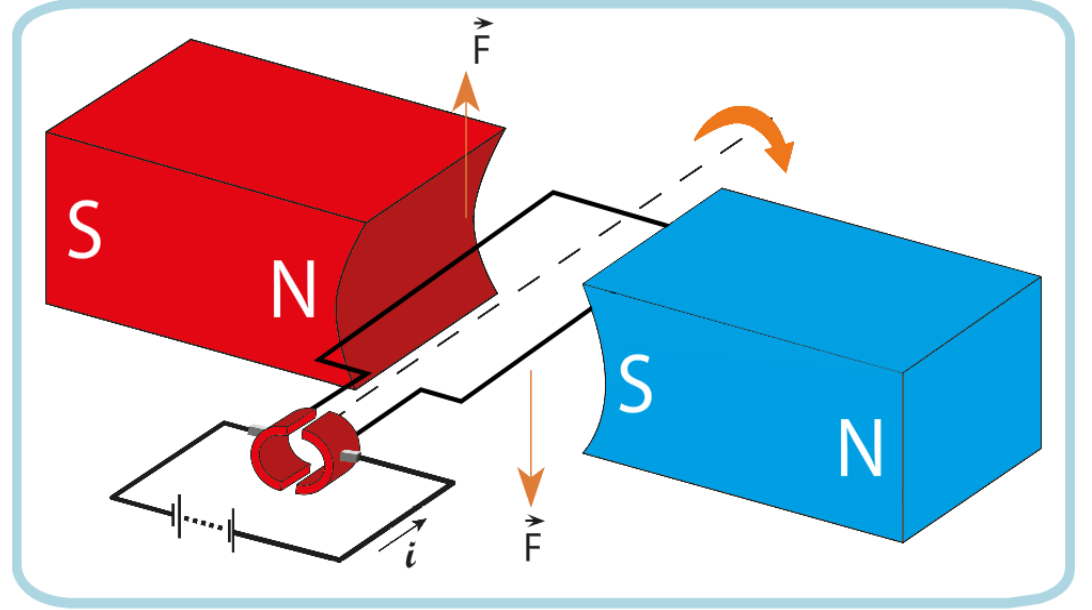


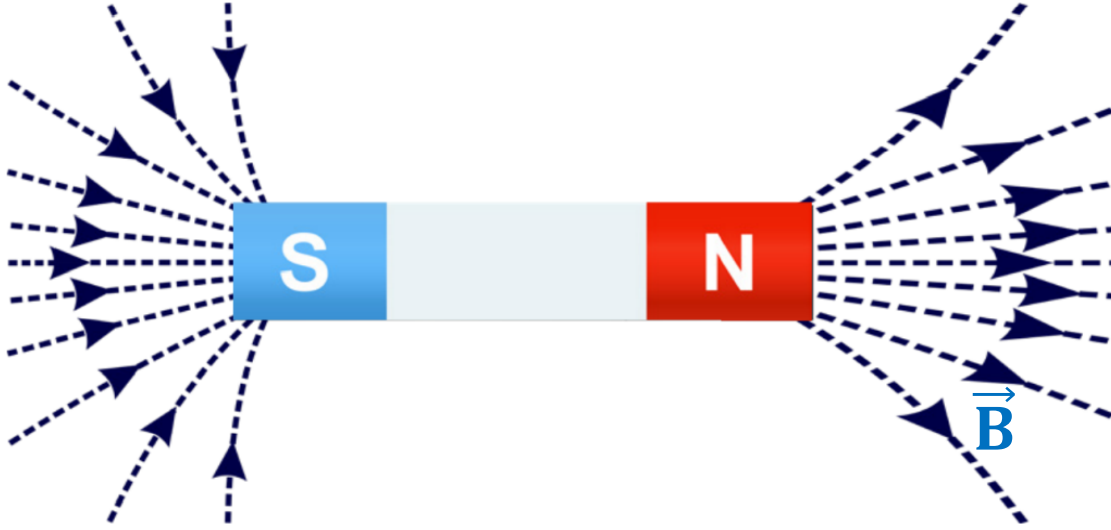
YKS FİZİK

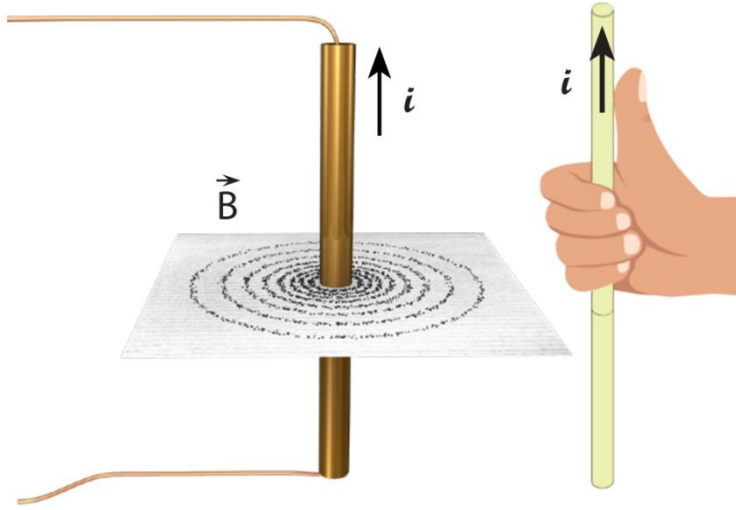
Manyetizma
ve

Elektromanyetik
İndükleme

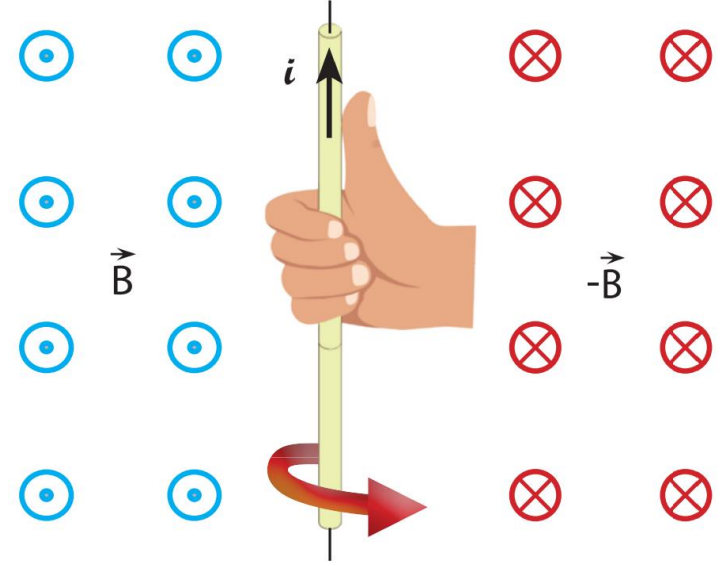


- ❖ Uzayın belli bir bölgesindeki manyetik alanın büyüklüğü, manyetik alan çizgileriyle gösterilir.
- ❖ Manyetik alan vektörel bir büyüklüktür ve \vec{B} sembolü ile gösterilir.
- ❖ SI'da birimi **tesla**dır (T).



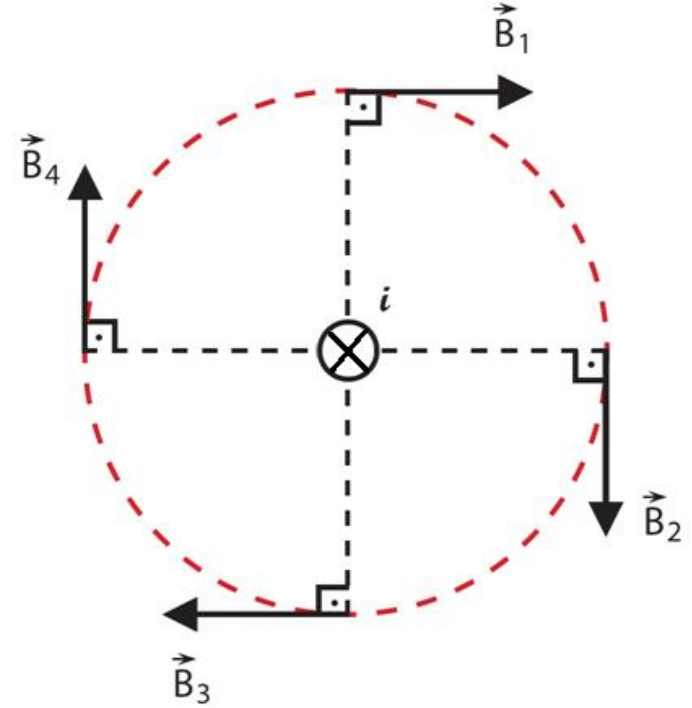
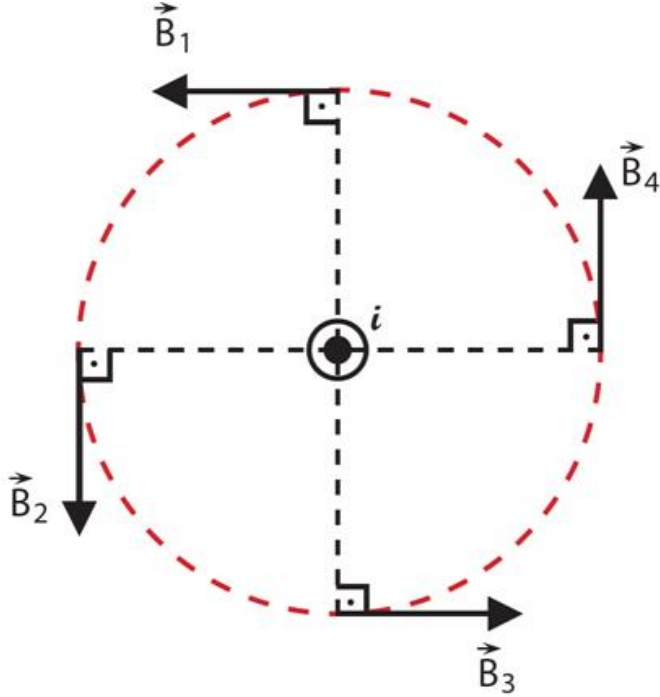


