



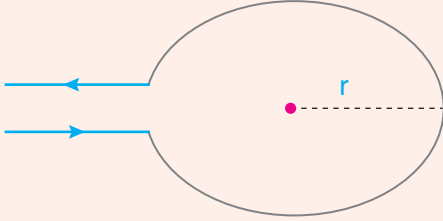
## ÜNİTE

## KONU

## Konu Anlatımı ve II. Dönem II. Yazılı

**Üzerinden Akım Geçen Halkanın Oluşturduğu Manyetik Alan:**

Üzerinden akım geçen, halka şeklindeki telin çevresinde manyetik alan oluşur. Manyetik alan çizgileri teli saran halkalar halindedir.



Halkanın merkezinde oluşan manyetik alan büyüklüğü

$$B = \frac{2K\pi i}{r}$$

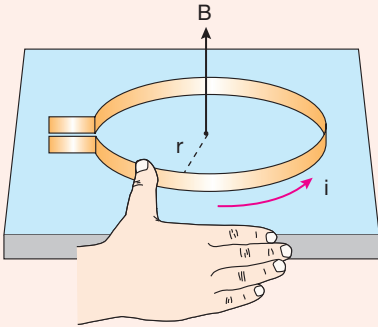
formülü ile hesaplanır.

**B** : Manyetik alan

**i** : Akım

**r** : Halkanın yarıçapı

➤ Manyetik alanın yönü sağ el kuralı ile bulunur.

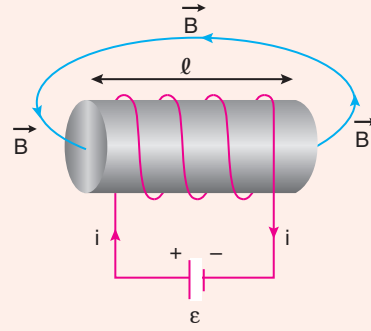


**Dört parmak:** Akımı

**Baş parmak:** Çemberin merkezindeki manyetik alanı gösterir.

**Üzerinden Akım Geçen Bobinin Oluşturduğu Manyetik Alan:**

Bobin üzerinden akım geçtiğinde bobinin merkezinden geçip, etrafını saran halkalar şeklinde manyetik alan oluşur.



Bobinin merkezinde oluşan manyetik alan büyüklüğü

$$B = \frac{4K\pi iN}{l}$$

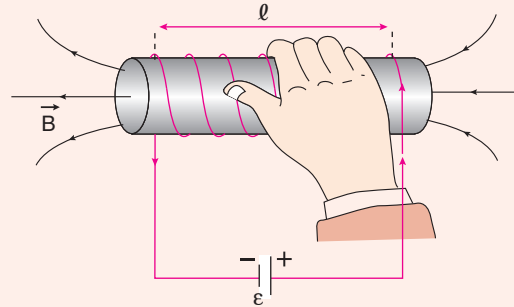
formülü ile hesaplanır.

**N** : Sarım sayısı

**l** : Sarım uzunluğu

**i** : Akım

➤ Manyetik alanın yönü sağ el kuralı ile bulunur.

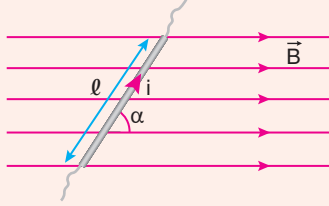


**Dört parmak:** Akımı

**Baş parmak:** Manyetik alanı gösterir

### Manyetik Kuvvet:

**B** manyetik alanında, üzerinden **i** akımı geçen **ℓ** uzunluğundaki tele etki eden manyetik kuvvet:



**B** manyetik alanı içinde bulunan ve üzerinden **i** akımı gelen **ℓ** uzunluğundaki tele bir kuvvet etki eder.

Bu kuvvet  $F_{\text{man}} = B \cdot i \cdot \ell \cdot \sin \alpha$  formülü ile hesaplanır.

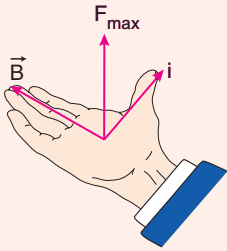
**B** : Manyetik alan şiddeti (T)

**i** : Akım (A)

**ℓ** : Tel boyu (m)

**α** : B ile i arasındaki açıdır.

➤ Manyetik kuvvetin yönü sağ el kuralı ile bulunur.



