

Elektriksel Kuvvet ve Elektrik Alan

ELEKTRİKSEL KUVVET

- Yüklü cisimler arasında bir itme ya da çekme kuvveti vardır. Bu kuvvet elektriksel kuvvet ya da coulomb kuvveti olarak bilinir.
- Yükler arasındaki kuvvet yüklerin çarpımı ile doğru orantılı aralarındaki uzaklığın karesi ile ters orantılıdır.

Yükler arasındaki itme ya da çekme kuvvetinin matematiksel modeli,

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

F: Yükler arasındaki elektriksel kuvvet (N)

q_1, q_2 : Yük miktarı (coulomb)

d: Yükler arasındaki uzaklık

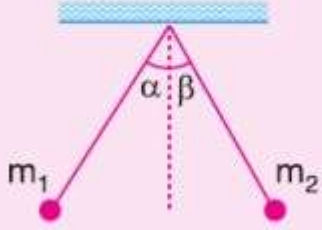
k: Coulomb sabiti $\left(k=9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}\right)$

-
-
- Yükler arasındaki itme ya da çekme kuvveti daima birbirine eşit, zıt ve yükleri birleştiren doğrultu üzerindedir.

BEST
BİLGİ

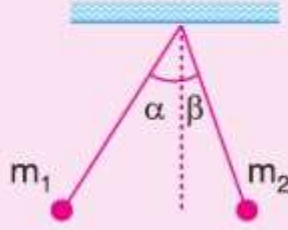


Aşağıdaki şekillerde her üç durumda,
Kürelerin yük işaretleri aynıdır.
Kürelerin birbirine uyguladığı elektriksel
kuvvetin büyüklüğü eşittir.



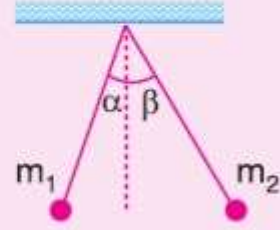
$\alpha = \beta$ ise

$m_1 = m_2$



$\alpha > \beta$ ise

$m_1 < m_2$



$\alpha < \beta$ ise

$m_1 > m_2$

Elektriksel Kuvvet Soruları ve Çözümleri



Örnek – 1

Aralarında 30 cm uzaklık bulunan, $q_1 = 2\mu\text{C}$ ve $q_2 = 8\mu\text{C}$ luk elektrik yüklerinin arasındaki etkileşim kuvvetinin şiddeti kaç N olur?

($k = 9 \cdot 10^9$, $\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$, $1\mu\text{C} = 10^{-6}\text{C}$)

- A) 2,6 B) 2,2 C) 1,6 D) 1,4 E) 0,8

Çözüm:

Gerekli dönüşümleri yaparak, $30 \text{ cm} = 3 \cdot 10^{-1} \text{ m}$, $1\mu = 10^{-6}$

$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$ bağıntısında yerine yazılırsa;

$$F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 8 \cdot 10^{-6}}{(3 \cdot 10^{-1})^2}$$

$$F = \frac{2 \cdot 10^9 \cdot 16 \cdot 10^{-12}}{(9 \cdot 10^{-2})} = 1,6 \text{ N} \text{ bulunur.}$$

Cevap C



Örnek – 2

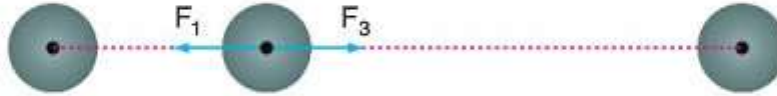


Aynı doğrultu üzerine şekildeki gibi yerleştirilen yüklerden q_1 ve q_3 sabit, q_2 ise hareketlidir.

q_2 yükünün verilen konumda dengede kalabilmesi için $\frac{q_1}{q_3}$ oranı ne olmalıdır?

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

Çözüm:



q_2 yükünün dengede kalabilmesi için q_1 in q_2 ye uygulayacağı kuvvet ile q_3 ün q_2 ye uygulayacağı kuvvetin şiddetleri eşit, yönleri ise zıt olmalıdır.

Bu durumda $F_1 = F_3$ olur.

$$k \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = k \frac{q_2 \cdot q_3}{4d^2} \text{ yazılabilir.}$$

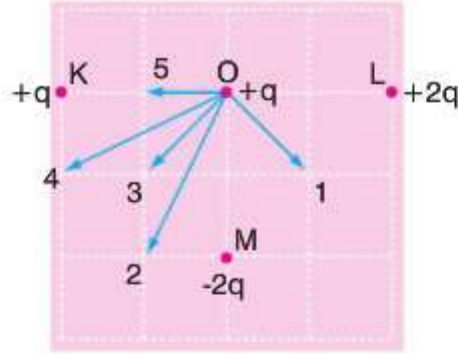
Eşitlikte, gerekli sadeleştirme yapılırsa; $\frac{q_1}{q_3} = \frac{1}{4}$ olur.

(Hem q_1 hem de q_3 , q_2 yi çekmiş veya itmiş olacağından q_1 ve q_3 ün işaretleri aynı olacaktır.)

Cevap A



Örnek – 3

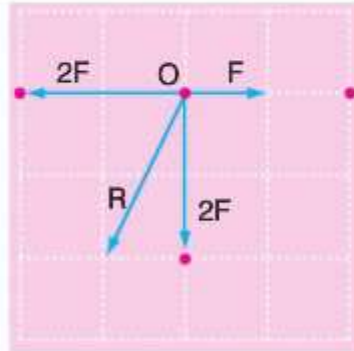


Eşit bölmeli sürtünmesiz yatay düzlemin K, L, M noktalarına sırasıyla $+q$, $+2q$, $-2q$ noktasal yükleri şekildeki gibi sabitlenmiştir.

Buna göre, O noktasına bırakılan $+q$ yükü hangi yönde harekete geçer?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

Çözüm:

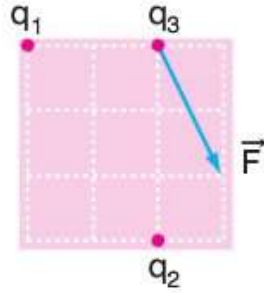


$$F = \frac{K \cdot q \cdot q}{4d^2} \quad , \quad 2F = \frac{K \cdot q \cdot 2q}{4d^2}$$

K noktasındaki $+q$ yükünün O noktasındaki $+q$ yüküne uyguladığı kuvvet F ise L ninki $2F$, M ninki de $2F$ olur. Buna göre, O noktasındaki yüke etki eden bileşke kuvvet R, şekildeki gibi 2 yönünde olur.

Cevap B

Örnek – 4

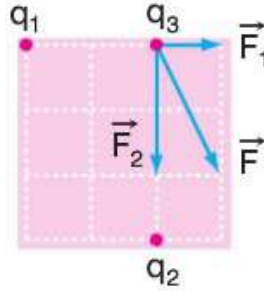


Eşit bölmelere ayrılmış düzlem üzerine şekildeki gibi yerleştirilen q_1 ve q_2 yüklerinin, q_3 yüküne uyguladıkları elektriksel kuvvetlerin bileşkesi $\vec{F}$ dir.

Buna göre, $\frac{q_1}{q_2}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{1}{5}$ B) $-\frac{2}{9}$ C) $\frac{1}{4}$ D) $-\frac{4}{9}$ E) $\frac{1}{2}$

Çözüm:



$\vec{F}$ kuvvetinin yatay bileşeni, q_1 yükünün q_3 e uyguladığı $\vec{F}_1$ kuvveti, düşey bileşeni ise q_2 nin q_3 e uyguladığı $\vec{F}_2$ kuvvetidir.

$\vec{F}_1$ kuvvetinin büyüklüğü F ise $\vec{F}_2$ kuvvetinin büyüklüğü $2F$ dir.

Bu itme ve çekme kuvvetleri yazılıp taraf tarafa oranlanırsa;

$$F_1 = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_3}{2^2} = F$$

$$F_2 = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_3}{3^2} = 2F \text{ olur.}$$

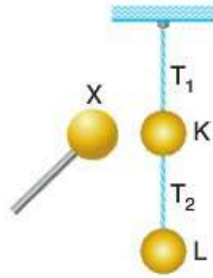
Buradan, $q_1 = 4F$, $q_2 = 18F$ bulunur.

q_1 itme, q_2 çekme kuvveti uyguladığından yükler zıt işaretlidir ve oran

$$\frac{q_1}{q_2} = -\frac{4F}{18F} = -\frac{2}{9} \text{ olur.}$$

Cevap B

Örnek – 5

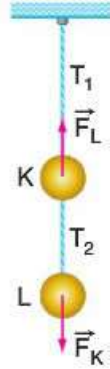


İletken ve yüksüz K, L küreleri şekildeki gibi asıldığında iplerdeki gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri T_1 ve T_2 oluyor.

Yüklü X küresi yalıtkan sapından tutularak önce K ye sonra L ye dokundurulup ayrıldığında iplerdeki T_1 ve T_2 gerilmeleri için ne söylenebilir?

T_1	T_2
A) Artar	Artar
B) Azalır	Artar
C) Azalır	Azalır
D) Değişmez	Artar
E) Artar	Değişmez

Çözüm:



$$T_1 + F_L = G_K + G_L + F_K \Rightarrow T_1 = G_K + G_L \text{ dir.}$$

I. durumda $T_2 = G_L$ dir.

II. durumda $T_2' = G_L + F_K$ olur ve artar.

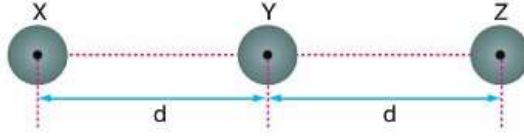
II. durumda $T_1' = G_K + G_L$ dir değişmez.

X küresi, yüksüz K ve L kürelerine dokundurulduğunda K ve L küreleri aynı tür yükle yüklenirler. Bu nedenle küreler birbirlerini eşit ve zıt yönlü $\vec{F}_K$ ve $\vec{F}_L$ kuvvetleriyle iterler. K ve L kürelerinin birbirlerini itmesi veya çekmesi sadece T_2 gerilmesini etkiler. T_1 ip gerilmesi sadece kürelerin ağırlıklarına bağlıdır.

Buna göre, T_1 değişmez, T_2 artar.

Cevap D

Örnek – 6



Sürtünmesi önemsenmeyen yatay düzleme sabitlenmiş olan yüklü X, Y küreleri ile tutulmakta olan yüklü Z küresinin konumları şekildeki gibidir.

Z küresi serbest bırakıldığında hareket etmediğine göre,

- I. X ile Y küreleri zıt yükle yüklüdürler.
- II. X in yük miktarı, Y ninkinden fazladır.
- III. Z nin yük miktarı, Y ninkinden fazladır.

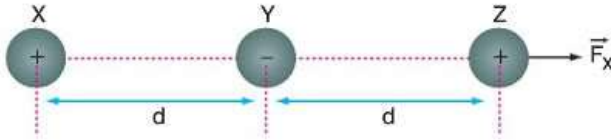
yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

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

Çözüm:

- I. Z küresinin, bulunduğu konumda dengede kalabilmesi için, küreye uygulanan elektriksel kuvvetlerin bileşkesi sıfır olmalıdır. Yani X ve Y kürelerinden biri Z küresini iterken, diğeri çekmelidir. Bu yüzden X ve Y küreleri zıt elektrik yükü ile yüklüdür. (I doğru)

II.



X küresinin yükünün işaretine (+), Y ninkine (-), Z ninkine (+) dediğimizde, Z küresinin bulunduğu konumda dengede kalabilmesi için, Z küresine etki eden kuvvetlerin bileşkesi sıfır olmalıdır.

Buna göre,

$$\vec{F}_X + \vec{F}_Y = 0$$

$$F_X = F_Y$$

$$k \cdot \frac{q_X \cdot q_Z}{(2d)^2} = k \cdot \frac{q_Y \cdot q_Z}{d^2}$$

$$k \cdot \frac{q_X \cdot q_Z}{4d^2} = k \cdot \frac{q_Y \cdot q_Z}{d^2}$$

$$q_X = 4q_Y \text{ sonucu bulunur.}$$

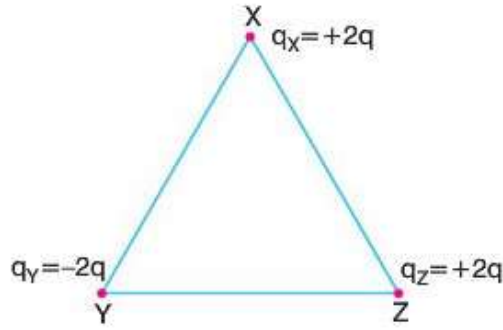
Yani X küresinin yükünün miktarı, Y ninkinden fazladır. (II doğru)

- III. Z ve Y kürelerinin yük miktarları hakkında kesin bir şey söylenemez. (III te kesinlik yok)

Cevap C



Örnek – 7



Eşkenar üçgenin köşelerine yerleştirilen şekildeki noktasal X, Y, Z cisimlerinin elektrik yükleri sırasıyla $+2q$, $-2q$ ve $+2q$ dur.

Y ve Z cisimlerine uygulanan bileşke elektriksel kuvvetlerin büyüklükleri sırasıyla F_Y ve F_Z olduğuna göre, $\frac{F_Y}{F_Z}$ oranı nedir?

A) $\frac{1}{2}$

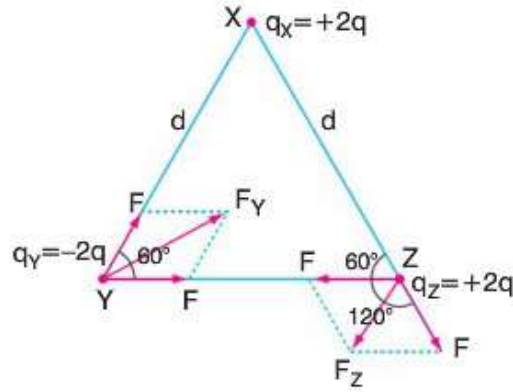
B) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

C) $\sqrt{3}$

D) 2

E) 3

Çözüm:



Yüklerin büyüklükleri ve aralarındaki uzaklıklar eşit olduğundan, birbirlerine uyguladıkları elektriksel kuvvetlerin büyüklükleri de eşittir. Y cismine uygulanan bileşke elektriksel kuvvetin büyüklüğü, iki kuvvet eşit büyüklükte ve aralarında 60° derece var ise bileşke kuvvet,

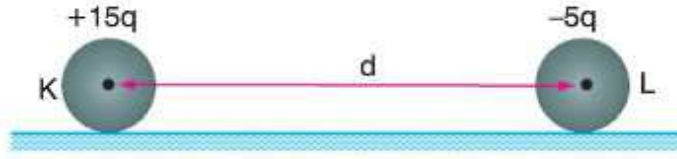
$$R = a\sqrt{3} = F\sqrt{3} \text{ olur.}$$

Bu durumda $F_Y = \sqrt{3}F$ dir. Z cismine uygulanan elektriksel kuvvetin büyüklüğü ise, iki kuvvet arasındaki açı 120° olduğundan bileşkenin büyüklüğü bunlardan birine eşit olmalıdır. Bu durumda; $F_Z = F$ olur.

Cevap C



Örnek – 8



Şekildeki özdeş ve iletken K ve L kürelerinden K nin yükü $+15q$, L nin yükü $-5q$ dur. Kürelerin arasında d kadar uzaklık varken, K nin L ye uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü F_1 dir. Küreler birbirine dokundurulup tekrar aynı uzaklığa konulduğunda K nin L ye uyguladığı kuvvetin büyüklüğü F_2 oluyor.

Buna göre, $\frac{F_1}{F_2}$ oranı nedir?

A) $\frac{3}{4}$

B) $\frac{3}{2}$

C) 3

D) 6

E) 9

Çözüm:

Yüklü cisimlerin birbirine uyguladıkları elektriksel kuvvetin büyüklüğü,

$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \text{ bağıntısı ile bulunur.}$$

Buna göre,

$$F_1 = k \cdot \frac{15q \cdot 5q}{d^2} = 75k \frac{q^2}{d^2} \text{ olur.}$$

Küreler dokundurulduğunda, özdeş olduklarından toplam yükü eşit paylaşırlar ve her birinin yükü $+5q$ olur. O halde;

$$F_2 = k \cdot \frac{5q \cdot 5q}{d^2} = 25k \frac{q^2}{d^2} \text{ bulunur.}$$

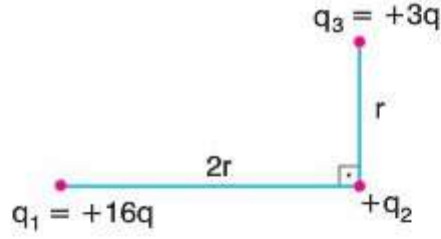
F_1 ve F_2 taraf tarafa oranlanırsa,

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{75k \frac{q^2}{d^2}}{25k \frac{q^2}{d^2}} = 3 \text{ olur.}$$

Cevap C



Örnek – 9



Şekildeki yüklerden q_3 ün q_2 ye uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü 30 N olduğuna göre, q_1 ve q_3 ün q_2 yükü üzerinde oluşturduğu bileşke kuvvetin büyüklüğü kaç N dur?

A) 50

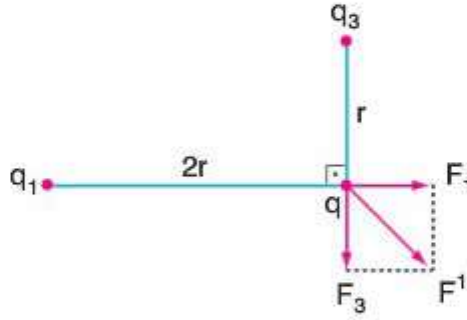
B) 40

C) 30

D) 20

E) 10

Çözüm:



q_3 ün q_2 ye uyguladığı elektriksel kuvvet, $F_3 = k \cdot \frac{3q \cdot q}{r^2} = 3F$ olsun.

q_1 ün q_2 ye uyguladığı elektriksel kuvvet, $F_1 = k \cdot \frac{16q \cdot q}{4r^2} = 4F$ olur.

Buna göre, q_2 ye etki eden bileşke kuvvet, pisagor teoremine göre,

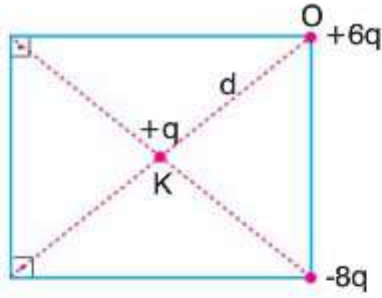
$$(F')^2 = F_1^2 + F_3^2 \quad , \quad (F')^2 = (3F)^2 + (4F)^2 \quad , \quad F' = 5F \text{ olur.}$$

$3F = 30 \text{ N}$ ise, $5F = 50 \text{ N}$ dur.

Cevap A



Örnek – 10



Şekildeki karenin köşelerinde bulunan $+6q$, $-8q$ elektrik yüklü cisimlerin, karenin merkezindeki $+q$ yüküne uyguladıkları bileşke elektriksel kuvvetin büyüklüğü kaç $\frac{kq^2}{d^2}$ dir? ($|OK| = d$)

A) 3

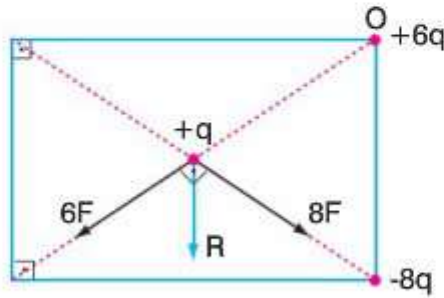
B) 6

C) 8

D) 10

E) 20

Çözüm:

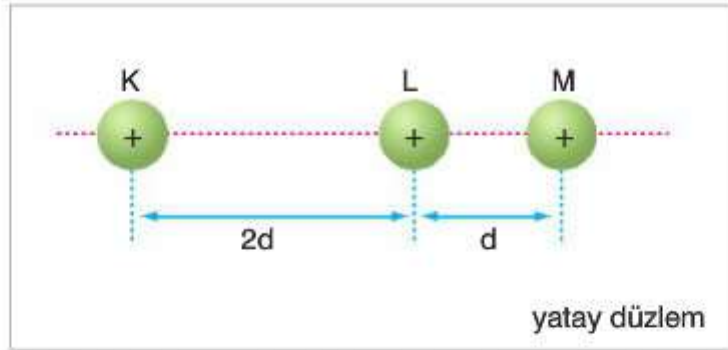


$6q$ yükü $6F$ kuvveti oluşturursa, $8q$ yükü $8F$ kuvvetini oluşturur.

$$R^2 = (6F)^2 + (8F)^2 = 100 F^2 = 10F$$

$$R = \frac{10 \cdot k \cdot q^2}{d^2} \text{ olur.}$$

Cevap D



Sürtünmesiz yatay düzlemde, artı (+) elektrik yüklü, iletken K, L, M küreleri şekildeki konumda tutulmaktadır.

L küresi serbest bırakıldığında hareket etmediğine göre;

- I. K'nin elektrik yükü L'ninkinden büyüktür.
- II. K'nin elektrik yükü M'ninkinden büyüktür.
- III. L'nin elektrik yükü M'ninkinden büyüktür.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

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

Çözüm:

Yüklü iki kürenin birbirlerine uygulayacakları elektriksel kuvvet

$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \text{ bağıntısı ile bulunur.}$$

L küresini, K küresi F_K , M küresi ise F_M kuvvetleri ile iterler. L cismi hareket etmediğine göre, $F_K = F_M$ dir.

$$F_K = k \frac{q_K \cdot q_L}{4d^2}, \quad F_M = k \frac{q_M \cdot q_L}{d^2} \Rightarrow k \frac{q_K \cdot q_L}{4d^2} = k \frac{q_M \cdot q_L}{d^2}$$

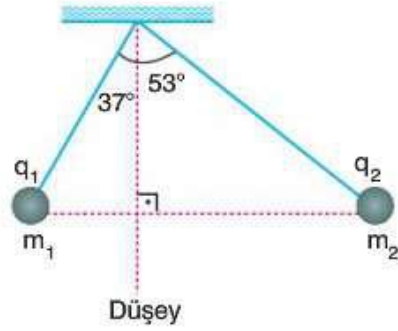
$$q_K = 4q_M \text{ ise } q_K > q_M \text{ dir. (II. doğru)}$$

L'nin elektrik yükü hakkında kesin bir yargıya varılamayacağından I ve III. yargılar için kesin bir şey söylenemez.

Cevap B



Örnek - 12



Yükleri q_1 ve q_2 , kütleleri m_1 ve m_2 olan cisimler şekildeki gibi dengedirler.

Buna göre, cisimlerin kütleleri oranı $\frac{m_1}{m_2}$ nedir?

($\sin 37^\circ = 0,6$; $\sin 53^\circ = 0,8$)

A) $\frac{1}{2}$

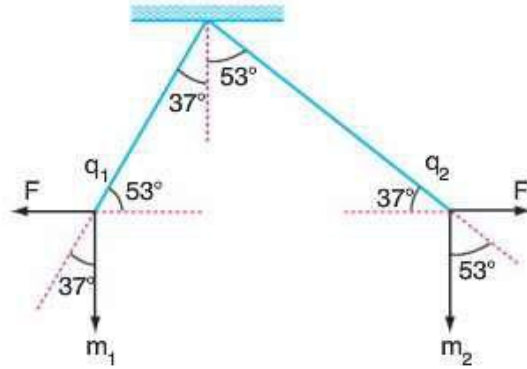
B) $\frac{9}{16}$

C) $\frac{4}{5}$

D) 1

E) $\frac{16}{9}$

Çözüm:



$$\tan 37^\circ = \frac{F}{m_1 \cdot g} = \frac{3}{4}$$

$$m_1 = \frac{4F}{3}$$

$$\tan 53^\circ = \frac{4}{3} = \frac{F}{m_2 \cdot g}$$

$$m_2 = \frac{3F}{4}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{4F}{3}}{\frac{3F}{4}} = \frac{4F}{3} \cdot \frac{4}{3F} = \frac{16}{9} \text{ bulunur.}$$

Cevap E

İki yüklü küre arasındaki elektriksel kuvvet F 'dir. Kürelerin yükleri iki katına çıkarılıp aralarındaki uzaklık yarıya indirilirse küreler arasındaki elektriksel kuvvet kaç F olur?

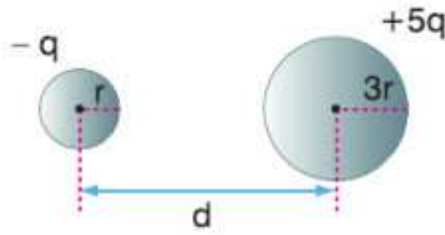
Çözüm

Kürelerin yükleri q_1 ve q_1 aralarındaki uzaklık d olsun.

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \text{ olur.}$$

yükleri üç katına, aradaki uzaklık yarıya indirilince kuvvet F' olsun.

$$F' = k \frac{3q_1 \cdot 3q_2}{\left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{9 \cdot kq_1 \cdot q_2}{\frac{d^2}{4}} = 4 \cdot 9 k \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} \quad F' = 36F \text{ olur.}$$



Şekilde yükleri ve yarıçapları verilen kürelerin arasındaki elektriksel kuvvet F dir.

Küreler dokundurulup aynı uzaklığa konulduklarında aralarındaki elektriksel kuvvet kaç F olur?

Çözüm

Kuvvetler arasındaki elektriksel kuvvet yazılırsa

$$F = k \frac{q \cdot 5q}{d^2}$$

$$F = 5.k \frac{q \cdot q}{d^2} \Rightarrow \frac{kq \cdot q}{d^2} = \frac{F}{5} \text{ olur.}$$

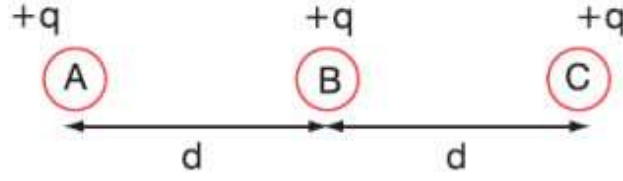
Küreler dokundurulursa yüklerini yarıçap ile orantılı olarak paylaşırlar.

Yarıçap başına düşen yük +q olacağından

$$q_1 = +q \quad q_2 = +3q$$

Aralarındaki elektriksel kuvvet F' ise

$$F' = \frac{q \cdot 3q}{d^2} \Rightarrow 3 \frac{kq \cdot q}{d^2} = \frac{3}{5} F \text{ olur.}$$



Sürtünmesiz yatay zemindeki A, B, C kürelerinin aralarındaki uzaklık ve yük miktarları şekildeki gibidir.

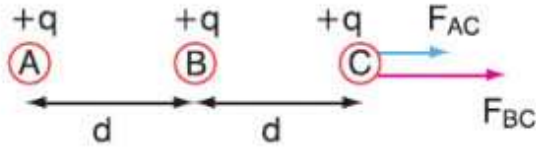
A ile B arasındaki elektriksel kuvvet F ise C küresine etki eden bileşke elektrik kuvvet kaç F dir?

Çözüm

A ile B arasındaki kuvvet F ise,

$$F_{AC} = k \frac{q \cdot q}{(2d)^2} = \frac{1}{4} k \frac{q \cdot q}{d^2} = \frac{F}{4}$$

$$F_{AC} = k \frac{q \cdot q}{d^2} = F \text{ olur.}$$



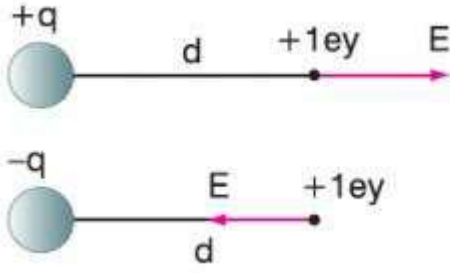
C küresine etki deden bileşke

$$\text{kuvvet } F + \frac{F}{4} = \frac{5F}{4} \text{ olur.}$$

ELEKTRİK ALAN

- Yükün elektriksel etkisini gösterebildiği alandır.
- Birim yük başına düşen elektriksel kuvvettir.
- E ile gösterilir.
- Vektörel bir büyüklüktür.
- Birimi N/C dur.

Şekilde +q ve -q yükünün +1 birim yükün olduğu noktadaki elektrik alanları gösterilmiştir.



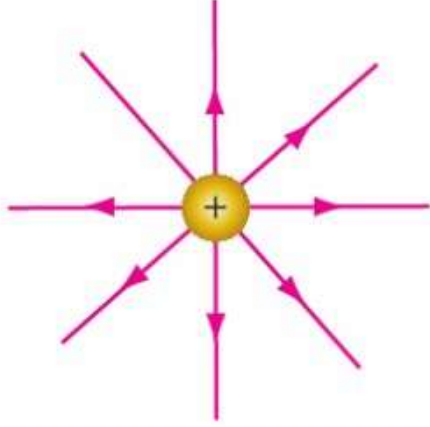
$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow F = q \cdot E$$

Yükün kendisinden d uzakta oluşturduğu elektrik alanın matematiksel modeli

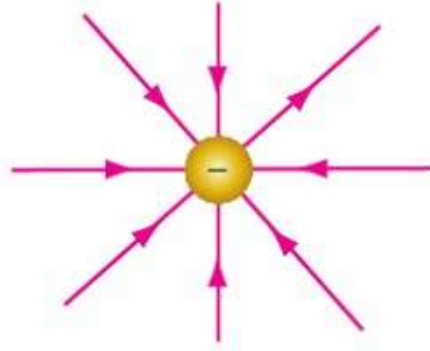
$$E = k \frac{q}{d^2}$$

ELEKTRİK ALAN KUVVET ÇİZGİLERİ

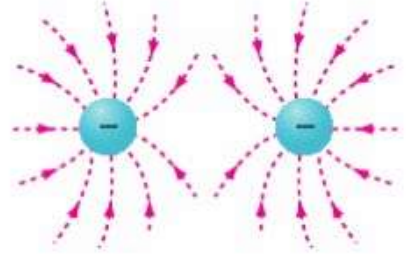
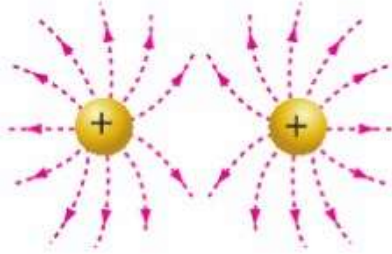
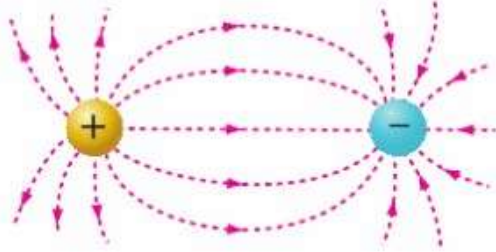
- Yükün etrafındaki elektrik alanın varlığı elektrik alan – kuvvet çizgileri ile gösterilir.
- Çizgiler + yükten çıkar – yüke gelirler.
- Çizgiler kesişmezler.



Çizgiler + yükün merkezine doğrudur.



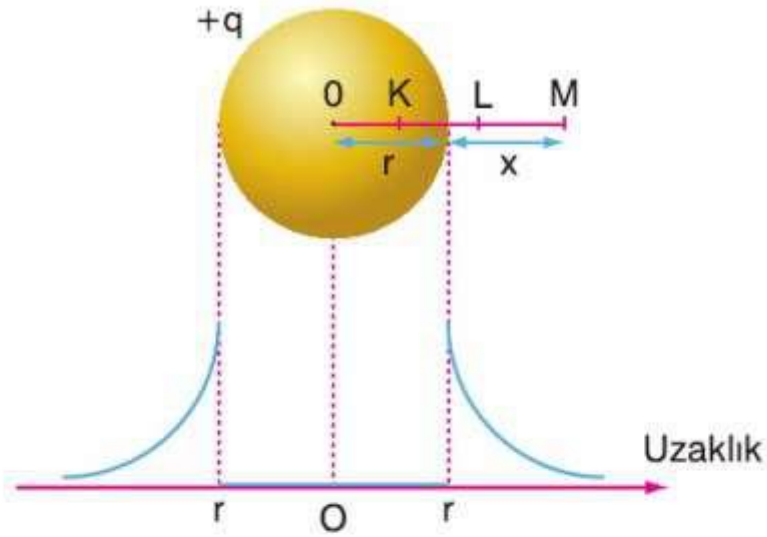
Çizgiler -yükün merkezinden dışarı doğrudur.



Birbirinin elektrik alanı içindeki yükler etrafındaki çizgiler

YÜKLÜ KÜRENİN ELEKTRİK ALANI

Kürelerin tüm yüklerinin dışında toplandığı kabul edilir. Yüklü küre için elektrik alan şiddetinin uzaklığı bağlı grafiği



1. Kürenin merkezinde ve içinde elektrik alan sıfırdır.

$$E_O = E_K = 0$$

2. Kürenin üzerinde alan şiddeti en büyük değerini alır.

$$E_L = k \frac{q}{r^2}$$

3. Küreden uzaklaştıkça elektrik alan şiddeti azalır.

Kürenin dışında,

$$E_M = k \frac{q}{(r+x)^2}$$

Elektrik Alan Soruları ve Çözümleri



Örnek - 1



Şekildeki noktasal $+q$, $-4q$ elektrik yüklü K ve L cisimlerinin O noktasında oluşturdukları bileşke elektrikselsel alan şiddeti kaç

$\frac{kq}{d^2}$ dir? (k: coulomb sabiti)

A) $\frac{1}{2}$

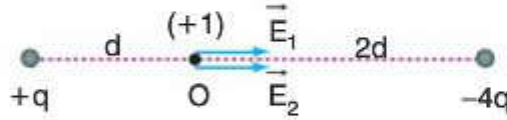
B) 1

C) $\frac{3}{2}$

D) 2

E) 3

Çözüm:



Bir q yükünün herhangi bir noktadaki elektrik alanı o noktadaki $+1$ birimlik yüke uyguladığı kuvvet olduğundan dolayı, O noktasında $+1$ birimlik yük varmış gibi düşünebiliriz.

Buna göre,

$$E_1 = \frac{kq}{d^2} \quad E_2 = \frac{k \cdot 4q}{4d^2} = \frac{kq}{d^2}$$

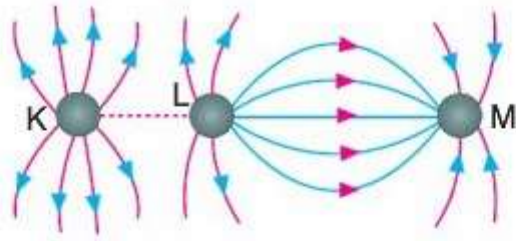
$\vec{E}_{\text{Top}} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ vektörleri aynı yönlü olduğundan;

$$E_{\text{Top}} = \frac{kq}{d^2} + \frac{kq}{d^2} = \frac{2kq}{d^2} \text{ olur.}$$

Cevap D



Örnek - 2



Şekilde noktasal K, L ve M yüklerinin oluşturdukları elektrik alan çizgileri şekildeki gibi verildiğine göre K, L ve M nin yük işaretleri nasıl olur?

	K	L	M
A)	–	–	–
B)	–	+	+
C)	+	–	+
D)	+	+	+
E)	+	+	–

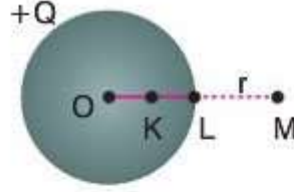
Çözüm:

Pozitif yüklü cisimlerde elektriksel alan yükten dışarı, negatif yüklü cisimlerde ise dışarıdan yüke doğru olur. Buna göre, K ve L nin elektrik yükleri (+), M nin yükü (–) işaretlidir.

Cevap E



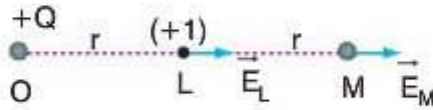
Örnek - 3



Şekilde $+Q$ yüklü r yarıçaplı içi boş kürenin K, L ve M noktalarındaki elektriksel alanları E_K , E_L ve E_M olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

- A) $E_K > E_L > E_M$ B) $E_L > E_M > E_K$ C) $E_L > E_K > E_M$
D) $E_M > E_K > E_L$ E) $E_M = E_L > E_K$

Çözüm:



Yüklü kürenin içerisinde yük bulunmayacağından dolayı K noktasındaki elektrik alan sıfırdır.

$$E_K = 0$$

Küre yüzeyinde ve kürenin dışında ise yük kürenin merkezinde toplanmış noktasal yük gibi düşünebiliriz.

$$E_L = \frac{kQ}{r^2} \quad E_M = \frac{kQ}{(2r)^2} = \frac{kQ}{4r^2} \text{ dır.}$$

Buna göre, $E_L > E_M > E_K$ sonucu elde edilir.

Cevap B



Örnek - 4



Şekilde sabit olarak tutulan K ve L kürelerinin elektrik yükleri sırasıyla $+9Q$ ve $+4Q$ dur.

Bu yüklerin M noktasında oluşturdukları bileşke elektriksel alan sıfır olduğuna göre, $\frac{d_1}{d_2}$ oranı nedir?

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

Çözüm:

M noktasındaki toplam elektrik alan şiddeti sıfır olduğuna göre, yüklerin oluşturduğu elektrik alanlar eşit ve zıt yönlüdür.

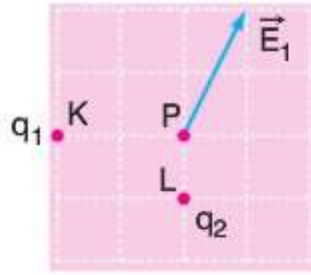
$$\frac{k \cdot 9Q}{d_1^2} = \frac{k \cdot 4Q}{d_2^2}$$

$$\frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{9}{4} \text{ den } \frac{d_1}{d_2} = \frac{3}{2} \text{ olur.}$$

Cevap E



Örnek - 5

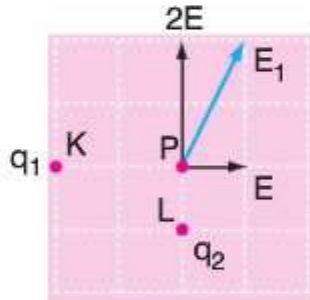


Sürtünmesiz yatay düzlemde K ve L noktalarında sabit tutulan q_1 ve q_2 elektrik yüklü cisimlerin, P noktasında oluşturduğu elektrik alan şeklindeki gibi $\vec{E}_1$ dir.

Buna göre, yüklerin oranı $\frac{q_1}{q_2}$ kaçtır?

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

Çözüm:



Şekildeki gibi $\vec{E}_1$ nin yatay ve düşey bileşenleri yazıldığında
 $q_1 \Rightarrow E$, $q_2 \Rightarrow 2E$ elektrik alanını oluşturduğunu kabul ettiğimizde,

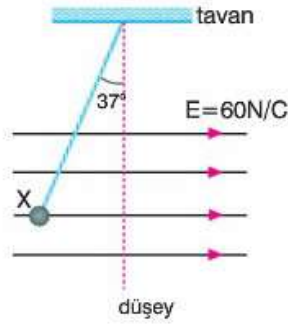
$$E = \frac{kq_1}{(2)^2} = \frac{kq_1}{4} \Rightarrow q_1 = \frac{4E}{k}$$

$$2E = \frac{kq_2}{(1)^2} = \frac{kq_2}{1} \Rightarrow q_2 = \frac{2E}{k} \text{ olur.}$$

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{\frac{4E}{k}}{\frac{2E}{k}} = 2 \text{ bulunur.}$$

Cevap C

Örnek - 6



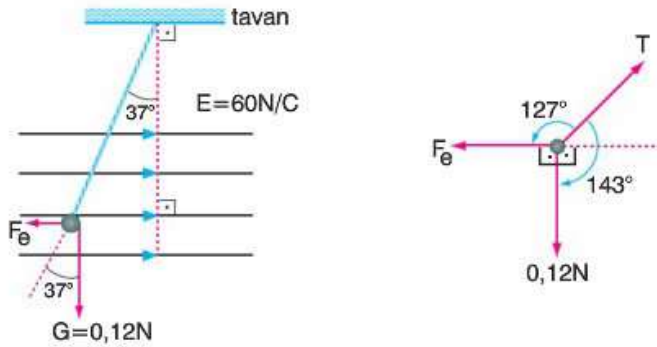
Ağırlığı 0,12 N olan yüklü iletken X küresi, düzgün E şiddetli elektrik alanı içinde şekildeki gibi dengededir.

Elektrik alan şiddeti 60 N/C olduğuna göre, X küresinin yükünün büyüklüğü kaç coulomb dur?

($\sin 37^\circ = 0,6$, $\sin 53^\circ = 0,8$)

- A) $4 \cdot 10^{-3}$ B) $3 \cdot 10^{-3}$ C) $2 \cdot 10^{-3}$
D) $1,5 \cdot 10^{-3}$ E) $1 \cdot 10^{-3}$

Çözüm:



Dengede olan cisme etki eden kuvvetler şekildeki gibi olduğuna göre,

$$\frac{F_e}{\sin 143^\circ} = \frac{0,12}{\sin 127^\circ} \quad (\text{Lami teoreminden})$$

$\underbrace{\hspace{1cm}}_{\sin 37^\circ} \qquad \underbrace{\hspace{1cm}}_{\sin 53^\circ}$

$$\frac{F_e}{0,6} = \frac{0,12}{0,8} = F_e = 0,09 \text{ N olur.}$$

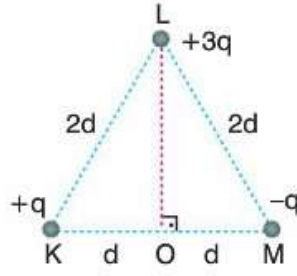
$$F_e = q \cdot E \text{ olduğundan } 0,09 = q \cdot 60$$

$$q = \frac{0,09}{60} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ C olur.}$$

Elektrik alanla elektriksel kuvvet zıt yönlü olduğundan, cisim (–) yük-lüdür.

Cevap D

Örnek - 7

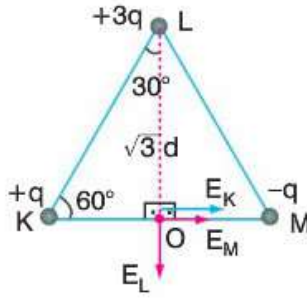


Şekilde K, L, M noktalarına sırasıyla $+q$, $+3q$, $-q$ yükleri yerleştirilmiştir.

K noktasındaki yükün O noktasında oluşturduğu elektrik alan şiddetinin büyüklüğü E ise, O noktasındaki bileşke elektriksel alan şiddetinin büyüklüğü kaç E dir?

- A) 1 B) $\sqrt{2}$ C) 2 D) $2\sqrt{2}$ E) $\sqrt{5}$

Çözüm:



K noktasındaki yükün O noktasında oluşturduğu elektriksel alan E ise,

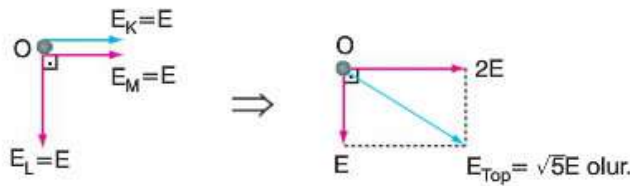
$$E = \frac{k \cdot q}{d^2} \text{ ye eşit olur.}$$

L nin oluşturduğu elektrik alan ise,

$$E_L = \frac{k \cdot 3q}{(d\sqrt{3})^2} = \frac{3kq}{3d^2} = \frac{kq}{d^2} = E$$

$$M \text{ nin oluşturduğu alan, } E_M = \frac{k \cdot (-q)}{d^2} = -\frac{kq}{d^2} = E \text{ olur.}$$

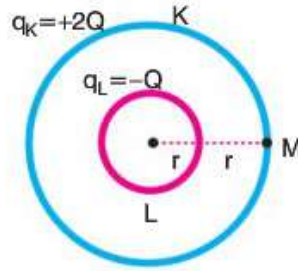
Buna göre, O noktasındaki toplam elektrik alan şiddeti E_{top} ,



O noktasında test yükümüzün (+1) olduğunu unutmayınız.

Cevap E

Örnek - 8



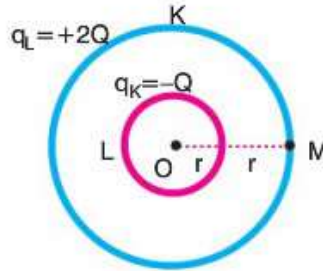
Şekilde iç içe yerleştirilmiş $2r$, r yarıçaplı K ve L kürelerinin elektrik yükleri sırası ile $+2Q$, $-Q$ dur.

Buna göre, kürelerin M noktasında oluşturdukları bileşke elektriksel alan kaç $\frac{kQ}{r^2}$ dir?

(k = coulomb sabiti)

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

Çözüm:



Kürenin oluşturduğu elektriksel alan şiddeti kürenin içinde sıfır,

Yüzeyde ise $E = \frac{kq}{r^2}$ dir.

M noktası L küresinin dışında, K küresinin ise yüzeyinde bir noktadır.

Buna göre; L küresinin M noktasında oluşturduğu elektrik alan,

$$E_L = \frac{k \cdot (-Q)}{(2r)^2} = -\frac{kQ}{4r^2} \text{ dir.}$$

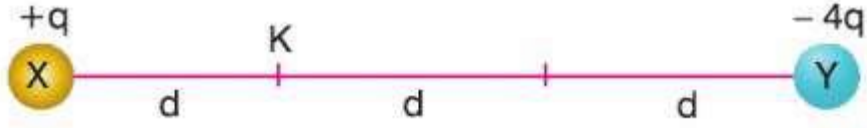
K küresinin M noktasında oluşturduğu alan,

$$E_K = \frac{k \cdot (+2Q)}{(2r)^2} = +\frac{kQ}{2r^2} \text{ dir.}$$

Son durumda M noktasındaki bileşke elektrik alan

$$E_M = E_K + E_L = \frac{kQ}{2r^2} - \frac{kQ}{4r^2} = \frac{kQ}{4r^2} \text{ olur.}$$

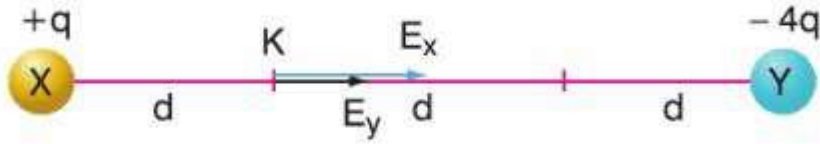
Cevap A



Şekildeki $+q$ ve $-4q$ yüklerinin X ve Y yüklerinin K noktasında oluşturdukları bileşke elektrik alan kaç $k \frac{q}{d^2}$ dır?

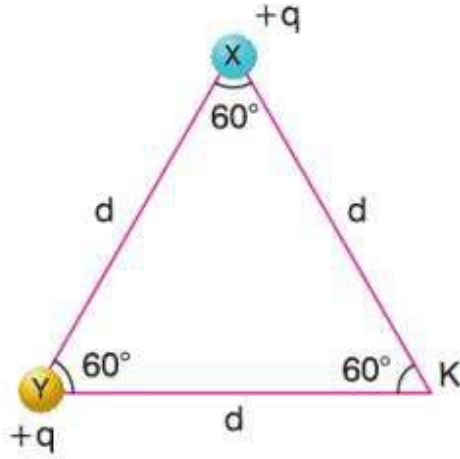
Çözüm

$+q$ yükü K noktasında iten, $-4q$ yükü K noktasında çeken elektrik alan yapacaktır.