Düz telin çevresinde oluşan manyetik alan çizgileri



Düz telin çevresinde oluşan manyetik alan vektörleri

Sayfa düzlemine dik olan düz telin çevresinde oluşan manyetik alan vektörleri



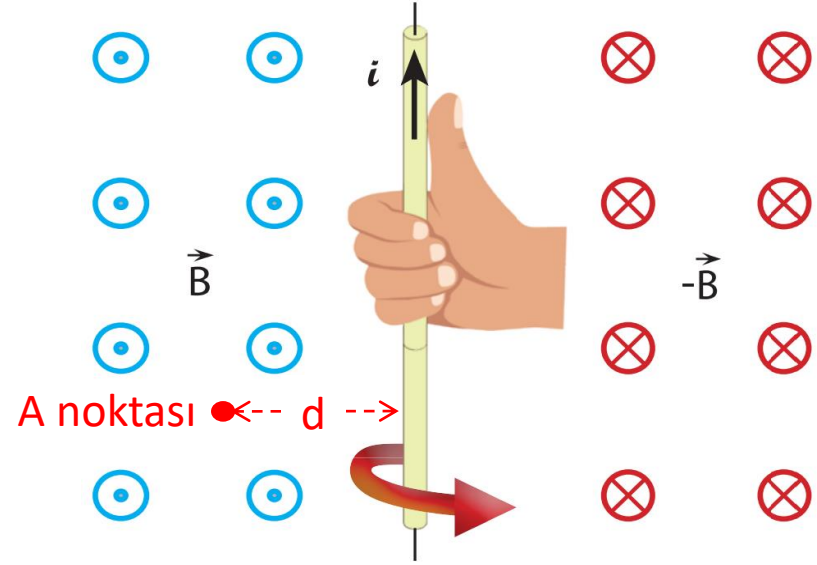
Üzerinden i akımı geçen düz telden d kadar dik uzaklıkta oluşan manyetik alanın şiddeti:

$$B_A = \frac{K \cdot 2i}{d}$$

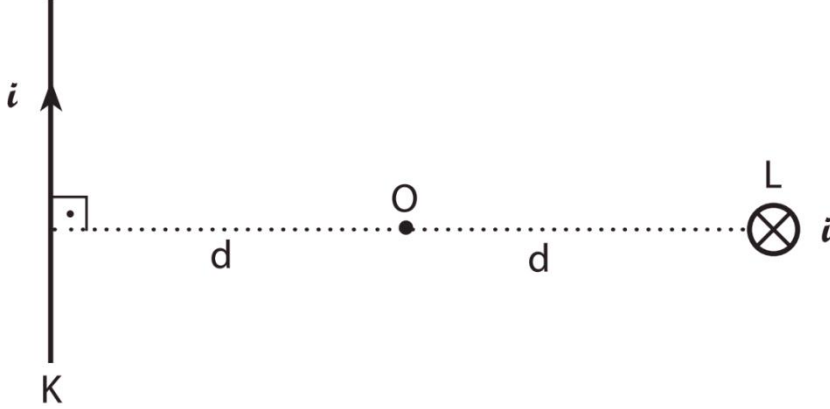
K = Manyetik alan sabiti

i = Telden geçen akım şiddeti

d = A noktasının tele dik uzaklığı

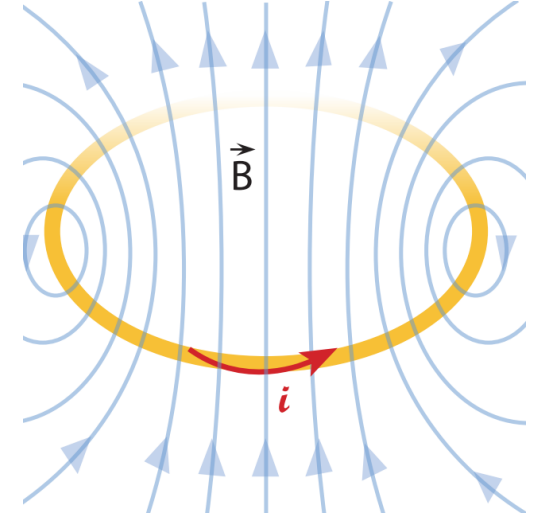


Sayfa düzlemindeki K düz teli ve sayfa düzlemine dik L düz telinden şekilde verilen yönlerde i akımları geçmektedir. K telinin O noktasında oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğü B' dir.

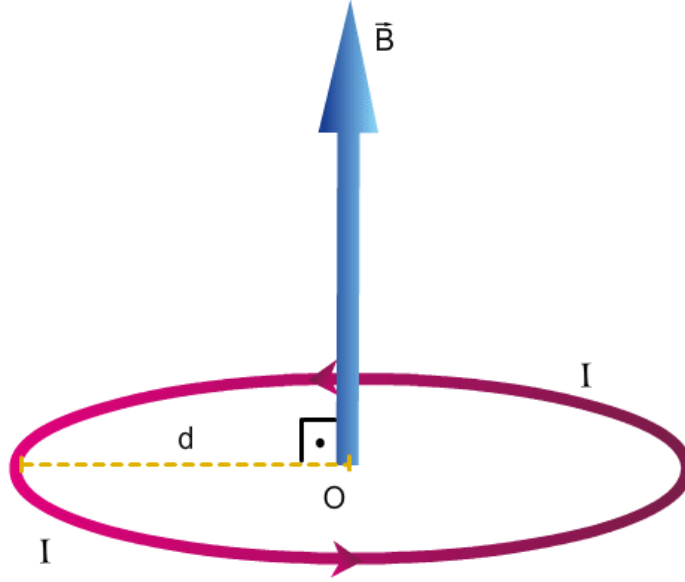


Buna göre O noktasındaki bileşke manyetik alanın büyüklüğü kaç B olur?

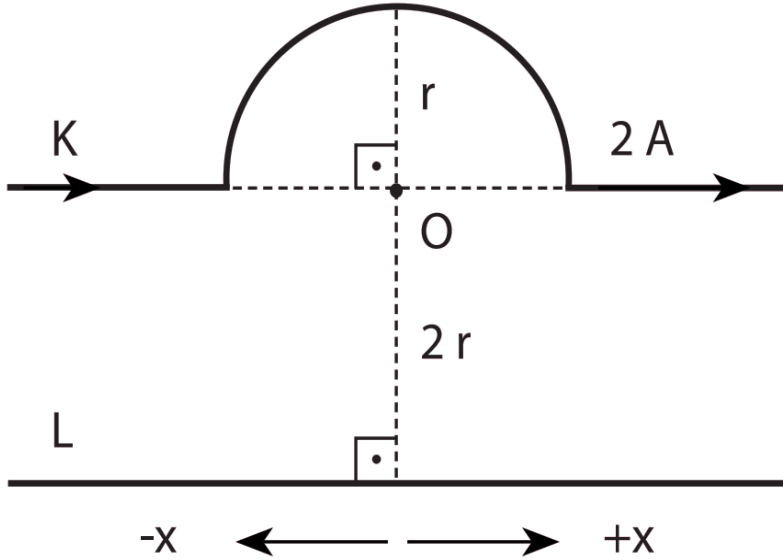
- ❖ Üzerinden akım geçen düz tel bükülerek halka şekline getirildiğinde çevresinde manyetik alan oluşur.
- ❖ Manyetik alan çizgileri, halkanın merkezinde birbirlerini kuvvetlendirerek halka eksenine paralel bir manyetik alan oluşturur.
- ❖ Halkanın dışındaki noktalarda merkeze göre daha zayıf alanlar oluşur.
- ❖ Üzerinden i akımı geçen r yarıçaplı halkanın merkezinde oluşan manyetik alanın şiddeti:



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

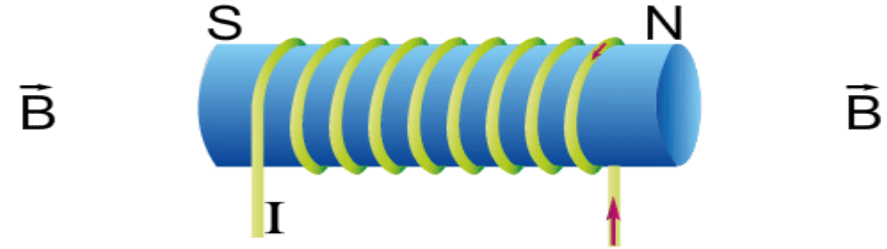
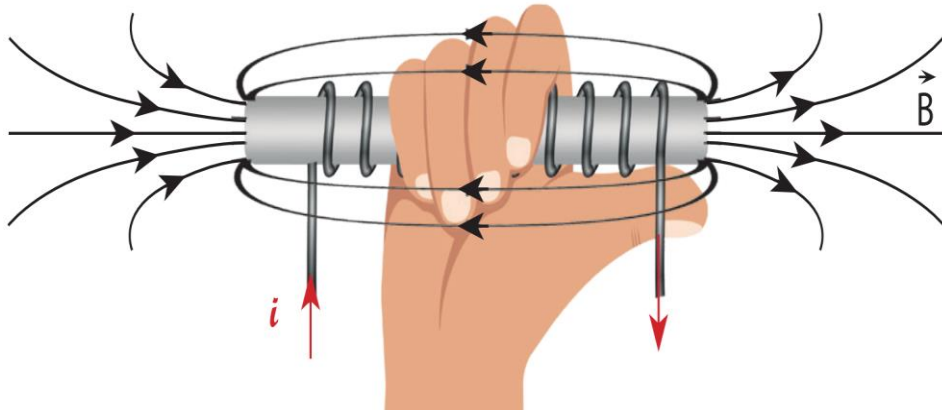


Aynı düzlemdeki $2 A'$ lik akım geçen yarım halka biçimindeki K teli ile düz L telinin O noktasında oluşturduğu bileşke manyetik alan sıfırdır.

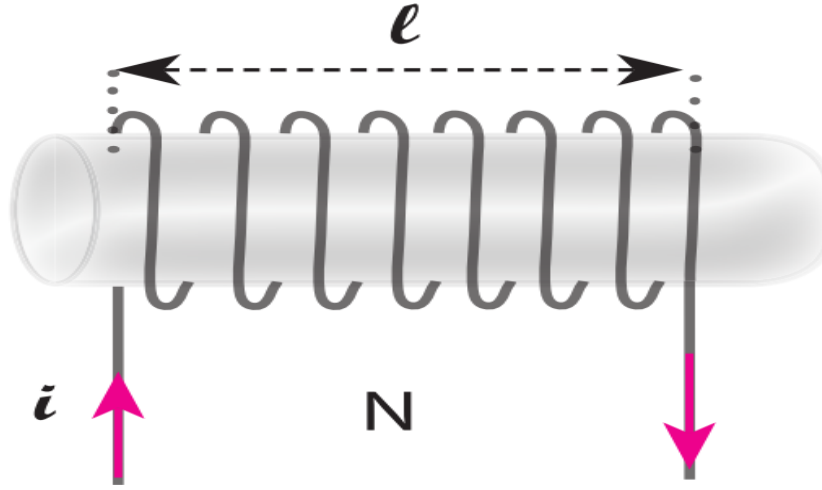


Buna göre L telinden geçen akımın yönü nedir ve büyüklüğü kaç amper olur?
($\pi = 3$ alınız.)

