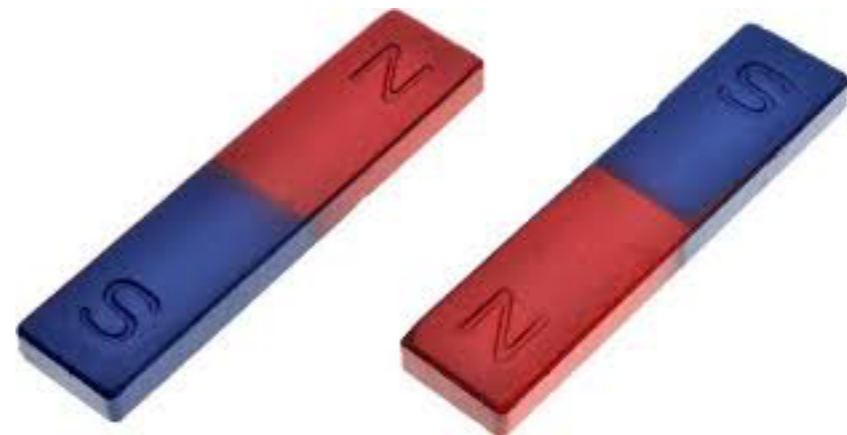


(FZM 114) FİZİK -II

Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU

İÇERİK

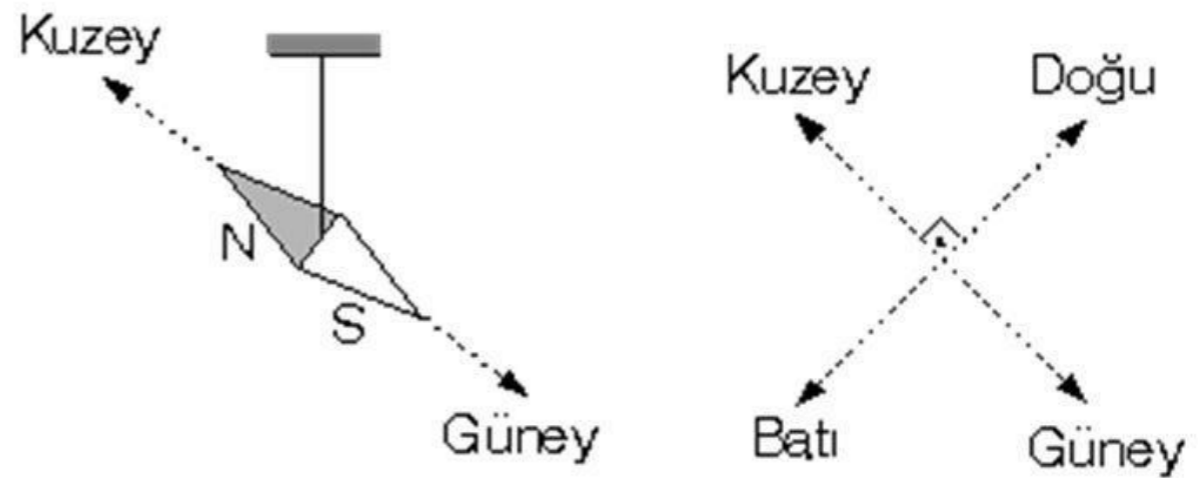
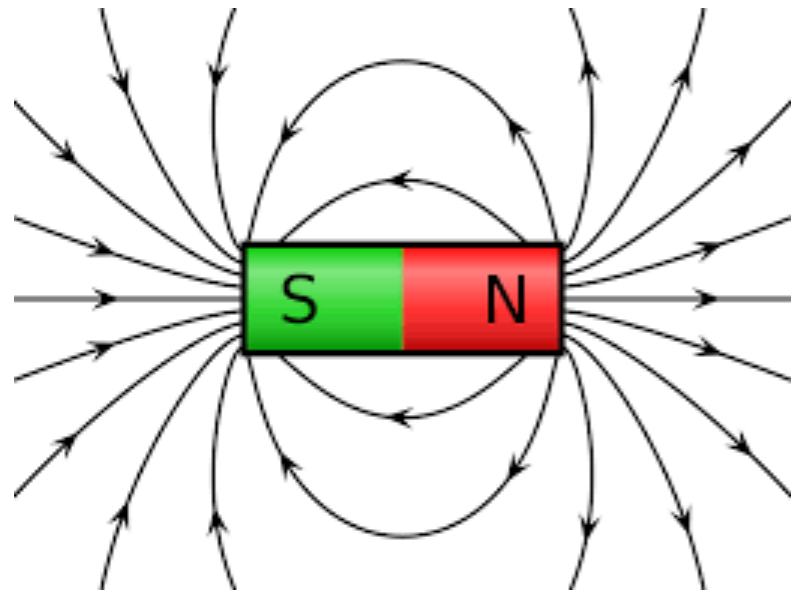
- + *MANYETİK ALAN*
- + *OERSTED DENEYİ*
- + *SAG EL KURALI*
- + *AKIM TASIYAN BİR TELİN MANYETİK ALANDA HAREKETİ*
- + *ÖRNEK*