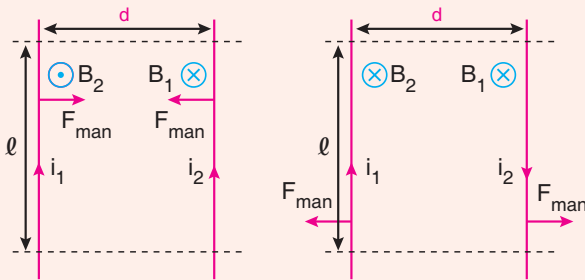
**Dört parmak:** Manyetik alanı

**Baş parmak:** Akımı

**Avuç içi:** Manyetik kuvveti gösterir.

### Üzerinden akım geçen tellerin birbirine uyguladıkları manyetik kuvvet:

Üzerinden akım geçen teller, birbirleri üzerinde manyetik alan oluşturdukları için, teller üzerinde manyetik kuvvet oluşur.

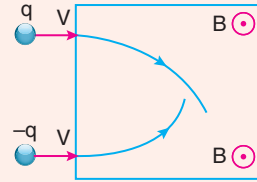


$$F_{\text{man}} = \frac{2K i_1 \cdot i_2 \cdot \ell}{d} \text{ dir.}$$

➤ Üzerinden, aynı yönlü akım geçen teller birbirini çeker, zıt yönlü akım geçen teller birbirini iter.

### B manyetik alanında **V** hızıyla hareket eden, **q** yüklü parçacığa etki eden manyetik kuvvet:

Yüklü bir parçacık, manyetik alana girdiğinde, parçacığa manyetik kuvvet etki eder.



Bu kuvvet,

$$F_{\text{man}} = q \cdot V \cdot B \cdot \sin \alpha$$

formülü ile hesaplanır.

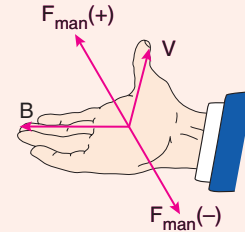
**q** : Yük (C)

**V** : Hız (m/s)

**B** : Manyetik alan şiddeti (T)

**α** : B ile V arasındaki açıdır.

Yüklü parçacığa etki eden manyetik kuvvetin yönü sağ el kuralı ile bulunur.



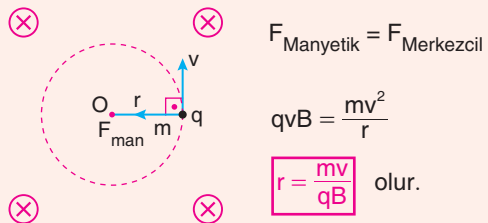
**Dört parmak:** Manyetik alanı

**Baş parmak:** Hız

**Avuç içi:** (+) yüke etki eden kuvvet

**Elin tersi:** (-) yüke etki eden kuvvet

Yüklü parçacık manyetik alana dik girdiğinde düzgün dairesel hareket yapar.

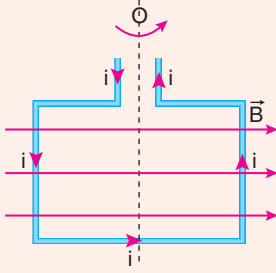


$$F_{\text{Manyetik}} = F_{\text{Merkezcil}}$$

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

$$r = \frac{mv}{qB} \text{ olur.}$$

### Manyetik Tork:



Düzgün manyetik alan içine yerleştirilen çerçeveden akım geçtiğinde, çerçeve O ekseninde dönmeye başlar.

### Çerçeve üzerinde oluşan manyetik tork;

$$\tau = A \cdot B \cdot i \text{ ile bulunur.}$$

**A** : Çerçevenin alanı ( $m^2$ )

**B** : Manyetik alan şiddeti (T)

**i** : Akım (A)

**$\tau$**  : Tork ( $N \cdot m$ )

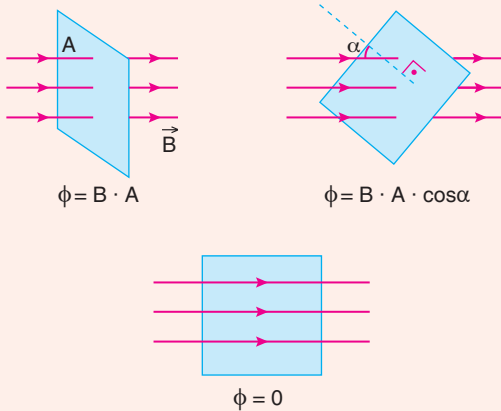
### Manyetik Akı:

Kapalı bir yüzeyden geçen manyetik alan çizgilerinin sayısına **manyetik akı** denir  $\Phi = B \cdot A \cdot \cos \alpha$  bağıntısı ile bulunur.