- ❖ İletken ve düz bir telin silindir şeklinde sarılması ile oluşturulan araçlara **akım makarası** denir.
- ❖ Akım makarası, **bobin** ya da **solenoid** olarak da isimlendirilir.
- ❖ Mekanik kapı zili, elektrik motoru, radyo ve jeneratör gibi cihazlarda kullanılır.
- ❖ Akım makarasının merkez ekseninde oluşan manyetik alanın yönü sağ el kuralı ile bulunur: Dört parmak akım yönünü gösterecek şekilde makara sağ elin avuç içine yerleştirildiğinde dik açılan başparmak manyetik alanın yönünü gösterir.

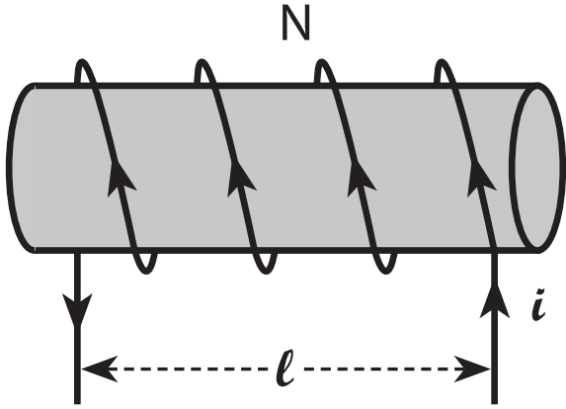


- ❖ Sarımların uzunluğu ℓ , sarım sayısı N olan ve üzerinden i akımı geçen akım makarasının merkezinde oluşan **manyetik alan şiddeti**:



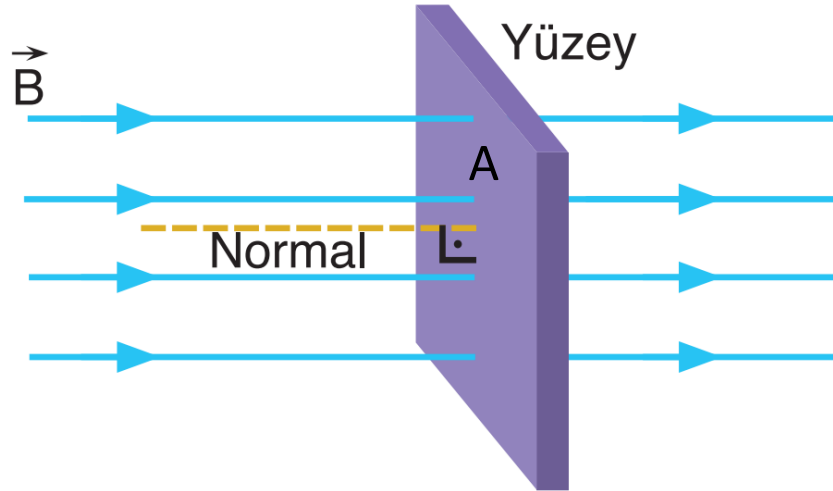
$$B = N \frac{K \cdot 4\pi \cdot i}{\ell}$$

Sarım uzunluğu ℓ , sarım sayısı N olan akım makarasının üzerinden i şiddetinde akım geçmektedir. Bu durumda makaranın merkez ekseninde oluşan manyetik alan \vec{B} ' dir.

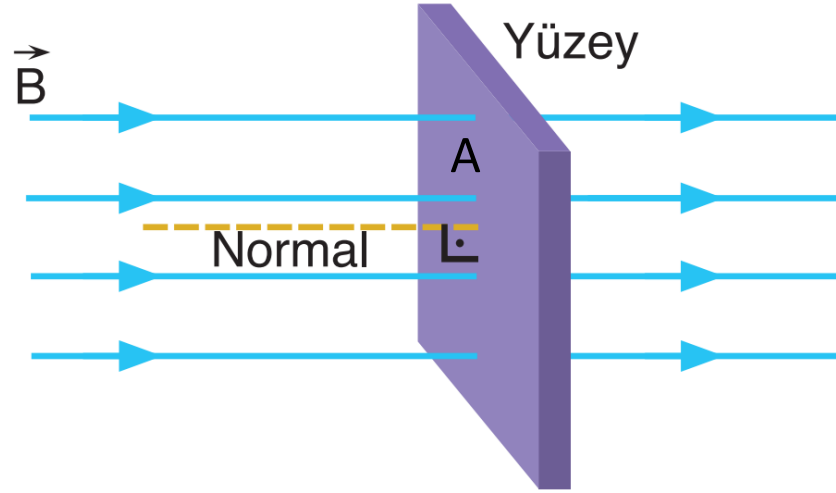


Buna göre sarım uzunluğu aynı kalmak şartıyla, sarım sayısı 2 katına çıkarılıp, i akımının yönü değiştirildiğinde makaranın merkez ekseninde oluşan manyetik alan kaç \vec{B} olur?

- ❖ **Manyetik akı**, manyetik alan içindeki bir yüzeyin dik kesitinden geçen manyetik alan çizgilerinin sayısının bir ölçüsüdür.
- ❖ Manyetik akı Φ sembolü ile gösterilir. SI' da manyetik akının birimi **weber (Wb)** dir.



- ❖ Çerçeve manyetik alana dik olarak yerleştirildiğinde yüzeyin normali ile manyetik alan arasındaki açı 0° dir. Akı **maksimum** olur.

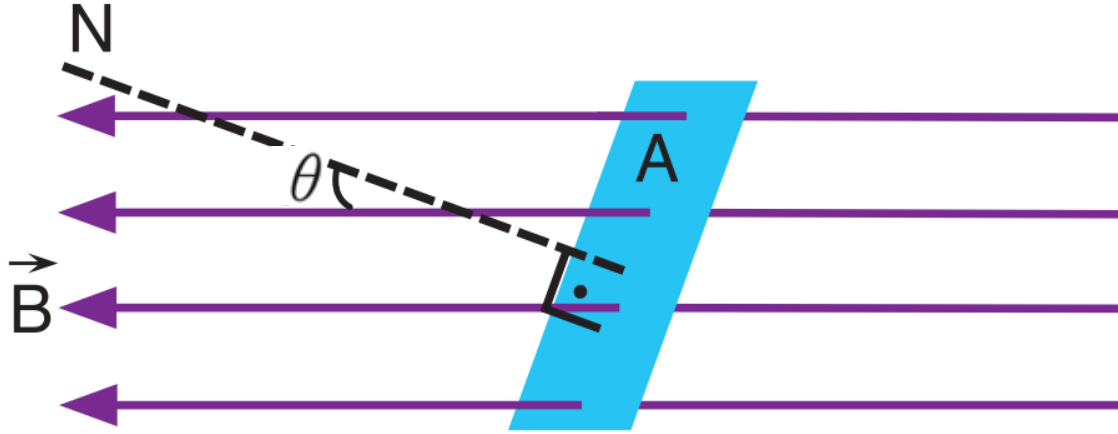


$$\Phi_{\max} = B.A.\cos 0^\circ$$

($\cos 0^\circ = 1$)

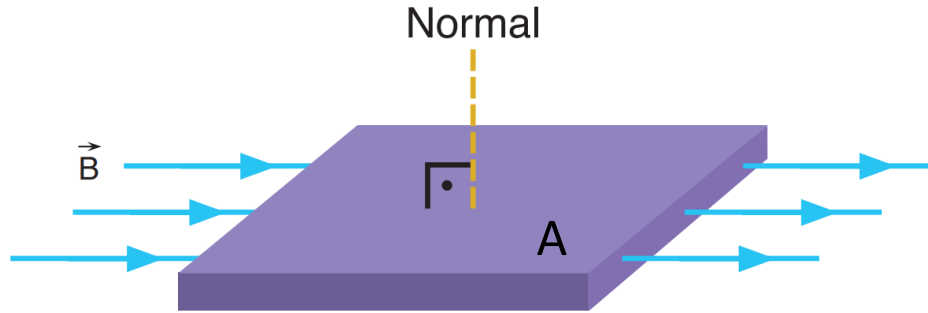
Φ_{\max} olur.

- ❖ Çerçeve alanda döndürülerek yüzey normali ile manyetik alan arasındaki açı θ yapılırsa yüzeyden geçen çizgi sayısı ve **manyetik akı azalır**.



$$\Phi = B.A.\cos\theta$$

- ❖ Çerçeve manyetik alana paralel konuma getirilirse yüzeyin normali ile manyetik alan arasındaki açı 90° olur. Yüzeyden çizgi geçmeyeceği için **manyetik akı sıfır** olur.



$$\Phi_{\min} = B.A.\cos 90^\circ$$

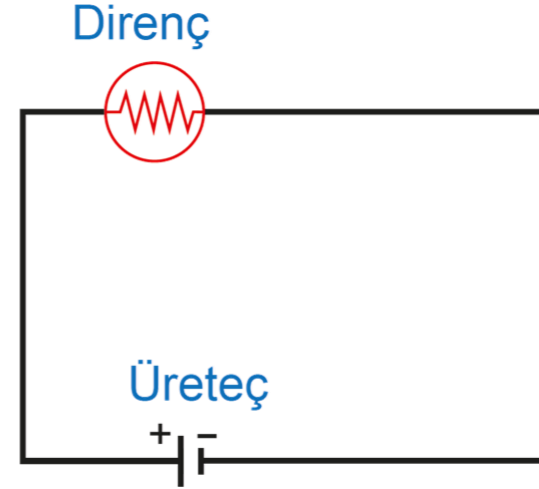
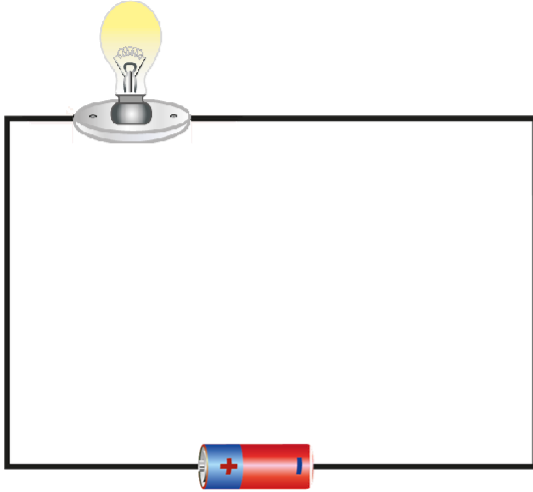
($\cos 90^\circ = 0$)

$$\Phi = \text{sıfır olur}$$

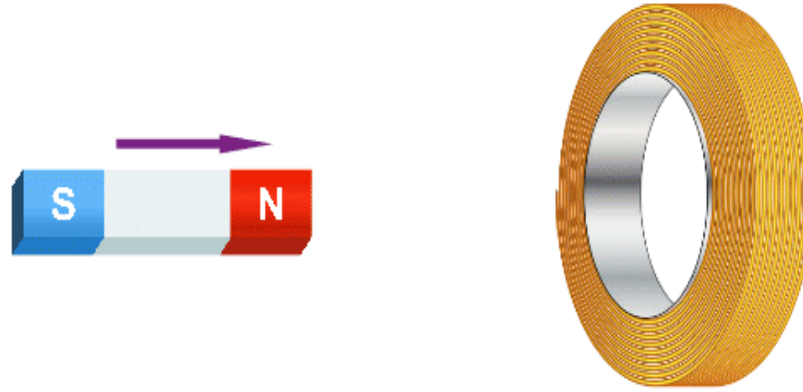
Manyetik akı değişimi:

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$$

- ❖ Basit bir elektrik devresinde elektrik akımının oluşabilmesi için iletkenin uçları arasında potansiyel farkının olması gerekir. Bu nedenle devrelerde batarya, pil ve jeneratör gibi enerji kaynakları kullanılır. Elektriksel enerji sağlayan cihazlara elektromotor kuvvet kaynağı denir. Birim yükün devreyi bir defa dolanması için gerekli enerji **elektromotor kuvveti** olarak tanımlanır. Elektromotor kuvvet \mathcal{E} sembolü ile gösterilir ve birimi voltur (V).

