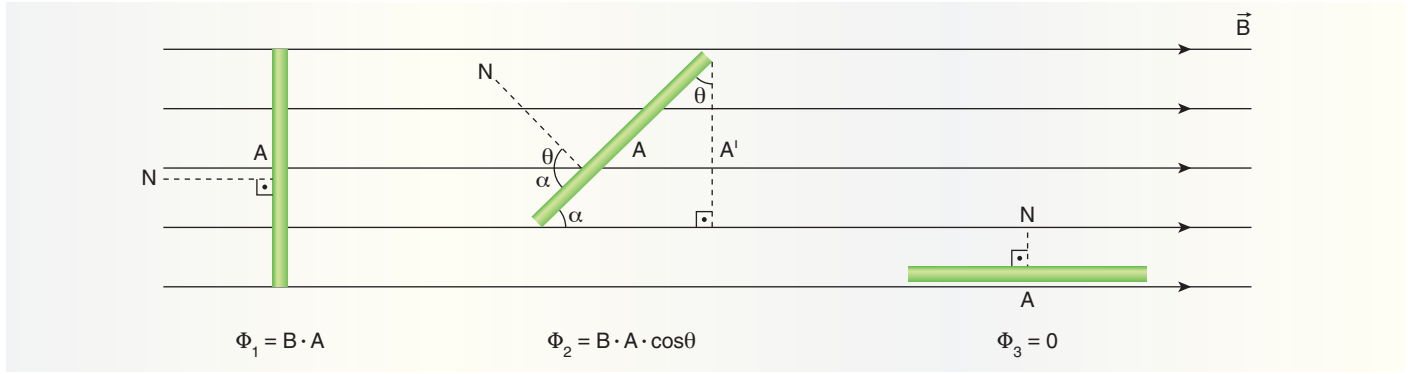


ELEKTRİK VE MANYETİZMA - V

ELEKTROMANYETİK İNDÜKLENME

Manyetik Akı

- ✓ Manyetik akı, manyetik alan içerisindeki bir yüzeyin dik kesitinden geçen manyetik alan çizgilerinin sayısının bir ölçüsüdür. Manyetik akının birimi Weber'dir. Φ sembolü ile gösterilir.
- ✓ Bir yüzey alanından geçen manyetik akı, manyetik alan şiddeti ve yüzey alanı ile doğru orantılıdır. Bir çerçeve manyetik alana dik olarak yerleştirildiğinde yüzeyin normali ile manyetik alan arasındaki açı 0° dir. Bu durumda manyetik akı maksimum olur.

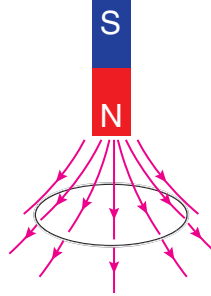


- ✓ Şekil I'de çerçeveden geçen manyetik akı, $\Phi = B \cdot A$ 'dır. Manyetik akı maksimumdur.
- ✓ Şekil II'de çerçeveden geçen manyetik akı, $\Phi = B \cdot A \cdot \cos\theta$ 'dir.
- ✓ Şekil III'te çerçeveden geçen manyetik akı $\Phi = 0$ 'dır.
 - Bir yüzeyden geçen manyetik akı değişimi, $\Delta\Phi = \Phi_{\text{son}} - \Phi_{\text{ilk}}$ bağıntısı ile bulunur.
 Φ_{son} : Yüzey alanından geçen son manyetik akı değeridir.
 Φ_{ilk} : Yüzey alanından geçen ilk manyetik akı değeridir.

Büyüklik	Sembolü	SI Birimi	Birim Sembolü
Manyetik akı	Φ	Weber	Wb
Manyetik alan	B	Tesla	T
Yüzey alanı	A	metrekare	m^2
Manyetik alan ile yüzeyin normali arasındaki açının cosinüsü	$\cos\theta$		

İndüksiyon Akımı

- ✓ Bir yüzey alanından geçen manyetik akının değişimi, indüksiyon akımının oluşmasına neden olur.



- ✓ Şekildeki mıknatıs, iletken halkaya yaklaştırıldığında, halkadan geçen manyetik akı artar. Manyetik akı değişimi, halka üzerinde elektrik akımı oluşmasını sağlar. Akımın oluşması devrede bir elektromotor kuvvet oluştuğunu gösterir.

