

5. BÖLÜM

ELEKTROMANYETİK İNDÜKSİYON

ALİŞTIRMALAR

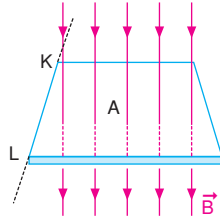
ÇÖZÜMLER

ELEKTROMANYETİK İNDÜKSİYON

1. a) İlk durumda manyetik alan yüzeyi diktir.

Yüzeydeki akı,

$$\begin{aligned}\Phi_0 &= B.A.\cos\theta \\ &= 500.600.10^{-4}.\cos0 \\ &= 30 \text{ Wb olur.}\end{aligned}$$



Levha KL eksenı boyunca 37° döndürüldüğünde

oluşan akı Φ_1

$$\alpha_1 = 37^\circ \text{ ise,}$$

$$\begin{aligned}\Phi_1 &= B.A.\cos37^\circ \\ &= 500.600.10^{-4}.0,8 \\ &= 24 \text{ Wb olur. Akıdaki değişme,}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta\Phi_1 &= \Phi_1 - \Phi_0 \\ &= 24 - 30 \\ &= -6 \text{ Wb olur.}\end{aligned}$$

- b) $\alpha_2 = 53^\circ$ ise, levhada oluşan akı,

$$\begin{aligned}\Phi_2 &= B.A.\cos53^\circ \\ &= 500.600.10^{-4}.0,6 \\ &= 18 \text{ Wb olur.}\end{aligned}$$

Akıdaki değişme.

$$\begin{aligned}\Delta\Phi_2 &= \Phi_2 - \Phi_0 \\ &= 18 - 30 \\ &= -12 \text{ Wb olur.}\end{aligned}$$

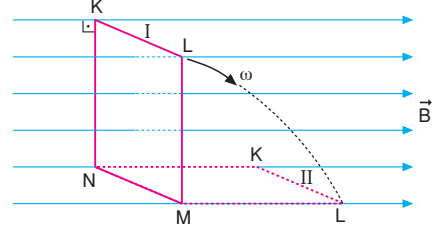
- c) Levha 90° döndürüldüğünde oluşan akı,

$$\begin{aligned}\Phi_3 &= B.A.\cos90^\circ \\ &= 0 \text{ olur.}\end{aligned}$$

Akıdaki değişme,

$$\begin{aligned}\Delta\Phi_3 &= \Phi_3 - \Phi_0 \\ &= 0 - 30 \\ &= -30 \text{ Wb olur.}\end{aligned}$$

- 2.



I. konumda tel çerçeveden geçen manyetik akı,

$$\begin{aligned}\Phi_1 &= B.A.\cos0^\circ \\ &= 2.0,5.1 \\ &= 1 \text{ Wb olur.}\end{aligned}$$

II. konumda tel çerçeveden geçen manyetik akı,

$$\begin{aligned}\Phi_2 &= B.A.\cos90^\circ \\ &= 2.0,5.0 \\ &= 0 \text{ olur.}\end{aligned}$$

Tel çerçevede oluşan indüksiyon emk sı,

$$\begin{aligned}\varepsilon &= -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \\ &= -\frac{(\Phi_2 - \Phi_1)}{\Delta t} \\ &= -\frac{(0 - 1)}{0,1} \\ &= 10 \text{ V olur.}\end{aligned}$$

Tel çerçevede oluşan indüksiyon akımı,

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{10}{50} = 0,2 \text{ A olur.}$$

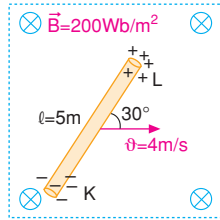
3.

- a) Bir iletken manyetik alan içinde hareket ettirilirse üzerindeki yüklere bir kuvvet etki eder. Kuvvet zıt yönlü olduğunda çubuğun bir ucunda (+) yük, diğer ucunda ise (-) yük birikir. Böylece çubuğun iki ucu arasında potansiyel fark doğar. Bu potansiyel,

$$\begin{aligned}\varepsilon &= -B \cdot \vartheta \cdot \ell \cdot \sin\alpha \\ &= -200 \cdot 4.5 \sin 0^\circ \\ &= 0 \text{ olur.}\end{aligned}$$

ℓ ile ϑ arasındaki açı 0° ise indüksiyon emk sı oluşmaz.

b)

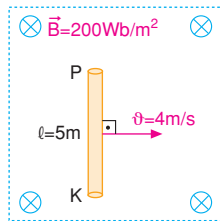


Tel manyetik alana dik ve hız vektörü ile tel arasındaki açı $\alpha = 30^\circ$ ise bu durumda telin L ucunda (+), K ucunda ise (-) yükler birikir. İndüksiyon emk sı ise,

$$\begin{aligned}\varepsilon &= -B \cdot \vartheta \cdot \ell \cdot \sin\alpha \\ &= -200 \cdot 4.5 \cdot \sin 30^\circ \\ &= -200 \cdot 4.5 \cdot \frac{1}{2} \\ &= -2 \cdot 10^3 \text{ V olur.}\end{aligned}$$

Buradaki “-” emk nın yönünü göstermektedir.

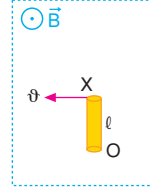
c)



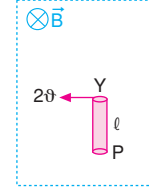
Hız vektörü tel ile 90° açı yapıyorsa yani $\alpha = 90^\circ$ ise oluşan emk maksimumdur ve değeri,

$$\begin{aligned}\varepsilon &= -B \cdot \vartheta \cdot \ell \cdot \sin\alpha \\ &= -200 \cdot 4.5 \cdot \sin 90^\circ \\ &= -4 \cdot 10^3 \text{ volt olur.}\end{aligned}$$

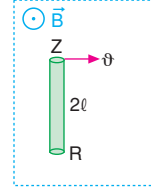
4.



Şekil-I



Şekil-II



Şekil-III

- a) Çubuklar manyetik alan içinde döndürüldüğünde emk yı bulmak istediğimizde, hızın ortalama değeri alınır. X çubuğunun ortalama hızı,

$$\vartheta_K = \frac{\vartheta + 0}{2} = \frac{\vartheta}{2}$$

İki ucu arasındaki emk ise,

$$\varepsilon_X = B \cdot \frac{\vartheta}{2} \cdot \ell = 120 \Rightarrow B \cdot \vartheta \cdot \ell = 240 \text{ volt olur.}$$

Y çubuğunun iki ucu arasındaki potansiyel fark,

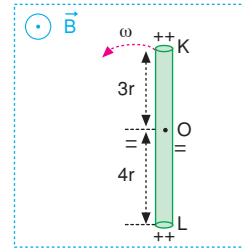
$$\varepsilon_Y = B \cdot \frac{2\vartheta}{2} \cdot \ell = B \cdot \vartheta \cdot \ell = 240 \text{ volt olur.}$$

- b) Z çubuğunun iki ucu arasındaki potansiyel fark,

$$\varepsilon_Z = B \cdot \frac{\vartheta}{2} \cdot 2\ell = B \cdot \vartheta \cdot \ell = 240 \text{ volt olur.}$$

5.