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 KUVVET

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

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

Parçacığın yükü (sayısal)

Parçacığın hızı (vektör)

Manyetik Alan (vektör)

Bu hesaplama arkadaşlara vektörel bir özellik göstermektedir.



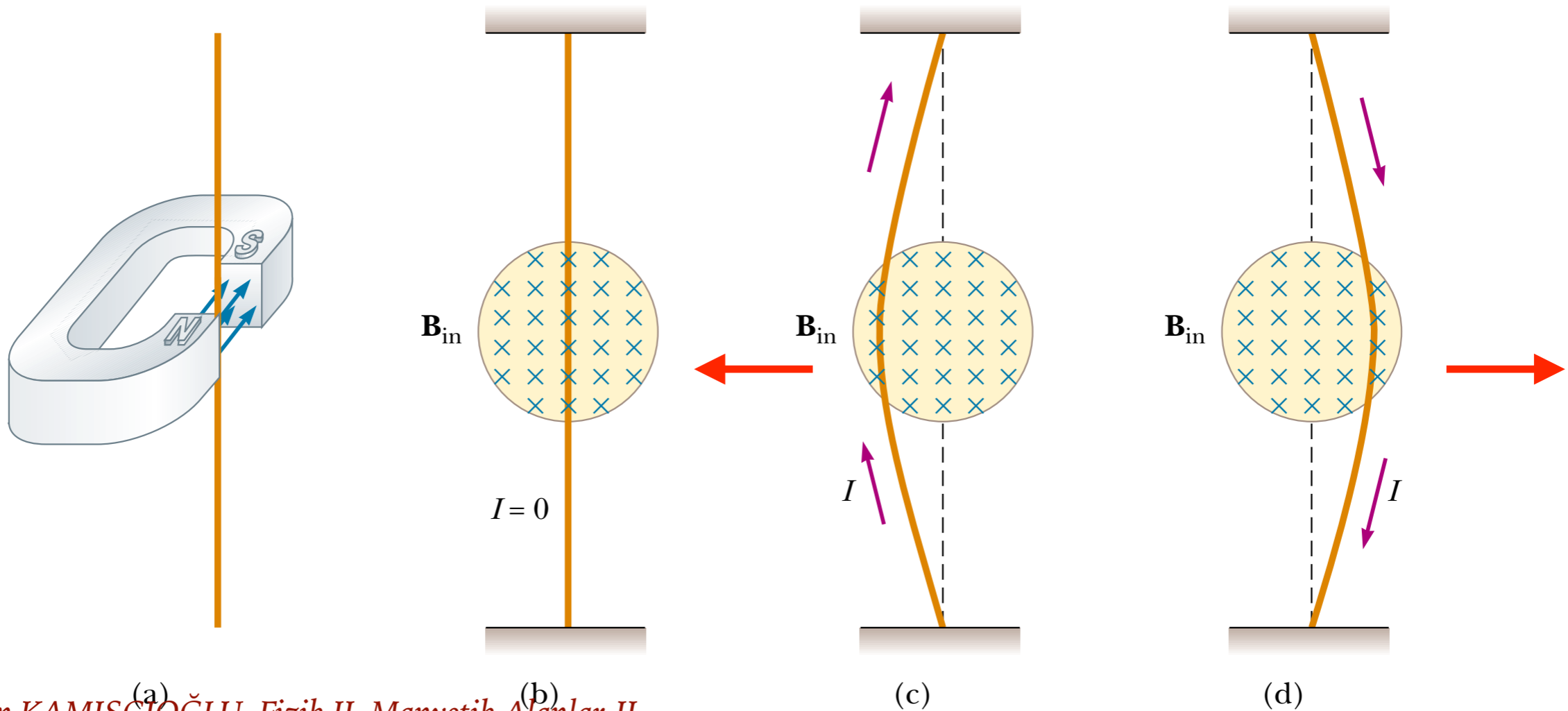
OERSTED DENEYİ



Elektrik ve manyetizma arasındaki ilişki, 1819 da Danimarkalı bilimadamı Hans Christian