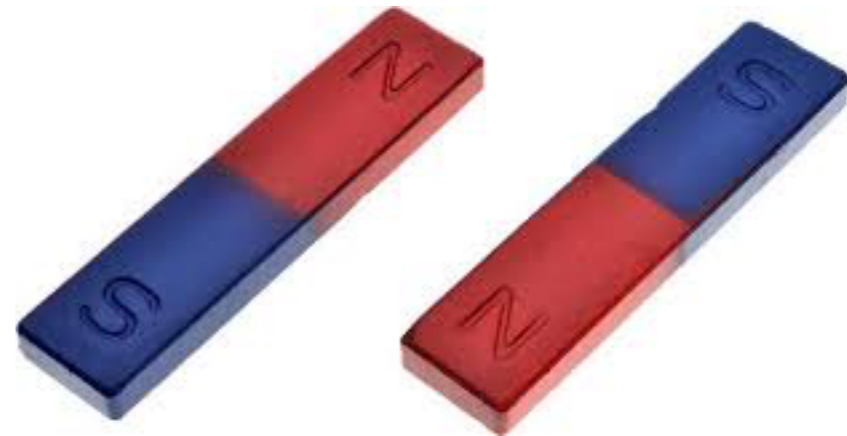


(FZM 114) FİZİK -II

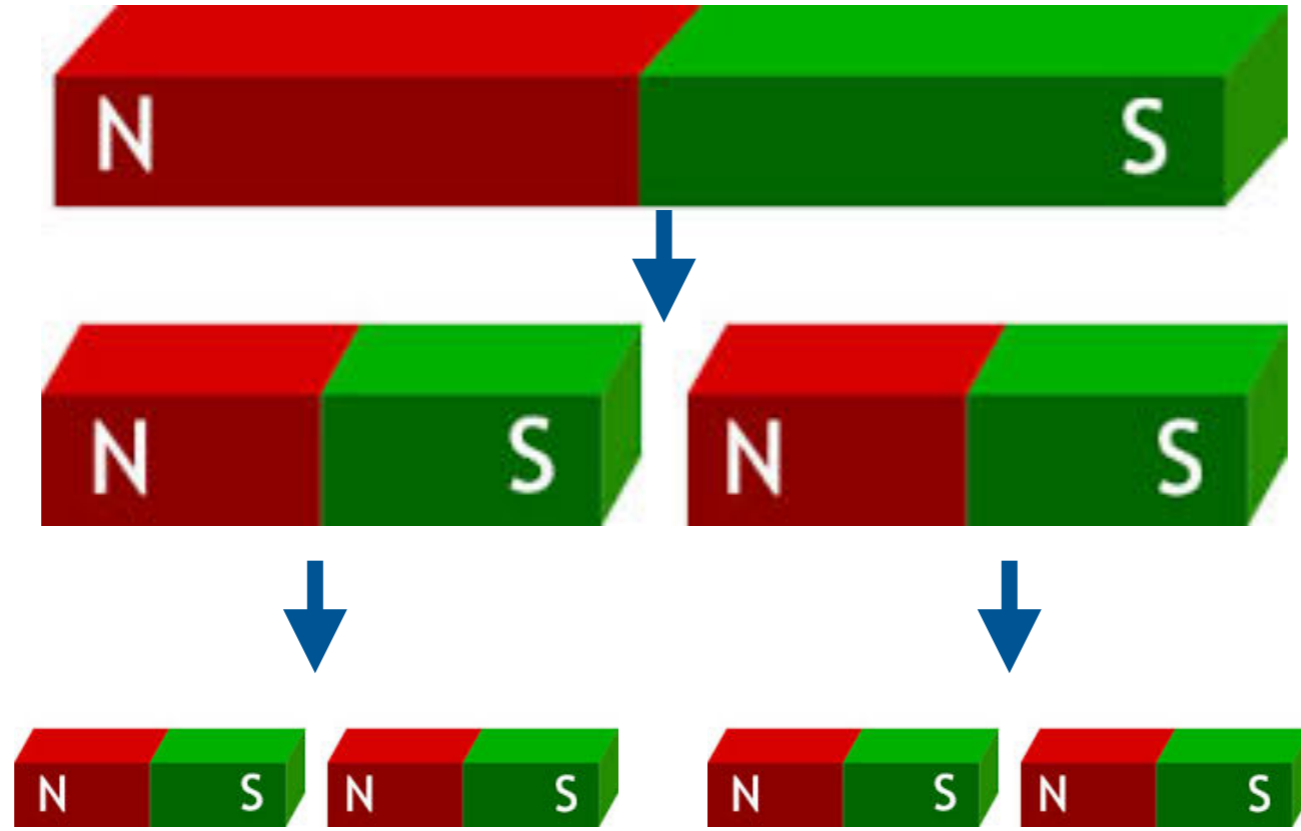
Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU

İÇERİK

- + *MIKNATISLIK VE OZELLIKLERI*
- + *MANYETİK ALAN*
- + *MANYETİK KUVVET*
- + *SAG EL KURALI*
- + *YÜKLÜ BİR PARÇACIĞIN MANYETİK ALANDA HAREKETİ*
- + *ÖRNEK*



MIKNATISLIK



Aynı maddeden yapılmış mıknatıstan büyük olanı daha kuvvetli olacaktır.

Mıknatıs demir, nikel ve kobaltı çeker

Mıknatıslık etkisinin olduğu uçlara kutup adı verilir.

