

## BÖLÜM 29 - ÇÖZÜMLÜ ÖRNEKLER - MANYETİK ALAN

①

**29.1)** Bir televizyonun resim tüpündeki bir elektron x eksenine boyunca  $8 \times 10^6$  m/s'lik bir süratle tüpün önüne (ekran) doğru ilerliyor. Tüpün boyuna sarılan telden yapılmış kangallar  $0,025$  T büyüklüğünde bir alan oluşturmaktadır. Bu alan xy düzleminde olup x eksenine arasındaki açı  $60^\circ$ 'dir. Elektronu etkileyen manyetik kuvveti ve elektronun imesini bulun.

Çözüm:  $F_B = |q|vB \sin \theta$

$$= (1,6 \times 10^{-19} \text{ C}) (8 \times 10^6 \text{ m/s}) (0,025 \text{ T}) (\sin 60^\circ)$$

$$\Rightarrow F_B = 2,8 \times 10^{-16} \text{ N} \Rightarrow \text{negatif } z \text{ yönündedir (sağ el kuralına göre)}$$

Elektronun kütlesi  $9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ 'dır.

$$a = \frac{F_B}{m_e} = \frac{2,8 \times 10^{-16} \text{ N}}{9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}} = 3,1 \times 10^{16} \text{ m/s}^2 \Rightarrow \text{negatif } z \text{ yönünde}$$

**29.3:** Boyutları  $5,40 \text{ cm} \times 8,50 \text{ cm}$  olan dikdörtgen bir kangal (bobin),  $25$  sarımlı bir telden oluşmakta ve  $15 \text{ mA}$ 'lik bir akım taşımaktadır. a) Kangalin (bobinin) manyetik momentinin büyüklüğünü hesaplayın. b) İhtek düzlemine paralel olarak büyüklüğü  $0,350 \text{ T}$  olan bir manyetik alan uygulanırsa etki eden torkun büyüklüğü nedir?

Çözüm:  $\mu_{\text{kangal}} = NIA = (25)(15 \times 10^{-3} \text{ A})(0,054 \text{ m} \times 0,085 \text{ m})$   
 $= 1,72 \times 10^{-3} \text{ Am}^2$

⑥  $B$ ,  $\mu_{\text{kangal}}$ 'ye dik olduğundan;

$$\tau = \mu_{\text{kangal}} B = (1,72 \times 10^{-3} \text{ Am}^2)(0,350 \text{ T})$$
$$= 6,02 \times 10^{-4} \text{ Nm}$$

**29.6:** Bir proton, hızına dik  $0,35 \text{ T}$  büyüklüğünde düzgün bir manyetik alan içerisinde  $14 \text{ cm}$  yarıçaplı bir çember üzerinde hareket ediyor. Protonun açısal hızı = ?

Çözüm:

$$v = \frac{qBr}{m_p} = \frac{(1,60 \times 10^{-19} \text{ C})(0,357)(1,1 \times 10^{-2} \text{ m})}{1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}}$$

$$\Rightarrow \boxed{v = 4,7 \times 10^6 \text{ m/s}}$$

29.7:

Düzgün bir manyetik alanın şiddetini ölçmek için tasarlanan bir deneyde, elektronlar 350 voltluk bir potansiyel farkı altında durgun halden hızlandırılır. Elektronlar manyetik kuvvetin etkisiyle eğri bir yörünge boyunca hareket ederler. Yörünge yarıçapının 7,5 cm olduğu ölçülmüş, manyetik alanının elektron demetine dik olduğu varsayıldığında; a) manyetik alan büyüklüğü = ?  
b) Elektronların açısal hızı = ?

Çözüm:

$$\text{a) } \frac{1}{2} m_e v^2 = |e| \Delta V \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2|e|\Delta V}{m_e}} = \sqrt{\frac{2(1,60 \times 10^{-19} \text{ C})(350 \text{ V})}{9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}}}$$
$$\Rightarrow \boxed{v = 1,11 \times 10^7 \text{ m/s}}$$

$$B = \frac{m_e v}{|e| r} = \frac{(9,11 \times 10^{-31} \text{ kg})(1,11 \times 10^7 \text{ m/s})}{(1,60 \times 10^{-19} \text{ C})(0,075 \text{ m})} \Rightarrow \boxed{B = 8,4 \times 10^{-4} \text{ T}}$$

$$\text{b) } \omega = \frac{v}{r} = \frac{1,11 \times 10^7 \text{ m/s}}{0,075 \text{ m}} = 1,5 \times 10^8 \text{ rad/s}$$