Faraday Yasası

- ✓ Manyetik akı değişimi sonucu oluşan akıma , bu akımı oluşturan elektromotor kuvvete de (ε) denir.
- ✓ Halkada oluşan indüksiyon elektromotor kuvveti,

$$\varepsilon = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad \left(\begin{array}{l} \Delta \Phi = \Phi_{\text{son}} - \Phi_{\text{ilk}} \\ \Delta t = \text{Zaman} \end{array} \right)$$

- ✓ N sarımlı akım makarası için,

$$\varepsilon = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$$

bağıntısı ile bulunur.

- ✓ Oluşan indüksiyon akımının yönü Lenz kuralına göre bulunur. Lenz kuralında, indüksiyon akımı kendisini meydana getiren manyetik akı değişimine karşı manyetik alan oluşturacak şekilde yönelir.
- ✓ Manyetik akı artarsa indüksiyon akımının oluşturduğu manyetik alan, manyetik akıyı azaltacak yönde oluşur.
- ✓ Manyetik akı azalırsa indüksiyon akımının oluşturduğu manyetik alan, manyetik akıyı artıracak yönde oluşur.

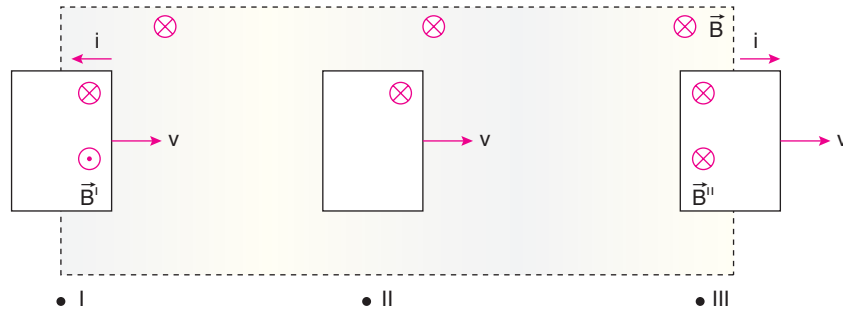
Faraday Yasası	Lenz Yasası
İndüksiyon akımının nedeni	İndüksiyon akımının yönü

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

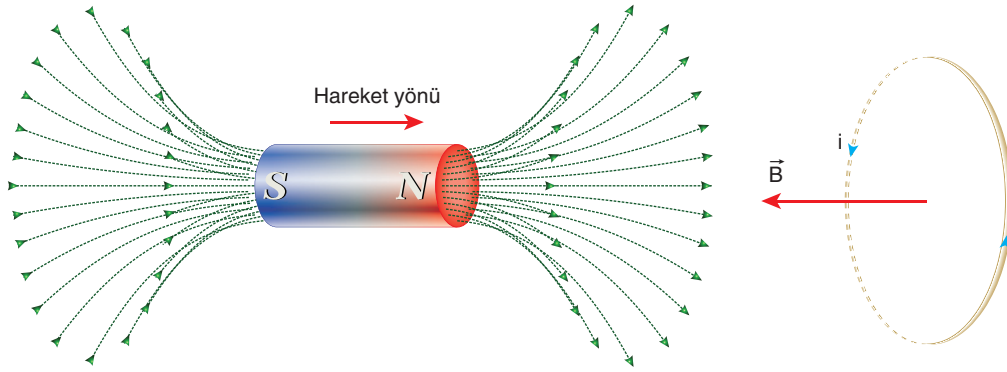
- ✓ Formüldeki (-) işareti Lenz Yasası'ndaki zıtlığı göstermek için konulmuştur. İndüksiyon elektromotor kuvvet kutuplarının yönü ile ilgilidir. Büyüklük hesaplanırken (-) işaretinin kullanılmasına gerek yoktur.