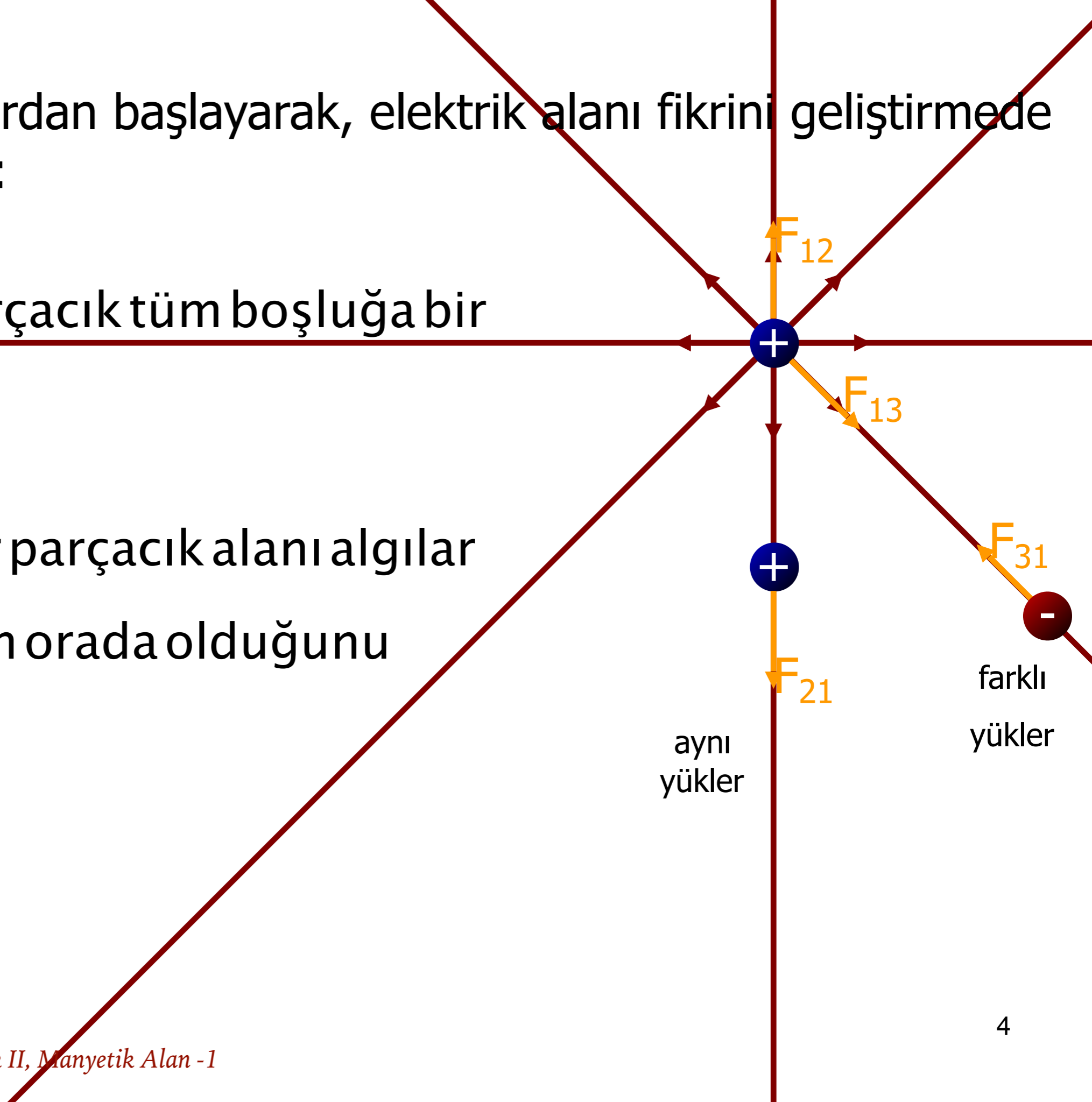
Faraday, 1830'lardan başlayarak, elektrik alanı fikrini geliştirmede liderdi. İşte fikir:

Yüklü bir parçacık tüm boşluğa bir "alan" yayar

Yüklü başka bir parçacık alanı algılar ve ilk parçacığın orada olduğunu "bilir".

aynı yükler

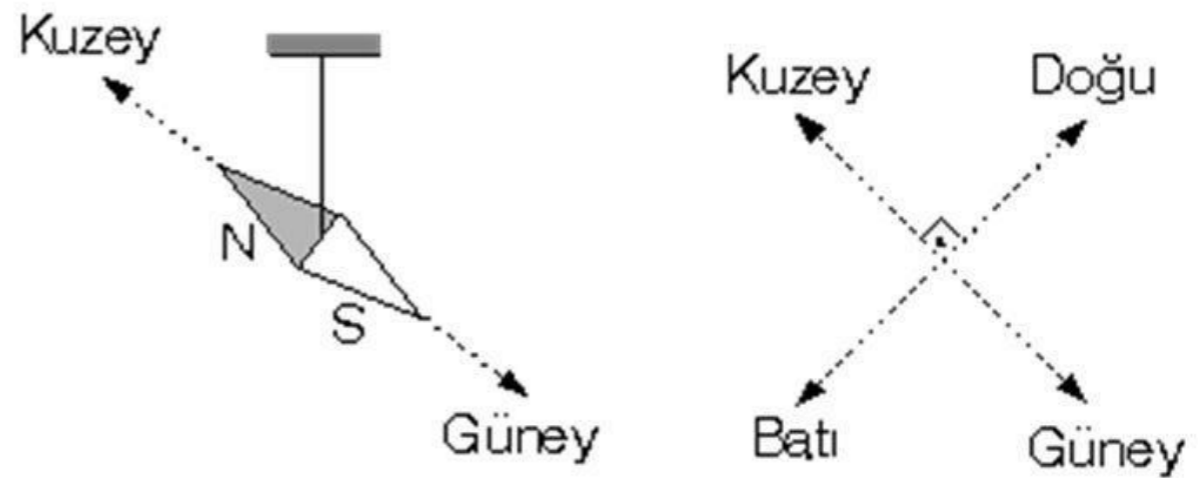
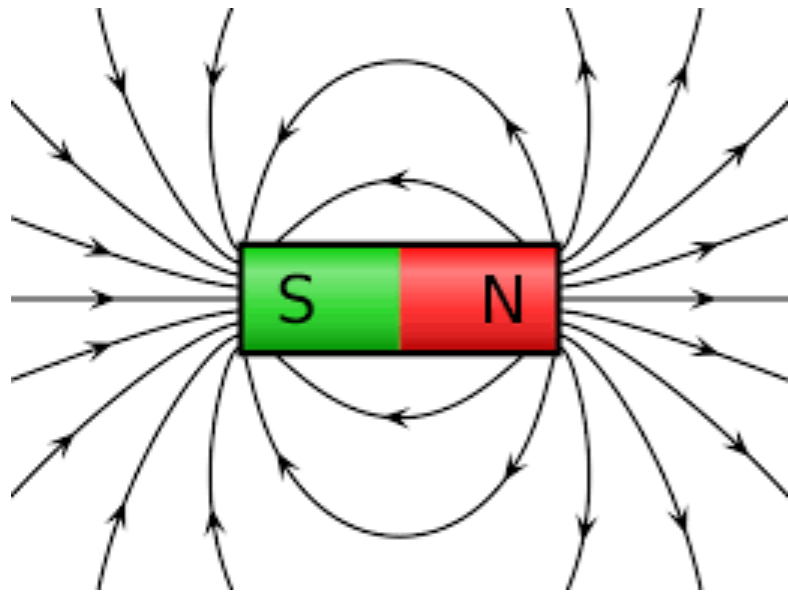
farklı yükler