**B** : Manyetik alan (Tesla)

**A** : Yüzey alanı ( $m^2$ )

**$\alpha$**  : Manyetik alan ile yüzeyin normali arasındaki açı



Yüzey manyetik alan çizgilerine paralel yerleştirilirse akı sıfır olur.

### Manyetik İndüksiyon:

Manyetik akı değişimi sonucunda akım üretilmesi olayına **elektromanyetik indüksiyon** denir.

Birim zamanda bir yüzeyde oluşan manyetik akı değişimine **indüksiyon elektrotor kuvveti** denir. Birim Volt'tur.

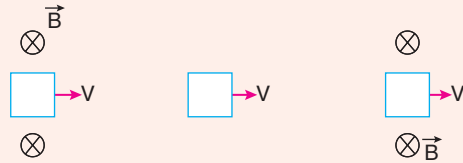
$$\varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t} \text{ ifadesi ile elde edilir.}$$

$$\varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{-(\Phi_{\text{son}} - \Phi_{\text{ilk}})}{\Delta t} = \frac{\Phi_{\text{ilk}} - \Phi_{\text{son}}}{\Delta t} \text{ olur.}$$

(-) işareti oluşan indüksiyon elektromotor kuvvetinin kendisini oluşturan etkiye karşı koyma isteğinden dolayıdır.

### Lenz Kanunu:

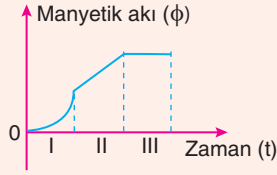
Manyetik akı arttırılırsa indüksiyon akımı manyetik akıyı azaltacak yönde, manyetik akı azaltılırsa, indüksiyon akımı manyetik akıyı arttıracak yönde oluşur.



Şekilde tel çerçeve hareket ettirildiğinde akı değişiminden dolayı indüksiyon akımı oluşur.

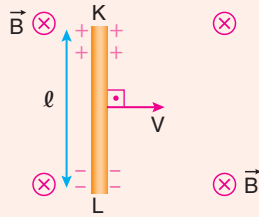
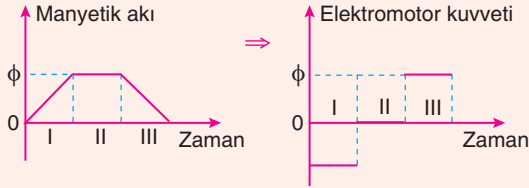
- Çerçeve manyetik alana girerken akı artar. İndüksiyon akımı akıyı azaltacak yönde  $\odot B'$  oluşturmalıdır. Bu sebeple çerçeve üzerinde saat yönünün tersi yönde indüksiyon akımı oluşur.
- Çerçeve manyetik alan içinde hareket ederken üzerinde oluşan akı değişmediği için indüksiyon akımı oluşmaz.
- Çerçeve manyetik alan içinden çıkarken akı azalır. İndüksiyon akımı akıyı arttıracak yönde  $\otimes B'$  oluşturmalıdır. Bu sebeple çerçeve üzerinde saat yönünde indüksiyon akımı oluşur.

### İndüksiyon Elektromotor Kuvveti:



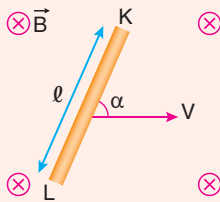
İndüksiyon elektromotor kuvveti akı değişim hızıdır. Bu sebeple akı zaman grafiğinde eğim indüksiyon elektromotor kuvvetini verir.

I. aralıkta artan akım, II. aralıkta sabit akım oluşur. III. aralıkta ise akım sıfırdır.



Düzgün manyetik alan içerisinde hareket eden  $\ell$  uzunluklu iletken teldeki yüklere manyetik kuvvet etki eder.