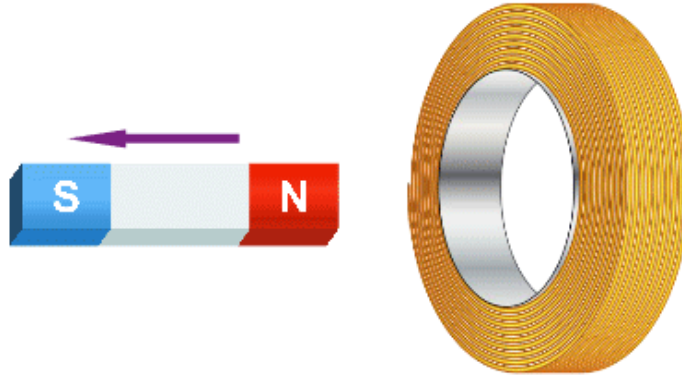


- ❖ Akımın oluşması devrede bir elektromotor kuvvet oluştuğunun göstergesidir.
- ❖ **Manyetik akı değişimi** ile oluşan elektromotor kuvvete **indüksiyon elektromotor kuvveti**, oluşan akıma da **indüksiyon akımı** denir.



Mıknatis halkaya yaklaştırıldığında

- ❖ İletkenin kesitindeki manyetik akı değişimi iletken üzerinde bir indüksiyon elektromotor kuvveti ve dolayısı ile indüksiyon akımı oluşturur. (Faraday Kanunu)
- ❖ Oluşan bu elektromotor kuvveti kendisini doğuran nedene karşı koyacak yöndedir. (Lenz Kanunu)



Mıknatıs halkadan uzaklaştırıldığında

- ❖ İndüksiyon elektromotor kuvveti ve indüksiyon akımı **manyetik akı değişim hızıyla** doğru orantılıdır.
- ❖ Halkada Δt sürede, $\Delta\Phi$ büyüklüğünde manyetik akı değişimi varsa halkada oluşan **indüksiyon elektromotor kuvvetin büyüklüğü:**

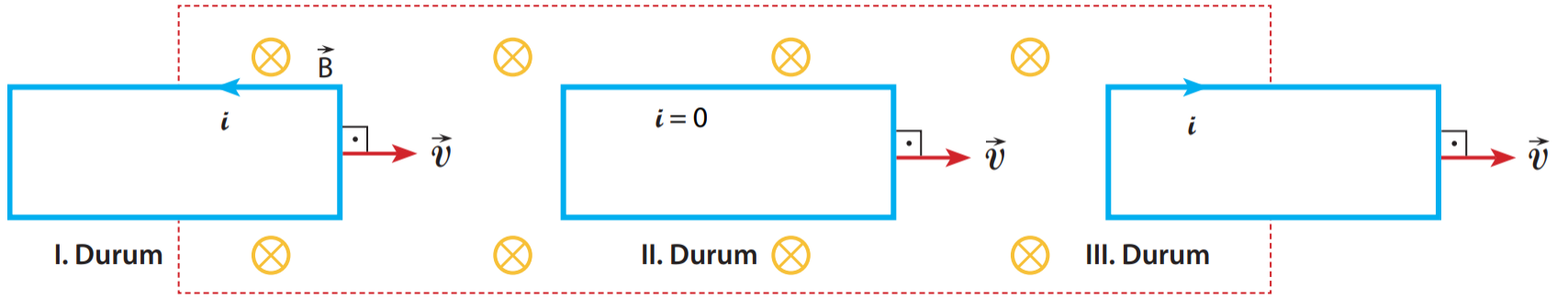
$$\epsilon_{\text{ind}} = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

- ❖ Bağıntılarda yer alan (-) işareti oluşan indüksiyon elektromotor kuvvetinin kendisini oluşturan etkiye karşı koyacak yönde olduğunu gösterir.
- ❖ **N sarımlı akım makarası** için oluşan indüksiyon **elektromotor kuvvetin büyüklüğü:**

$$\epsilon_{\text{ind}} = - N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

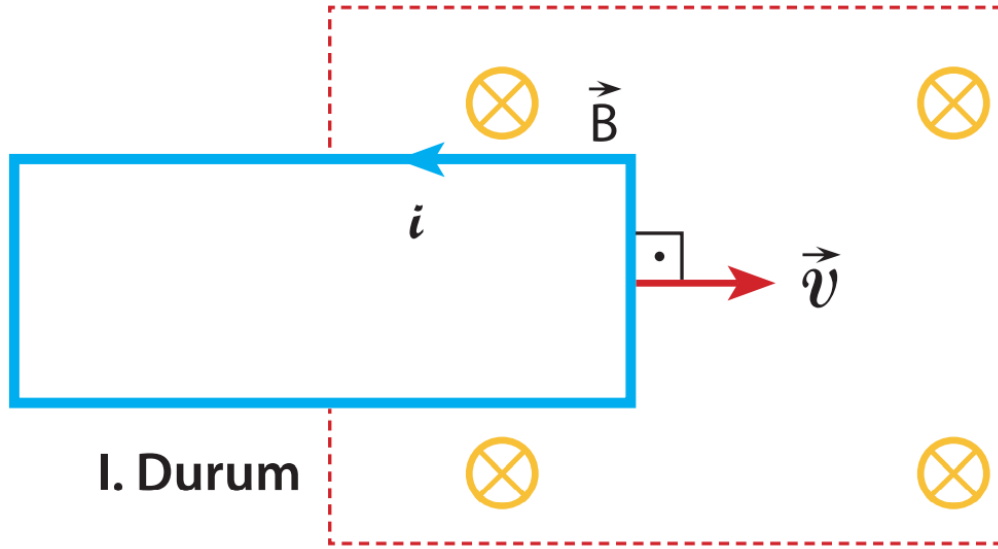
$$\epsilon_{\text{ind}} = i_{\text{ind}} \cdot R$$

- ❖ Dikdörtgen şeklindeki iletken tel çerçeve sabit \vec{v} hızıyla hareket ederek yönü sayfa düzleminden içeri doğru \vec{B} manyetik alanından geçmektedir.

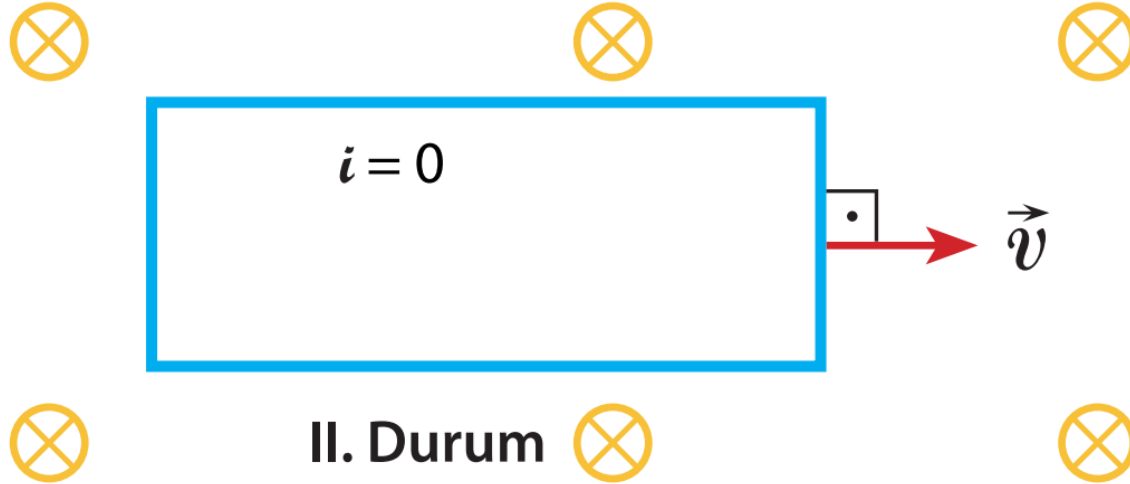


- ❖ Tel çerçevede manyetik alana girerken ve alandan çıkarken, akı değişimi olduğundan, değişime karşı koyacak şekilde indüksiyon elektromotor kuvveti ve indüksiyon akımı oluşur. İndüksiyon emk'ünün ve indüksiyon akımının yönü sağ el kuralıyla bulunur.

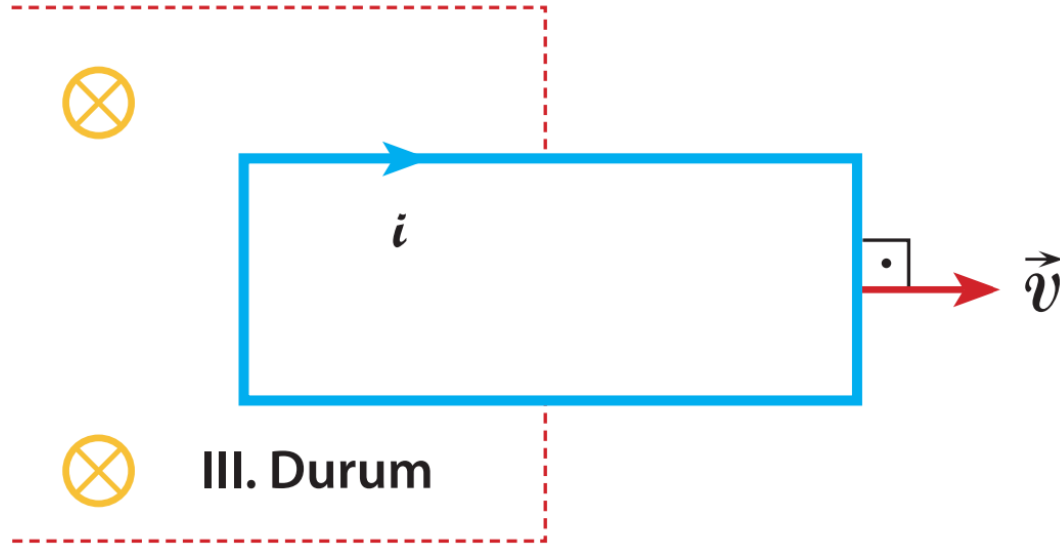
- ❖ Çerçeve manyetik alana girerken çerçeveden geçen sayfa düzleminin içine doğru manyetik akı zamanla artar.
- ❖ Bu durumda çerçeve üzerinde, artan manyetik akının azalmasını sağlayacak şekilde indüksiyon akımı oluşur.