MANYETİK ALAN

Herhangi bir duran ya da hareket eden yüklü parçacığın etrafını bir elektrik alan sarmaktadır. Herhangi bir hareketli elektrik yükünün çevresindeki uzay bölgesi elektrik alana ek olarak bir de manyetik alan içerir. Herhangi bir manyetik maddeyi de saran bir manyetik alan vardır.

Tarihsel olarak, bir manyetik alanı temsil etmek için **B** harfi kullanılmaktadır.



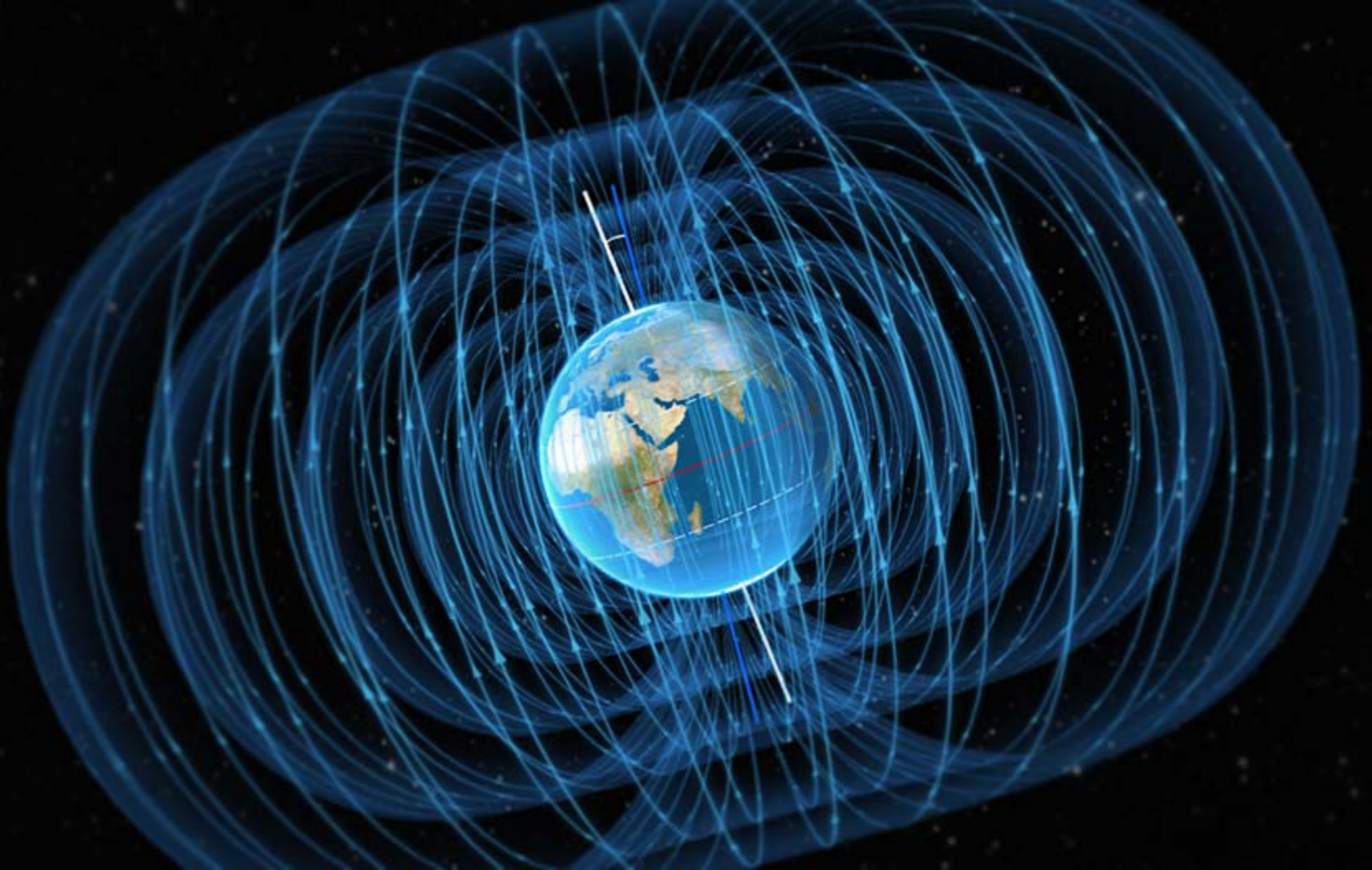
MANYETİK ALAN

N kutbundan S kutbuna doğrudur

Birbirlerini kesecek şekilde yönelmezler.

Manyetik alana şiddeti çizgilerin sıklığına bağlıdır. Çizgi sıklığının arttığı yerde manyetik alan şiddeti büyük, seyrekleştiği yerde zayıftır.

DÜNYA'NIN MANYETİK ALANI



https://www.mozaweb.com/Extra-3D_scenes-The_Earth_s_magnetic_field-47092

MANYETİK ALAN

Uzayın bir noktasındaki B manyetik alanını bilmek istiyoruz. O halde orada bulunan bir deneme yükünü inceleyebiliriz. Yani bu alana bir deneme yükü koyarsak eğer manyetik alan bu yüke bir kuvvet uygulayacaktır. Uyguladığı kuvvet F_B şeklinde ifade edilir. Deneme yükü v hızı ile hareket eden yüklü bir parçacık olarak alınabilir. Şimdilik yükün bulunduğu bölgede hiçbir elektrik alan ya da yerçekim alanı bulunmadığını varsayalım. Bir manyetik alan içerisindeki hareket eden çeşitli yüklü parçacıkların hareketleri ile ilgili deneyler aşağıdaki sonuçları vermektedir.