- a) Çubuk O noktası etrafında dönerken sağ el kuralına göre dört parmak manyetik alan yönünde, başparmak hız yönünü gösterecek şekilde tutulursa, avuç içinden çıkan dik vektör kuvvetin yönüdür. Bu durumda K ve L uçlarında (+) yük, O ucunda ise (-) yük birikir.



- b) KO noktaları arasındaki indüksiyon emk sı

$$\varepsilon_{KO} = B(\vartheta_K)_{\text{ort}} \cdot 3r$$

$$18V = B \cdot \frac{3\vartheta}{2} \cdot 3r$$

$$18V = \frac{9}{2} B \cdot \vartheta \cdot r$$

$$B \cdot \vartheta \cdot r = 4V \text{ olur.}$$

LO noktaları arasındaki indüksiyon emk sı,

$$\varepsilon_{LO} = B(\vartheta_L)_{\text{ort}} \cdot 4r$$

$$= B \cdot \left(\frac{4\vartheta}{2}\right) \cdot 4r$$

$$= 8 \cdot B \cdot \vartheta \cdot r$$

$$= 8 \cdot 4 = 32 \text{ volt olur.}$$

- c) KO arasındaki potansiyel 18V,

LO arasındaki potansiyel 32V ise K ve L noktaları arasındaki indüksiyon emk sı

$$\varepsilon_{KL} = 32 - 18 = 14 \text{ volt olur.}$$

6. a) 3,4,5 üçgeninden

$$|LO| = 4l \text{ ise}$$

$$|KO| = 3l \text{ olur.}$$

Çubuklar O noktası etrafında döndüğünden L noktasının hızı,

$$v_L = 4l \cdot \omega = 4\vartheta$$

K noktasının hızı,

$$v_K = 3l \cdot \omega = 3\vartheta \text{ olur.}$$

OL noktaları arasındaki indüksiyon emk sı,

$$\varepsilon_{LO} = B \cdot \left(\frac{\vartheta_K}{2}\right) \cdot l \cdot l \cdot OI$$

$$= B \cdot \left(\frac{4\vartheta}{2}\right) \cdot 4l$$

$$= 8 \cdot B \cdot \vartheta \cdot l = 16 \text{ volt} \Rightarrow B \cdot \vartheta \cdot l = 2 \text{ volt olur.}$$

KO noktaları arasındaki indüksiyon emk sı ise

$$\varepsilon_{KO} = B \cdot \left(\frac{\vartheta_K}{2}\right) \cdot 3l$$

$$= B \cdot \left(\frac{3\vartheta}{2}\right) \cdot 3l$$

$$= \frac{9}{2} \cdot B \cdot \vartheta \cdot l$$

$$= \frac{9}{2} \cdot 2$$

$$= 9 \text{ volt olur.}$$

- b) |LO| noktaları arasındaki indüksiyon emk sı 16 V, |KO| noktaları arasındaki indüksiyon emk sı 9 volt ise KL noktaları arasındaki emk sı

$$\varepsilon_{KL} = 16 - 9$$

$$= 7 \text{ V olur.}$$

7. a) Manyetik alan değiştiği için indüksiyon akımı oluşur. İndüksiyon akımının emk sı

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

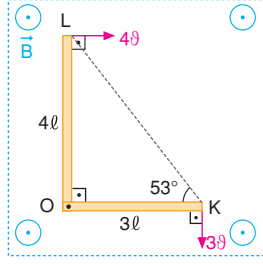
$$= - \frac{\Phi_s - \Phi_i}{\Delta t}$$

$$= - \frac{(B_s - B_i) \cdot A}{0,2}$$

$$= - \frac{(8 \cdot 10^4 - 6 \cdot 10^4) \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2}{0,2}$$

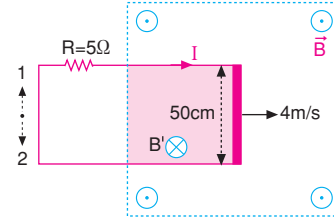
$$= - \frac{2 \cdot 10^4 \cdot 25 \cdot 10^{-4}}{0,2}$$

$$= -250 \text{ volt olur.}$$



- b) Akı arttığı için indüksiyon akımı bunu azaltmak isteyecektir. Bundan dolayı var olan manyetik alan (B) ye zıt yönde bir B' manyetik alanı oluşturacaktır. B sayfa düzleminde dışa doğru (⊙) olduğundan B' sayfa düzleminde içe (⊗) doğru olacaktır. Sağ el kuralından B' manyetik alanın içe doğru (⊗) olması için akım 2 yönünde olacaktır.

8.



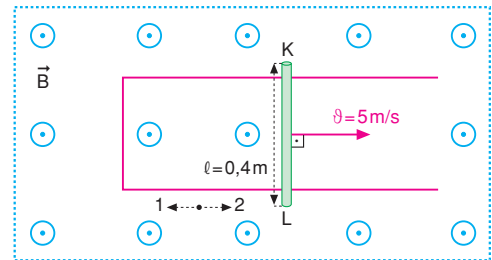
- a) Telin iki ucu arasında oluşan indüksiyon emk sı,
- $$\varepsilon = -B \cdot \vartheta \cdot l$$
- $$= -(100 \cdot 4 \cdot 0,5)$$
- $$= -200 \text{ volt olur.}$$

Direnç üzerinden geçen akım ise,

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{200}{5} = 40 \text{ A olur.}$$

- b) Tel manyetik alan içine çekildiğinden akı artar. Dolayısıyla indüksiyon akımı bunu azaltmak ister. Bu ise, B manyetik alanına zıt yönde (⊗) bir B' manyetik alanı oluşturmakla sağlanır. Sağ el kuralından manyetik alanın (⊗) yönünde olabilmesi için direnç üzerinde akımın 1 yönünde geçmesi gerekir.

9.



Çubukta oluşan emk,

$$\varepsilon = -B \cdot l \cdot \vartheta = -2 \cdot 0,4 \cdot 5 = -4 \text{ volt olur.}$$

Devrede oluşan indüksiyon akımı,

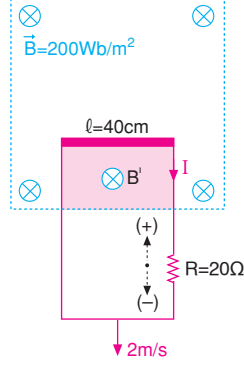
$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ A}$$

Lenz kanununa göre, 1 yönünde olur.