Oersted'in bir gösteri deneyi sırasında üzerinden elektrik akımı geçen bir telin yakınında duran bir pusula iğnesini saptırdığını bulması ile keşfedildi.² Bundan kısa bir süre sonra, André Amperè (1775-1836) akım-taşıyan bir elektriksel iletkenin diğerine uyguladığı manyetik kuvveti hesaplamak için gerekli nicel yasaları elde etti. Aynı zamanda *tüm* manyetik olayların mo-

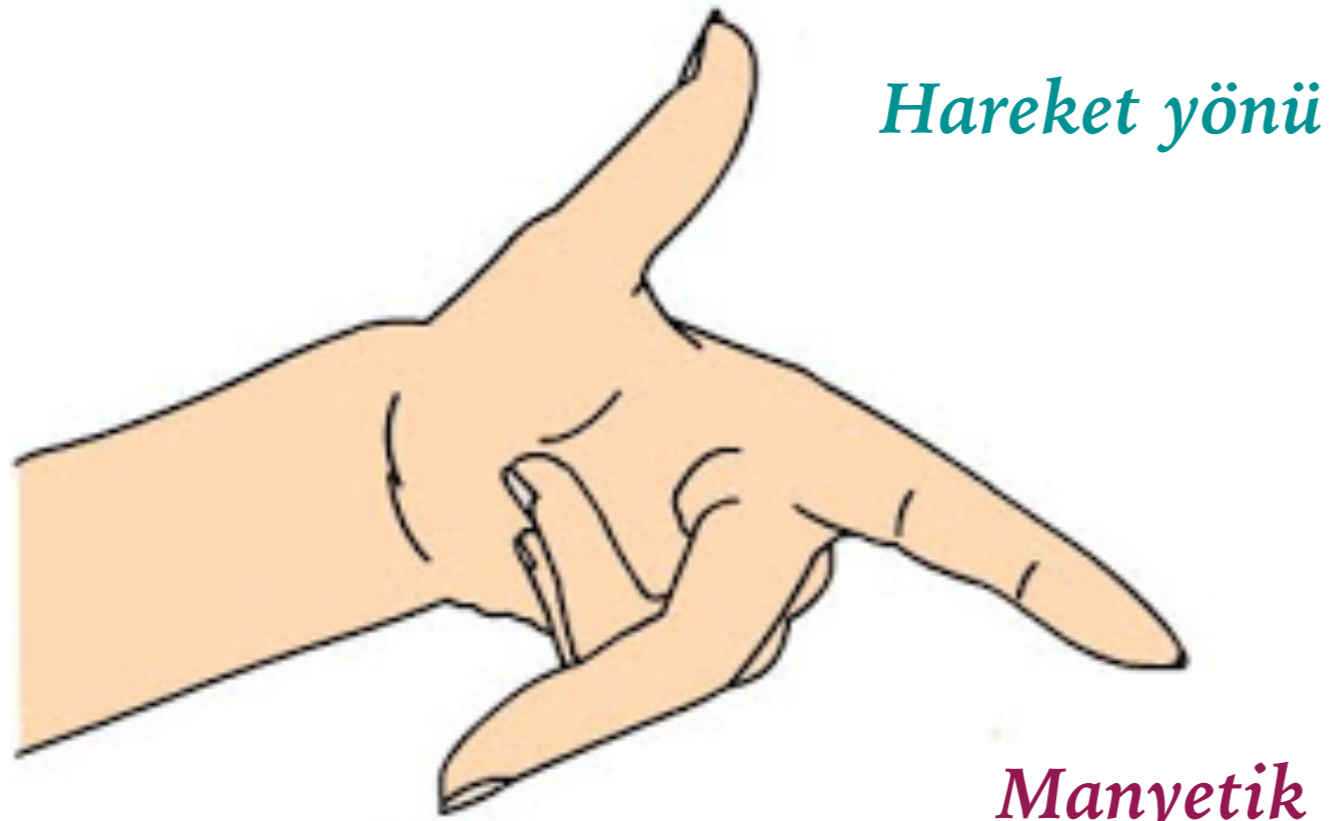
AKIM TAŞIYAN BİR İLETKENE ETKİYEN MANYETİK KUVVET