- Parçacığa etkiyen manyetik kuvvetin büyüklüğü F_B , parçacığın v sürati ve q yükü ile orantılıdır.

MANYETİK KUVVET

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

B manyetik alanında
hareket eden yüklü
parçacığa etki eden
kuvvet (vektör)

Parçacığın
yükü
(sayisal)

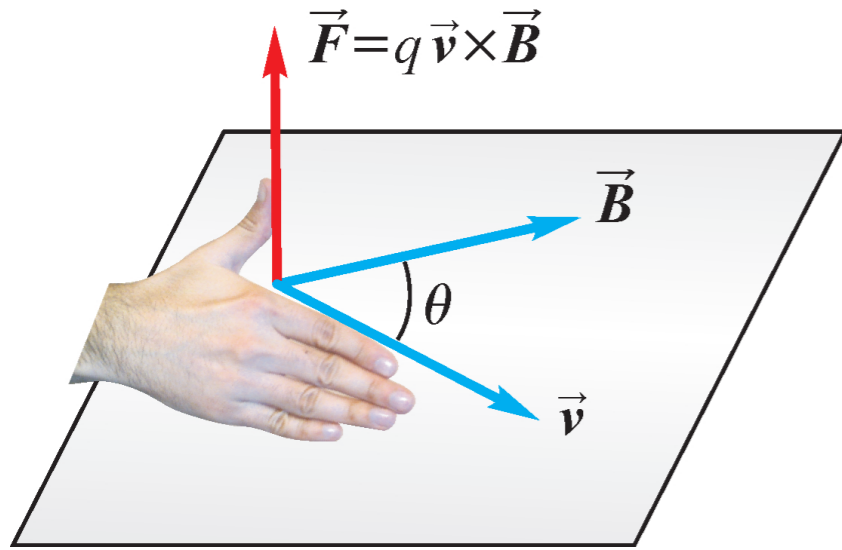
Parçacığın
hızı (vektör)

Manyetik
Alan (vektör)

Bu hesaplama arkadaşlara vektörel bir özellik göstermektedir.



Hareketli Bir Yüke Etkiyen Manyetik Kuvvet

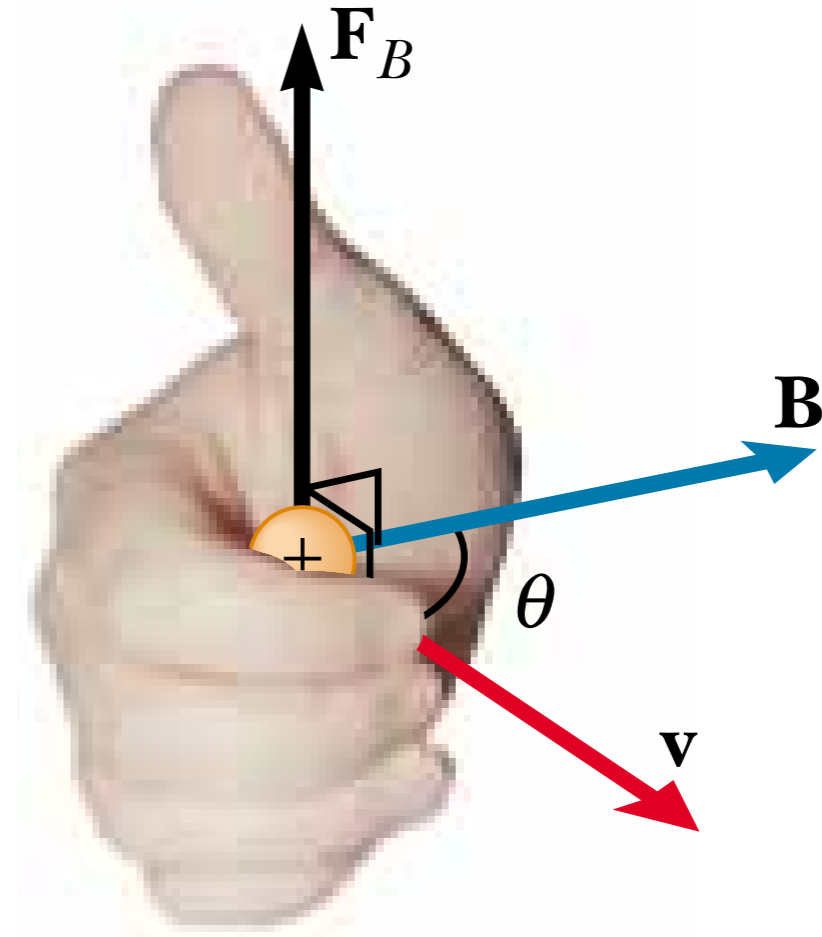
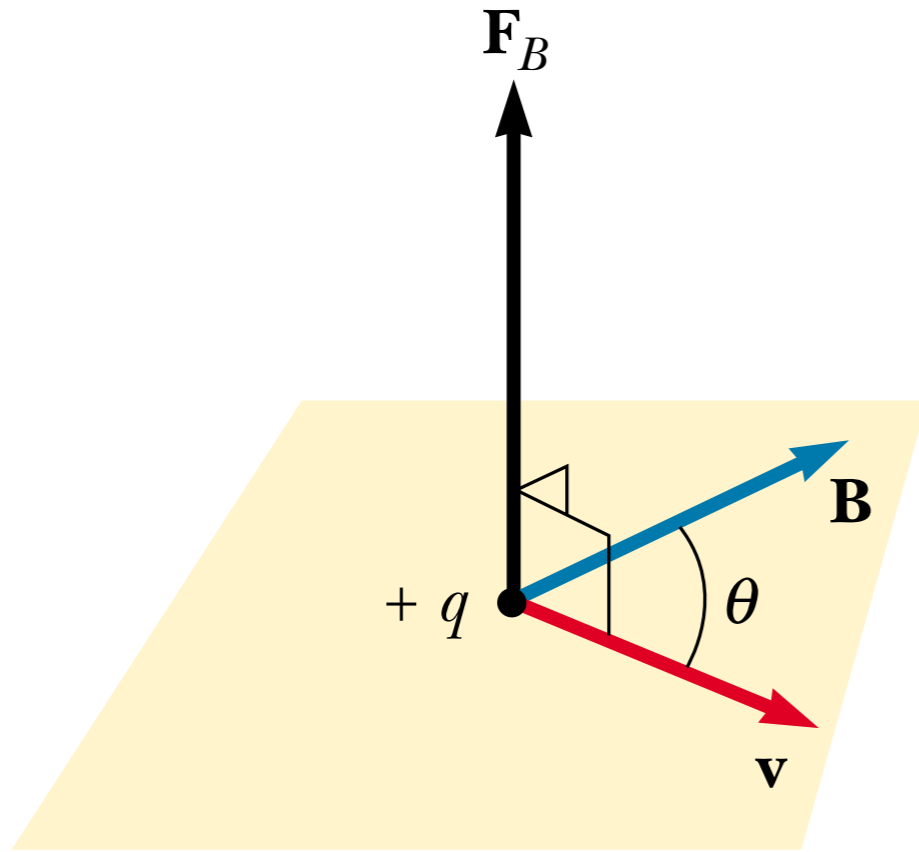


