}$



b)  $\vec{\mu} = NI\vec{A}$   $A = 2 \times 1 = 2 \text{ (m}^2\text{)}$

$\mu = 100 \cdot 10 \cdot 2 = 2 \cdot 10^3 \text{ (A.m}^2\text{)}$

$\vec{\mu} = \mu \cos 30\hat{i} - \mu \sin 30\hat{j}$

$\vec{\mu} = 2 \cdot 10^3 \left( \frac{\sqrt{3}}{2}\hat{i} - \frac{1}{2}\hat{j} \right)$

$\vec{\mu} = 10^3 (\sqrt{3}\hat{i} - \hat{j}) \text{ (A.m}^2\text{)}$

$\vec{C} = \vec{\mu} \times \vec{B}$

$\vec{C} = 10^3 (\sqrt{3}\hat{i} - \hat{j}) \times 0,1\hat{j}$

$\vec{C} = 10^2 \sqrt{3} \hat{k} \text{ (N.m)}$

c)  $U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$

$U = - [10^3 (\sqrt{3}\hat{i} - \hat{j}) \cdot 0,1\hat{j}]$

$U = 100 \text{ (J)}$

veya

$U = -\mu B \cos \theta$

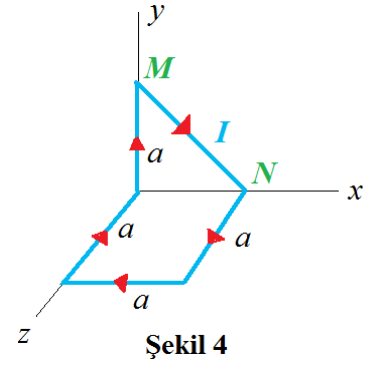
$U = -2 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot \cos 120^\circ$

$U = 100 \text{ (J)}$

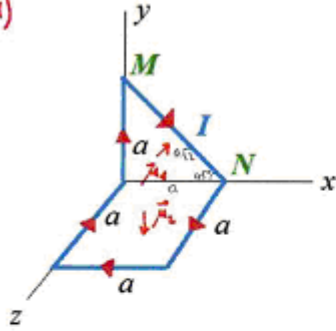
$\mu = \sqrt{3 \cdot 10^6 + 1 \cdot 10^6}$   
 $\mu = 2 \cdot 10^3 \text{ (A.m}^2\text{)}$

4) Şekil 4'deki kapalı akım ilmeği  $\vec{B} = \hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$  (T) manyetik alanı içindedir. Akım ilmeğinin oluşturduğu manyetik alanı ihmal ederek;

- a)  $MN$  teline etki eden manyetik kuvvet vektörünü bulunuz.  
b) Akım ilmeğinin manyetik dipol momentini birim vektörler cinsinden bulunuz.  
c) İlmeğe etki eden torku ve ilmeğin manyetik potansiyel enerjisini bulunuz.



4)



$$\vec{F}_B = I \vec{l} \times \vec{B}$$

$$a) \vec{l} = a\sqrt{2} \left( \frac{\sqrt{2}}{2} \hat{i} - \frac{\sqrt{2}}{2} \hat{j} \right) = a(\hat{i} - \hat{j}) \text{ (m)}$$

$$\vec{B} = \hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k} \text{ (T)}$$

$$\vec{F}_{MN} = I a (\hat{i} - \hat{j}) \times (\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k})$$

$$\vec{F}_{MN} = -I a (\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}) \text{ (N)}$$

$$b) \vec{\mu} = \vec{\mu}_1 + \vec{\mu}_2$$

$$\vec{\mu} = I (\vec{A}_1 + \vec{A}_2)$$

$$\vec{\mu} = I \left[ \frac{a^2}{2} (-\hat{k}) + a^2 (-\hat{j}) \right]$$

$$\vec{\mu} = -I a^2 \left( \hat{j} + \frac{1}{2} \hat{k} \right) \text{ (A.m}^2\text{)}$$