## Bölüm 29- Seçilmiş Sorular

9) 1,7 T'lik bir manyetik alan içerisinde  $4 \times 10^6$  m/s'lik bir hızla hareket eden bir proton, büyüklüğü  $8,2 \times 10^{-13}$  N olan bir manyetik kuvvet etkisinde kaldığına göre alanla protonun hızı arasındaki açı nedir?

Çözüm:  $F_B = qvB \sin \theta \Rightarrow 8,20 \times 10^{-13} \text{ N} = (1,60 \times 10^{-19} \text{ C})(4 \times 10^6 \text{ m/s})(1,70 \text{ T}) \sin \theta$   
 $\sin \theta = 0,754 \Rightarrow \theta = \sin^{-1}(0,754) = 48,9^\circ \text{ veya } 131^\circ$

10) Düzgün elektrik ve manyetik alanların içerisindeki bir elektronun hızı 1,20 km/s (pozitif x yönünde) ve ivmesi  $2 \times 10^{12} \text{ m/s}^2$  (pozitif z yönünde)'dir. Eğer elektrik alanı pozitif z yönünde ve 20 N/C büyüklüğünde ise bölgedeki manyetik alan hakkında neyi bulabiliriz?

ders.im

Çözüm:  $qE = (-1,60 \times 10^{-19} \text{ C}) (20 \text{ N/C}) \hat{k} = (-3,20 \times 10^{-18} \text{ N}) \hat{k}$

$\Sigma F = qE + qv \times B = ma$

$(-3,20 \times 10^{-18} \text{ N}) \hat{k} - 1,60 \times 10^{-19} \text{ C} (1,20 \times 10^4 \text{ m/s} \hat{i}) \times B = (9,11 \times 10^{-31}) (2 \times 10^{12} \text{ m/s}^2) \hat{k}$

$-(3,20 \times 10^{-18} \text{ N}) \hat{k} - (1,92 \times 10^{-15} \text{ C} \cdot \text{m/s}) \hat{i} \times B = (1,82 \times 10^{-18} \text{ N}) \hat{k}$

$(1,92 \times 10^{-15} \text{ C} \cdot \text{m/s}) \hat{i} \times B = -(5,02 \times 10^{-18} \text{ N}) \hat{k}$

manyetik alanın x bileşeni bulunabilir.  $B_z = 0$  ve  $B_y = -2,62 \text{ mT}$

- \* 11) Bir proton, manyetik alanın  $B = (i + 2j - 3k) \text{ T}$  ile verildiği bir bölgede  $v = (2i - 4j + k) \text{ m/s}$  ile hareket ederse, bu yöre etkileyen manyetik kuvvetin büyüklüğü = ?

Çözüm:  $F_B = qv \times B$

$v \times B = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 2 & -4 & 1 \\ 1 & 2 & -3 \end{vmatrix} = (12-2)i + (1+6)j + (4+4)k = 10i + 7j + 8k$

$|v \times B| = \sqrt{10^2 + 7^2 + 8^2} = 14,6 \text{ T} \cdot \text{m/s}$

$|F_B| = q|v \times B| = (1,60 \times 10^{-19} \text{ C}) (14,6 \text{ T} \cdot \text{m/s}) = \boxed{2,34 \times 10^{-18} \text{ N}}$

- 12) Bir elektron  $B = (1,40i + 2,10j) \text{ T}$  ile verilen düğün bir manyetik alanın içine atılıyor, hızı  $v = 3,70 \cdot 10^5 \text{ j m/s}$  olduğunda elektrona etkileyen kuvvetin vektörel ifadesi = ?