Tek yüklü bir parçacık, bir manyetik alandan geçerken bir kuvvet etkisinde kalıyorsa üzerinden akım geçen bir tele de manyetik alan içinde kuvvet etkimesi süpriz değildir. Biliyoruz ki akım zaten çok sayıda yüklü parçacıktan oluşmaktadır. Bu yüzden her bir yüklü parçacığa bir kuvvet uygulanacak ve bu kuvvetlerin toplamı tele etkileyen net kuvveti verecektir.



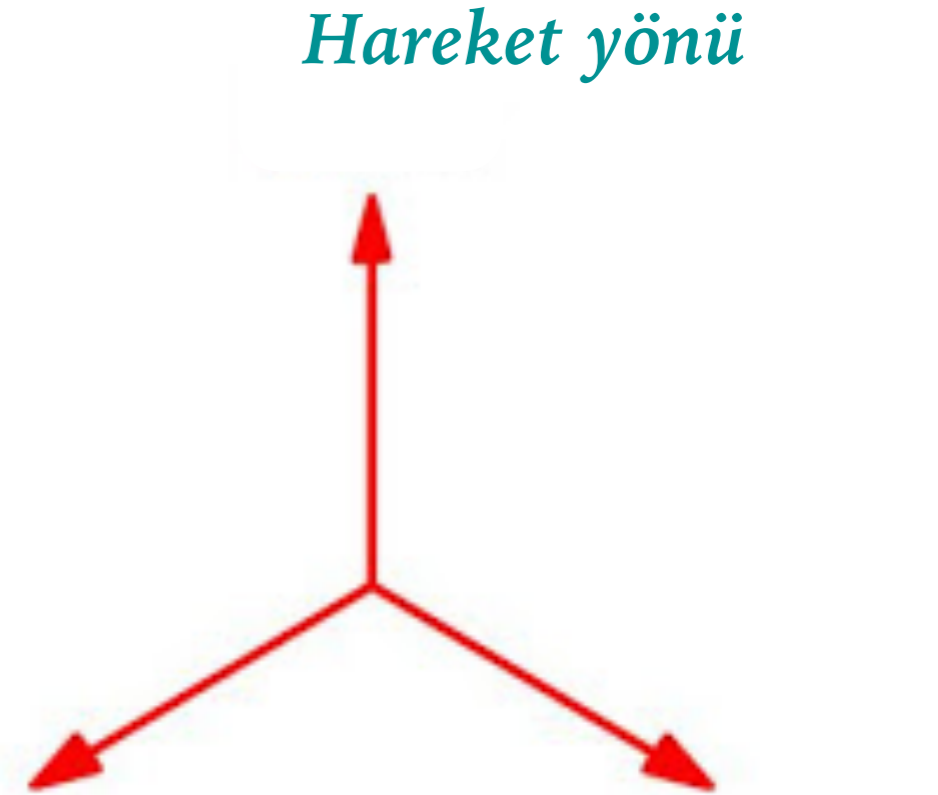
SAĞ EL KURALI

Fleming's left-hand rule



*Akim veya
yüklü parçacığın
hızı*

*Manyetik
alan*



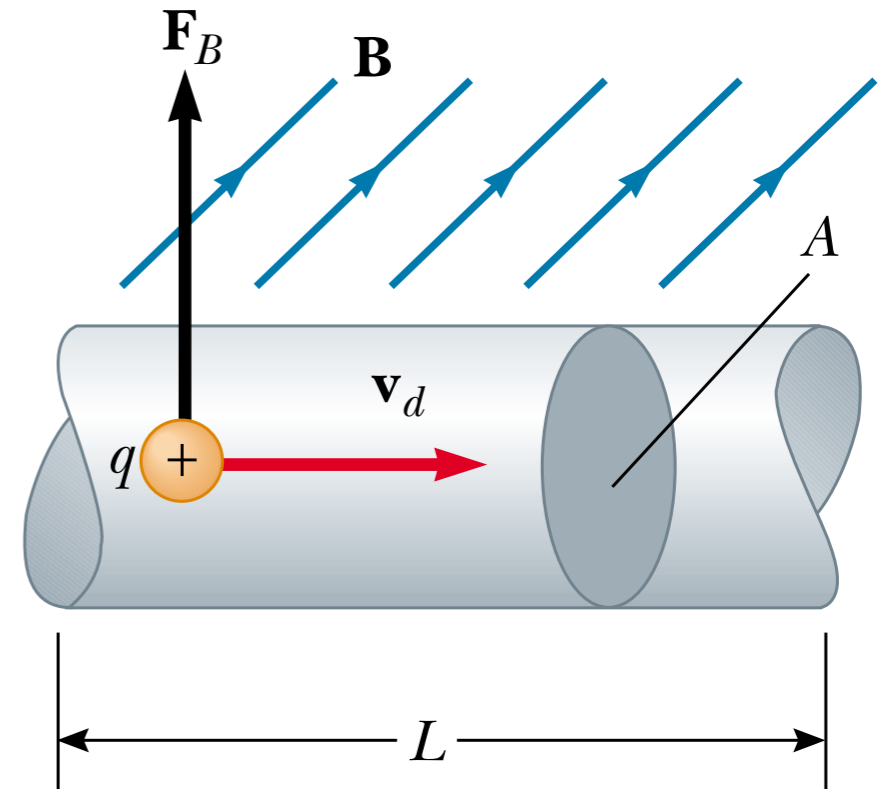
*Akim veya
yüklü parçacığın
hızı*

*Manyetik
alan*

AKIM TAŞIYAN BİR İLETKENE ETKİYEN MANYETİK KUVVET