$$c) \vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

$$\vec{\tau} = -I a^2 \left( \hat{j} + \frac{1}{2} \hat{k} \right) \times (\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k})$$

$$\vec{\tau} = I a^2 \left( -2\hat{i} - \frac{1}{2} \hat{j} + \hat{k} \right) \text{ (N.m)}$$

$$U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$$

$$U = I a^2 \left( \hat{j} + \frac{1}{2} \hat{k} \right) \cdot (\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k})$$

$$U = -I \frac{3a^2}{2} \text{ (J)}$$

5) Kesiti  $6 \text{ cm}^2$  olan bir bobinin sarım sayısı 50'dir. Bobin,  $0.2 \text{ T}$ 'lık bir manyetik alan içine yerleştirildiğinde maksimum tork  $3 \cdot 10^{-5} \text{ N.m}$  olmaktadır.

a) Bobinden geçen akım şiddetini bulunuz.

b) Bobini manyetik alan içinde  $180^\circ$  döndürmek için yapılması gereken iş ne kadardır?

5)  $A = 6 \text{ cm}^2 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

$N = 50$  sarım

$B = 0,2 \text{ T}$

$\tau = 3 \cdot 10^{-5} \text{ N.m}$  ( $\vec{\mu} \perp \vec{B}$ )

a)  $\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$   $\tau = \mu B \sin \theta$

$\tau = \mu B$  ( $\theta = 90^\circ$ )

$3 \cdot 10^{-5} = \mu \cdot 0,2$

$\mu = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ (A.m}^2\text{)}$

$\mu = N I A$

$1,5 \cdot 10^{-4} = 50 \cdot I \cdot 6 \cdot 10^{-4}$

$I = 5 \cdot 10^{-3} \text{ (A)}$

$I = 5 \text{ (mA)}$

b)  $W = \Delta U = U_f - U_i$

$W = (-\vec{\mu} \cdot \vec{B})_f - (-\vec{\mu} \cdot \vec{B})_i$

$W = \mu B (-\cos \theta_f + \cos \theta_i)$

$\theta_i \rightarrow \theta_i + 180^\circ$

$W = \mu B [-\cos(\theta_i + 180^\circ) + \cos \theta_i]$

$\cos(a+b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$

$W = 2 \mu B \cos \theta_i = 2 \tau \cos \theta_i$

$W = 6 \cdot 10^{-5} \cdot \cos \theta_i \text{ (J)}$

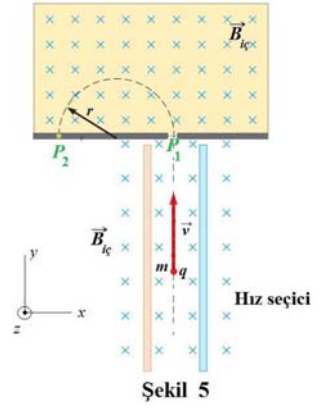
6)  $q$  yüklü ve  $m$  kütleli bir parçacık Şekil 5'deki gibi bir hız seçici içerisinde manyetik ve elektrik alanı dik olacak şekilde girmektedir. Parçacık, hız seçici içerisinde sabit hızla hareket etmektedir.  $P_1$  noktasından itibaren sadece aynı manyetik alan ( $B_{iç}$ ) etkisinde yörüngesel hareket yaparak,  $P_2$  noktasına ulaşmaktadır. ( $B_{iç} = 0,2 \text{ T}$ ,  $E = 4 \times 10^5 \text{ V/m}$ ,  $r = 0,1 \text{ m}$ ,  $\pi = 3$ )

a) Parçacığın hızını bulunuz.