Michael Faraday

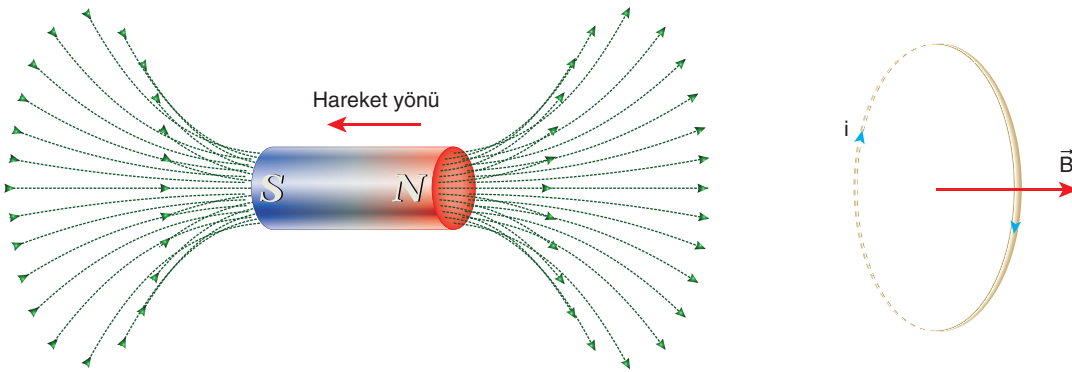


- ✓ İletken tel çerçeve düzgün manyetik alanlı bölgeye I konumundaki gibi girerken çerçevenin manyetik alan içinde kalan alanının büyüklüğü artar. Dolayısıyla çerçeveden geçen manyetik akı artar. Lenz yasası gereği manyetik akıyı azaltacak şekilde (yani B' manyetik alanını oluşturacak şekilde) çerçeveden indüksiyon akımı geçer.
- ✓ İletken tel çerçevenin tamamı II konumundaki gibi içerdeyken hareket ettiğinde çerçevenin manyetik alanı içinde kalan alanı değişmediği için manyetik akı değişmez ve indüksiyon akımı oluşmaz.
- ✓ İletken tel çerçeve düzgün manyetik alanlı bölgeden III konumundaki gibi çıkarken çerçevenin manyetik alan içinde kalan bölgesinin alanı azalır. Dolayısıyla çerçeveden geçen manyetik akı azalır. Lenz yasası gereği manyetik akıyı artıracak şekilde (yani B'' manyetik alanı oluşturacak şekilde) çerçeveden indüksiyon akımı geçer.
- ✓ Bir mıknatıs Şekil a'daki gibi iletken halkaya yaklaştırıldığında halkanın içinden geçen manyetik akı artar. Lenz yasası gereği halkadan manyetik akıyı azaltacak şekilde indüksiyon akımı geçer.



Şekil a

- ✓ Bir mıknatıs Şekli b'deki gibi iletken halkadan uzaklaştırılırsa halkanın içinden geçen manyetik akı azalır. Lenz yasası gereği halkadan manyetik akıyı artıracak şekilde indüksiyon akımı geçer.

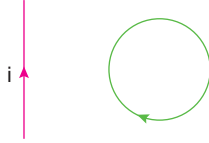


Şekil b



ÖRNEK-4

Sonsuz uzunluktaki iletken telden i akımı geçmektedir.



Buna göre halkadan şekildeki yönde indüksiyon akımı geçebilmesi için,

- I. Halka düz telden uzaklaştırılmalıdır.
- II. i akım şiddeti artırılmalıdır.
- III. i akım şiddeti azaltılmalıdır.

İşlemlerinden hangileri tek başına yapılabilir?

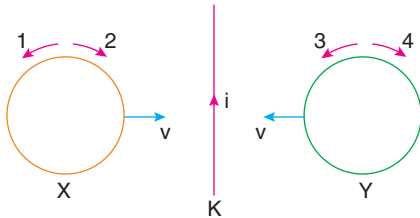
(Tel ile iletken halka aynı düzlemde dir.)

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) I ve III



ÖRNEK-5

Sayfa düzlemindeki K iletken telinden sabit i akımı geçerken tel ile aynı düzlemdeki X ve Y iletken halkaları ok yönünde sabit v büyüklüğündeki hızla hareket ettiriliyor.



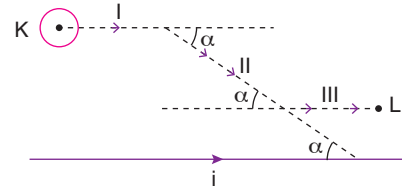
Buna göre X ve Y halkalarında oluşan indüksiyon akımlarının yönü aşağıdakilerden hangisidir?

	X	Y
A)	1	3
B)	1	4
C)	2	3
D)	2	4
E)	Akım oluşmaz.	Akım oluşmaz.



ÖRNEK-6

Üzerinden i akımı geçen sonsuz uzunluktaki tele yakın bir bölgede bulunan ve tel ile aynı düzlemde olan iletken halka, K noktasından L noktasına şekildeki gibi getirilmektedir.



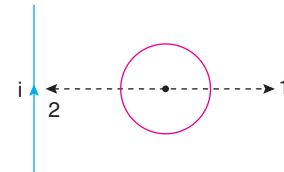
Buna göre halka numaralanmış bölgelerin hangilerinde hareket ederken üzerinde indüksiyon akımı oluşur?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve II
- E) II ve III



ÖRNEK-7

Sonsuz uzunlukta olan ve üzerinden i akımı geçen iletken tel ile iletken çember sayfa düzlemine şekildeki gibi yerleştirilmiştir.



