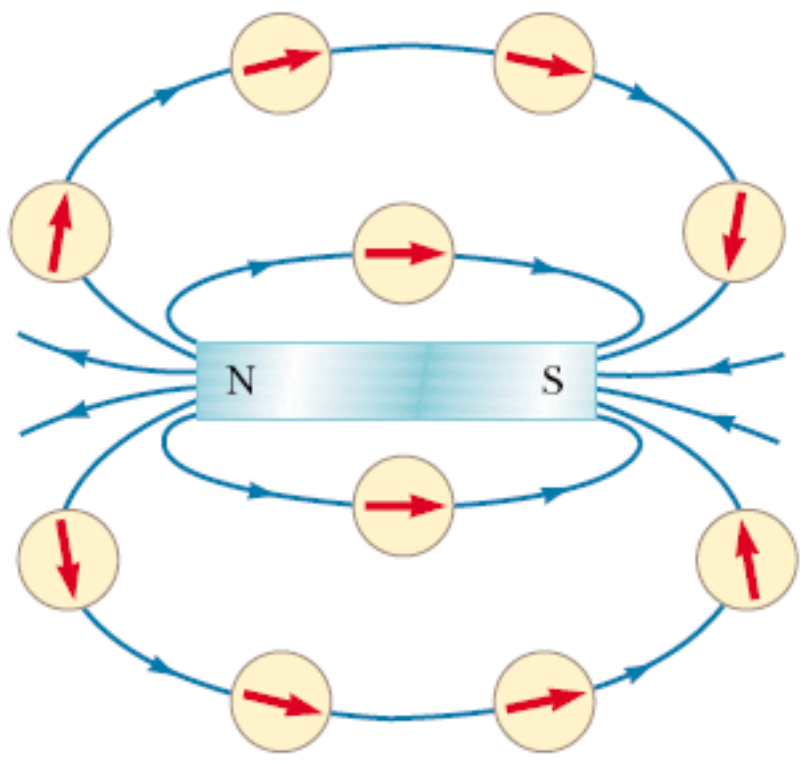
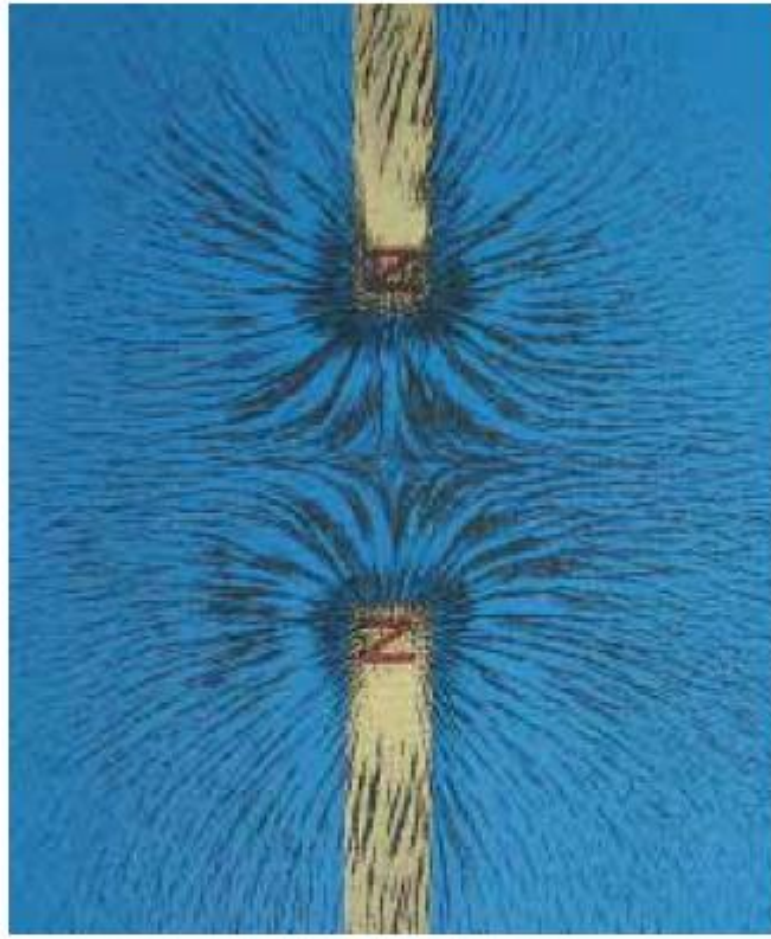
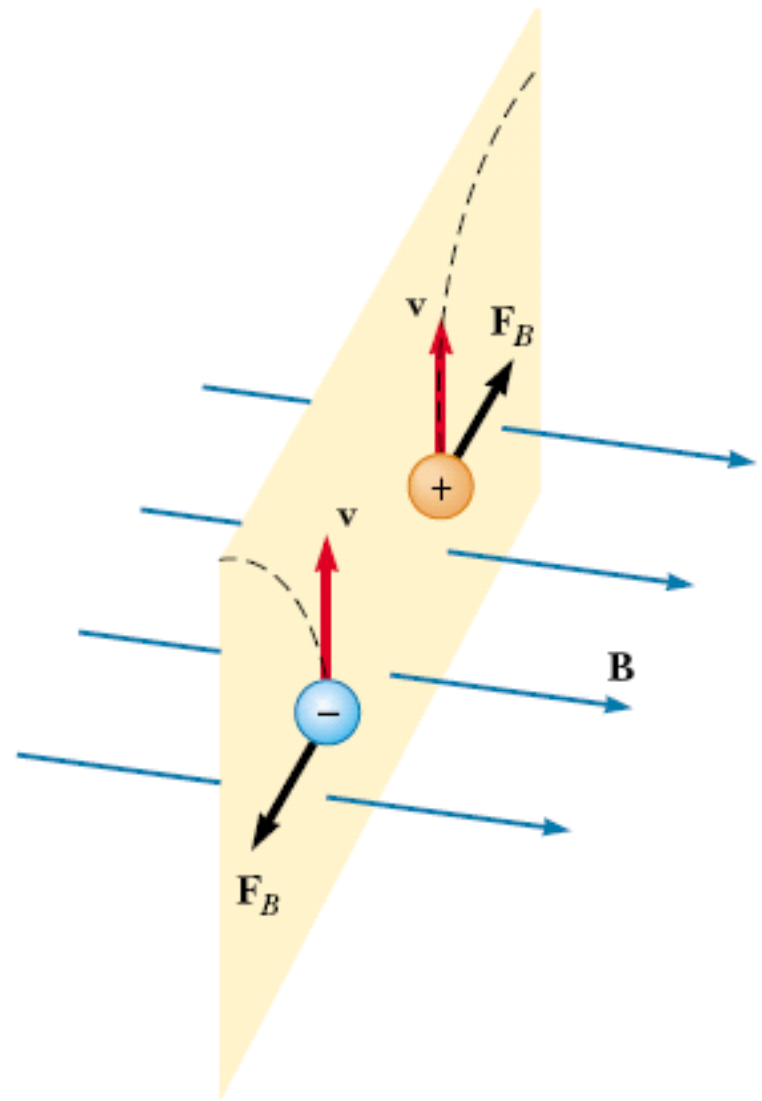
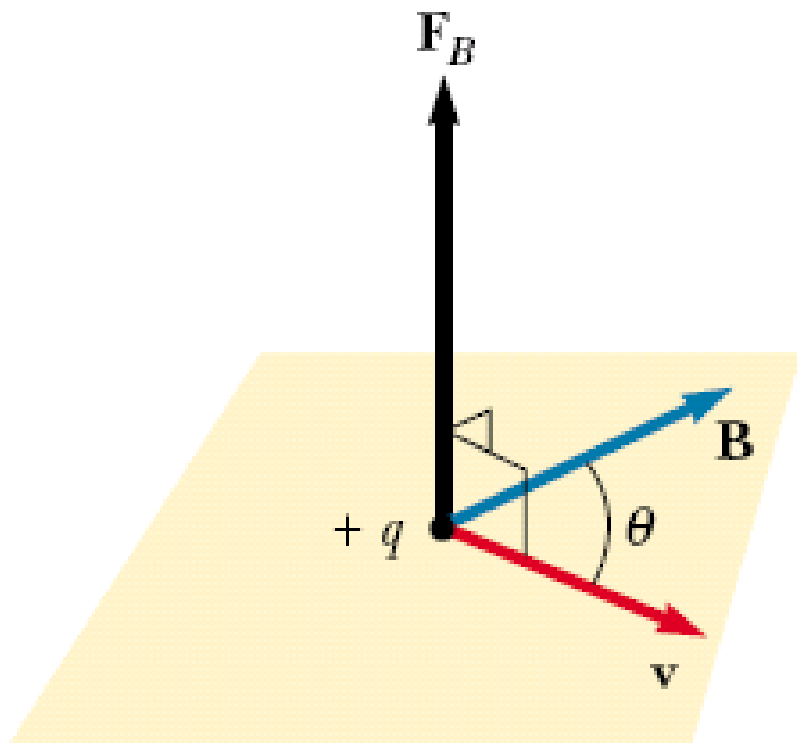