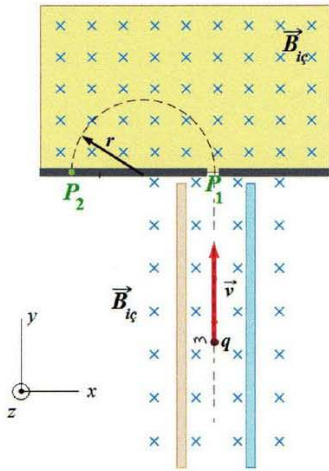
b) Verilen koordinat sistemine göre elektrik alanının yönünü ve parçacığın yükünün işaretini belirleyiniz.

c)  $q/m$  oranını hesaplayınız.

d) Parçacığın  $P_1$  noktasından  $P_2$  noktasına geliş süresini bulunuz.



6)



a) Hız seçici içinde;

$$\vec{F}_{\text{Net}} = 0$$

$$\vec{F}_{\text{Net}} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B} = 0$$

$$\vec{E} = -\vec{v} \times \vec{B}$$

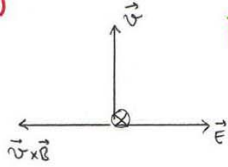
$$E = vB \sin 90^\circ$$

$$v = \frac{E}{B}$$

$$v = \frac{4 \cdot 10^5}{0,2}$$

$$v = 2 \cdot 10^6 \text{ (m/s)}$$

b)



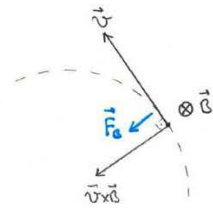
$$\vec{E} = -\vec{v} \times \vec{B}$$

$$\vec{v} = v \hat{j}$$

$$\vec{B} = B_{iç} (-\hat{k})$$

$$\vec{E} = -\vec{v} \times \vec{B} = -v \hat{j} \times B_{iç} (-\hat{k}) = v \cdot B_{iç} \hat{i}$$

+x yönünde



$$\vec{F}_B = q\vec{v} \times \vec{B}$$

q, pozitif yüküdür.

c)  $qvB = m \frac{v^2}{r}$  ( $\vec{v} \perp \vec{B}$ )

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{rB}$$

$$\frac{q}{m} = \frac{2 \cdot 10^6}{0,1 \cdot 0,2}$$

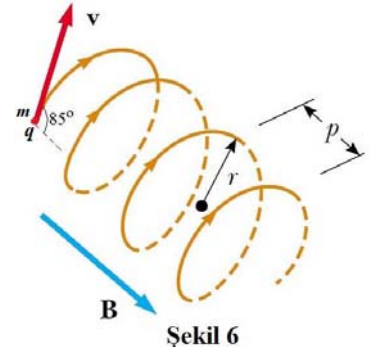
$$\frac{q}{m} = 1 \cdot 10^8 \text{ (C/kg)}$$

d)  $t = \frac{\pi r}{v}$

$$t = \frac{3 \cdot 0,1}{2 \cdot 10^6}$$

$$t = 1,5 \cdot 10^{-7} \text{ (s)}$$

7) Enerjisi 2 keV olan bir pozitron, büyüklüğü 0.1 T olan düzgün bir manyetik alan içerisine fırlatılıyor (Şekil 6). Pozitronun hız vektörü ile manyetik alan vektörü arasında 85°'lik bir açı vardır.



- a) Pozitronun periyodunu bulunuz.  
b) Helisin  $p$  yüksekliğini hesaplayınız.  
c) Helisin  $r$  yarıçapını hesaplayınız.  
( $m = 9.1 \times 10^{-31}$  kg,  $q = 1.6 \times 10^{-19}$  C)