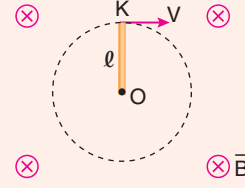
Sağ el kuralına göre (+) pozitif yükler K ucuna, (-) negatif yükler L ucuna doğru hareket eder. Yüklere arasındaki elektriksel kuvvet, manyetik kuvvete eşit olunca sistem dengeye gelir. KL noktaları arasında oluşan indüksiyon elektromotor kuvveti  $\epsilon_{KL} = B \cdot V \cdot \ell$  şeklinde olur.



Tel şekildeki gibi hareket ederse

$$\epsilon_{KL} = B \cdot V \cdot \ell \cdot \sin \alpha \text{ olur.}$$

$\alpha$ : hız vektörü ile tel arasındaki açıdır.

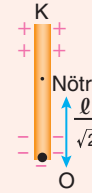


Şekildeki gibi O noktasından sabitlenmiş OK çubuğu V hızı ile saat yönünde döndürüldüğünde çubuktaki yüklere manyetik kuvvet etki eder. K ucunda (+) pozitif yükler, O ucunda (-) negatif yükler birikir. KO uçları arasında indüksiyon elektromotor kuvveti oluşur. Çubuğun üzerindeki tüm noktaların çizgisel hızları eşit değildir. Ortalama hız değeri kullanılır.

$$\epsilon_{KO} = B \cdot V_{ort} \cdot \ell = B \cdot \frac{(V+0)}{2} \cdot \ell$$

V: çizgisel hız W: Açısal hız  $V = W \cdot r = W \cdot \ell$

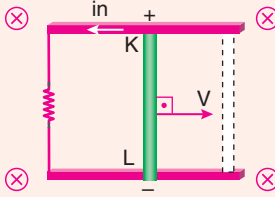
$$\epsilon_{KO} = \frac{1}{2} B V \ell = \frac{1}{2} B W \ell^2 \text{ olur.}$$



Şekildeki gibi döndürülen çubuğun O noktası (-), K noktası (+) yükle yüklenir. Çubuğun boyu  $\ell$  ise O noktasından  $\frac{\ell}{\sqrt{2}}$  kadar uzakta bulunan noktanın potansiyeli sıfırdır. Nokta nötrdür. Bu noktadan K noktasına kadar olan noktalar (+), O noktasına kadar olan noktalar (-) yüklüdür.



### İndüksiyon Elektromotor Kuvveti:



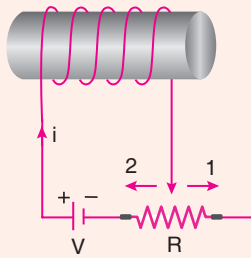
İletken KL çubuğu şekildeki gibi düzgün manyetik alan içinde iletken ray üzerinde hareket ettirilirken sağ el kuralına göre (+) pozitif yükler K ucuna, negatif (–) yükler ise L ucuna doğru hareket eder. Böylece K ucundan L ucuna doğru direnç üzerinde bir akım oluşur. Bu akım indüksiyon akımıdır.

$$\varepsilon_{in} = BVl \Rightarrow i_{in} = \frac{BVl}{R} \text{ şeklinde bulunur.}$$

► Bu durum aynı zamanda şöyle de yorumlanabilir.

İletken KL çubuğu iletken ray üzerinde hareket ettirilken oluşan çerçevenin alanı artar. Çerçevenin içindeki manyetik akı artar. Bu akıyı azaltmak için indüksiyon akımı  $\odot B'$  manyetik alanını oluşturmaktadır. Bu sebeple saat yönünün tersine indüksiyon akımı oluşur.

### Özindüksiyon Elektromotor Kuvveti:



Şekildeki gibi bobinden oluşturulan elektrik devresinde herhangi bir şekilde akım değiştirilirse bobinin kesitinden geçen manyetik akı değişir. Bu değişime tepki olarak devrede bir akım oluşur. Bu akıma **özindüksiyon akımı** denir.

Örneğin; Şekildeki devrede reostanın sürgüsü 1 yönünde çekilirse direnç artar. Devre akımı azalır. Bu akımın azalmasını engellemek için devre akımına zıt yönde özindüksiyon akımı oluşur.