# Magnetik Alanlar

## BÖLÜM VII





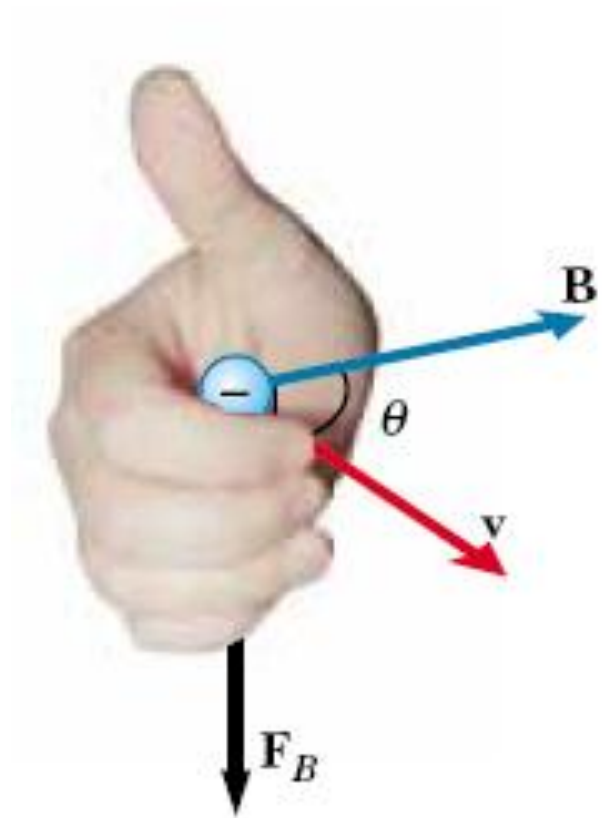
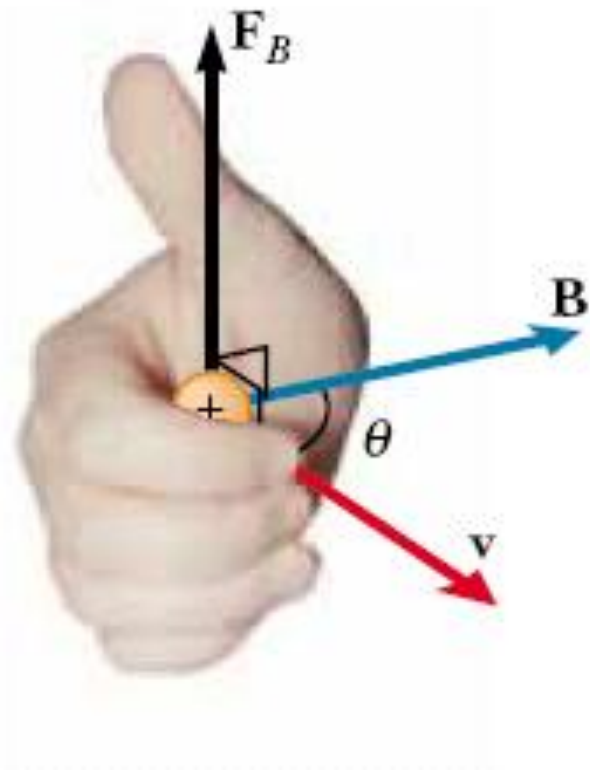




$$\mathbf{F}_B = q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

Magnetik alan ile elektrik alan arasında bazı önemli farklılıklar vardır:

- Elektrik alanından kaynaklanan kuvvet alan doğrultusundadır. Halbuki magnetik alan kuvveti magnetik alan vektörüne diktir.
- Elektrik alanı yüklü parçacık hareket etsin etmesin yüklü parçacık üzerinde kuvvet oluşturur.
- Elektrik alanı yüklü parçacık üzerinde yerdeğiştirme ile iş yapar ancak magnetik alan bir iş yapmaz.



$$F_B = |q|vB \sin \theta$$

Magnetik alan içinde  $v$  hızı ile hareket eden yüklü bir parçacığa etki eden kuvvet hız vektörünün doğrultusunu değiştirir ancak hızının büyüklüğünü ve kinetik enerjisini değiştirmez.



