

1 19. MANYETİK ALAN

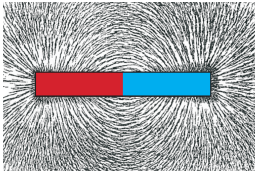
- 19.1 Manyetik Kuvvet
- 19.2 Akım Geçen Tele Etkiyen Manyetik Kuvvet
- 19.3 Bir Çerçeve Üzerindeki Manyetik Tork – Elektrik Motoru



Daha iyi sonuç almak için, Adobe Reader programının **Tam Ekran** modunda çalışınız.

Tam Ekran modunda: Sayfa çevirmek için, farenin sol/sağ tuşlarını veya PageUp/PageDown tuşlarını kullanınız.

19.1 MANYETİK KUVVET

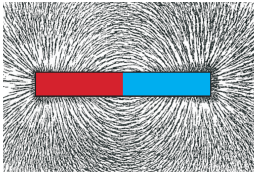


Gözlemler:

Mıknatıslar, çivi veya toplu iğneleri çeker.

Mıknatıs çevresinde demir tozlarının oluşturduğu izler manyetik alanın varlığını gösterir. ▼

19.1 MANYETİK KUVVET



Gözlemler:

Mıknatıslar, çivi veya toplu iğneleri çeker.

Mıknatıs çevresinde demir tozlarının oluşturduğu izler manyetik alanın varlığını gösterir. ▼

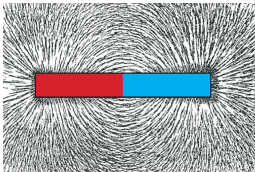
Önemli özellik:

Elektrik yükü benzeri, bir “manyetik yük” yoktur.

Mıknatısı ikiye böldüğümüzde, her iki parça yeniden N - S kutuplu birer mıknatıs olur. ▼



19.1 MANYETİK KUVVET



Gözlemler:

Mıknatıslar, çivi veya toplu iğneleri çeker.

Mıknatıs çevresinde demir tozlarının oluşturduğu izler manyetik alanın varlığını gösterir. ▼

Önemli özellik:

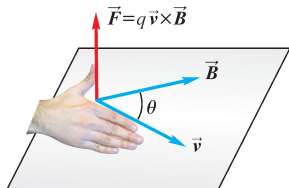
Elektrik yükü benzeri, bir “manyetik yük” yoktur.

Mıknatısı ikiye böldüğümüzde, her iki parça yeniden N-S kutuplu birer mıknatıs olur. ▼

Manyetik kuvvetin kaynağı nedir?

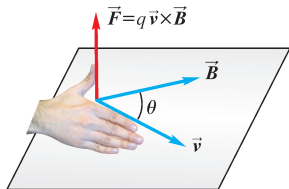
- 1 Akımlar,
- 2 Temel parçacıkların manyetik dipol momentleri.

Hareketli Bir Yüke Etkiyen Manyetik Kuvvet



$$\vec{F} = q (\vec{v} \times \vec{B})$$

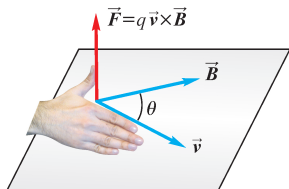
Hareketli Bir Yüke Etkiyen Manyetik Kuvvet



$$\vec{F} = q (\vec{v} \times \vec{B})$$

- Kuvvet q yüküyle, v hızıyla ve B manyetik alanıyla orantılı.
- Kuvvet $\pm q$ için zıt yönlerde. ▼

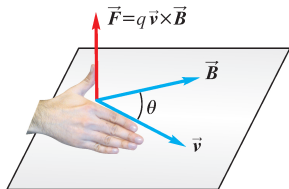
Hareketli Bir Yüke Etkiyen Manyetik Kuvvet



$$\vec{F} = q (\vec{v} \times \vec{B})$$

- Kuvvet q yüküyle, v hızıyla ve B manyetik alanıyla orantılı.
- Kuvvet $\pm q$ için zıt yönlerde. ▼
- **Büyüklüğü:** Vektörel çarpım olduğundan: $F = qvB \sin \theta$ ▼

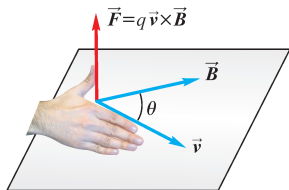
Hareketli Bir Yüke Etkiyen Manyetik Kuvvet



$$\vec{F} = q (\vec{v} \times \vec{B})$$

- Kuvvet q yüküyle, v hızıyla ve B manyetik alanıyla orantılı.
- Kuvvet $\pm q$ için zıt yönlerde. ▼
- **Büyüklüğü:** Vektörel çarpım olduğundan: $F = qvB \sin \theta$ ▼
- **Yönü:** Sağ-el kuralı: Dört parmak birinci vektör (\vec{v}) yönünde, avuç içi ikinci vektör (\vec{B}) yönünde uzatıldığında, başparmak \vec{F} yönünde. ▼