Buna göre

$$E_k = k \frac{q}{d^2} + \frac{4q}{(2d)^2} = (1 + 1) k \frac{q}{d^2} \quad E_k = 2 \frac{kq}{d^2} \quad \text{olur.}$$

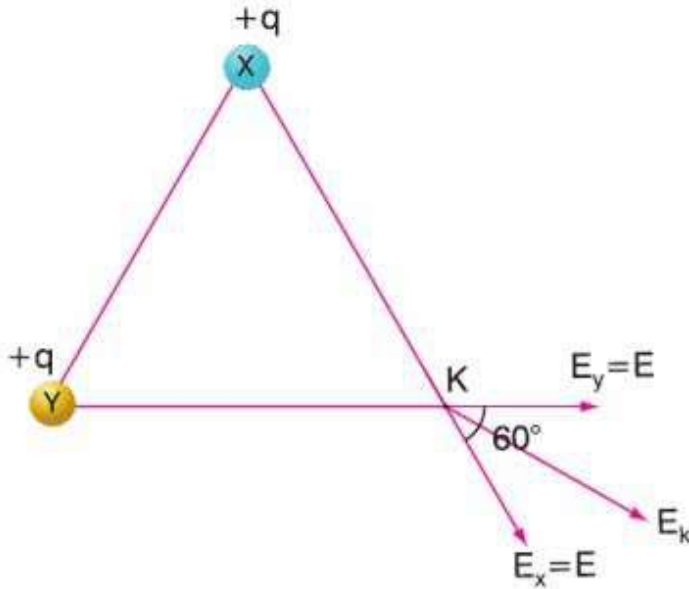


Şekildeki X, Y ve kürelerinin yükü $+q$ olur.

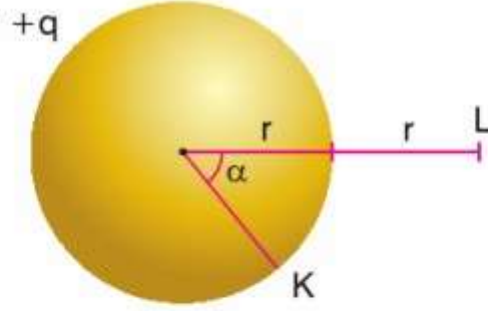
X yükünün K noktasında oluşturduğu elektrik alan E ise K noktasında bileşke elektrik alan kaç E dir?

Çözüm

X ve Y küresinin K noktasına uzaklıkları ve elektrik yükleri eşit olduğundan K noktasındaki elektrik alanları eşit büyüklüktedir.



$$E_k = E\sqrt{3} \quad \text{bulunur.}$$



Şekildeki $+q$ yüklü kürenin yarıçapı r dir.

Buna göre, K noktasındaki elektrik alan şiddeti E ise L noktasındaki elektrik alan şiddeti kaç E dir?

Çözüm

K noktasındaki elektrik alan $E_K = k \frac{q}{r^2} = E$ dir.

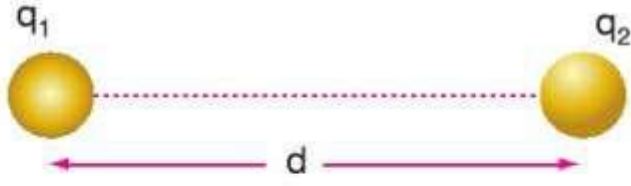
L noktasındaki elektrik alan,

$$E_L = k \frac{q}{(2r)^2} = \frac{1}{4} k \frac{q}{r^2} = \frac{E}{4} \text{ bulunur.}$$

Elektriksel Potansiyel Enerji ve Potansiyel Fark

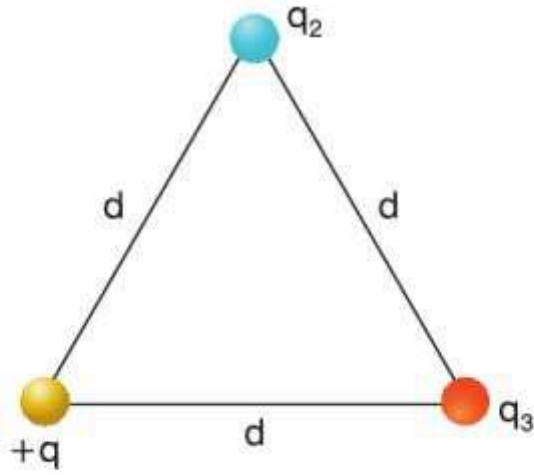
ELEKTRİKSEL POTANSİYEL ENERJİ

- Aralarında d uzaklık bulunan q_1 ve q_2 yükünün potansiyel enerjisi, q_1 yükünden sonsuz uzaktaki q_2 yükünü q_1 yükünden d uzaklığa getirirken elektriksel kuvvetlere karşı yapılan iştir.
- Enerji skalerdir.
- Birimi joule dur.
- Aynı cins yükle yüklü cisimlerin elektriksel enerjileri pozitifdir ve bu durumda elektriksel kuvvetlere karşı iş yapılmıştır.
- Zıt cins yükle yüklü cisimler arasındaki elektriksel enerji negatiftir. Bu durumda elektriksel kuvvetler iş yapmıştır.



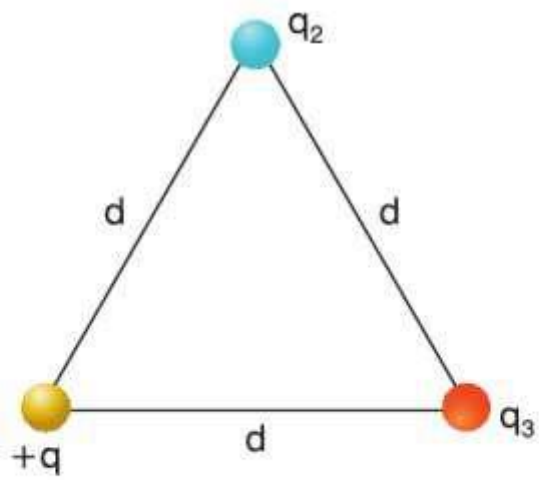
Yükler arasındaki enerji,

$$E = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d} \text{ ile bulunur.}$$

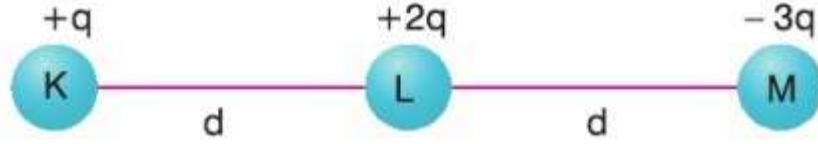


$$E_{\text{sistem}} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d} + k \frac{q_2 \cdot q_3}{d} + k \frac{q_1 \cdot q_3}{d}$$

-
- Sistemin potansiyel enerjisi bulunurken tüm yükler arasındaki enerjiler hesaplanarak toplanır.
 - Şekildeki yüklerle kurulan sistemin potansiyel enerjisi



$$E_{\text{sistem}} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d} + k \frac{q_2 \cdot q_3}{d} + k \frac{q_1 \cdot q_3}{d}$$



Şekildeki K, L ve M yükleri ile kurulan sistemde,

a) K yükünün elektriksel enerjisi kaç $k \frac{q^2}{d}$ dir?

b) Sistemin toplam potansiyel enerjisi kaç $k \frac{q^2}{d}$ dir?

Çözüm

a) K yükü hem L hem M yükü ile potansiyel enerji oluşturur.

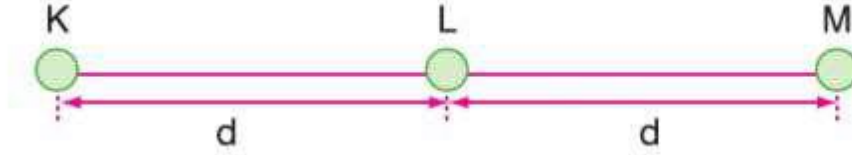
$$E_k = k \frac{q \cdot 2q}{d} - k \frac{q \cdot 3q}{2d}$$

$$E_k = \left(2 - \frac{3}{2}\right) k \frac{q \cdot q}{d} = \frac{1}{2} k \frac{q^2}{d} \text{ bulunur.}$$

b) Sistemin enerjisi bulunurken tüm yükler arasındaki potansiyel enerji hesaplanır.

$$E_{\text{sistem}} = k \frac{q \cdot 2q}{d} - k \frac{2q \cdot 3q}{d} - k \frac{q \cdot 3q}{2d}$$

$$E_{\text{sistem}} = \left(2 - 6 - \frac{3}{2}\right) k \frac{q \cdot q}{d} = -\frac{11}{2} k \frac{q^2}{d} \text{ bulunur.}$$

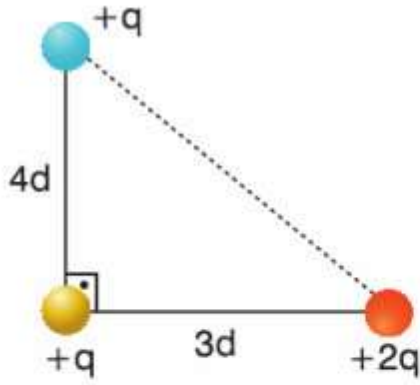


Şekildeki K, L, M noktalarının her birine $+q$ elektrik yüklü noktasal parçacıklar konulursa sistemin toplam potansiyel enerjisi kaç $k \frac{q^2}{d}$ olur?

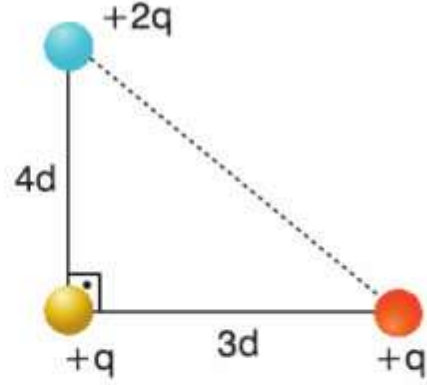
Çözüm

$$E_{\text{sistem}} = k \frac{q \cdot q}{d} + k \frac{q \cdot q}{d} + k \frac{q \cdot q}{2d}$$

$$E_{\text{sistem}} = \left(1 + 1 + \frac{1}{2}\right) k \frac{q \cdot q}{d} = \frac{5}{2} k \frac{q^2}{d} \text{ olur.}$$



Şekil I



Şekil II

Şekil I deki yükler Şekil II deki duruma getiriliyor.

Yapılan iş kaç $k \frac{q^2}{d}$ dir?

Çözüm

Şekil I de sistemin potansiyel enerjisi

$$E_1 = k \frac{q \cdot q}{4d} + k \frac{q \cdot 2q}{3d} + k \frac{q \cdot 2q}{5d}$$

$$= \left(\frac{1}{4} + \frac{2}{3} + \frac{2}{5} \right) \cdot k \frac{q \cdot q}{5d} = \left(\frac{15 + 20 + 24}{60} \right) k \frac{q \cdot q}{d} = \frac{59}{60} k \frac{q^2}{d}$$

Şekil II de sistemin potansiyel enerjisi

$$E_2 = k \frac{q \cdot 2q}{4d} + k \frac{q \cdot 2q}{3d} + k \frac{q \cdot 2q}{5d}$$

$$= \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{3} + \frac{2}{5} \right) \cdot k \frac{q \cdot q}{d} = \left(\frac{15 + 10 + 6}{30} \right) k \frac{q \cdot q}{d} = \frac{31}{30} k \frac{q^2}{d}$$

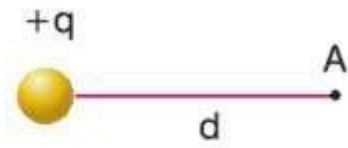
Enerjideki değişim yapılan işe eşittir.

$$İş = \Delta E = E_{\text{son}} - E_{\text{ilk}}$$

$$İş = \left(\frac{31}{30} - \frac{59}{60} \right) k \frac{q \cdot q}{d} \Rightarrow İş = \frac{1}{20} k \frac{q^2}{d} \text{ bulunur.}$$

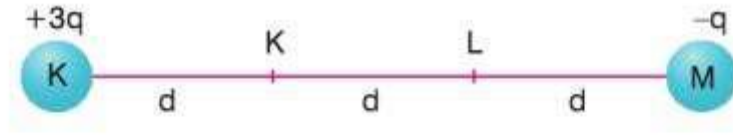
ELEKTRİKSEL POTANSİYEL

- Pozitif birim yüke düşen elektriksel potansiyel enerjidir.
- V ile gösterir.
- Skaler bir büyüklüktür.
- Birimi voltur.



$$V = \frac{E_{\text{pot}}}{q} \Rightarrow V_A = k \frac{q}{d} \quad \text{ile bulunur.}$$

Örnek:



Şekildeki gibi yerleştirilen $+3q$ ve $-q$ yüklerinin K noktasında oluşturduğu elektriksel potansiyel V_K , L noktasında oluşturduğu elektriksel potansiyel V_L dir.

Buna göre oranı $\frac{V_K}{V_L}$ kaçtır?

Çözüm

K noktasının potansiyeli,

$$V_K = k \frac{3q}{d} - k \frac{q}{2d}$$

$$V_K = \left(3 - \frac{1}{2}\right) k \frac{q}{d} \Rightarrow V_K = \frac{5}{2} k \frac{q}{d}$$

L noktasının potansiyeli

$$V_L = k \frac{3q}{2d} - k \frac{q}{d}$$

$$V_L = \left(\frac{3}{2} - 1\right) k \frac{q}{d} \Rightarrow V_L = \frac{1}{2} k \frac{q}{d}$$

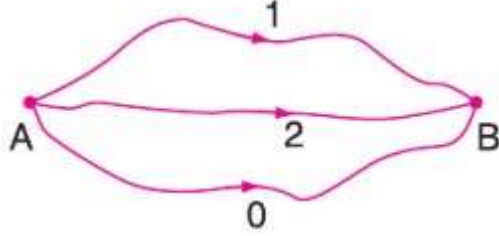
$$\frac{V_K}{V_L} = \frac{\frac{5}{2} k \frac{q}{d}}{\frac{1}{2} k \frac{q}{d}} = 5 \text{ bulunur.}$$

İKİ NOKTA ARASINDAKİ POTANSİYEL FARKI

Bir q yükü potansiyeli V_A olan bir noktadan potansiyeli V_B olan bir noktaya herhangi bir yoldan götürüldüğünde birim yük başına düşen işe, A ile B noktaları arasındaki potansiyel farkı denir.

Elektriksel iş $W = q \cdot V$ dir.

Noktasal bir $+q$ yükü şekildeki gibi A noktasından B noktasına herhangi bir yol izlenerek taşındığında yapılan iş,



$$W_1 = W_2 = W_3 = q \cdot V_{AB}$$

A ile B noktaları arasındaki potansiyel farkı V_{AB} ise

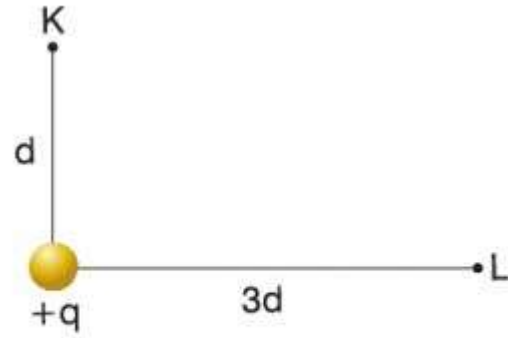
$$V_{AB} = V_B - V_A$$

ile bulunur.

Örnek:

Şekildeki gibi yerleştirilen $+q$ yüklü bir cisim K noktasında V kadar potansiyel oluşturuyor.

Buna göre K ile L noktalar arasındaki potansiyel farkı kaç V olur?



Çözüm

$$V_K = k \frac{q}{d} = V \text{ dir.}$$

K ile L arasındaki potansiyel farkı V_{KL} yazılırsa

$$V_{KL} = V_L - V_K$$

$$V_{KL} = k \frac{q}{3d} - k \frac{q}{d} = -\frac{2}{3} k \frac{q}{d} = -\frac{2}{3} V \text{ bulunur.}$$

BEST
BİLGİ



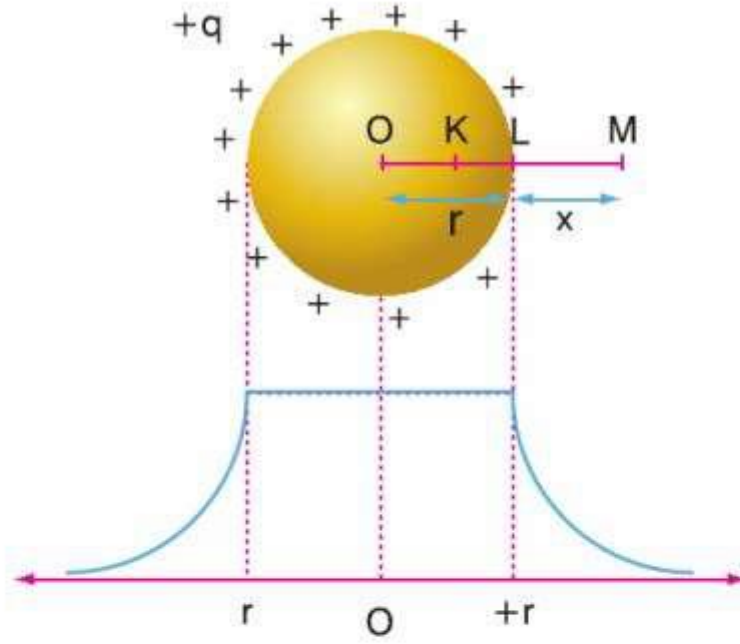
Elektrik alan çizgilerini dik kesen doğru parçaları üzerindeki tüm noktaların potansiyelleri eşittir.



$$V_K = V_L = V_M$$

YÜKLÜ KÜRENİN ELEKTRİK POTANSİYELİ

Küre içinde elektrik alan sıfır olduğundan küre üzerindeki yükü kürenin içindeki bir noktaya getirmekle iş yapılmaz. Bu nedenle kürenin yüzeyindeki potansiyel, içindeki herhangi bir noktanın potansiyeli kadardır. Yüklü kürenin potansiyelinin uzaklığa bağlı değişim grafiği



1. Kürenin merkezinde, içinde ve üzerinde elektrik potansiyeli eşittir.

$$V_O = V_K = V_L = k \frac{q}{r}$$

2. Kürenin dışındaki potansiyel,

$$V_M = k \frac{q}{r + x}$$

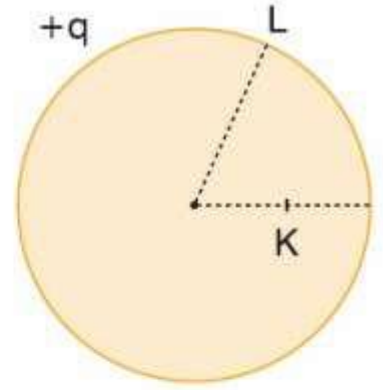
**BEST
BİLGİ**



Sonsuzun potansiyeli sıfır kabul edilir. Bu nedenle sonsuz ile herhangi bir nokta arasındaki potansiyel farkı o noktanın potansiyel farkı kadardır.

Yarıçapı r olan $+q$ yüklü kürenin K noktasındaki elektriksel potansiyel V_K , L noktasındaki elektriksel potansiyel V_L dir.

Buna göre $\frac{V_K}{V_L}$ oranı kaçtır?



Çözüm

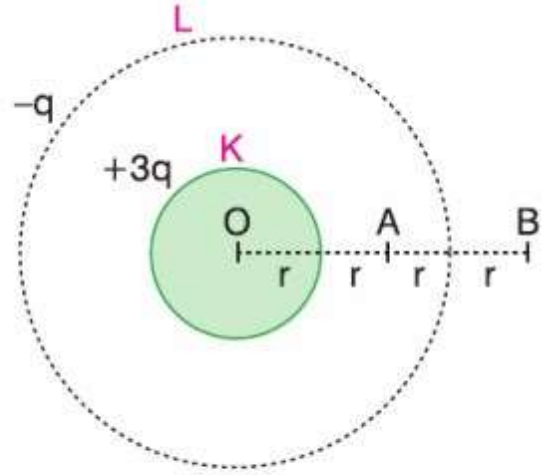
K noktasının potansiyeli $V_K = k \frac{q}{r}$ olur.

L noktasının potansiyeli $V_L = k \frac{q}{r}$ olur.

$$\frac{V_K}{V_L} = \frac{\frac{kq}{r}}{\frac{kq}{r}} = 1 \text{ bulunur.}$$

Şekildeki O merkezli K ve L kürelerinin yükleri $+3q$ ve $-q$ dir.

A noktasında oluşan elektrik potansiyeli $V_A = V$ olduğuna göre B noktasının elektrik potansiyeli kaç V olur?



Çözüm

A noktasındaki potansiyeli

$$V_A = k \frac{3q}{2r} - k \frac{q}{3r} = \left(\frac{3}{2} - \frac{1}{3} \right) k \frac{q}{r} = \frac{7}{6} k \frac{q}{r} \text{ olur.}$$

$$V = \left(\frac{7}{6} k \frac{q}{r} \right) \text{ ise } k \frac{q}{r} = \frac{6V}{7} \text{ dir.}$$

B noktasının potansiyeli

$$V_B = k \frac{3q}{4r} - k \frac{q}{4r} = \left(\frac{3}{4} - \frac{1}{4} \right) k \frac{q}{r}$$

$$V_B = \frac{1}{2} k \frac{q}{r} = \frac{1}{2} \cdot \frac{6V}{7} = \frac{6}{14}$$

$$V = \frac{3}{7} V \text{ bulunur.}$$



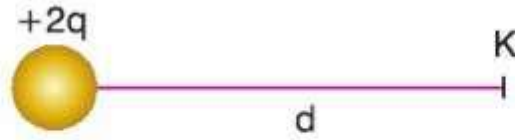
$+2q$ yüklü cisim sabit tutulmaktadır.

$+q$ yüklü bir cisim sonsuzdan K noktasına getirilirken yapılan iş kaç $k \frac{q^2}{d}$ dir?

Çözüm

Elektriksel iş yazılırsa

$$W = q \cdot V_K = q \cdot k \frac{2q}{d}$$
$$W = 2k \frac{q^2}{d} \text{ bulunur.}$$



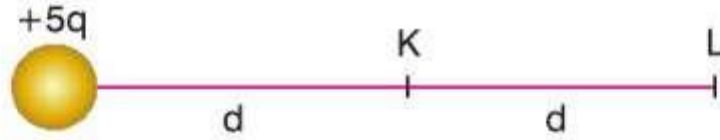
$+2q$ yüklü cisim sabit tutulmaktadır.

$+q$ yüklü bir cisim sonsuzdan K noktasına getirilirken yapılan iş kaç $k \frac{q^2}{d}$ dir?

Çözüm

Elektriksel iş yazılırsa

$$W = q \cdot V_K = q \cdot k \frac{2q}{d}$$
$$W = 2k \frac{q^2}{d} \text{ bulunur.}$$

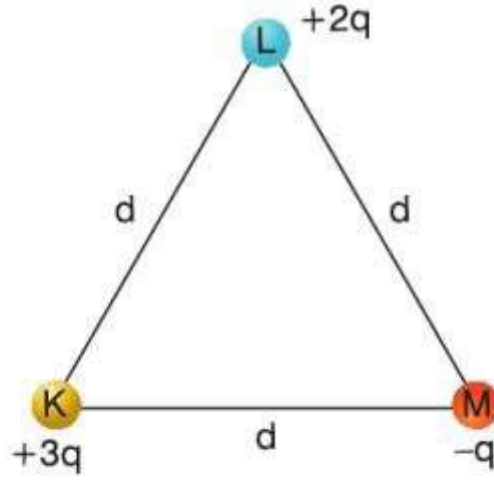


Şekildeki $+5q$ yükü sabit tutulmaktadır. $+q$ yüklü bir cisim K noktasından L noktasına getirilirken yapılan iş kaç $k \frac{q^2}{d}$ dir?

Çözüm

Elektriksel iş $W = q \cdot V_{KL}$ ile bulunabilir.

$$\begin{aligned} W &= q \cdot V_{KL} = q \cdot (V_L - V_K) \\ &= q \cdot \left(k \frac{5q}{2d} - k \frac{5q}{d} \right) \\ &= q \cdot \left(-k \frac{5q}{2d} \right) \\ &= -\frac{5}{2} k \frac{q^2}{d} \text{ bulunur.} \end{aligned}$$



Sonsuzdaki $+3q$, $+2q$, $-q$ yükleri şekildeki eşkenar üçgenin köşelerine getiriliyor.

Yapılan iş kaç $\frac{kq^2}{d}$ dir?

Çözüm

Yükler sonsuzdayken aralarındaki enerji sıfırdır.

Yükler eşkenar üçgenin köşelerine getirilince,

$$E_{\text{son}} = k \frac{3q \cdot 2q}{d} - k \frac{3q \cdot q}{d} - k \frac{2q \cdot q}{d}$$

$$= (6 - 3 - 2) \cdot k \frac{q \cdot q}{d} = k \frac{q \cdot q}{d}$$

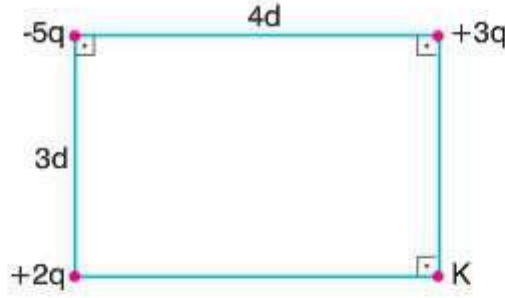
$$\Delta E = E_{\text{son}} - E_{\text{ilk}}$$

$$\text{İş} = k \frac{q \cdot q}{d} - 0 = k \frac{q^2}{d} \text{ bulunur.}$$

Elektriksel Potansiyel Enerji ve Potansiyel Fark Soruları ve Çözümleri



Örnek - 14

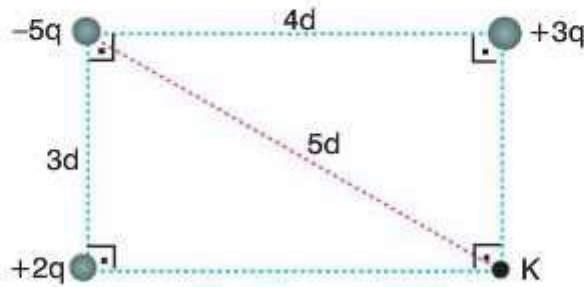


Şekildeki gibi bir dikdörtgen şeklindeki düzlemin köşelerine yerleştirilmiş $+2q$, $-5q$, $+3q$ elektrik yüklü cisimlerin K noktasında oluşturdukları elektriksel potansiyel kaç $\frac{kq}{d}$ dir?

(k: Coulomb sabiti)

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

Çözüm:



Elektriksel potansiyel skaler bir büyüklük olduğundan açı ve yön önemli değildir. Buna göre,

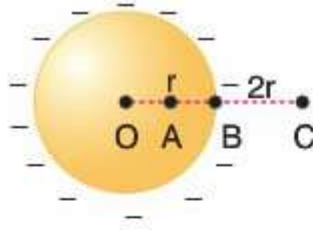
$$V = \frac{k(2q)}{4d} + \frac{k(-5q)}{5d} + \frac{k(3q)}{3d}$$

$$V = \frac{kq}{2d} \text{ olur.}$$

Cevap C



Örnek - 15



Yarıçapı r olan $(-)$ elektrik yüküne sahip iletken kürenin A, B, C noktalarındaki elektriksel potansiyellerinin büyüklükleri V_A , V_B ve V_C olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

- A) $V_A = V_B = V_C$ B) $V_A > V_B > V_C$ C) $V_A > V_C > V_B$
D) $V_A = V_B > V_C$ E) $V_A > V_B = V_C$

Çözüm:

Yüklü kürenin içindeki potansiyel her yerde aynı ve küre yüzeyindeki potansiyele eşittir.

$$V_O = V_A = V_B = \frac{kq}{r}$$

C noktasındaki potansiyel bulunurken kürenin yüzeyindeki q yükünün kürenin merkezinde toplanmış noktasal bir yükmüş gibi kabul edilir.

Buna göre, $V_C = \frac{kq}{3r}$ olarak bulunur.

$V_A = V_B > V_C$ elde edilir.

Cevap D

K, L iletken küreleri sırasıyla $-q$, $+2q$ elektrikle yüklüdür. Bu kürelerin yüzeylerindeki elektriksel potansiyelin büyüklüğü birbirine eşittir.

Bu küreler birbirine dokundurulup uzaklaştırıldığında K ve L nin son elektrik yükleri ne olur?

	<u>K'nin son elektrik yükü</u>	<u>L'nin son elektrik yükü</u>
A)	$-q$	$+q$
B)	$-q$	$+2q$
C)	$+\frac{q}{2}$	$+q$
D)	$+\frac{q}{3}$	$+\frac{2q}{3}$
E)	$+\frac{2q}{3}$	$+\frac{q}{2}$

Çözüm:

Kürelerin elektrik potansiyelleri eşit büyüklükte olduğuna göre, yarıçapları yükleri ile doğru orantılı olmalıdır.

$$V = \frac{kq}{r_K} \Rightarrow r_K = \frac{kq}{V}$$

$$V = \frac{k2q}{r_L} \Rightarrow r_L = \frac{k2q}{V} \text{ olur.}$$

Bu durumda, K nin yarıçapı r , L nin yarıçapı da $2r$ olmalıdır.

Küreler dokundurulduğunda toplam yükü yarıçapları ile doğru orantılı olarak paylaşırlar.

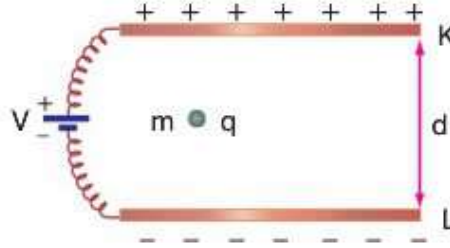
Toplam yük $Q = -q + 2q = +q$ olur.

Bu yükün üçte birini K küresi $\left(\frac{+q}{3}\right)$, geriye kalan üçte ikisini $\left(\frac{2q}{3}\right)$ ünü L küresi alır.

Cevap D



Örnek - 16



Düşey düzlemdeki yüklü paralel levhalar arasına konulan m kütleli parçacık şekildeki gibi hareketsiz kalıyor.

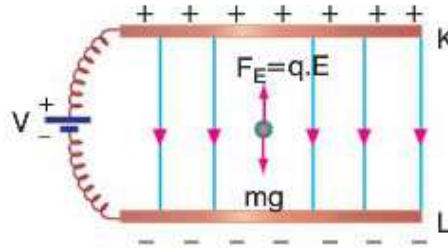
Buna göre;

- I. Parçacık (–) yüklüdür.
- II. Parçacığın ağırlığı, kendisine etki eden elektriksel kuvvetin büyüklüğüne eşittir.
- III. Kaynağın potansiyel farkı artırılırsa, parçacık K levhasına çarpar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Çözüm:



Levhalar arasında (+) yüklü levhadan (–) yüklü levhaya doğru düzgün bir elektrik alan oluşur. Cismin dengede kalması için elektriksel kuvvet cismin ağırlığına eşit ve zıt yönlü olmalıdır. Bu durumda cisme etki eden kuvvet elektriksel alana ters olduğundan parçacık (–) yüklü olmalıdır. (I ve II doğru)

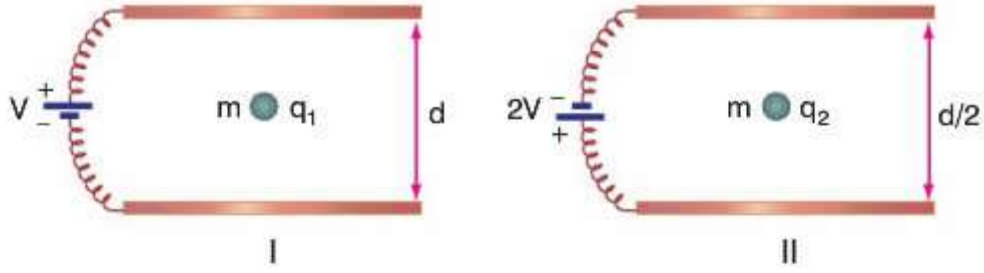
Levhalar arasındaki elektriksel kuvvet

$F = q \cdot \frac{V}{d}$ olduğundan V artırılırsa, kuvvette artar ve parçacık K levhasına çarpar. (III doğru)

Cevap E



Örnek - 17



Düşey düzlemde bulunan şekildeki I ve II paralel levhaları arasında hareketsiz duran m kütleli, q_1 ve q_2 elektrik yüklü noktasal cisimler şekildeki gibidir.

Buna göre, $\frac{q_1}{q_2}$ oranı nedir?

Çözüm:

I ve II durumlarında parçacığa etki eden kuvvetler;

$$F_1 = \frac{q_1 \cdot V}{d} \quad \text{ve} \quad F_2 = \frac{q_2 \cdot 2V}{d/2} = \frac{q_2 \cdot 4V}{d} \quad \text{olur.}$$

Parçacıklar levhalar arasında hareketsiz kaldıklarına göre, parçacıklara etki eden elektriksel kuvvetin büyüklüğü ağırlıklara eşittir.

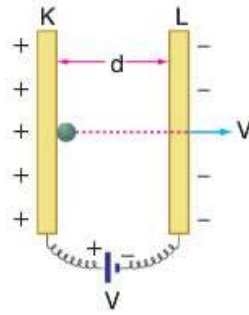
$$\text{Buna göre,} \quad mg = \frac{q_1 \cdot V}{d} \quad mg = \frac{q_2 \cdot 4V}{d}$$

Buradan bağıntıları oranlarsak;

$$\frac{mg}{mg} = \frac{\frac{q_1 \cdot V}{d}}{\frac{q_2 \cdot 4V}{d}}, \text{ yükler zıt işaretli olduğundan } \frac{q_1}{q_2} = -4 \text{ elde edilir.}$$

Cevap A

Örnek - 18



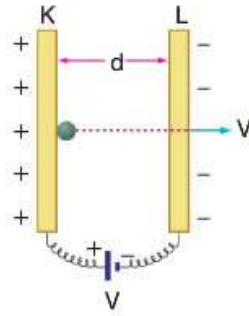
Birbirine paralel d aralıklı iki iletken levha, bir üretece şekildeki gibi bağlanmıştır. K levhası önünden serbest bırakılan bir proton, a ivmesi ile hızlanarak t süresi sonunda, L levhasına v hızıyla çarpıyor.

Bu düzende d aralığı büyütülürse, a ve v için ne söylenebilir?

(Yerçekimi ihmal edilmiştir.)

	İvme (a)	Hız (v)
A)	Azalır	Azalır
B)	Artar	Değişmez
C)	Azalır	Değişmez
D)	Değişmez	Artar
E)	Azalır	Artar

Çözüm:



Paralel levhalarda hareket ivmesi $\downarrow a = \frac{q \cdot V}{\uparrow dm}$ olduğundan,

$\uparrow d$ $a \downarrow$ d arttığından, ivme (a) azalır.

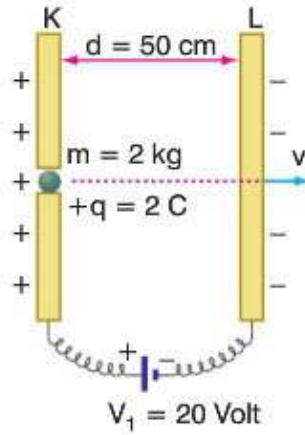
İvme azaldığından, parçacık diğer levhaya daha uzun sürede varır.

Hız ise, $w = Fe \cdot d = E_k = \frac{1}{2} mv^2$ ilişkisinden

$$q \cdot E \cdot d = \frac{1}{2} mv^2$$

$q \cdot \frac{V}{d} \cdot d = \frac{1}{2} mv^2$ görüldüğü gibi v hızı, d ye bağlı değildir.

Cevap C

**Örnek - 19**

Birbirine paralel, d aralıklı iletken K ve L levhalarından kurulu düzende, K levhasının önünden serbest bırakılan 2 kg kütleli, $q = 2 \text{ C}$ 'luk yüke sahip parçacık L levhasına v büyüklüğündeki hızla çarpıyor.

Buna göre, parçacığın ivme büyüklüğü a ve v hızı için aşağıdaki-lerden hangisi doğrudur?

(Yerçekimi ivmesi ihmal edilmiştir.)

	$a \text{ (m/s}^2\text{)}$	$v \text{ (m/s)}$
A)	30	20
B)	40	40
C)	30	50
D)	20	20
E)	10	40

Çözüm:

Parçacığın, K–L levhaları arasında kazandığı kinetik enerji,

$$F_e \cdot d = E_k = \frac{1}{2} mv^2 \Rightarrow q \cdot E \cdot d = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\frac{q \cdot V_1}{d} \cdot d = \frac{1}{2} mv^2 \text{ den } v = \frac{2q \cdot V_1}{m} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 20}{2} = 40 \text{ m/s olur.}$$

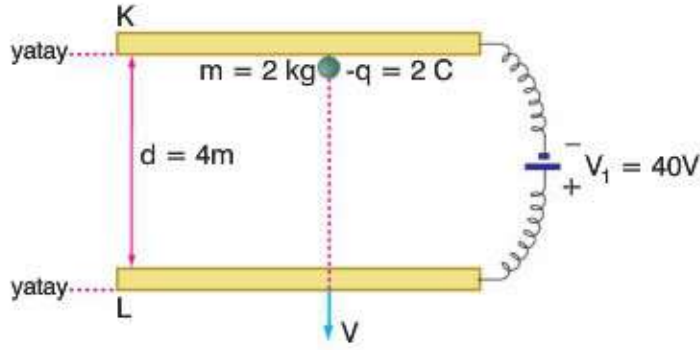
$$F_e = m \cdot a = q \cdot E = m \cdot a \text{ dan } a = \frac{q \cdot V_1}{d \cdot m} \text{ olur.}$$

$$a = \frac{2 \cdot 20}{0,5 \cdot 2} = 40 \text{ m/s}^2 \text{ bulunur.}$$

Cevap B



Örnek - 20



Düşey düzlemde bulunan $q = -2 \text{ C}$ luk elektrik yüklü, $m = 2 \text{ kg}$ kütleli parçacık, K levhası önünden şekildeki gibi serbest bırakılıyor.

Parçacığın L levhasına çarpma hızı kaç m/s dir?

(Sürtünmeler önemsiz, $g = 10 \text{ m/s}^2$)

A) 3

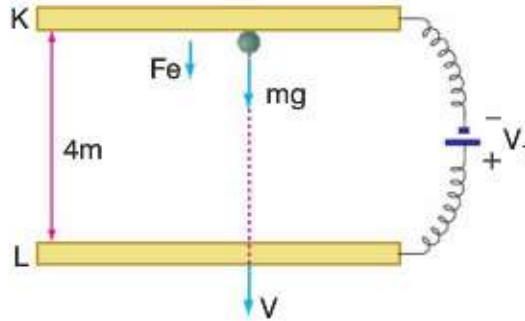
B) 4

C) $4\sqrt{10}$

D) $5\sqrt{10}$

E) 20

Çözüm:



Parçacık (-) yüklü olduğundan elektriksel kuvvet aşağı yönlü

$F_e = q.E$ olduğundan net kuvvet,

$$F_e + mg = m.a = q.E + mg = m.a \text{ ise } \Rightarrow \frac{2.40}{4} + 2.10 = 2.a$$

$$\downarrow \frac{V}{d}$$

$a = 20 \text{ m/s}^2$ olur.

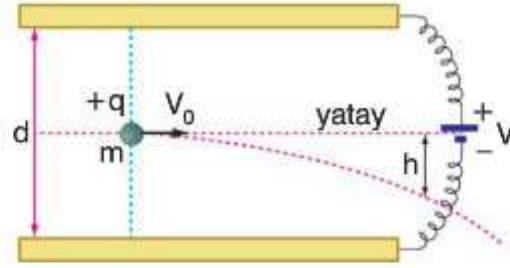
Zamansız hız denkleminde,

$$v_s^2 = V^2 + 2.a.d \text{ den } v^2 = 2.20.4 = 160 \Rightarrow v = 4\sqrt{10} \text{ m/s} \text{ olur.}$$

Cevap C



Örnek - 21



Kütlesi m olan $+q$ elektrik yüklü parçacık v_0 yatay hızı ile atıldığında h kadar sapıyor.

Üretecin potansiyel farkı $2V$, parçacığın kütlesi $4m$ yapılırsa, aynı parçacık v_0 hızıyla atılsaydı, kaç h sarmaya uğrardı?

(Yerçekimi ihmal edilmiştir.)

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

Çözüm:

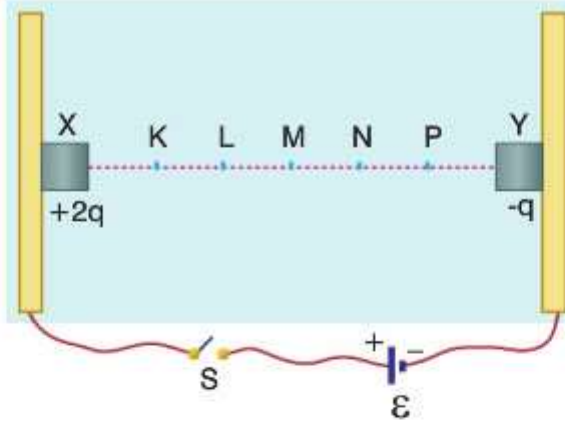
Paralel levhalar arasındaki sapma miktarı

$$Y = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \frac{qV}{dm} \cdot t^2 \quad \text{den} \quad h = \frac{1}{2} \frac{qV}{dm} \cdot t^2 \quad \text{olur.}$$

$$h' = \frac{1}{2} \frac{q2V}{d \cdot 4m} \cdot t^2 = \frac{1}{2} \frac{qV}{dm} t^2 \cdot \frac{2}{4} \Rightarrow \frac{2h}{4} = \frac{h}{2} \quad \text{olur.}$$

$\downarrow$
 h

Cevap A



Şekildeki düzenekte, özdeş X, Y cisimleri sürtünmesiz yatay düzlemde, bu düzleme dik ve birbirine paralel olan iki metal levha arasında durmaktadır. X in elektrik yükü $+2q$, Y nin elektrik yükü de $-q$ dur.

Açık olan S anahtarı kapatılırsa X ve Y cisimleri hangi noktada çarpışabilir? (Bölmeler eşit aralıklıdır.)

- A) K B) L C) M D) N E) P

Çözüm:

Paralel levhalar arasında, elektriksel kuvvet etkisiyle hızlanan parçacıklar yol alır.

$X_1 = \frac{1}{2} at^2$ ifadesi ve ayrıca $F_e = m.a$ bağıntısı kullanılabilir.

X cismi için, $F_e = m.a_X \Rightarrow \frac{2qE}{m} = a_X$

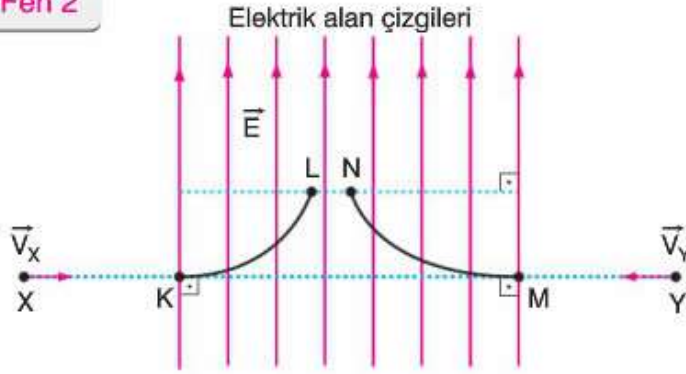
$X = \frac{1}{2} a_X t^2 = \frac{1}{2} \frac{2qE}{m} .t^2$ olur.

Y cismi için, $F_e = m.a_Y$ den $qE = m.a_Y \Rightarrow a_Y = \frac{q.E}{m}$ olur.

$Y = \frac{1}{2} a_Y t^2 = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} .t^2$ olur. Buradan görüldüğü gibi;

$a_X = 2a_Y$ dir. Bu durumda, X cismi 4 birim, Y cismi 2 birim yol alarak N noktasında karşılaşırlar.

Cevap D



Düzgün bir $\vec{E}$ elektrik alanının doğrultusu ve yönü şekilde gibidir. $\vec{V}_X$, $\vec{V}_Y$ sabit hızlarıyla gelen elektrik yüklü X, Y parçacıkları, bu alana, aynı anda K, M noktalarından giriyor. X cismi KL yolunu, Y cismi de MN yolunu izleyerek t sürede L, N noktalarına ulaşıyor.

Buna göre, aşağıdaki yargılardan hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) X ve Y nin kütleleri birbirine eşittir.
- B) $\vec{V}_X$ ve $\vec{V}_Y$ hızlarının büyüklükleri birbirine eşittir.
- C) X ve Y nin elektrik yüklerinin büyüklükleri birbirine eşittir.
- D) Elektrik alanının etkisiyle X ve Y de oluşan ivmeler birbirine eşittir.
- E) X ve Y ye elektrik alanı içinde etkiyen elektriksel kuvvetler birbirine eşittir.

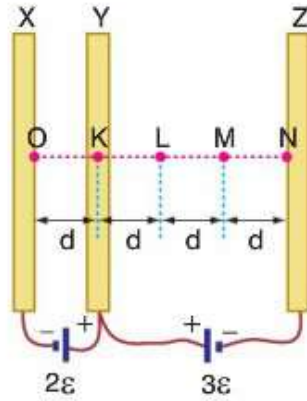
Çözüm:

X ve Y parçacıkları elektrik alana girdiğinde, elektriksel kuvvetin ($F_e = q \cdot E$) nin etkisinde kalır. Elektriksel kuvvet; pozitif yükler için elektrik alan yönünde, negatif yükler için elektrik alanla zıt yönde olur. X ve Y parçacıkları elektrik alan yönünde saptıkları için her ikisi de pozitif yüklüdür. Parçacıklar eşit sürede elektrik alan yönünde eşit miktarda sürüklenmiştir. Aslında sapma miktarları aynı olduğundan,

$$h = \frac{1}{2} a_X t^2, h = \frac{1}{2} a_Y t^2 \text{ ilişkisinden } a_X = a_Y \text{ olur.}$$

Y parçacığı yatay olarak daha çok yol aldığı için hızı, X parçacığının hızından büyüktür. Parçacıkların yükleri, kütleleri ve etkisinde kaldıkları elektriksel kuvvetlerin büyüklükleri hakkında kesin birşey söyleyemeyiz.

Cevap D



Birbirine paralel ince iletken X, Y, Z levhaları, elektromotor kuvvetleri 2ε , 3ε olan üreteçlere şekildeki gibi bağlanmıştır. O noktasında hareketsiz tutulan bir elektron serbest bırakıldığında, Y levhasındaki delikten geçip kesikli çizgiyle belirtilen yolu izleyerek Z levhasına ulaşmadan geri dönüyor.

Bu elektron nereden geri döner?