**tesla (T)**

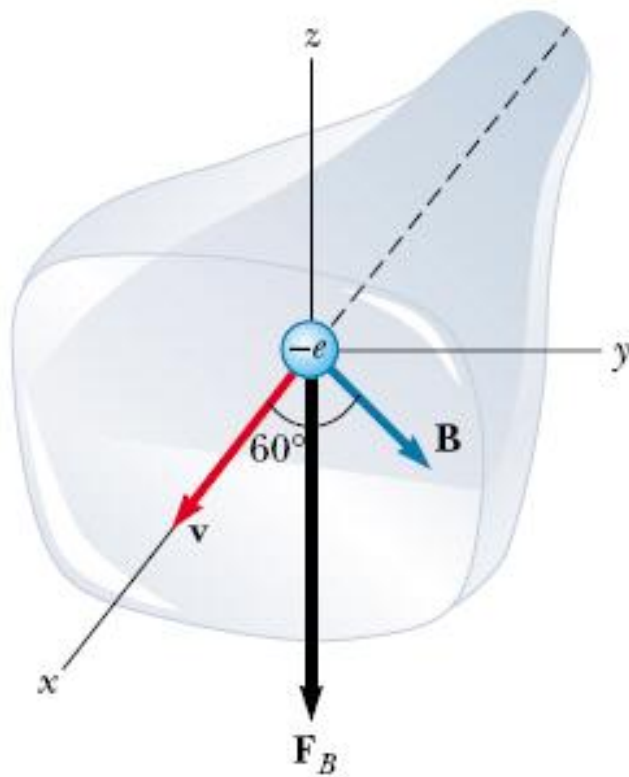
$$1 \text{ T} = \frac{\text{N}}{\text{C} \cdot \text{m/s}}$$

$$1 \text{ T} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}}$$

$$1 \text{ T} = 10^4 \text{ G}$$

<b>Source of Field</b>	<b>Field Magnitude (T)</b>
Strong superconducting laboratory magnet	30
Strong conventional laboratory magnet	2
Medical MRI unit	1.5
Bar magnet	$10^{-2}$
Surface of the Sun	$10^{-2}$
Surface of the Earth	$0.5 \times 10^{-4}$
Inside human brain (due to nerve impulses)	$10^{-13}$

# Örnek: Magnetik alanda hareket eden elektron

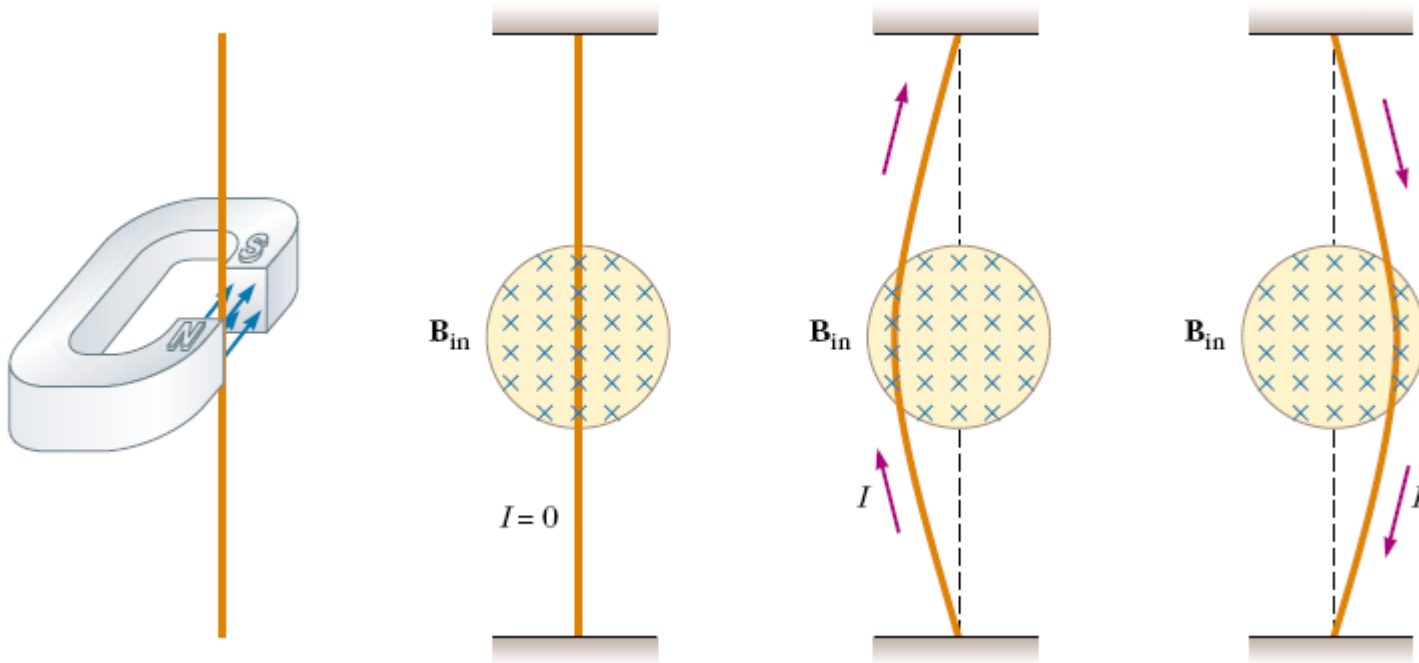


- Tüp ekseninde elektronun hızı  $8.0 \times 10^6 \text{ m/s}$
- $0.025 \text{ T}$
- $60^\circ$