10. a) Tel çerçeve manyetik alanın dışına çekilirken indüksiyon emk sı,

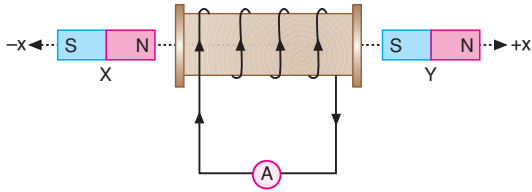
$$\begin{aligned}\varepsilon &= -B \cdot \dot{\theta} \cdot \ell \\ &= -(200 \cdot 2 \cdot 0,4) \\ &= -160 \text{ volt olur.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}I &= \frac{\varepsilon}{R} \\ &= \frac{160}{20} \\ &= 8 \text{ A olur.}\end{aligned}$$



- b) Çerçeve manyetik alanın dışına çekildiğinden akı azalır. İndüksiyon akımı bunu artıracak yönde olmalıdır. Bunun için indüksiyon akımının oluşturduğu B' manyetik alan B ile aynı yönlü olmalıdır. Sağ el kuralından, B' manyetik alanın (⊗) yönünde olması için akım (-) yönde olmalıdır.

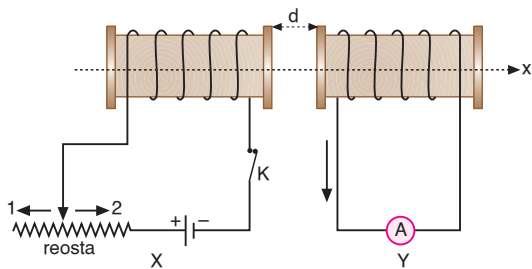
11.



Akım makarasından belirtilen yönde indüksiyon akımı geçmesi için, X mıknatısı +x yönünde yaklaştırılmalıdır. Bu durumda bobinin içerisinden geçen manyetik alan çizgileri artar. Halkadan geçen akı artar. Sistem bunu azaltmak için ok yönünde indüksiyon akımı oluşturur. Diğer durumlarda akı zıt yönde oluşur.

Bu durumda yalnız I işlemi tek başına yapılmalıdır.

12.



Lenz kanununa göre:

X devresindeki reostanın sürgüsü 2 yönünde hareket ettirilirse, Y devresinde ok yönünün tersi yönde indüksiyon akımı oluşur.

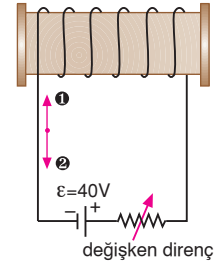
Y devresindeki solenoid +x yönünde hareket ettirilirse, Y devresinde ok yönünde indüksiyon akımı oluşur.

X devresindeki K anahtarı açılırsa, Y devresinde ok yönünde indüksiyon akımı oluşur.

Bu durumda II ve III işlemleri tek başlarına yapılmalıdır.

13. a) Direnç 20Ω iken devreden geçen akım,

$$\begin{aligned}I_1 &= \frac{\varepsilon}{R_1} \\ &= \frac{40}{20} \\ &= 2 \text{ A olur.}\end{aligned}$$



Direnç 10Ω olursa devreden geçen akım,

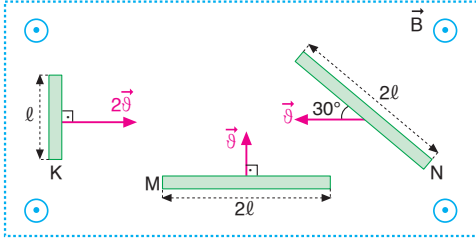
$$\begin{aligned}I_2 &= \frac{\varepsilon}{R_2} \\ &= \frac{40}{10} \\ &= 4 \text{ A olur.}\end{aligned}$$

Devredeki akım 2A dan 4A e çıktığından öz indüksiyon akımı bunu azaltacak yödedir. Öz indüksiyon akımı esas akıma zıt \bullet yöndedir.

- b) Devredeki öz indüksiyon emk sı,

$$\begin{aligned}\varepsilon &= -L \cdot \frac{\Delta i}{\Delta t} \\ &= -0,8 \cdot \frac{(4 - 2)}{0,4} \\ &= -4 \text{ volt olur.}\end{aligned}$$

1.



K ve M çubuklarında hız manyetik alana dik ve hız vektörü de çubuğa dik olduğundan oluşan indüksiyon emk'sı, $\epsilon = B \cdot v \cdot l$ eşitliğinden,

$$\epsilon_K = B \cdot 2v \cdot l = 2 \cdot B \cdot v \cdot l$$

$$\epsilon_M = B \cdot v \cdot 2l = 2 \cdot B \cdot v \cdot l$$

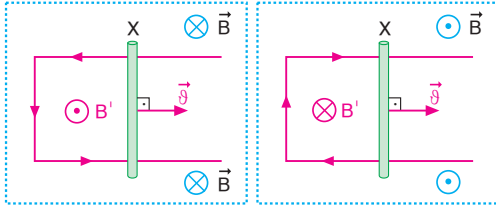
olur. N çubuğunda hız manyetik alana dik ve hız vektörü ile tel arasında α açısı varsa oluşan indüksiyon emk sı,

$$\begin{aligned} \epsilon_N &= B \cdot v \cdot 2l \cdot \sin 30^\circ \\ &= B \cdot v \cdot 2l \cdot \frac{1}{2} \\ &= B \cdot v \cdot l \text{ olur.} \end{aligned}$$

İndüksiyon emk ları arasında, $\epsilon_K = \epsilon_M > \epsilon_N$ ilişkisi vardır.

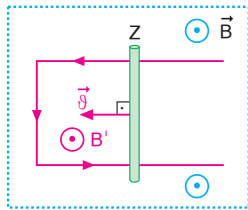
CEVAP B

2.



Şekil-I

Şekil-II

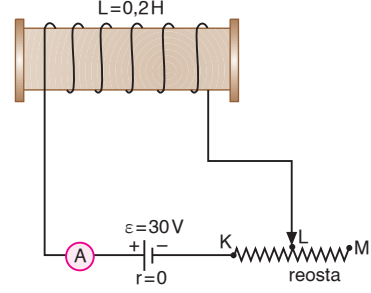


Şekil-III

Lenz kanununa göre, II ve III devrelerinde düzgün \vec{B} manyetik alanın yönü sayfa düzlemine dik ve dışarı doğrudur.

CEVAP E

3.