Buna göre;

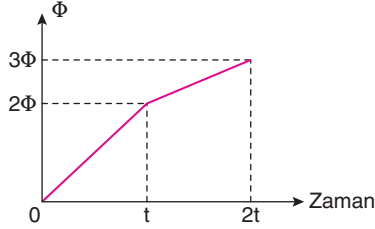
- I. çemberi 1 yönünde sabit hızla çekme,
 - II. çemberi 2 yönünde sabit hızla çekme,
 - III. düz telden geçen i akımını zamanla düzgün olarak artırma
- İşlemlerinden hangileri tek başına yapıldığında çember üzerinde oluşan indüksiyon akımı sabit büyüklükte olur?**

- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve III
- E) II ve III



ÖRNEK-10

Bir iletken halkadan geçen manyetik akının zamana göre değişimi şekildeki gibidir.



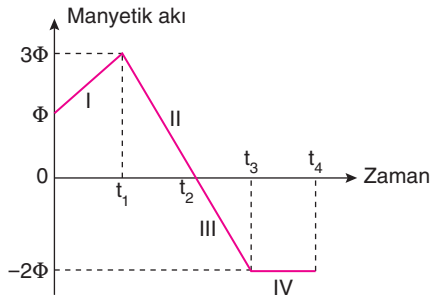
Buna göre iletken halkada oluşan indüksiyon emk'si $(0 - t)$ zaman aralığında ε_1 , $(t - 2t)$ aralığında ε_2 olduğuna göre $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$ oranı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 3 B) 2 C) 1 D) $\frac{1}{2}$ E) $\frac{1}{3}$



ÖRNEK-11

Sayfa düzleminde bulunan iletken çemberden geçen manyetik akının zamana bağlı grafiği şekildeki gibidir.



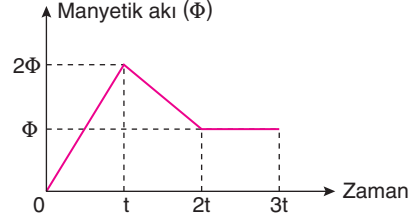
Buna göre numaralanmış bölgelerin hangilerinde çemberden geçen indüksiyon akımı aynı yöndedir?

- A) I ve II B) I ve III C) I ve IV
D) II ve III E) I, II ve III

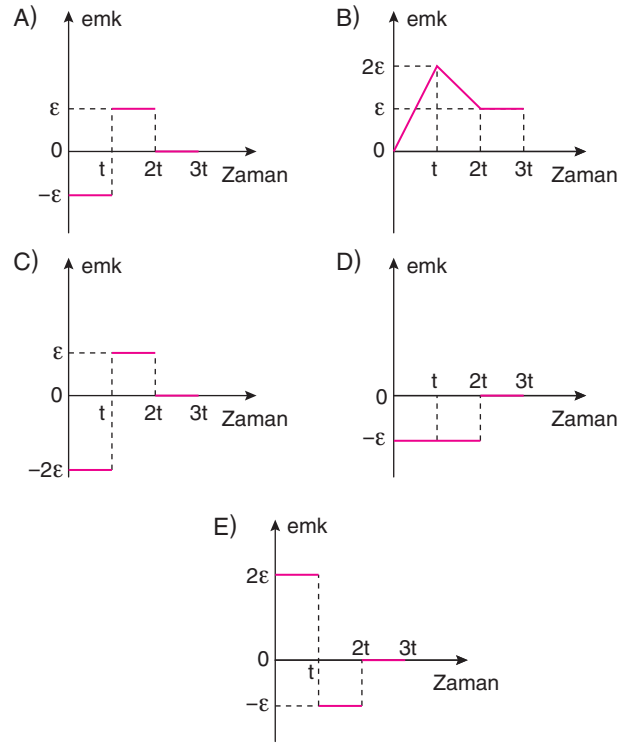


ÖRNEK-12

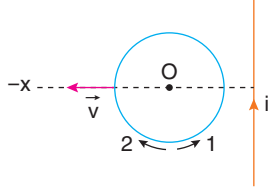
Bir iletken tel çerçeveden geçen manyetik akının zamana göre değişimi grafikteki gibidir.



Buna göre tel çerçevede oluşan indüksiyon emk'sinin zamana bağlı grafiği aşağıdakilerden hangisi olabilir?



1. Üzerinden i akımı geçen sonsuz uzunluktaki iletken düz tel ile iletken halka aynı düzlemededir.