$$F_B = |q|vB \sin \theta$$

$$a = \frac{F_B}{m_e} = 3.1 \times 10^{16} \text{ m/s}^2$$

# Akım Taşıyan Telde Magnetik Alan Kuvveti

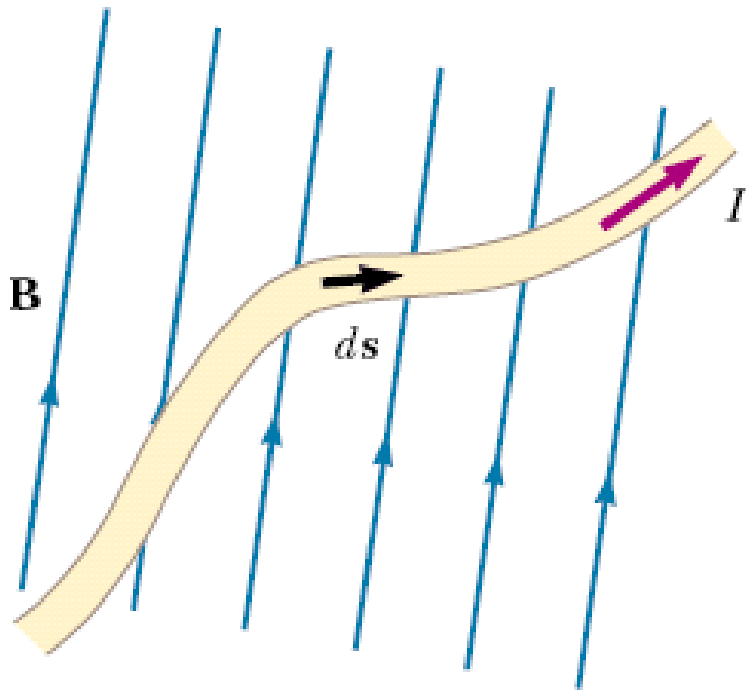


$$\mathbf{F}_B = (q\mathbf{v}_d \times \mathbf{B}) nAL$$

$$I = nqv_d A.$$

$$\mathbf{F}_B = I\mathbf{L} \times \mathbf{B}$$

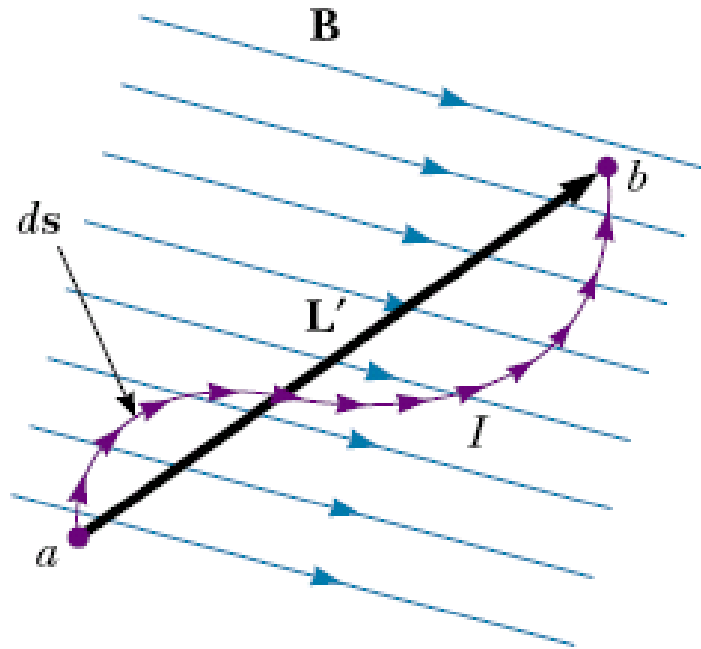
Burada  $L$  akım yönünde bir vektör olup telin uzunluğuna karşılık gelmektedir. Bu ifade düzgün magnetik alan içinde bulunan doğrusal bir tel için geçerlidir.



- Düzgün kesitli ancak keyfi şekilde bir tel düzgün magnetik alanda olsun.

$$d\mathbf{F}_B = I d\mathbf{s} \times \mathbf{B}$$

$$\mathbf{F}_B = I \int_a^b d\mathbf{s} \times \mathbf{B}$$



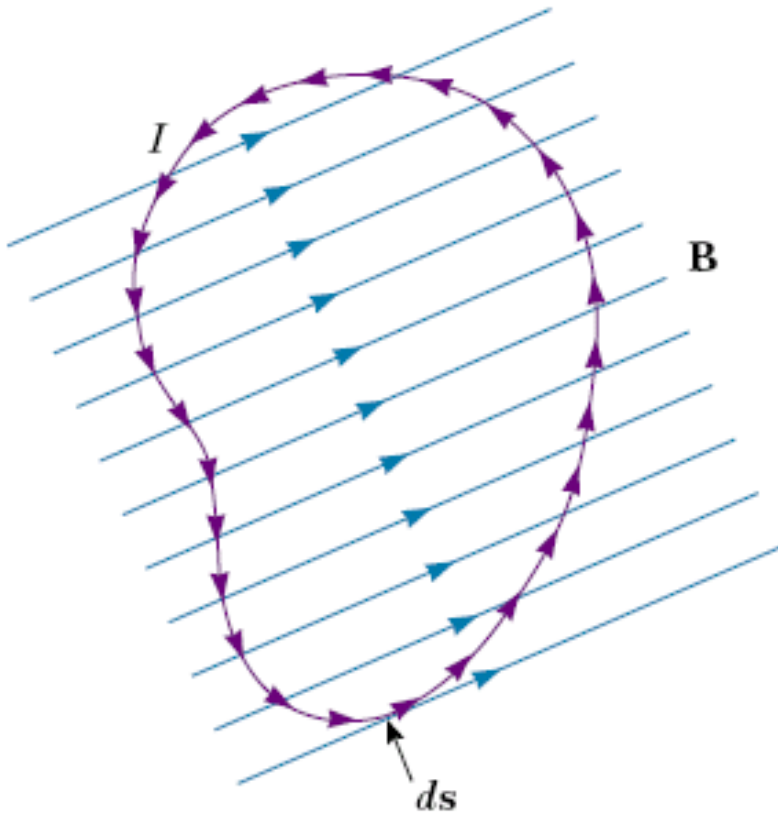
- B dış magnetik alan içinde I akımını taşıyan eğrisel bir tel olsun.
- Alan düzgün ve tüm bölgede aynı B olduğu için integral alınabilir.

$$\mathbf{F}_B = I \left( \int_a^b d\mathbf{s} \right) \times \mathbf{B}$$

$$\int_a^b d\mathbf{s}$$

$$\mathbf{F}_B = I \mathbf{L}' \times \mathbf{B}$$

- I akımını taşıyan keyfi şekilde olan bir ilmek olsun, magnetik alan düzgün ve homojen olsun.



$$\mathbf{F}_B = I \left( \oint ds \right) \times \mathbf{B}$$

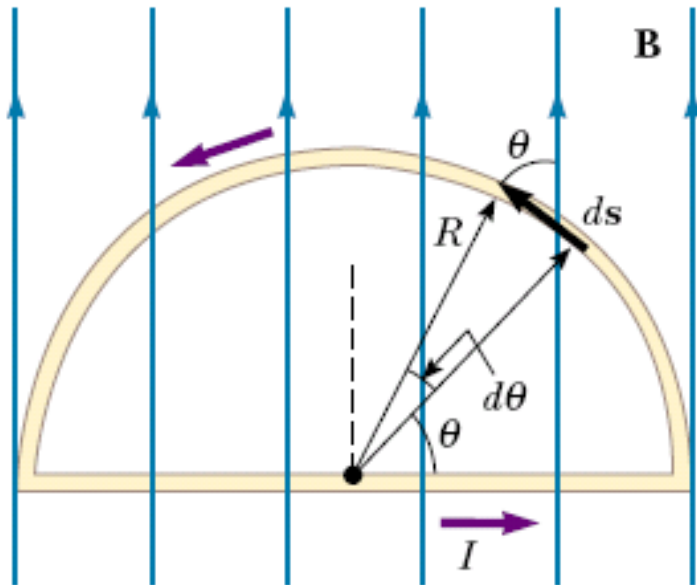
$$\oint ds = 0,$$

$$\mathbf{F}_B = 0$$



# Örnek: Yarı çember şeklindeki iletkene etki eden kuvvet

- Xy düzleminde y yönünde pozitif B magnetik alan olan bu sistemde, telin düz ve eğri kısımlarına etki eden kuvvet ve yönü?



$$F_1 = ILB = 2IRB \quad L = 2R$$

$$dF_2 = I |d\mathbf{s} \times \mathbf{B}| = IB \sin \theta ds$$

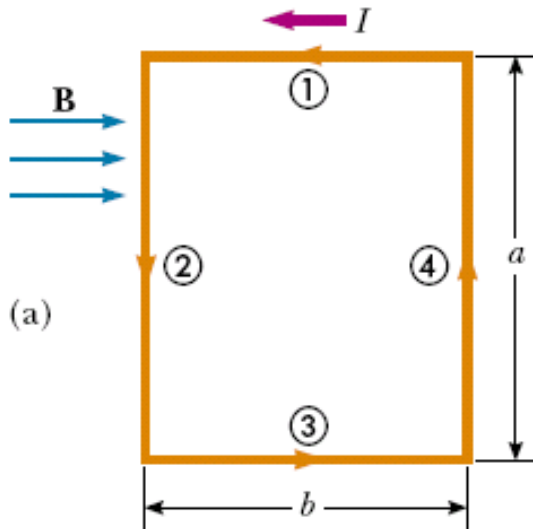
$$s = R\theta,$$

$$ds = R d\theta,$$

$$F_2 = IRB \int_0^\pi \sin \theta d\theta = IRB \left[ -\cos \theta \right]_0^\pi$$