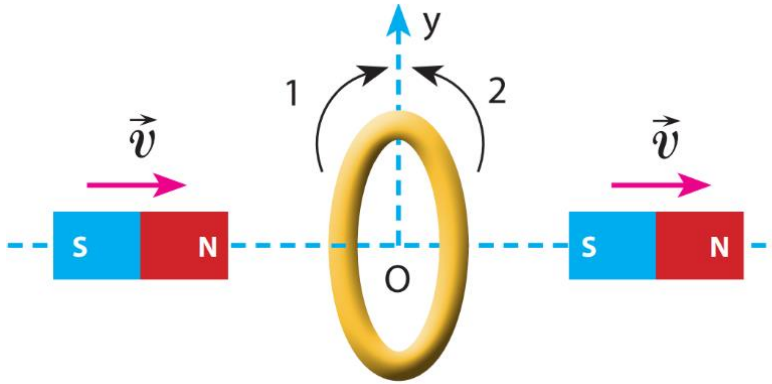
- ❖ II. durumdaki gibi çerçevenin tamamı manyetik alan içinde hareketli iken çerçevedeki manyetik akı değişmez.
- ❖ Manyetik akı değişimi olmadığı için çerçeve üzerinde **indüksiyon akımı oluşmaz**.



- ❖ Çerçveden geçen manyetik akı, çerçeve manyetik alandan çıkmaya başladığı andan itibaren azalmaya başlar ve bu azalma çerçeve manyetik alanı tamamen terk edene kadar devam eder.
- ❖ Bu durumda çerçeve üzerinde, **manyetik akı değişimine** karşı koyacak şekilde **indüksiyon akımı** ve \vec{B} manyetik alanıyla aynı yönde bir manyetik alan oluşur.
- ❖ Sağ el kuralına göre sayfa düzleminde içeriye doğru bir manyetik alan oluşması için çerçeve üzerinden geçen akımın yönü III. durumdaki gibi olmalıdır.

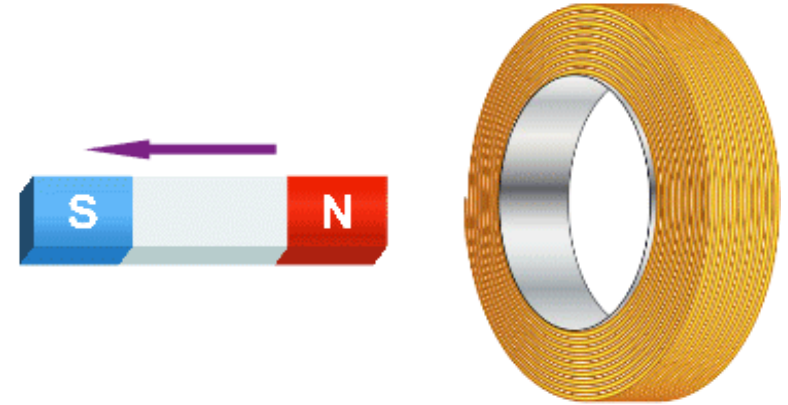
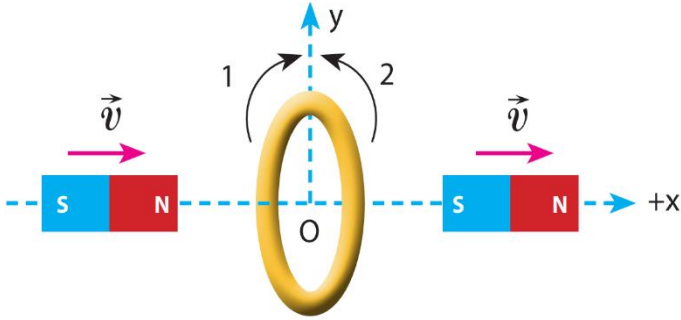


- ❖ mıknatıs, halkaya yaklaşırken +x yönünde manyetik akı artar.
- ❖ Halka üzerinde manyetik akıyı azaltacak şekilde **indüksiyon akımı** oluşur.
- ❖ İndüksiyon akımını oluşturacak manyetik alan ise -x yönünde olmalıdır.
- ❖ Sağ el kuralı uygulandığında indüksiyon akımının 2 yönünde oluştuğu bulunur.



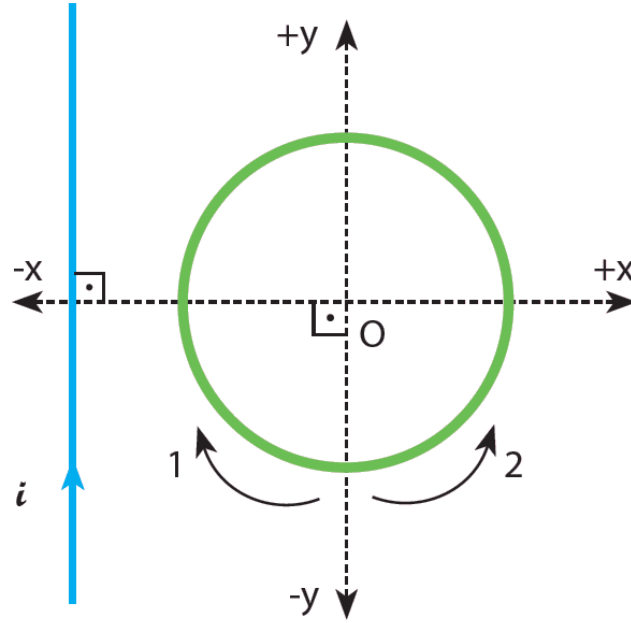
Mıknatıs halkaya yaklaştırıldığında

- ❖ Manyetik halkadan uzaklaşırken halkadan geçen + x yönündeki manyetik akı azalır.
- ❖ Bunu desteklemek için + x yönünde manyetik alan oluşur.
- ❖ Böyle bir manyetik alan, sağ el kuralına göre, 1 yönünde bir **indüksiyon akımı** doğurur.



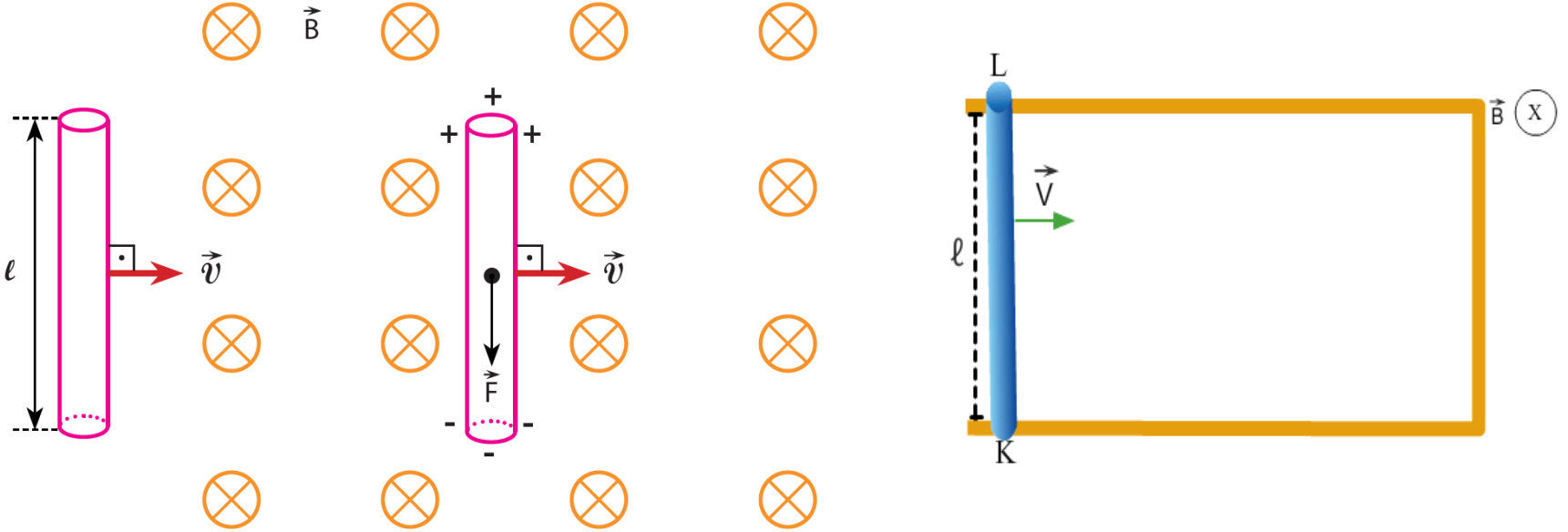
Manyetik halkadan uzaklaştırıldığında

İletken düz bir telden i akımı geçmektedir. Telin yanına r yarıçaplı halka, şekildeki gibi yerleştirilmiştir.



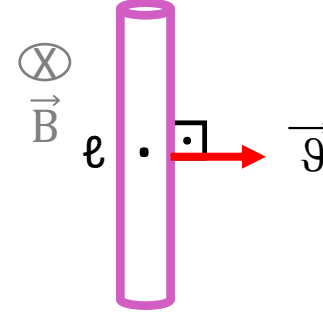
Halka sırasıyla $+x$, $-x$, $+y$ ve $-y$ yönlerinde sabit hızla hareket ettirildiğinde halkada oluşan indüksiyon akımının yönü ve büyüklüğü nasıl değişir?

- ❖ Sayfa düzleminde bulunan ℓ uzunluğundaki iletken tel, sayfa düzleminde içeri doğru olan düzgün \vec{B} manyetik alanına girmektedir. İletken tel ve hız vektörü birbirine dik olacak şekilde iletken tel \vec{v} hızıyla çekildiğinde içindeki **serbest elektronlara** alan içinde **manyetik bir kuvvet** etki eder.
- ❖ Böylelikle iletkenin uçları arasında **indüksiyon elektromotor kuvvet** oluşur.