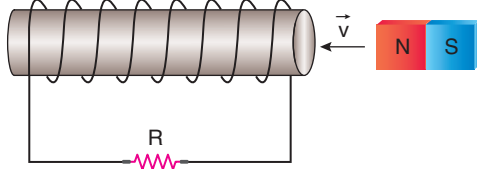
Halka, $-x$ yönünde sabit $\vec{v}$ hızıyla çekilirken,

- I. Halkadan geçen manyetik akı azalır.
- II. Halkada 1 yönünde indüksiyon akımı oluşur.
- III. Halkada oluşan indüksiyon akım şiddeti sabittir.

yargılarından hangileri doğru olur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

2. Akım makarasına bir mıknatıs $\vec{v}$ büyüklüğündeki sabit hızla yaklaştırılmaktadır.



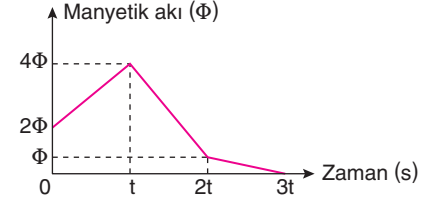
Buna göre R direncinden geçen indüksiyon akım şiddeti;

- I. mıknatısın hareket hızının büyüklüğü,
- II. akım makarasının sarım sayısı,
- III. R direncinin büyüklüğü

niceliklerinden hangilerine bağlıdır?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

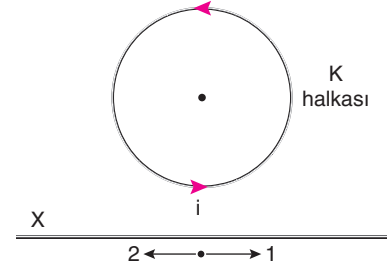
3. Bir iletken tel çerçeveden geçen manyetik akının zamana göre değişimi şekildeki grafikte gösterilmiştir.



Bu çerçevede oluşan indüksiyon emk'sinin büyüklüğü $(0 - t)$ zaman aralığında ϵ_1 , $(t - 2t)$ zaman aralığında ϵ_2 , $(2t - 3t)$ zaman aralığında ϵ_3 olduğuna göre ϵ_1 , ϵ_2 ve ϵ_3 arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A) $\epsilon_2 > \epsilon_1 > \epsilon_3$ B) $\epsilon_3 > \epsilon_1 > \epsilon_2$
C) $\epsilon_2 > \epsilon_3 > \epsilon_1$ D) $\epsilon_3 > \epsilon_2 > \epsilon_1$
E) $\epsilon_1 > \epsilon_2 > \epsilon_3$

4. X teli ve iletken K halkası aynı düzlemededir.



Buna göre iletken K halkasından belirtilen yönde i indüksiyon akımının geçebilmesi için iletken X telinden geçen akım;

- I. 1 yönünde azalan,
- II. 2 yönünde artan,
- III. 2 yönünde azalan

akımlarından hangileri olabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III



1063292

ÖĞRENCİ NO	YANITLAR
1	1 A B C D E 11 A B C D E
2	2 A B C D E 12 A B C D E
3	3 A B C D E 13 A B C D E
4	4 A B C D E 14 A B C D E
5	5 A B C D E 15 A B C D E
6	6 A B C D E 16 A B C D E
7	7 A B C D E 17 A B C D E
8	8 A B C D E 18 A B C D E
9	9 A B C D E 19 A B C D E
10	10 A B C D E 20 A B C D E

Manyetik Alanda Hareket Eden Telde Oluşan Emk

- ✓ Düzgün bir manyetik alan içinde nötr iletken bir tel manyetik alana dik hareket ettirilirse telin uçları arasında indüksiyon emk'si oluşur. Negatif yüklere etki eden kuvvetten dolayı yükler hareket ederek çubuğun uçlarının zıt işaretli yüklenmesini sağlar.
- ✓ Bu durumda çubuğun iki ucu arasında potansiyel fark oluşur. Oluşan potansiyel farka denir.
- ✓ Çubuğun uçlarının yük işareti sağ el kuralı ile bulunur.

$$|\vec{F}_{\text{Manyetik}}| = |\vec{F}_{\text{Elektrik}}|$$

$$q \cdot v \cdot B = q \cdot E$$

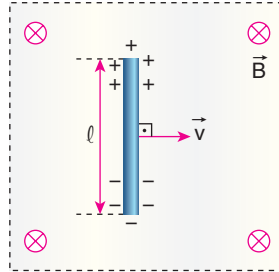
$$v \cdot B = E \quad E = \frac{\varepsilon}{\ell}$$