$$= -IRB(\cos \pi - \cos 0) = -IRB(-1 - 1) = 2IRB$$

# Düzgün bir magnetik alanda bir ilmeye etki eden tork



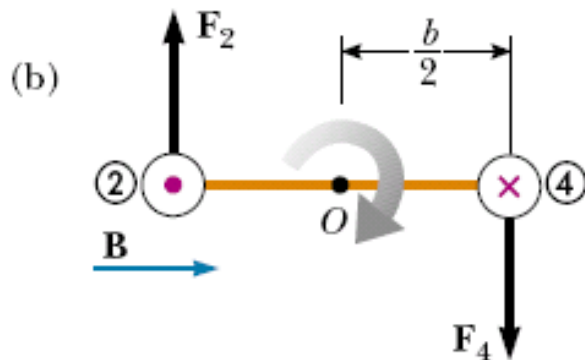
- 1 ve 3 nolu kısımlara hiç kuvvet etki etmez.

( $L \times B = 0$ )

- 2 ve 4 nolu kenarlara

$$F_2 = F_4 = IaB$$

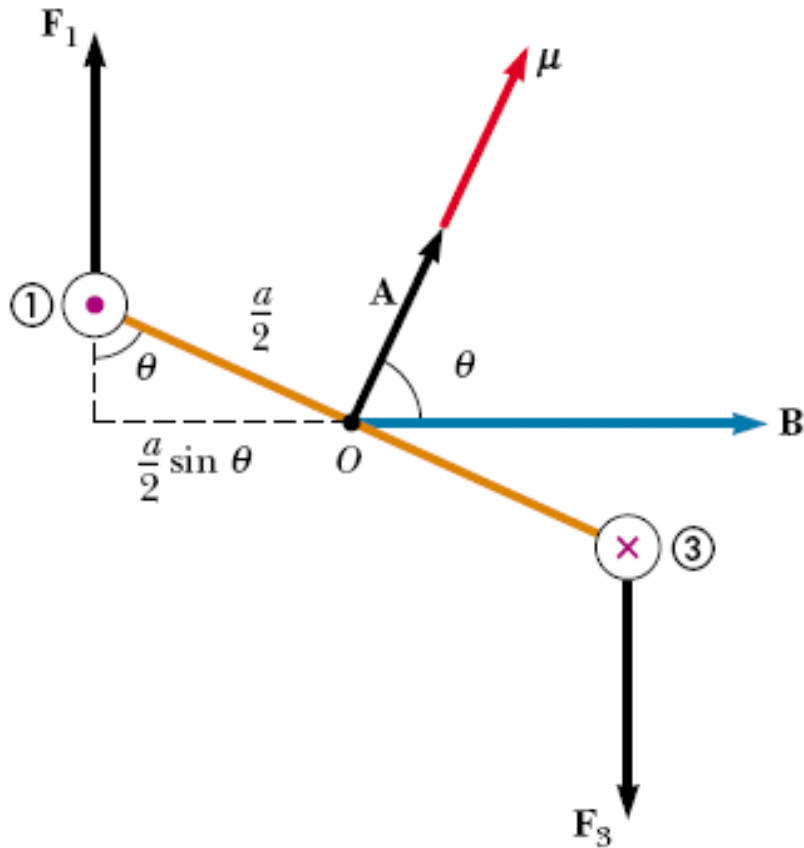
$$\tau_{\max} = F_2 \frac{b}{2} + F_4 \frac{b}{2} = (IaB) \frac{b}{2} + (IaB) \frac{b}{2} = IabB$$



$$A = ab$$

$$\tau_{\max} = IAB$$

- İlmeğin yüzey normali ile magnetik alan vektörü arasındaki açı  $90^\circ$  den küçük olsun



$$\begin{aligned}
 \tau &= F_1 \frac{a}{2} \sin \theta + F_3 \frac{a}{2} \sin \theta \\
 &= IbB \left( \frac{a}{2} \sin \theta \right) + IbB \left( \frac{a}{2} \sin \theta \right) = IabB \sin \theta \\
 &= IAB \sin \theta
 \end{aligned}$$

$$\boldsymbol{\tau} = I \mathbf{A} \times \mathbf{B}$$

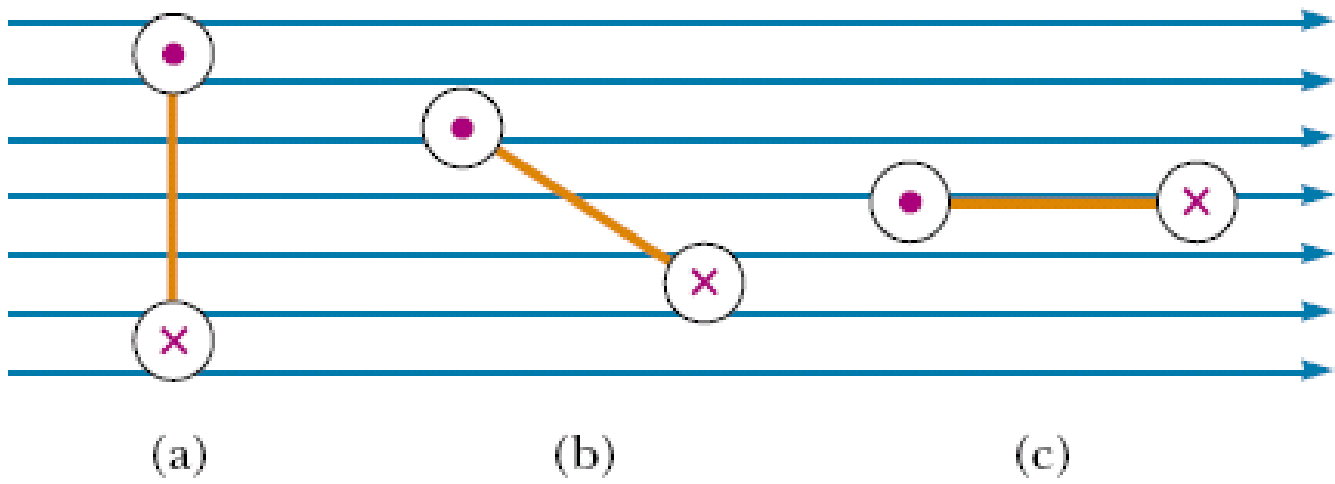
$$\boldsymbol{\mu} = I \mathbf{A} \quad \text{Magnetik DİPOL MOMENT}$$

SI biriminde A m<sup>2</sup>

$$\boldsymbol{\tau} = \boldsymbol{\mu} \times \mathbf{B}$$

$$\boldsymbol{\tau} = N \boldsymbol{\mu}_{\text{loop}} \times \mathbf{B} = \boldsymbol{\mu}_{\text{coil}} \times \mathbf{B}$$