Bu tartışmayı, Şekil 29.7 deki gibi düzgün bir \mathbf{B} dış manyetik alanı içinde I kadar akım taşıyan, kesit alanı A ve uzunluğu L olan düz bir tel parçası düşünererek nicel hale getirelim. Bir \mathbf{v}_s sürüklenme hızı ile hareket eden q yüküne etkiyen manyetik kuvvet $q\mathbf{v}_s \times \mathbf{B}$ bağıntısıyla verilir. Tele etkiyen toplam kuvveti bulmak için, bir yüke etkiyen $q\mathbf{v}_s \times \mathbf{B}$ kuvveti, tel parçasında bulunan yük sayısı ile çarpılır. Parçanın hacmi AL olduğu için içindeki yük sayısı nAL dir. Burada n birim hacimdeki yük sayısıdır. Sonuç olarak uzunluğu L olan tele etkiyen toplam manyetik kuvvet

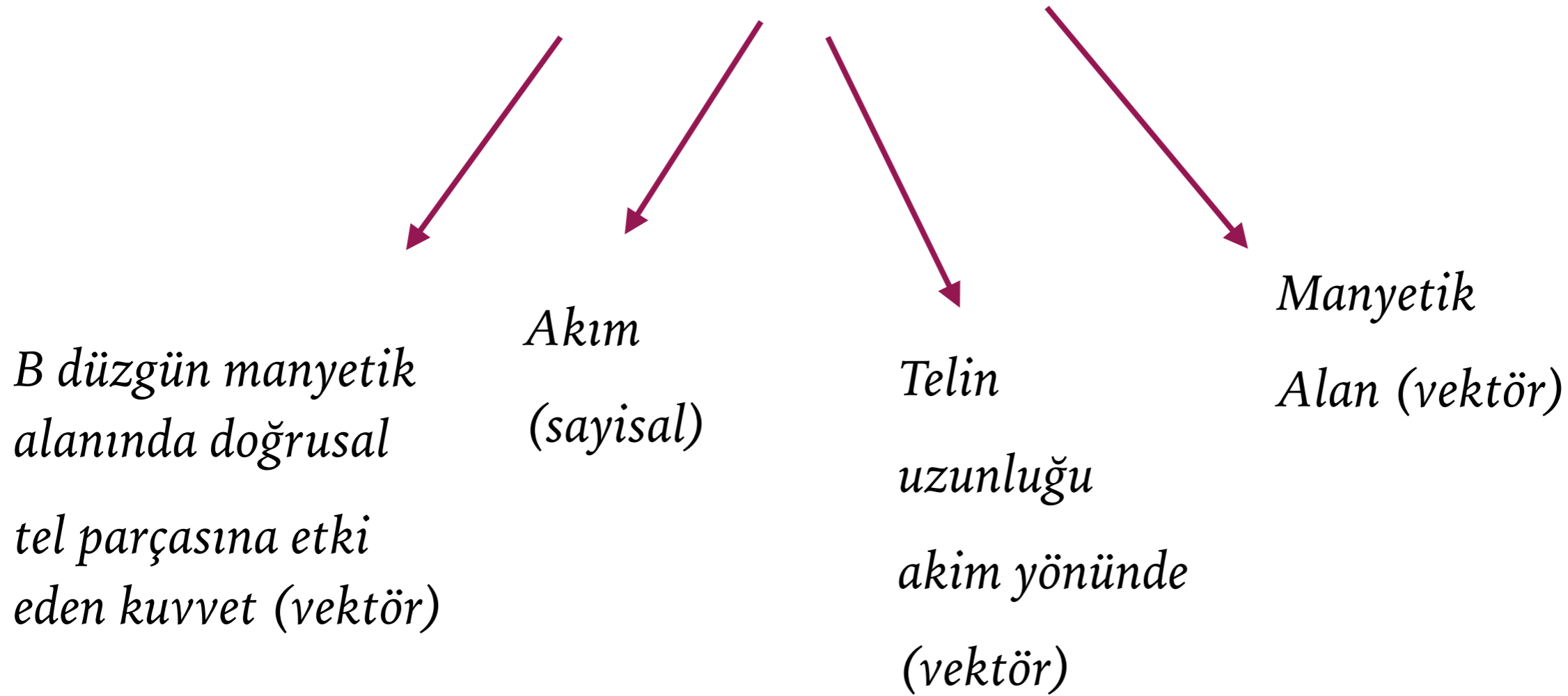
$$\mathbf{F}_B = (q\mathbf{v}_d \times \mathbf{B}) nAL$$