$$\varepsilon = B \cdot v \cdot \ell$$

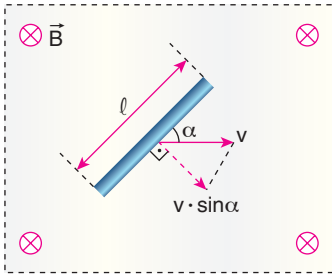
B: Manyetik alan

v: Hız

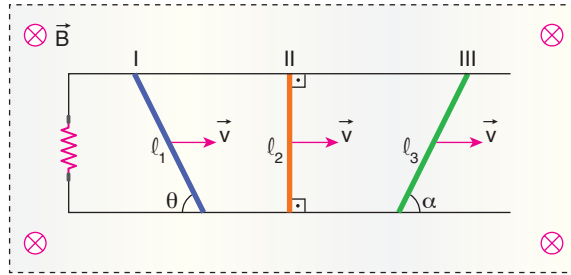
ℓ : Telin manyetik alan içindeki uzunluğu



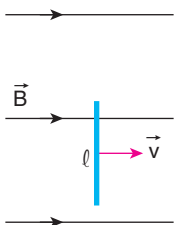
- ✓ Elektromor kuvveti oluşabilmesi için çubuğun, manyetik alanın ve hızının birbirine dik olması gerekir. Dik değilse bileşenleri alınır.



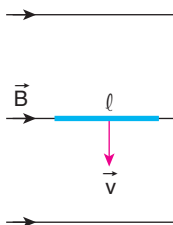
$$\varepsilon = B \cdot v \cdot \ell \cdot \sin \alpha$$



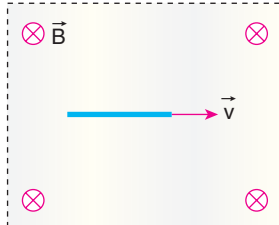
$$\varepsilon_I = \varepsilon_{II} = \varepsilon_{III}$$



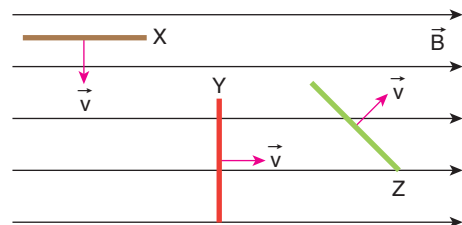
$$\varepsilon = 0$$



$$\varepsilon = 0$$



$$\varepsilon = 0$$

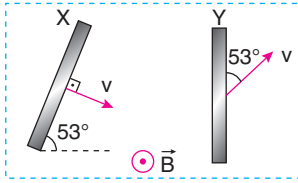


$$\varepsilon_X = \varepsilon_Y = \varepsilon_Z = 0$$



ÖRNEK-17

Düzgün $\vec{B}$ manyetik alanında eşit boydaki X ve Y iletken çubukları v büyüklüğündeki hızlarla şekildeki gibi çekilmektedir.



Buna göre X ve Y çubuklarının uçları arasında oluşan indüksiyon emk'lerinin oranı $\frac{\epsilon_X}{\epsilon_Y}$ aşağıdakilerden hangisidir?

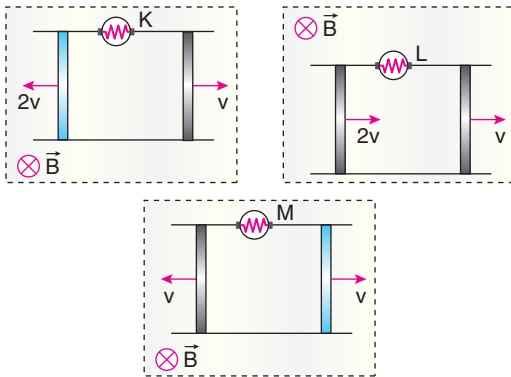
($\sin 53^\circ = 0,8$; $\cos 53^\circ = 0,6$)

- A) $\frac{4}{5}$ B) 1 C) $\frac{4}{3}$ D) $\frac{5}{4}$ E) $\frac{3}{2}$



ÖRNEK-18

Sayfa düzlemine dik içeriye doğru olan düzgün $\vec{B}$ manyetik alan içindeki eşit boydaki iletken teller şekildeki hızlarla çekilmektedir.



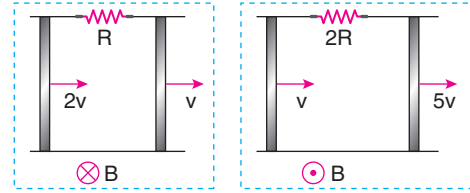
Buna göre özdeş K, L ve M lambalarının parlaklıkları arasındaki ilişki aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A) $K = L = M$ B) $K > L > M$ C) $K > M > L$
D) $L > K > M$ E) $M > L > K$



ÖRNEK-19

Düzgün $\vec{B}$ manyetik alanı içinde bulunan iletken çubuklar sürtünmesiz iletken raylar üzerinde şekilde gösterilen yön ve büyüklükteki hızlarla hareket ettirilmektedir.