$$\vec{F} = q (\vec{v} \times \vec{B})$$

- 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:

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

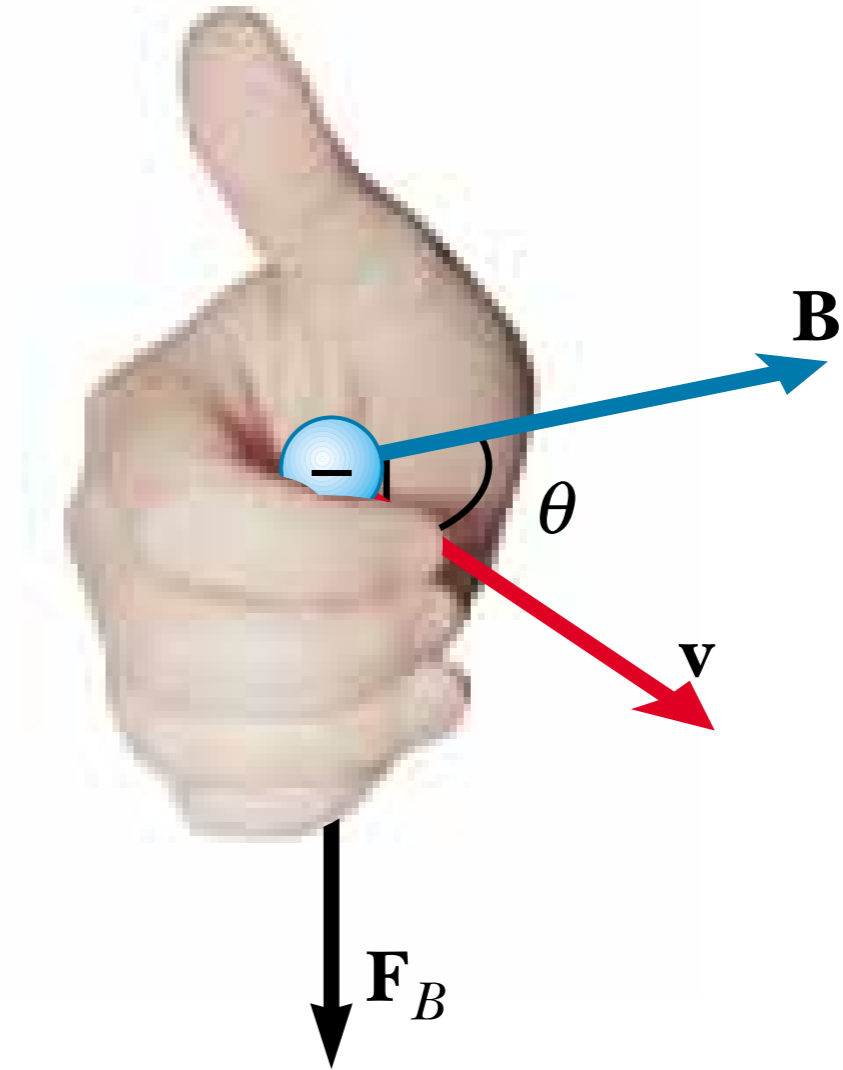
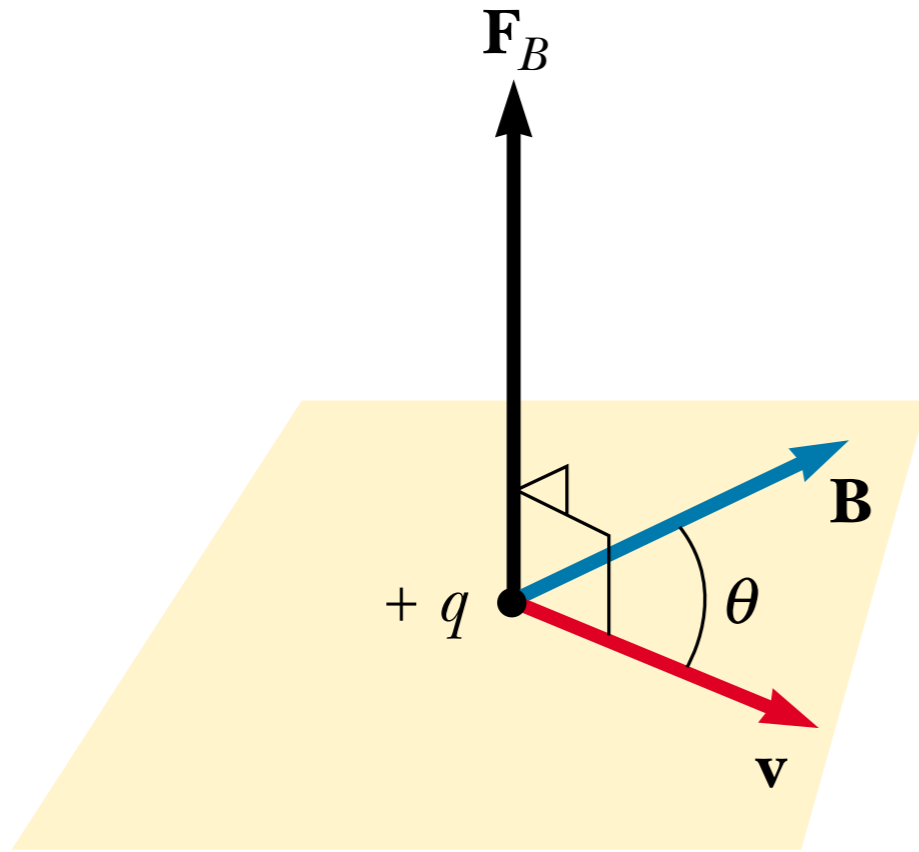
SAĞ EL KURALI