Çözüm:  $F_B = qv \times B = (-1,60 \times 10^{-19}) \begin{vmatrix} i & j & k \\ 0 & 3,70 \cdot 10^5 & 0 \\ 1,40 & 2,10 & 0 \end{vmatrix}$

$F_B = (-1,60 \times 10^{-19} \text{ C}) [(0-0)i + (0-0)j + (0-(1,40 \text{ T})(3,70 \times 10^5 \text{ m/s}))k]$   
 $= \boxed{(8,29 \times 10^{-14} \text{ k}) \text{ N}}$

- 13) Birim uzunluğunun kütlesi  $0,5 \text{ g/cm}$  olan bir tel yatay olarak düğün doğru  $2 \text{ A}$ 'lık bir akım taşıırken bu teli düşey olarak yukarı doğru kaldırabilmek için gerekli manyetik alanın yön ve minimum büyüklüğü ne olmalıdır?



Çözüm:  $F_g = I L B \sin \theta$

ve  $F_g = f_g = mg$

$mg = I L B \sin \theta$

$\Rightarrow \frac{m}{L} g = I B \sin \theta$

$I = 2 A \Rightarrow$

$\frac{m}{L} = (0,5 \text{ g/cm}) \left( \frac{100 \text{ cm/m}}{1000 \text{ g/kg}} \right) = 5 \times 10^{-2} \text{ kg/m}$  olur.

Buna göre;

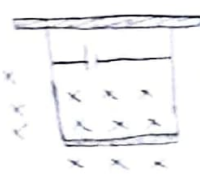
$5 \cdot 10^{-2} (9,8) = 2 \cdot B \sin 90 \Rightarrow B = 0,245 \text{ Tesla}$

sağ el kuralına göre doğruya doğru

14) Bir tel 2,4 A'lık bir kararlı akım taşımaktadır. Telin x eksenine boyunca 0,75 m'lik düz kısmı,  $B = 1,6 \text{ kT}$  ile verilen düz bir manyetik alan içerisinde bulunduğuna ve akım +x yönünde geçtiğine göre, telin bu kısıma etkilenen kuvvet ne kadardır?

Çözüm:  $F_g = I L \times B = (2,40 \text{ A}) (0,750 \text{ m}) \times (1,60 \text{ T}) \hat{k} = \boxed{(-2,88 \hat{j}) \text{ N}}$

16)



şekildeki iki esnek telle asılan bir iletkenin

birim uzunluğunun kütlesi  $0,04 \text{ kg/m}$  bir iletkenin bulunduğu bölgede sayfa düzleminin içine doğru  $3,67$  büyüklüğünde bir manyetik alan varsa, askı tellerindeki gerilmenin sıfır olabilmesi için iletkendeki akımın büyüklüğü ve yönü = ?

Çözüm:  $\frac{|F_g|}{L} = \frac{mg}{L} = \frac{I L \times B}{L}$

$I = \frac{mg}{BL} = \frac{(0,04 \text{ kg/m}) (9,8 \text{ m/s}^2)}{3,6 \text{ T}} = \boxed{0,109 \text{ A}}$  yönü sağa doğrudur

17) Gelişel yük yoğunluğu  $1 \text{ g/m}$  olan bir çok uzun düz telin Dünya'yı manyetik ekvatorda sardığını varsayın. Bu bölgede Dünya'nın manyetik alanı  $50 \mu\text{T}$  ve yatay olarak kuzeye doğru olsun. Telin yerin kenar üzerinde havada tutabilmek için telden geçmesi gereken akımın büyüklüğü ve yönü nedir?

Çözüm: Manyetik ve ağırlık kuvveti dengelenmelidir. O halde  $F_g = B I L = mg$  veya  $I = (mg / B L) = (2g / B)$  dır. (A telin birim uzunluk başına kütlesi)

Buna göre;  $I = \frac{(1 \times 10^{-3} \text{ kg/m}) (9,8 \text{ m/s}^2)}{(5 \times 10^{-5} \text{ T})} = \boxed{196 \text{ A}}$  ( $B = 50 \mu\text{T}$  ise)

Akım yönü doğruya doğru.

(5)

24) Küçük bir cubuk manyetis,  $0.25 \text{ T}$  büyüklüğünde düzgün bir manyetik alanın içine asıldığında etki eden maksimum tork  $4.6 \times 10^{-2} \text{ N.m}$  dir. Cubuk manyetisin manyetik momentini hesaplayın.