Hareketli Bir Yüke Etkiyen Manyetik Kuvvet



$$\vec{F} = q (\vec{v} \times \vec{B})$$

- Kuvvet q yüküyle, v hızıyla ve B manyetik alanıyla orantılı.
- Kuvvet $\pm q$ için zıt yönlerde. ▼
- **Büyüklüğü:** Vektörel çarpım olduğundan: $F = qvB \sin \theta$ ▼
- **Yönü:** Sağ-el kuralı: Dört parmak birinci vektör (\vec{v}) yönünde, avuç içi ikinci vektör (\vec{B}) yönünde uzatıldığında, başparmak \vec{F} yönünde. ▼
- **Manyetik alan birimi:** $B = F/(qv \sin \theta)$ ifadesinden:

$$1 \frac{\text{N}}{\text{C} \times \text{m/s}} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} = 1 \text{ tesla} = 1 \text{ T}$$

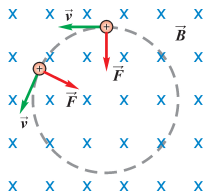
Manyetik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi

Manyetik alana dik doğrultuda atılan yüklü parçacık. ▼

Manyetik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi

Manyetik alana dik doğrultuda atılan yüklü parçacık. ▼

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$



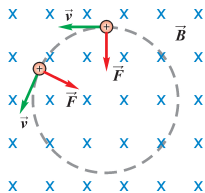
Kuvvet daima hız vektörüne dik \rightarrow merkezci kuvvet
O halde, parçacık dairesel hareket yapar:

$$F_r = qvB = m \frac{v^2}{r} \quad \longrightarrow \quad r = \frac{mv}{qB} \quad \blacktriangledown$$

Manyetik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi

Manyetik alana dik doğrultuda atılan yüklü parçacık. ▼

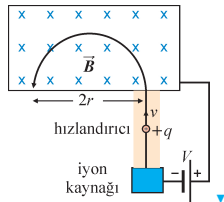
$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$



Kuvvet daima hız vektörüne dik \rightarrow merkezci kuvvet
O halde, parçacık dairesel hareket yapar:

$$F_r = qvB = m \frac{v^2}{r} \quad \longrightarrow \quad r = \frac{mv}{qB} \quad \blacktriangledown$$

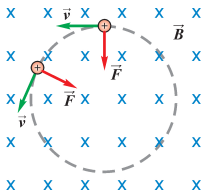
Kütle spektrografi: Atom kütlelerini çok hassas tayin eder.



Manyetik Alanda Yüklü Parçacıkların Hareketi

Manyetik alana dik doğrultuda atılan yüklü parçacık. ▼

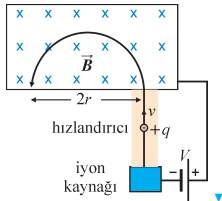
$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$



Kuvvet daima hız vektörüne dik \rightarrow merkezci kuvvet
O halde, parçacık dairesel hareket yapar:

$$F_r = qvB = m \frac{v^2}{r} \quad \longrightarrow \quad r = \frac{mv}{qB} \quad \blacktriangledown$$

Kütle spektrografi: Atom kütlelerini çok hassas tayin eder.



Önce $+q$ yükü elektrik alanda v hızına çıkarılır.

Sonra, düzgün B manyetik alanına dik olarak giren yük, yarım bir dairesel hareket yaparak çıkar.

$2r$ uzaklığı ölçülür. Buradan, parçacığın m kütlesi tayin edilir.

19.2 AKIM GEÇEN TELE ETKİYEN MANYETİK KUVVET

Akım geçen tel manyetik alan içine konulduğunda:

Pozitif iyonlar hareketsiz \rightarrow kuvvet=0

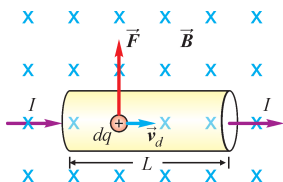
Fakat elektronlar hareketli \rightarrow tel üzerinde net bir manyetik kuvvet var. ▼

19.2 AKIM GEÇEN TELE ETKİYEN MANYETİK KUVVET

Akım geçen tel manyetik alan içine konulduğunda:

Pozitif iyonlar hareketsiz \rightarrow kuvvet=0

Fakat elektronlar hareketli \rightarrow tel üzerinde net bir manyetik kuvvet var. ▼