yük pozitif



SAĞ EL KURALI



yük negatif



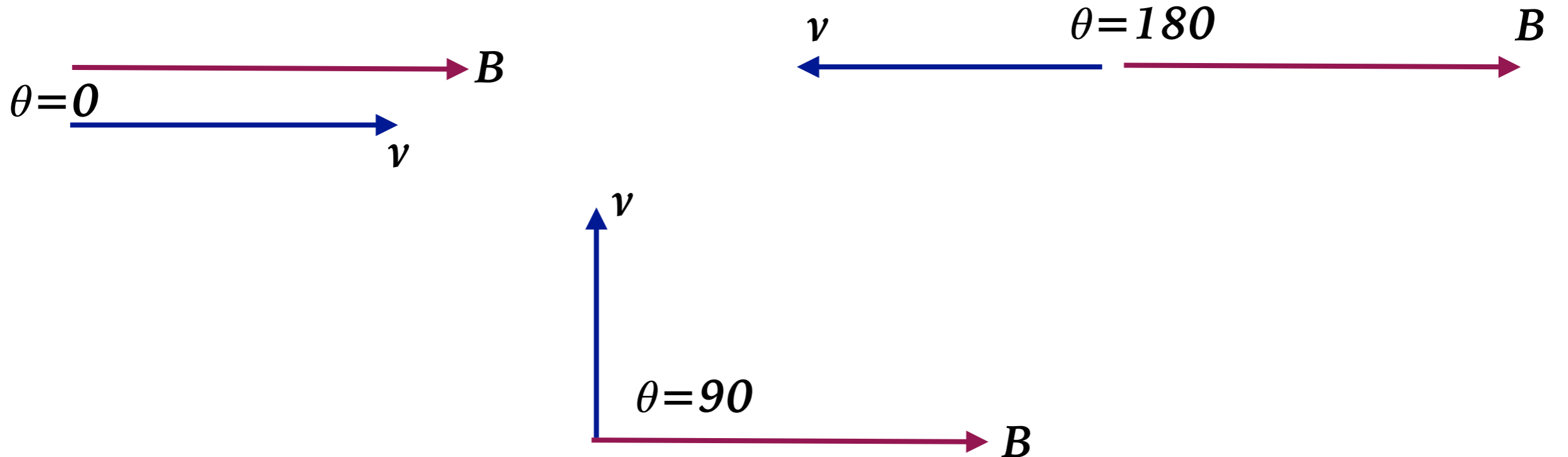
MANYETİK ALAN

- F_B Manyetik kuvvetinin büyüklüğü ve yönü, parçacığın hızına ve \mathbf{B} manyetik alanının büyüklüğü ve yönüne bağlıdır.
 - Yüklü bir parçacık manyetik alan vektörüne *paralel* yönde hareket ettiği zaman ona etkiyen manyetik kuvvet *sıfırdır*.
 - Parçacığın hız vektörü manyetik alanla bir $\theta \neq 0$ açısı yaptığı zaman, manyetik kuvvet hem \mathbf{v} , hem de \mathbf{B} ye dik yönde etki eder. Yani F_B , \mathbf{v} ve \mathbf{B} nin oluşturduğu düzleme diktir (Şekil 29.3a).
-
- Bir pozitif yüke etkiyen manyetik kuvvet, aynı yönde hareket eden bir negatif yüke etkiyen kuvvetin yönüne terstir. (Şekil 29.3 b).
 - Eğer parçacığın hız vektörü \mathbf{B} nin yönü ile bir θ açısı yaparsa, parçacığı etkiyen manyetik kuvvetin büyüklüğü $\sin\theta$ ile orantılıdır.

MANYETİK KUVVET

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

bağıntısı ile verilir. Burada θ , v ile B arasındaki açıdır. Bu eşitlikten v , B 'ye paralel ya da antiparalel olduğunda ($\theta=0$ veya $\theta=180$) F 'nin sıfır olduğunu görürüz. Öte yandan v ' B 'ye dik olduğunda ($\theta=90$) kuvvet maksimum değerini alır.



ELEKTRİK VE MANYETİK ALAN

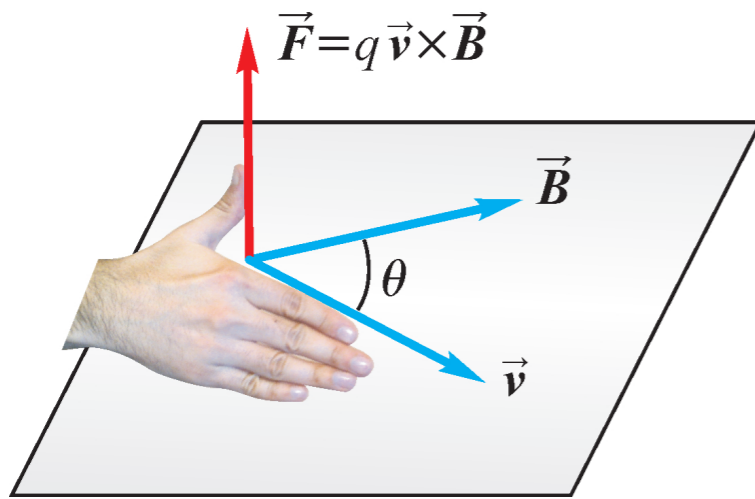
- Elektrik kuvveti, her zaman elektrik alanına paralel, buna karşın manyetik kuvvet manyetik alana dik olarak etkir.
- Elektrik kuvveti, yüklü parçacığın hızından bağımsızdır. Halbuki, manyetik kuvvet yalnızca yüklü parçacık hareket halinde ise ona etki edebilir.
- Elektrik kuvveti yüklü bir parçacığın konumunu değiştirerek iş yapar, buna karşın kararlı bir manyetik alandan kaynaklanan manyetik kuvvet, parçacık yer değiştirdiğinde iş yapmaz.