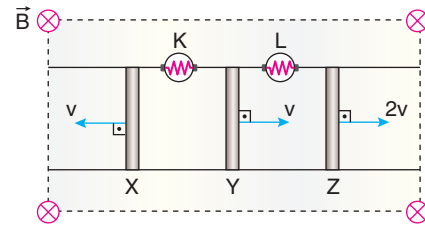
Çubuklar eşit boyda ve dirençler üzerinden geçen indüksiyon akım şiddetleri sırasıyla i_1 ve i_2 olduğuna göre $\frac{i_1}{i_2}$ oranı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) $\frac{3}{2}$ E) 2



ÖRNEK-20

Sayfa düzleminden içeri doğru $\vec{B}$ manyetik alanının olduğu düzlemde aynı boydaki X, Y ve Z iletken çubukları v , v ve $2v$ büyüklüğündeki hızlarla çekiliyor.



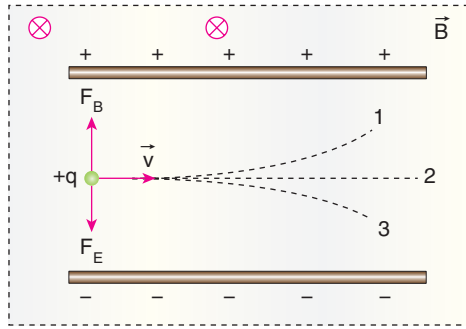
Buna göre özdeş lambaların parlaklıkları oranı $\frac{P_K}{P_L}$ aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 4 B) 3 C) 2 D) 1 E) $\frac{1}{2}$

Yüklü Parçacıkların Manyetik Alan ve Elektrik Alandaki Hareketi

- ✓ Durgun ve elektrik yüklü tanecikler çevrelerinde elektrik alanlar meydana getirirken bu yüklü tanecikler ivmeli hareket yaptıklarında çevrelerinde elektrik alanlarla birlikte manyetik alanlar da meydana getirir.
- Yüklü parçacıklara elektriksel alanda etki eden elektriksel kuvvet, $F = q \cdot E$ 'dir.
- Yüklü parçacıklara manyetik alanda etki eden manyetik kuvvet, $F = q \cdot v \cdot B$ 'dir.

Elektriksel Kuvvet	Manyetik Kuvvet
$F = q \cdot E$	$F = q \cdot v \cdot B$
Elektrik alana paralel yönde etki eder.	Manyetik alana dik etki eder.
Yüklü parçacığın hızından bağımsızdır.	Yüklü parçacığın hızı ile doğru orantılıdır.
Yüklü parçacığın hızını değiştirir ve iş yapar.	Yüklü parçacığın hızının büyüklüğünü değiştirmez ve iş yapmaz.



$F_B > F_E$ ise

1 numaralı yolu izler.

$F_B = F_E$ ise

2 numaralı yolu izler.

(Sistem sürtünmesiz ve yatay düzlemedir.)

$F_B < F_E$ ise

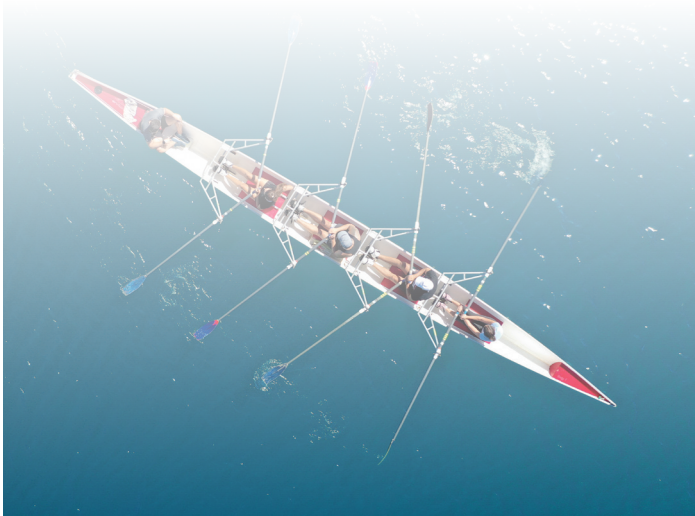
3 numaralı yolu izler.