- A) KL nin orta noktasından
B) L noktasından
C) LM nin orta noktasından
D) M noktasından
E) MN nin orta noktasından

Çözüm:

Paralel levhalar arasındaki cisimlere $F_e = q \cdot E_1$ elektriksel kuvveti etkiler. Elektron O noktasından K noktasına ulaştığında sahip olduğu enerji

$$E_k = w = F_e \cdot d = q \cdot E_1 \cdot d = q \cdot \frac{2\varepsilon}{d} \cdot d = 2q\varepsilon \text{ olur.}$$

Elektron, K noktasından itibaren üreteç ters bağlı olduğundan yavaşlamaya başlar. Ters yöndeki elektriksel kuvvet, cismin E_k kinetik enerjisini sıfırladığı an cisim durur ve tekrar geldiği yoldan geri döner.

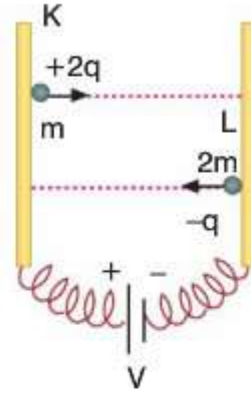
$$\text{Bu durumda; } E_k = 2q\varepsilon = F_e \cdot x$$

$$2q\varepsilon = q \cdot E_2 \cdot x = \frac{q \cdot 3\varepsilon}{3d} \cdot x$$

$$2q\varepsilon = \frac{q \cdot 3\varepsilon}{3d} \cdot x \Rightarrow x = 2d \text{ bulunur.}$$

Bu durumda parçacık M noktasından geri dönüyor.

Cevap D



V potansiyel farkı altında yüklenen paralel levhalar arasına, K ve L parçacıkları ilk hızsız olarak şekildeki gibi bırakılıyor.

Parçacıkların kütleleri sırasıyla m, 2m ve yükleri +2q, -q olduğuna göre, karşı levhalara çarpma hızları oranı $\frac{v_K}{v_L}$ kaçtır?

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

Çözüm:

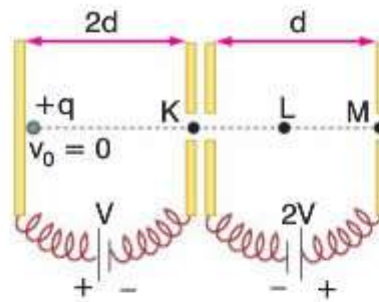
Parçacıkların karşı levhaya çarpma hızları, elektriksel kuvvetlerin yaptığı q.V işinin kinetik enerjiye dönüşmesi sonucu oluşur.

$$m \text{ kütlesi için } 2q \cdot V = \frac{1}{2} m v_K^2 \Rightarrow v_K = \sqrt{\frac{2qV}{m}} \text{ olur.}$$

$$2m \text{ kütleli cisim için } q \cdot V = \frac{1}{2} 2m \cdot v_L^2 \Rightarrow v_L = \sqrt{\frac{qV}{m}} \text{ olur.}$$

$$\text{Buradan } \frac{v_K}{v_L} = \frac{\sqrt{\frac{2qV}{m}}}{\sqrt{\frac{qV}{m}}} = 2 \text{ olur.}$$

Cevap D



Şekilde sürtünmesiz yatay düzlemdeki birbirine paralel levhalara V , $2V$ potansiyel farkları uygulanarak $+q$ yüklü parçacık serbest bırakılıyor.

Buna göre, harekete geçen parçacık ilk olarak nerede durur?

 $(|KL| = |LM|)$

- A) K noktasında
C) L noktasında
E) N-P arası
B) K-L arasında
D) M-N arası

Çözüm:

Paralel levhalar arasında yapılan iş, kinetik enerjiye dönüşür. Parçacık K noktasına ulaştığında $q.V$ enerjisine ulaşır. Bu enerjide ikinci bölgede sıfır olur.

$$q \cdot V = F_e \cdot x \quad \text{den} \quad q \cdot V = q \cdot E \cdot x$$

$$q.V = \frac{2V}{d} \cdot x \quad , \quad x = \frac{d}{2} \quad \text{bulunur.}$$

Bu durumda parçacık L noktasında durur ve geri dönerek ilk bırakıldığı nokta ile L noktası arasında harmonik hareket yapar.

Cevap C

Elektriksel alan içerisinde bir yük, bir noktadan başka bir noktaya götürüldüğünde iş yapıldığını görmüştük. Birim yüke düşen elektriksel potansiyel enerjiye, **potansiyel fark** denir.

$$V = \frac{E_p}{q} = \frac{\frac{kq \cdot q}{d}}{q} = \frac{k \cdot q}{d} \text{ bulunur.}$$

Birim tablosu

Elektriksel Potansiyel	Sabit	Yük	Uzaklık
V	k	q	d
Volt	V.m/C	C	m

Not: Elektrik potansiyel skalar bir nicelik olduğundan birden fazla yükün bir noktadaki elektrik potansiyeli, her bir yükün o noktadaki potansiyelleri toplanarak bulunur. Toplama işleminde, yükler işaretleriyle aynen alınır.

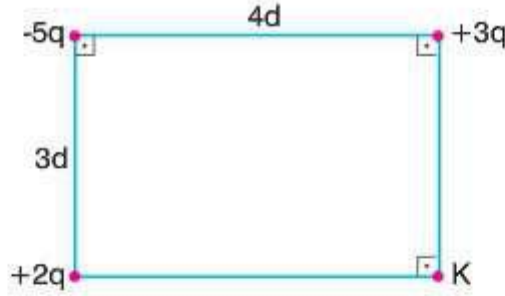
Birim yüke düşen elektriksel potansiyel enerji, potansiyel farkı

$$\left(V = \frac{E_p}{q} \right) \text{ verdiğiinden dolayı, yapılan iş } E_p = W = q \cdot V \text{ olur.}$$

Buradaki potansiyel farkı iki nokta arasında oluşan potansiyel farkıdır. Bu kavram; yüklü parçacıkların paralel levhalardaki hareketlerini incelememize yardımcı olacaktır.



Örnek - 14

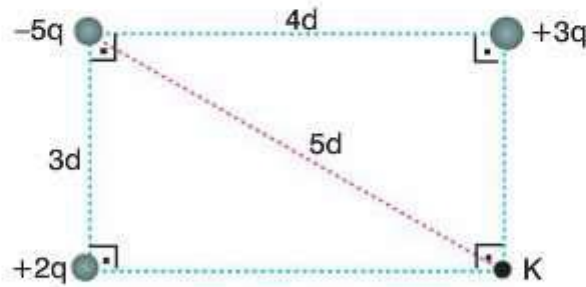


Şekildeki gibi bir dikdörtgen şeklindeki düzlemin köşelerine yerleştirilmiş $+2q$, $-5q$, $+3q$ elektrik yüklü cisimlerin K noktasında oluşturdukları elektriksel potansiyel kaç $\frac{kq}{d}$ dir?

(k: Coulomb sabiti)

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

Çözüm:



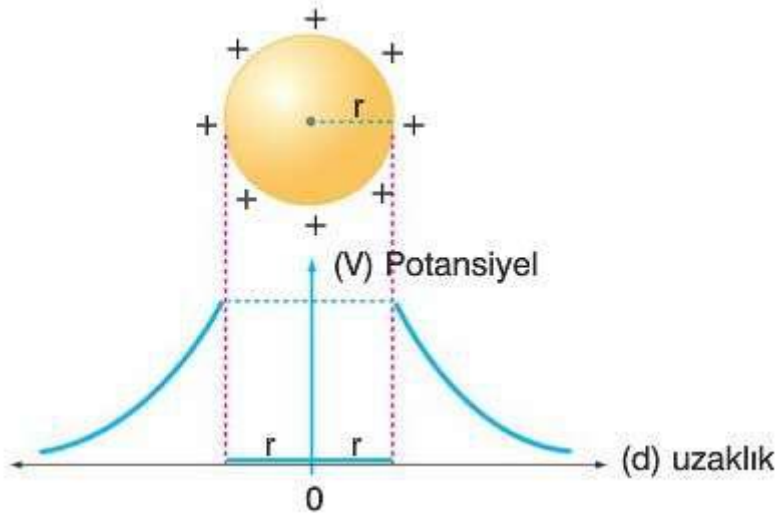
Elektriksel potansiyel skaler bir büyüklük olduğundan açı ve yön önemli değildir. Buna göre,

$$V = \frac{k(2q)}{4d} + \frac{k(-5q)}{5d} + \frac{k(3q)}{3d}$$

$$V = \frac{kq}{2d} \text{ olur.}$$

Cevap C

Yüklü İletken Kürenin Potansiyeli



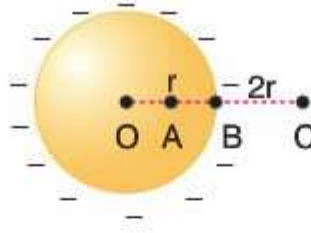
Yüklü kürenin iç bölgesindeki elektrik alanın sıfır olduğunu öğrenmiştik. Elektriksel alanın olmadığı bir yerde q yükünü hareket ettirdiğimizde elektriksel kuvvetlere karşı iş yapılmaz. Bu durumda kürenin içerisindeki noktalar arasında potansiyel farkının olmadığı görülür. Küre içerisindeki potansiyel her yerde aynı ve kürenin yüzeyindeki potansiyele eşittir. Buna göre,

$$d \leq r \text{ ise } V = \frac{kq}{r}$$

$$d > r \text{ ise } V = \frac{kq}{d} \text{ olur.}$$

Burada, dikkat edilmesi gereken durum kürenin içi boş olduğundan iç bölgede iş yapılması mümkün olamaz. Çünkü iş, $W = q \cdot V$ ifadesi ile bulunacağından, yüksüz bir ortamda potansiyel farkı oluşmaz. Tüm yük kürenin dış kalınlığını oluşturan kabuk içinde olduğundan, küre yüzeyindeki elektrik alan şiddeti maksimumdur. Kürenin dışında ise, uzaklığın karesine bağlı olarak sürekli azalır.

Örnek - 15



Yarıçapı r olan $(-)$ elektrik yüküne sahip iletken kürenin A, B, C noktalarındaki elektriksel potansiyellerinin büyüklükleri V_A , V_B ve V_C olduğuna göre, bunlar arasındaki ilişki nedir?

- A) $V_A = V_B = V_C$ B) $V_A > V_B > V_C$ C) $V_A > V_C > V_B$
D) $V_A = V_B > V_C$ E) $V_A > V_B = V_C$

Çözüm:

Yüklü kürenin içindeki potansiyel her yerde aynı ve küre yüzeyindeki potansiyele eşittir.

$$V_O = V_A = V_B = \frac{kq}{r}$$

C noktasındaki potansiyel bulunurken kürenin yüzeyindeki q yükünün kürenin merkezinde toplanmış noktasal bir yükmüş gibi kabul edilir.

Buna göre, $V_C = \frac{kq}{3r}$ olarak bulunur.

$V_A = V_B > V_C$ elde edilir.

Cevap D



K, L iletken küreleri sırasıyla $-q$, $+2q$ elektrikle yüklüdür. Bu kürelerin yüzeylerindeki elektriksel potansiyelin büyüklüğü birbirine eşittir.

Bu küreler birbirine dokundurulup uzaklaştırıldığında K ve L nin son elektrik yükleri ne olur?

	<u>K'nin son elektrik yükü</u>	<u>L'nin son elektrik yükü</u>
A)	$-q$	$+q$
B)	$-q$	$+2q$
C)	$+\frac{q}{2}$	$+q$
D)	$+\frac{q}{3}$	$+\frac{2q}{3}$
E)	$+\frac{2q}{3}$	$+\frac{q}{2}$

Çözüm:

Kürelerin elektrik potansiyelleri eşit büyüklükte olduğuna göre, yarıçapları yükleri ile doğru orantılı olmalıdır.

$$V = \frac{kq}{r_K} \Rightarrow r_K = \frac{kq}{V}$$

$$V = \frac{k2q}{r_L} \Rightarrow r_L = \frac{k2q}{V} \text{ olur.}$$

Bu durumda, K nin yarıçapı r , L nin yarıçapı da $2r$ olmalıdır.

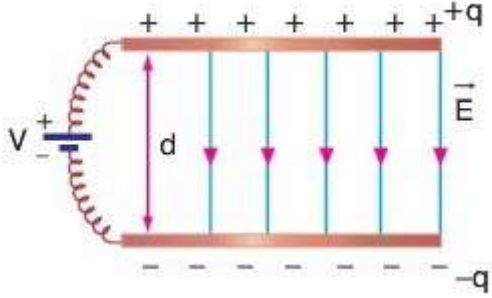
Küreler dokundurulduğunda toplam yükü yarıçapları ile doğru orantılı olarak paylaşırlar.

Toplam yük $Q = -q + 2q = +q$ olur.

Bu yükün üçte birini K küresi $\left(\frac{+q}{3}\right)$, geriye kalan üçte ikisini $\left(\frac{2q}{3}\right)$ ünü L küresi alır.

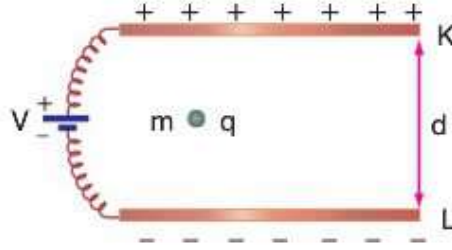
Cevap D

Yüklü Paralel Levhalar



İki iletken levha, zıt işaretli olarak yüklenip birbirlerinin yakınına getirilirse, aralarında düzgün bir elektriksel alan oluşur. Her iki levhaya eşit büyüklükte elektrik yükü yüklemek için levhalara potansiyel farkı V olan bir kaynak bağlanır. Kaynağın potansiyeli ile levhalar arasında oluşan elektriksel alan arasında $E = V / d$ ilişkisi vardır. Yüklü levhalar arasına konulan yüke aynı zamanda bir elektriksel kuvvet etki eder. Bu kuvvet, $F = q \cdot E = q \cdot V / d$ bağıntısı ile bulunur.

Örnek - 16



Düşey düzlemdeki yüklü paralel levhalar arasına konulan m kütleli parçacık şekildeki gibi hareketsiz kalıyor.

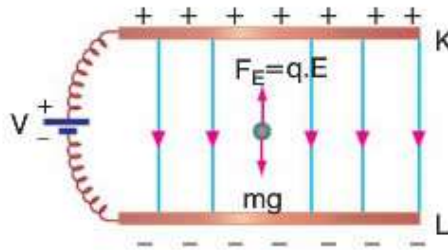
Buna göre;

- I. Parçacık $(-)$ yüklüdür.
- II. Parçacığın ağırlığı, kendisine etki eden elektriksel kuvvetin büyüklüğüne eşittir.
- III. Kaynağın potansiyel farkı artırılırsa, parçacık K levhasına çarpar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Çözüm:



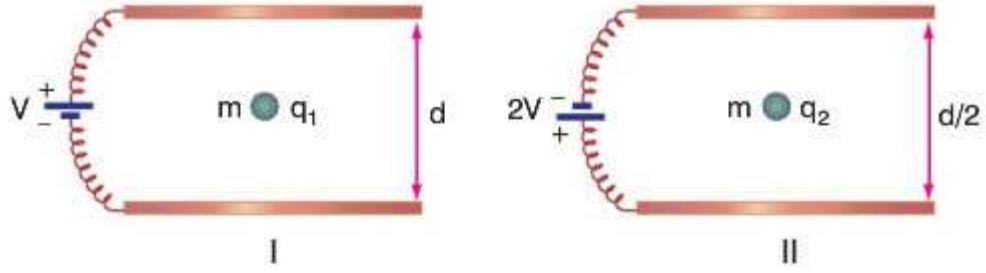
Levhalar arasında $(+)$ yüklü levhadan $(-)$ yüklü levhaya doğru düzgün bir elektrik alan oluşur. Cismin dengede kalması için elektriksel kuvvet cismin ağırlığına eşit ve zıt yönlü olmalıdır. Bu durumda cisme etki eden kuvvet elektriksel alana ters olduğundan parçacık $(-)$ yüklü olmalıdır. (I ve II doğru)

Levhalar arasındaki elektriksel kuvvet

$F = q \cdot \frac{V}{d}$ olduğundan V artırılırsa, kuvvette artar ve parçacık K levhasına çarpar. (III doğru)

Cevap E

Örnek - 17



Düşey düzlemde bulunan şekildeki I ve II paralel levhaları arasında hareketsiz duran m kütleli, q_1 ve q_2 elektrik yüklü noktasal cisimler şekildeki gibidir.

Buna göre, $\frac{q_1}{q_2}$ oranı nedir?

Çözüm:

I ve II durumlarında parçacığa etki eden kuvvetler;

$$F_1 = \frac{q_1 \cdot V}{d} \quad \text{ve} \quad F_2 = \frac{q_2 \cdot 2V}{d/2} = \frac{q_2 \cdot 4V}{d} \quad \text{olur.}$$

Parçacıklar levhalar arasında hareketsiz kaldıklarına göre, parçacıklara etki eden elektriksel kuvvetin büyüklüğü ağırlıklara eşittir.

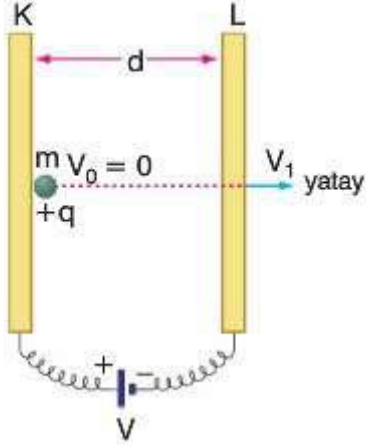
$$\text{Buna göre,} \quad mg = \frac{q_1 \cdot V}{d} \quad mg = \frac{q_2 \cdot 4V}{d}$$

Buradan bağıntıları oranlarsak;

$$\frac{mg}{mg} = \frac{\frac{q_1 \cdot V}{d}}{\frac{q_2 \cdot 4V}{d}}, \text{ yükler zıt işaretli olduğundan } \frac{q_1}{q_2} = -4 \text{ elde edilir.}$$

Cevap A

Yüklü Parçacıkların Hareketi



Dinamiğin ikinci hareket kanununun $F = m \cdot a$ olduğunu biliyoruz. Ayrıca İşin $w = F \cdot d$ (kuvvet x yol) olduğunu hatırlayarak işleme devam edersek işimiz çok kolay olur. V potansiyelinin etkisi ile oluşan elektriksel alan elektriksel kuvvet oluşturur ve bu kuvvet cisme ivme kazandırır.

Haydi başlayalım;

$$F_e = m \cdot a = q \cdot E \quad \text{den} \quad m \cdot a = q \cdot \frac{V}{d} \Rightarrow a = \frac{qV}{dm}$$

Paralel levhalar arasındaki parçacığın ivmesi tamam.

Kritik Not: İvme (a); parçacığın yükü (q), potansiyel (V) ile doğru orantılı, kütle (m) ve uzaklıkla ters orantılıdır.

K levhası önünde serbest bırakılan $+q$ yüklü m kütleli cisim L levhasına V_1 hızıyla çarpıyor ise bu durumda,

$$w = F_e \cdot d = q \cdot E \cdot d = E_k \quad (\text{yapılan iş, cisme kinetik enerji kazandırıyor})$$

$$q \cdot E \cdot d = E_k = \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow q \cdot \frac{V}{d} d = \frac{1}{2} m v_1^2 \Rightarrow v_1^2 = \frac{2qV}{m} \quad \text{olur.}$$

Not: L levhasına çarpma hızı, d genişliğine bağlı değildir. Asla unutmayınız!

Parçacığın L levhasına çarpma süresi,

$$d = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad \text{den} \quad \left(a = \frac{qV}{dm} \right)$$

$$d = \frac{qV}{2dm} \cdot t^2 \quad \text{olur.}$$

$$t = d \sqrt{\frac{2m}{qV}} \quad \text{olur.}$$



not

Levhalar arasındaki d uzaklığı artırıldığında, parçacığın diğer levhaya varma süresi artar. Parçacığın kütlesi artırıldığında, hareket ivmesi azalacağından hareket süresi de artar.

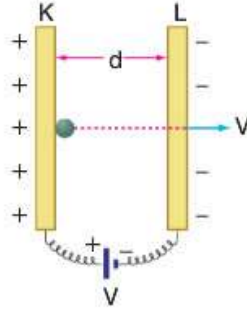


not

Parçacığın yükünün ve levhalar arasındaki potansiyel farkının artırılması, hareket süresini azaltır.



Örnek - 18



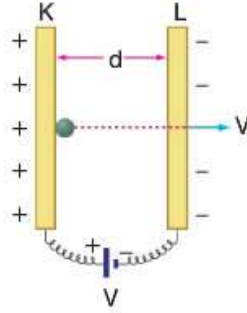
Birbirine paralel d aralıklı iki iletken levha, bir üretece şekildeki gibi bağlanmıştır. K levhası önünden serbest bırakılan bir proton, a ivmesi ile hızlanarak t süresi sonunda, L levhasına v hızıyla çarpıyor.

Bu düzende d aralığı büyütülürse, a ve v için ne söylenebilir?

(Yerçekimi ihmal edilmiştir.)

	İvme (a)	Hız (v)
A)	Azalır	Azalır
B)	Artar	Değişmez
C)	Azalır	Değişmez
D)	Değişmez	Artar
E)	Azalır	Artar

Çözüm:



Paralel levhalarda hareket ivmesi $\downarrow a = \frac{q \cdot V}{\uparrow dm}$ olduğundan,

$\uparrow d$ $a \downarrow$ d arttığından, ivme (a) azalır.

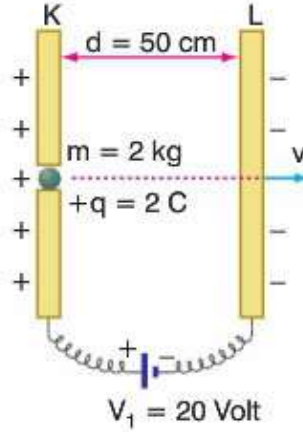
İvme azaldığından, parçacık diğer levhaya daha uzun sürede varır.

Hız ise, $w = Fe \cdot d = E_k = \frac{1}{2} mv^2$ ilişkisinden

$$q \cdot E \cdot d = \frac{1}{2} mv^2$$

$q \cdot \frac{V}{d} \cdot d = \frac{1}{2} mv^2$ görüldüğü gibi v hızı, d ye bağlı değildir.

Cevap C

**Örnek - 19**

Birbirine paralel, d aralıklı iletken K ve L levhalarından kurulu düzende, K levhasının önünden serbest bırakılan 2 kg kütleli, $q = 2 \text{ C}$ 'luk yüke sahip parçacık L levhasına v büyüklüğündeki hızla çarpıyor.

Buna göre, parçacığın ivme büyüklüğü a ve v hızı için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

(Yerçekimi ivmesi ihmal edilmiştir.)

	$a \text{ (m/s}^2\text{)}$	$v \text{ (m/s)}$
A)	30	20
B)	40	40
C)	30	50
D)	20	20
E)	10	40

Çözüm:

Parçacığın, K–L levhaları arasında kazandığı kinetik enerji,

$$F_e \cdot d = E_k = \frac{1}{2} mv^2 \Rightarrow q \cdot E \cdot d = \frac{1}{2} mv^2$$

$$\frac{q \cdot V_1}{d} \cdot d = \frac{1}{2} mv^2 \text{ den } v = \frac{2q \cdot V_1}{m} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 20}{2} = 40 \text{ m/s olur.}$$

$$F_e = m \cdot a = q \cdot E = m \cdot a \text{ dan } a = \frac{q \cdot V_1}{d \cdot m} \text{ olur.}$$

$$a = \frac{2 \cdot 20}{0,5 \cdot 2} = 40 \text{ m/s bulunur.}$$

Cevap B

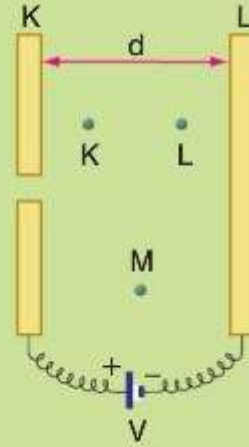


altın kural

V potansiyel farkı altında düzgün olarak yüklenmiş paralel levhalar arasında bulunan tüm noktalarda, uzaklıklara bakılmaksızın elektrik alan şiddetleri eşittir.

$$E_K = E_L = E_M$$

Çünkü, potansiyel farkı uzaklıklarla doğru orantılı olarak değişir.



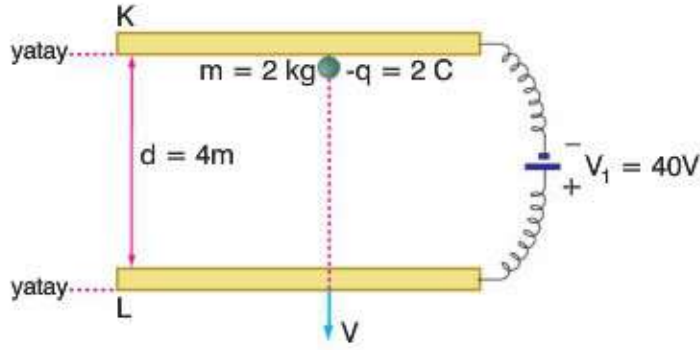
Burada unutulmaması gereken durum; paralel levhalar arasındaki elektrik alan şiddetinin, $E = \frac{V}{d}$ olmasıdır.

d arttığında E azalır, V arttığında ise E artar.

Levhalar arasında alınan noktanın uzaklığı arttıkça üzerine düşen potansiyel farkta azalacağından, içeride her noktada elektrik alan şiddetleri eşit olur.



Örnek - 20



Düşey düzlemde bulunan $q = -2 \text{ C}$ luk elektrik yüklü, $m = 2 \text{ kg}$ kütleli parçacık, K levhası önünden şekildeki gibi serbest bırakılıyor.

Parçacığın L levhasına çarpma hızı kaç m/s dir?

(Sürtünmeler önemsiz, $g = 10 \text{ m/s}^2$)

A) 3

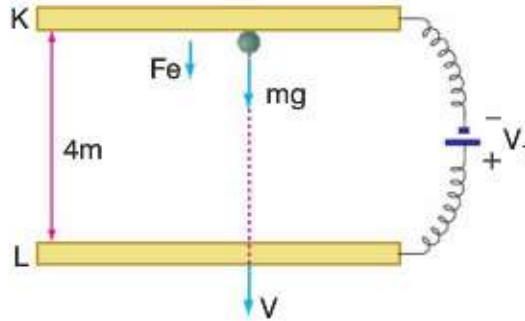
B) 4

C) $4\sqrt{10}$

D) $5\sqrt{10}$

E) 20

Çözüm:



Parçacık (-) yüklü olduğundan elektriksel kuvvet aşağı yönlü

$F_e = q.E$ olduğundan net kuvvet,

$$F_e + mg = m.a = q.E + mg = m.a \text{ ise } \Rightarrow \frac{2.40}{4} + 2.10 = 2.a$$

$$\downarrow \frac{V}{d}$$

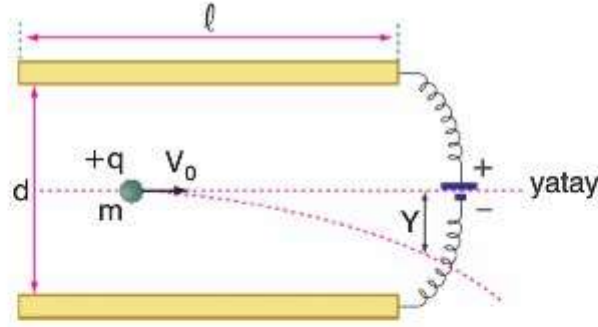
$a = 20 \text{ m/s}^2$ olur.

Zamansız hız denkleminde,

$$v_s^2 = V_0^2 + 2.a.d \text{ den } v^2 = 2.20.4 = 160 \Rightarrow v = 4\sqrt{10} \text{ m/s} \text{ olur.}$$

Cevap C

Yüklü Parçacıkların Yörüngeleri



m kütleli $+q$ elektrik yüklü parçacık Y kadar saptmaya uğradığında; atış hareketlerini hatırlayarak işleme başlayalım. Parçacık yatay atıldığından, sapma miktarı Y yolunu serbest düşmeyle gerçekleştirir.

$$h = \frac{1}{2} g t^2, \quad h = Y = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \frac{qV}{dm} \cdot t^2$$

denkleminde çok kolay bir şekilde ulaşmış olduk.



not

Sapma miktarı Y ; g, V, d, m, t niceliklerine bağlı olup q, V, t ile doğru orantılı olarak artar.



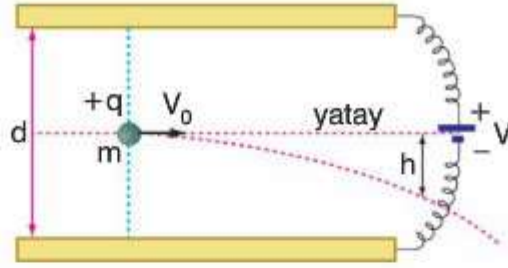
not

Levhalar arasını geçme süresi t ; $\ell = V_0 \cdot t$ olduğundan $t = \frac{\ell}{V_0}$ niceliklerine bağlıdır.

$\uparrow \ell, t \uparrow$; $\uparrow V_0, t \downarrow$ azalır.



Örnek - 21



Kütlesi m olan $+q$ elektrik yüklü parçacık v_0 yatay hızı ile atıldığında h kadar sapıyor.

Üretecin potansiyel farkı $2V$, parçacığın kütlesi $4m$ yapılırsa, aynı parçacık v_0 hızıyla atılsaydı, kaç h sapmaya uğrardı?

(Yerçekimi ihmal edilmiştir.)

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

Çözüm:

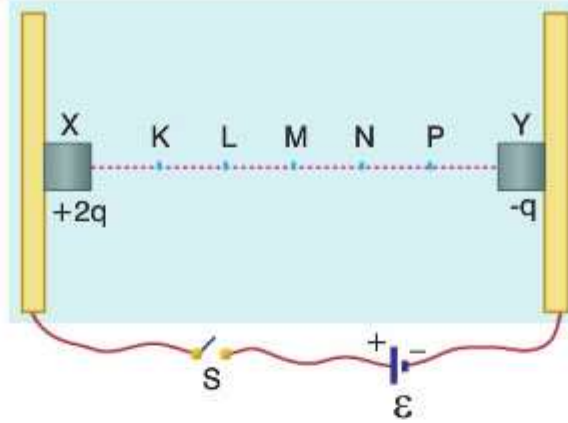
Paralel levhalar arasındaki sapma miktarı

$$Y = \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \frac{qV}{dm} \cdot t^2 \quad \text{den} \quad h = \frac{1}{2} \frac{qV}{dm} \cdot t^2 \quad \text{olur.}$$

$$h' = \frac{1}{2} \frac{q2V}{d \cdot 4m} \cdot t^2 = \frac{1}{2} \frac{qV}{dm} t^2 \cdot \frac{2}{4} \Rightarrow \frac{2h}{4} = \frac{h}{2} \quad \text{olur.}$$

$\downarrow$
 h

Cevap A



Şekildeki düzenekte, özdeş X, Y cisimleri sürtünmesiz yatay düzlemde, bu düzleme dik ve birbirine paralel olan iki metal levha arasında durmaktadır. X in elektrik yükü $+2q$, Y nin elektrik yükü de $-q$ dur.

Açık olan S anahtarı kapatılırsa X ve Y cisimleri hangi noktada çarpışabilir? (Bölmeler eşit aralıklıdır.)

- A) K B) L C) M D) N E) P

Çözüm:

Paralel levhalar arasında, elektriksel kuvvet etkisiyle hızlanan parçacıklar yol alır.

$X_1 = \frac{1}{2} at^2$ ifadesi ve ayrıca $F_e = m.a$ bağıntısı kullanılabilir.

X cismi için, $F_e = m.a_X \Rightarrow \frac{2qE}{m} = a_X$

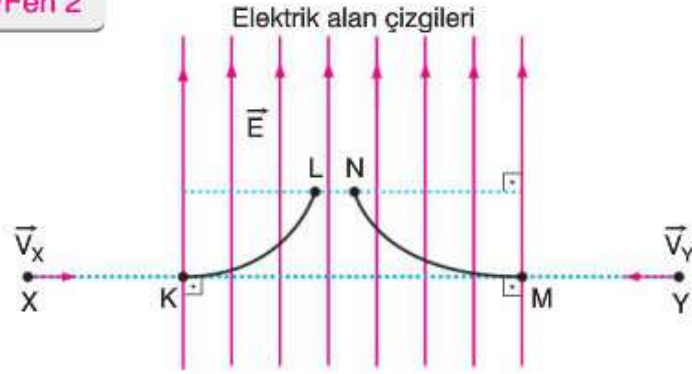
$X = \frac{1}{2} a_X t^2 = \frac{1}{2} \frac{2qE}{m} .t^2$ olur.

Y cismi için, $F_e = m.a_Y$ den $qE = m.a_Y \Rightarrow a_Y = \frac{q.E}{m}$ olur.

$Y = \frac{1}{2} a_Y t^2 = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} .t^2$ olur. Buradan görülüyorki;

$a_X = 2a_Y$ dir. Bu durumda, X cismi 4 birim, Y cismi 2 birim yol alarak N noktasında karşılaşırlar.

Cevap D



Düzgün bir $\vec{E}$ elektrik alanının doğrultusu ve yönü şekildeki gibidir. $\vec{V}_X$, $\vec{V}_Y$ sabit hızlarıyla gelen elektrik yüklü X, Y parçacıkları, bu alana, aynı anda K, M noktalarından giriyor. X cismi KL yolunu, Y cismi de MN yolunu izleyerek t sürede L, N noktalarına ulaşıyor.

Buna göre, aşağıdaki yargılardan hangisi kesinlikle doğrudur?

- A) X ve Y nin kütleleri birbirine eşittir.
- B) $\vec{V}_X$ ve $\vec{V}_Y$ hızlarının büyüklükleri birbirine eşittir.
- C) X ve Y nin elektrik yüklerinin büyüklükleri birbirine eşittir.
- D) Elektrik alanının etkisiyle X ve Y de oluşan ivmeler birbirine eşittir.
- E) X ve Y ye elektrik alanı içinde etkiyen elektriksel kuvvetler birbirine eşittir.

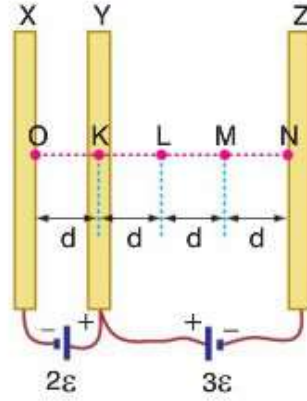
Çözüm:

X ve Y parçacıkları elektrik alana girdiğinde, elektriksel kuvvetin ($F_e = q.E$) nin etkisinde kalır. Elektriksel kuvvet; pozitif yükler için elektrik alan yönünde, negatif yükler için elektrik alanla zıt yönde olur. X ve Y parçacıkları elektrik alan yönünde saptıkları için her ikisi de pozitif yüklüdür. Parçacıklar eşit sürede elektrik alan yönünde eşit miktarda sürüklenmiştir. Aslında sapma miktarları aynı olduğundan,

$$h = \frac{1}{2} a_X t^2, h = \frac{1}{2} a_Y t^2 \text{ ilişkisinden } a_X = a_Y \text{ olur.}$$

Y parçacığı yatay olarak daha çok yol aldığı için hızı, X parçacığının hızından büyüktür. Parçacıkların yükleri, kütleleri ve etkisinde kaldıkları elektriksel kuvvetlerin büyüklükleri hakkında kesin birşey söylemez.

Cevap D



Birbirine paralel ince iletken X, Y, Z levhaları, elektromotor kuvvetleri 2ε , 3ε olan üreteçlere şekildeki gibi bağlanmıştır. O noktasında hareketsiz tutulan bir elektron serbest bırakıldığında, Y levhasındaki delikten geçip kesikli çizgiyle belirtilen yolu izleyerek Z levhasına ulaşmadan geri dönüyor.

Bu elektron nereden geri döner?

- A) KL nin orta noktasından
B) L noktasından
C) LM nin orta noktasından
D) M noktasından
E) MN nin orta noktasından

Çözüm:

Paralel levhalar arasındaki cisimlere $F_e = q \cdot E_1$ elektriksel kuvveti etki eder. Elektron O noktasından K noktasına ulaştığında sahip olduğu enerji

$$E_k = w = F_e \cdot d = q \cdot E_1 \cdot d = q \cdot \frac{2\varepsilon}{d} \cdot d = 2q\varepsilon \text{ olur.}$$

Elektron, K noktasından itibaren üreteç ters bağlı olduğundan yavaşlamaya başlar. Ters yöndeki elektriksel kuvvet, cismin E_k kinetik enerjisini sıfırladığı an cisim durur ve tekrar geldiği yoldan geri döner.

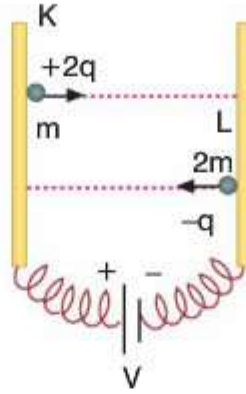
$$\text{Bu durumda; } E_k = 2q\varepsilon = F_e \cdot X$$

$$2q\varepsilon = q \cdot E_2 \cdot X = \frac{q \cdot 3\varepsilon}{3d} \cdot X$$

$$2q\varepsilon = \frac{q \cdot 3\varepsilon}{3d} \cdot x \Rightarrow x = 2d \text{ bulunur.}$$

Bu durumda parçacık M noktasından geri dönüyor.

Cevap D



V potansiyel farkı altında yüklenen paralel levhalar arasına, K ve L parçacıkları ilk hızsız olarak şekildeki gibi bırakılıyor.

Parçacıkların kütleleri sırasıyla m, 2m ve yükleri +2q, -q olduğuna göre, karşı levhalara çarpma hızları oranı $\frac{v_K}{v_L}$ kaçtır?

A) $\frac{1}{4}$

B) $\frac{1}{2}$

C) 1

D) 2

E) 4

Çözüm:

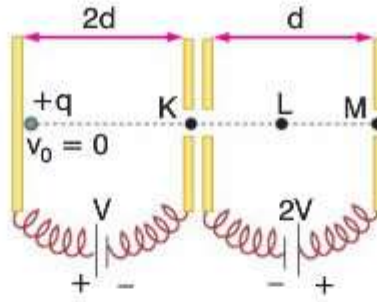
Parçacıkların karşı levhaya çarpma hızları, elektriksel kuvvetlerin yaptığı q.V işinin kinetik enerjiye dönüşmesi sonucu oluşur.

$$m \text{ kütlesi için } 2q \cdot V = \frac{1}{2} m v_K^2 \Rightarrow v_K = \frac{2qV}{m} \text{ olur.}$$

$$2m \text{ kütleli cisim için } q \cdot V = \frac{1}{2} 2m \cdot v_L^2 \Rightarrow v_L = \frac{qV}{m} \text{ olur.}$$

$$\text{Buradan } \frac{v_K}{v_L} = \frac{\frac{2qV}{m}}{\frac{qV}{m}} = 2 \text{ olur.}$$

Cevap D



Şekilde sürtünmesiz yatay düzlemdeki birbirine paralel levhalara V , $2V$ potansiyel farkları uygulanarak $+q$ yüklü parçacık serbest bırakılıyor.

Buna göre, harekete geçen parçacık ilk olarak nerede durur?

($|KL| = |LM|$)

- A) K noktasında
C) L noktasında

- B) K-L arasında
D) M-N arası

E) N-P arası

Çözüm:

Paralel levhalar arasında yapılan iş, kinetik enerjiye dönüşür. Parçacık K noktasına ulaştığında $q.V$ enerjisine ulaşır. Bu enerjide ikinci bölgede sıfır olur.

$$q.V = F_e.x \text{ den } q.V = q.E.x$$

$$q.V = \frac{2V}{d} \cdot x, \quad x = \frac{d}{2} \text{ bulunur.}$$

Bu durumda parçacık L noktasında durur ve geri dönerek ilk bırakıldığı nokta ile L noktası arasında harmonik hareket yapar.

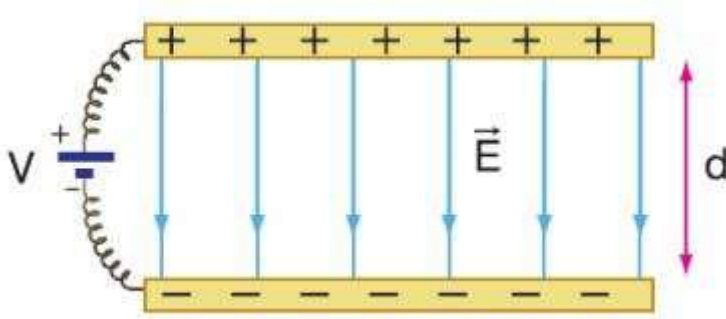
Cevap C

Düzgün Elektrik Alan ve Sığa

DÜZGÜN ELEKTRİK ALAN

Elektrik alan çizgileri birbirine paralel ise düzgün elektrik alan olarak adlandırılır. Düzgün elektrik alan boyunca her noktada elektrik alan şiddeti eşittir.

Yüklü İletken Paralel Levhalar Arasındaki Elektrik Alan



Aralarındaki uzaklık d olan paralel levhalar bir üreteç yardımı ile yüklenirse levhalar arasında şekildeki gibi düzgün elektrik alan oluşur. Levhalar arasındaki elektrik alan şiddeti

$$E = \frac{V}{d} \text{ ile bulunur.}$$

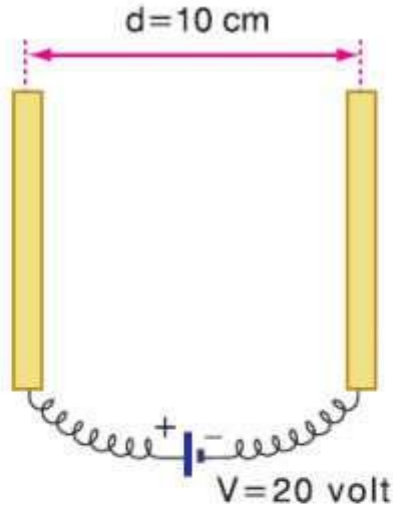
E: Elektrik alan (volt/m)

V: Levhalar arasındaki potansiyel farkı (volt)

d: Levhalar arası uzaklık (metre)

- Levha arasındaki elektrik alan çizgileri + dan – ye doğrudur.
- Üretecin + kutbuna bağlı olan levha + ile yüklenirken – kutbuna bağlı levha – ile yüklenir.

Yüklü levhalar arasındaki iki nokta arasındaki potansiyel farkı uzaklık ile orantılıdır.



Aralarında 10 cm uzaklık bulunan paralel iki düzlem levha 20 voltluk üretece şekildeki gibi bağlanmıştır.

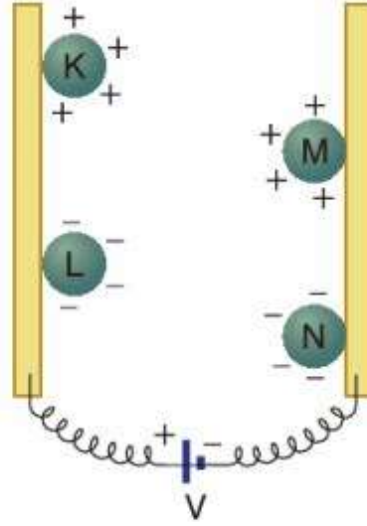
Buna göre levhalar arasındaki elektrik alanın büyüklüğü kaç volt/metre dir?

Çözüm

$$d = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$E = \frac{V}{d}$$

$$E = \frac{20}{0,1} = 200 \text{ volt/metre bulunur.}$$

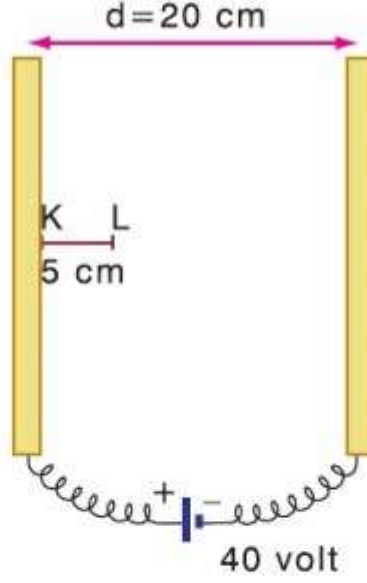


Ağırlığı ihmal edilen elektrik yüklü K, L, M ve N parçacıkları yüklü levhalar arasında şekilde belirtilen noktalarda serbest bırakılıyor.

Buna göre hangi parçacıklar hızlanan hareket yapar?

Çözüm

Üretcin kutuplarına göre levhaların yük işareti belirlendiğinde K ve N parçacıkları hızlanan hareket yapacaktır.



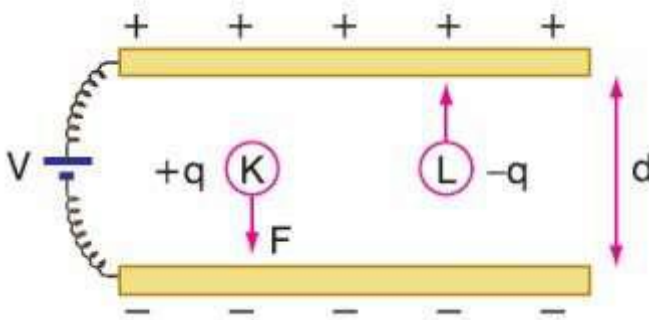
Şekildeki levhalar 40 voltluk üretece bağlanmıştır. K ile L noktaları arasındaki potansiyel farkı kaç volt tur?

Çözüm

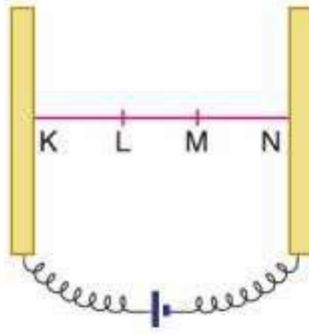
Levhalar arasındaki uzaklık 20 cm iken levhalar arasındaki potansiyel farkı 40 volt olmaktadır. Bu durumda 5 cm uzaklıkta potansiyel farkı 10 volt bulunur.

Yüklerin Düzgün Elektrik Alandaki Hareketi

Elektrik alanda bulunan yüklü cisimlere elektriksel kuvvet etki eder. Şekildeki paralel levhalar arasındaki yüklü parçalara etki eden elektriksel kuvvetler gösterilmiştir.



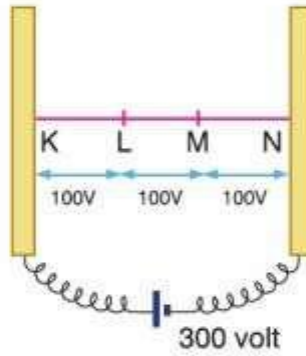
- Elektriksel Kuvvet
- Parçacıkların ağırlığı ihmal edilirse elektriksel kuvvet cismin a ivmesi kazanmasına neden olur. Bu ivme, Newton'un temel yasasına göre
- Yer çekimi önemsenmediğinde serbest bırakılan yüklü bir parçacığın yörüngesi aşağıdaki gibi doğrusal olacaktır.
- Şekildeki levhalar arasındaki yüklü cisim serbest bırakıldığında F kuvvetinin etkisi ile harekete geçer. F kuvvetinin yaptığı iş cismin kinetik enerjisindeki değişime eşit olacaktır.