Cözüm:

$$T = \mu B \sin \theta \Rightarrow 4.60 \times 10^{-2} \text{ N.m} = \mu (0.250) \sin 90^\circ$$

$$\mu = 1.84 \cdot 10^{-2} \text{ A.m}^2 = \boxed{18.4 \text{ mA.m}^2}$$

\*

25) Çok sıkı sarılmış 100 sarımdan oluşan dikdörtgen bir ilmeğin boyutları  $0.4 \text{ m}$  ve  $0.3 \text{ m}$ 'dir. İlmek,  $y$  eksenine boyunca menteşelenmiş olup,  $x$  eksenine  $30^\circ$  açı yapmaktadır. Sarımlardan  $1 \text{ A}$  değerinde akım geçtiği zaman,  $x$  eksenine boyunca uygulanan  $0.6 \text{ T}$  ile düzgün bir manyetik alanının ilmeğe etki ettiği torkun büyüklüğü? İlmeğin bakara dönmeye yönü = ?

Cözüm:

$$T = N B A I \sin \theta$$

$\downarrow$  100 m sarı

$$T = 100 (0.6 \text{ T}) (0.4 \cdot 0.3 \text{ m}^2) (1.0 \text{ A}) \sin 60^\circ \Rightarrow \boxed{T = 9.96 \text{ N}}$$

saat yönünde

26) Kütlesi  $0.1 \text{ kg}$  ve toplam uzunluğu  $4 \text{ m}$  olan uzun bir tel parçasından bir kenarının uzunluğu  $0.2 \text{ m}$  olan köşesal bir kargal yapılmış. Kargal yatay bir kenarı boyunca menteşelenmiş ve  $3.40 \text{ A}$  lık bir akım taşımakta iken büyüklüğü  $0.01 \text{ T}$  olan düzgün bir manyetik alana yerleştirilmiştir. a) Kargal dengeye ulaştığında kargal düzleminin dikeyle yaptığı açı = ? b) Denge halinde kargala etkiye manyetik kuvvetten kaynaklanan tork = ?

Cözüm: a)  $\theta$  bilinmeyen açı,  $L$  telin toplam uzunluğu,  $d$  köşesal kargalın bir kenar uzunluğu olsun. Sağ el kuralı kullanılırsa  $\mu$ :

$$\mu = N A I = \left( \frac{L}{4d} \right) d^2 I \text{ yatayla } \theta \text{ açıyı yaptığında}$$

$$\text{Dengede iken: } \Sigma T = (\mu \times B) - (r \times mg) = 0$$

$$\left( \frac{I L B d}{4} \right) \sin (90^\circ - \theta) - \left( \frac{m g d}{2} \right) \sin \theta = 0 \Rightarrow \left( \frac{m g d}{2} \right) \sin \theta = \left( \frac{I L B d}{4} \right) \cos \theta$$

$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{I L B}{2 m g} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{(3.40 \text{ A}) (4 \text{ m}) (0.01 \text{ T})}{2 (0.1 \text{ kg}) (9.80 \text{ m/s}^2)} \right) = 3.97^\circ$$

$$\text{b) } T_m = \left( \frac{I L B d}{4} \right) \cos \theta = \frac{1}{4} (3.40 \text{ A}) (4 \text{ m}) (0.01 \text{ T}) (0.1 \text{ m}) (\cos 3.97^\circ) = \boxed{3.39 \text{ mN.m}}$$

- 30) Bir tel, 10cm çaplı bir çember haline getirilip 3mT büyüklüğünde düzgün bir manyetik alan içine yerleştiriliyor. Telden 5A'lık bir akım geçirildiğinde a) akım taşıyan ilmeğe etki edebilen maksimum tork = ?  
b) farklı yönelimler için ilmeğin sahip olduğu potansiyel enerji aralığı = ?

Çözüm

①  $T = \mu \times B \Rightarrow T = |\mu \times B| = \mu B \sin \theta = NIA B \sin \theta$

$$T_{\max} = NIA B \sin 90^\circ = 1(5A) [\pi (0,05m)^2] (3 \cdot 10^{-3} T) = \boxed{118 \mu N.m}$$

②  $U = -\mu \cdot B \Rightarrow -\mu B \leq U \leq +\mu B$

$\mu B = (NIA) B = 1(5A) [\pi (0,05m)^2] (3 \times 10^{-3} T) = 118 \mu J$  olduğundan potansiyel enerji aralığı :  $\boxed{-118 \mu J \leq U \leq +118 \mu J}$

~~###~~