Reostanın sürgüsü L noktasındayken devreden geçen akımın şiddeti,

$$i_1 = \frac{\epsilon}{R_1} = \frac{30}{5} = 6 \text{ A olur.}$$

Reostanın sürgüsü M noktasındayken devreden geçen akımın şiddeti,

$$i_2 = \frac{\epsilon}{R_2} = \frac{30}{10} = 3 \text{ A olur.}$$

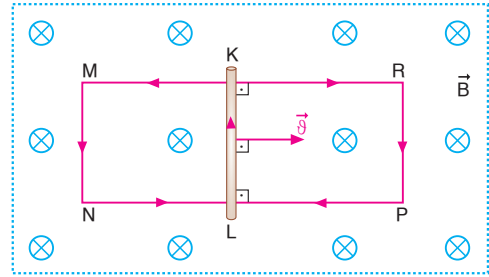
Akım makarasında oluşan öz indüksiyon emk sı,

$$\epsilon = -L \frac{\Delta i}{\Delta t} = -L \frac{(i_2 - i_1)}{(t_2 - t_1)} = -0,2 \frac{(3 - 6)}{0,1} = 6 \text{ V}$$

olur.

CEVAP D

4.



Lenz kanununa göre:

Tel çerçevenin MN kenarında M den N ye doğru indüksiyon akımı geçer.

I. yargı doğrudur.

Tel çerçevenin PR kenarında R den P ye doğru indüksiyon akımı geçer.

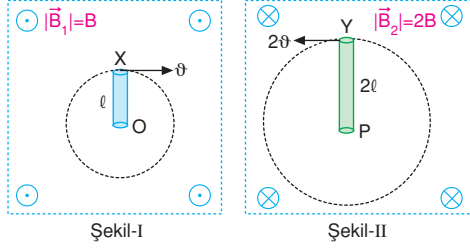
II. yargı doğrudur.

KL çubuğunda L den K ye doğru indüksiyon akımı geçer.

III. yargı doğrudur.

CEVAP E

5.



X çubuğunun iki ucu arasındaki indüksiyon emk sı

$$\varepsilon_X = -B_1 \cdot \dot{\theta} \cdot l$$

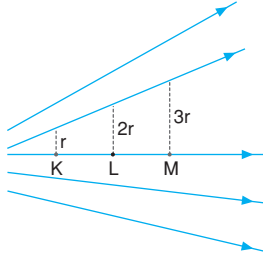
$$\varepsilon_X = -B \frac{\dot{\theta}}{2} \cdot l = -6V \Rightarrow B \cdot \dot{\theta} \cdot l = 12V \text{ olur.}$$

Y çubuğunun iki ucu arasındaki potansiyel fark ise,

$$\begin{aligned} \varepsilon_Y &= -B_2 \cdot \dot{\theta} \cdot 2l \\ &= -2B \cdot \left(\frac{2\dot{\theta}}{2}\right) \cdot 2l \\ &= 4B \cdot \dot{\theta} \cdot l \\ &= -4 \cdot 12 \\ &= -48 \text{ olur.} \end{aligned}$$

CEVAP A

6.

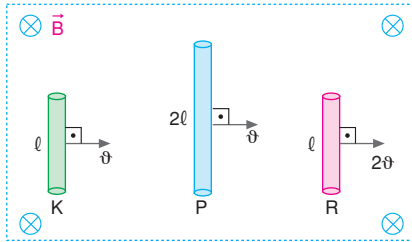


Kuvvet çizgileri arasındaki uzaklık büyüdüğünden K den M ye giderken manyetik alan küçülür. Bir yüzeyden geçen akı, manyetik alana bağlı olduğundan akı da küçülür. Bu durumda,

$$\Phi_K > \Phi_L > \Phi_M \text{ olur.}$$

CEVAP C

7.



Bir telde oluşan indüksiyon emk sı,

$$\varepsilon = -B \cdot \dot{\theta} \cdot l$$

ifadesiyle bulunur. Bu durumda,

$$\varepsilon_K = -B \cdot \dot{\theta} \cdot l = -\varepsilon$$

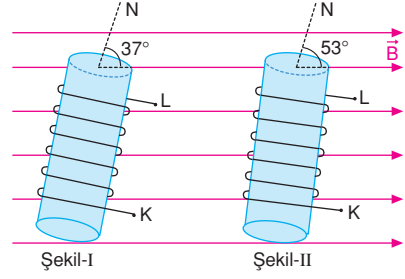
$$\varepsilon_P = B \cdot \dot{\theta} \cdot 2l = -2\varepsilon$$

$$\varepsilon_R = B \cdot 2\dot{\theta} \cdot l = -2\varepsilon \text{ olur.}$$

Buna göre, $\varepsilon_P = \varepsilon_R > \varepsilon_K$ olur.

CEVAP A

8.



Birinci durumda bobinden geçen akı,

$$\begin{aligned} \Phi_1 &= (B \cdot A \cdot \cos 37^\circ) \cdot N \\ &= (60 \cdot 50 \cdot 10^{-4} \cdot 0,8) \cdot 200 \\ &= 48 \text{ Wb olur.} \end{aligned}$$

Bobin Şekil-II deki konuma getirilirse üzerinden geçen akı,

$$\begin{aligned} \Phi_2 &= (B \cdot A \cdot \cos 53^\circ) \cdot N \\ &= (60 \cdot 50 \cdot 10^{-4} \cdot 0,6) \cdot 200 \\ &= 36 \text{ Wb olur.} \end{aligned}$$

K-L uçları arasında oluşan indüksiyon emk sı,

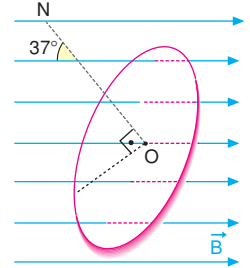
$$\begin{aligned} \varepsilon &= \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t} \\ &= \left(\frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t}\right) \\ &= -\left(\frac{36 - 48}{0,4}\right) \\ &= \frac{12}{0,4} \\ &= 30V \text{ olur.} \end{aligned}$$

CEVAP B

9.

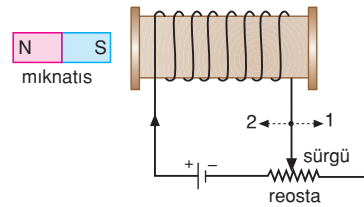
Yüzeyden geçen akı,

$$\begin{aligned} \Phi &= B \cdot A \cdot \cos \alpha \\ &= 5 \cdot 10^4 \cdot (\pi r^2) \cdot \cos 37^\circ \\ &= 5 \cdot 10^4 \cdot 3 \cdot (4 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 0,8 \\ &= 192 \text{ Wb olur.} \end{aligned}$$



CEVAP C

10.



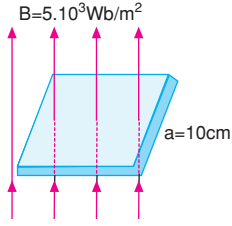
Devrede öz indüksiyon akımının oluşması için bobin üzerinde akımın değişmesi gerekir. Bu ise sürgünün 1 ya da 2 yönünde çekilmesi ile olur.

Mıknatısın bobine yaklaştırılması öz indüksiyon akımı oluşturmaz.