AKIM TAŞIYAN BİR İLETKENE ETKİYEN MANYETİK KUVVET

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

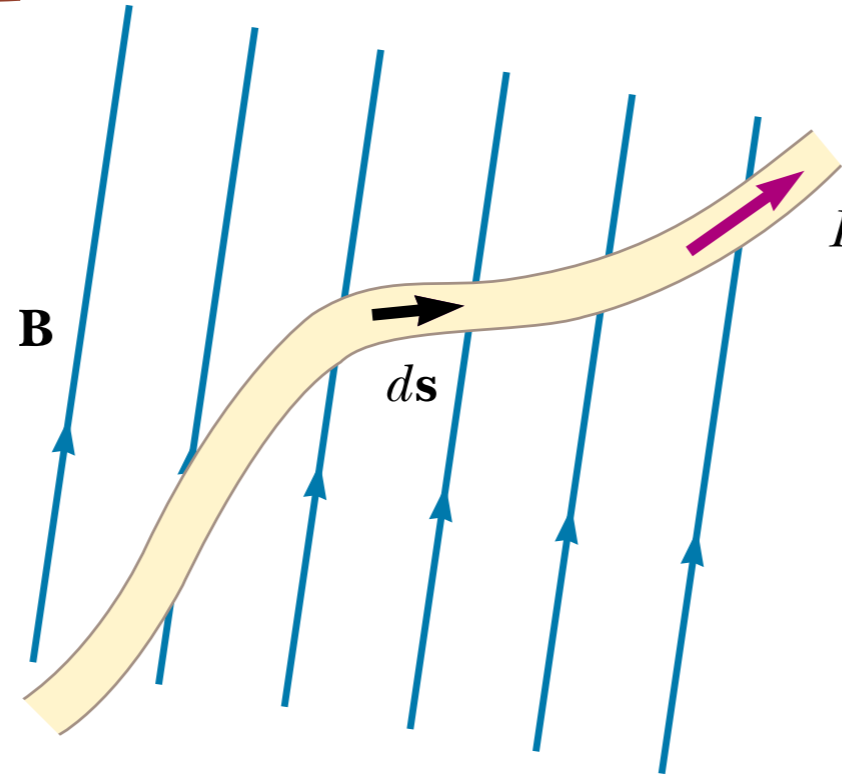
Alandaki tel doğrusal



Bu hesaplama arkadaşlara vektörel bir özellik göstermektedir.