ELEKTRİK VE MANYETİK ALAN

- $\vec{F} = q\vec{E}$ tanımına göre:

Elektrik Kuvveti

- Konulan q yükü pozitif ise, \vec{E} ile \vec{F} aynı yönde,
- q yükü negatif ise, \vec{E} ile \vec{F} zıt yönde olurlar.



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. ▼

BİR ÖRNEK

ÖRNEK 29.1 Manyetik Alanda Hareket Eden Bir Elektron

Bir televizyonun resim tüpündeki bir elektron x eksenini boyunca $8,0 \times 10^6 \text{ m/s}$ lik bir süratle tüpün önüne (ekran) doğru ilerliyor (Şekil 29.5). Tüpün boynuna sarılan telden yapılmış kangallar $0,025 \text{ T}$ büyüklüğünde bir alan oluştururlar. Bu alan xy düzleminde olup x -ekseni arasındaki açı 60° dir. Elektronu etkileyen manyetik kuvveti ve elektronun ivmesini bulunuz.

Çözüm 29.2 Eşitliğini kullanarak manyetik kuvvetin büyüklüğünü bulabiliriz:

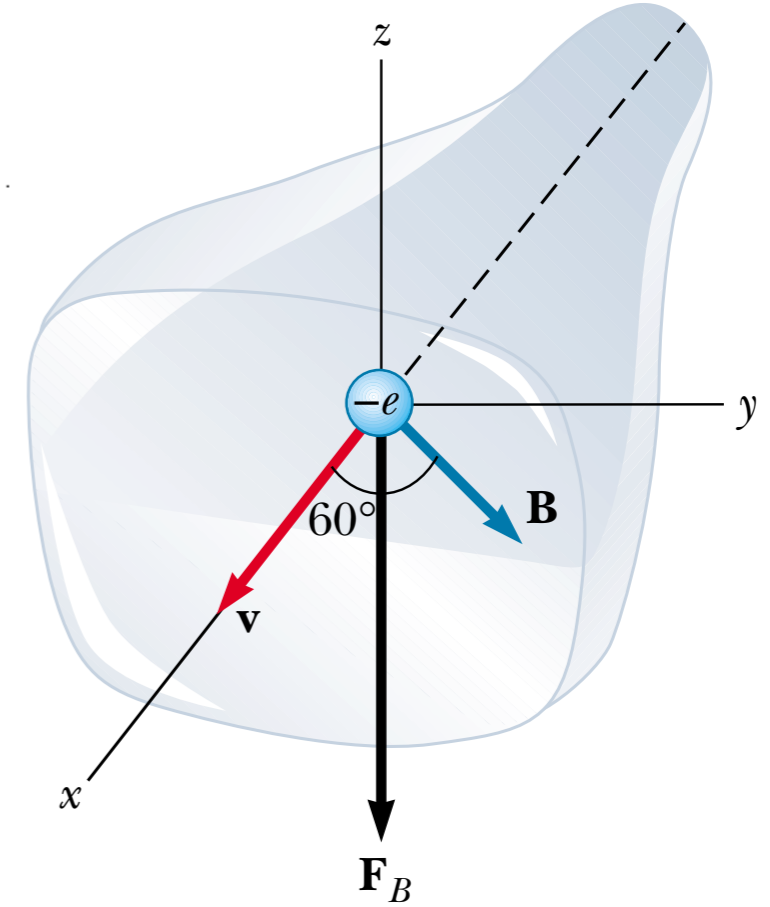
$$\begin{aligned} F_B &= |q|vB \sin \theta \\ &= (1,6 \times 10^{-19} \text{ C})(8,0 \times 10^6 \text{ m/s})(0,025 \text{ T})(\sin 60^\circ) \\ &= 2,8 \times 10^{-14} \text{ N} \end{aligned}$$

$\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ pozitif z yönünde (sağ el kuralına göre) ve yük negatif olduğundan, \mathbf{F}_B negatif z yönündedir.

Elektronun kütlesi $9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ dir, bu nedenle ivmesi,

$$a = \frac{F_B}{m_e} = \frac{2,8 \times 10^{-14} \text{ N}}{9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}} = 3,1 \times 10^{16} \text{ m/s}^2$$