Şekildeki $+q$ yüklü parçacık K noktasından serbest bırakılıyor. Parçacık L noktasından geçerken enerjisi E_L , N noktasına çarparken ise enerjisi E_N olmaktadır.

Buna göre $\frac{E_L}{E_N}$ oranı kaçtır?

Çözüm



Yüklü parçacık elektriksel kuvvetin etkisi ile giderek hızlanır ve enerji kazanır.

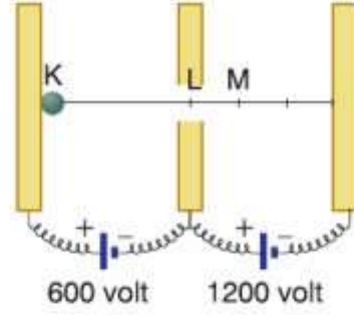
$$W = \Delta E \text{ yazılırsa}$$

$$K \text{ ile } L \text{ arasında} \Rightarrow q \cdot V_{KL} = E_L - E_K$$

$$K \text{ ile } M \text{ arasında} \Rightarrow q \cdot V_{KM} = E_M - E_K$$

$$\frac{q \cdot 100 = E_L - 0}{q \cdot 300 = E_M - 0}$$

$$\frac{E_L}{E_M} = \frac{1}{3} \text{ olur.}$$



Paralel düzlem levhalar üreteçlere şekildeki gibi bağlanmıştır. Parçacık K noktasından serbest bırakıldığında L noktasından geçerken hızı V_L , M noktasından geçerken hızı V_M oluyor.

Buna göre $\frac{V_L}{V_M}$ oranı kaçtır?

Çözüm

Üretece göre K ile L arası potansiyel farkı $V_{KL} = 600$ volt,

K ile M arasındaki potansiyet farkı $V_{KM} = 200$ volt bulunur.

İş – enerji değişimi eşitliği yazılırsa

$$W = \Delta E$$

$$\text{KL arası} \Rightarrow q \cdot V_{KL} = E_L - E_K$$

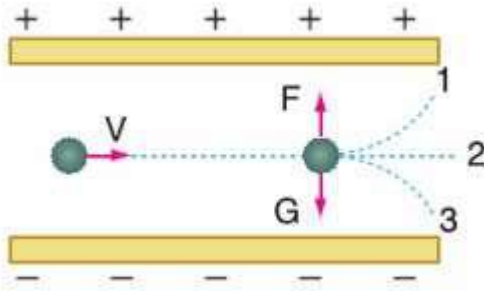
$$\text{KM arası} \Rightarrow q \cdot V_{KM} = E_M - E_K$$

$$\frac{600}{200} = \frac{E_L - 0}{E_M - 0} \Rightarrow \frac{E_L}{E_M} = 3 \text{ olur.}$$

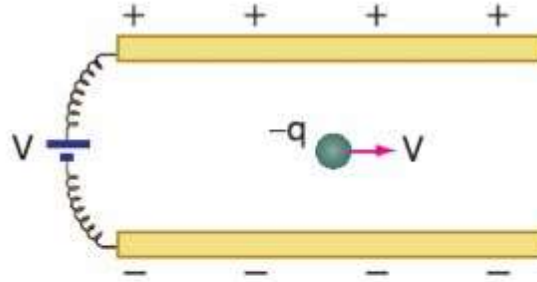
$$\frac{E_L = \frac{1}{2} m \cdot v_L^2}{E_M = \frac{1}{2} m \cdot v_M^2} = 3 \Rightarrow \frac{v_L}{v_M} = \sqrt{3} \text{ bulunur.}$$

Yüklü Parçacıkların Yörüngeleri

V hızı ile atılan bir cismin paralel levhalar arasında izleyeceği yörünge, elektriksel kuvvet ile ağırlık arasındaki ilişkiye göre belirlenir.



Cisim,
 $G = F$ ise 2 yolunu
 $F > G$ ise 1 yolunu
 $F < G$ ise 3 yolunu izler.



Levhalar arasındaki $-q$ yüklü m kütleli parçacık V hızı ile doğrultusunu değiştirmeden hareket etmektedir.

Buna göre levhalar arasındaki E elektrik alanının, m , q ve g cinsinden değeri nedir?

Çözüm

Yüklü parçacık doğrultu değiştirmedine göre dengededir.

$F = G$ dir. $q \cdot E = mg$ yazılırsa

$$E = \frac{mg}{q} \text{ olur.}$$

Örnek:

SİĞA (KAPASİTE)

Elektrik yükü q olan iletken bir kürenin potansiyeli,

$$V = k \frac{q}{r}$$

dir. Bu bağıntıya göre kürenin yükü $2q$ iken potansiyeli $2V$, yükü $3q$ olduğunda da potansiyeli $3V$... olur. Kürenin yükü ile potansiyelinin aynı oranda artması nedeniyle,

$$\frac{q}{V} = \frac{2q}{2V} = \frac{3q}{3V} = \text{sabit}$$

yazılabilir. Bu durum, kürede olduğu gibi iletkenlerin $\frac{q}{V}$ oranının sabit kaldığını gösterir. Bu sabit oran, iletkenin sığası olarak tanımlanır ve C ile gösterilir.



Elektrik yükü q , potansiyeli V olan bir iletkenin sığası,

$$C = \frac{q}{V}$$

ile bulunur. Bir iletkenin $\frac{q}{V}$ oranının sabit olması, iletkenin sığasının yüküne ve potansiyeline bağlı olmadığını gösterir. Sığa, iletkenin bulunduğu ortama ve iletkenin yapısal özelliğine bağlıdır.

q	V	C
Coulomb (C)	Volt (V)	Farad (F)

1 Coulomb yükle yüklendiğinde 1 volt'luk gerilimi olan cismin sığası 1 Farad'dır.

$$1 F = 10^3 mF = 10^6 \mu F = 10^9 nF$$

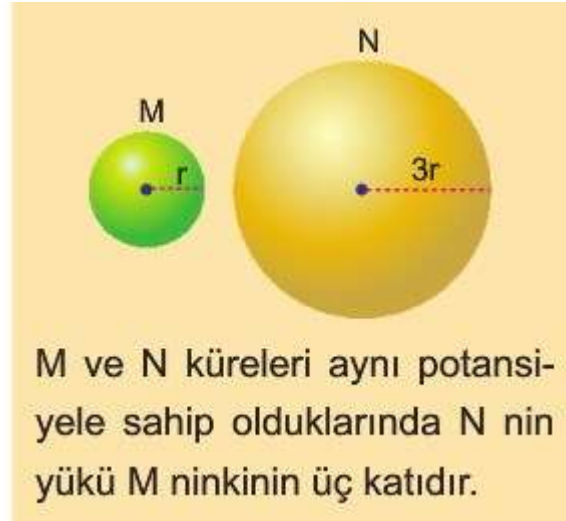
Elektrik yükü q , yarıçapı r olan bir kürenin potansiyeli,

$$V = k \frac{q}{r}$$

olduğundan sığası,

$$C = \frac{q}{V} = \frac{r}{k}$$

olur. Görüldüğü gibi bir kürenin sığası, kürenin yarıçapına bağlı olarak değişir.



Şekildeki N küresinin sığası M ninkinin üç katı olduğundan aynı potansiyele sahip olduklarında N nin yükü de M ninkinin üç katı olur. Bu durumda sığa, bir iletkenin ne kadar yük alabileceğinin bir ölçüsü olarak tanımlanabilir.

ÖRNEK SORU

İletken X, Y küreleri birbirine dokundurulduğunda yükleri q , $3q$ oluyor.

Buna göre, X ve Y nin sığaları aşağıdakilerden hangisi olabilir?

	<u>X in</u>	<u>Y nin</u>
A)	C	C
B)	C	2C
C)	C	3C
D)	2C	C
E)	3C	C

Çözüm:

Küreler birbirine dokundurulduğunda aynı potansiyele sahip olurlar. Sığa, aynı potansiyele sahip iki cismin ne kadar yük alabileceklerinin bir ölçüsüdür. Aynı potansiyelde, Y nin aldığı yük X inkinin üç katı olduğundan sığası da X inkinin üç katı olmalıdır. Bu durumda X in sığası C, Y ninki de 3C olabilir.

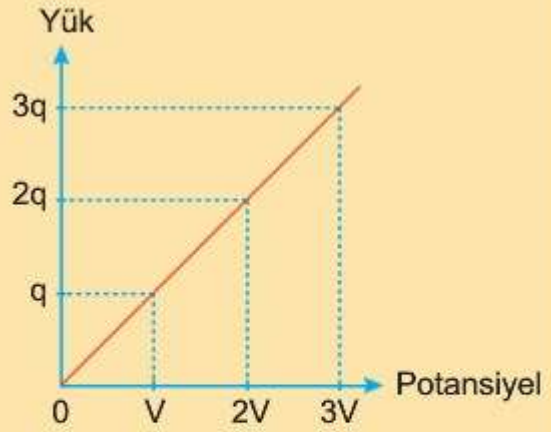
Cevap C

Bir iletkenin yükünün potansiyeline bağılı grafiğinden yararlanarak iletkenin sığası bulunabilir. İletkenin yükü potansiyeli ile doğru orantılı olduğundan grafik şekildeki gibi olur.

Grafiğin eğimi alınırsa,

$$\text{Eğim} = \frac{q}{V} = C$$

bulunur.

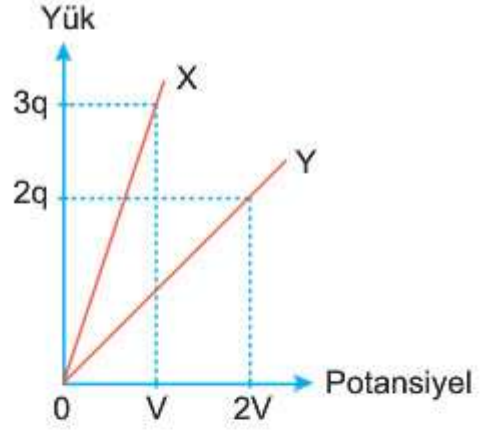


Bir iletkenin yükünün potansiyeline bağılı grafiğinin eğimi, iletkenin sığasını verir.

ÖRNEK SORU

X ve Y kürelerinin yüklerinin potansiyeline bağlı grafikleri şekildeki gibidir. X in yarıçapı r_X , Y ninki de r_Y dir.

Buna göre, r_X ve r_Y aşağıdakilerden hangisi olabilir?



	r_X	r_Y
A)	r	2r
B)	r	3r
C)	2r	r
D)	3r	r
E)	3r	2r

Çözüm:

Yarıçapı r olan bir kürenin sığası, $C = \frac{q}{V}$ dir. $V = k \frac{q}{r}$ olduğundan,

$$C = \frac{q}{k \frac{q}{r}} = \frac{r}{k}$$

bulunur. Görüldüğü gibi kürenin sığası yarıçapı ile doğru orantılıdır. Kürelerin yükünün potansiyeline bağlı grafiğinin eğimi kürelerin sığasını verdiğinden X in sığası,

$$C_X = \frac{3q}{V}$$

Y nin sığası da,

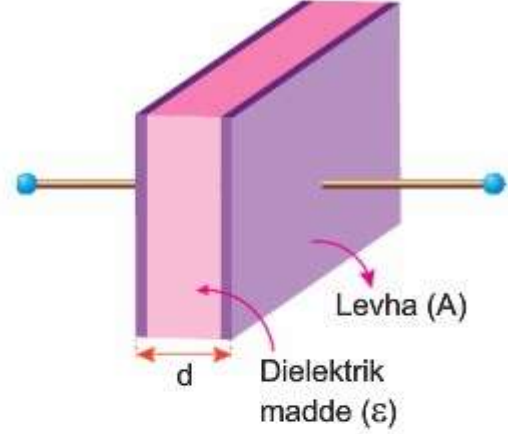
$$C_Y = \frac{2q}{2V} = \frac{q}{V}$$

olur. X in sığası Y ninkinin üç katı olduğundan X in yarıçapı da Y nin-kinin üç katı olmalıdır.

Cevap D

Sığaç (Kondansatör)

Sığaç, elektrik enerjisini ya da elektrik yükünü elektrik alanının içinde depolamaya yarayan araçtır. Birbirine paralel iki iletken levha arasına cam, kağıt, lastik, mika, hava gibi yalıtkan maddeler konularak elde edilir.



Bir sığacın levhaları arasına bir potansiyel fark uygulandığında levhalar eşit ve zıt yükle yüklenir. Uygulanan gerilimde sığacın levhaları üzerinde ne kadarlık yük bulunduğu sığacın sığası ile belirlenir. Bir düzlem sığacın sığası,

- levhaların yüzeysel alanı (A) ile doğru orantılı,
- levhalar arası uzaklık (d) ile ters orantılı,
- levhalar arasına konulan yalıtkanın dielektrik sabiti (s) ile doğru orantılı

olarak değişir. Buna göre, bir düzlem sığacın sığası,

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d}$$

ile bulunur. Sığaç devre ie-
risinde

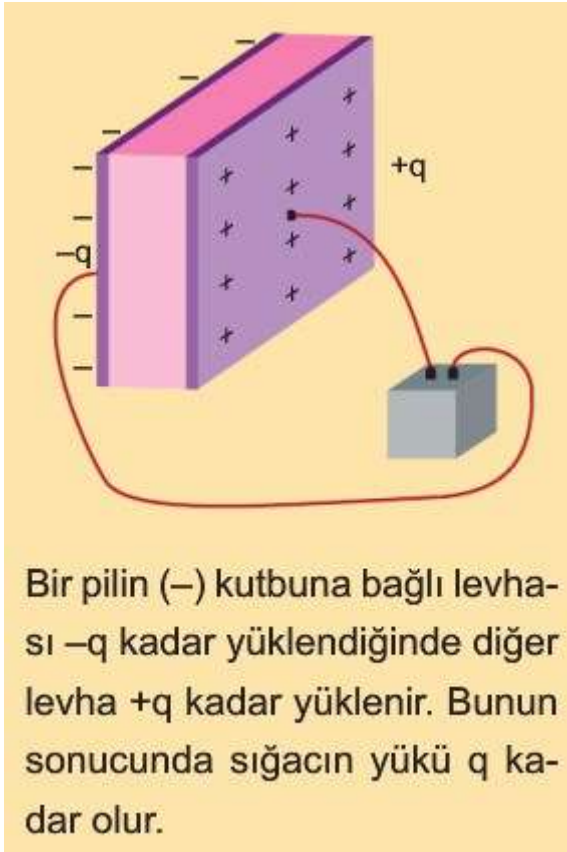


ile gösterilir.

ϵ	A	d	C
$\frac{C^2}{N \cdot m^2}$	m^2	m	F

*Levhalar arasındaki ortamın
elektiriksel geçirgenliği boş uzay için
 $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} C^2/Nm^2$ dir.*

Bilgi: Levhalar arasına konulan dielektrik madde, elektrik alanı zayıflatarak potansiyel farkını azaltır. Bunun sonucunda sığa artar.



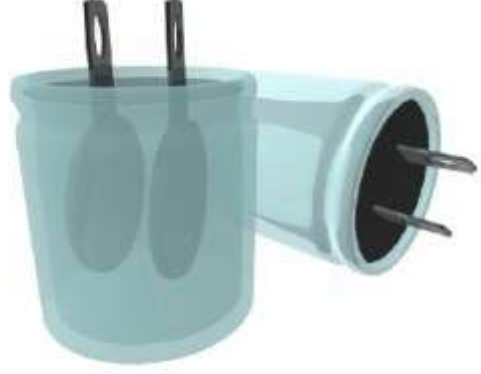
Bir pilin (–) kutbuna bağlı levha-
sı –q kadar yüklendiğinde diğer
levha +q kadar yüklenir. Bunun
sonucunda sığacın yükü q ka-
dar olur.

Bir sığaç, bir üretecin uçlarına bağlandığında yüklenir. Yüksüz sığaç, üreteç tarafından yüklenirken üretecin (–) kutbundan bu kutba bağlı levhaya yük akışı olur. Yük akışı, levha ile üretecin (–) kutbu aynı potansiyele gelinceye kadar devam eder. Yük akışı durduğunda levha negatif yüklenmiş olur. Sığacın diğer levhasında da benzer olay görülür. Bu levhadan üretece doğru hareket eden elektronlar (+) kutba bağlı levhayı pozitif yükler. Böylece sığacın levhaları arasındaki potansiyel fark, üretecin uçları arasındaki kadar olurken levhalar eşit büyüklükte zıt elektrik yüküyle yüklenir. Sığacın levhalarından birinin üzerindeki yükün büyüklüğü, sığacın yükü olarak kullanılır.

Uygulanan ΔV potansiyel farkı altında sığacın ne miktar yük depolayacağı

$$q = C \cdot \Delta V$$

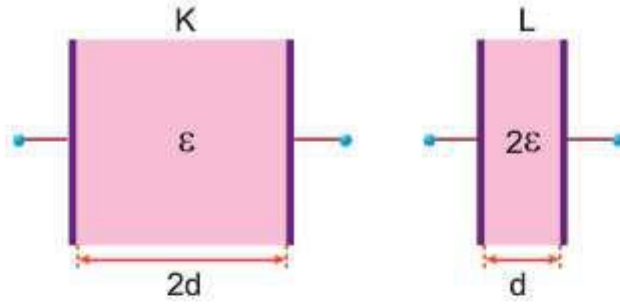
ile belirlenir.



Bilgi: Bir sığacın yükü, yük alışverişinde bulunabileceği bir devre elemanına bağlı olmadığı sürece sabit kalır.

Sığa ve Sığaç (Kondansatör) Soruları ve Çözümleri

ÖRNEK SORU



Levhalar arasında dielektrik sabiti ϵ olan madde bulunan şekildeki K sığacının sığası C dir.

Buna göre, levhaları arasında dielektrik sabiti 2ϵ olan maddenin bulunduğu L sığacının sığası kaç C dir?

(Sığaçların levhaları özdeşdir.)

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

Çözüm:

K sığacının sığası,

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{2d}$$

dir. Bu durumda L sığacının sığası,

$$C_L = 2\epsilon \cdot \frac{A}{d} = 4C$$

bulunur.

Cevap E

ÖRNEK SORU

Levhaları arasında hava bulunan sığaçlardan K nin sığası C_K , L ninki de C_L dir. K nin levhaları arası uzaklık artırılırken, L nin levhaları arasına yalıtkan bir levha konuluyor.

Buna göre, C_K , C_L nasıl değişir?

C_K	C_L
A) Artar	Artar
B) Artar	Azalır
C) Azalır	Artar
D) Azalır	Azalır
E) Azalır	Değişmez

Çözüm:

Bir sığacın sığası,

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d}$$

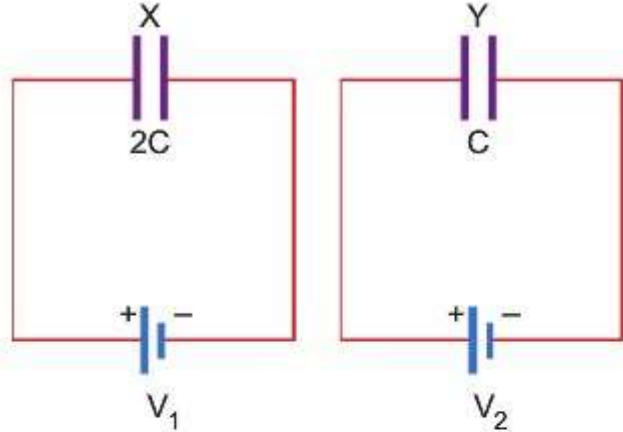
ile bulunur. Bu bağıntıya göre K nin levhaları arası uzaklık (d) artırılırsa C_K azalır. L nin levhaları arasına yalıtkan bir levha konulursa ϵ artacağından C_L artar.

Cevap C

ÖRNEK SORU

Sıgaları $2C$, C olan X , Y sığaçları, emk leri V_1 , V_2 olan üreteçlere şekildeki gibi bağlandığında X in yükü $4q$, Y ninki de q oluyor.

Buna göre, $\frac{V_1}{V_2}$ oranı nedir?



A) 1

B) 2

C) 3

D) 6

E) 8

Çözüm:

Bir sığacın uçları arasındaki potansiyel fark,

$$C = \frac{q}{V} \Rightarrow V = \frac{q}{C}$$

olur. Buna göre,

$$V_1 = \frac{4q}{2C}$$

$$V_2 = \frac{q}{C}$$

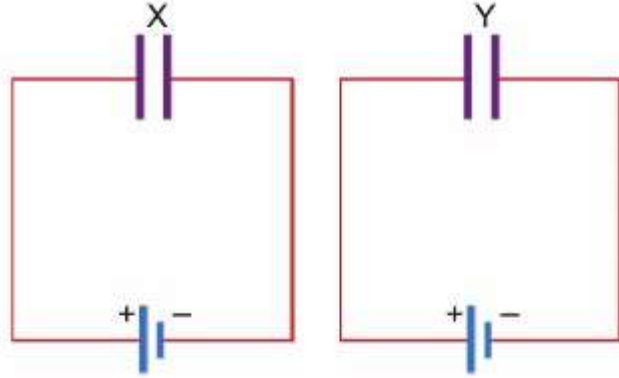
yazılabilir. Buradan, $\frac{V_1}{V_2} = 2$ bulunur.

Cevap B

ÖRNEK SORU

X, Y sığaçları üreteçlere şekildeki gibi bağlandığında X in yükü q_X , Y ninki de q_Y oluyor. X in levhaları arası uzaklık azaltılırken Y ninki artırılıyor.

Buna göre q_X , q_Y nasıl değişir?



q_X	q_Y
A) Artar	Artar
B) Artar	Azalı
C) Azalı	Artar
D) Azalı	Azalı
E) Değişmez	Değişmez

Çözüm:

Bir sığacın sığası,

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d}$$

ile bulunur. X in levhaları arasındaki uzaklık azaltılırsa sığası C_X artar. X ve Y sığaçları üreteçlere bağlı olduğundan potansiyelleri üretecin emk sine eşittir, değişmez.

$$C = \frac{q}{V}$$

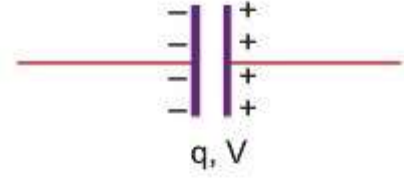
olduğundan X in sığası artarsa yükü q_X artar.

Y nin levhaları arası uzaklık artırılırsa sığası azalır. Bu durumda Y nin yükü q_Y de azalır.

Cevap B

ÖRNEK SORU

Levhaları arasında hava bulunan şekildeki sığacın yükü q , uçları arasındaki potansiyel farkı da V dir.



Sığacın levhaları arasına yalıtkan bir levha konulursa q , V nasıl değişir?

q	V
A) Artar	Artar
B) Artar	Azalır
C) Değişmez	Azalır
D) Değişmez	Artar
E) Azalır	Azalır

Çözüm:

Bir sığaç, yük alışverişinde bulunabileceği bir devre elemanına bağlı değilse yükü sabit kalır. Bu nedenle,

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d}$$

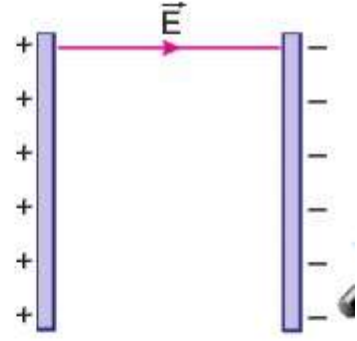
bağıntısına göre, sığacın levhaları arasına yalıtkan bir levha konulursa ϵ artacağından sığası C artar. Bu durumda,

$$C = \frac{q}{V}$$

bağıntısına göre, C arttığından V azalır.

Cevap C

Şekildeki zıt elektrik yüküyle yüklü levhalar arasında oluşan düzgün elektrik alan şiddeti E , levhalar arasındaki potansiyel farkı da ΔV dir. Levhalar arası uzaklık azaltılıyor.



Buna göre E , ΔV nasıl değişir?

E	ΔV
A) Artar	Artar
B) Artar	Değişmez
C) Değişmez	Artar
D) Değişmez	Azalır
E) Değişmez	Değişmez

Çözüm:

Elektrik yüklü, birbirine paralel iki levha, bir sığaç gibi düşünülebilir. Bu durumda,

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d}$$

bağıntısına göre, d azaltılırsa C artar.

Levhaların bağlantısı olmadığından yükü değişmez. Ancak C arttığından,

$$C = \frac{q}{\Delta V}$$

bağıntısına göre, ΔV azalır. Levhalar arasında oluşan elektrik alan şiddeti,

$$E = \frac{\Delta V}{d}$$

ile bulunur. Bu ifadeye göre ΔV ile d aynı oranda azaldığından E değişmez.

Cevap D

Sığaçlar (Kondansatörler) çeşitli elektrik devrelerinde yaygın olarak kullanılır. Radyo alıcılarında frekans ayarında kullanılan sığaçlar, elektronik devrelerinde filtreleme amacıyla, elektronik flaş devrelerinde enerji depolama amacıyla kullanılır. Yüklü bir

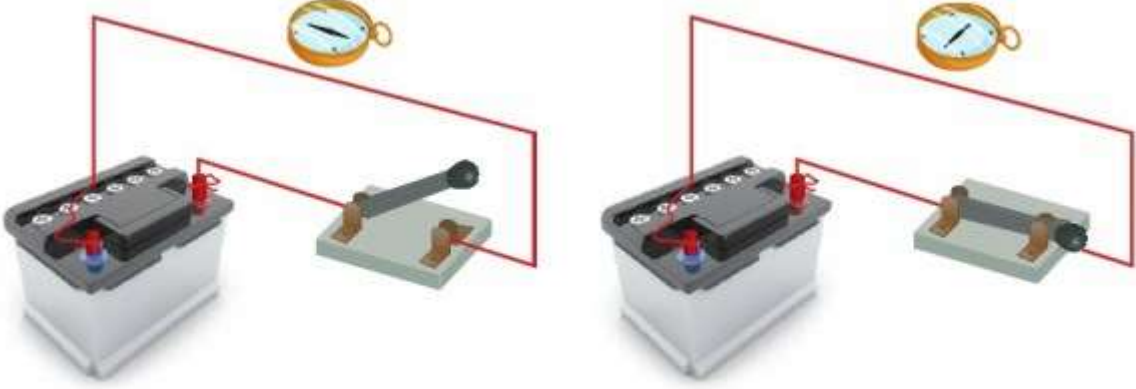
sığacın levhaları iletken bir telle birleştirilirse, her iki levha yüksüz hale gelinceye kadar, levhaların birinden diğerine yük akışı olur. Bu boşalma çok hızlı olur ve bir kıvılcım şeklinde gözlenir. Sığacın bu şekildeki hızlı boşalma özelliğinden fotoğraf makinelerinin flaş devresinde yararlanılır. Fotoğraf çekimi anında, sığacın flaş lambası üzerinden aniden boşalması sağlanarak lambanın parlak bir ışık vermesi sağlanır.

Sığaç, tıp alanında elektroşok cihazı olarak kullanılır. Elektroşok cihazı, kalbin normal dışı atımının tekrar normale dönmesini sağlayan araçtır. Elektroşok cihazının iletken levhaları ile elektrik enerjisi, yeni durmuş bir kalbe şok halde verilerek kalbin kasılması sağlanır. Bu kasılmayla kalp yeniden çalışmaya başlar.

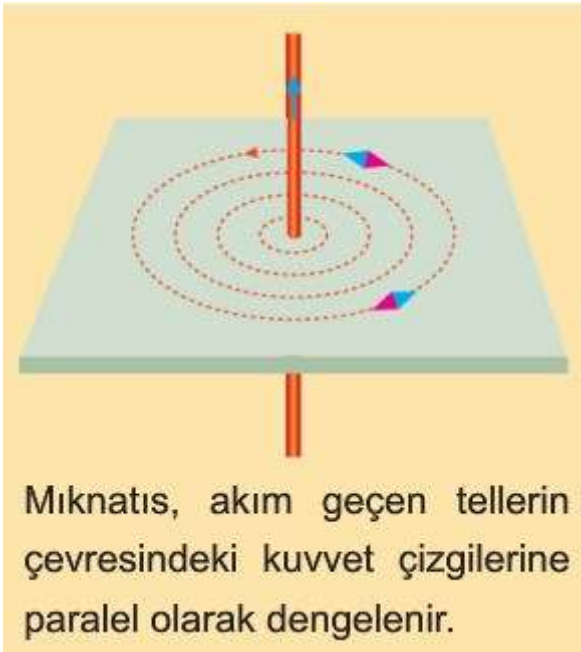
Manyetizma ve Elektromanyetik İndüklenme

AKIMIN MANYETİK ALANI

Durgun elektrik yükleri ile durgun mıknatıs arasında bir çekim kuvvetinin olmadığı bilgisi çok eski yıllara dayanır. Bu bilgi nedeniyle de hareketli yüklerin de mıknatısları etkilemediği sanılıyordu. Elektrik akımlarının mıknatısları etkilemediğini göstermek amacıyla yapılan bir ders deneyi sırasında Hans Orsted tarafından, aksinin doğru olduğu, yani elektrik akımlarının mıknatısa bir kuvvet uyguladığı keşfedilmiştir.



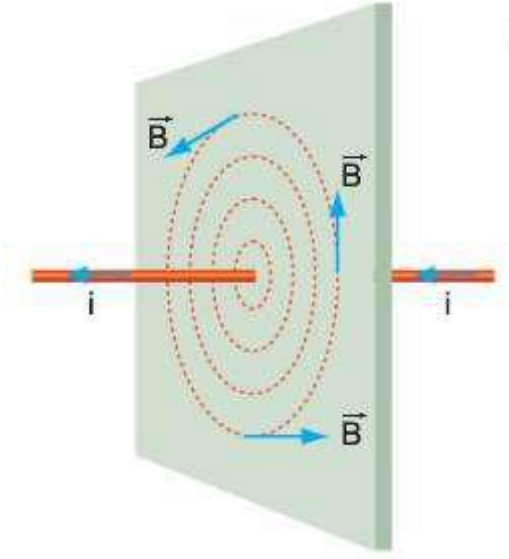
Akım geçen tel yakınında pusula iğnesi sapar.



Mıknatıs, akım geçen tellerin çevresindeki kuvvet çizgilerine paralel olarak dengelenir.

Hans Orsted, şekilde görülen deney düzeneğinde, mıknatıs ibresine paralel konulan bir telden akım geçirerek, mıknatıs ibresinin tele dik duruma gelinceye kadar döndüğünü gözlemiştir. Bu olay, elektrik akımı geçen telin çevresinde bir manyetik alan oluşturduğunu gösterir. Akım geçen tellerin çevresinde tutulan pusula iğnesinin doğrultuları birleştirildiğinde manyetik alanın deseni elde edilir.

Düz Telden Geçen Akımın Manyetik Alanı



Üzerinden akım geçen düz telin çevresinde oluşan manyetik alan kuvvet çizgileri, merkezi tel olan çember biçimindedir. Bir noktadaki manyetik alan vektörü, bu noktada manyetik alan kuvvet çizgilerinin oluşturduğu çembere teğettir.

Üzerinden i akımı geçen telden geçen akımın d kadar uzakta oluşturduğu manyetik alan şiddeti,

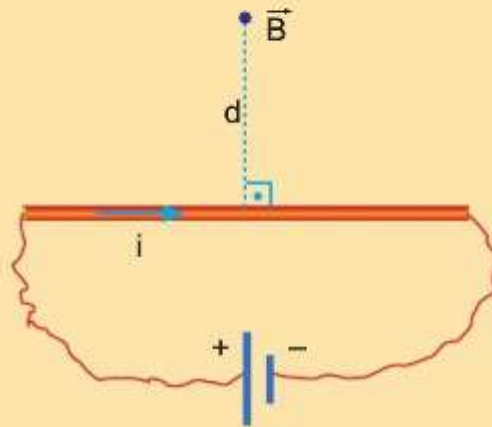
$$B = K \frac{2i}{d}$$

ile hesaplanır.

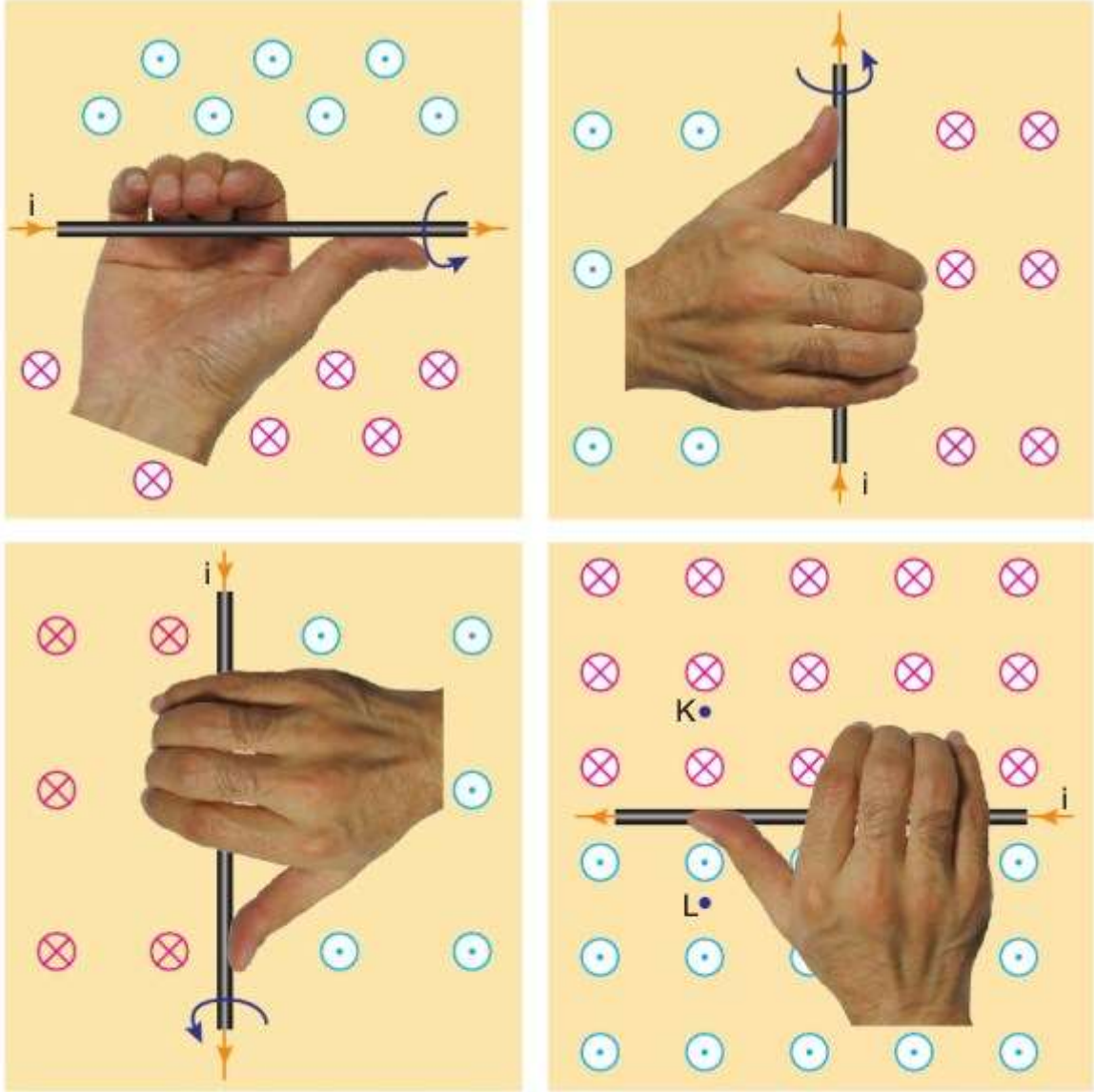
i	d	K	B
Amper (A)	Metre (m)	$\frac{N}{A^2}$	$\left(\frac{N}{m.A}\right)$

Bu ifadede K , boşluk için 10^{-7} N/A^2 olan bir sabittir.

Üzerinden akım geçen telin oluşturduğu manyetik alan şiddeti; telden geçen akım, şiddeti ile doğru orantılı, tele olan uzaklıkla ters orantılıdır.



Manyetik alan vektörel bir büyüklüktür. Akım geçen telin bir noktadaki manyetik alan vektörünün yönü sağ el kuralına göre bulunur.



i akımı geçen telin *K* noktasındaki manyetik alanı yüzeye dik ve içeri doğru (X) iken *L* de yüzeye dik ve dışarı doğru (•) dur.

Düz Telden Geçen Akımın Manyetik Alanı Soruları ve Çözümleri

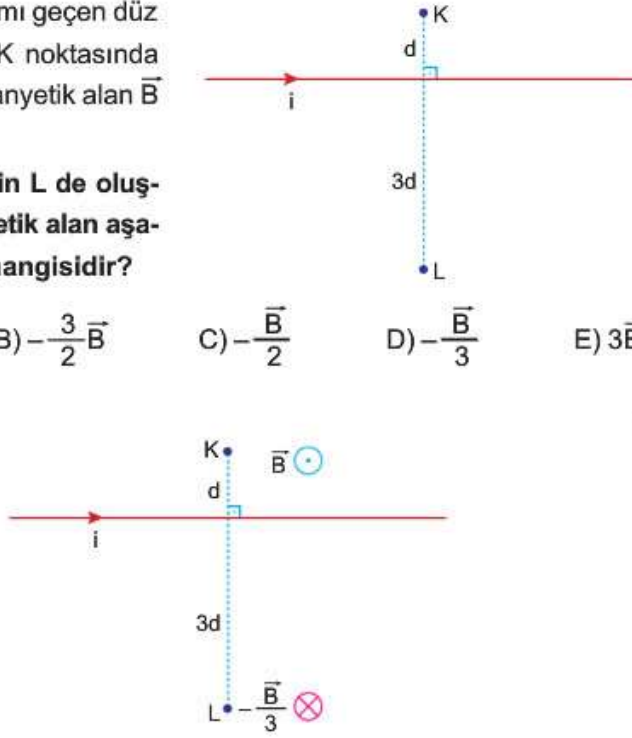
ÖRNEK SORU

Üzerinden i akımı geçen düz telin şekildeki K noktasında oluşturduğu manyetik alan $\vec{B}$ dir.

Buna göre, telin L de oluşturduğu manyetik alan aşağıdakilerden hangisidir?

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

Çözüm:



Üzerinden i akımı geçen telin d kadar uzaktaki K de oluşturduğu manyetik alan şiddeti,

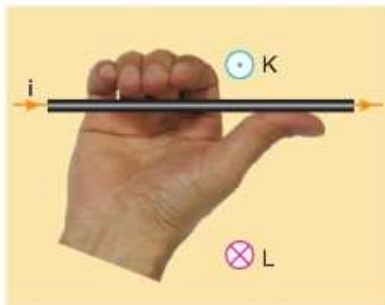
$$\begin{aligned}\vec{B}_K &= K \frac{2i}{d} \\ &= \vec{B}\end{aligned}$$

ise L deki manyetik alan şiddeti,

$$\begin{aligned}\vec{B}_L &= K \frac{2i}{3d} \\ &= \frac{\vec{B}}{3}\end{aligned}$$

olur.

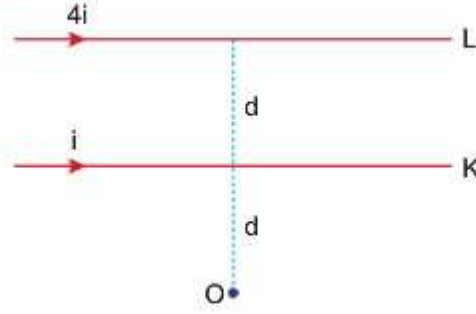
K deki manyetik alanın yönü sayfa düzleminden dışarıya doğru, L deki de sayfa düzleminden içeriye doğru olduğundan K deki $\vec{B}$ ise L deki $-\frac{\vec{B}}{3}$ olur.



K deki manyetik alan sağ el kuralına göre sayfa düzleminden dışarıya doğru, L deki de sayfa düzleminden içeriye doğrudur.

Cevap D

ÖRNEK SORU



Sayfa düzleminde, birbirine paralel K, L tellerinden sırasıyla i , $4i$ akımları geçiyor. K telinden geçen akımın O da oluşturduğu manyetik alan şiddeti B dir.

Buna göre, O daki bileşke manyetik alan şiddeti kaç B dir?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

Çözüm:

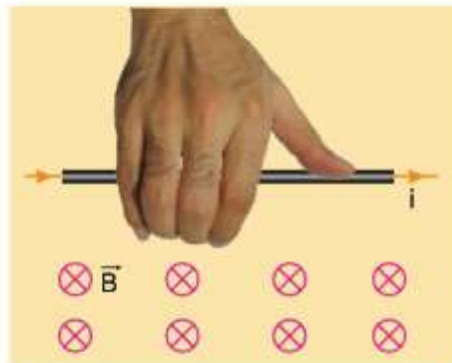
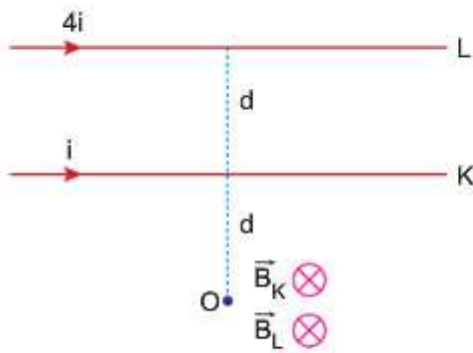
K den geçen akımın O daki bileşke manyetik alan şiddeti B ise,

$$B = K \frac{2i}{d}$$

dir. L telinin O daki manyetik alan şiddeti ise,

$$B_L = K \frac{2 \cdot 4i}{2d} = 2B$$

olur.



K ve L tellerinden geçen akımların O daki manyetik alanlarının yönü, sağ el kuralına göre her ikisi de sayfa düzleminden içeriye doğrudur.

Bu durumda O daki bileşke manyetik alan şiddeti,

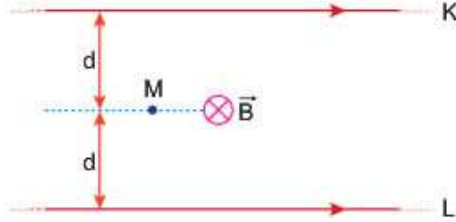
$$B_O = B + 2B = 3B$$

bulunur.

Cevap C

ÖSYM 2013 / LYS

Birbirine paralel, sonsuz uzunluktaki K, L iletken tellerinden şekilde gösterilen yönlerde i_K , i_L şiddetlerinde elektrik akımı geçiyor. Tellerden eşit uzaklıktaki M noktasında sayfa düzlemine dik ve içeriye doğru $\vec{B}$ manyetik alanı oluşuyor.



Buna göre,

- I. i_K nin büyüklüğünü değiştirmeden yönünü değiştirmek,
- II. i_L nin büyüklüğünü değiştirmeden yönünü değiştirmek,
- III. i_K nin yönünü değiştirmeden büyüklüğünü artırmak

İşlemlerinden hangileri yapılırsa $\vec{B}$ manyetik alanının hem büyüklüğü artar hem de yönü değişir?

(Yerin manyetik alanı önemsenmeyecektir.)

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

Çözüm:

Sağ el kuralına göre, K telinin M deki manyetik alanı sayfa düzleminde içeriye doğru, L telinin M deki manyetik alanı da sayfa düzleminde dışarıya doğrudur. M deki bileşke manyetik alanın sayfa düzleminde içeriye doğru olması, K nin manyetik alanının daha büyük olduğunu gösterir. Bu nedenle $i_K > i_L$ olmalıdır.

M deki bileşke manyetik alan,

$$B = B_K - B_L$$

şeklinde yazılabilir.

i_K nin büyüklüğü değişmeden yönü değiştiğinde B_K negatif olur. M deki manyetik alan,

$$B_M = -B_K - B_L$$

olduğundan hem yönü hem büyüklüğü değişir (I. yargı doğru).

i_L nin büyüklüğü değişmeden yönü değiştiğinde

$$B_M = B_K + B_L$$

olur. Bileşke manyetik alanın yönü değişmez, büyüklüğü artar (II. yargı yanlış).

i_K nin yalnız büyüklüğü artırıldığında B_K artar. Bileşik manyetik alan artar, ancak yönü değişmez (III. yargı yanlış).

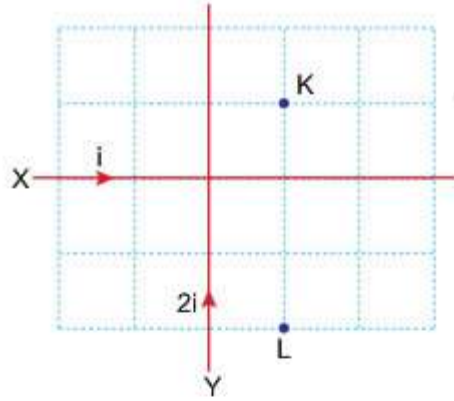
Cevap A

ÖRNEK SORU

Üzerinden i , $2i$ akımı geçen X, Y telleri sayfa düzlemine şekildeki gibi yerleştirilmiştir. K noktasında oluşan bileşke manyetik alan şiddeti B_K , L deki de B_L dir.

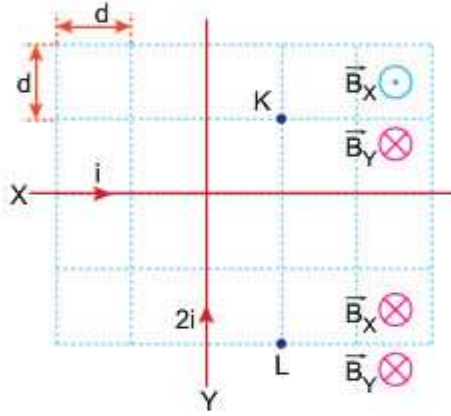
Buna göre, $\frac{B_K}{B_L}$ oranı kaçtır?

(Bölmeler eşit aralıklıdır.)



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

Çözüm:



X telinin K de oluşturduğu manyetik alan sayfa düzleminden dışarıya doğru ($\odot$), L deki de sayfa sayfa düzleminden içeriye doğru ($\otimes$) dur.

Y telinin K ve L de oluşturduğu manyetik alan sayfa düzleminde içeriye doğru ($\otimes$) dur.

Bu nedenle,

$$B_K = -K \frac{2i}{d} + K \frac{2 \cdot 2i}{d} \\ = K \frac{2i}{d}$$

olur. L deki bileşke manyetik alan ise,

$$B_L = K \frac{2i}{2d} + K \frac{2 \cdot 2i}{d} \\ = K \frac{5i}{d}$$

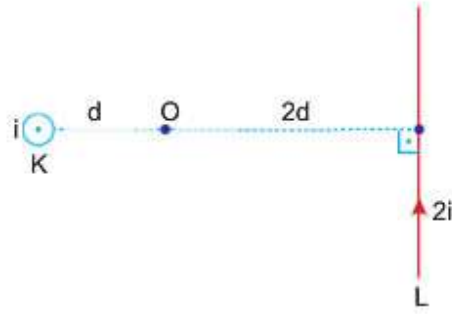
bulunur. Buradan,

$$\frac{B_K}{B_L} = \frac{2}{5}$$

elde edilir.