AKIM TAŞIYAN BİR İLETKENE ETKİYEN MANYETİK KUVVET



Şimdi, Şekil 29.8 deki gibi bir dış manyetik alan içerisinde düzgün kesitli fakat keyfi biçimli bir tel gözönüne alalım. Bir \mathbf{B} alanı bulunduğu zaman çok küçük bir $d\mathbf{s}$ parçasına etkiyen manyetik kuvvet Eşitlik 29.3 gereği

$$d\mathbf{F}_B = I d\mathbf{s} \times \mathbf{B} \quad (29.4)$$

bağıntısıyla verilir. Burada $d\mathbf{F}_B$, Şekil 29.8 de varsayılan yönler için kağıt düzlemine dik ve dışa doğru yönelmiştir. Eşitlik 29.4 \mathbf{B} nin değişik bir tanımını olarak düşünebilir. Yani, \mathbf{B} alanı, bir akım elemanına etkiyen ölçülebilir bir kuvvet cinsinden tanımlanabilir. Buradaki kuvvet, \mathbf{B} akım elemanına dik olduğunda maksimum, \mathbf{B} akım elemanına paralel olduğunda ise sıfırdır.

AKIM TAŞIYAN BİR İLETKENE ETKİYEN MANYETİK KUVVET

Şekil 29.8 de gösterilen tele etkiyen toplam \mathbf{F}_B kuvvetini elde etmek için, Eşitlik 29.4'ü telin uzunluğu boyunca integre ederiz:

$$\mathbf{F}_B = I \int_a^b d\mathbf{s} \times \mathbf{B} \quad (29.5)$$

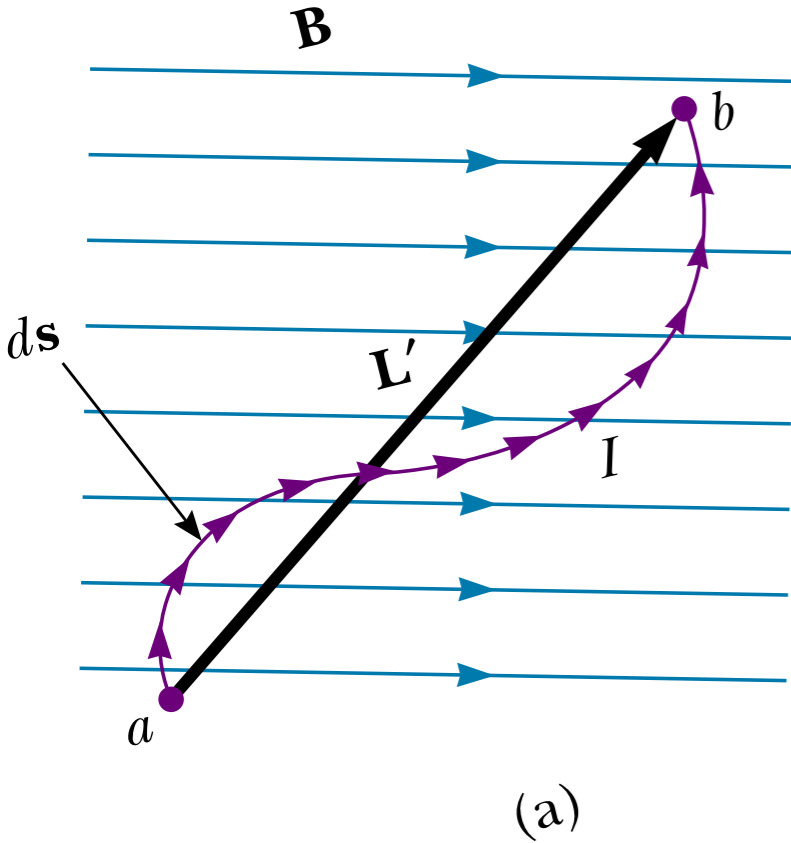
Bu ifadede, a ve b telin uç noktalarını temsil etmektedir. Bu integral alınırken her noktada manyetik alanın büyüklüğü ve $d\mathbf{s}$ vektörüne göre yönü (yani akım elemanına göre yönelimi) değişebilir.

Şimdi 29.5 Eşitliğinin uygulanmasını içeren iki özel durumu ele alalım. Her iki durumda da dış manyetik alanın büyüklüğü ve yönü sabit kabul edilmektedir.