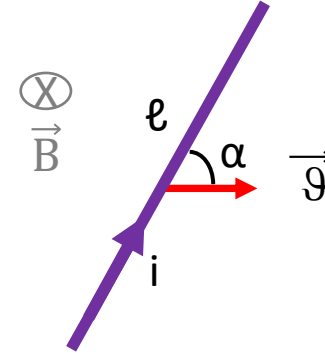
- ❖ Manyetik alan içinde manyetik alana ve hız vektörüne dik olarak hareket ettirilen ℓ uzunluğundaki telin uçları arasında oluşan **indüksiyon elektromotor kuvvetini** veren bağıntı:

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = B \cdot v \cdot \ell$$

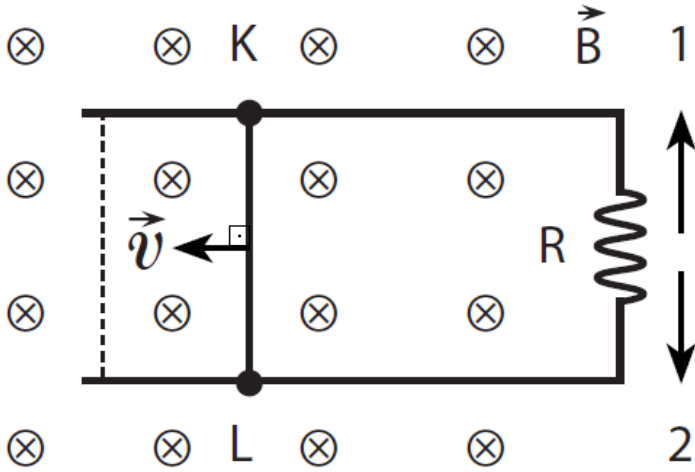


- ❖ iletken tel ve hız vektörü birbirine dik değilse hızın tele dik bileşeni kullanılır.

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = B \cdot v \cdot \ell \cdot \sin\alpha$$

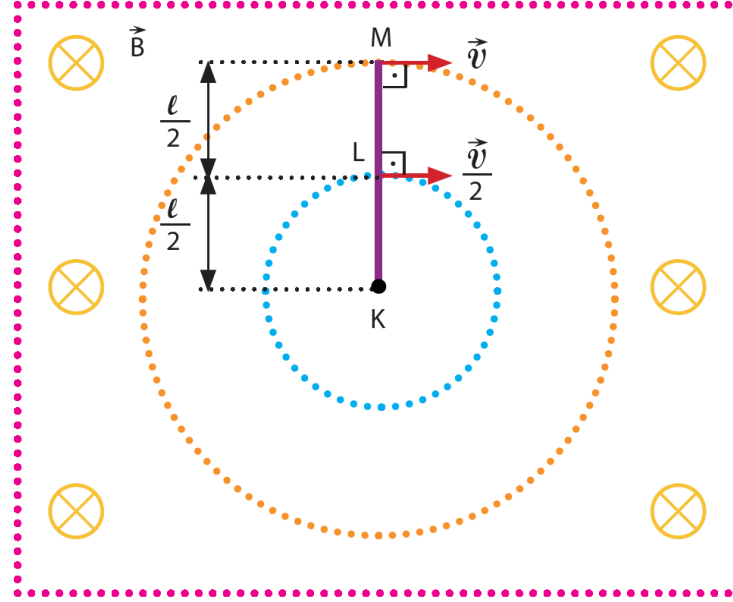


Şiddeti $0,2 \text{ T}$ olan düzgün \vec{B} manyetik alanında bulunan iletken tel çerçevenin üzerindeki KL iletken teli çerçeve üzerinde hareket edebilmektedir. KL teli şekildeki gibi 2 m/s ' lik sabit hızla çekilmektedir.



KL telinin uzunluğu 50 m olduğuna göre 5 ohm 'luk R direncinin üzerinden hangi yönde kaç amperlik indüksiyon akımı geçer?

- ❖ Hızın büyüklüğü çubuğun her noktasında farklı olduğu için ortalama hız değeri kullanılır.

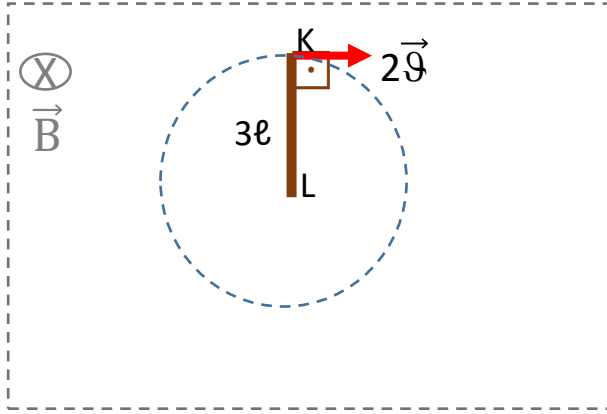


- ❖ İletken telin uçları arasında oluşan **indüksiyon elektromotor kuvvetinin büyüklüğü:**

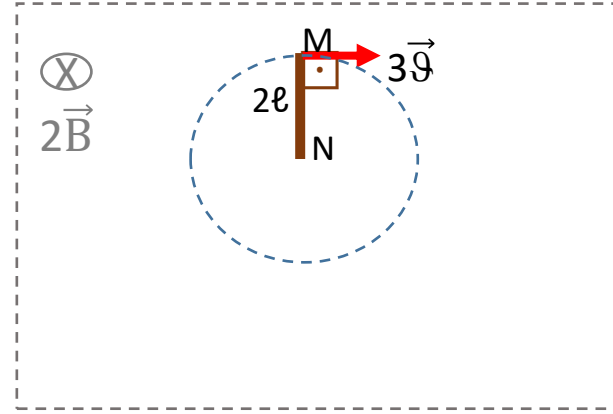
$$\mathcal{E}_{\text{ort}} = \frac{0 + \mathcal{E}}{2} = \frac{\mathcal{E}}{2}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = B \cdot \frac{\omega}{2} \cdot l$$

Uzunluğu 3ℓ olan KL iletken teli Şekil I' deki gibi düzgün \vec{B} manyetik alanında L noktası etrafında, uzunluğu 2ℓ olan MN iletken teli Şekil II' deki gibi düzgün $2\vec{B}$ manyetik alanında N noktası etrafında dönmektedir. KL telinin K ucunun hızının büyüklüğü 2ϑ , MN telinin M ucunun hızının büyüklüğü $3\vartheta'$ dir.



Şekil I

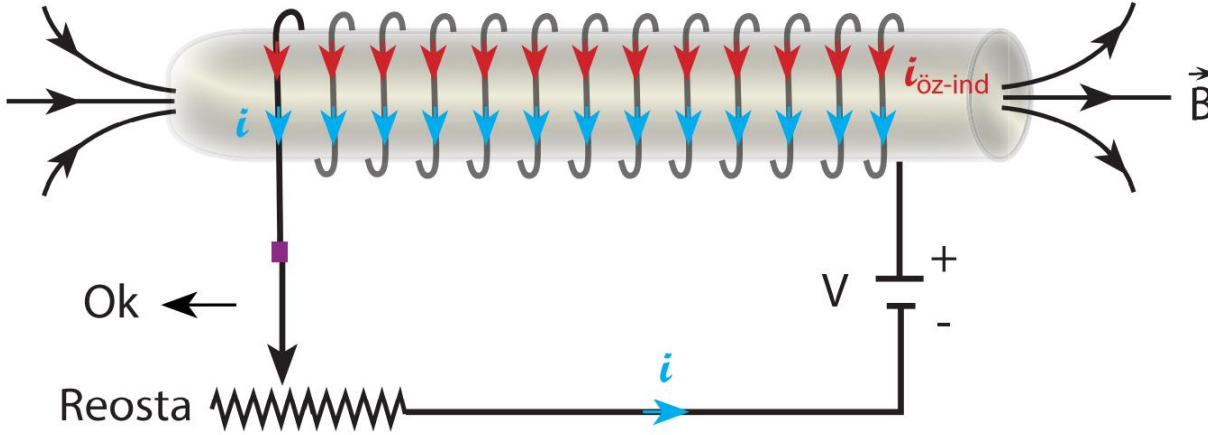


Şekil II

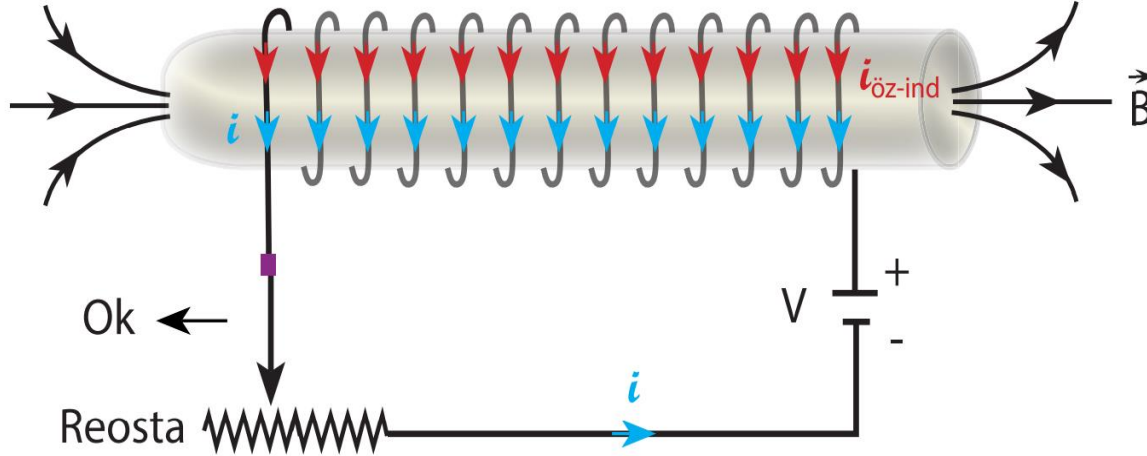
Buna göre KL telinin uçları arasında oluşan indüksiyon elektromotor kuvveti $4V$ ise MN telinin uçları arasında oluşan indüksiyon elektromotor kuvveti kaç volt' tur?

- ❖ Devreden geçen akımın değiştirilmesi ile manyetik alanın şiddeti de değişir ve akım makarasının içinde manyetik akı değişimi gerçekleşir.
- ❖ Devredeki **akım değişiminin** neden olduğu bu akıma **öz-indüksiyon akımı** denir.