# En Büyük Tork ?



## Örnek: Bir kangalın dipol momenti

Boyutları 5.40cmx8.50cm bir kangal 25 sarım dır ve 15A akım taşımaktadır. Manyetik moment?  $B=0.350\text{T}$

$$\mu_{\text{coil}} = NIA = 1.72 \times 10^{-3} \text{ A} \cdot \text{m}^2$$

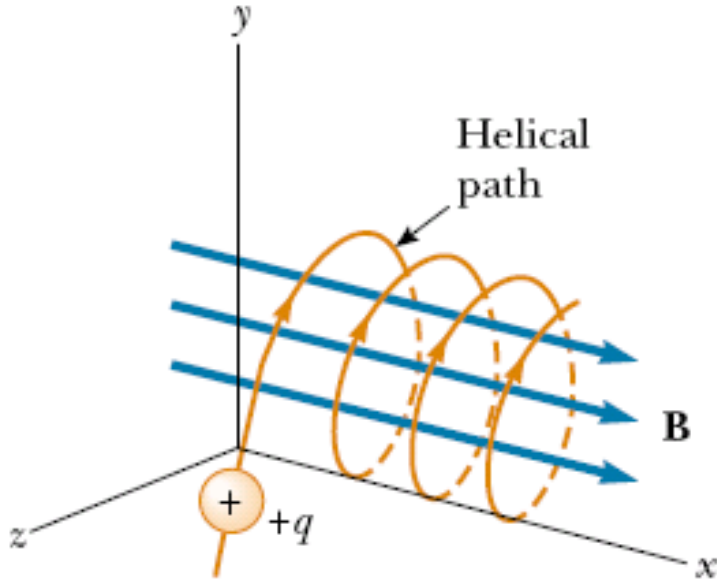
$$\tau = \mu_{\text{coil}} B = 6.02 \times 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{m}$$

## Örnek: Uydu yönlendirme

- Bir çok uydunun yönlendirilmesinde tork oluşturucular kullanılır.
- Aygıtın tipik momenti  $250 \text{ A}\cdot\text{m}^2$  ve uydunun bulunduğu noktada dünyanın magnetik alanının şiddeti  $3.0 \times 10^{-5} \text{ T}$  ise oluşacak maksimum tork:

$$\begin{aligned}\tau_{\max} &= \mu B = (250 \text{ A}\cdot\text{m}^2)(3.0 \times 10^{-5} \text{ T}) \\ &= 7.5 \times 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}\end{aligned}$$

# Yüklü Parçacığın Düzgün Magnetik Alanda Hareketi



$$\sum F = ma_r$$

$$F_B = qvB = \frac{mv^2}{r}$$

$$r = \frac{mv}{qB}$$

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{qB}{m}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi m}{qB}$$

Periyod parçacığın doğrusal hızına ve yörünge yarıçapına bağlı değildir. Açısal hız genelde Siklotron Frekansı olarak bilinir.



## Örnek: Elektron demetinin bükülmesi

350V potansiyel farkta hızlandırılan elektronlar düzgün ir magnetik alanda 7.5 cm yarıçapında dairesel bir yörüngede hareket ederse magnateik alan şiddeti nedir?