Cevap B

ÖRNEK SORU



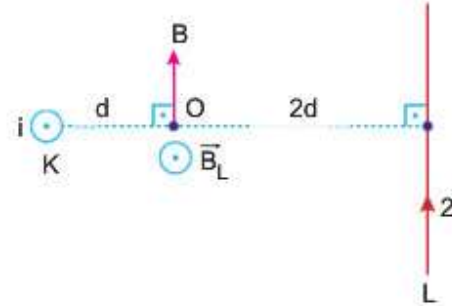
Sonsuz uzunluktaki K, L iletken tellerinden K sayfa düzlemine dik, L ise sayfa düzleminindedir. K den i , L den $2i$ büyüklüğündeki elektrik akımı geçiyor. K den geçen akımın O da oluşturduğu manyetik alan şiddeti B dir.

Buna göre, O daki bileşke manyetik alan şiddeti kaç B dir?

($\odot$): sayfa düzlemine dik ve dışarıya doğru)

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

Çözüm:



K den geçen akımın O da oluşturduğu manyetik alan şiddeti B ise,

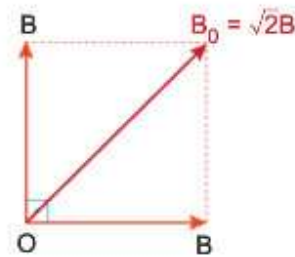
$$B = K \frac{2i}{d}$$

olur. L den geçen akımın O da oluşturduğu ise,

$$B_L = K \frac{2 \cdot 2i}{2d} = B$$

olur.

Sağ el kuralına göre, K den geçen akımın O da oluşturduğu manyetik alan L teline paralel, şekildeki yönde, L ninki ise sayfa düzleminde dışarıya doğru ($\odot \vec{B}_L$) dur. Bu iki vektör arası açı 90° olduğundan bileşke manyetik alan şiddeti $\sqrt{2}B$ olur.



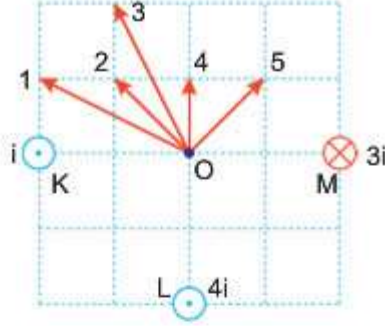
Cevap C

ÖRNEK SORU

Sayfa düzlemine dik K, L, M tellerinden şekildeki yönlerde sırasıyla i , $4i$, $3i$ akımları geçiyor.

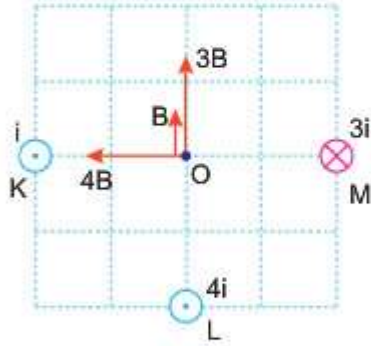
Tellerden geçen akımların O noktasında oluşturdukları bileşke manyetik alanı hangi yöndedir?

($\odot$: Sayfa düzlemine dik ve dışarı doğru, $\otimes$: sayfa düzlemine dik ve içeri doğru)



- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

Çözüm:

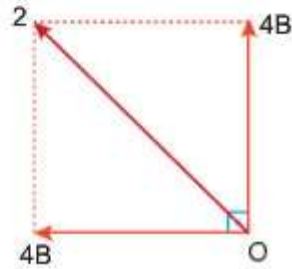


K, L, M tellerinin O noktasına uzaklıkları birbirine eşit olduğundan, bir tel-den geçen akımın O da oluşturduğu manyetik alan şiddeti,

$$B = K \frac{2i}{d}$$

bağıntısına göre akımla doğru orantılıdır.

Buna göre, i akımı geçen K telinin O daki manyetik alan şiddeti B ise $4i$ akımı geçen L telininki $4B$, $3i$ akımı geçen M telininki $3B$ olur. Sağ el kuralına göre manyetik alanların yönleri şekildeki gibi olduğundan bileşke manyetik alan 2 yönündedir.



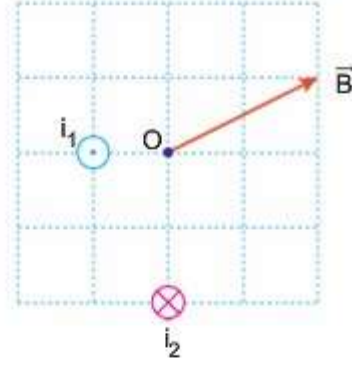
Cevap B

ÖRNEK SORU

Üzerinden i_1 , i_2 akımları geçen teller sayfa düzlemine diktir. Tellerden geçen akımların O da oluşturdukları bileşke manyetik alan $\vec{B}$ şeklindeki gibidir.

Buna göre, $\frac{i_1}{i_2}$ oranı nedir?

($\odot$): Sayfa düzlemine dik ve dışarı doğru,
($\otimes$): sayfa düzlemine dik ve içeri doğru)



A) $\frac{1}{4}$

B) $\frac{1}{3}$

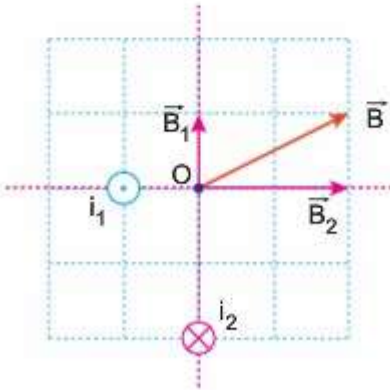
C) $\frac{1}{2}$

D) 2

E) 4

Çözüm:

Üzerinden i_1 , i_2 akımları geçen tellerin O noktasında oluşturdukları manyetik alanların doğrultuları sağ el kuralına göre şekildeki gibi çizilebilir. Bileşke manyetik alan, bu doğrultularda şekildeki gibi bileşenlerine ayrılabilir.



Akımların manyetik alanları,

$$B_1 = K \frac{2i_1}{d}$$

$$B_2 = K \frac{2i_2}{2d}$$

yazıldığında $B_1 = 1$ birim, $B_2 = 2$ birim olduğundan,

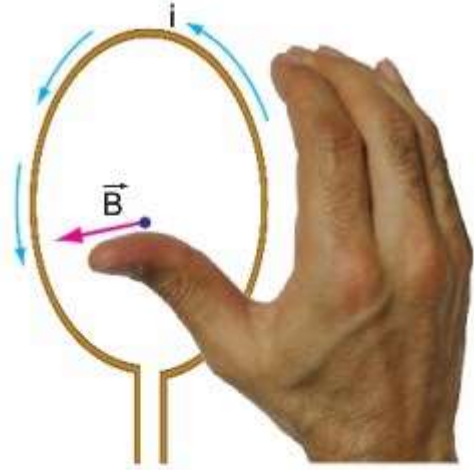
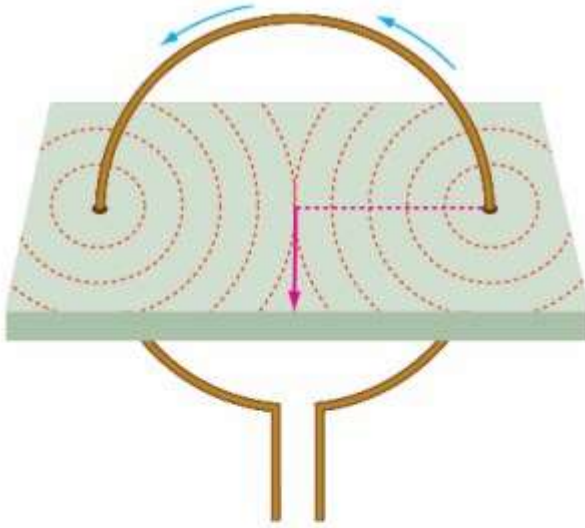
$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{1}{4}$$

bulunur.

Cevap A

Halkanın Manyetik Alanı

Üzerinden akım geçen düz telin çevresinde manyetik alan oluştuğu gibi akım geçen halkanın da çevresinde manyetik alan oluşur. Akım geçen halkanın çevresinde oluşan manyetik alan kuvvet çizgileri, çok kısa bir mıknatısın çizgileri ile aynıdır.



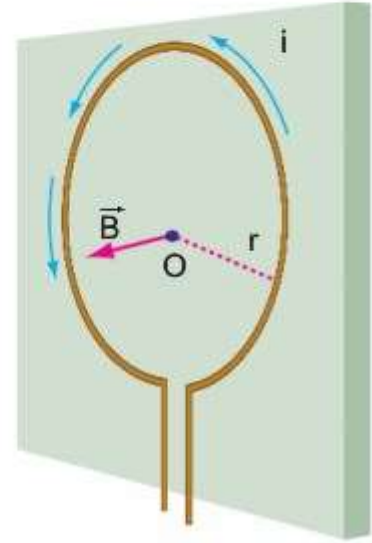
Yarıçapı r olan halkadan geçen i akımının halkanın merkezinde oluşturduğu manyetik alan şiddeti,

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

ile hesaplanır. Halkada N tane sarım varsa manyetik alan şiddeti,

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

olur.



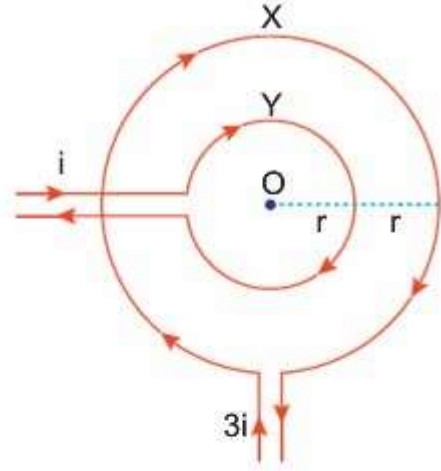
Manyetik alanın y sağ el kuralına göre bulunur. Sağ elin dört parmağı akımın yönünü gösterecek biçimde tutulursa, baş parmak telin merkezindeki manyetik alanın yönünü gösterir.

Halkanın Manyetik Alanı Soruları ve Çözümleri

ÖRNEK SORU

Yarıçapları $2r$, r olan X, Y iletken çemberlerin merkezleri çakışktır. X ten $3i$, Y den de i akımı geçiyor. Y den geçen akımın O daki manyetik alan şiddeti B dir.

Buna göre, O daki bileşke manyetik alan şiddeti kaç B dir?



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

Çözüm:

Y telinden geçen i akımının O daki manyetik alan şiddeti B ise,

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

olur. X telinin O daki manyetik alan şiddeti ise

$$B_X = K \frac{2 \cdot \pi \cdot 3i}{2r} = \frac{3}{2} B$$

olur. Sağ el kuralına göre, her iki telin manyetik alanı yüzeye dik ve içe doğrudur. Bu nedenle,

$$B_O = B + \frac{3}{2} B = \frac{5}{2} B$$

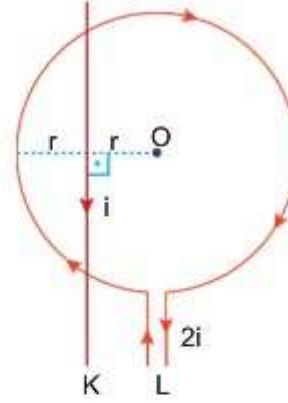
bulunur.

Cevap D

ÖRNEK SORU

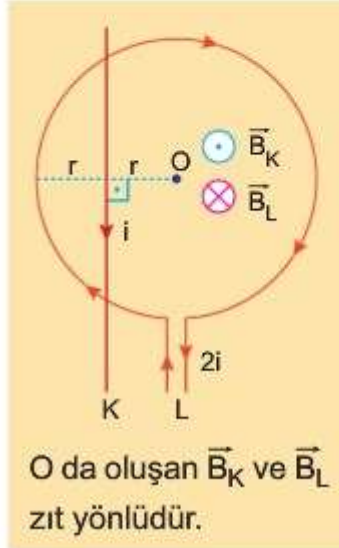
Üzerinden sırasıyla i , $2i$ akımları geçen K tel-i ile $2r$ yarıçaplı L çemberi sayfa düzlemine şekildeki gibi yerleştirilmiştir. K telinden geçen akımın O noktasında oluşturduğu manyetik alanı $\vec{B}$ dir.

Buna göre, O daki bileşke manyetik alan nedir? ($\pi = 3$ alınız.)



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

Çözüm:



K telinin O daki manyetik alan şiddeti B ise,

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

dir. Bu durumda L telinin O daki manyetik alan şiddeti,

$$B_L = K \frac{2\pi \cdot 2i}{2r} = 3B$$

olur. Sağ el kuralına göre, K telinin O daki manyetik alan sayfa düzleminden dışarıya doğru, L ninki de sayfa düzleminden içeriye doğru olduğundan O daki bileşke manyetik alan,

$$\vec{B}_O = \vec{B} - 3\vec{B} = -2\vec{B}$$

bulunur.

Cevap B

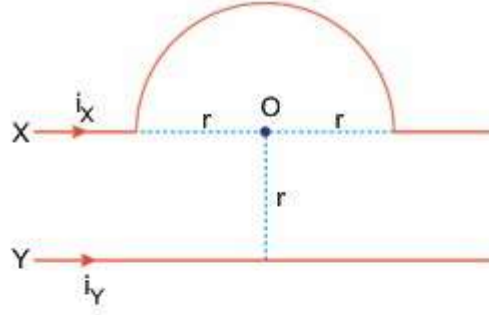
ÖRNEK SORU

Sayfa düzleminde bulunan X, Y iletken tellerinden şekildeki yönlerde sırasıyla i_X , i_Y akımları geçiyor.

O noktasında bileşke manyetik alan sıfır olduğuna göre, $\frac{i_X}{i_Y}$ oranı nedir?

($\pi = 3$ alınız.)

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



Çözüm:

O noktasındaki bileşke manyetik alan sıfır olduğuna göre, X in O daki manyetik alan şiddeti, Y ninkine eşit olmalıdır. Çembersel telin manyetik alanı açı ile doğru orantılı olduğu dikkate alınır,

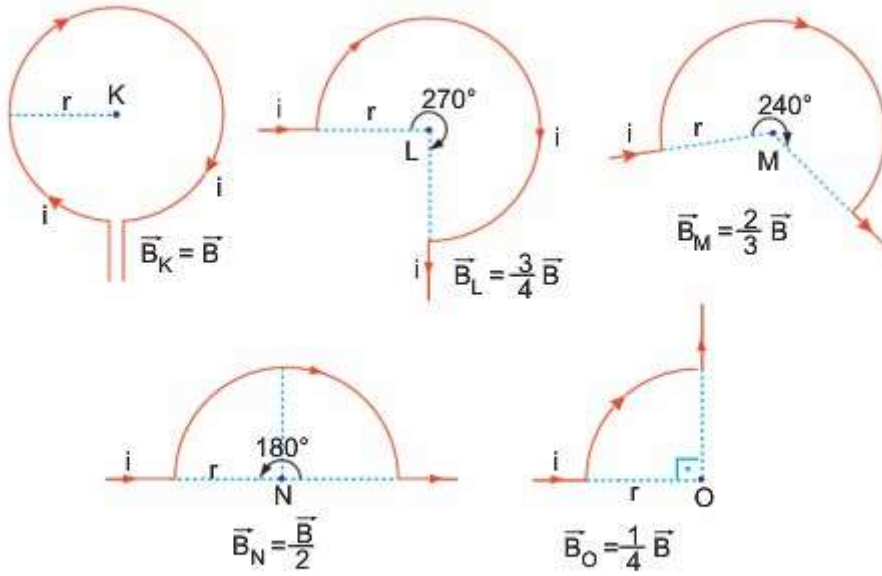
$$B_X = B_Y$$
$$K \frac{2\pi \cdot i_X}{r} \cdot \frac{1}{2} = K \frac{2i_Y}{r}$$

yazılabilir. Buradan,

$$3i_X = 2i_Y$$
$$\frac{i_X}{i_Y} = \frac{2}{3}$$

bulunur.

Cevap A



Yarıçapı r olan bir çemberin bir kısmını içerecek biçimde bükülmüş halkadan geçen akımın, halkanın merkezinde oluşturduğu manyetik alan şiddeti açı ile doğru orantılı olarak değişir.

Akım Makarasının (Bobin) Manyetik Alanı

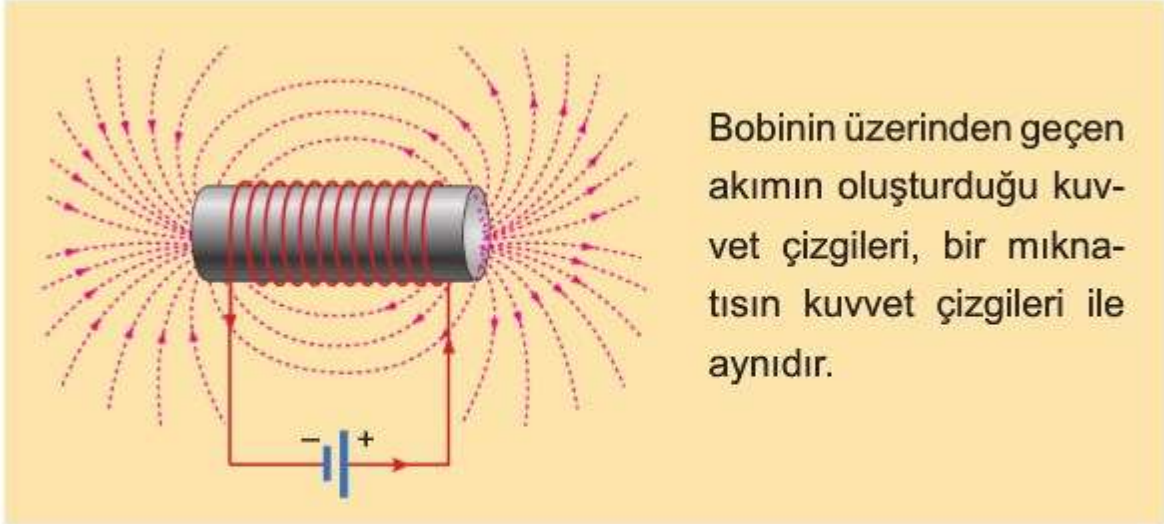
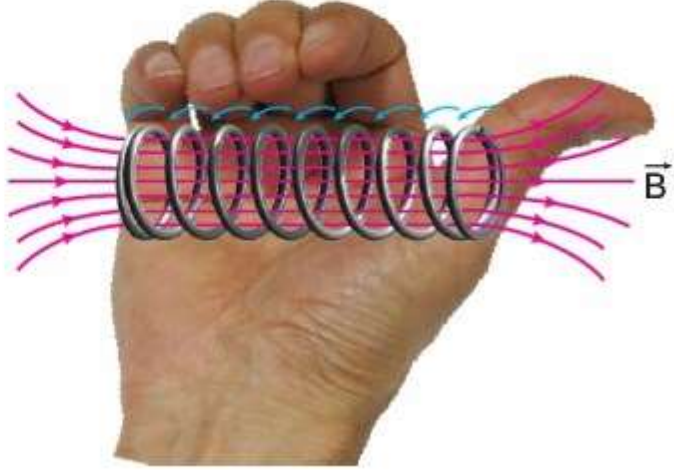
Bobin, iletken bir telin silindirik biçimindeki bir demir çubuğa sarılması ile elde edilir. Bu iletken telden akım geçtiğinde demir çubuk mıknatıslanır. Bu şekilde elde edilen mıknatıs, elektromıknatıs olarak adlandırılır.

Üzerinden i akımı geçen ℓ uzunluğundaki içi boş bir akım makarasındaki sarım sayısı N ise merkezinde oluşan manyetik alan şiddeti,

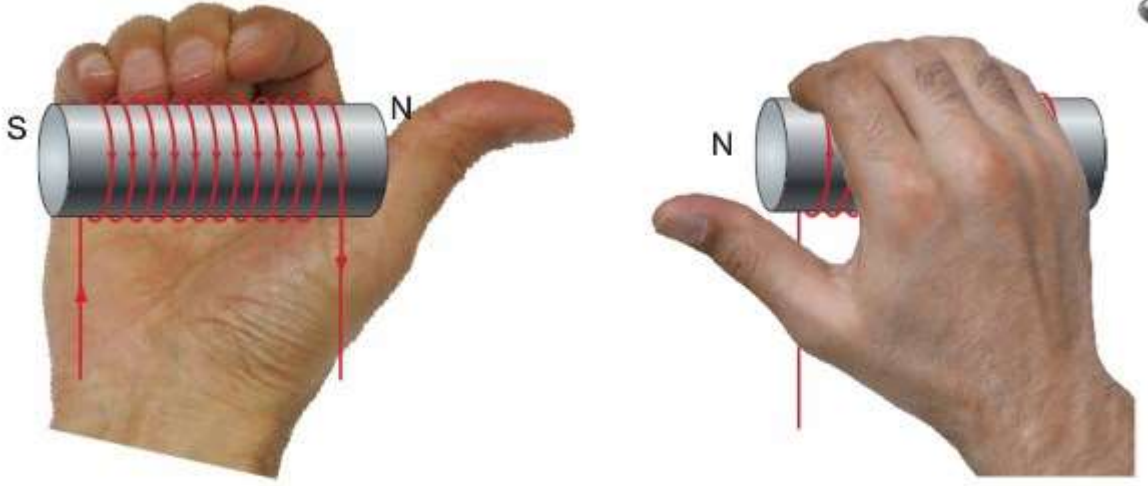
$$B = K \frac{4 \cdot \pi \cdot i}{\ell} \cdot N$$

ile hesaplanır.

Manyetik alanın yönü sağ el kuralına göre bulunur. Akım makarası sağ elin içinde iken dört parmak akım yönünü gösterecek biçimde şekildeki gibi tutulursa, açık olan baş parmak manyetik alanın yönünü gösterir.



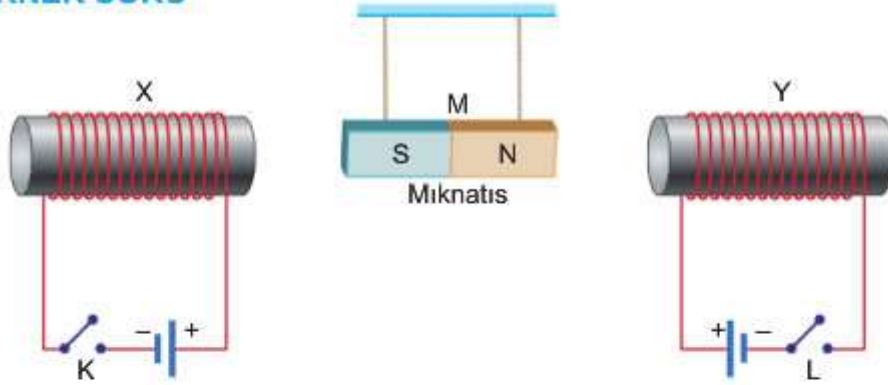
Elektromıknatısın uçlarının hangi kutbu alacağı da sağ el kuralına göre bulunur.



Elektromıknatıs avuç içinde iken dört parmak akımın yönünü gösterdiğinde, başparmak elektromıknatısın N kutbunu gösterir.

Akım Makarasının (Bobin) Manyetik Alanı Soruları ve Çözümleri

ÖRNEK SORU



İplerle asılı M çubuk mıknatısı, hareketsiz tutulan X, Y elektromıknatıslarının arasında K, L anahtarları açık iken şekildeki konumda duruyor.

Buna göre, M mıknatısı,

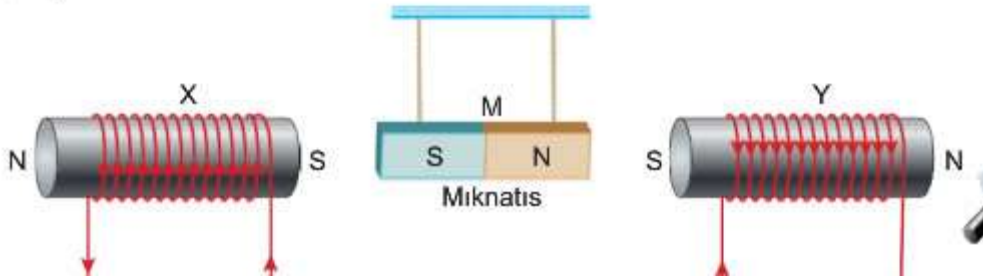
- I. Yalnız K anahtarı kapatılırsa X e doğru harekete başlar.
- II. Yalnız L anahtarı kapatılırsa Y ye doğru harekete başlar.
- III. K ve L anahtarları birlikte kapatılırsa M hareket etmez.

yargılarından hangileri doğrudur?

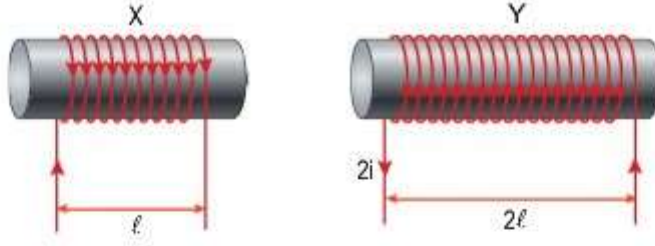
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

Çözüm:

K ve L anahtarları kapatıldığında devre akımları şekildeki yönlerde oluşur.



ÖRNEK SORU



Özdeş silindirlerin çevresine iletken teller sarılarak şekildeki X, Y akım makaraları elde ediliyor. X in sarım sayısı N , Y ninki de $2N$ dir.

Üzerinden i akımı geçen X in merkezinde manyetik alan şiddeti B_X , üzerinden $2i$ akımı geçen Y nin merkezinde de manyetik alan şiddeti B_Y olduğuna göre, $\frac{B_X}{B_Y}$ oranı nedir?

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

Çözüm:

Üzerinden akım geçen bir akım makarasının merkezinde manyetik alan şiddeti,

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

ile bulunur. Buna göre X in merkezinde manyetik alan şiddeti,

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

Y nin merkezinde manyetik alan şiddeti,

$$B_Y = K \frac{4 \cdot \pi \cdot 2i}{2\ell} 2N$$

olur. Buradan $\frac{B_X}{B_Y} = \frac{1}{2}$ bulunur.

Cevap C

AKIM GEÇEN TELE ETKİYEN KUVVET

Üzerinden akım geçen bir tel, manyetik alan içerisine konulduğunda tele bir manyetik kuvvet etki eder. $\vec{B}$ manyetik alanı içerisinde üzerinden i akımı geçen tele etki eden manyetik kuvvetin büyüklüğü,

$$F = B.i.\ell.\sin\alpha$$

ile bulunur.

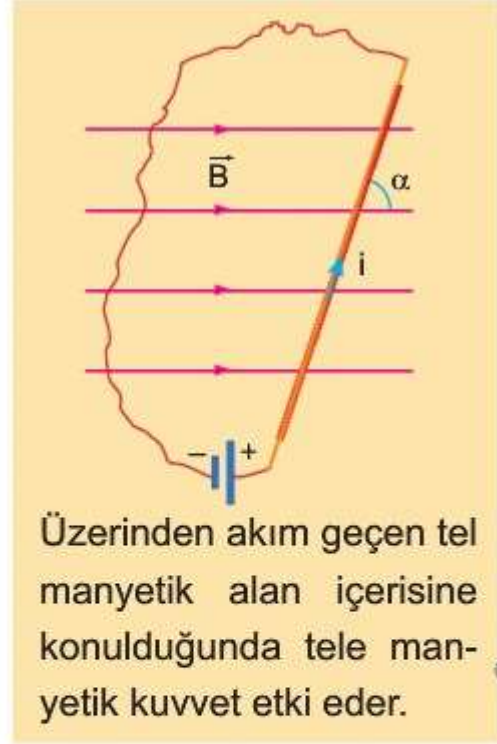
Bu ifadede ℓ , telin manyetik alan içerisindeki boyu, α ise tel ile $\vec{B}$ arasındaki açıdır.

Akım geçen tel, manyetik alan içerisine alan çizgilerine dik olarak konulursa, tele etki eden manyetik kuvvet,

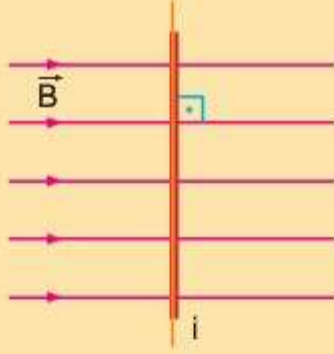
$$F = B.i.\ell$$

olur.

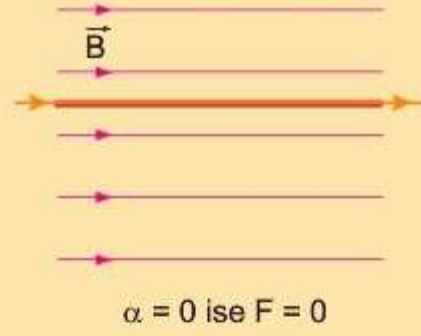
Tel, manyetik alan çizgilerine paralel konulursa, manyetik kuvvet sıfır olur.



F	i	ℓ	B
N	A	m	$\frac{N}{m.A}$

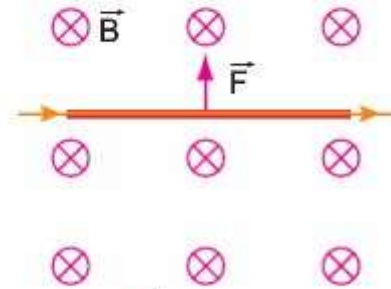
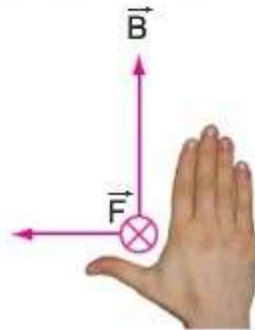
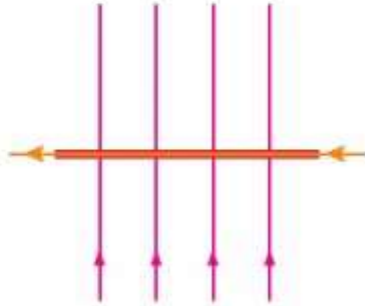
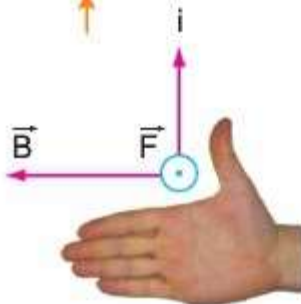
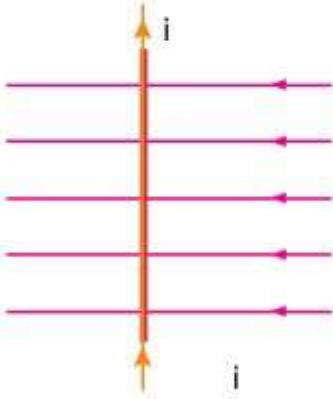
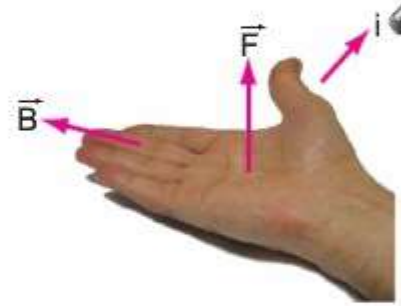


Manyetik akım çizgilerine dik olarak konulan tele etki eden kuvvet $F = B \cdot i \cdot l$ ile bulunur.



Akım geçen tel, manyetik alan çizgilerine paralel konulursa tele bir kuvvet etki etmez.

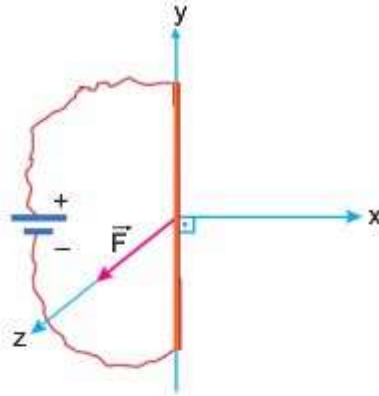
Manyetik alanda tele etki eden kuvvetin yönü sağ el kuralına göre bulunur. Açık sağ elin dört parmağı manyetik alanın yönünü, baş parmağı akım yönünü gösterecek biçimde tutulduğunda avuç içi kuvvetin yönünü gösterir.



ÖRNEK SORU

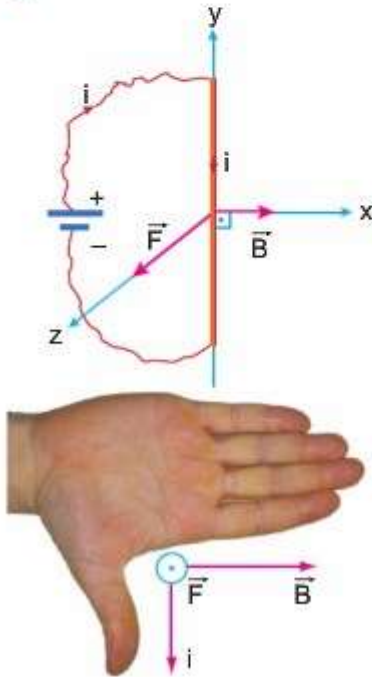
Bir üretece bağlanan iletken bir tel, düzgün manyetik alan içerisinde X, Y, Z koordinat sistemine şekildeki gibi yerleştirilmiştir. Manyetik alan içerisinde tele etki eden manyetik kuvvet z yönündedir.

Buna göre, manyetik alanın yönü ile ilgili ne söylenebilir?



- A) +x yönündedir. B) -x yönündedir. C) +y yönündedir.
D) -y yönündedir. E) -z yönündedir.

Çözüm:



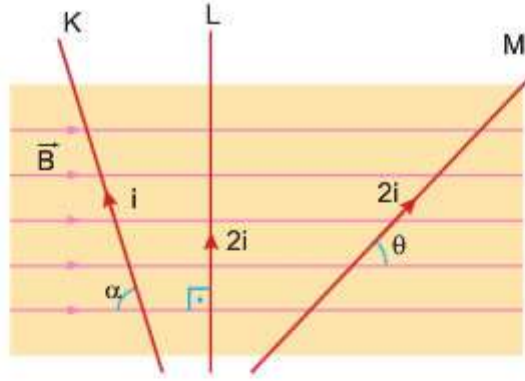
Manyetik alan içerisinde konulan ve üzerinden akım geçen tele etki eden kuvvetin yönü sağ el kuralına göre bulunur.

Bu kurala göre, açık sağ elin dört parmağı $\vec{B}$ yönünde, baş parmağı i yönünde tutulduğunda avuç içi $\vec{F}$ nin yönünü gösterir.

Bu durumda baş parmak -y yönünde geçen akımın yönünde, avuç içi kuvvetin yönü olan +z yönünde şekildeki gibi tutulduğunda $\vec{B}$ nin yönü dört parmak yönünde yani +x yönünde olur.

Cevap A

ÖRNEK SORU



Düzgün $\vec{B}$ manyetik alanı içerisinde bulunan K, L, M tellerinden şekildeki yönlerde sırasıyla i , $2i$, $2i$ akımları geçmektedir. K teline etki eden manyetik kuvvetin büyüklüğü F_K , L teline etki edeninki F_L , M teline etki edeninki de F_M dir.

$\alpha > \theta$ olduğuna göre, F_K , F_L , F_M arasındaki ilişki nedir?

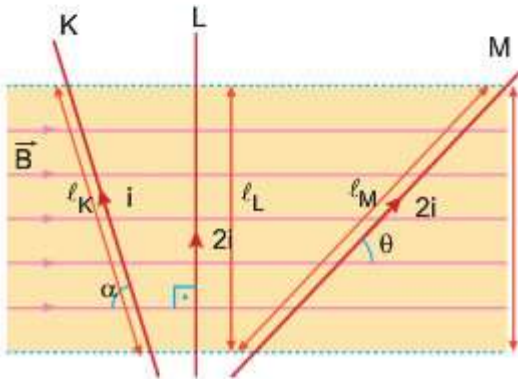
- A) $F_K < F_L < F_M$ B) $F_K < F_L = F_M$ C) $F_K < F_M < F_L$
D) $F_L < F_K < F_M$ E) $F_M < F_K < F_L$

Çözüm:

Düzgün $\vec{B}$ manyetik alanına, alan çizgileri ile α açısı yapacak şekilde yerleştirilen tele etki eden kuvvetin büyüklüğü,

$$F = B \cdot i \cdot \ell \cdot \sin \alpha$$

ile bulunur. Burada $\ell \cdot \sin \alpha$ uzunluğu telin manyetik alan çizgilerine dik olan uzunluğunu içerir.



Buna göre,

$$\ell_K \sin \alpha = \ell_L = \ell_M \sin \theta = \ell$$

olduğundan,

$$F_K = B \cdot i \cdot \ell_K \cdot \sin \alpha = B \cdot i \cdot \ell$$

$$F_L = B \cdot 2i \cdot \ell_L = B \cdot 2i \cdot \ell$$

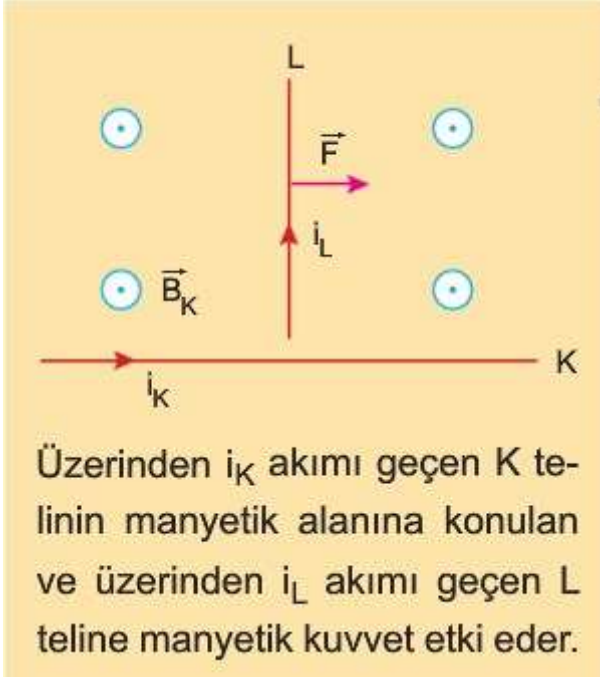
$$F_M = B \cdot 2i \cdot \ell_M \cdot \sin \theta = B \cdot 2i \cdot \ell$$

olur.

Buradan $F_K < F_L = F_M$ bulunur.

Cevap B

Akım Geçen Tellerin Birbirine Uyguladığı Kuvvet



Üzerinden akım geçen tel, çevresinde manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alana, üzerinden akım geçen başka bir tel konulacak olursa bu tele manyetik kuvvet etki eder. Etki eden kuvvetin yönü sağ el kuralına göre bulunur. Üzerinden akım geçen L teli, K telinin manyetik alanına, K teline paralel olarak konulursa tellerin birbirine uyguladığı kuvvet, itme ya da çekme kuvveti şeklinde olur.

K telinden d kadar uzakta manyetik alan şiddeti,

$$B_K = K \frac{2i_K}{d}$$

dir. Bu manyetik alanda L teline etki eden kuvvetin büyüklüğü,

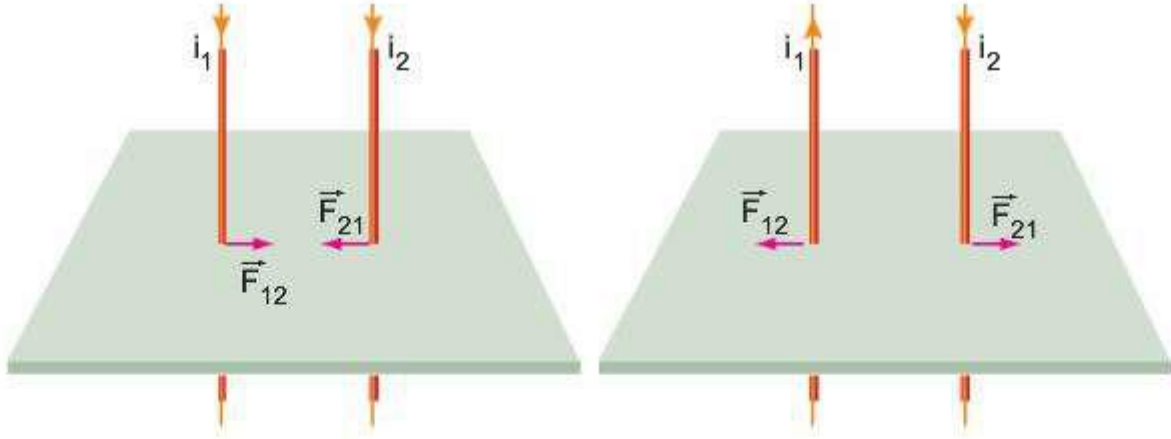
$$\begin{aligned} F_L &= B_K \cdot i_L \cdot \ell \\ &= K \frac{2i_K}{d} \cdot i_L \cdot \ell \end{aligned}$$

olur. Aynı şekilde L nin oluşturduğu manyetik alan içerisinde bulunan K teline de manyetik kuvvet etki eder. Böylece akım geçen birbirine paralel teller, birbirini çeker ya da iter.

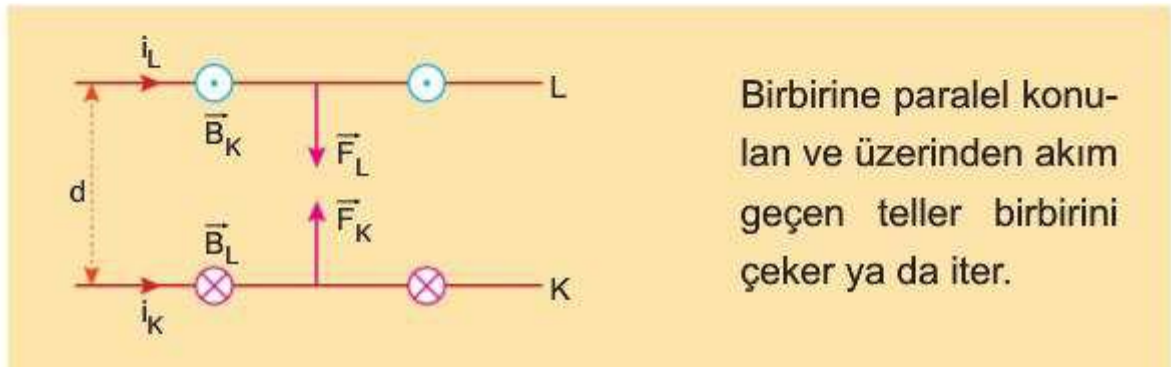
Çekme ya da itme kuvvetinin büyüklüğü,

$$F = K \frac{2i_1 \cdot i_2}{d} \cdot \ell$$

ile bulunur.



Aynı yönde akım geçen teller birbirini çeker. Zıt yönde akım geçen teller birbirini iter.

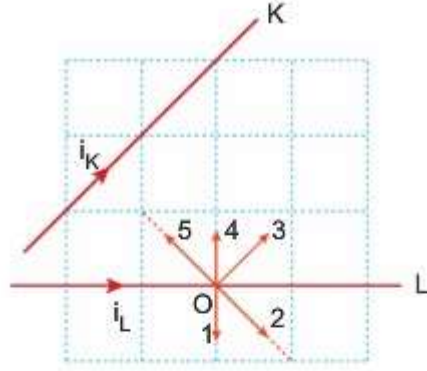


Birbirine paralel konulan ve üzerinden akım geçen teller birbirini çeker ya da iter.

ÖRNEK SORU

Üzerinden şekildeki yönlerde akımlar geçen K, L telleri sayfa düzlemindedir.

Buna göre, L teline O noktasında etki eden manyetik kuvvet hangi yöndedir?

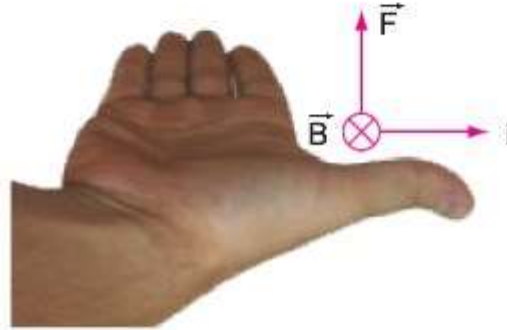
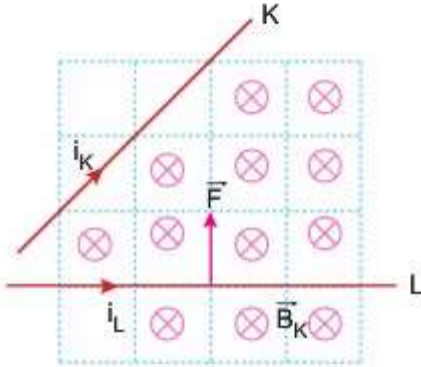


- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

Çözüm:

Üzerinden i_K akımı geçen K telinin O noktasındaki manyetik alanı, sağ el kuralına göre sayfa düzleminden içeriye doğrudur. Bu manyetik alan içerisinde bulunan Y teline etki eden kuvvetin yönü de sağ el kuralına göre bulunur.

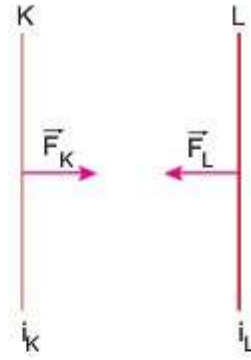
Bu kurala göre, sağ elin dört parmağı sayfa düzleminden içeriye doğru olan $\vec{B}$ yönünde, baş parmak L den geçen i_L akımı yönünde tutulduğunda avuç içi $\vec{F}$ nin yönünü gösterir. Bu durumda manyetik kuvvet 4 yönünde olur.



Cevap D

ÖRNEK SORU

Sonsuz uzunlukta, birbirine paralel K, L tellerinden sırasıyla i_K , i_L akımları geçiyor. Tellerin birbirine uyguladığı elektriksel kuvvetler $\vec{F}_K$, $\vec{F}_L$ şeklindeki gibidir.



Buna göre,

- I. i_K ile i_L aynı yönlüdür.
- II. $\vec{F}_K$ ile $\vec{F}_L$ nin büyüklükleri birbirine eşittir.
- III. i_K ile i_L nin büyüklükleri birbirine eşittir.

yargılarından hangileri **kesinlikle** doğrudur?

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

Çözüm:

Aynı yönde akım geçen birbirine paralel teller birbirini çekerken zıt yönde akım geçen paralel teller birbirini iter. Teller birbirini çektiğine göre i_K , i_L aynı yönlü olmalıdır (I doğru).

Tellerin birbirine uyguladığı $\vec{F}_K$, $\vec{F}_L$ kuvvetlerinin büyüklükleri etki-tepki yasasına göre birbirine eşit olmalıdır (II doğru).

Ancak i_K ile i_L nin büyüklükleri hakkında kesin bir yargıda bulunulamaz (III kesin değil).