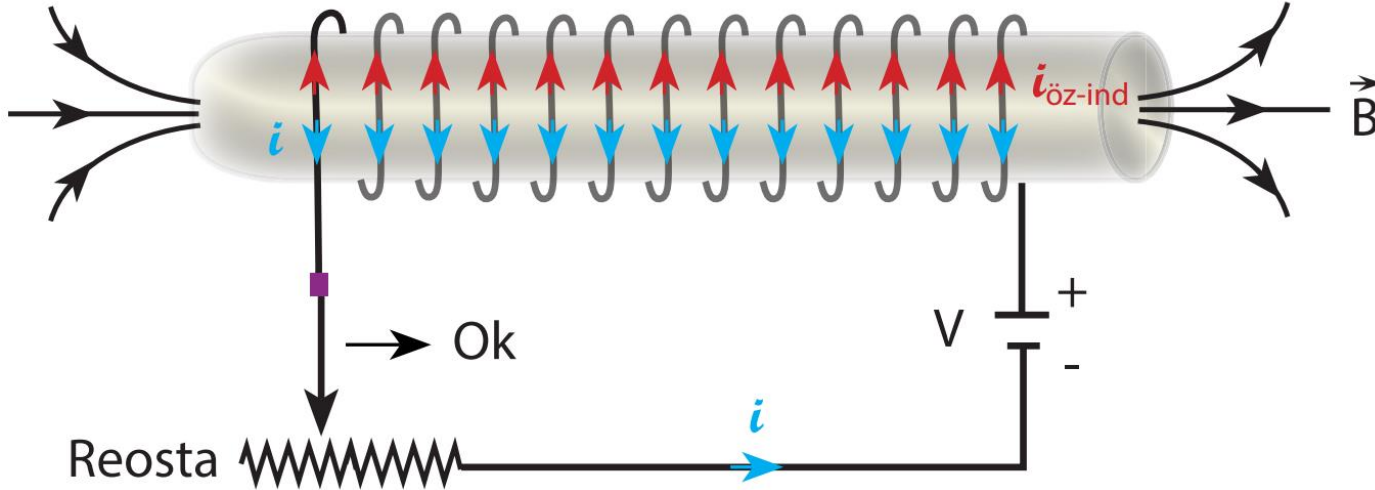
- ❖ Akım makarası, üreteç ve reosta ile kurulan devreden i akımı geçerken makaranın içinde \vec{B} manyetik alanı oluşur.
- ❖ Reostanın sürgüsü ok yönünde çekildiğinde devrenin direnci artar ve devreden geçen i akımının şiddeti azalır.
- ❖ Akımın azalması manyetik alanın şiddetini de azaltır.



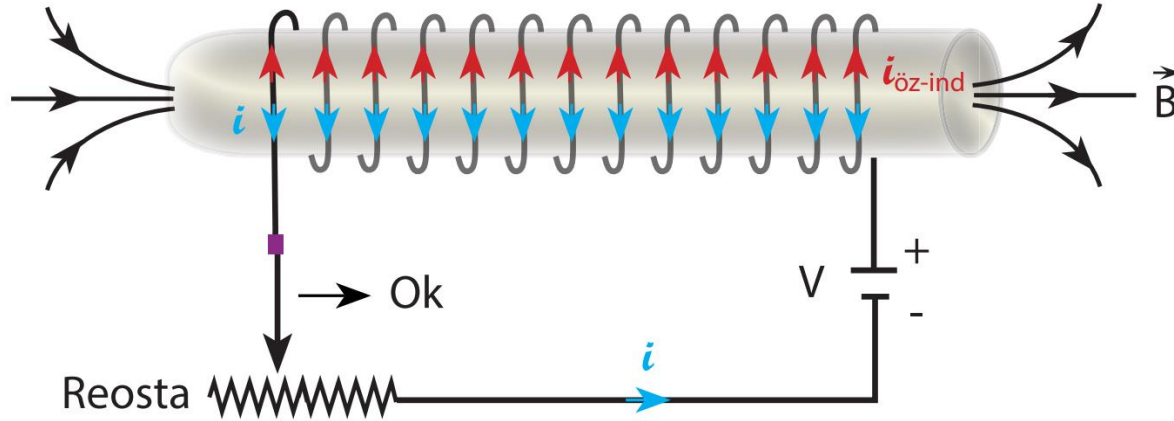
- ❖ Lenz Yasası'na göre azalan manyetik alanı arttıracak yönde ikinci bir manyetik alan oluşmalıdır.
- ❖ Bu şekilde **akım değişimi**nden dolayı meydana gelen manyetik akı değişimi devrede **öz-indüksiyon akımının** oluşmasına neden olur.
- ❖ Sağ el kuralına göre \vec{B} ile aynı yönde manyetik alan oluşması için öz-indüksiyon akımı devredeki i akımını arttıracak yönde olmalıdır.



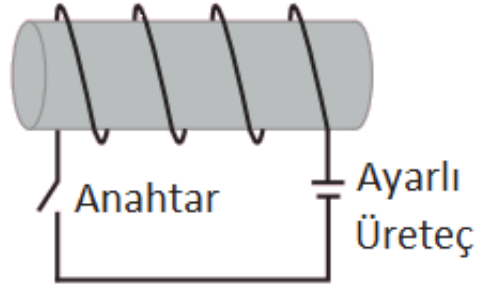
- ❖ Reostanın sürgüsü ok yönünde çekildiğinde devrenin direnci azalır ve devreden geçen i akımının şiddeti artar.
- ❖ Akımın artması manyetik alanının şiddetini de artırır.



- ❖ **Lenz Yasası**'na göre artan manyetik alanı azaltacak yönde ikinci bir manyetik alan oluşmalıdır.
- ❖ Bu şekilde **akım değişiminden** dolayı meydana gelen manyetik akı değişimi devrede i akımını azaltacak yönde **öz-indüksiyon akımının** oluşmasına neden olur.
- ❖ **Öz-indüksiyon akımı** bir devrede **akım değişimi** gerçekleştiği sürece oluşur.



Akım makarası, anahtar ve gerilimi ayarlanabilir üreteç ile şekildeki devre kurularak devre üzerinde sırasıyla aşağıdaki değişiklikler yapılmıştır.



Buna göre

- I. Üretecin gerilimi belli bir değere ayarlandıktan sonra anahtar kapatılmıştır.
- II. Üretecin gerilimi zamanla artmıştır.
- III. Anahtar açılarak devre akımı kesilmiştir.

hangi işlemlerin yapılması sırasında akım makarasının üzerinde öz-indüksiyon akımı oluşmuştur? Nedenini açıklayınız.

Akım makarasında **öz-indüksiyon** akımının oluşması için devrede

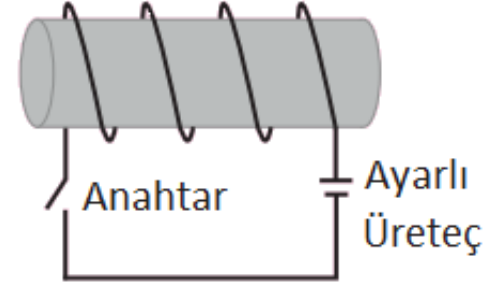
1. Anlık akım değişimi
2. Sürekli akım değişimi şartlarından en az biri gerçekleşmelidir.

Buna göre

I. Üretecin gerilimi belli bir değere ayarlandıktan sonra anahtar kapatılırsa devreden geçen akım değeri artmaya başlar. Akımın artmasıyla manyetik alanın şiddeti, makaranın içindeki manyetik alan çizgilerinin sayısı da artacaktır. Bu şekilde **akım değişiminden** meydana gelen manyetik akı değişimi devrede **öz-indüksiyon akımının** oluşmasına neden olur. (I Doğru)

II. Üretecin gerilimi zamanla arttırılırsa Ohm Kanunu' na göre devreden geçen i akım şiddeti artacaktır. Akımın artmasıyla manyetik alanın şiddeti, makaranın içindeki manyetik alan çizgilerinin sayısı da artacaktır. Bu şekilde **akım değişiminden** meydana gelen manyetik akı değişimi devrede **öz-indüksiyon akımının** oluşmasına neden olur. (II Doğru)

III. Anahtar açık bırakılıp devreden akım geçmesi engellenirse makaranın içinde bir manyetik alan oluşmaz. Bu durumda akım makarasında öz-indüksiyon akımı oluşmaz. (III Yanlış)



- ❖ İletken çubukların ve tellerin manyetik alan içinde hareketiyle veya değişen bir manyetik alan etkisiyle indüksiyon elektromotor kuvvetleri oluşur.
- ❖ Benzer şekilde değişen manyetik alan içindeki geniş metal şerit ve levhaların yüzeyinde de indüksiyon akımları oluşur. Bunlara **girdap akımları** denir.
- ❖ İletkenin içerisinde sürekli dönen akım, kendi hareketlerine dik olarak **Lorentz Kuvveti'** ne maruz kalan elektronlardan kaynaklanmaktadır

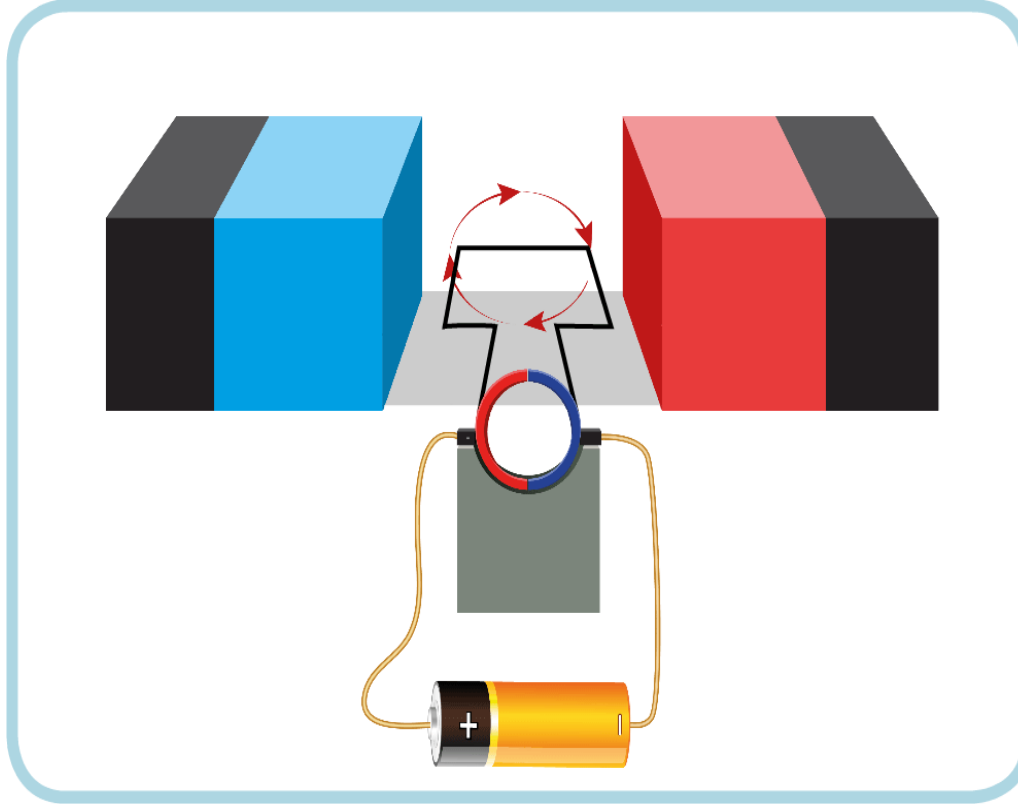
- ❖ Girdap akımları bir iletken üzerinde dolanırken iletkenin sıcaklığını arttırır.
- ❖ Bu özellik indüksiyon ocakları ve indüksiyon fırınlarında kullanılır. İndüksiyon ocağı el yakmaz, indüksiyon ocaklarına uygun tencere tabanında oluşturduğu girdap akımları ile tencerenin sıcaklığını arttırır.