AKIM TAŞIYAN BİR İLETKENE ETKİYEN MANYETİK KUVVET

Durum 1 Şekil 29.9a daki gibi düzgün bir \mathbf{B} dış manyetik alanı içerisinde bulunan, I akımı taşıyan eğrisel bir tel gözönüne alalım. Alan düzgün (yani, \mathbf{B} iletkenin bulunduğu bölgenin tamamında aynı değere sahip) varsayıldığı için, 29.5 Eşitliğinde \mathbf{B} , integralin dışına alınabilir ve

$$\mathbf{F}_B = I \left(\int_a^b d\mathbf{s} \right) \times \mathbf{B} \quad (29.6)$$

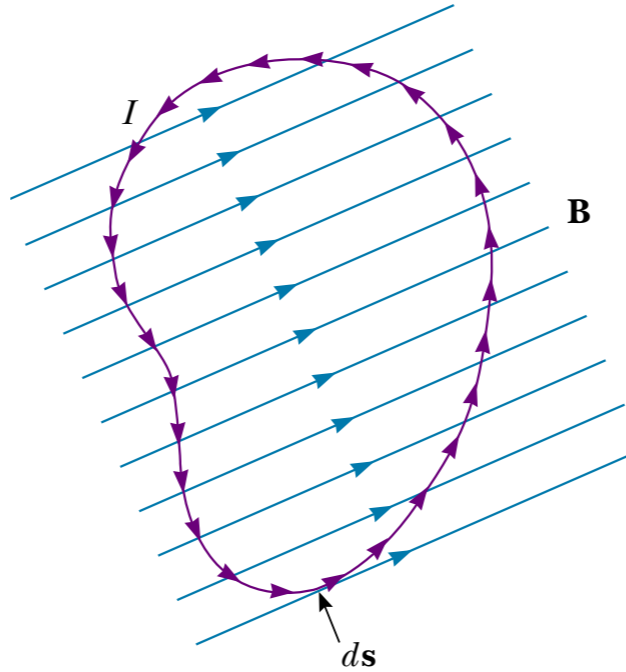


elde ederiz. Fakat $\int_a^b d\mathbf{s}$, niceliği a dan b ye kadar olan tüm yerdeğişim elemanlarının vektörel toplamını temsil eder. Birçok vektörün toplanması ile ilgili kural gereği toplam, a dan b ye doğru yönelen \mathbf{L}' vektörüne eşittir. Bu nedenle, Eşitlik 29.6

biçimine indirgenir.

$$\mathbf{F}_B = I\mathbf{L}' \times \mathbf{B} \quad (29.7)$$

AKIM TAŞIYAN BİR İLETKENE ETKİYEN MANYETİK KUVVET



Durum 2 I akımı taşıyan keyfi biçimli kapalı bir ilmek, Şekil 29.9b deki gibi düzgün bir \mathbf{B} manyetik alanına yerleştirilmiş olsun. İlmeğe etkiyen kuvveti yine Eşitlik 29.6 biçiminde ifade edebiliriz. Fakat bu sefer uzunluk elemanları ds lerin vektörel toplamı kapalı ilmeğin tamamı boyunca yapılmalıdır:

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

uzunluk elemanı vektörlerinin toplamı kapalı bir ilmek oluşturduğu için vektörel toplam *sıfır* olmalıdır. Bu sonuç, çokgen yöntemi kullanarak vektörlerin grafiksel süreçle toplanmasına dayanır. $\oint ds = 0$ olduğundan, $\mathbf{F}_B = 0$ sonucuna ulaşırız. Yani,

Düzgün bir manyetik alan içerisindeki herhangi bir kapalı akım ilmeğine etkiyen net manyetik kuvvet sıfırdır.

ÖRNEK-1

14. Bir tel 2,4 A lik bir kararlı akım taşımaktadır. Telin x eksenini boyunca 0,75 m lik düz kısmı, $\mathbf{B} = 1,6 \text{ k T}$ ile verilen düzgün bir manyetik alan içerisinde bulunduğuna ve akım $+x$ yönünde geçtiğine göre, telin bu kısmına etkiyen kuvvet ne kadardır?

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

$$F = (2.4A)(0.750m)ix(1.6T)k = (-2.88j)N$$

i, j, k birim vektörler $\rightarrow x, y, z$ koordinatları

KAYNAKLAR

1. <http://www.seckin.com.tr/kitap/413951887> (“Üniversiteler için Fizik”, B. Karaođlu, Seçkin Yayıncılık, 2012).
2. Fen ve Mühendislik için Fizik Cilt-2, R.A.Serway,R.J.Beichner,5.Baskıdan çeviri, (ÇE) K. Çolakođlu, Palme Yayıncılık.
3. Üniversite Fiziđi 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>