7)

a)  $qv_y B = m \frac{v_y^2}{r}$

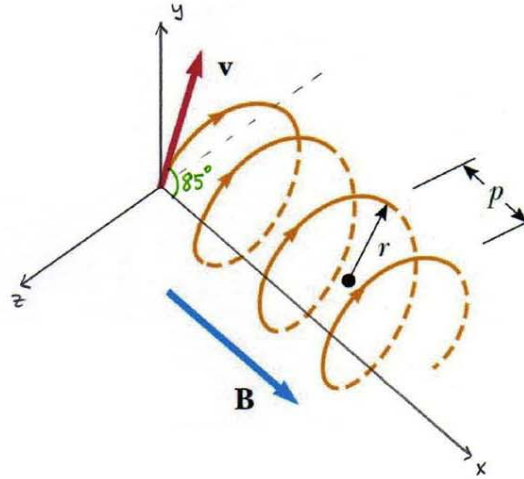
$$r = \frac{mv_y}{qB}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v_y}$$

$$T = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$T = \frac{2\pi \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,10}$$

$$T = 3,57 \cdot 10^{-10} \text{ (s)}$$



- b)  $p$  adımı, pozitronun bir periyotta x-ekseni boyunca aldığı yoldur.

$$p = T \cdot v_x$$

$$p = \frac{2\pi m}{qB} v \cos 85^\circ$$

$$p = 3,57 \cdot 10^{-10} \cdot 2,67 \cdot 10^7 \cdot \cos 85^\circ$$

$$p = 8,3 \cdot 10^{-4} \text{ (m)}$$

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

$$2 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = \frac{1}{2} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot v^2$$

$$v = 2,65 \cdot 10^7 \text{ (m/s)}$$

c)  $r = \frac{mv_y}{qB}$

$$r = \frac{m v \sin 85^\circ}{qB}$$

$$r = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 2,65 \cdot 10^7 \cdot \sin 85^\circ}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,10}$$

$$r = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ (m)}$$

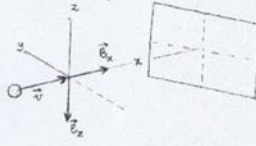
8) Televizyon tüpündeki elektronların hızı  $6 \times 10^7 \text{ m/s}$  dir. Elektronlar Dünyanın manyetik alanından etkilenir.  $0,4\text{m}$  uzunluğundaki tüp, dikey bileşeni  $18\mu\text{T}$ , yatay bileşeni  $24\mu\text{T}$  olan bir manyetik alan içine yerleştirilmiştir. Elektron ışınının ilk yönü, dünyanın manyetik alanının yatay bileşeni ile aynı yönde ise elektron demeti hangi yönde ve ne kadar sapar? 2007

Kuzey yarım kürede manyetik alan:

$$\vec{B} = B_x \hat{i} + B_z \hat{k} = 24\mu \hat{i} - 18\mu \hat{k} (\text{T})$$

Elektronun ivmesi:

$$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B} = m \vec{a} = -e \left[ (v_0 \hat{i}) \times (24\mu \hat{i} - 18\mu \hat{k}) \right] \Rightarrow \vec{a} = (ev_0 B_z / m) \hat{j}$$



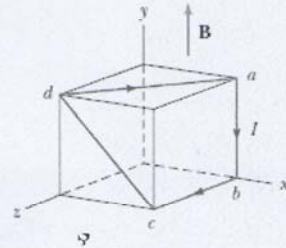
Elektronun tüp içinde geçirdiği süre,

$$t = L/v = 6.7 \times 10^{-9} \text{ s}$$

Elektronun sapması,

$$d = \frac{1}{2} a t^2 = -4.2 \times 10^{-3} \hat{j} (\text{m})$$

9) Şekil-7'deki kübün her kenarı  $40\text{cm}$ ' dir. Telin dört düz kısmı  $-ab$ ,  $bc$ ,  $cd$  ve  $da$ - gösterildiği gibi  $I=5\text{A}$ ' lik akım taşıyan kapalı bir ilmek oluşturmaktadır. Pozitif  $y$ - yönünde  $B=0,02\text{T}$  büyüklüğünde düzgün bir manyetik alan bulunduğu göre, her kısma etkiyen kuvvetin yönünü ve büyüklüğünü bulunuz. 2007