Devrede oluşan özindüksiyon elektromotor kuvvetinin değeri,

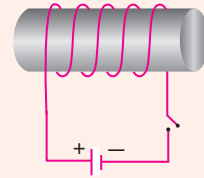
$$\varepsilon = -L \frac{\Delta i}{\Delta t} \text{ olur.}$$

**L** : özindüksiyon katsayısı (Henry)

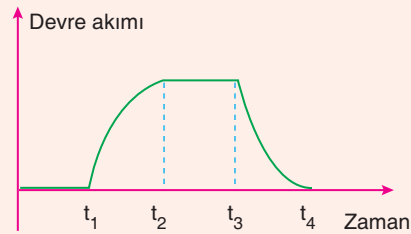
$\Delta i$  : Akım değişimi (Amper)

$\Delta t$  : Zaman (s)

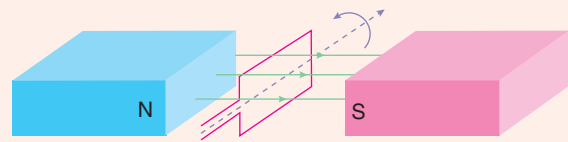
Yani özindüksiyon akımı devredeki akım değişimine tepki olarak oluşur.



Şekildeki bobinde anahtar kapatılıp bir süre sonra açıldığında devre akımının zamana bağlı grafiği şekildeki gibi olur;

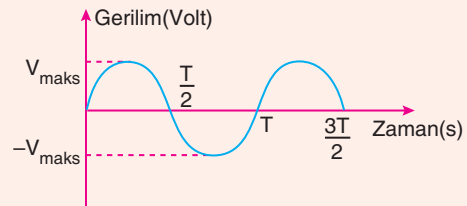


### Alternatif Akım:



İletken bir çerçeve manyetik alan içinde periyodik olarak  $\omega$  açısal hızıyla döndürülürse, çerçeve üzerinde akı sürekli değişecektir. Böylece çerçeve üzerinde indüksiyon emk si oluşur.

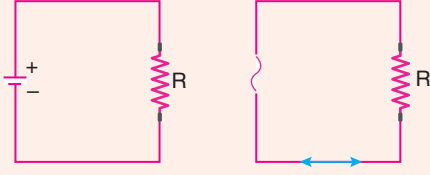
Akı sürekli değiştiği için bu indüksiyon emk si sürekli yönü değişen akım üretir. Bu akıma **alternatif akım** denir. Oluşan bu indüksiyon emk si sinüs eğrisine bağlı olarak değişir.



**T** : Çerçevenin Periyodu

$V_{maks}$  = Gerilimin maksimum değeri

**Alternatif Akım ve Doğru Akım Arasındaki İlişki:**



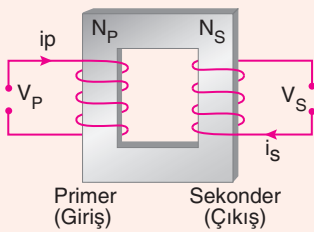
- Her ikisinde de akım yüksek elektrik potansiyeline sahip olan noktadan düşük potansiyelli noktaya doğrudur.
- Doğru akımın (+) kutuptan (-) kutba doğru olduğu kabul edilir. Alternatif akımın yönü sabit değildir. Alternatif akımın yönü saniyede 50 kez değişir.
- Doğru akım kaynağı olarak pil veya akü kullanılır. Alternatif akım ise manyetik akı değişimi sonucu elde edilir.
- Doğru akımın üretilip taşınması sırasında enerji kaybı çoktur, maddi kayıp çok olur. Alternatif akım transformatör sayesinde yükseltilebilir veya düşürülebilir. Enerji kaybı daha düşüktür.
- Alternatif akımla doğru akıma göre daha yüksek gerilimde elektrik enerjisi üretilir. Bu da akımın düşük olması yani maliyetin, kayıpların düşük olması anlamına gelir.

**Transformatörler:**

Nicola Tesla alternatif akımı bulduğunda enerjinin bu kadar verimli bir şekilde taşınacağını belki de hesap etmemiştir. Elektrik akımı ne kadar fazlaysa ısı o kadar fazladır. Fakat transformatör düzenekleri kurularak bu sorun kolay bir şekilde aşılmıştır.

Barajlarda üretilen alternatif akım transformatörler sayesinde küçültülerek şehirlere öyle taşınmıştır.

Transformatörler yapı bakımından demir çekirdek üzerine sarılmış farklı bobinlerden oluşur.