CEVAP D

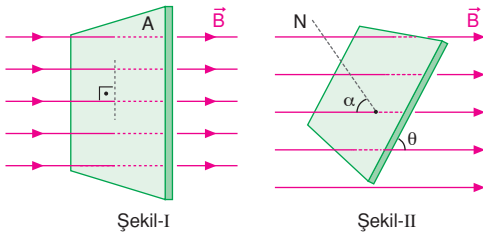
1. Kare levhadan geçen kuvvet çizgisi sayısı, levhadan geçen akı olarak tanımlanır. Büyüklüğü,

$$\begin{aligned}\Phi &= B.A.\cos\theta \\ &= 5.10^3.0,10,1.\cos0^\circ \\ &= 5.10^3.10^{-2}.1 \\ &= 50 \text{ Wb olur.}\end{aligned}$$



CEVAP B

- 2.



$$\begin{aligned}\text{İlk durumda akı } \Phi_1 &= B.A.\cos0 \\ &= 1000.400.10^{-4}.1 \\ &= 40 \text{ Wb olur.}\end{aligned}$$

İkinci durumda akı $\Phi_2 = B.A.\cos\alpha$
Akıdaki değişim

$$\begin{aligned}\Delta\Phi &= \Phi_{\text{son}} - \Phi_{\text{ilk}} \\ -20 &= 1000.400.10^{-4}.\cos\alpha - 40 \\ 20 &= 40.\cos\alpha \Rightarrow \cos\alpha = \frac{1}{2} \text{ olur.}\end{aligned}$$

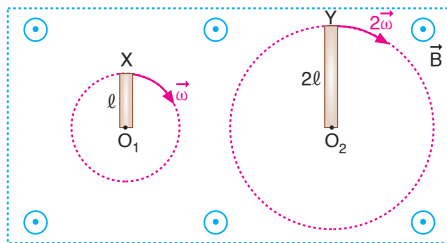
$$\cos\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ \text{ ve}$$

$$\theta + \alpha = 90$$

$$\theta + 60 = 90 \Rightarrow \theta = 30^\circ \text{ olur.}$$

CEVAP A

- 3.

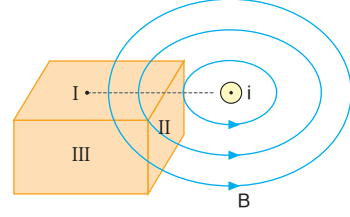


X ve Y çubuklarında oluşan indüksiyon emk ları yazılıp oranlanırsa,

$$\frac{\epsilon_X}{\epsilon_Y} = \frac{-\frac{B\omega l^2}{2}}{-\frac{B2\omega(2l)^2}{2}} = \frac{1}{8} \text{ olur.}$$

CEVAP A

- 4.



Sayfa düzlemine dik olan I akımının oluşturduğu manyetik alan I ve II yüzeylerinden geçmektedir. III yüzeyine paraleldir. Bu durumda I ve II yüzeylerinde manyetik akı oluşur.

CEVAP C

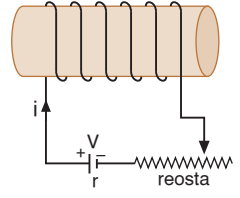
5. Şekildeki devrede bobinde oluşan öz indüksiyon emk sı,

$$\epsilon = -L.\frac{\Delta i}{\Delta t}$$

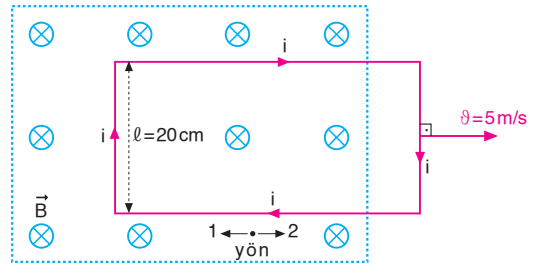
eşitliğinden bulunur. Bu eşitlikte öz indüksiyon emk sı; öz indüksiyon kat sayısı L, reostanın direncinin değişmesinden etkileneceğinden, devredeki akımın değişmesini etkiler.

Pilin bağlanma şekli devredeki akımın yönünü değiştirir.

CEVAP B



- 6.



Tel çerçevede oluşan indüksiyon emk sınırın büyüklüğü

$$\begin{aligned}\epsilon &= -B.l.v \\ &= -6.0,25 \\ &= -6V \text{ olur.}\end{aligned}$$

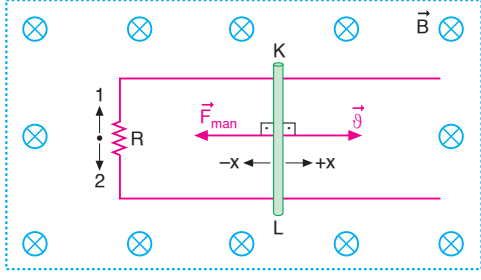
Tel çerçeveden geçen akımın büyüklüğü

$$i = \frac{\epsilon}{R} = \frac{6}{15} = 0,4A \text{ olur.}$$

Lenz kanununa göre, akımın yönü 1 yönünde olur.

CEVAP C

7.

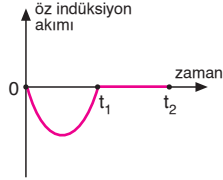


Lenz kanununa göre:

$$\frac{i}{2 \text{ yönünde}} \quad \frac{F_{\text{man.}}}{-x \text{ yönünde}} \quad \text{olur.}$$

CEVAP D

8.



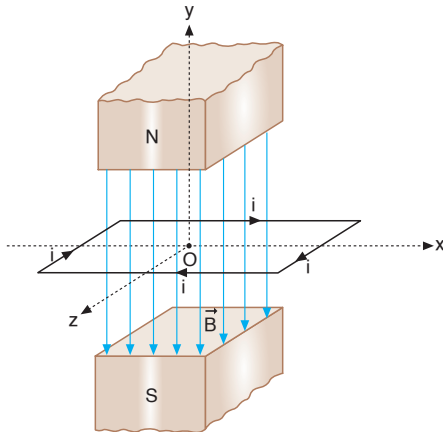
Bir devrede oluşan öz indüksiyon emk sı,

$$\varepsilon = -L \cdot \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

olduğundan bu devrede öz indüksiyon akımının zamanla değişimi şekildeki gibi olur.

CEVAP D

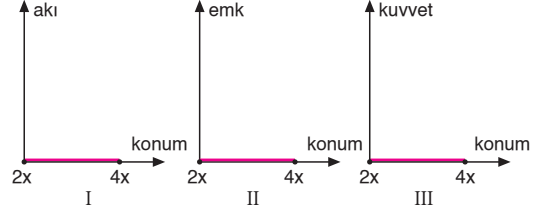
9.