Şekil-7

$$I = 5\text{A} , \quad \vec{B} = 0.02 \hat{j} (\text{T})$$

$$\vec{F} = I \vec{L} \times \vec{B}$$

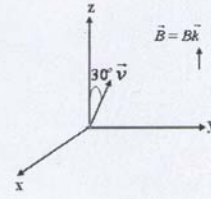
$$\underline{ab} \rightarrow \vec{F} = 5 (-0.4 \hat{j}) \times (0.02 \hat{j}) = 0$$

$$\underline{bc} \rightarrow \vec{F} = 5 (0.4 \hat{k}) \times (0.02 \hat{j}) = -0.04 \hat{i} (\text{N})$$

$$\underline{cd} \rightarrow \vec{F} = 5 (-0.4 \hat{i} + 0.4 \hat{j}) \times (0.02 \hat{j}) = -0.04 \hat{k} (\text{N})$$

$$\underline{da} \rightarrow \vec{F} = 5 (0.4 \hat{i} - 0.4 \hat{k}) \times (0.02 \hat{j}) = 0.04 (\hat{k} + \hat{i}) \text{N}$$

10) Bir elektron, ışık hızının  $1/10$ 'u kadar bir hızla hareket etmektedir ve elektronun hareket ettiği bölgede  $0,30T$  büyüklüklü bir manyetik alan bulunmaktadır (Şekil-8). Elektronun hız vektörü ile manyetik alan vektörü arasında  $30^\circ$  lik bir açı bulunmaktadır.



- a) Elektron yörüngesinin helis yarıçapını hesaplayınız.  
b) Hareketin periyodunu bulunuz.  
c) Elektronun z- eksenini boyunca 1km hareket etmesi için gerekli zamanı hesaplayınız. 2007

$$a) \quad r = \frac{m v_{\perp}}{qB} = \frac{(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}) \left( \frac{1}{10} \times 3 \times 10^8 \text{ m/s} \right) \sin 30}{(1.6 \times 10^{-19}) (0.3 \text{ T})} \quad \text{Şekil-8}$$

$$r = 2.85 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$b) \quad T = \frac{2\pi r}{v_{\perp}} = \frac{2\pi m}{qB} = 1.19 \times 10^{-10} \text{ s}$$

$$c) \quad z = (1000 \text{ m}) / \left( \frac{1}{10} \times 3 \times 10^8 \cdot \cos 30 \right) = 0.39 \times 10^{-4} \text{ s}$$

11) Kütleli  $0,1 \text{ kg}$  ve toplam uzunluğu  $4 \text{ m}$  olan uzun bir tel parçasından bir kenarının uzunluğu  $0,1 \text{ m}$  olan karesel bir kangal yapılmıştır. Kangal yatay bir kenarı boyunca menteşelenmiştir ve  $4A$ ' lik bir akım taşımakta iken büyüklüğü  $0,01T$  olan düşey bir manyetik alan içersine yerleştirilmiştir.

- a) Kangal dengeye ulaştığında kangal düzleminin düşeyle yaptığı açığı bulunuz.  
b) Denge halinde kangala etkiyen manyetik kuvvetten kaynaklanan torku bulunuz. ( $g=10 \text{ m/s}^2$ ) 2007

$$a) \quad \mu = NAI = \frac{L}{4d} d^2 I \Rightarrow \begin{aligned} L &= \text{Telin toplam uzunluğu} \\ d &= \text{karesel kangalın bir kenarının uzunluğu} \end{aligned}$$

$$\text{dengeye iken: } \sum \vec{\tau} = (\vec{\mu} \times \vec{B}) - (\vec{r} - m\vec{g}) = 0$$

$$\frac{ILBd}{4} (\sin(90 - \theta)) - \left( \frac{mgd}{2} \right) \sin \theta = 0 \Rightarrow \tan \theta = \frac{ILB}{2mg}$$

$$\theta = 4.57^\circ$$

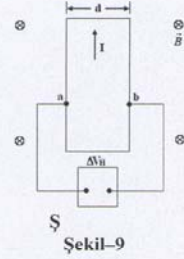
$$b) \quad \vec{\tau}_m = \frac{ILBd}{4} \cdot \cos \theta = 3.99 \times 10^{-3} \text{ N.m}$$