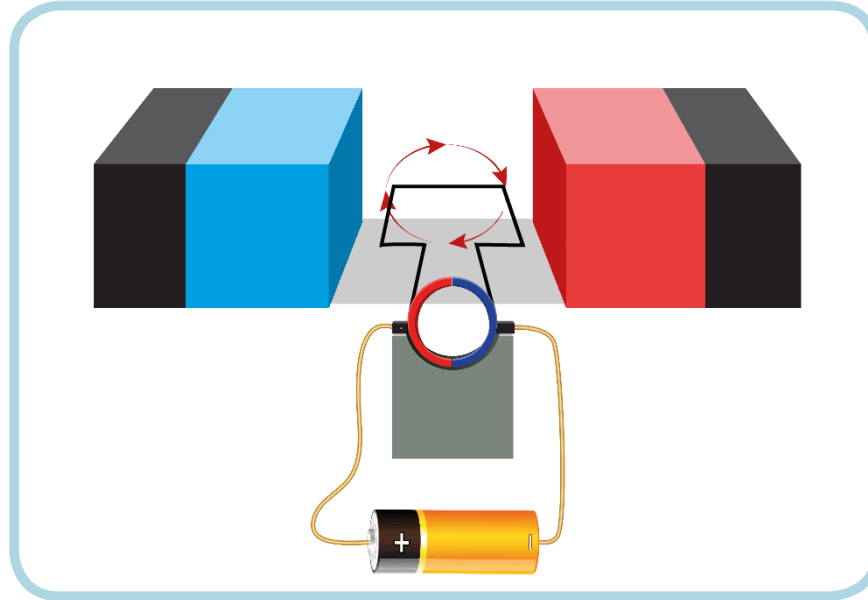
Hidroelektrik santrallerde meydana gelen enerji dönüşümü:

- ❖ Barajda yükseltlen suyun potansiyel enerjisi arttırılır.
- ❖ Yükseltlen su kütlesi merkezinde büyük mıknatıslar bulunan türbinler üzerine düşürölür ve türbinlerin dönme hareketi yapması sağlanır.
- ❖ Suyun potansiyel enerjisi türbinlerde kinetik enerjiye dönüşür.
- ❖ Türbindeki manyetik akı değişimi dış devrede elektrik alan oluşturur.
- ❖ Böylece hareket enerjisi elektrik enerjisine dönüşür.

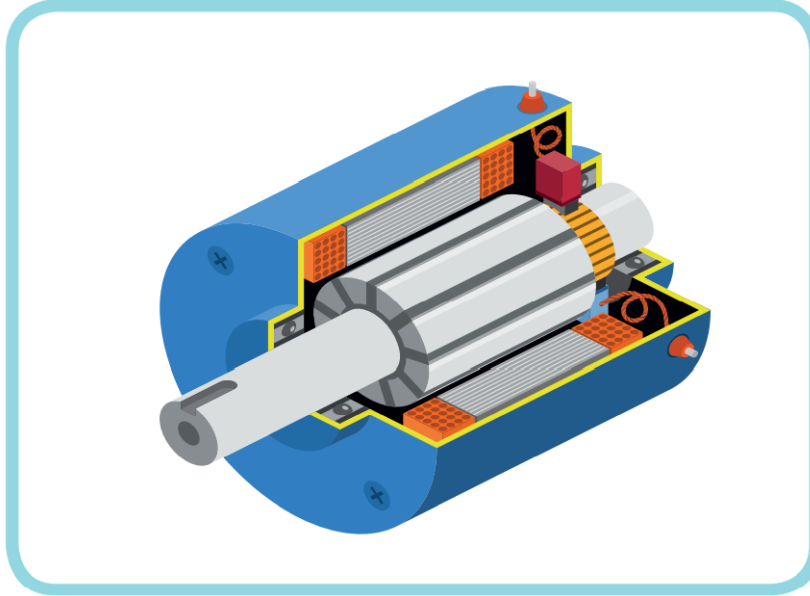
- ❖ Basit bir elektrik motoru, üzerinden akım geçen bir çerçevenin dönebilecek şekilde manyetik alan içerisine yerleştirilmesiyle oluşturulur.



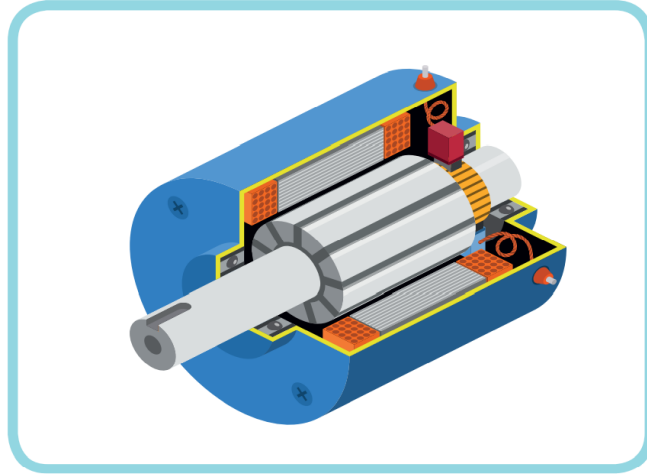
- ❖ Manyetik alan içinde akım geçen iletken çerçeveye bir kuvvet etki eder.
- ❖ Bu kuvvet, çerçevenin bir tarafında yukarı doğru etki ederken diğer tarafında aşağı doğru etki eder ve net bir tork oluşturur.
- ❖ İletken çerçeve, manyetik kuvvetin etkisiyle dönmeye başlar.



- ❖ Dinamolar hareket enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için tasarlanmış düzeneklerdir.
- ❖ Manyetik alan içerisine yerleştirilen iletken çerçeve, alan içerisinde döndürüldüğünde çerçevenin içinde manyetik akı değişimi gerçekleşir.



- ❖ Manyetik akı değişimi çerçeve üzerinde indüksiyon akımı oluşmasına neden olur.
- ❖ Bu şekilde mekanik enerji, elektrik enerjisine dönüşür.
- ❖ Hidroelektrik santralleri, termik santraller, nükleer enerji santralleri ve rüzgâr enerjisi santrallerinde hareket enerjisi aynı prensiple elektrik enerjisine dönüřtürölür.



- ❖ Bisikletlerde de uç kısmındaki çarkı tekerleğe temas eden dinamo kullanılır.
- ❖ Tekerlek tarafından döndürülen dinamo, bisiklet lambasına enerji verir.

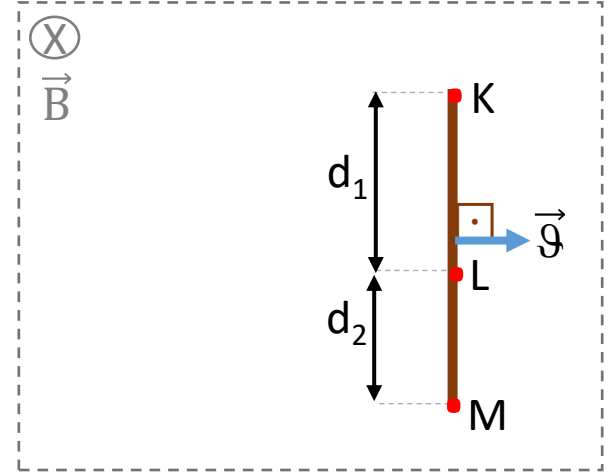


2012 Yılı ÖSYM Sorusu

İletken KLM çubuğu sayfa düzlemine dik ve içeriye doğru yönelmiş \vec{B} manyetik alanı içinde, dönmeden, \vec{v} hızıyla şekildeki yönde hareket ediyor.

$d_1 > d_2$ olduğuna göre, çubuğun K, L, M noktalarında oluşan yüklerin işareti aşağıdakilerden hangisi gibidir?

(Yerin manyetik alanı önemsenmeyecektir.)

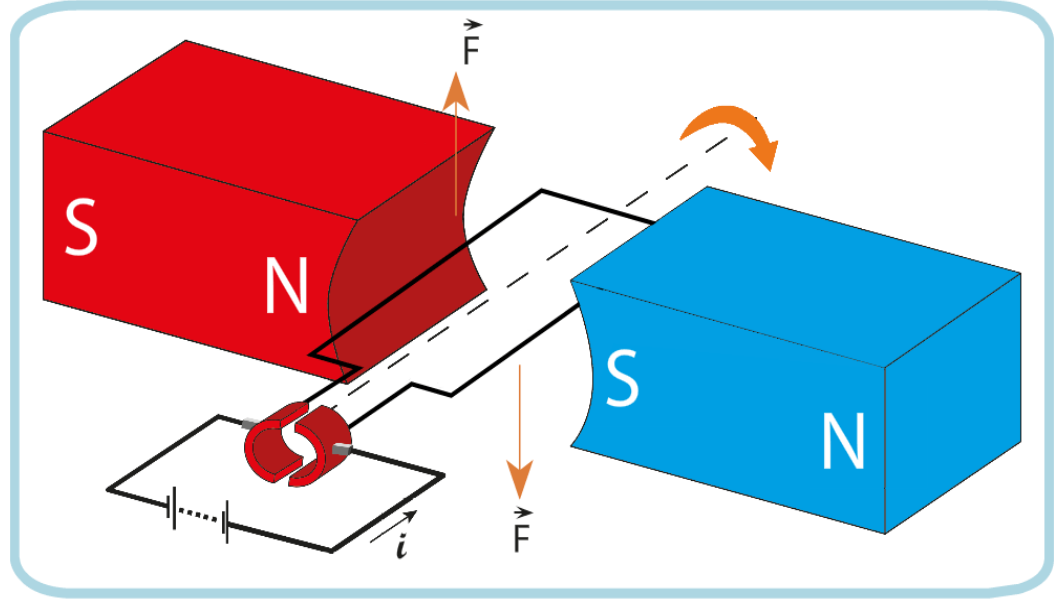


	<u>K'deki yükün işareti</u>	<u>L'deki yükün işareti</u>	<u>M'deki yükün işareti</u>
A)	+	-	-
B)	+	+	-
C)	-	+	-
D)	-	+	+
E)	+	+	+

YKS FİZİK

Manyetizma ve

Elektromanyetik İndükleme



İyi çalışmalar, sağlıklı günler ...