$V_P$  : primer gerilimi  
 $V_S$  : sekonder gerilimi  
 $i_P$  : primer akımı  
 $i_S$  : sekonder akımı  
 $N_P$  : primer sarımı  
 $N_S$  : sekonder sarımı

$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_P}{V_S}$$

$N_P > N_S \Rightarrow V_P > V_S$  dir. (Alçaltıcı transformatör)

$N_S > N_P \Rightarrow V_S > V_P$  dir. (Yükseltici transformatör)

- İdeal transformatörlerde giriş gücü çıkış gücüne eşittir. Bu sebeple akım gerilimle ve sarım sayısı ile ters orantılıdır.

$$P_{\text{primer}} = P_{\text{sekonder}} \Rightarrow i_P \cdot V_P = i_S \cdot V_S$$

$P_{\text{primer}}$  : Giriş gücü

$P_{\text{sekonder}}$  : Çıkış gücü

$$\frac{i_P}{i_S} = \frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P} \text{ olur.}$$

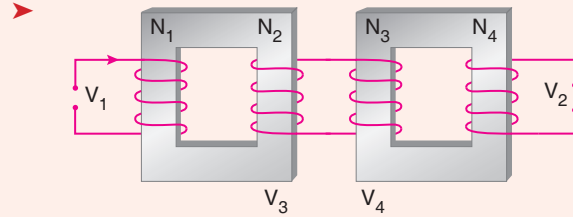
- Transformatörün verimi ise,

$$\text{Verim} = \frac{P_{\text{sekonder}}}{P_{\text{primer}}} \cdot 100$$

şeklinde hesaplanır.

- Transformatör ideal değilse

$$i_P \cdot V_P > i_S \cdot V_S \text{ dir.}$$



$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} \text{ ve } \frac{N_3}{N_4} = \frac{V_3}{V_4} \text{ dir.}$$

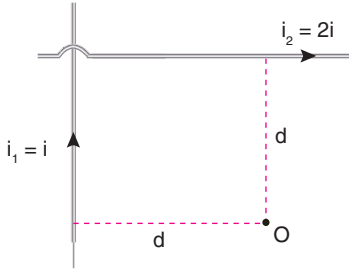
- Ancak  $N_2$  ile  $N_3$  arasındaki ilişki ne olursa olsun;

$$V_3 = V_4 \text{ tür.}$$

- $V_2$  ise  $V_2 = V_1 \cdot \frac{N_2 \cdot N_4}{N_1 \cdot N_3}$  ifadesi ile bulunur.

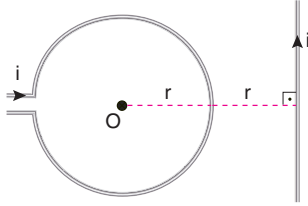
**Konu Anlatımı ve II. Dönem II. Yazılı**

1.



Üzerlerinden  $i_1$  ve  $i_2$  akımları geçen düz tellerin O noktasında oluşturduğu bileşke manyetik alan kaç  $\frac{Ki}{d}$ 'dir?

2. Şekildeki düzeneğe tellerin üzerinden i akımı geçmektedir.



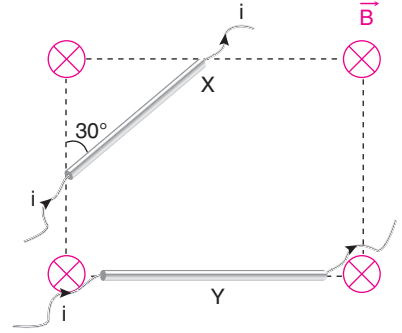
Buna göre, O noktasındaki bileşke manyetik alan kaç  $\frac{Ki}{r}$ 'dir? ( $\pi = 3$ )

3. Bir bobin oluşturulurken iletken tel boruya 200 kez sarılıyor ve sarımın uzunluğu 10 cm oluyor.

Telin üzerinde 4A'lık akım geçtiğinde bobinin merkezinde oluşan manyetik alan kaç Tesla'dır?