Cevap D

ÖSYM 2017 / LYS

Şekildeki elektrik devresinde direncin değeri R ve üretcin kutupları arasındaki potansiyel farkı V dir. Devrenin KL ve MN noktaları arasındaki tellerin uzunlukları eşit ve teller birbirine paraleldir.



KL ve MN tellerinin birbirine uyguladıkları manyetik kuvvetlerin büyüklüğünü artırmak için,

- I. Üretcin kutupları arasındaki potansiyel farkı artırmak,
- II. L ve N noktaları arasındaki dirence seri olarak bir direnç daha eklemek,
- III. L ve N noktaları arasındaki dirence paralel olarak bir direnç daha eklemek

İşlemlerinden hangileri tek başına yapılmalıdır?

(Yerin manyetik alanı önemsenmeyecektir.)

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

Çözüm:

Üzerinden akım geçen, birbirine paralel iki telin birbirlerine uyguladıkları manyetik kuvvetlerin büyüklüğü, her teldeki akım şiddeti ile doğru orantılıdır. Bu durumda devredeki akım şiddeti artırılırsa manyetik kuvvet de artar.

Üretcin kutupları arasındaki potansiyel fark artırılırsa akım artacağından kuvvet de artar (I. yargı doğru).

LN arasındaki R direncine seri olarak bir direnç daha eklendiğinde devre direnci artacağından akım azalır, kuvvet de azalır (II. yargı yanlış).

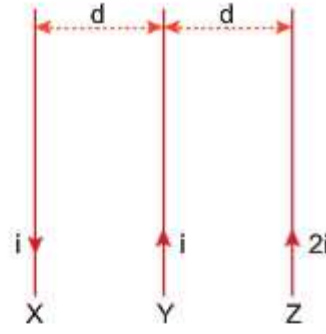
LN arasındaki R direncine paralel olarak bir direnç daha eklemek devre direncini azaltacağından akım artar, kuvvet de artar (III. yargı doğru).

Cevap D

ÖRNEK SORU

Aynı düzlemde, birbirine paralel X, Y, Z tellerinden şekildeki yönlerde sırasıyla i , i , $2i$ akımları geçiyor. X'in Y'ye uyguladığı kuvvetin büyüklüğü F dir.

Buna göre, Y teline etki eden bileşke kuvvetin büyüklüğü kaç F dir?



A) $\frac{1}{2}$

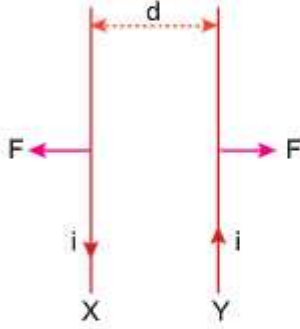
B) 1

C) $\frac{3}{2}$

D) 2

E) 3

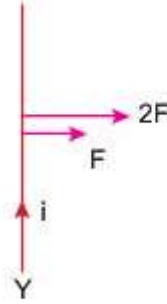
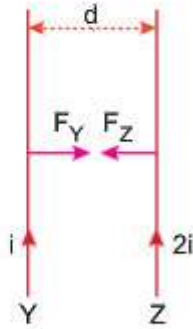
Çözüm:



Zıt yönlerde akım geçen, birbirine paralel X, Y telleri birbirini iter. X'in Y'ye uyguladığı kuvvetin büyüklüğü F ise,

$$F = K \frac{2 \cdot i \cdot i}{d} \ell$$
$$= K \frac{2i^2}{d} \ell$$

olur.



Aynı yönlerde akım geçen Y, Z telleri birbirini çeker. Z'nin Y'ye uyguladığı kuvvetin büyüklüğü,

$$F_Z = K \frac{2i \cdot 2i}{d} \ell = K \frac{4i^2}{d} \ell$$
$$= 2F$$

olur.

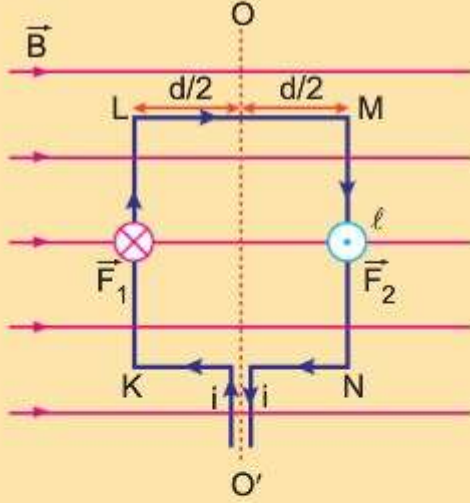
Bu durumda Y'ye etki eden bileşke kuvvetin büyüklüğü $3F$ olur.

Cevap E

Manyetik Alandaki Akım Geçen Tel çerçevenin Hareketi

Üzerinden akım geçen bir tel çerçeve, manyetik alan içerisine şekildeki gibi konulduğunda çerçevenin manyetik alana dik kısımlarına

manyetik kuvvet etki eder.



Tel çerçevenin LM ve KN kısımları manyetik alana paralel olduğundan bu kısımlarına kuvvet etki etmez. KL ve MN parçalarına etki eden manyetik kuvvetler tork oluşturduğundan çerçeve döner.

Buna göre, üzerinden i akımı geçen tel çerçevenin KL ve MN kısımlarına etki eden kuvvetin büyüklüğü,

$$F = B \cdot i \cdot l$$

ile bulunur.

Çerçevenin KL kenarına etki eden $\vec{F}_1$ kuvveti ile MN kenarına etki eden $\vec{F}_2$ kuvveti, büyüklükleri eşit ve zıt yönlü kuvvetler olduğundan halkayı OO' eksenini etrafında döndürürler.

$\vec{F}_1, \vec{F}_2$ kuvvetlerinin OO' eksenine göre torkları toplamı,

$$\begin{aligned}\tau &= F_1 \frac{d}{2} + F_2 \frac{d}{2} \\ &= B.i.l.\frac{d}{2} + B.i.l.\frac{d}{2} \\ &= B.i.l.d\end{aligned}$$

olur.

$l.d$ çerçevenin alanı olduğundan,

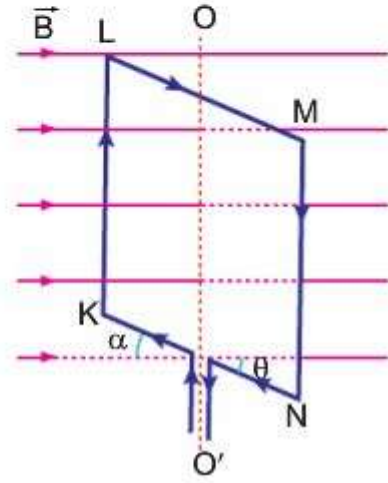
$$\tau = B.i.A$$

bulunur.

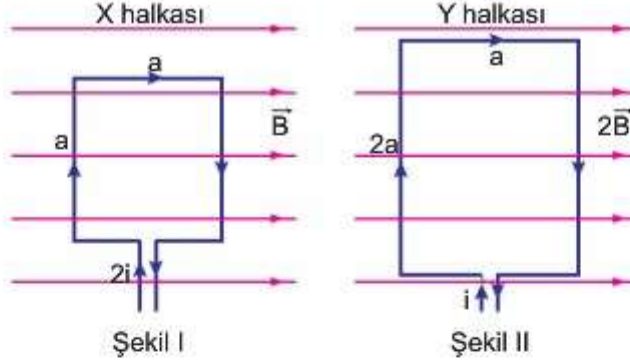
Halka düzlemi ile manyetik alan arasında açı varsa,

$$\tau = B.i.A.\sin\theta$$

ile tel çerçeveye etki eden manyetik kuvvetin torku hesaplanabilir.



ÖRNEK SORU



Boyutları şekildeki gibi olan X, Y halkalarından sırasıyla $2i$, i akımları geçiyor. X halkası $\vec{B}$, Y halkası $2\vec{B}$ manyetik alanı içerisinde.

X e etki eden torkun büyüklüğü τ_X , Y ye etki eden torkun büyüklüğü τ_Y olduğuna göre, $\frac{\tau_X}{\tau_Y}$ oranı kaçtır?

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

Çözüm:

Üzerinden i akımı geçen ve alanı A olan tel halka $\vec{B}$ manyetik alanı içerisinde iken halkaya etki eden torkun büyüklüğü,

$$\tau = B \cdot i \cdot A$$

ile bulunur. Buna göre, B manyetik alanında X halkasına etki eden torkun büyüklüğü,

$$\tau_X = B \cdot 2i \cdot a^2$$

$2\vec{B}$ manyetik alanında Y halkasına etki eden torkun büyüklüğü,

$$\tau_Y = 2B \cdot i \cdot 2a^2$$

olur. Buradan $\frac{\tau_X}{\tau_Y} = \frac{1}{2}$ bulunur.

Cevap A

YÜKLÜ PARÇACIKLARIN MANYETİK ALANDAKİ HAREKETLERİ

Üzerinden akım geçen tele, manyetik alan içerisinde bir kuvvet etki etmesi, manyetik alanda hareket eden yüklü parçacıklara da bir kuvvet etki edeceğini gösterir.

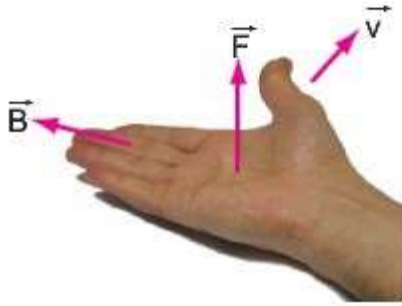
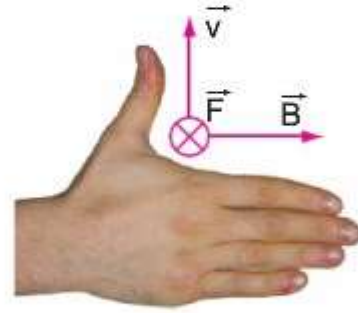
$\vec{B}$ manyetik alanına $\vec{v}$ hızıyla giren yüklü parçacığa etki eden manyetik kuvvetin büyüklüğü,

$$F = q.v.B.\sin\alpha$$

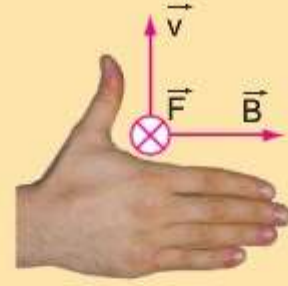
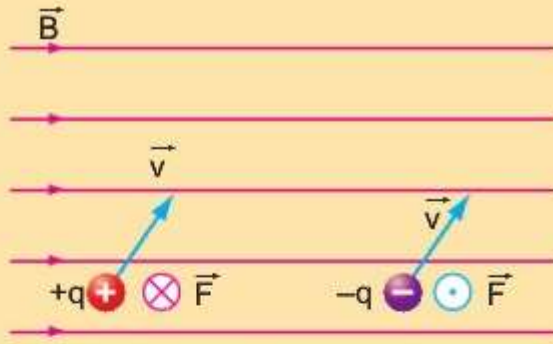
ile hesaplanır.

Bağıntıda α açısı, $\vec{v}$ ile $\vec{B}$ arasındaki açıdır.

B	v	q	F
Tesla (T)	m/s	Coulomb (C)	Newton (N)



Manyetik alana giren yüklü parçacığa etki eden manyetik kuvvetin yönü sağ el kuralına göre bulunur. Açık sağ elin dört parmağı $\vec{B}$ yönünde, baş parmağı $\vec{v}$ yönünde tutulduğunda avuç içi $+q$ yüküne etki eden kuvvetin yönünü gösterir.



Manyetik alanda aynı yönde hareket eden K ve L yüklerden $+q$ yüküne etki eden kuvvet yüzeyden içeri doğru, $-q$ yüküne etki eden kuvvet yüzeyden dışarı doğrudur.

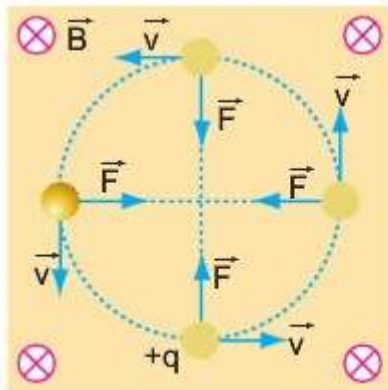
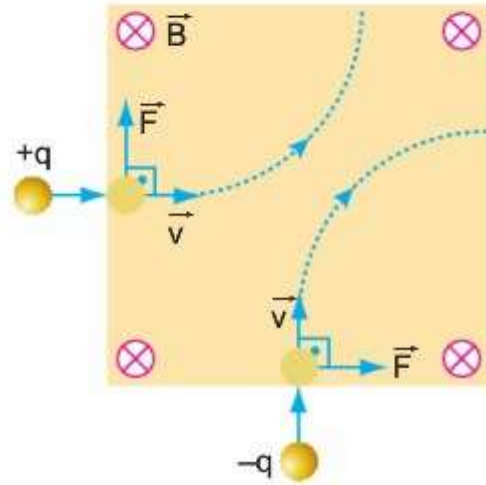
Manyetik alana giren parçacığın yükü negatif ise, kuvvetin yönü avuç içinin tersi yönünde olur.

Manyetik alana giren yüklü parçacığa etki eden manyetik kuvvet, hem $\vec{B}$ vektörüne hem de $\vec{v}$ vektörüne diktir. ($\vec{F} \perp \vec{v}$, $\vec{F} \perp \vec{B}$)

Yüklü parçacık düzgün $\vec{B}$ manyetik alanına dik olarak girerse $\alpha = 90^\circ$ olduğundan manyetik kuvvet,

$$\vec{F} = q \cdot \vec{v} \cdot \vec{B}$$

olur.



Bu kuvvet, hız vektörü $\vec{v}$ ye dik olduğunda hızın büyüklüğü değişmez, yönü de sürekli değişir ve çembersel yörünge olur.

Böylece parçacık manyetik kuvvetin etkisinde çembersel yörüngede döner.



ÖĞRENELİM

Manyetik alana giren yüklü parçacıklara etki eden kuvvetin hız vektörüne dik olması nedeniyle hız vektörünün büyüklüğü değişmez, yönü değişir.



ÖĞRENELİM

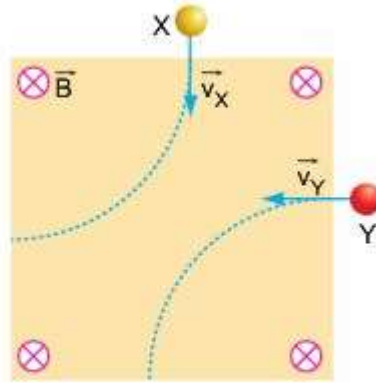
Manyetik alana, alan çizgilerine paralel olarak giren yüklü parçacıklara manyetik kuvvet etki etmez.

ÖRNEK SORU

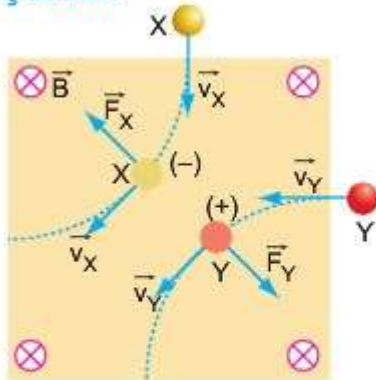
X, Y parçacıkları, sayfa düzlemine dik düzgün $\vec{B}$ manyetik alanına $\vec{v}_X$, $\vec{v}_Y$ hızlarıyla giriyor. Parçacıkların yörüngeleri şekildeki gibidir.

Buna göre, X ile Y yüklerinin işaretleri aşağıdakilerden hangisidir?

	X	Y
A)	+	+
B)	+	-
C)	-	+
D)	-	-
E)	-	Nötr



Çözüm:

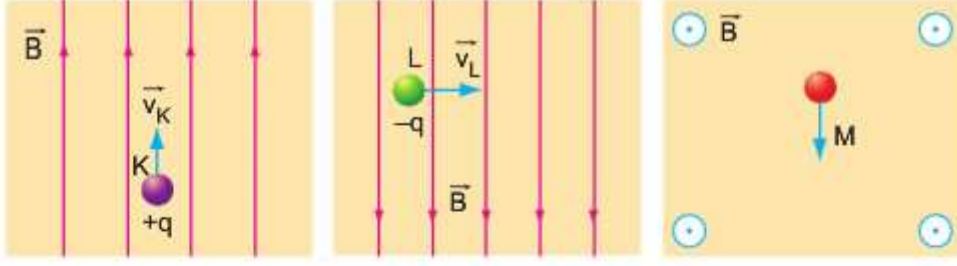


Manyetik alana giren yüklü parçacığa etki eden kuvvetin yönü sağ el kuralına göre bulunur. Bu kurala göre, açık sağ elin dört parmağı $\vec{B}$ yönünde, baş parmağı $\vec{v}$ yönünde tutulduğunda avuç içi (+) yüke etki eden kuvvetin yönünü, avuç dışı da (-) yüke etki eden kuvvetin yönünü gösterir.

Parçacıkların saptığı yönler göre kuvvetin yönleri şekildeki gibi olmalıdır. Bu durumda sağ el kuralına göre X parçacığı (-), Y de (+) yüklü olmalıdır.

Cevap C

ÖRNEK SORU



Elektrik yükleri sırasıyla $+q$, $-q$ olan K, L parçacıkları ile yüksüz M parçacığı, düzgün manyetik alanlarda $\vec{v}_K$, $\vec{v}_L$, $\vec{v}_M$ hızlarıyla şekildeki yönlerde hareket ettiriliyor.

Buna göre, bu parçacıklardan hangilerine manyetik kuvvet etki eder?

- A) Yalnız K B) Yalnız L C) K ve L
D) L ve M E) K, L ve M

Çözüm:

Yüklü bir parçacık, manyetik alan içerisinde, alan çizgilerine paralel hareket ettirildiğinde $\vec{v}$ ile $\vec{B}$ arasındaki açı 0 (sıfır) olduğundan,

$$F = q.v.B.\sin\alpha$$

bağıntısına göre parçacığa manyetik kuvvet etki etmez. Buna göre K parçacığına manyetik kuvvet etki etmez.

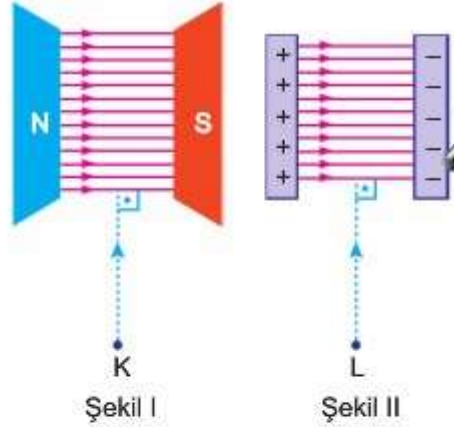
M parçacığı yüksüz olduğu için manyetik kuvvet etki etmez. Bu durumda yalnız L parçacığına manyetik kuvvet etki eder.

Cevap B

ÖSYM 2017 / LYS

K protonu düzgün manyetik alana Şekil I'deki gibi, L protonu da düzgün elektrik alanına Şekil II'deki gibi giriyor.

Bu protonlar alanlara girdikten sonra hızlarının büyüklükleri için ne söylenebilir? (Yerin manyetik alanı önemsizdir.)



K'nin hızının büyüklüğü	L'nin hızının büyüklüğü
A) Değişmez	Değişmez
B) Değişmez	Artar
C) Artar	Değişmez
D) Artar	Artar
E) Azalır	Azalır

Çözüm:

Manyetik alana dik olarak giren K protonuna, manyetik alanda etki eden kuvvet hız vektörüne diktir. Bu nedenle, K parçacığının hızının büyüklüğü değişmez, yönü sürekli değişir.

Elektrik alana giren L protonuna elektrik alanı yönünde kuvvet etki eder. Bu nedenle, L parçacığı bu doğrultuda da hız kazanır ve hızı artar.

Cevap B

Elektrik yüklü bir parçacık, hem elektrik alanının hem de manyetik alanının olduğu bölgeye girdiğinde elektrik alan nedeniyle elektriksel kuvvetin, manyetik alan nedeniyle de manyetik kuvvetin etkisinde kalır. Parçacık bu iki kuvvetin bileşkesinde hareket eder. Bu bileşke kuvvete Lorentz kuvveti denir.

$E \rightarrow E \rightarrow$

elektrik alanı ile

$B \rightarrow B \rightarrow$

manyetik alanının olduğu bölgeye

$v \rightarrow v \rightarrow$

hızıyla giren q yüküne etki eden Lorentz kuvveti,

$$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B} \text{ dir. } \vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B} \text{ dir.}$$

Lorentz kuvvetinden hız seçici araçlarda ve kütle spektrometresinde yararlanılır.

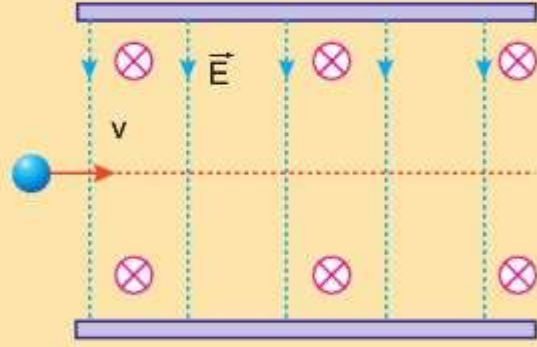
Hız seçici, aynı hızla hareket eden parçacıkları seçmeye yarayan bir araçtır. Yönü şekildeki gibi olan $\vec{E}$ elektrik alanının ve sayfa düzleminden içe doğru yönelmiş $\vec{B}$ manyetik alanının olduğu bölgeye giren elektrik yüklü parçacığa aşağı doğru $F_e = q.E$ elektriksel kuvveti, yukarı doğru $F_m = qvB$ manyetik kuvveti etki eder.

Elektrik ve manyetik alanların büyüklükleri,

$$qE = qvB$$

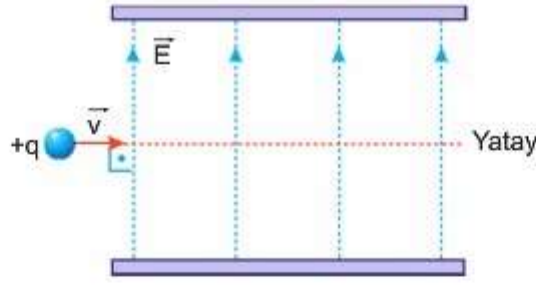
olacak şekilde seçildiğinde parçacık,

$$v = \frac{E}{B}$$



büyüklüğündeki hıza sahip olduğunda doğrusal bir çizgi boyunca ilerler. Bu hızdan büyük ya da küçük hız değerine sahip parçacıklar da yukarı ya da aşağı sapar.

ÖRNEK SORU

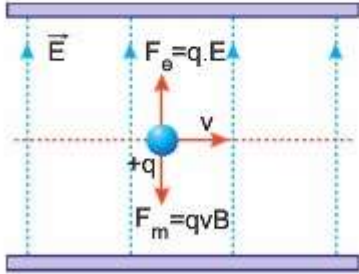


Birbirine paralel iletken yüklü levhalar arasında yönü şekildeki gibi olan düzgün $\vec{E}$ elektrik alanı ile, aynı anda $\vec{B}$ manyetik alanının olduğu bölgeye $\vec{v}$ hızıyla yatay giren $+q$ elektrik yüklü parçacık, yatay çizgi boyunca ilerliyor.

Buna göre, $\vec{B}$ manyetik alanın yönü ile ilgili ne söylenebilir?

- A) Sayfa düzleminden içe doğrudur.
- B) Sayfa düzleminden dışarı doğrudur.
- C) $\vec{E}$ elektrik alanı yönündedir.
- D) $\vec{E}$ elektrik alanına zıt yöndedir.
- E) $\vec{v}$ hızı ile aynı yöndedir.

Çözüm:



$+q$ yüklü parçacığa etki eden elektriksel kuvvet elektrik alanı yönündedir. Parçacığın yatay çizgi boyunca hareket etmesi için Lorentz kuvvetinin sıfır olması gerekir.

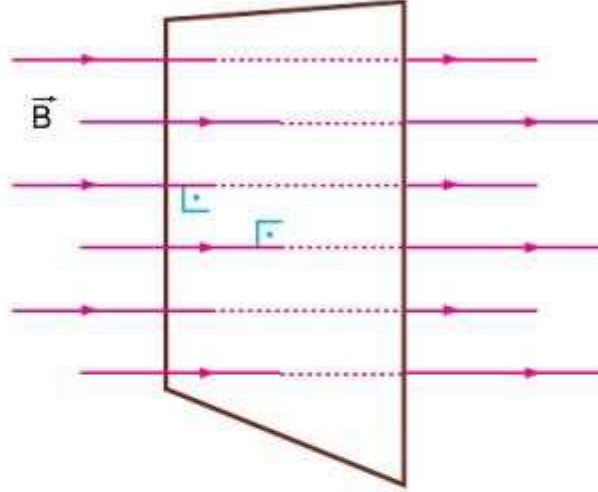
Bu durumda manyetik alan nedeniyle etki eden manyetik kuvvetin (F_M) elektriksel kuvvete zıt yönde olması gerekir. Açık sağ elin baş parmağı $\vec{v}$ nin, avuç içi $\vec{F}_M$ nin yönünü gösterdiğinde dört parmak $\vec{B}$ 'nin yönünü gösterir. Bu durumda $\vec{B}$, sayfa düzleminden dışı doğrudur.

Cevap B

ELEKTROMANYETİK İNDÜKLEME

Manyetik Akı

Manyetik akı, bir yüzeyden dik olarak geçen manyetik alan çizgilerinin sayısının bir ölçüsü olarak tanımlanır. Φ ile gösterilen manyetik akı, skaler bir büyüklüktür.



Manyetik alan çizgilerinin dik olduğu yüzeyde manyetik akı,

$$\Phi = B.A$$

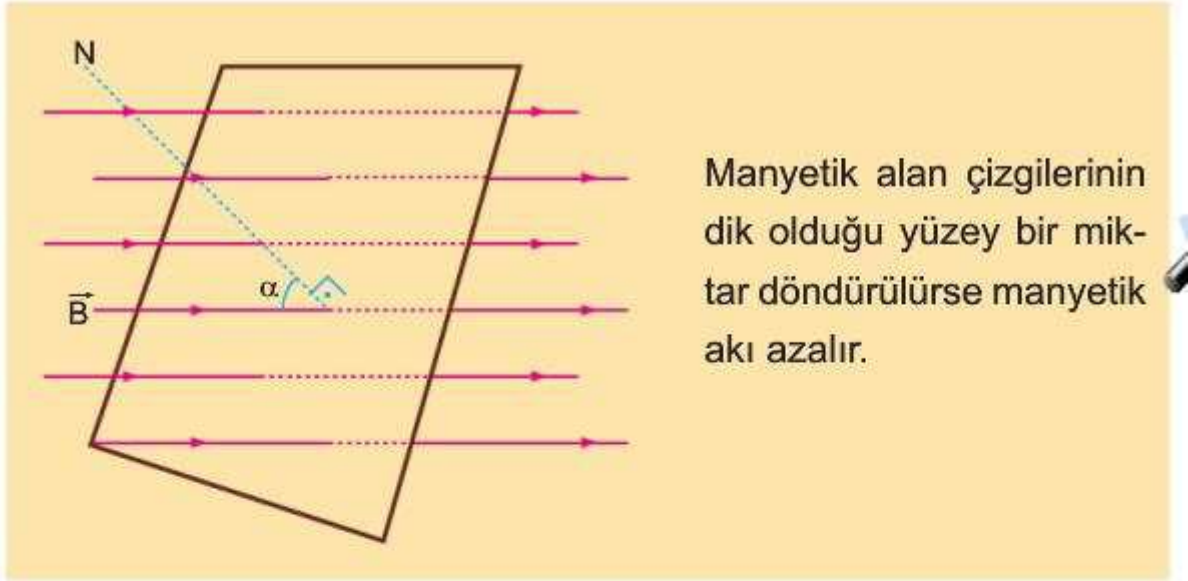
ile bulunur.

A	B	Φ
m^2	Tesla	Weber (Wb)

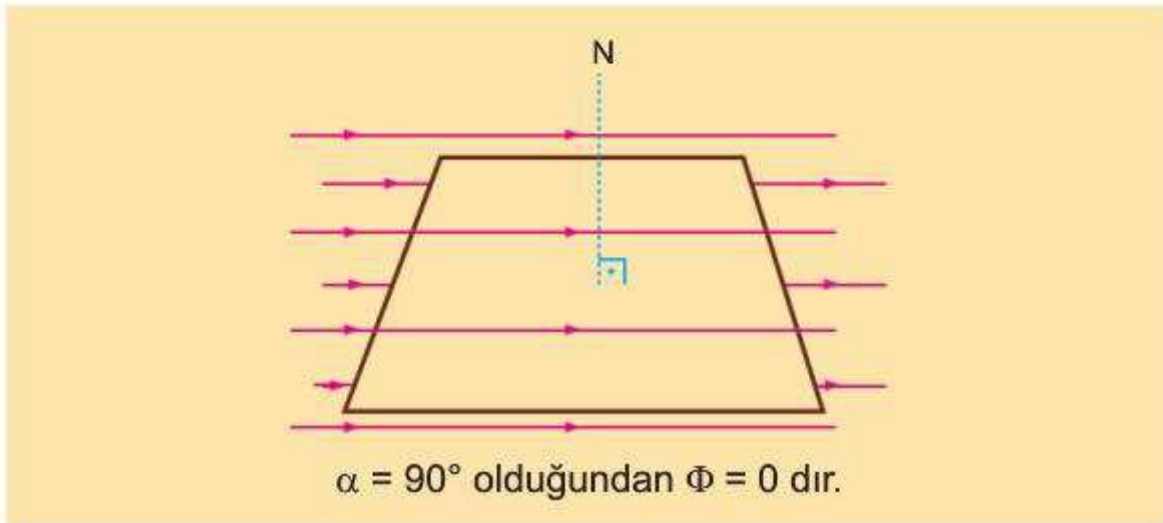
Manyetik alan ile yüzeyin normali arasındaki açı α ise manyetik akı,

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

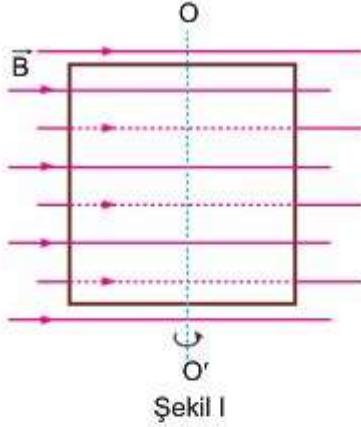
ile bulunur.



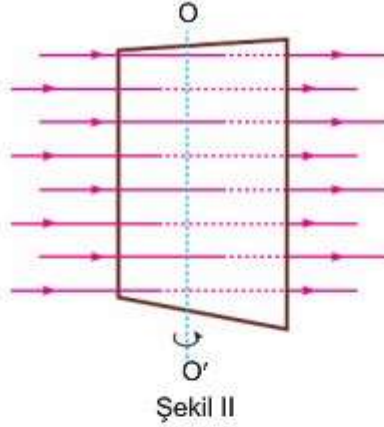
Manyetik alan çizgileri yüzeye paralel ise (ya da manyetik alan ile yüzeyin normali arasındaki açı 90° ise) $\cos 90^\circ = 0$ olduğundan yüzeydeki manyetik akı sıfırdır.



ÖRNEK SORU



Şekil I



Şekil II

Büyüküğü 2 Tesla olan manyetik alan içine, boyutları 2 m, 2,5 m olan dikdörtgen çerçeve, alan çizgilerine paralel olarak Şeki I deki gibi yerleştiriliyor.

Çerçeve OO' eksenı etrafında 90° döndürölerek Şekil II deki konuma getirilirse manyetik akı değışimi kaç Wb olur?

- A) 2,5 B) 5 C) 7,5 D) 10 E) 15

Çözüm:

Şekil I de çerçeve manyetik alan çizgilerine paralel olduğundan yüzeydeki manyetik akı sıfırdır. Çerçeve 90° döndürüldüğünde manyetik alan çizgileri çerçeve yüzeyine dik olur. Bu durumda manyetik akı

$$\Phi = B.A$$

ile bulunur. Çerçevenin alanı,

$$A = 2.2,5 = 5 \text{ m}^2$$

olduğunda Şekil II deki manyetik akı,

$$\Phi_2 = 2.5 = 10 \text{ Wb}$$

olur. İlk durumda manyetik akı sıfır olduğundan manyetik akı değışimi,

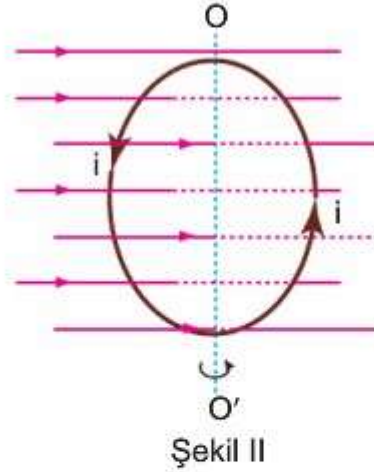
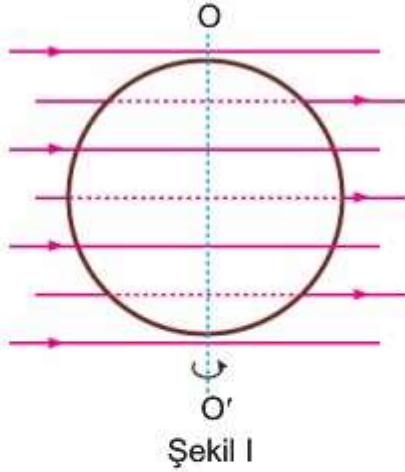
$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = 10 \text{ Wb}$$

bulunur.

Cevap D

İndüksiyon Akımı

İletken bir tel halka, bir manyetik alan içerisinde şekildeki gibi döndürülürse halkada bir akım oluşur. Halkada oluşan bu akıma **indüksiyon akım** denir.



Micheal Faraday'a göre bu akıma, manyetik akı değişimi neden olur. Bu akımın kaynağı olan indüksiyon emk si, halkanın yüzeyinden geçen manyetik akının zamana göre değişme oranına eşittir.

Buna göre indüksiyon emk si,

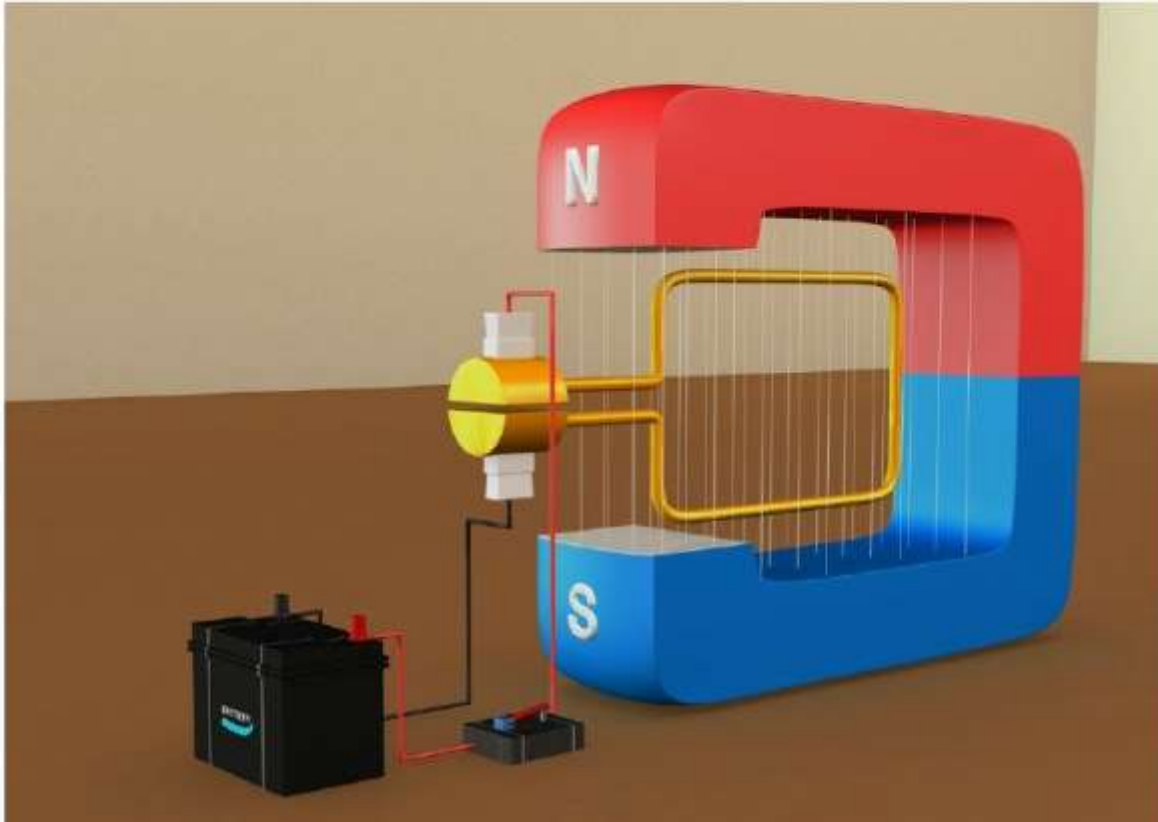
$$\varepsilon = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

ile bulunur. Bu ifadeye, elektromanyetik indüksiye ait **Faraday Kanunu** denir.

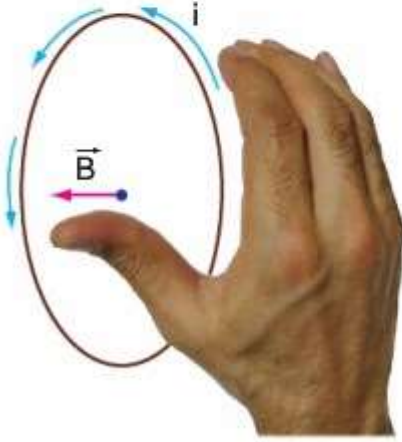
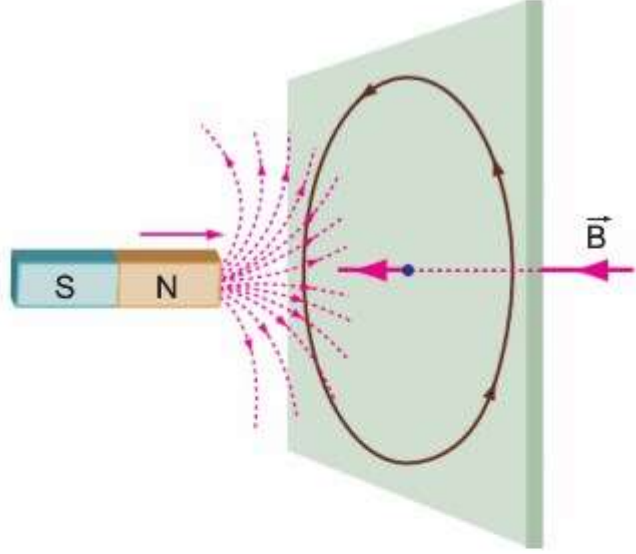
Manyetik akı değişimi sonucu oluşan indüksiyon emk si, akı değişimine karşı koyacak yönde yani (–) işaretli olmalıdır.

Enerji korunumunun bir sonucu olan bu durum, **Lenz Kanunu** olarak bilinmektedir. Bu durumda indüksiyon akımı,

- Manyetik akı artarken, artan manyetik akıyı azaltacak şekilde manyetik alan oluşturacak yönde olmalıdır.
- Manyetik akı azalırken, azalan manyetik akıyı artıracak şekilde manyetik alan oluşturacak yönde olmalıdır.

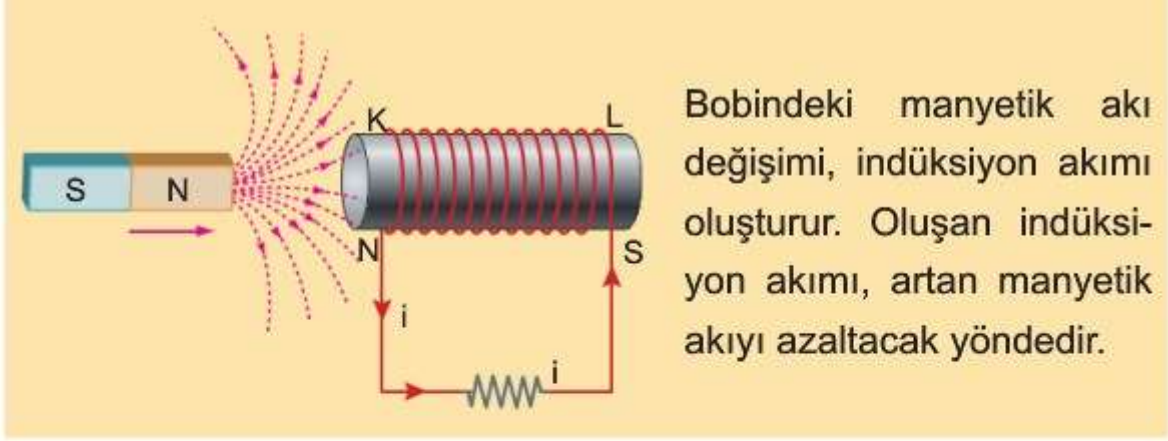


Şekildeki mıknatıs tel halkaya yaklaştırılırsa, halkadaki manyetik akı artar. Tel halkada, bu akı artışını azaltacak şekilde, mıknatısın manyetik alanına ters yönde manyetik alan oluşur. Bu manyetik alan oluşturan indüksiyon akımı, sağ el kuralına göre şekildeki yönde olmalıdır.



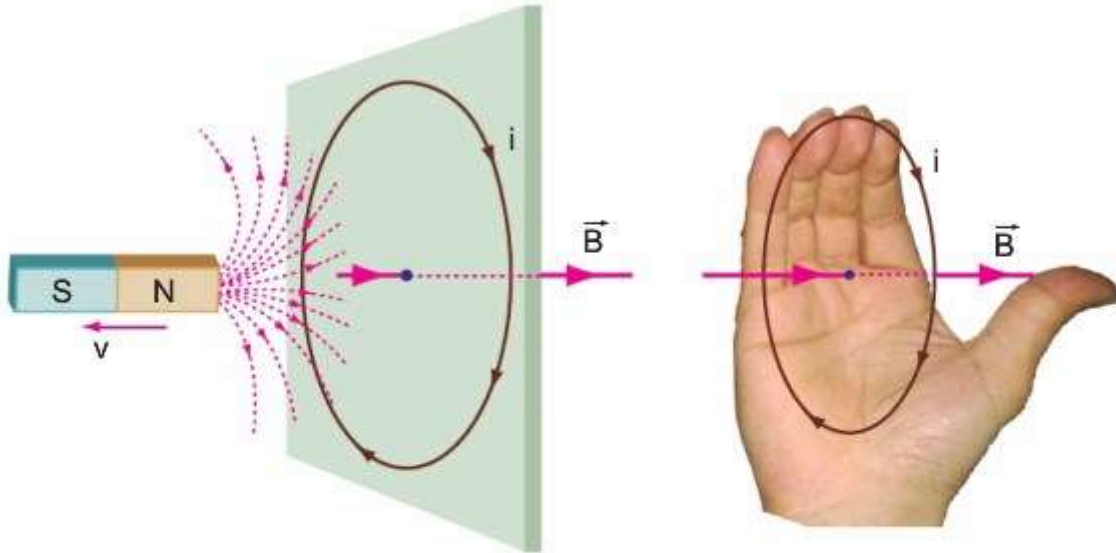
Sağ el kuralına göre, baş parmak telin manyetik alanı yönünde iken, halka şeklindeki gibi avuç içine alınır, dört parmak indüksiyon akımının yönünü gösterir.

Bir mıknatıs, bobine şeklindeki gibi yaklaştırılırsa manyetik akı artar. Artan manyetik akı nedeniyle bobin mıknatısın manyetik alanına ters yönde manyetik alan oluşturur.

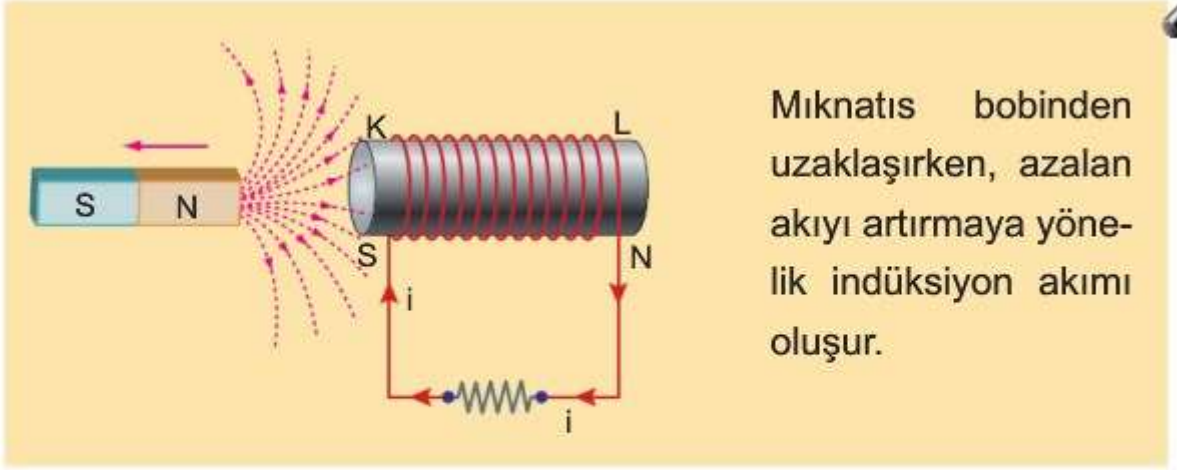


Bunun sonucunda bobinin K ucu N, L ucu da S olur. Bu manyetik alanı oluşturan indüksiyon akımı şekildeki yöndedir.

Şekildeki mıknatısın N kutbu tel halkadan uzaklaştırılacak olursa halkada manyetik akı azalır. Halkada, azalan manyetik akıyı artıracak şekilde, mıknatısın manyetik alanı ile aynı yönde manyetik alan oluşur. Bu manyetik alanı oluşturan indüksiyon akımı sağ el kuralına göre şekildeki yöndedir.

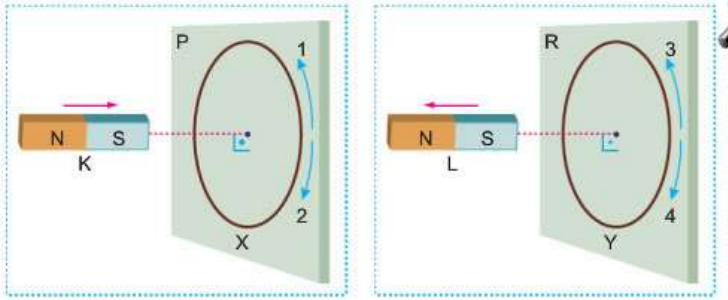


Mıknatısın N kutbu bobinden uzaklaştırılırsa, azalan manyetik akı nedeniyle bobin, mıknatısın manyetik alanı ile aynı yönde manyetik alan oluşturur.



Bu durumda bobinin K ucu S, L ucu da N olur. Bu manyetik alanı oluşturan indüksiyon akımı şekildeki yöndedir.