$$K_i = 0 \quad K_f = m_e v^2 / 2$$

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = |e| \Delta V$$

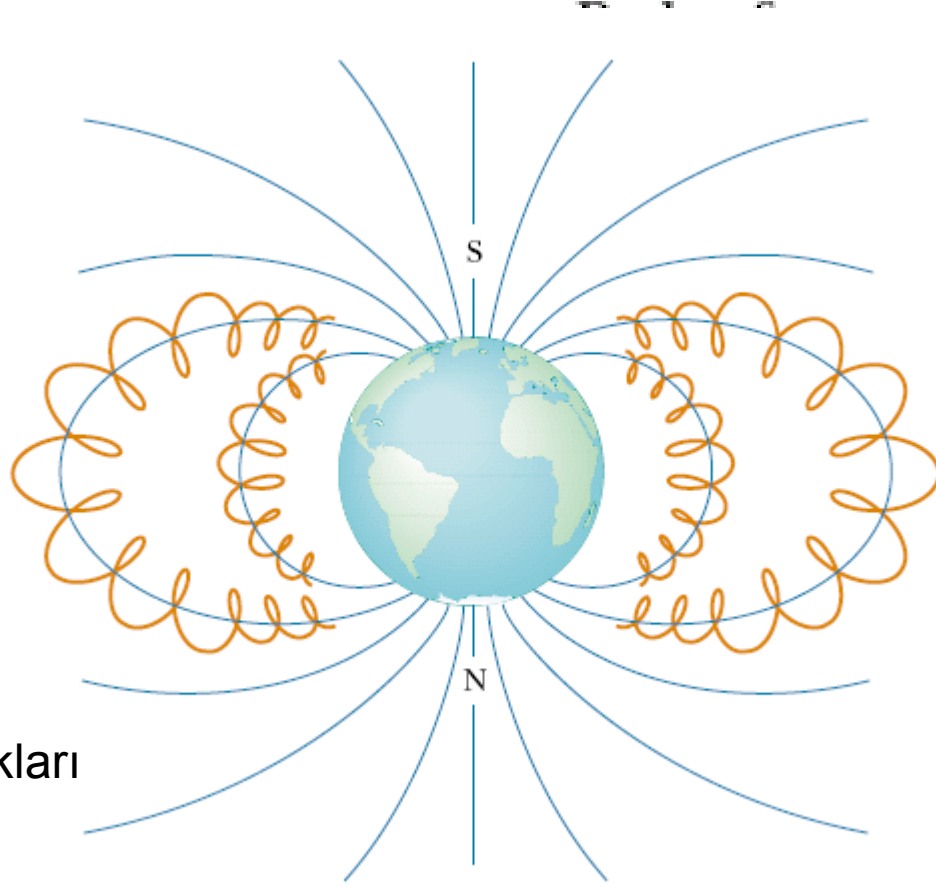
$$v = 1.11 \times 10^7 \text{ m/s}$$

$$B = \frac{m_e v}{|e| r} = 8.4 \times 10^{-4} \text{ T}$$

$$\omega = \frac{v}{r} = 1.5 \times 10^8 \text{ rad/s}$$

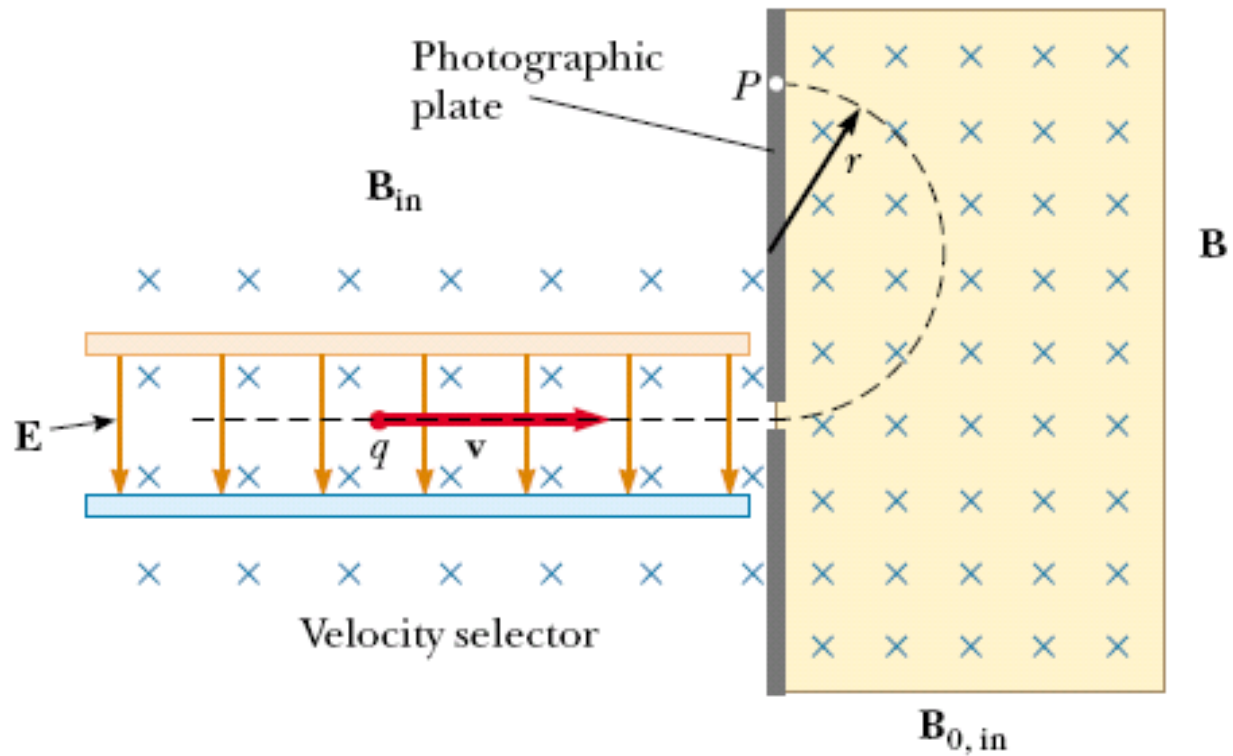
# Homojen olmayan alanlarda yüklü parçacık hareketi

Manyetik şişe

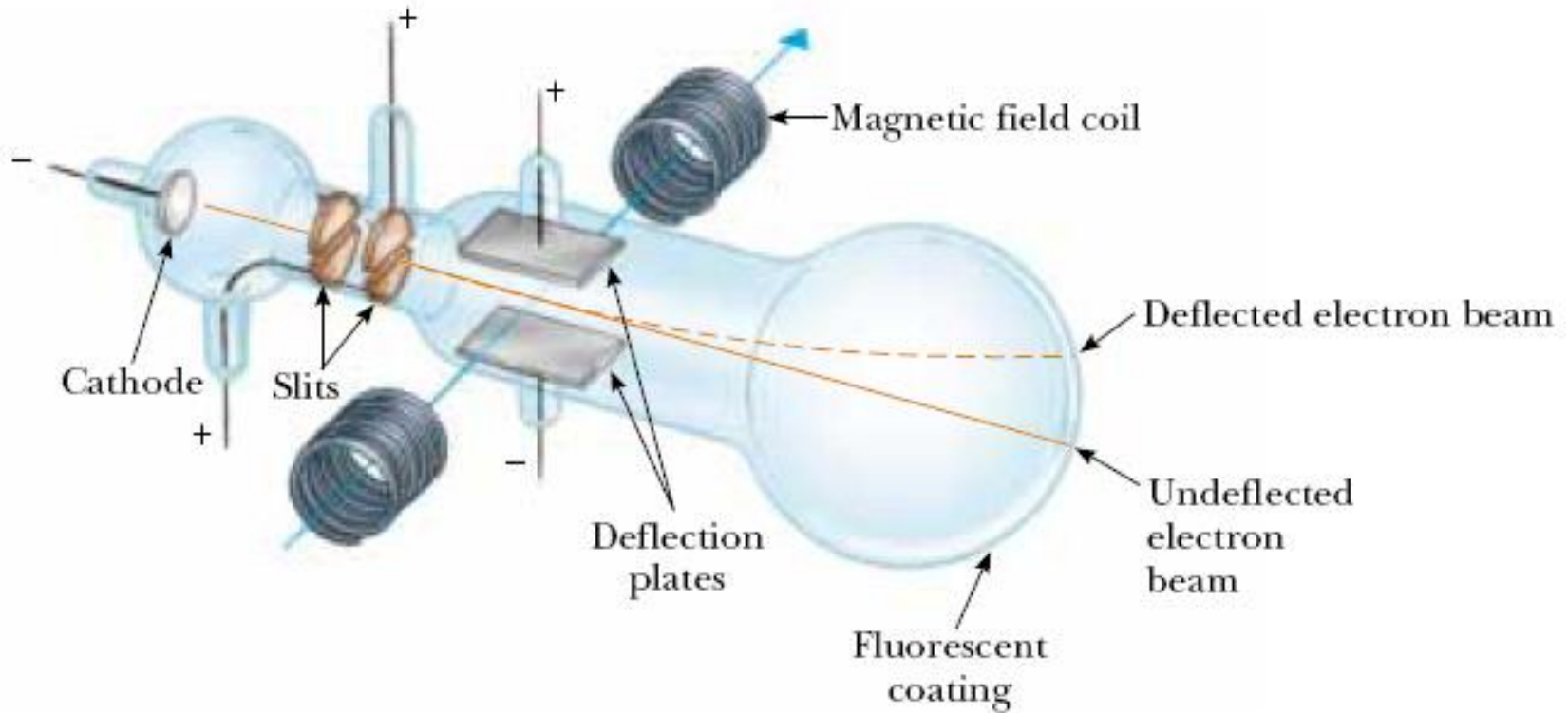


Van Allen ışınlam kuşakları  
Kuzey kutbu fecri  
Kuzey ışınlamaları  
Güney kutbu fecri