12) Hall olayının gözlemlendiği Şekil-9'daki düzenek,  $2T$  değerinde bir manyetik alan içinde bulunmaktadır. Şeridin eni  $1\text{cm}$  ve  $a$  ve  $b$  arasında ölçülen voltaj  $7,2\mu\text{V}$  tur. Şerit içindeki yük taşıyıcılarının  $v_s$  hızı ne olur?

denge de:  $q v_s B = q E_H \Rightarrow E_H = v_s B$

Hall gerilimi:  $\Delta V_H = E_H d = v_s B d$

$$v_s = \frac{\Delta V_H}{B d} = \frac{7,2 \times 10^{-6}}{2 \times 1 \times 10^{-2}} = 3,6 \times 10^{-4} \text{ (m/s)}$$



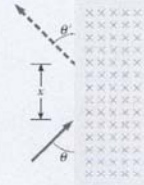
13) Sayfa düzleminde hareket eden bir protonun kinetik enerjisi  $6\text{MeV}$  dir. Şekil-10'da gösterildiği gibi alanın doğrusal sınırıyla  $\theta = 45^\circ$  açı yapacak biçimde büyüklüğü  $B=1T$  olan içe doğru bir manyetik alana girerse,

- Protonun alana girdiği nokta ile alandan çıkacağı nokta arasındaki  $x$  uzaklığını bulunuz.
- Protonun alanı terk ettiği hız vektörü ile alanın sınırı arasındaki  $\theta'$  açısını hesaplayınız

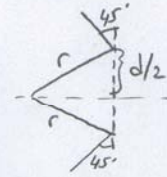
$$K = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow v = 3,39 \times 10^7 \text{ (m/s)}$$

$$F = q v B = \frac{m v^2}{r} \Rightarrow r = 0,354 \text{ (m)}$$

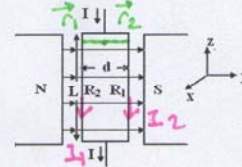
$$\sin 45 = \frac{d/2}{r} \Rightarrow d \approx 0,501 \text{ (m)} \Rightarrow \theta' = 45^\circ$$



Şekil-10



14)  $I$  akımı taşıyan bir tel, dirençleri sırayla  $R_1$  ve  $R_2$  olan iki kola ayrılarak kapalı bir devre oluşturuyor (Şekil-11). Devre, şekilde gösterildiği gibi bir mıknatısın kutupları arasında, manyetik alana paralel olarak yerleştiriliyor. Dikdörtgen evrenin genişliği  $d$ , uzunluğu  $L$ 'dir. Devreye etkiyen torku veren ifadeyi bulunuz.



$$I R_{eq} = I R_1 = I R_2$$

$$R_{eq} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$$

$$I_1 = I R_{eq} / R_1$$

$$I_2 = I R_{eq} / R_2$$

$$\vec{F} = I \vec{L} \times \vec{B}$$

$$\vec{B} = \vec{r} \times \vec{F}$$

Şekil-11

$$\vec{F}_1 = I_1 L (-\hat{k}) \times B(\hat{j}) = I_1 L B \hat{i} \text{ (N)}$$

$$\vec{F}_2 = I_2 L (\hat{k}) \times B(\hat{j}) = I_2 L B \hat{i} \text{ (N)}$$

$$\vec{\tau}_1 = \frac{d}{2} (-\hat{j}) \times \vec{F}_1 = I_1 L B \frac{d}{2} \hat{k} \text{ (N.m)}$$

$$\vec{\tau}_2 = \frac{d}{2} (\hat{j}) \times \vec{F}_2 = -I_2 L B \frac{d}{2} \hat{k} \text{ (N.m)}$$

$$\vec{\tau}_{net} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 = I_1 L B \frac{d}{2} \hat{k} - I_2 L B \frac{d}{2} \hat{k} \text{ (N.m)}$$