ÖRNEK SORU



K mıknatısı, P düzleminde bulunan X halkasına yaklaştırılırken L mıknatısı R düzleminde bulunan Y halkasından uzaklaştırılıyor.

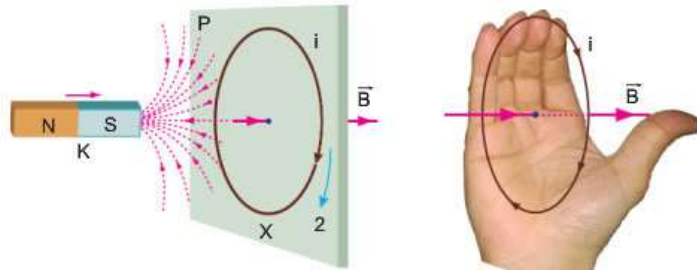
Buna göre, X, Y halkalarında oluşan indüksiyon akımlarının yönleri aşağıdakilerden hangisidir?

	X de	Y de
A)	1	3
B)	1	4
C)	2	3
D)	2	4
E)	Oluşmaz	3

Çözüm:

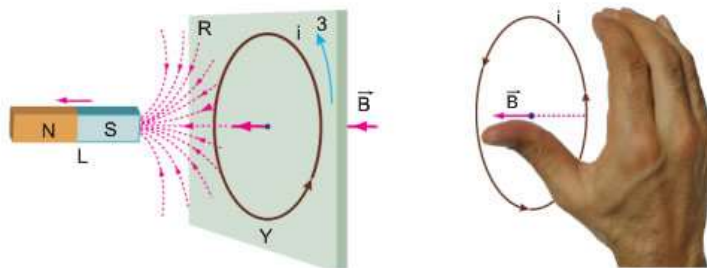
K mıknatısı X halkasına yaklaştırılırken halkadaki manyetik akı artar. X halkasında, bu akı artışını azaltacak şekilde mıknatısın manyetik alanına ters yönde manyetik alan oluşur.

Bu manyetik alanı oluşturan indüksiyon akımı sağ el kuralına göre 2 yönünde olur.



L mıknatısı Y halkasından uzaklaştırılırken halkadaki manyetik akı azalır.

Y halkasında, azalan akıyı artıracak şekilde mıknatısın manyetik alanı ile aynı yönde şekideki gibi oluşur.



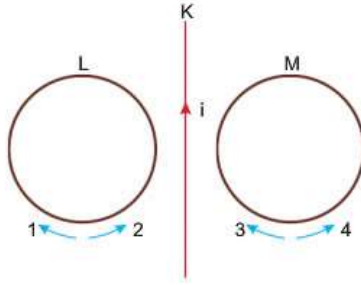
Bu manyetik alanı oluşturan indüksiyon akımı sağ el kuralına göre 3 yönünde olur.

Cevap C

ÖRNEK SORU

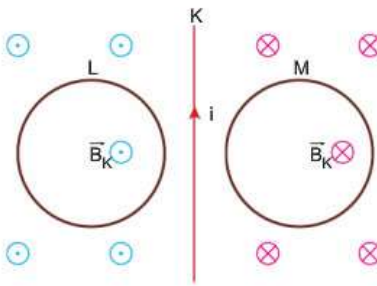
Sonsuz uzunluktaki K iletkeni ile çembersel L, M iletkenleri şekildeki gibi aynı düzlemde-
dir. K iletkeninden geçen i akı-
mı düzgün biçimde artırılıyor.

Buna göre, L ve M de olu-
şan elektrik akımının yön-
leri aşağıdakilerden hangisi
olabilir?



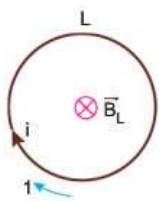
	L de	M de
A)	1	3
B)	1	4
C)	2	3
D)	2	4
E)	Oluşmaz	Oluşmaz

Çözüm:



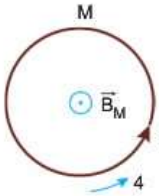
K telinden geçen akımın L halkasının olduğu bölgede oluşturduğu manyetik alan sayfa düzleminden dışarıya doğru ($\odot \vec{B}_K$), M halkasının olduğu bölgede ise sayfa düzleminden içeriye doğru ($\otimes \vec{B}_K$) dur.

K telindeki akımın artması, L ve M de akı artışına neden olur. L ve M halkalarında, bu akı artışını azaltacak şekilde K telinin manyetik alanına ters yönde manyetik alan oluşur.

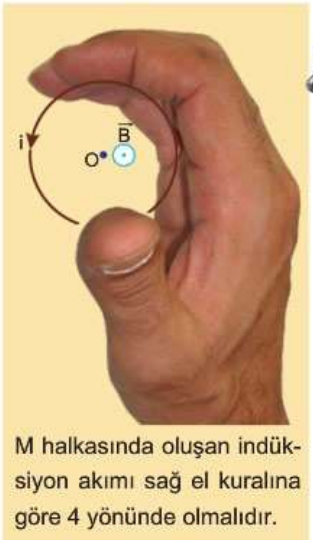


Bu nedenle L hal-
kasında oluşan
manyetik alan
sayfa düzlemin-
den içeriye doğru
olmalıdır.

Bu manyetik alanı oluşturan indük-
siyon akımı sağ el kuralına göre 1 yö-
nünde olur.



M halkasında olu-
şan manyetik alan
da sayfa düzle-
minden dışarıya
doğru olmalıdır.



M halkasında oluşan indük-
siyon akımı sağ el kuralına
göre 4 yönünde olmalıdır.

Bu manyetik alanı oluşturan indüksiyon akımı sağ el kuralına göre 4 yönünde olmalıdır.

Cevap B

ÖRNEK SORU

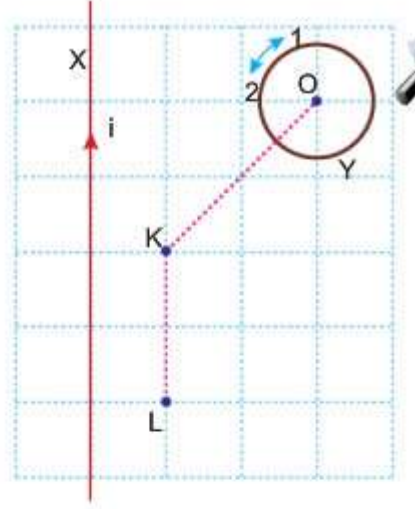
Üzerinden şekildeki yönde i akımı geçen sonsuz uzunluktaki X teli ve iletken Y halkası aynı düzlemindedir. Y halkası, düzlemini değiştirmeden merkezi OK, KL yolları boyunca kaydırılıyor.

Buna göre,

- I. OK yolunda Y de oluşan elektrik akımı 1 yönündedir.
- II. OK yolunda, Y de oluşan elektrik akımı 2 yönündedir.
- III. KL yolunda Y de elektrik akımı oluşmaz.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



Çözüm:

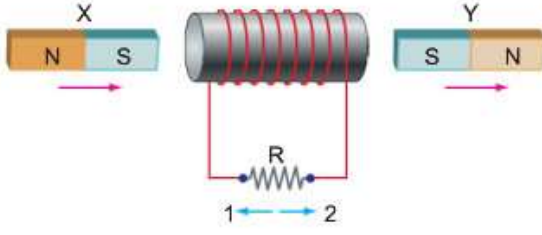
İletken Y halkasının olduğu bölgede, üzerinden i akımı geçen X telinin oluşturduğu manyetik alan sayfa düzleminden içeriye doğrudur ($\otimes \vec{B}_X$). Y halkası O dan manyetik alan şiddetinin arttığı K ye doğru götürülürken halkadaki manyetik akı artar.

Y halkasında, artan manyetik akıyı azaltacak şekilde X telinin manyetik alanına ters yönde, sayfa düzleminden dışarıya doğru ($\odot \vec{B}_Y$) manyetik alan oluşur. Bu manyetik alanı oluşturan indüksiyon akımı sağ el kuralına göre 2 yönünde olmalıdır. (I yanlış, II doğru.)

KL yolunda, Y halkasının X teline uzaklığı değişmediğinden halkada manyetik akı değişmez. Bu nedenle Y halkasında elektrik akımı oluşmaz. (III doğru)

Cevap E

ÖRNEK SORU



Şekildeki düzenekte önce X mıknatısı bobine yaklaştırılıyor, sonra da Y mıknatısı bobinden uzaklaştırılıyor.

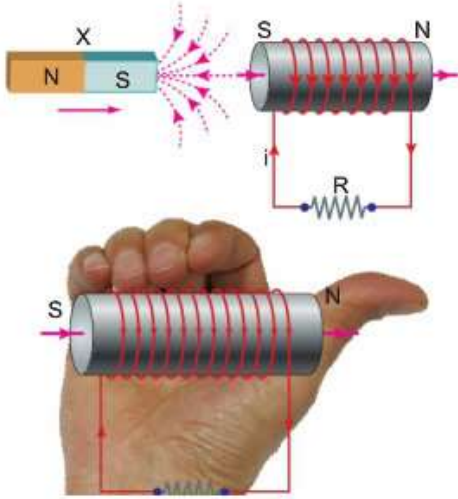
Buna göre, bobine bağlı R direncinde oluşan elektrik akımının yönü ile ilgili,

- I. X mıknatısı bobine yaklaştırılırken 1 yönündedir.
- II. X mıknatısı bobine yaklaştırılırken 2 yönündedir.
- III. Y mıknatısı bobinden uzaklaşırken 1 yönündedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

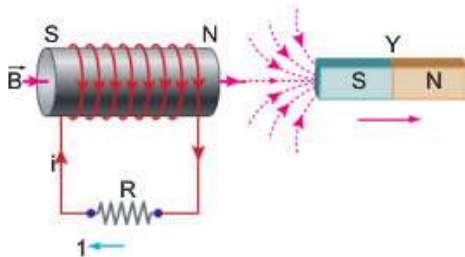
- A) Yalnız I
- B) Yalnız II
- C) Yalnız III
- D) I ve III
- E) II ve III

Çözüm:



X mıknatısının S kutbu bobine yaklaştırılırken artan manyetik akı nedeniyle bobinde mıknatısın manyetik alanına ters yönde manyetik alan oluşur. Bu nedenle bobininin mıknatısa yakın ucu S, uzak ucu N olur. Bunun sonucunda sağ el kuralına göre, 1 yönünde indüksiyon akımı geçer. (I doğru, II yanlış)

Y mıknatısının S kutbu bobinden uzaklaştırılırken azalan manyetik akı nedeniyle bobinde mıknatısın manyetik alanı ile aynı yönde manyetik alan oluşur.



Bu manyetik alanı oluşturan indüksiyon akımı sağ el kuralına göre 1 yönünde olmalıdır. (III doğru)

Cevap D

ℓ uzunluğundaki iletken bir tel düzgün $\vec{B}$ manyetik alanı içerisinde alan çizgilerini kesecek biçimde hareket ettirilecek olursa uçları arasında indüksiyon emk si oluşur.

Telin uçları arasında oluşan indüksiyon emk si,

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

ile bulunur. İletken tel, Δt sürede v hızı ile $v.\Delta t$ kadar yol aldığı anda manyetik akı değişimi,

$$\Delta\Phi = B.A = B.\ell.v.\Delta t$$

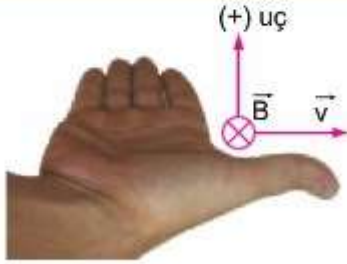
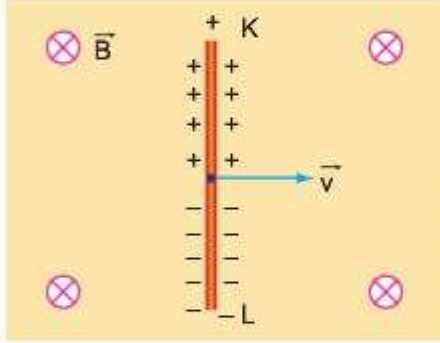
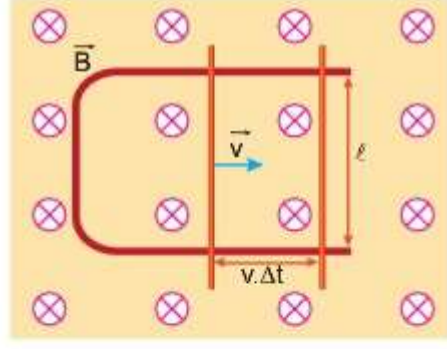
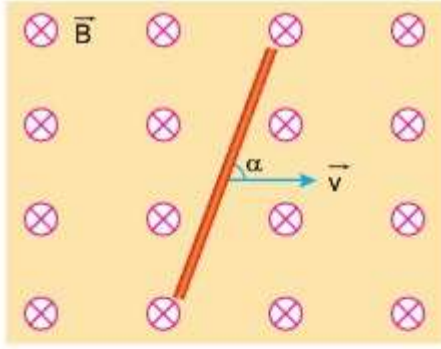
olduğundan telin uçları arasında oluşan indüksiyon emk si,

$$\varepsilon = - \frac{B.\ell.v.\Delta t}{\Delta t} = - B.v.\ell$$

bulunur. Tel ile $\vec{v}$ arasındaki açı α ise, oluşan indüksiyon emk si,

$$\varepsilon = -B.v.\ell.\sin\alpha$$

ile bulunur.



Manyetik alan içerisinde hareket ettirilen iletken tel üzerindeki yük- lere manyetik kuvvet etki eder. Bu kuvvetin etkisiyle iletkenin bir ucuna toplanan (-) yükler nede- niyle bir ucu (-), diğer ucu (+) ku- tuplanır. İletkenin uçlarının işareti sağ el kuralına göre bulunur.

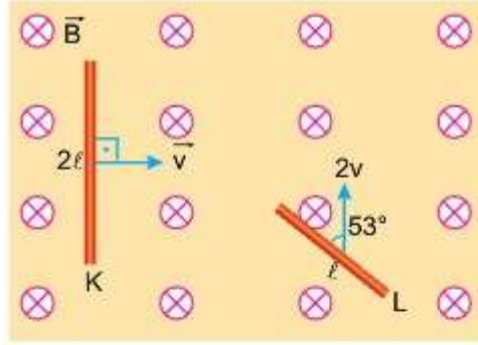
Açık sağ elin dört parmağı $\vec{B}$ yi, baş parmağı $\vec{v}$ yi gösterecek bi- çimde tutulursa avuç içi çubuğun (+) ucunu gösterir. Şekildeki KL çubuğu $\vec{B}$ manyetik alanında $\vec{v}$

hızıyla hareket ettirilirse sağ el kuralına göre K ucu (+), L ucu ise (-) yüklenir. Çubuğun orta noktası ise nötr olur.

ÖRNEK SORU

Boyları 2ℓ , ℓ olan iletken K, L çubukları $\vec{B}$ manyetik alanı içerisinde şekildeki yönlerde v , $2v$ büyüklüğündeki hızlarla hareket ettiriliyor.

K nin uçları arasında oluşan indüksiyon emk'si ε_K , **L** de oluşan ise ε_L olduğuna göre $\frac{\varepsilon_K}{\varepsilon_L}$ oranı nedir? $(\sin 53^\circ = \frac{4}{5})$



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

Çözüm:

Manyetik alan içerisinde hareket ettirilen bir çubuğun uçları arasında oluşan indüksiyon emk si,

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

ile bulunur. Buna göre, K telinde oluşan indüksiyon emk si,

$$\varepsilon_K = B.v.2\ell$$

L telinde oluşan indüksiyon emk si,

$$\begin{aligned}\varepsilon_L &= B.2v.\ell.\sin 53^\circ \\ &= B.2v.\ell.\frac{4}{5} \\ &= \frac{8}{5} B.v.\ell\end{aligned}$$

olur. Buradan $\frac{\varepsilon_K}{\varepsilon_L} = \frac{5}{4}$ bulunur.

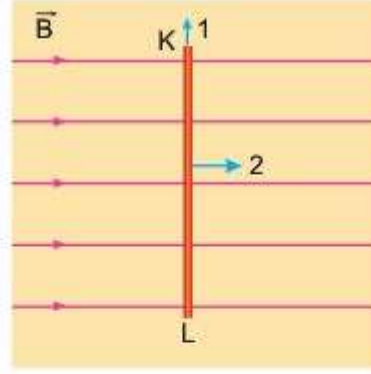
Cevap B

ÖRNEK SORU

İletken KL çubuğu, düzgün $\vec{B}$ manyetik alanı içerisinde duruyor.

Çubuğun KL uçları arasında indüksiyon emk si oluşması için,

- I. 1 yönünde hareket ettirme
- II. 2 yönünde hareket ettirme
- III. Sayfa düzlemine dik ve içeriye doğru hareket ettirme



İşlemlerinden hangisi yapılabilir?

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

Çözüm:

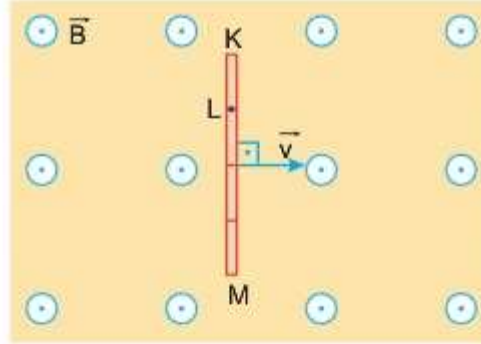
KL çubuğunun uçları arasında indüksiyon emk si oluşması için, çubuğun manyetik alan çizgilerini kesecek biçimde hareket ettirilmesi gerekir. Bu nedenle çubuğun 1 ve 2 yönlerinde hareket ettirilmesi durumunda KL arasında indüksiyon emk si oluşmaz.

Çubuk, sayfa düzleminden içeriye doğru hareket ettirilirse manyetik alan çizgilerini kesecek biçimde hareket ettirildiği için KL arasında indüksiyon emk si oluşur.

Cevap C

ÖRNEK SORU

İletken KM çubuğu, sayfa düzlemine dik ve dışarıya doğru yönelmiş düzgün $\vec{B}$ manyetik alanı içerisinde $\vec{v}$ hızıyla hareket ettiriliyor.



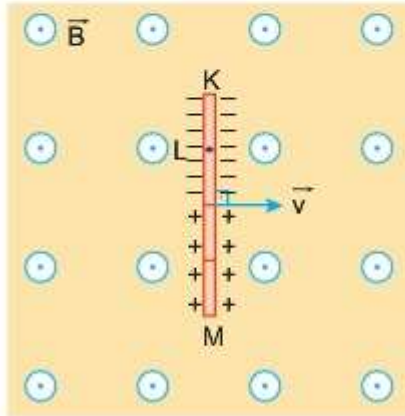
Buna göre,

- I. K noktasında oluşan yükün işareti (-) dir.
- II. K ve L noktalarında aynı işaretli yükler oluşur.
- III. M noktasında oluşan yükün işareti (+) dır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Çözüm:



İletken çubuk manyetik alan içerisinde alan çizgilerini kesecek biçimde hareket ettirilirken çubuk içerisinde elektronlar manyetik kuvvetin etkisinde bir uca doğru giderek kutuplaşmaya neden olur. Çubuğun uçlarındaki yüklerin işareti sağ el kuralına göre bulunur.

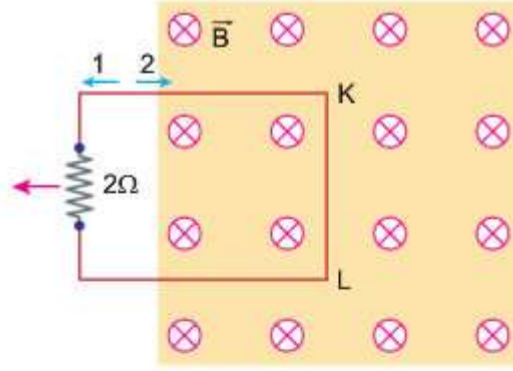
Buna göre, açık sağ elin dört parmağı $\vec{B}$ yi, baş parmağı $\vec{v}$ yi gösterdiğinde avuç içi (+) kutbu gösterir.

Bu nedenle çubuğun ortası yüksüz, M deki yükün işareti (+), K ve L deki yüklerin işareti de (-) olur.

Cevap E

ÖRNEK SORU

Üzerinde $2\ \Omega$ luk bir direnç bulunan ve KL kenarı 20 cm olan iletken tel çerçeve, sayfa düzlemine dik ve içeriye doğru olan düzgün $\vec{B}$ manyetik alanı içerisinde şekildeki yönde 2 m/s hızla çekiliyor.

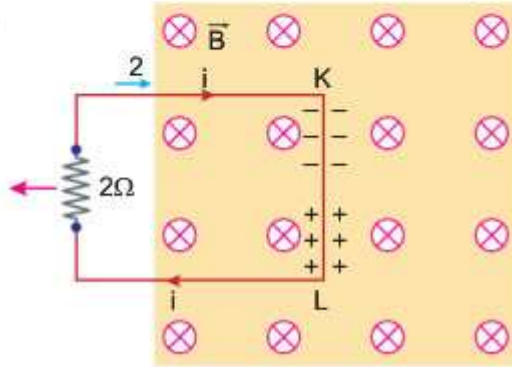


Manyetik alan şiddeti 5 Tesla olduğuna göre direnç üzerinden geçen akımın yönü ve şiddeti için ne söylenebilir?

- A) 1 yönünde, 0,5 A B) 1 yönünde, 1 A C) 1 yönünde, 2 A
D) 2 yönünde de, 1 A E) 2 yönünde, 2 A

Çözüm:

Tel çerçeve, manyetik alan içerisinde çekildiğinde telin manyetik alan çizgilerini kesen KL parçasında indüksiyon emk si oluşur. Bunun sonucunda K ucu (-), L ucu (+) yüklenir. Elektrik akımının yönü (+) uçtan(-) uca doğru olduğundan akım 2 yönünde olmalıdır.



KL arasında oluşan indüksiyon emk si,

$$\begin{aligned}\varepsilon &= B \cdot v \cdot \ell \\ &= 5 \cdot 2 \cdot 0,20 \\ &= 2 \text{ volt}\end{aligned}$$

olur.

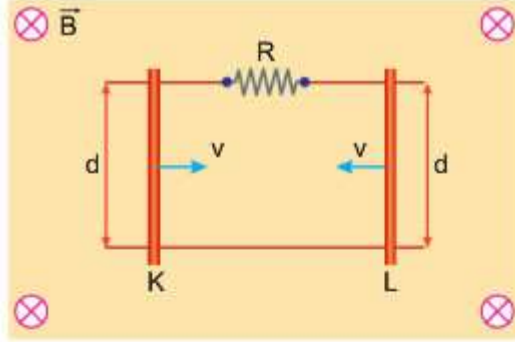
Geçen akımın şiddeti ise, Ohm kanunundan

$$i = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{2}{2} = 1 \text{ A}$$

bulunur.

Cevap D

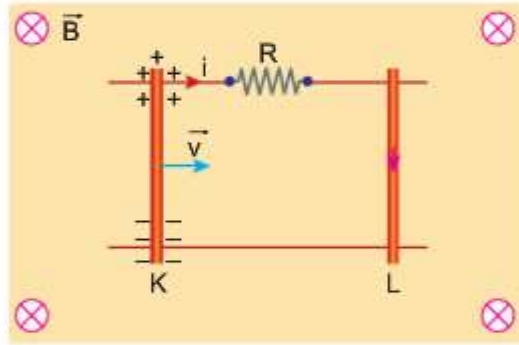
Şekildeki düzenek sayfa düzlemine dik ve içeriye doğru yönelmiş düzgün $\vec{B}$ manyetik alanı içerisindedir. Yalnız K çubuğu şekildeki yönde v hızı ile hareket ettirildiğinde R direncinden i akımı geçiyor.



Buna göre, K ve L çubukları aynı anda birbirine doğru v büyüklüğündeki hızlarla hareket ettirilirse R den geçen akımın şiddeti kaç i olur? (Tellerin ve çubukların direnci önemsizdir.)

- A) 0 B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 4

Çözüm:

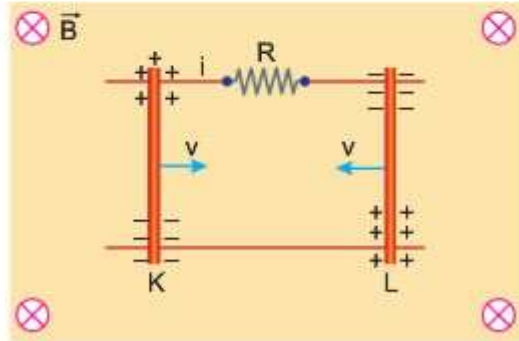


Yalnız K çubuğu $\vec{v}$ hızı ile hareket ettirildiğinde uçları şekildeki gibi kutuplanır.

Bunun sonucunda uçları arasında oluşan indüksiyon emk si V , R den geçen akım i ise,

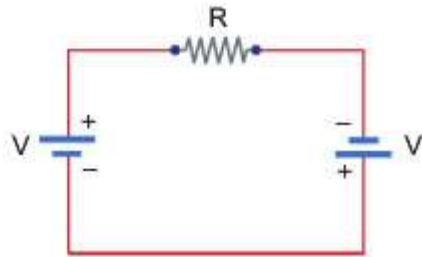
$$V = i \cdot R$$

yazılabilir.



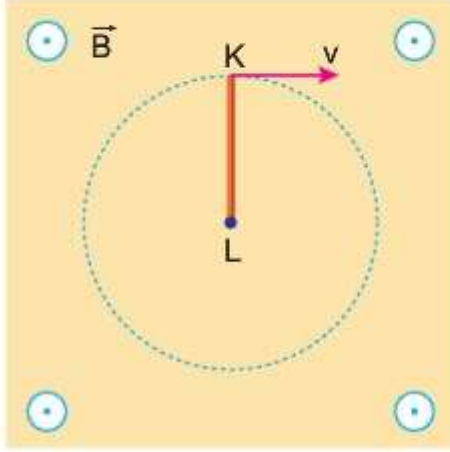
K ve L çubukları verilen yönlerde hareket ettirildiğinde K ve L çubuklarının her birinin uçları arasında oluşan indüksiyon emk si V olur.

Birbirine seri bağlı üreteçler gibi düşünüldüğünde eşdeğer emk $2V$ olur. Bu durumda R den geçen akım şiddeti de $2i$ olur.



Cevap D

ℓ uzunluğundaki iletken tel, hareket düzlemine dik manyetik alan içerisinde bir ucu etrafında döndürülürken telin iki ucu arasında oluşan potansiyel fark, telin ortalama hızı ile doğru orantılıdır.



ℓ uzunluğundaki telin K ucu v hızıyla L ucu etrafında döndürüldüğünde ortalama hızı,

$$v_{\text{ort}} = \frac{v + 0}{2} = \frac{v}{2}$$

olduğundan KL arasında oluşan indüksiyon emk si,

$$\varepsilon = -B \cdot \frac{v}{2} \cdot \ell$$

ile bulunur.

ÖRNEK SORU

İletken KL çubuğu, sayfa düzlemine dik ve içeriye doğru yönelmiş $\vec{B}$ manyetik alanı içerisinde O noktası etrafında döndürülüyor. KO arasında oluşan potansiyel fark V_1 , OL arasında oluşan da V_2 dir.

$2|KO| = |OL|$ olduğuna göre, $\frac{V_1}{V_2}$ oranı kaçtır?

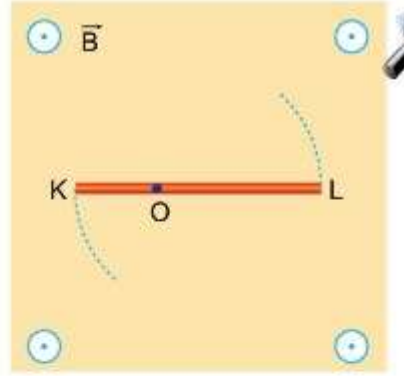
A) $\frac{1}{4}$

B) $\frac{1}{3}$

C) $\frac{1}{2}$

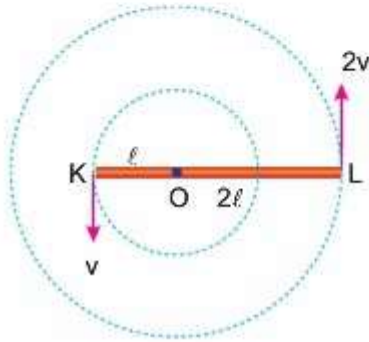
D) 1

E) 2



Çözüm:

O noktası etrafında dönen çubuğun K ucu, ℓ yarıçaplı çember çevresi kadar yol aldığıında L ucunun aldığı yol 2ℓ yarıçaplı çember çevresi kadar olur. L nin aldığı yol K ninkinin iki katı olduğundan K ucunun hızı v ise L ucununki $2v$ olur.



Bu durumda, KO arasında oluşan potansiyel fark,

$$V_1 = B \cdot \frac{v}{2} \cdot \ell$$

OL arasında potansiyel fark,

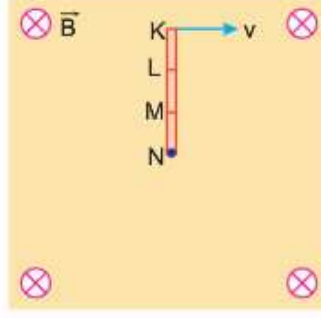
$$V_2 = B \cdot \frac{2v}{2} \cdot 2\ell$$

olur. Buradan $\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{4}$ bulunur.

Cevap A

ÖRNEK SORU

Eşit bölmeli, iletken KN çubuğu N noktası etrafında sabit büyüklükteki hızla döndürülüyor. Çubuğun bulunduğu ortama, sayfa düzleminde içeri doğru yönelmiş $\vec{B}$ manyetik alanı uygulandığında çubuğun KL arasında oluşan potansiyel fark V_1 , LM arasında oluşan V_2 , MN arasında oluşan da V_3 oluyor.



Buna göre, V_1 , V_2 , V_3 arasındaki ilişki nedir? ($KL = LM = MN$)

- A) $V_1 > V_2 > V_3$ B) $V_1 > V_3 > V_2$ C) $V_1 = V_2 = V_3$
D) $V_1 = V_3 > V_2$ E) $V_3 > V_2 > V_1$

Çözüm:

Çubuk N noktası etrafında döndürülürken M noktasının hızı v ise L'nin hızı $2v$, K'ninki de $3v$ olur. Bu durumda, her bölmenin uzunluğu ℓ ise MN arasında potansiyel fark,

$$V_{MN} = B \cdot \frac{v}{2} \cdot \ell$$
$$= V$$

olur. LN arasında,

$$V_{LN} = B \cdot \frac{2v}{2} \cdot 2\ell$$
$$= 4V$$

KN arasında,

$$V_{KN} = B \cdot \frac{3v}{2} \cdot 3\ell$$
$$= 9V$$

olur. Bu durumda, KL arasındaki potansiyel fark,

$$V_1 = V_{KN} - V_{LN}$$

şeklinde de yazılabileceğinden,

$$V_1 = 9V - 4V = 5V$$

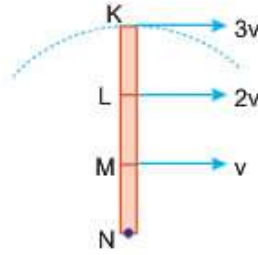
olur. LM arasında potansiyel fark,

$$V_2 = V_{LN} - V_{MN}$$
$$= 4V - V = 3V$$

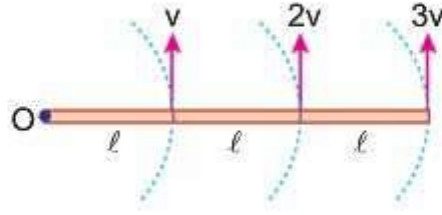
olur. MN arasında potansiyel fark,

$$V_3 = V_{MN} = V$$

olduğundan $V_1 > V_2 > V_3$ bulunur.



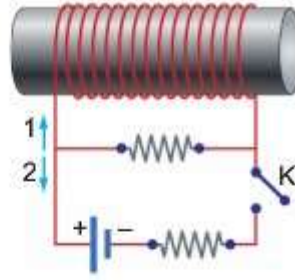
Cevap A



Bir ucu etrafında döndürülen çubuğun üzerindeki noktaların hızı, çizdiği çemberin yarıçapı ile doğru orantılıdır.

Özindüksiyon Akımı

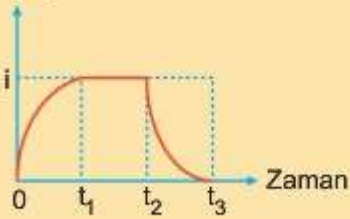
Şekildeki devrede K anahtarı kapatıldığında bobin üzerinde 1 yönünde geçmeye başlayan akım, bobinde enerji depolanması nedeniyle zamanla artarak maksimum değerine ulaşır. Bobin üzerinde akımın artması, manyetik alan şiddetinin artmasına yol açar.



Bu durum, sarımlar içinde akı değişimine neden olur. Bu akı değişimi devrede bir indüksiyon akımının oluşmasına neden olur. Bu şekilde akımın değişmesi ile kendi içinde oluşan indüksiyon akımına **özindüksiyon akımı** denir.

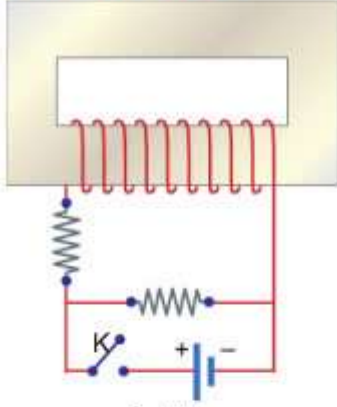
K anahtarının açılması sırasında da devrede özindüksiyon akımı oluşur. K anahtarı açıldığında, bobin üzerinde biriken enerji devrede bir süre daha akım geçmesini sağlar. Bu sırada devre akımı azalır. Devre akımının azalması sırasında devrede manyetik akıyı artıracak yönde özindüksiyon akımı oluşur. K anahtarının kapatılması ve açılması sırasında makaradan geçen akımın zamana bağlı grafiği şekildeki gibi olur.

Makaradan geçen akım

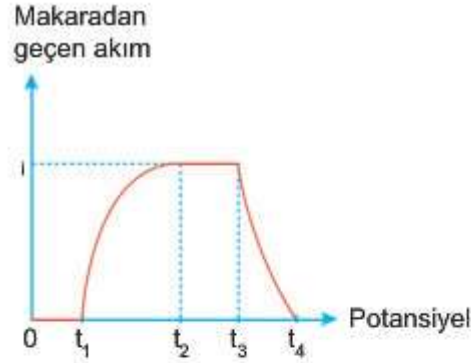


$t = 0$ anında K anahtarı kapatıldığında bobin üzerinden geçen akım t_1 anında maksimuma ulaşır. t_2 anında anahtar açıldığında bobin üzerinden geçen akım azalarak bir süre sonra sıfır olur.

Özindüksiyon akımının yönü, Lenz kuralına göre kendini oluşturan nedene karşı koyacak yöndedir. Buna göre, devre akımı artarken ($0-t_1$ zaman aralığında) devre akımına zıt yönde (2 yönünde), devre akımı azalırken ($t_2 - t_3$ zaman aralığında) devre akımı ile aynı yönde (1 yönünde) oluşur.



Şekil I



Şekil II

Demir çekirdekli makara (bobin), dirençler ve üreteçten oluşan Şekil I deki devrede $t_0 = 0$ anında K anahtarı açıktır. $0 - t_4$ zaman aralığında makaradan geçen akımın zamana bağlı grafiği, makarada oluşan özindüksiyon akımı nedeniyle, Şekil II deki gibi oluyor.

Buna göre,

- I. $t_1 - t_2$ zaman aralığında K anahtarı kapalıdır.
- II. $t_2 - t_3$ zaman aralığında K anahtarı kapalıdır.
- III. $t_3 - t_4$ zaman aralığında K anahtarı kapalıdır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

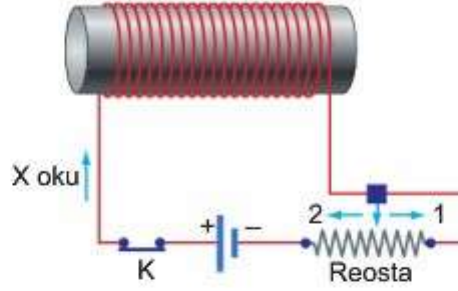
Çözüm:

Grafiğe göre, t_1 anında anahtar kapatılmıştır. $t_1 - t_2$ aralığında bobinde enerji depolanırken akım t_2 anında maksimum değerine ulaşır. Anahtar açılıncaya kadar akım sabit kalır. (I. ve II. yargılar doğru).

Anahtar açıldığında bobinde biriken enerji, devreye akım sağlar ve akım bir süre sonra sıfır olur. Bu durumda grafiğe göre t_3 anında anahtar açılmıştır (III. yargı yanlış).

Cevap C

ÖRNEK SORU



Şekildeki devrede K anahtarı kapalı iken devreden X oku yönünde elektrik akımı geçiyor.

Buna göre,

- I. Reosta sürgüsünü 1 yönünde hareket ettirme
- II. Reosta sürgüsünü 2 yönünde hareket ettirme
- III. K anahtarını açma

işlemlerinden hangisi yapılırsa X oku yönünde özindüksiyon akımı oluşur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ya da III E) II ya da III

Çözüm:

Devre akımı X oku yönünde iken X oku yönünde özindüksiyon akımının oluşması için devre akımının azalması gerekir. Buna göre, reosta sürgüsü 1 yönünde çekildiğinde direnç arttığından devre akımı azalır ve X oku yönünde özindüksiyon akımı oluşur (I. doğru, II. yanlış).

K anahtarı açıldığında devre akımı azaldığından, özindüksiyon akımı X oku yönünde olur (III. doğru).

Cevap D

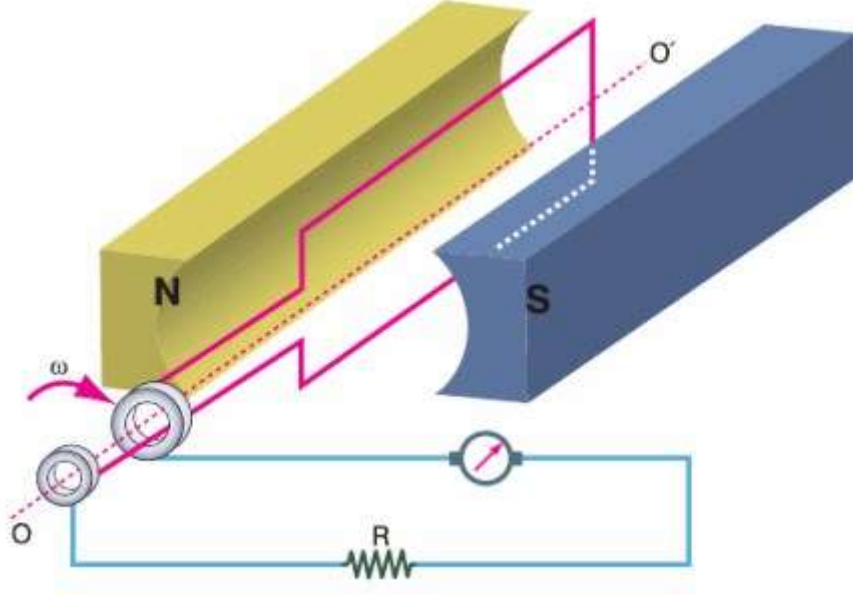


ÖĞRENELİM

Özindüksiyon akımının yönü, devre akımı artarken akıma ters yönde, devre akımı azalırken akımla aynı yönde oluşur.

Alternatif Akım

- Yönü ve şiddeti zamanla değişen akımdır.
- AC ile kısaltılmıştır.
- Alternatif akım kaynakları $\sim$ simgesi ile gösterilir.



- Manyetik etkilerle iletken bir çerçevede indüksiyon akımının sürekli olarak üretilmesine alternatif akım denir.

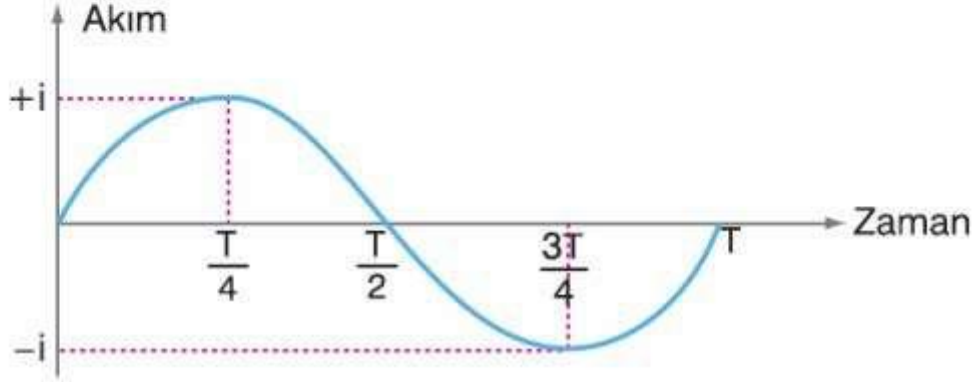
Çerçeve OO' eksenini etrafında ω açısal hızı ile f frekansı ile dönerken akımın yönü yarım devirde değişecektir.

Herhangi bir t anında indüksiyon emk sinin anlık değeri,

$$\varepsilon = \varepsilon_{\max} \cdot \sin\omega t \text{ yazılır.}$$

Akımın anlık değeri

$$i = i_{\max} \cdot \sin\omega t \text{ yazılır.}$$



Alternatif akım günümüz teknolojisinin enerji kaynağıdır. Ev, ofis ve iş yerlerinde alternatif akım kullanılır.

Bilgi: Yönü ve şiddeti sabit akıma doğru akım denir. DC ile gösterilir. Doğru akım kaynakları – simgesi ile gösterilir.

Farklı ülkelerin elektrik şebekelerinde kullanılan gerilim değerleri farklı farklıdır.

	Gerilim	Frekans
Amerika	120 V	60 Hz
Avustralya	230 V	50 Hz
Azerbaycan	220 V	50 Hz
Brezilya	127 - 220 V	60 Hz
Kanada	120 V	60 Hz
Çin	220 V	50 Hz
Fransa	230 V	50 Hz
Almanya	230 V	50 Hz
Japonya	100 V	50 Hz - 60 Hz
Rusya	220 V	50 Hz
Taiwan	110 V - 220 V	60 Hz
Türkiye	220 V	50 Hz

*Bazı ülkelerdeki AC elektrik dağıtımlarında
gerilim ve frekans standart değerleri*

Alternatif ve Doğru Akım Karşılaştırılması

- AC akımının yönü ve şiddeti değişirken. DC akımın yönü ve şiddeti sabittir.
- Doğru akım elde edilmesinde kullanılan dinamolar (DC jeneratörü) yüksek gerilimler üretemez. Alternatif akım jeneratörlerinden yüksek gerilimler elde edilebilir ve transformatör yardımı ile alternatif gerilim yükseltilebilir.
- Doğru akımda akım ve gerilim değiştirilemediğinden enerji kayıpları olmadan uzağa iletilmesi mümkün değildir. Alternatif akım ise uzaklara iletilebilir.

- AC akımın kimyasal etkisi yoktur. Bu nedenle elektrostatik boya teknolojisi, elektroliz, akü ve bataryaların şarjı sırasında, kaynak makinelerinin çalışmasında DC akım kullanılır.

Bu çalışmaların AC kaynağı ile yapılabilmesi için doğrultucular vasıtasıyla DC akıma dönüştürülmesi gerekir.

Edison'un akkor lamba icadının sonucu olarak elektrik alanındaki çalışmalar hızla ilerlemiş ve Edison'un Manhattan'da kurduğu doğru akım santralinde üretilen elektriği taşıyan teller New York sokaklarında yerini almıştır.

Alternatif akımın mucidi Nicola Tesla ile Edison Amerika'da birlikte çalışmışlardır. Tesla Edison'a AC akımı ile ilgili buluşlarından bahseder. Aralarında fikir ayrılığı oluşur. DC jeneratöründen kullanıcıya kadar aynı gerilimle akım taşındığında enerji büyük kayba uğramaktadır. Edison bu sorunu her 2 km'de yeni bir jeneratör kullanılarak giderileceğini düşünür. Oysa AC teknolojisi gerilimin kolayca değiştirebilmesi sayesinde enerji kayıplarını en aza indirir.

AC teknolojinin uzun mesafelere elektrik taşınmasındaki avantajının yanında, düşük voltaj gerektiren sistemlerde, elektronik devrelerde, pillerde endüstriyel bazı uygulamalarda DC akım teknolojisi daha avantajlıdır. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi yalnızca DC olarak üretilir.

Bilgi: 1856 yılında Sırbistan'da dünyaya gelen Nicole Tesla Grezdaki okulunu bırakarak Prag üniversitesinde mühendislik eğitimini almıştır. Anadili Sırpça ve ailece bildikleri Almanca yanında İngilizce. Fransızca ve İtalyancayı da öğrenmiştir. Amerika'ya giderek Edison ile birlikte çalışmış daha sonra fikir ayrılıkları nedeniyle yolları ayrılmıştır. Radyo, radar, elektriğin kablosuz taşınabilmesi gibi sayısız buluşa imza atmıştır. 1943'te Amerika'da hayatını kaybetmiştir.

Etkin Akım ve Etkin Gerilim

 Alternatif akım ve gerilimin doğru akımdaki karşılığıdır.

Etkin akım,

$$I_{\text{etkin}} = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \text{ dır.}$$

Etkin gerilim,

$$V_{\text{etkin}} = \frac{V_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \text{ dır.}$$

 Alternatif akım devresinde ampermetre ve voltmetre etkin değerleri gösterirler.

Bir alternatif akımın zamanla değişimi $V=8\sqrt{2} \sin 12\pi t$ volt ile veriliyor.

Buna göre gerilimin etkin değeri kaç volt tur?

Çözüm

Denkleme göre $V_{\text{max}} = 8\sqrt{2}$ volt

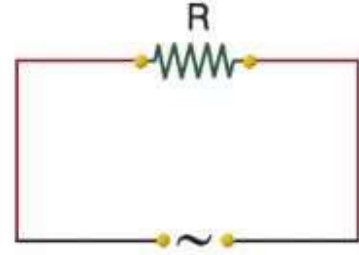
$$V_{\text{etkin}} = \frac{V_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \text{ yazılırsa}$$

$$V_{\text{etkin}} = \frac{8\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 8 \text{ volt bulunur.}$$

Alternatif Akım Devre Elemanları

Direnç

Alternatif akımın frekansı direncin değerini etkilemez. Üzerinden akım geçen dirençte enerji harcanır.



Harcanan enerji

$$E = I_e^2 \cdot R \cdot t$$

Harcanan güç

$$P = I_e^2 \cdot R$$

Alternatif devrede enerji ve güç sadece dirençte harcanır.

Bobin

Bobin doğru akım devresinde telin direncinin dışında bir direnç göstermezken alternatif akım devrelerinde direnç gösterir.

Bobinin AC akıma karşı gösterdiği dirence **indüktans** denir.