Tel çerçeveden belirtilen yönde indüksiyon akımı geçebilmesi için, Lenz kanununa göre, I, II ve III işlemleri tek başına yapılmalıdır.

CEVAP E

10. $t = 0$ anında çerçeve manyetik alanın dışında olduğundan üzerinden akı geçmez. Çerçeve manyetik alan içerisine girmeye başladığında, manyetik alan çerçeveye paralel olduğundan çerçevenin içerisinden manyetik alan geçmez. Bu durumda çerçevenin içerisinden geçen akı $\Phi = 0$ dolayısıyla $\varepsilon = 0$ ve tele etki eden manyetik kuvvet sıfır olur.



CEVAP C

1. Diskten geçen akı,

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos\alpha$$

$$180 = 4 \cdot 10^4 \cdot (\pi \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2) \cdot \cos\alpha$$

$$180 = 4 \cdot 10^4 \cdot 3.25 \cdot 10^{-4} \cdot \cos\alpha$$

$$60 = 100 \cdot \cos\alpha$$

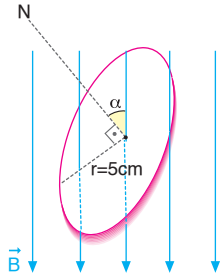
$$\cos\alpha = 0,6$$

$$\alpha = 53^\circ \text{ olur.}$$

Manyetik alanla yüzey arasındaki açı,

$$90^\circ - 53^\circ = 37^\circ \text{ olur.}$$

CEVAP A

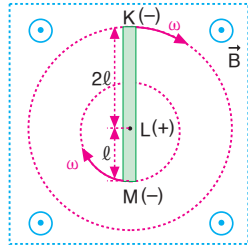


2. Sağ el kuralına göre,

K deki yükün işareti L deki yükün işareti M deki yükün işareti

- + -

olur.

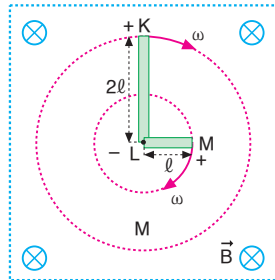


CEVAP B

3. Sağ el kuralına göre;

K L M
+ - +

olur.



CEVAP B

4. Solenoidden geçen manyetik akılar,

$$\Phi_1 = N \cdot B_1 \cdot A = 5 \cdot 10^2 \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 10^{-2} = 2 \text{ Wb}$$

$$\Phi_2 = N \cdot B_2 \cdot A = 5 \cdot 10^2 \cdot 2 \cdot 10^{-1} \cdot 1 \cdot 10^{-2} = 1 \text{ Wb}$$

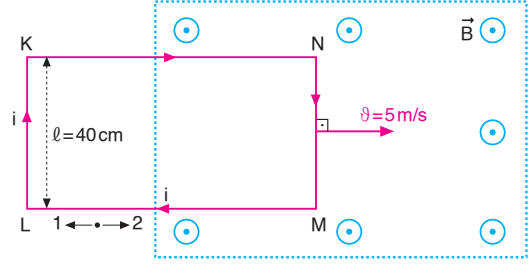
olur. Solenoidde oluşan indüksiyon emk sı,

$$\varepsilon = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = - \frac{(\Phi_2 - \Phi_1)}{\Delta t} = - \frac{(1 - 2)}{0,1} = \frac{1}{0,1} = 10 \text{ V}$$

olur.

CEVAP A

- 5.



Tel çerçevede oluşan indüksiyon emk sınırın büyüklüğü,

$$\varepsilon = -B \cdot l \cdot v$$

$$= -2,0 \cdot 4,5$$

$$= -4 \text{ V olur.}$$

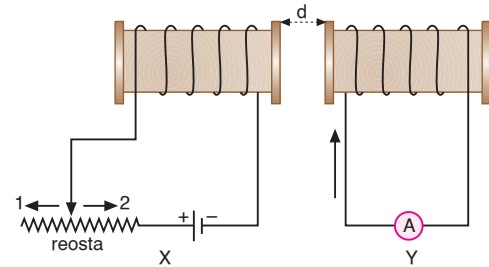
Tel çerçeveden geçen akımın büyüklüğü,

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ A olur.}$$

Lenz kanununa göre, akımın yönü 1 yönünde olur.

CEVAP C

- 6.



Lenz kanununa göre:

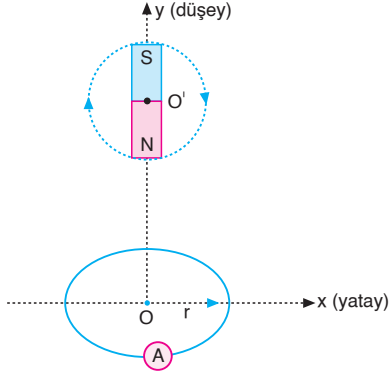
Reostanın sürgüsü 1 yönünde hareket ettirilirse, Y devresinde ok yönünün tersi yönde indüksiyon akımı oluşur.

Reostanın sürgüsü 2 yönünde hareket ettirilirse, Y devresinde ok yönünde indüksiyon akımı oluşur.

X devresi Y devresine yaklaştırılırsa, Y devresinde ok yönünde indüksiyon akımı oluşur.

CEVAP E

7.

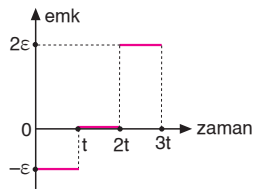


Tel halkada indüksiyon akımı oluşması için, tel halkadan geçen manyetik akının değişmesi gerekir.

I, II ve III işlemleri tek başına yapıldığında, tel halkadan geçen manyetik akı değişir ve halkada indüksiyon akımı oluşur.

CEVAP E

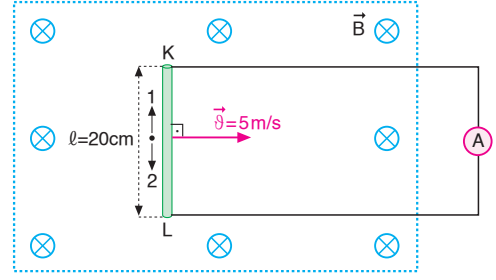
8.



Halkada oluşan indüksiyon emk sının zamanla değişim grafiği şekildeki gibi olur.

CEVAP C

9.



Çubuğun uçları arasında oluşan indüksiyon emk sı

$$\begin{aligned}\varepsilon &= -B \ell \vartheta \\ &= -2 \cdot 2 \cdot 10^{-1} \cdot 5 \\ &= -2V \text{ olur.}\end{aligned}$$

I. yargı doğrudur.

Çubuktan geçen indüksiyon akımı,

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{2}{10} = 0,2A \text{ olur.}$$

Sağ el kuralına göre 1 yönünde olur.