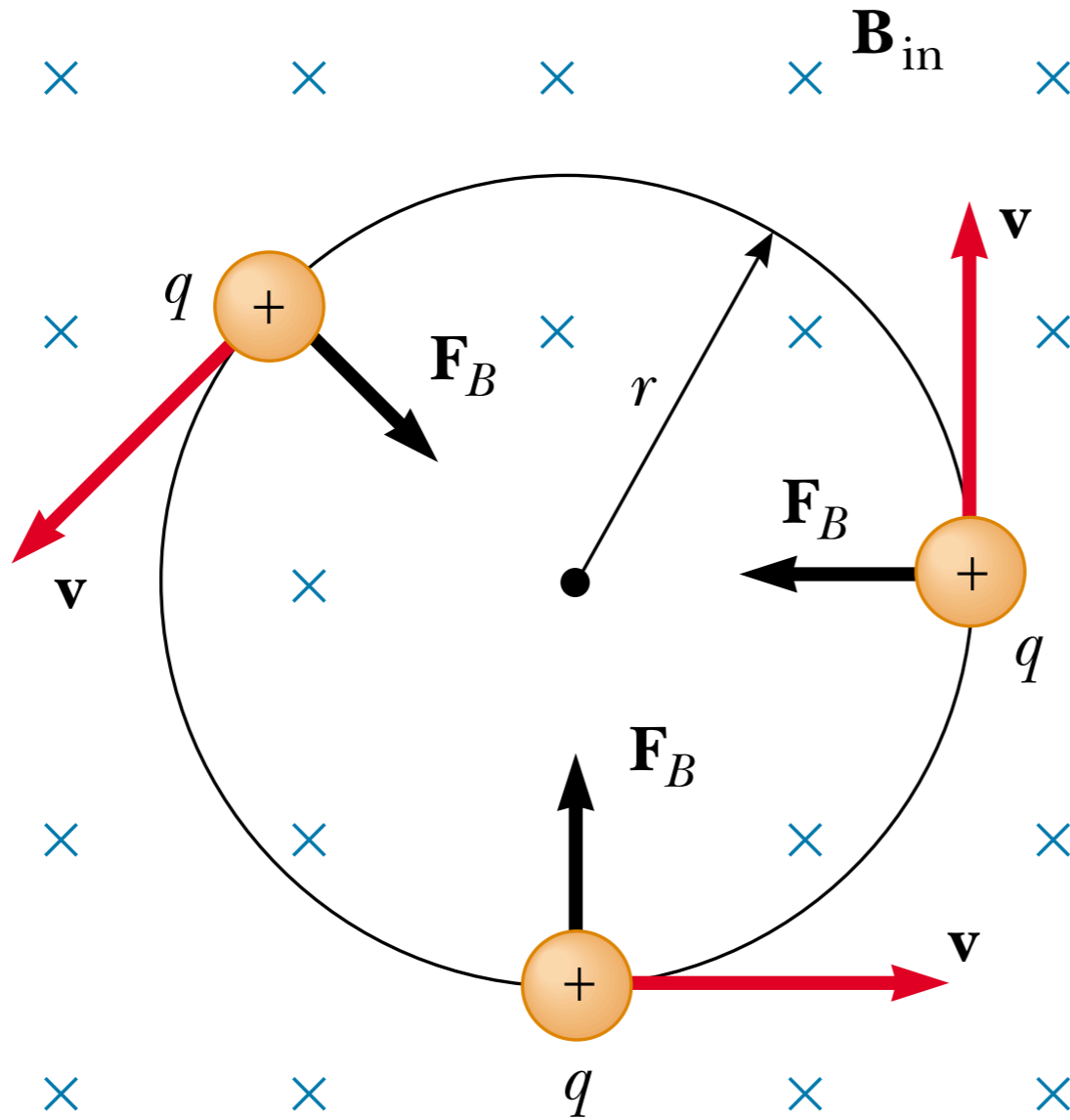
olup negatif z yönündedir.



Şekil 29.5 \mathbf{v} ve \mathbf{B} xy düzleminde olduğunda elektrona etkiyen \mathbf{F}_B manyetik kuvveti negatif z yönündedir.

YÜKLÜ PARÇACIĞIN DÜZGÜN BİR MANYETİK ALANDA HAREKETİ

Düzgün bir manyetik alan içerisinde hareket eden pozitif yüklü bir parçacık ele alalım, parçacığın hız vektörü başlangıçta alana dik olsun. Manyetik alan sayfanin içine doğru



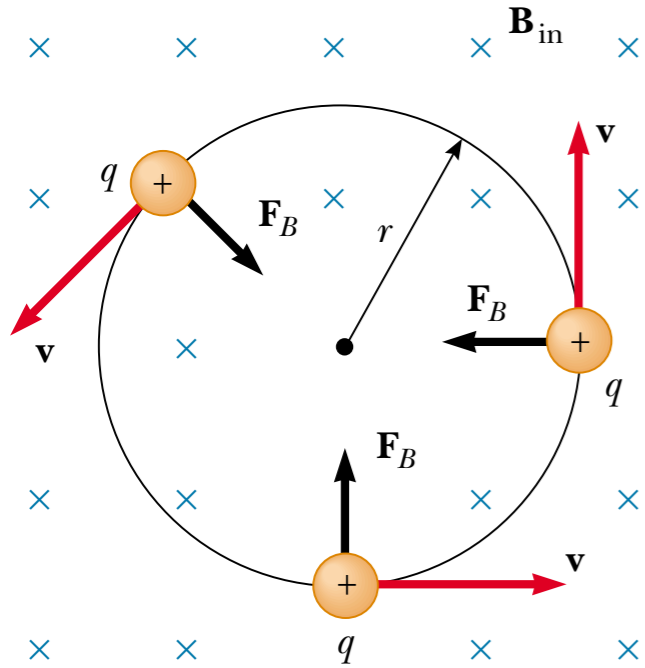
Görüldüğü üzere parçacık manyetik alana dik bir düzlemde çembersel bir hareket yapacaktır.

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

sağ el kuralı



YÜKLÜ PARÇACIĞIN DÜZGÜN BİR MANYETİK ALANDA HAREKETİ



Parçacık manyetik kuvvet etkisi altında dairesel bir hareket yapmaktadır. O halde bu manyetik kuvveti merkezci kuvvete eşitleyebiliriz.



$$\sum F = ma_r$$

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

yörüngenin yarıçapı $\longrightarrow r = \frac{mv}{qB}$

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

hareketin acısal hızı

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

hareketin periyodu

YÜKLÜ PARÇACIĞIN DÜZGÜN BİR MANYETİK ALANDA HAREKETİ

34. Sabit bir manyetik alana dik olarak çembersel bir yörüngede hareket eden bir proton bir turunu $1,00\mu\text{s}$ de tamamladığına göre manyetik alanın büyüklüğünü bulunuz.

$$F_B = qvB = \frac{mv^2}{r} \quad T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$B = 2\pi m / qT = 6.56 \times 10^{-2} \text{ T}$$

KAYNAKLAR

1. <http://www.seckin.com.tr/kitap/413951887> (“Üniversiteler için Fizik”, B. Karaoğlu, Seçkin Yayıncılık, 2012).
2. Fen ve Mühendislik için Fizik Cilt-2, R.A.Serway,R.J.Beichner,5.Baskıdan çeviri, (ÇE) K. Çolakoğlu, Palme Yayıncılık.
3. Üniversite Fiziği Cilt-I, H.D. Young ve R.A.Freedman, (Çeviri Editörü: Prof. Dr. Hilmi Ünlü) 12. Baskı, Pearson Education Yayıncılık 2009, Ankara.
4. <https://www.youtube.com/user/crashcourse>