Telin A kesitinden dt zamanında geçen yük:

$$dq = I dt$$

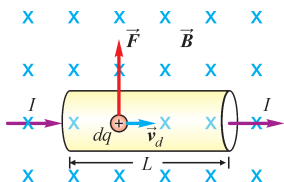
v_d sürüklenme hızı ile ilerleyen bu yükler dt zamanında $L = v_d dt$ kadar yol katederler. ▼

19.2 AKIM GEÇEN TELE ETKİYEN MANYETİK KUVVET

Akım geçen tel manyetik alan içine konulduğunda:

Pozitif iyonlar hareketsiz \rightarrow kuvvet=0

Fakat elektronlar hareketli \rightarrow tel üzerinde net bir manyetik kuvvet var. ▼



Telin A kesitinden dt zamanında geçen yük:

$$dq = I dt$$

v_d sürüklenme hızı ile ilerleyen bu yükler dt zamanında $L = v_d dt$ kadar yol katederler. ▼

\vec{B} manyetik alanında \vec{v}_d hızına sahip olan dq yüküne etkiyen kuvvet,

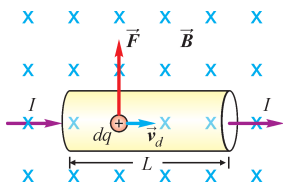
$$\vec{F} = dq (\vec{v}_d \times \vec{B}) = I dt (\vec{v}_d \times \vec{B})$$

19.2 AKIM GEÇEN TELE ETKİYEN MANYETİK KUVVET

Akım geçen tel manyetik alan içine konulduğunda:

Pozitif iyonlar hareketsiz \rightarrow kuvvet=0

Fakat elektronlar hareketli \rightarrow tel üzerinde net bir manyetik kuvvet var. ▼



Telin A kesitinden dt zamanında geçen yük:

$$dq = I dt$$

v_d sürüklenme hızı ile ilerleyen bu yükler dt zamanında $L = v_d dt$ kadar yol katederler. ▼

\vec{B} manyetik alanında \vec{v}_d hızına sahip olan dq yüküne etkiyen kuvvet,

$$\vec{F} = dq (\vec{v}_d \times \vec{B}) = I dt (\vec{v}_d \times \vec{B})$$

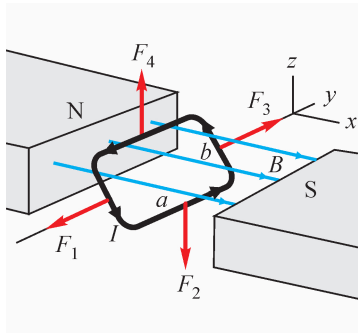
$$\vec{F} = I (\vec{L} \times \vec{B}) \quad (\text{Akım üzerindeki manyetik kuvvet})$$

$\vec{L} = \vec{v}_d dt$ uzunluk vektörü. Kuvvet hem tele hem de manyetik alana dik.

19.3 BİR ÇERÇEVE ÜZERİNDEKİ MANYETİK TORK

Bir mıknatısın kutupları arasına konulan iletken çerçeve.

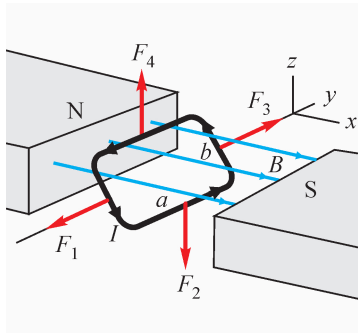
Akım verildiğinde çerçeve dönmeye başlar → Elektrik motoru.



19.3 BİR ÇERÇEVE ÜZERİNDEKİ MANYETİK TORK

Bir mıknatısın kutupları arasına konulan iletken çerçeve.

Akım verildiğinde çerçeve dönmeye başlar \rightarrow Elektrik motoru.



B manyetik alanı içine konulan $a \times b$ boyutlu dikdörtgen çerçeve.

Herbir kenar üzerinde $\vec{F} = I (\vec{L} \times \vec{B})$ kuvveti:

$$F_1 = I b B \quad (-y \text{ yönünde})$$

$$F_2 = I a B \quad (-z \text{ yönünde})$$

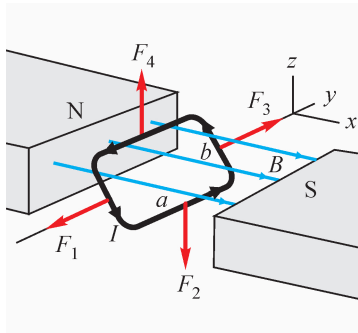
$$F_3 = I b B \quad (+y \text{ yönünde})$$

$$F_4 = I a B \quad (+z \text{ yönünde}) \quad \blacktriangledown$$

19.3 BİR ÇERÇEVE ÜZERİNDEKİ MANYETİK TORK

Bir mıknatısın kutupları arasına konulan iletken çerçeve.