II. yargı yanlıştır.

Çubuğa etkiyen manyetik kuvvetin büyüklüğü,

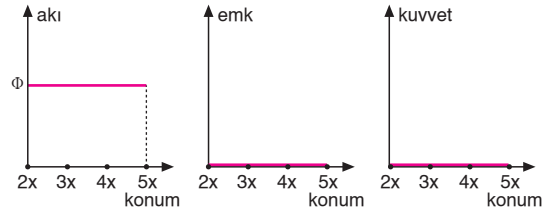
$$F_{\text{man}} = i \cdot \ell \cdot B = 0,2 \cdot 2 \cdot 10^{-1} \cdot 2 = 8 \cdot 10^{-2} \text{ N olur.}$$

Çubuğun hareket yönüne ters yönde olur.

III. yargı doğrudur.

CEVAP D

10. Çerçevenin tamamı manyetik alan içerisinde iken manyetik akı, $\Phi = B \cdot A$ sabit olur. Akı sabit olduğundan emk ve kuvvet sıfırdır. Bu durumda akının, emk'nin ve manyetik kuvvetin çerçevenin konumu-na bağlı grafikleri şekildeki gibi olur.



CEVAP D

Adı ve Soyadı :

Sınıfı :

Numara :

Aldığı Not :

Bölüm Yazılı Soruları (Elektromanyetik İndüksiyon)



1. a) Telin iki ucu arasında oluşan

indüksiyon emk sı,

$$\varepsilon = -B \cdot \dot{\vartheta} \cdot \ell \cdot \sin\alpha$$

eşitliği ile bulunur.

$$\alpha = 37^\circ \text{ ise}$$

$$\varepsilon_1 = -B \cdot \dot{\vartheta} \cdot \ell \cdot \sin 37^\circ = -100 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 0,6 = -600 \text{ V}$$

olur.

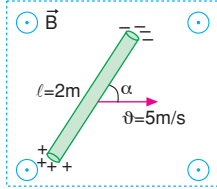
- b) $\alpha = 53^\circ$ ise,

$$\varepsilon_2 = -B \cdot \dot{\vartheta} \cdot \ell \cdot \sin 53^\circ = -100 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 0,8 = -800 \text{ V}$$

olur.

- c) $\alpha = 90^\circ$ ise,

$$\varepsilon_2 = -B \cdot \dot{\vartheta} \cdot \ell \cdot \sin 90^\circ = -100 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 1 = -1000 \text{ V olur.}$$



2. a) Sağ el kuralını uygularsak K ucunda "+" yük, O ucunda ise "-" yükün biriktiğini görürüz.

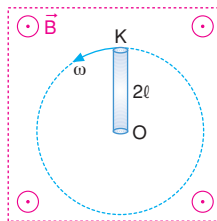
- b) Sağ el kuralından, dört parmak manyetik alan, baş parmak hız yönünde tutulduğunda avuç içi "+" yüke etki eden kuvveti gösterir. Bu durumda P ucunda "-" yük R ucunda ise "+" yük birikir.

- c) Mekanikte dairesel hareket konusundan hatırlanacağı gibi çizgisel hız ($\dot{\vartheta}$) ile açısal hız (ω) arasındaki ilişki, $\dot{\vartheta}_K = \omega \cdot 2\ell = 2 \cdot \omega \ell$ şeklindedir. Bu hız çubuğun K ucunun hızıdır. Çubuk O noktası etrafında döndüğünden $V_O = 0$ dir. Bu durumda KO nun indüksiyon emk sı bulunurken ortalama hız alınır.

$$\dot{\vartheta}_{\text{ort}} = \frac{\dot{\vartheta}_K + \dot{\vartheta}_O}{2} = \frac{2 \cdot \omega \ell}{2} = \omega \ell \text{ olur.}$$

$$\varepsilon_{KO} = B \cdot \dot{\vartheta}_{\text{ort}} \cdot \ell = B \cdot \omega \cdot \ell \cdot \ell = 20$$

$$B \cdot \omega \cdot \ell^2 = 20 \text{ volt olur.}$$



Şekil-I

P ucunun çizgisel hızı,

$$\dot{\vartheta}_P = \omega \cdot \ell$$

R ucunun çizgisel hızı ise,

$$\dot{\vartheta}_R = \omega \cdot 0 = 0 \text{ dir.}$$

$$\dot{\vartheta}_{\text{ort}} = \frac{\dot{\vartheta}_P + \dot{\vartheta}_R}{2}$$

$$= \frac{\omega \cdot \ell}{2} \text{ olur.}$$

PR arasında oluşan indüksiyon emk sı ise,

$$\varepsilon_{PR} = B \cdot \dot{\vartheta}_{\text{ort}} \cdot \ell$$

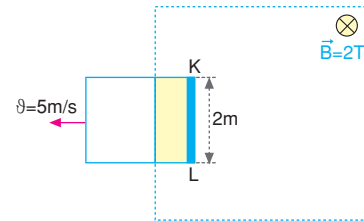
$$= B \cdot \frac{\omega \cdot \ell}{2} \cdot \ell$$

$$= \frac{B \cdot \omega \cdot \ell^2}{2} \text{ olur.}$$

Bulduğumuz $B \cdot \omega \cdot \ell^2 = 20$ eşitliğini yerine yazarsak,

$$\varepsilon_{PR} = \frac{20}{2} = 10 \text{ volt olur.}$$

3. a)



Tel çerçeve manyetik alanın dışına çekilirken çerçeveden geçen akı azalır. Oluşan akım bunu artıracak yöndedir ve değeri,

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B \cdot \dot{\vartheta} \cdot \ell}{R} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 2}{20} = 1 \text{ A olur.}$$

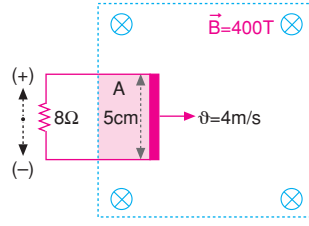
- b) Çerçeve sabit hızla çekildiğinden ivme sıfırdır.

Bu da, kuvvetin büyüklüğünün,

$$F = B \cdot i \cdot \ell = 2 \cdot 1 \cdot 2 = 4 \text{ N olur.}$$

4.

- a) Tel çerçeve manyetik alan içine çekilirken çerçevenin manyetik alan içindeki alanı artar. Dolayısı ile çerçevedeki akı değişir.