$\left(K: 10^{-7} \frac{NA^2}{m}, \pi = 3\right)$

4. Düzgün manyetik alan içine yerleştirilen, üzerlerinden i akımı geçen X ve Y tellerinin uzunlukları eşittir.

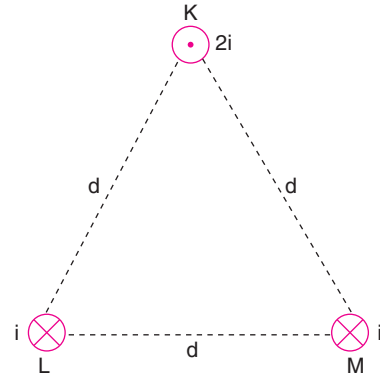


X ve Y tellerine etki eden manyetik kuvvetlerinin oranı

$\frac{F_X}{F_Y}$  kaçtır? ( $\sin 30^\circ: \frac{1}{2}, \cos 30^\circ: \frac{\sqrt{3}}{2}$ )

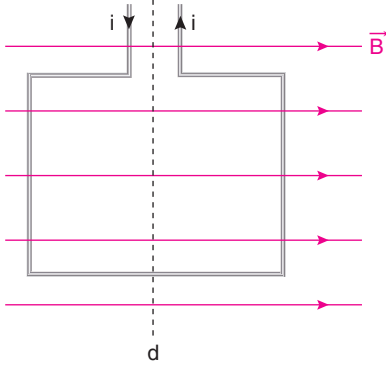
H  
I  
Z  
R  
E  
N  
K

5.



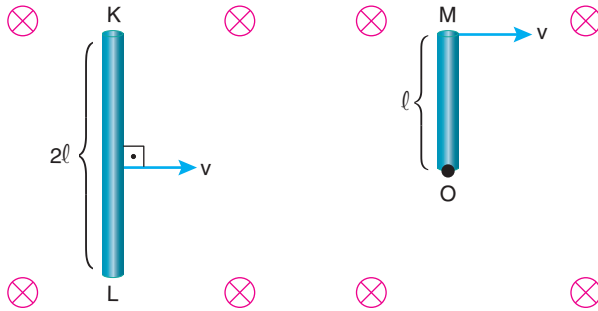
Sayfa düzlemine dik, L telinin M teline uyguladığı kuvvet 10 N olduğuna göre, M teline etki eden bileşke manyetik kuvvet kaç N'dur?

6. Bir kenarının uzunluğu 20 cm olan kare şeklindeki çerçeve ve d doğrusu etrafında dönebilmektedir.



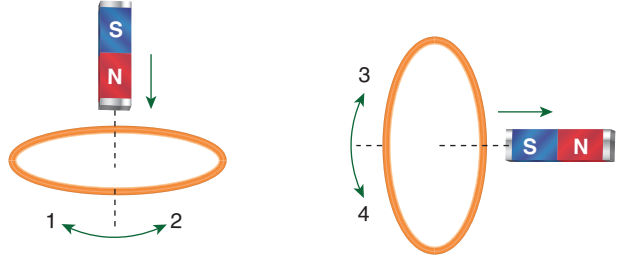
Çerçeveden 4A'lık akım geçerken düzgün manyetik alan 4T olduğuna göre oluşan tork kaç N/m dir?

7. Şekildeki düzeneklerde KL çubuğu sabit v süratiyle çekilirken, MO çubuğu M ucunun sürati v olacak şekilde O noktası etrafında düzgün çembersel hareket yapmaktadır.



Buna göre, KL uçları arasındaki potansiyel fark  $\epsilon_{KL}$ , MO uçları arasındaki potansiyel fark  $\epsilon_{MO}$  olduğuna göre,  $\frac{\epsilon_{KL}}{\epsilon_{MO}}$  oranı kaçtır?

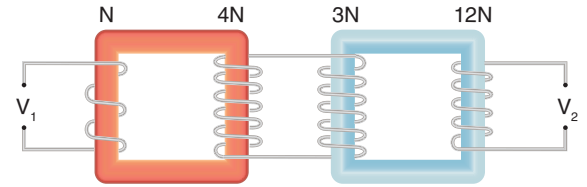
- 8.



Şekildeki düzeneklerde iletken halkaların üst ve yan kısımlarına yerleştirilen mıknatıslar ok yönlerinde sabit hızla çekiliyor buna göre halkalarda oluşan indüksiyon akımlarının yönlerini bulunuz.

H  
I  
Z  
R  
E  
N  
K

- 9.



Şekildeki ideal transformatörlerden oluşan düzenekte  $V_1$  giriş gerilimi 10 V olduğuna göre  $V_2$  çıkış gerilimi kaç voltur?