Akım verildiğinde çerçeve dönmeye başlar \rightarrow Elektrik motoru.



B manyetik alanı içine konulan $a \times b$ boyutlu dikdörtgen çerçeve.

Herbir kenar üzerinde $\vec{F} = I (\vec{L} \times \vec{B})$ kuvveti:

$$F_1 = I b B \quad (-y \text{ yönünde})$$

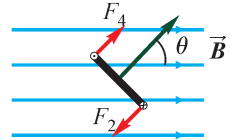
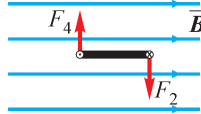
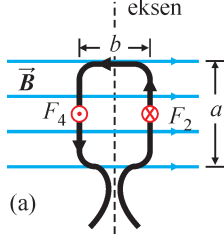
$$F_2 = I a B \quad (-z \text{ yönünde})$$

$$F_3 = I b B \quad (+y \text{ yönünde})$$

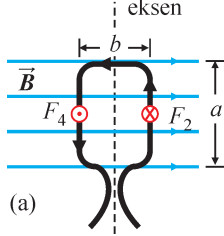
$$F_4 = I a B \quad (+z \text{ yönünde}) \quad \blacktriangledown$$

▼
Kuvvetler karşılıklı olarak eşit ve zıt.

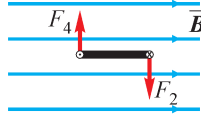
Net kuvvet sıfır \rightarrow Çerçeve öteleme hareketi yapamaz. Fakat dönebilir.



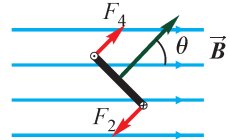
Bu kuvvetlerin dönme eksenine y -ye göre torklarını hesaplarız: ▼



(a)



(b)



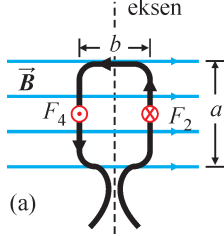
(c)

Bu kuvvetlerin dönme eksenine y -ye göre torklarını hesaplarız: ▼

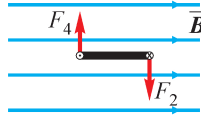
Çerçeve yüzölçümü $A = ab$ ve düzlem normaliyle \vec{B} arasındaki açı θ ise:

$$\tau = F_1 \cdot 0 + F_2 \left(\frac{b}{2} \right) \sin \theta + F_3 \cdot 0 + F_4 \left(\frac{b}{2} \right) \sin \theta$$

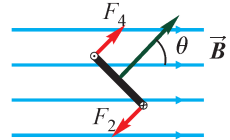
$$\tau = I a b B \sin \theta = I A B \sin \theta \quad \blacktriangledown$$



(a)



(b)



(c)

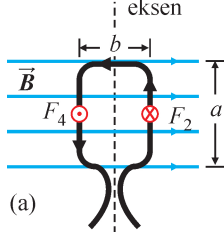
Bu kuvvetlerin dönme eksenine y -ye göre torklarını hesaplarız: ▼

Çerçeve yüzölçümü $A = ab$ ve düzlem normaliyle \vec{B} arasındaki açı θ ise:

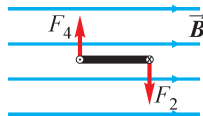
$$\tau = F_1 \cdot 0 + F_2 \left(\frac{b}{2} \right) \sin \theta + F_3 \cdot 0 + F_4 \left(\frac{b}{2} \right) \sin \theta$$

$$\tau = I a b B \sin \theta = I A B \sin \theta \quad \blacktriangledown$$

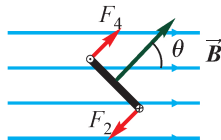
Tanım: $m = I A$ çerçevenin **manyetik dipol momenti**. ▼



(a)



(b)



(c)

Bu kuvvetlerin dönme eksenine y -ye göre torklarını hesaplarız: ▼

Çerçeve yüzölçümü $A = ab$ ve düzlem normaliyile \vec{B} arasındaki açı θ ise:

$$\tau = F_1 \cdot 0 + F_2 (b/2) \sin \theta + F_3 \cdot 0 + F_4 (b/2) \sin \theta$$

$$\tau = I a b B \sin \theta = I A B \sin \theta \quad \blacktriangledown$$

Tanım: $m = I A$ çerçevenin **manyetik dipol momenti**. ▼

Sonuç:

$$\tau = m B \sin \theta \quad (\text{Akım çerçevesine manyetik alanda etkiyen tork})$$