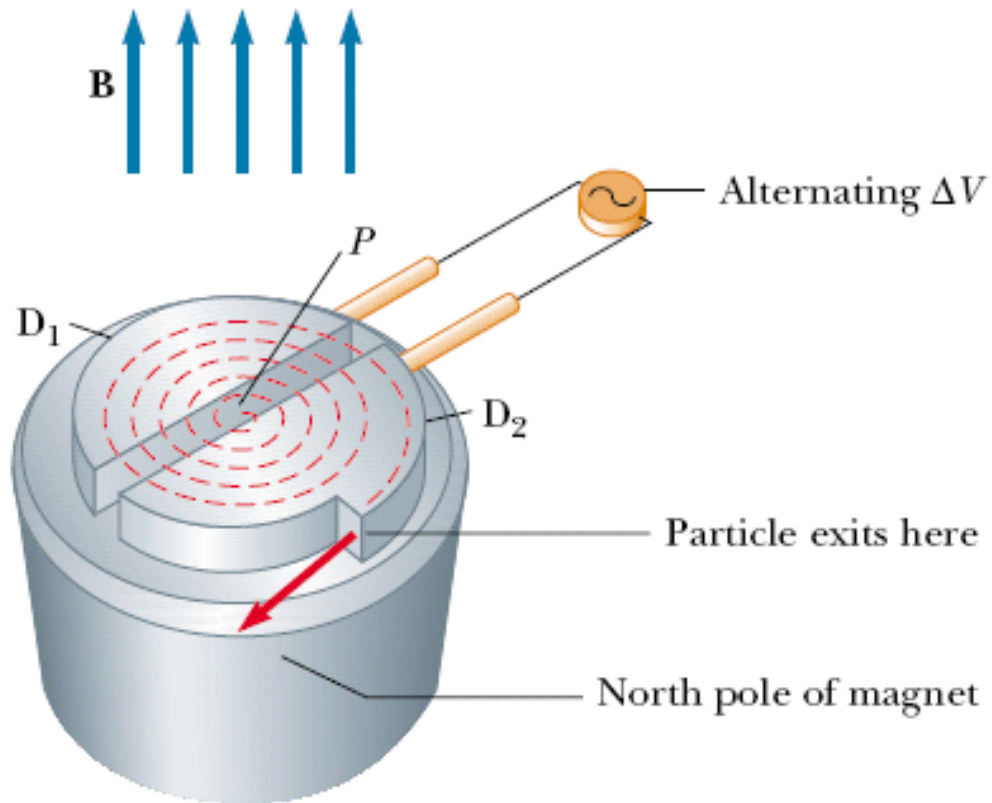
# Kütle spektrometresi



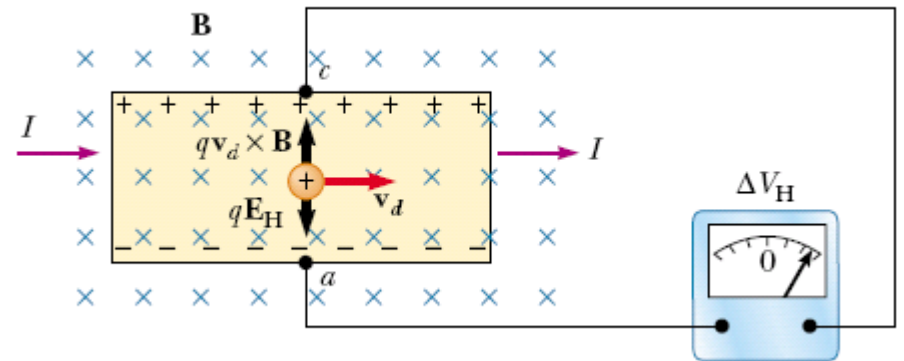
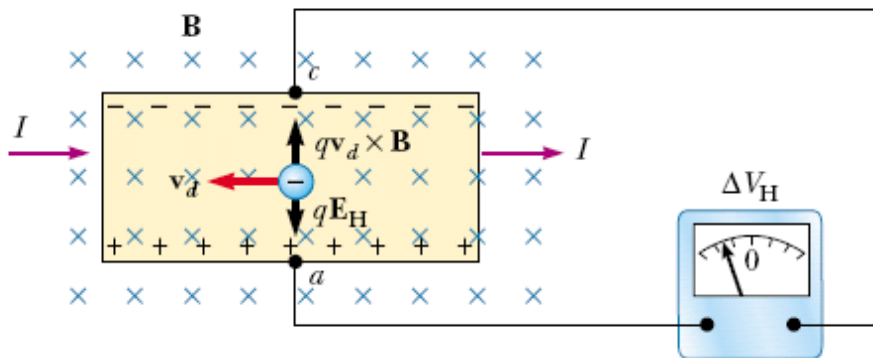
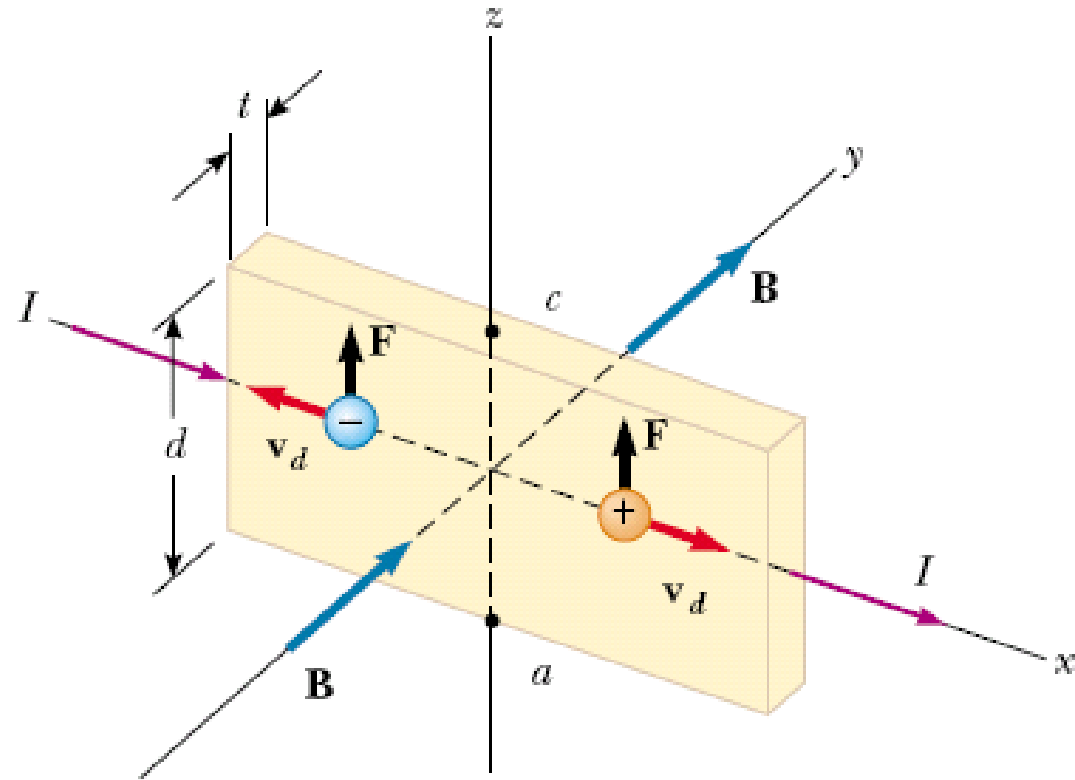
# e/m için Thomson'un yöntemi



# Siklotron



# Hall Olayı



# Öğrenilen Kavramlar

$$\mathbf{F}_B = q\mathbf{v} \times \mathbf{B} \quad F_B = |q|vB \sin \theta$$

$$\mathbf{F}_B = I\mathbf{L} \times \mathbf{B}$$

$$d\mathbf{F}_B = I d\mathbf{s} \times \mathbf{B} \quad \mathbf{F}_B = I\mathbf{L}' \times \mathbf{B}$$

$$\boldsymbol{\mu} = I\mathbf{A}$$

$$\boldsymbol{\tau} = \boldsymbol{\mu} \times \mathbf{B}$$

$$U = -\boldsymbol{\mu} \cdot \mathbf{B}$$

$$r = \frac{mv}{qB} \quad \omega = \frac{qB}{m}$$