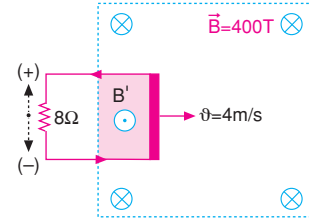
Bu akı değişimi beraberinde bir indüksiyon akımı doğurur. Tel çerçevede oluşan indüksiyon emk sı,

$$\varepsilon = -B \cdot \dot{\theta} \cdot \ell = -400 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 10^{-2} = -80 \text{ volt}$$

Direnç üzerinden geçen akım ise,

$$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{80}{8} = 10 \text{ A olur.}$$

- b) Akımın yönü Lenz kuralından bulunur. Çerçeve manyetik alanın içine çekildiğinden çerçeveden geçen manyetik akı artar. Çerçeve bu



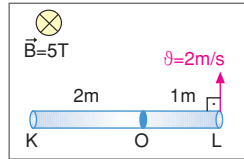
artışı azaltmak ister bunun için de B ye zıt yönde bir B' manyetik alanı oluşturur. B' manyetik alanın B'ye zıt yani sayfa düzleminden dışa doğru (⊙) olabilmesi için sağ el kuralına göre akım direnç üzerinde (-) yönde geçmelidir.

5. L noktasının çizgisel hızı 2 m/s ise açısal hızı,

$$\dot{\theta}_L = \omega \cdot \ell$$

$$2 = \omega \cdot 1 \Rightarrow \omega = 2 \text{ rad/s}$$

olur. Çubuk O noktası



etrafında döndürüldüğünden K noktasının açısal hızı da 2 rad/s dir. OL noktaları arasındaki potansiyel fark,

$$\varepsilon_L = -B \cdot (\dot{\theta}_L)_{\text{ort}} \cdot 1$$

$$= -5 \cdot \left(\frac{2}{2}\right) \cdot 1$$

$$= -5 \text{ volt olur.}$$

OK noktaları arasındaki potansiyel fark ise,

$$\varepsilon_K = -B \cdot (\dot{\theta}_K)_{\text{ort}} \cdot 2$$

$$= -B \cdot \left(\frac{2 \cdot \dot{\theta}_L}{2}\right) \cdot 2$$

$$= -5 \cdot \frac{2 \cdot 2}{2} \cdot 2 = -20 \text{ volt olur.}$$

K ve L noktaları arasındaki potansiyel fark ise,

$$\begin{aligned} \varepsilon_{KL} &= \varepsilon_L - \varepsilon_K \\ &= -5 - (-20) \\ &= 15 \text{ volt olur.} \end{aligned}$$

6. Çubuk O noktası etrafında döndüğünden K ve L uçlarının açısal hızları (ω) aynıdır. L ucunun çizgisel hızı,

$$\dot{\theta}_L = \omega \cdot 3$$

$$= 5 \cdot 3$$

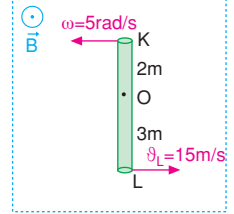
$$= 15 \text{ m/s}$$

L-O noktaları arasında oluşan indüksiyon emk sı,

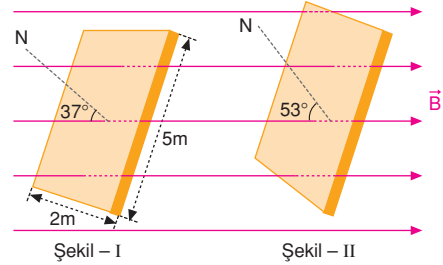
$$\varepsilon_L = -B \cdot \dot{\theta}_{L_{\text{ort}}} \cdot |OL|$$

$$= -20 \cdot \left(\frac{15}{2}\right) \cdot 3$$

$$= -450 \text{ V olur.}$$



7. a)



İlk durumda, yani Şekil-I de levhada oluşan akı,

$$\Phi_1 = B \cdot A \cdot \cos 37^\circ = 4 \cdot 10^2 \cdot (2.5) \cdot 0,8 = 3,2 \cdot 10^3 \text{ Wb}$$

Şekil-II de oluşan akı,

$$\Phi_2 = B \cdot A \cdot \cos 53^\circ$$

$$= 4 \cdot 10^2 \cdot (2.5) \cdot 0,6$$

$$= 2,4 \cdot 10^3 \text{ Wb olur.}$$

Sistemde oluşan emk birim zamanda akıda meydana gelen değişmedir.

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

$$= - \left(\frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t} \right)$$

$$= - \left(\frac{2,4 \cdot 10^3 - 3,2 \cdot 10^3}{2} \right)$$

$$= 400 \text{ volt olur.}$$

- b) Levhanın periyodu basit bir orantıyla bulunabilir. Levha $53^\circ - 37^\circ = 16^\circ$ yi 2 saniyede döndüğüne göre,

$$\begin{array}{rcl} 2 \text{ saniyede} & 16^\circ \text{ dönerse} & \\ T \text{ saniyede} & 360^\circ \text{ döner.} & \end{array}$$

$$T \cdot 16 = 360^\circ \cdot 2$$

$$T = 45 \text{ s olur.}$$

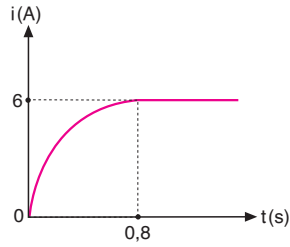
8. Makarada oluşan öz indüksiyon emk sı denklemin-den,

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

$$-3 = -L \frac{(6 - 0)}{(0,8 - 0)}$$

$$2,4 = 6L$$

$$L = 0,4 \text{ H olur.}$$



9. Çerçeve de oluşan indüksiyon emk sı,

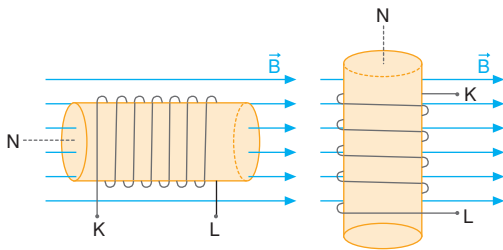
$$\varepsilon = \frac{-\Delta \Phi}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = \frac{-A \cdot (B_2 - B_1)}{\Delta t}$$

$$-20 = -\frac{A(7 \cdot 10^3 - 2 \cdot 10^3)}{0,5}$$

$$10 = A \cdot 5 \cdot 10^3 \Rightarrow A = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \\ = 20 \text{ cm}^2 \text{ olur.}$$

- 10.



- a) İlk durumda bobinden geçen akı,

$$\Phi_1 = B \cdot A \cdot \cos \alpha \cdot N$$

$$= 4 \cdot 10^2 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot \cos 0 \cdot 100$$

$$= 20 \text{ Wb olur.}$$

II. durumda yüzeyin normali manyetik alana dik olduğundan akı geçmez. $\Phi_2 = 0$ olur.

İndüksiyon emk sı,

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

$$= -\frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t}$$

$$= -\frac{(0 - 20)}{20 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 1000 \text{ volt olur.}$$

- b) Bobin 20 ms de 90° döndüğüne göre periyodu,

20 ms de 90° dönerse

T saniyede 360° döner.

$$T \cdot 90 = 20 \cdot 360$$

$$T = 80 \text{ ms}$$

$$= 80 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$= 0,08 \text{ s olur.}$$