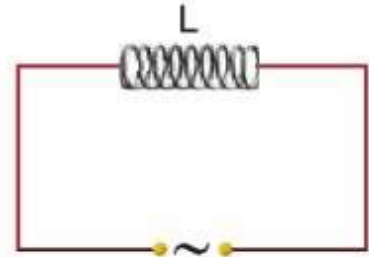
İndüktans X_L ile gösterilir.

$$X_L = L \cdot \omega \quad (\omega = 2\pi f \text{ yazılırsa})$$

$$X_L = L \cdot 2\pi f$$

L: Bobinin özindüksiyon katsayısı (Henry)

İndüktans normal direnç gibi ısı üretmez.



Kondansatör

Sığaç doğru akım devresinde akım geçirmezken alternatif akım devresinde akım geçirir.

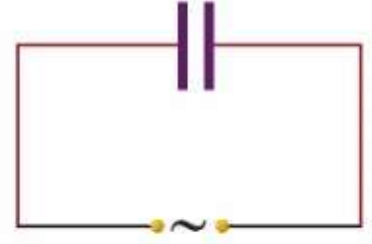
Kondansatör AC akıma karşı gösterdiği direnci **kapasitans** denir.

Kapasitans X_c ile gösterilir.

$$X_c = \frac{1}{c \cdot \omega} \quad (\omega = 2\pi f \text{ yazılırsa})$$

$$X_c = \frac{1}{c \cdot 2\pi f}$$

c: Kondansatörün sığası (Farad)



Empedans

Alternatif akım devresinde toplam dirence denir.

Z ile gösterilir.

Birimi ohm dur.

Ohm yasasına göre ($V=I.R$)

Alternatif devrede,

$$V_e = I_e \cdot Z$$

$$V_{\max} = I_{\max} \cdot Z$$

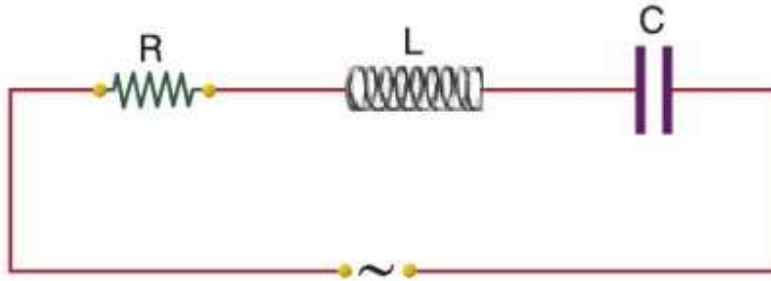
dır.

Alternatif akım devrelerinde empedans doğru akım devrelerindeki toplam dirençten farklı olarak vektör diyagramı ile bulunur. Ancak bu hesaplamalar müfredat kapsamında değildir.



Rezonans

Alternatif akım devrelerinde bobinin direnci X_L ile kondansatörün direnci X_C 'nin birbirine eşit olması durumudur.



Şekildeki R - L - C devresinde $X_L = X_C$ ise devre rezonansdır. Bu durumda toplam direnç Z, R ye eşit olacaktır.

Rezonans frekansı

$$X_L = X_C$$

$$L \cdot 2\pi f = \frac{1}{C \cdot 2\pi f}$$

$$L \cdot C \cdot (2\pi f)^2 = 1$$

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ bulunur.}$$

Radyo, telsiz gibi aletlerin alıcılarına gelen farklı sinyal frekansları alıcı devresinin ile rezonansa ise sinyaller güçlü algılanarak diğer sinyaller alınmaz.

Alternatif Akım Soruları ve Çözümleri

Alternatif gerilim kaynağının oluşturduğu bir devrede oluşan gerilimin zamana bağlı denklemi $V = 20 \cdot \sin 50\pi t$ voltur.

Buna göre, $t = \frac{1}{100}$ saniye anında gerilim kaç volttur?

Çözüm

Alternatif akım denkleminde, $t = \frac{1}{100}$ yazılırsa

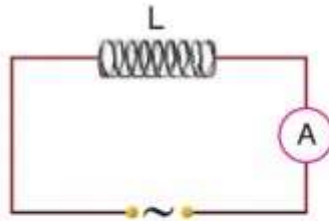
$$V = 20 \cdot \sin 50\pi t$$

$$= 20 \cdot \sin 50\pi \cdot \frac{1}{100}$$

$$= 20 \cdot \sin \frac{\pi}{2}$$

$$= 20 \cdot 1$$

$$= 20 \text{ volt bulunur.}$$



Şekildeki devrede alternatif akımın frekansı artırılıyor.

Buna göre, ampermetrenin gösterdiği değer nasıl değişir?

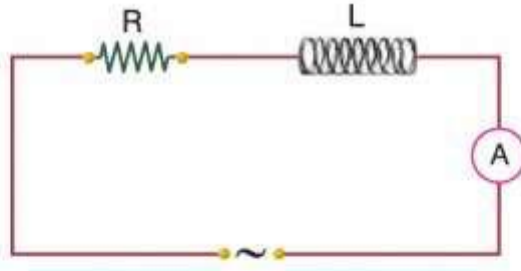
Çözüm

Bobinin direnci

$$X_L = L \cdot 2\pi f$$

Frekans artarsa bobinin direnci artar, akım azalır

Buna göre, ampermetreden okunan değer azalır.



Şekildeki R-L devresinde ampermetre 2 amper göstermektedir. Buna göre, alternatif akımın maksimum değeri kaç amperdir?

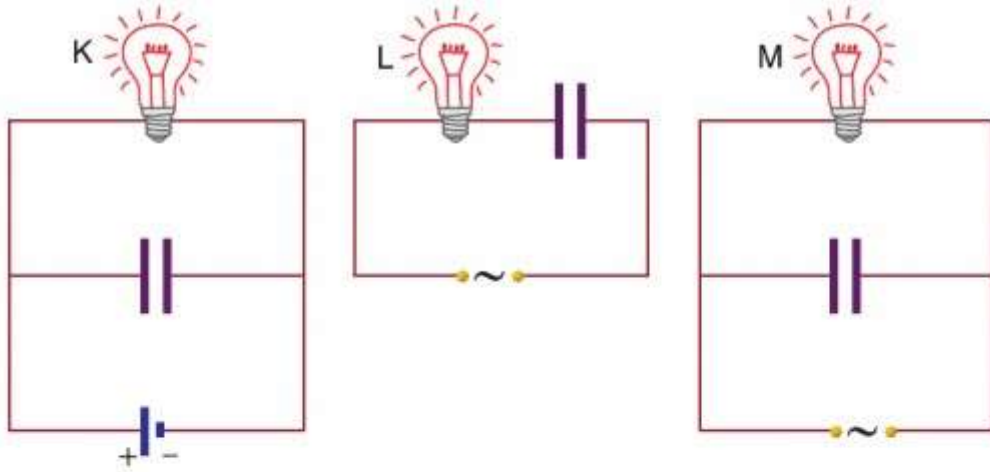
Çözüm

Devrede dolaşan akım etkin akımdır.

$$I_{\text{etkin}} = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$$

$$2 = \frac{I_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$$

$$I_{\text{max}} = 2\sqrt{2} \text{ bulunur.}$$

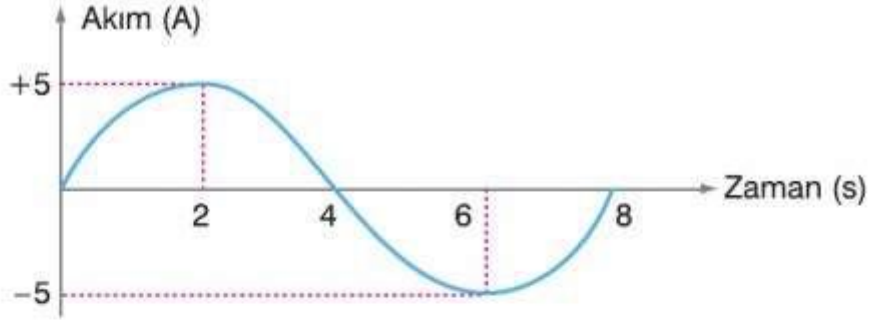


Özdeş lambalar ve sıg a lar ile değişken ve doğru akım  rete leri kullanarak K, L ve M elektrik devreleri oluşturuluyor.

Buna göre, K, L ve M devrelerinde lambaların hangileri üreteçler devreye gerilim sağladığı sürece ışık vermeye devam eder?

  z m

Her üç devrede de lamba üzerinden akım geçebilir. Dolayısı ile K, L ve M lambaları yanar.



Bir alternatif akım devresindeki akımın zamana bağlı değişim grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre, akımın etkin değeri kaç amperdir?

Çözüm

Grafiğe göre

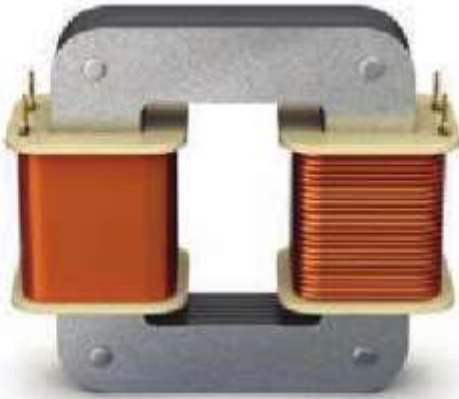
$I_{\max} = 5$ amper olur.

$$I_{\text{etkin}} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}}$$
$$= \frac{5}{\sqrt{2}} = 2,5\sqrt{2} \text{ A bulunur.}$$

Transformatörler



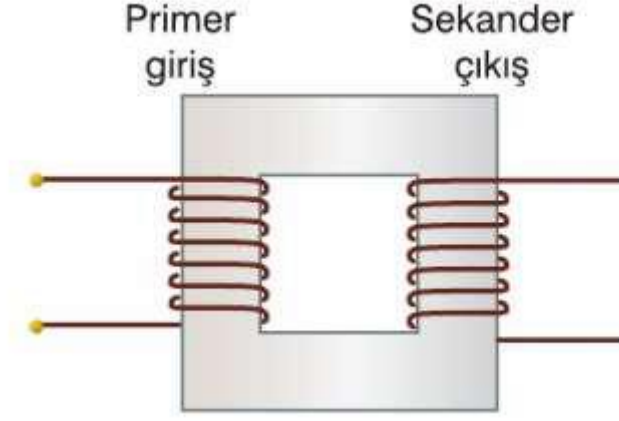
Elektrik santrallerinde elde edilen gerilim değeri ile şehir hatlarındaki gerilim değeri ve cihazlardaki gerilim değeri aynı değildir. Transformatör alternatif gerilimi aynı frekansta alçaltıp yükseltebilen bir araçtır.



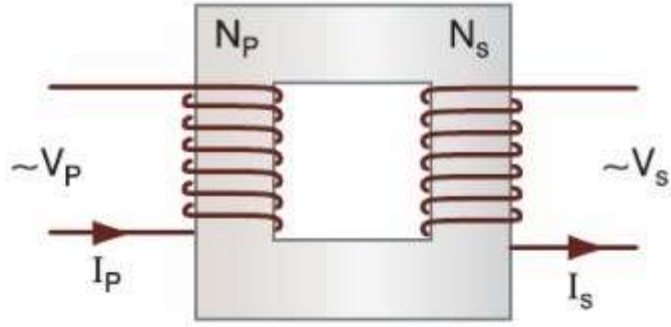
Transformatöre **trafo** da denir. Transformatörde gerilim ya da akım değiştirilir. Transformatörlerde enerji üretilemez. Transformatörler doğru akımla çalışmazlar. Transformatörler alternatif akımla çalışırlar. Elektrik santrallerinde üretilen enerjinin nakil hatları vasıtasıyla en az kayıpla şehre taşınması hedeflenir. Nakil hatlarından akım geçerken ısı kayıplarının en aza indirilmesi için enerjinin küçük akım yüksek gerilim ile taşınması gerekir. Bu nedenle

elektrik santrallerinin çıkışına gerilimi yükseltip akımı azaltan transformatörler yerleştirilirken, şehirlerin girişine gerilimi düşürüp akımı yükselten transformatörler yerleştirilir.

Transformatörün Çalışma Prensibi



Transformatörler akı değişimi (Faradayın indüksiyon yasası) prensibi ile çalışır. Giriş bobinine alternatif akım verildiğinde akım manyetik alan oluşturur. Oluşan manyetik alan demir çekirdek ile çıkış bobinine aktarılır. Çıkıştaki akı değişimi ise indüksiyon emk sı oluşturur. Giriş bobinine doğru akım verildiğinde akım sabit olduğu için manyetik alan sabit kalır. manyetik alan sabit olduğunda ise akı değişimi olmadığı için indüksiyon emk sı oluşmaz. Dolayısı ile transformatöre doğru akım verilirse yalnız giriş devresi çalışacak, çıkış devresinde akım olmadığından çıkış devresi çalışmayacaktır.



Verimi %100 olan ideal bir transformatör için,

$$\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S} = \frac{I_S}{I_P} \text{ dir.}$$

V_P : Primer gerilim

V_S : Sekonder gerilim

I_P : Primer akım

I_S : Sekonder akım

N_P : Primerdeki sarım sayısı

N_S : Sekonderdeki sarım sayısı

Transformatörde giriş gücü çıkış gücüne eşittir.

$$I_P \cdot V_P = I_S \cdot V_S \text{ dir.}$$

📖 $N_s > N_p$ ise transformatör yükselticidir. Bu durumda $V_s > V_p$ ve $i_p > i_s$ olur.

📖 $N_p > N_s$ ise transformatör alçaltıcıdır. Bu durumda $V_p > V_s$ ve $i_s > i_p$ olur.

📖 Çıkıştaki sarım sayısının girişteki sarım sayısına oranı değiş-tirme oranıdır.

📖 Tellerdeki ısı kayıpları nedeni ile gerçekte %100 verim elde edilemez.

İdeal olmayan bir transformatörde,

$$\text{Verim} = \frac{\text{Alınan güç}}{\text{Verilen güç}}$$

$$\text{Verim} = \frac{V_s \cdot I_s}{V_p \cdot I_p} \text{ olur.}$$

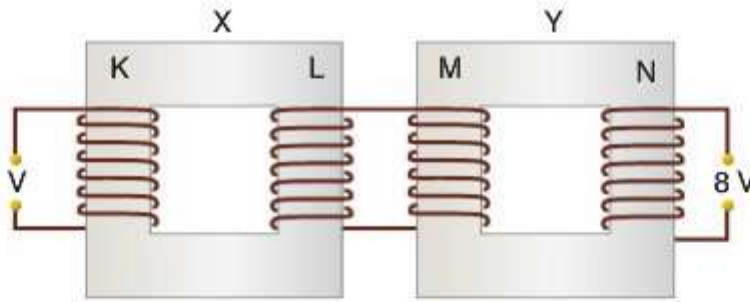
Transformatörlerin Kullanıldığı Yerler

Barajlarda üretilen enerjinin gerilimi transformatörler yardımı ile yükseltilerek akım küçültülür. Bu akım kullanılacağı yerin yakınında 20000 – 30000 volta düşürülür, mahallelerdeki trafolarda ise tekrar 220 volta indirilerek evlere verilir. Elektronik cihazlarda yüksek voltaj gereken yerlerde radyo, televizyon kapı zili gibi ev aletlerinde transformatörler kullanılır. Metallerin eritilmesi için büyük akımlara ihtiyaç vardır. Kaynak makinelerinde de yüksek akım elde etmek için kullanılır.

Transformatörler Soruları ve Çözümleri



Örnek - 1



İdeal X ve Y transformatörlerinden X'e V giriş gerilimi uygulandığında Y transformatöründen 8 V gerilim elde ediliyor.

Buna göre, K, L, M, N bobinlerinin sarım sayıları aşağıdakilerden hangisi olabilir?

	K	L	M	N
A)	n	2n	n	3n
B)	n	2n	n	4n
C)	3n	n	2n	n
D)	4n	2n	3n	n
E)	5n	n	2n	4n

Çözüm:

$$8V = V \cdot \frac{N_L \cdot N_N}{N_K \cdot N_M} \quad \text{ifadesinden} \quad N_L \cdot N_N = 8 N_K \cdot N_M \quad \text{olur.}$$

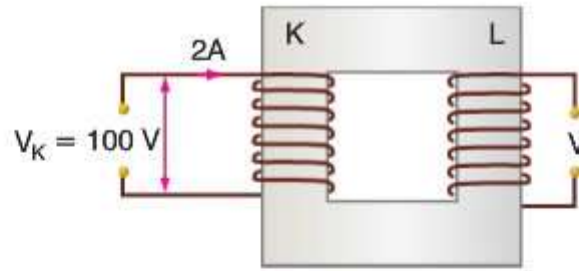
$\begin{matrix} \downarrow & \downarrow & & \downarrow & \downarrow \\ 2n & 4n & & n & n \end{matrix}$

Bobinlerin sarım sayıları şekildeki gibi olduğunda eşitlik sağlanabiliyor.

Cevap B



Örnek - 2



Verimi % 80 olan şekildeki transformatörün girişine 100 V luk gerilim uygulanıyor.

K bobininin sarım sayısı 4n, L ninki 2n olduğuna göre, L bobininden elde edilecek akım kaç Amper olur?

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

Çözüm:

$$\frac{V_L}{V_K} = \frac{N_L}{N_K} \text{ bağıntısından } \frac{V_L}{100} = \frac{2}{4} \text{ ise } V_L = 50 \text{ V olur.}$$

L bobininden elde edilecek güç, giriş gücünün %80 olacağından,

$$P_L = P_K \cdot \frac{80}{100}$$

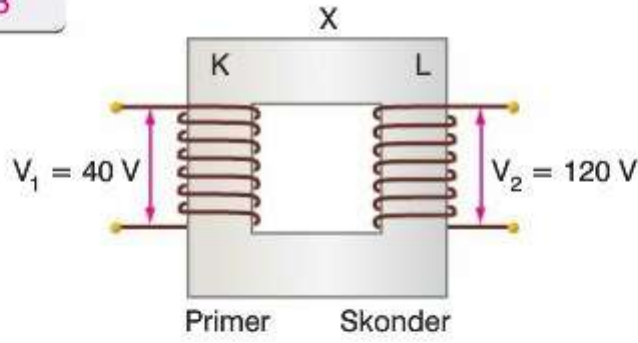
$$V_L \cdot i_L = V_K \cdot i_K \cdot \frac{4}{5}$$

$$50 \cdot i_L = 100 \cdot 2 \cdot \frac{4}{5} \text{ ise } i_L = \frac{160}{50} = 3,2 \text{ Amper olur.}$$

Cevap D



Örnek - 3



Şekildeki ideal X transformatörüne $V_1 = 40 \text{ V}$ luk gerilim uygulandığında çıkıştan $V_L = 120 \text{ V}$ luk gerilim elde ediliyor.

K bobininin sarım sayısı N_K , L ninki N_L olduğuna göre, $\frac{N_K}{N_L}$ oranı nedir?

A) $\frac{1}{3}$

B) $\frac{5}{2}$

C) 3

D) 4

E) 5

Çözüm:

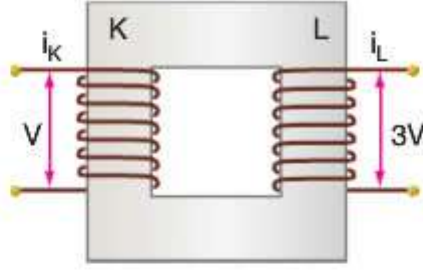
İdeal transformatörlerde, $V_2 = \frac{V_1 \cdot N_2}{N_1}$ bağıntısından,

$$120 = 40 \cdot \frac{N_L}{N_K} \text{ den } 3 N_K = N_L, \quad \frac{N_K}{N_L} = \frac{1}{3} \text{ olur.}$$

Cevap A



Örnek - 4



Şekildeki ideal transformatörün girişine V gerilimi uygulandığında çıkıştan $3V$ gerilimi elde ediliyor. K bobininden geçen akım i_K , L bobininden geçen akım i_L dir.

Buna göre, $\frac{i_K}{i_L}$ oranı nedir?

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

Çözüm:

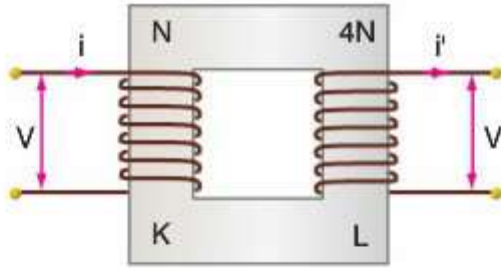
Gerilim, akım arasındaki ilişki, $\frac{V_2}{V_1} = \frac{i_1}{i_2}$ şeklinde yazılabilir.

$$\frac{3V}{V} = \frac{i_K}{i_L} \Rightarrow \frac{i_K}{i_L} = 3 \text{ bulunur.}$$

Cevap D



Örnek - 5



Şekildeki ideal transformatörün girişine V gerilimi uygulandığında, çıkıştan V' gerilimi elde ediliyor.

K ve L bobinlerinin sarım sayıları N ve $4N$, K bobinindeki akım i olduğuna göre çıkıştaki i' akımı ve V' gerilimi için aşağıdakilerden hangisi doğru olur?

	i'	V'
A)	$\frac{i}{4}$	$3V$
B)	$\frac{i}{2}$	$\frac{V}{2}$
C)	i	V
D)	$\frac{i}{2}$	$2V$
E)	$\frac{i}{4}$	$4V$

Çözüm:

$V' = \frac{V \cdot 4N}{N}$ ifadesinden $V' = 4V$ bulunur.

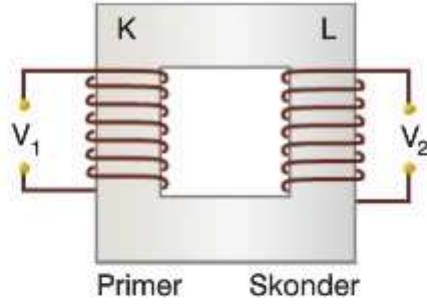
Ayrıca; çıkış sarımı giriş sarımının 4 katı olduğundan, doğrudan $4V$ diyebilirdik.

$\frac{V'}{V} = \frac{i}{i'} \Rightarrow \frac{4V}{V} = \frac{i}{i'} \Rightarrow i' = \frac{i}{4}$ bulunur.

Cevap E



Örnek - 6



Şekildeki ideal transformatöre 60 voltluk gerilim uygulandığında, çıkıştan 120 volt elde ediliyor. K bobininin sarım sayısı yarıya, L ninki de 4 katına çıkartılıp, transformatöre 30 V gerilim uygulanırsa çıkıştan kaç volt gerilim elde edilir?

- A) 100 B) 120 C) 240 D) 480 E) 960

Çözüm:

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot N_L}{N_K} \quad \text{ifadesinden} \quad 120 = 60 \cdot \frac{N_L}{N_K} \quad \text{ise} \quad N_L = 2 N_K \quad \text{olur.}$$

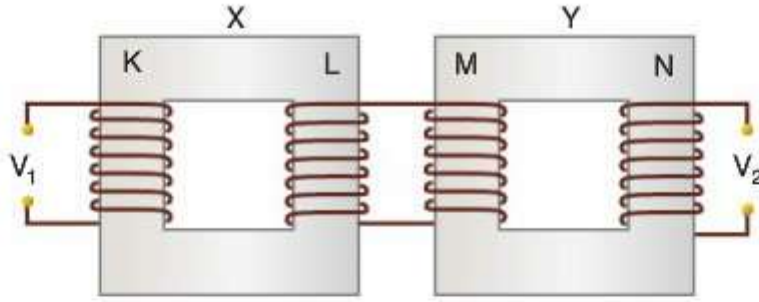
K nin sarım sayısı n ise L ninki $2n$ dir.

$$\text{İkinci durumda ise,} \quad V_3 = \frac{30 \cdot 8n}{\frac{n}{2}} = 30 \cdot 16 = 480 \text{ V} \quad \text{bulunur.}$$

Cevap D



Örnek - 7



Şekildeki ideal X ve Y transformatörlerinden X transformatörüne V_1 gerilimi uygulandığında çıkıştan V_2 gerilimi elde ediliyor.

Buna göre,

- I. N ve L bobinlerinin sarım sayısı artarsa, V_2 gerilimi artar.
- II. M bobininin sarım sayısı azalırsa, V_2 gerilimi azalır.
- III. V_1 gerilimi artırıldığında V_2 gerilimi artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Çözüm:

Uzun formüllerin dışında çok teknik bir formülle çözüme geçebiliriz.

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot N_L \cdot N_N}{N_K \cdot N_M} \quad \text{denkleminde görüldüğü gibi } V_1 \text{ gerilimi, L ve N nin}$$

sarım sayıları artırıldığında V_2 çıkış gerilimi artar. (I ve III doğru)

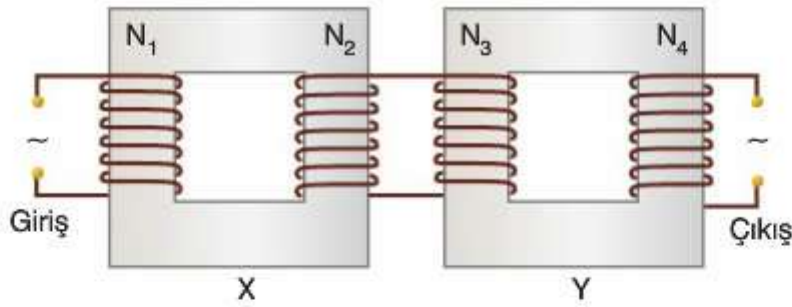
K ve M nin sarım sayıları artırıldığında ise V_2 çıkış gerilimi azalır.

(II yanlış)

Cevap C



Örnek - 8



Sarım sayıları sırasıyla N_1 , N_2 , N_3 ve N_4 olan ideal X, Y transformatörleri şekildeki gibi bağlanmıştır.

Bu transformatör düzeneğinde, çıkış geriliminin giriş geriliminden büyük olması için gerekli ve yeterli koşul aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $N_1 > N_2$ olmalıdır. B) $N_3 > N_4$ olmalıdır.
C) $N_1 > N_4$ olmalıdır. D) $N_1 \cdot N_2 > N_3 \cdot N_4$ olmalıdır.
E) $N_2 \cdot N_4 > N_1 \cdot N_3$ olmalıdır.

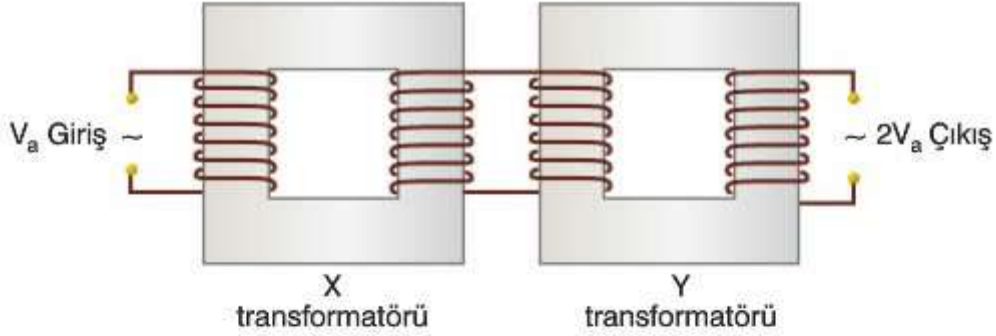
Çözüm:

Transformatörün giriş gerilimi V , çıkış gerilimi $2V$ olsun.

Bu durumda, $2V = \frac{V \cdot N_2 \cdot N_4}{N_1 \cdot N_3}$, $N_2 \cdot N_4 = 2N_1 \cdot N_3$ dir.

Buradan da görüldüğü gibi $N_2 \cdot N_4$ ün sonucu, $N_1 \cdot N_3$ den büyük olmalıdır.

Cevap E



Şekildeki düzenekte X transformatörünün girişine V_a alternatif gerilimi uygulandığında, Y transformatörünün çıkışından $2V_a$ gerilimi elde ediliyor.

Buna göre, bu transformatörler için,

- I. Her ikisi de alçaltıcıdır.
- II. X alçaltıcı, Y yükselticidir.
- III. X yükseltici, Y alçaltıcıdır.

yargılarından hangileri kesinlikle yanlıştır?

(Şekildeki sarım sayıları gerçek değerlerini göstermemektedir.)

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

Çözüm:

Çıkış gerilimi, giriş geriliminden daha büyük olduğundan, transformatörlerin her ikisi de alçaltıcı olamaz. (I yanlış)

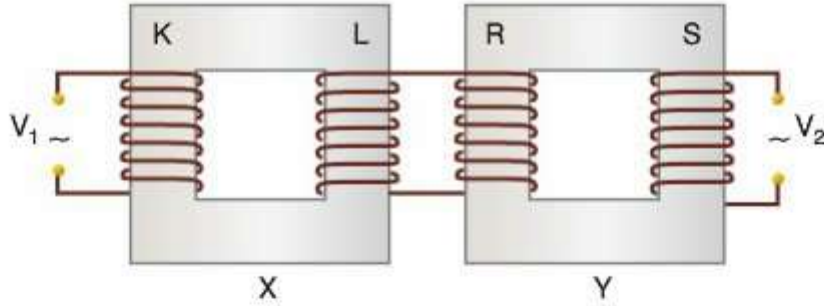
X yükseltici, Y alçaltıcı olabilir. (III doğru).

Örneğin, X transformatörü V_a gerilimini $4V_a$, Y de alçaltıcı olarak $2V_a$ ya düşürmüş olabilir. X alçaltıcı, Y yükseltici olabilir.

Örneğin X transformatörü V_a gerilimini $\frac{V_a}{2}$, Y ise $2V_a$ ya yükseltmiş olabilir. (II doğru)

Bu durumda I kesinlikle yanlıştır.

Cevap A



Şekildeki gibi bağlanmış X, Y transformatörleri K, L, R, S bobinlerinden oluşmuştur. K bobinine V_1 alternatif gerilimi uygulandığında S bobinininden V_2 gerilimi elde ediliyor.

V_1 gerilimi değişmediğine göre, aşağıdaki işlemlerden hangisi yapılırsa V_2 gerilimi artar?

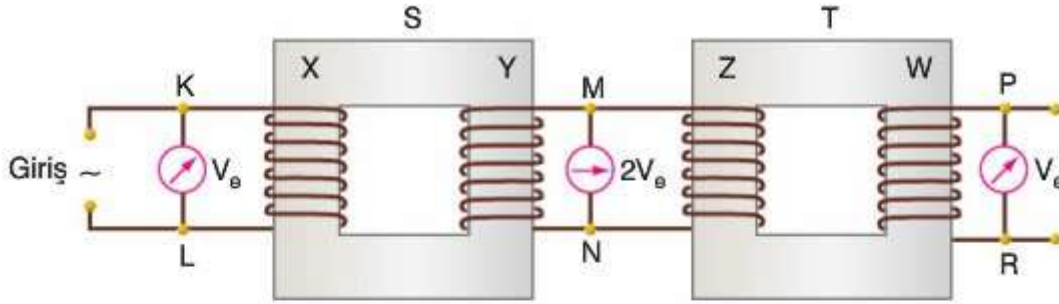
- A) K bobininin sarım sayısını azaltmak
- B) L bobininin sarım sayısını azaltmak
- C) S bobininin sarım sayısını azaltmak
- D) K bobininin sarım sayısını artırmak
- E) R bobininin sarım sayısını artırmak

Çözüm:

Çıkış gerilimi, $V_2 = \frac{V_1 \cdot N_L \cdot N_S}{N_K \cdot N_R}$ ifadesinden kolay ve basit bir şekilde

çözülebilir. V_2 nin artması için N_L ve N_S sarım sayıları artırılmalı, N_K ve N_R ise azaltılmalıdır. Dolayısı ile A seçeneğinde K nin sarım sayısı azaltıldığında V_2 artar. Örneğin, R nin sarım sayısı artırıldığında V_2 gerilimi azalır.

Cevap A



Şekildeki gibi bağlanmış S, T transformatörlerinin X, Y, Z, W makaralarının sarım sayıları sırasıyla N_X , N_Y , N_Z , N_W dur. S transformatörünün girişine alternatif gerilim uygulandığında, K-L noktaları arasındaki etkin potansiyel farkı V_e , M-N noktaları arasındaki $2V_e$ ve P-R noktaları arasındaki de V_e oluyor.

Buna göre, aşağıdakilerden hangisi kesinlikle yanlıştır?

(Şekildeki sarımlar gerçeğe uygun çizilmemiştir.)

- A) $N_X = N_W$ B) $N_Y = N_Z$ C) $N_Y = N_W$
D) $N_X = N_Z$ E) $N_Z = N_W$

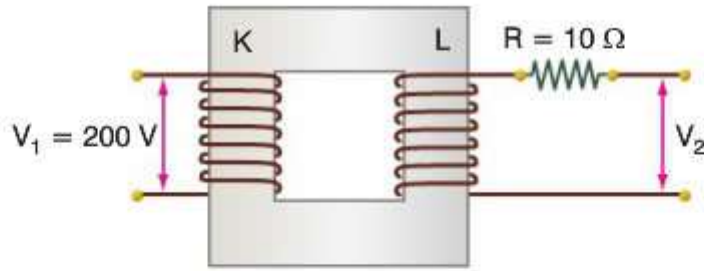
Çözüm:

S transformatörü giriş (V_e) gerilimini artırarak $2V_e$ yaptığından $N_Y < N_X$ tir. $2V_e$ gerilimi T transformatörünün girişine aynen aktarılır. Z bobinine gelen $2V_e$ gerilimi çıkıştan V_e olarak alındığına göre, $N_Z > N_W$ dir. Dolayısı ile $N_Z = N_W$ olamaz.

Cevap E



Örnek - 9



Şekildeki ideal transformatörde K nin sarım sayısı $N_K = 200$, L ninki ise $N_L = 400$ dür.

Transformatörün girişine $V_1 = 200$ V luk gerilim uygulandığında, 10Ω luk R direncinden geçen akım kaç Amper olur?

- A) 20 B) 30 C) 40 D) 50 E) 60

Çözüm:

Çıkış gerilimi $V_2 = \frac{V_1 \cdot N_L}{N_K}$ den $V_2 = \frac{200 \cdot 400}{200} = 400$ V olur.

$i = \frac{V_2}{R}$ den $\frac{400}{10} = 40$ Amper bulunur.

Cevap C

Çin seyahatinden getirilen elektronik bir aletin üzerinde 110 volt ve 880 watt yazmaktadır.

Türkiye'de evlerde kurulan AC gerilim 220 volt olduğuna göre, şarj aletinin kullanılabilmesi için kullanılan transformatörün özelliği nedir ve prizden geçen akım kaç amperdir?

Çözüm

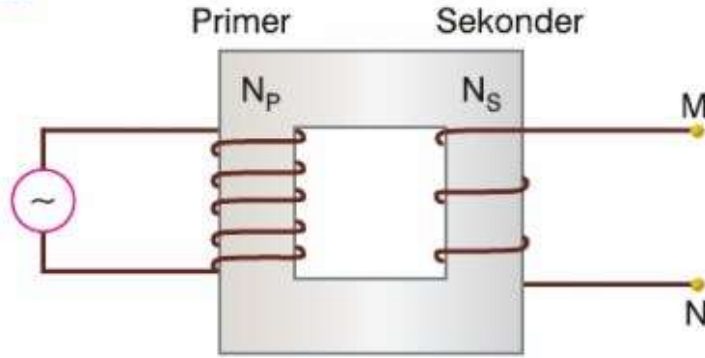
Gerilim arttırmak istendiğinden yükseltici transformatör kullanılmalıdır.

Güç sabit olduğundan,

$$P = V_p \cdot I_p$$

$$880 = I_p \cdot 220$$

$$I_p = 4 \text{ A} \text{ bulunur.}$$



Şekildeki alternatif akım kaynağına bağlanmış transformatörde sekonder ve primer sarım sayıları gerçek değerleri ile orantılıdır.

Buna göre, sekonder devrenin M-N uçları arasındaki gerilim V_{MN} ile ilgili,

- I. Primer devre geriliminden büyüktür.
- II. Primer devre geriliminden küçüktür.
- III. Sıfırdır.

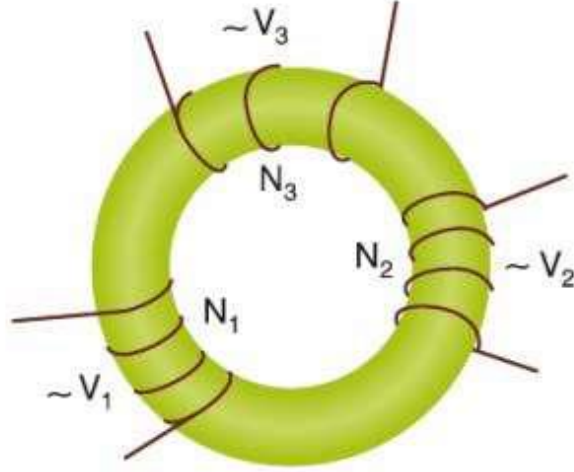
İfadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

Sarım sayıları gerçek değerini ifade ettiğine göre transformatör alçaltıcıdır. I. yargı yanlış, II. yargı doğru olur.

Transformatör alternatif akım kaynağına bağlanmış olduğundan çalışır V_{MN} sıfır olamaz. III. yargı yanlıştır.

Buna göre, yalnız II doğrudur.



Şekildeki ideal transformatörde bobinlerin sarım sayıları arasında $N_1 = N_2 > N_3$ ilişkisi vardır.

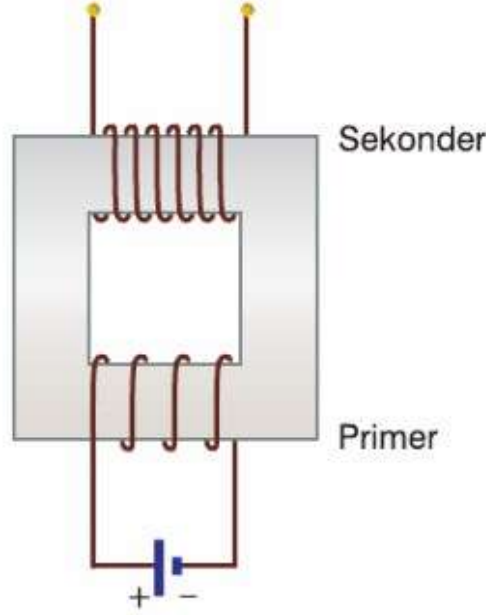
Buna göre, V_1 , V_2 , V_3 ilişkisi nasıldır?

Çözüm

Sarım sayıları ile gerilimler doğru orantılı olduğundan

$V_1 = V_2 > V_3$ olur.

Şekildeki doğru akım kaynağına bağlanmış transformatörde sekonder ve primer sarım sayıları gerçek değerleri ile orantılıdır.



Buna göre, sekonder devrenin M-N uçları arasındaki gerilim V_{MN} ile ilgili,

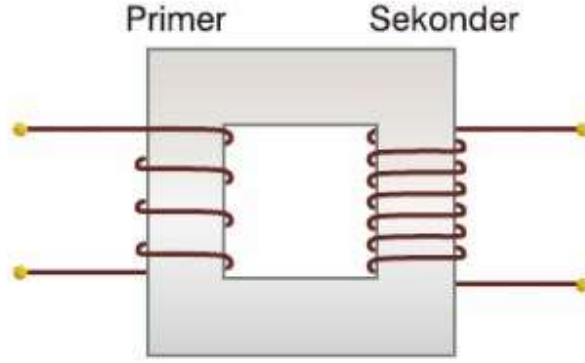
- I. Sıfırdır
- II Primer devre geriliminden büyüktür.
- III. Primer devre geriliminden küçüktür.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

Çözüm

Transformatör doğru akım kaynağına bağlı olduğu için çalışmaz. I. yargı doğru II. ve III. yargı yanlış olur.

Buna göre Yalnız I doğrudur.



Sarım sayıları gerçek değerleriyle orantılı olarak çizilen transformatör için yazılan

- I. Transformatör alçaltıcıdır.
- II. Transformatör yükselticidir.
- III. Transformatörde değiştirme oranı 3 tür.

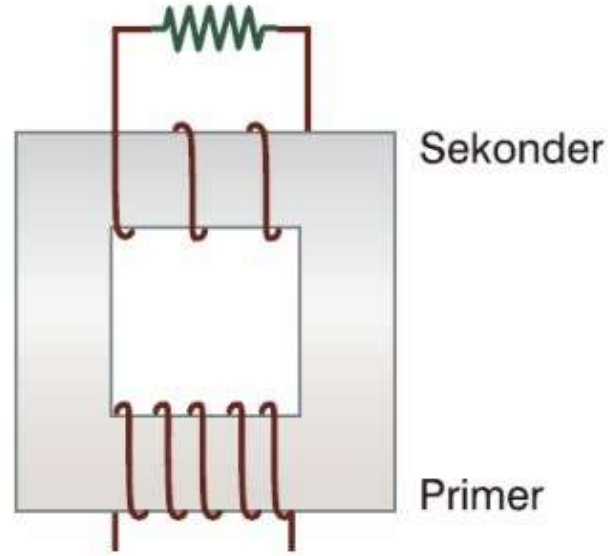
hangileri doğrudur?

Çözüm

Sekonderdeki sarım sayıları primerdeki sarım sayısından fazla olduğunda transformatör yükseltici olarak kullanılır.

Sarım sayılarına göre değiştirme oranı 3 değildir.

Buna göre yalnız I doğrudur.



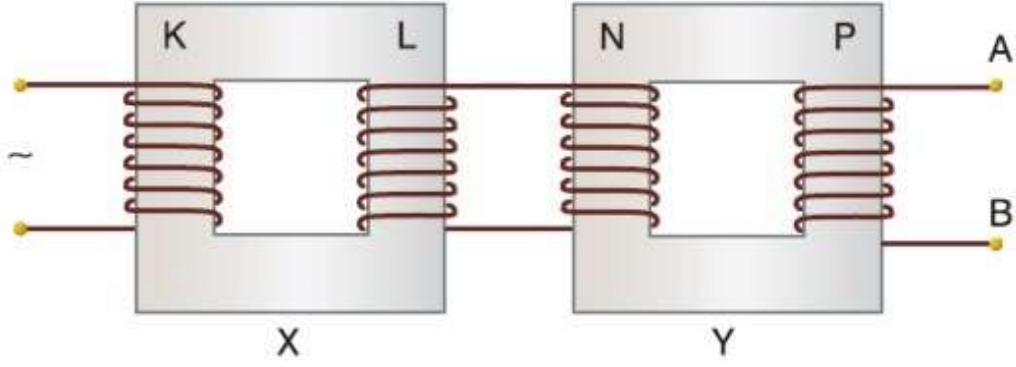
Şekildeki ideal transformatörde dirençten geçen akımın azaltılması için,

- I. Primer gerilim azaltılmalı,
 - II. Sekonderdeki sarım sayısı arttırılmalı,
 - III. Primerdeki sarım sayısı arttırılmalı
- işlemlerinden hangileri yapılabilir?**

Çözüm

Akımın azalması için sekonder devredeki gerilimin azalması gerekir. Buna göre, primer gerilim azaltılmalı, primer devredeki sarım sayısı arttırılmalı, sekonder devredeki sarım sayısı azaltılmalıdır.

Buna göre, I. ve III. yargı doğrudur.



X ve Y transformatörleri şekildeki gibi bağlanmıştır.

Buna göre, V_{AB} geriliminin artması için,

- I. L bobininin sarım sayısı arttırılmalı,
- II. N bobininin sarım sayısı arttırılmalı,
- III. P bobininin sarım sayısı arttırılmalı

işlemlerinden hangileri yapılmalıdır?

Çözüm

Çıkış geriliminin artması için L ve P bobininin sarım sayıları arttırılmalıdır. Buna göre I ve III yapılmalıdır.

Transformatör; radyo, müzik seti, elektrik zili, traş makinesi, şarj aletleri, punto kaynak makineleri, ayrıca araç motorları ve uçak motorlarına daha yüksek gerilim ve enerji aktarmak amacıyla kullanılır.

Önemli not: Transformatörler, kullanım amaçlarına göre, gerilim yükseltici ya da gerilim düşürücü olarak kullanılan araçlardır.

Transformatörler, manyetik alanın değişken olması nedeniyle, devre çıkışından değişken akım verir. Bu bakımdan transformatörler doğru akımla çalışmaz.

Not: Transformatörler çalışma esnasında ısınma olayını yaşadıkları için, yağla soğutma işlemine tabi tutulurlar.

Şehir merkezlerinin yüksek gerilime, sitelerin şehir şebekelerine bağlandığı yerlerde, yüksek enerjiye sahip transformatörler vardır. Bunlara trafo da denir. Çok uzak mesafelere az enerji kayıpları ile enerji aktarıldığı için, doğru akıma alternatif olarak alternatif akım ve buna bağlı olarak alternatif akım kaynakları kullanılır. Ponto makineleri, jeneratör ve dinamo gibi.

Altın Not: Elektrik aktarımlarında enerji kayıpları yaşandığı için bu enerjinin çok uzaklara fazla kayba uğramadan ulaşabilmesi için transformatörler kullanılır. Transformatörler, alternatif akımla çalışır.

Transformatörün girişine V_1 gerilimi uygulandığında, N_1 ve N_2 sarımlı K ve L bobinleri yardımıyla çıkıştan V_2 gerilimi elde edilir. Demir çekirdek üzerindeki güç ve enerji kayıpları ihmal edilecek olursa, transformatörün verimi %100 olur.

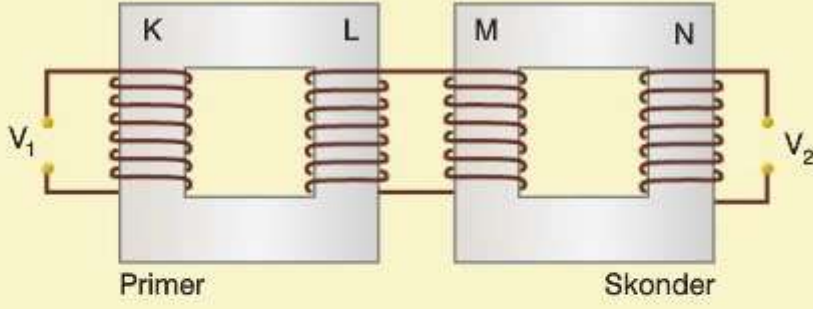
$$\text{Verim} = \frac{P_{\text{çıkış gücü}}}{P_{\text{giriş gücü}} \quad \text{olduğundan}$$

$$\frac{100}{100} = \frac{V_2 \cdot I_2}{V_1 \cdot I_1} \quad \text{ise} \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2} \quad \text{olur.}$$

$$\text{Bu durumda,} \quad \frac{N_2}{N_1} = \frac{V_2}{V_1} \quad \text{olur.}$$

$$\text{Sonuç olarak,} \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{I_1}{I_2} \quad \text{bağıntıları yazılabilir.}$$

hatırlatma



Birden fazla transformatör olması durumunda çıkış gerilimi,

$$V_2 = \frac{V_1 \cdot N_L \cdot N_N}{N_K \cdot N_M} \text{ ifadesinden bulunabilir.}$$

Çıkış gerilimi V_2 ; V_1 potansiyeli, L ve N bobinlerinin sarım sayıları ile doğru orantılıdır.

Unutmayınız!