- ✓ Sayfa düzleminde düzgün elektrik alan ve düzgün manyetik alanın olduğu bölgeye elektrikle yüklü parçacığa elektrik alandan dolayı elektriksel kuvvet, manyetik alandan dolayı manyetik kuvvet etki eder. Bu iki kuvvetin bileşkesi,

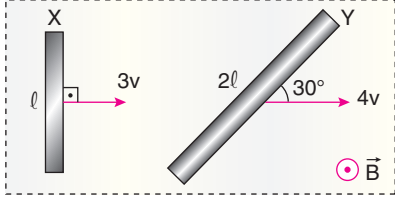
$$\vec{F} = q \cdot \vec{E} + q \cdot (\vec{v} \cdot \vec{B})$$

denklemleri ile bulunur. Bu kuvvetlere **lorentz kuvvetleri** denir.

- ✓ İndüksiyon akımından faydalanılarak indüksiyon ocakları üretilmiştir. İndüksiyon ocaklarına elinizi dokundurduğunuzda eliniz yanmaz ama indüksiyon ocağı üzerindeki tencereye dokunduğunuzda ısındığını anlarız. Bunun nedeni tencerenin metal olmasıdır.
- ✓ Manyetik alan içinde metal şeritlerin hareketleri sonucu meydana gelen indüksiyon akımlarına girdap akımları denir. Girdap akımları tencere üzerinden geçerken tencerenin ısınmasına neden olur. Girdap akımları suda kürek çektiğimizde oluşan dalgalanmalara benzetilebilir.



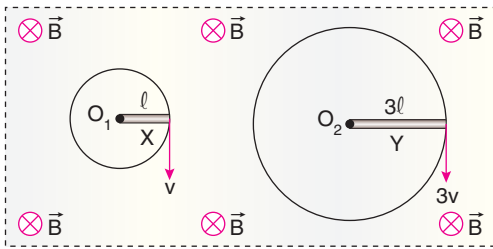
1. Sayfa düzlemine dik dışarıya doğru olan düzgün $\vec{B}$ manyetik alanı içindeki ℓ ve 2ℓ boyundaki X ve Y iletken çubukları $3v$ ve $4v$ büyüklüğündeki hızlarla şekildeki gibi çekilmektedir.



Buna göre X ve Y çubuklarının uçları arasında oluşan indüksiyon emk'lerinin oranı $\frac{\epsilon_X}{\epsilon_Y}$ aşağıdakilerden hangisidir? ($\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$)

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) $\frac{2}{3}$ D) $\frac{3}{4}$ E) $\frac{4}{3}$

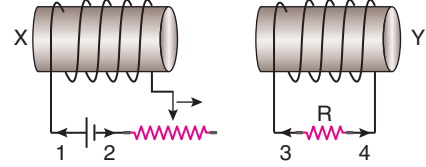
2. Sayfa düzlemine dik içeriye doğru olan düzgün manyetik alan içindeki X ve Y iletken çubuklarının boyları ℓ ve 3ℓ 'dir. Çubuklar O_1 ve O_2 noktaları etrafında sayfa düzleminde döndürülürken çubukların uçları arasında oluşan indüksiyon emk'leri ϵ_X ve ϵ_Y dir.



Buna göre $\frac{\epsilon_X}{\epsilon_Y}$ oranı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $\frac{1}{3}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{6}$ D) $\frac{1}{8}$ E) $\frac{1}{9}$

3. X ve Y akım makaralarından oluşmuş şekildeki sistemde reosta sürgüsü ok yönünde çekilmektedir.



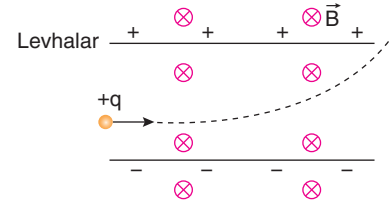
Buna göre;

- I. X akım makarasında, 1 yönünde özindüksiyon akımı,
- II. Y akım makarasında, 3 yönünde indüksiyon akımı,
- III. Y akım makarasında, 4 yönünde indüksiyon akımı oluşur.

Yukarıdaki yargılardan hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I ve III

4. Sayfa düzleminden içeri doğru olan düzgün $\vec{B}$ manyetik alanına sayfa düzleminde bulunan paralel levhalar yerleştirilerek şekildeki düzenek hazırlanmıştır.



$+q$ yüklü parçacık şekildeki yörüngeyi izlediğine göre,

- I. Yüke etkiyen elektriksel kuvvet, yüke etkiyen manyetik kuvvetten büyüktür.
- II. İşareti değiştirilirse yük aynı yörüngeyi izler.
- III. Manyetik alan yön değiştirirse yükün yörüngesi de değişir.

yargılarından hangileri doğru olur?

(Yer çekimi ve sürtünme ihmal edilmiştir.)

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III