

Tek Kangalın Magnetik Alanı

Deneyin Amacı

- Uzun bir kangalının magnetik alanının, üzerinden geçen I akımının bir fonksiyonu olarak ölçülmesi.
- Uzun bir kangalın magnetik alanının, kangalın L boyu ve N sarım sayısının bir fonksiyonu olarak ölçülmesi.

Deneye Hazırlık Bilgileri

Biot-Savarts kanununa göre, üzerinden I akımı geçmekte olan bir iletkenin bir P noktasında meydana getirdiği \vec{B} magnetik alanı, uzunluğu ve yönü $d\vec{s}$ vektörü ile tarif edilen iletkenin sonsuz küçük parçalarının oluşturduğu diferansiyel,

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I}{r^2} d\vec{s} \times \frac{\vec{r}}{r} \quad (1)$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am} : \text{Boş uzayın geçirgenliği}$$

katkıların toplamı ile verilir. Denklem (1) 'deki \vec{r} vektörü, iletkenin ilgili parçasından P noktasına uzanan vektördür. Bunun anlamı, toplam magnetik alanın hesaplanması integral hesabını gerektirir.

Pek çok durumda, bu hesaplama oldukça karmaşıktır ve yalnızca belirli simetrilere sahip iletkenler için analitik çözüm elde edilebilir. Diğer durumlarda, örneğin uzun bir kangalın alanının hesaplandığı durumda, Ampere yasasını kullanmak daha kolaydır. Ampere yasası Maxwell denklemlerinden elde edilebilir. Bu yasa,

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \int_A \vec{J} \cdot d\vec{A} = \mu_0 I_A \quad (2)$$

\vec{J} : Akım yoğunluğu, I_A : A alanından geçen akım, S : A alanının kapalı sınır eğrisi

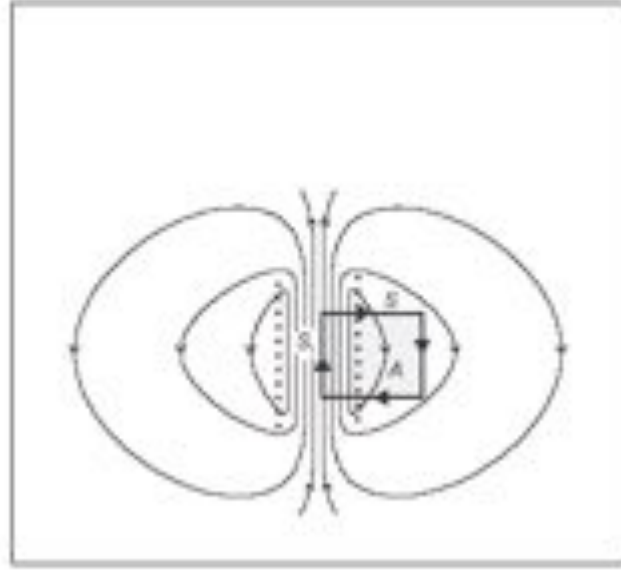
şeklinde yazılır.

Uzun bir kangalın magnetik alanını hesaplamak amacıyla, A ve S şekil-1'deki gibi seçilmiştir. Eğer kangal yeterince uzunsa, kangalın içerisindeki magnetik alan kangalın eksenine paraleldir ve kangalın dışında yaklaşık sıfırdır, i.e. magnetik alanın sınır eğrisi doğrultusundaki bileşeni yalnızca S_1 parçası üzerinde, sıfırdan farklı bir değere sahiptir. Böylece,

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \int_{S_1} \vec{B} \cdot d\vec{s} = BL \quad (3)$$

L : S_1 parçasının uzunluğu

yazılabilir.



Şekil-1 Uzun bir kangalın magnetik alanının hesaplanması

Buna ek olarak,

$$I_A = N.I \quad (4)$$

N : A içerisindeki sarım sayısı, I : kangaldan geçen akım

olduğundan dolayı,

$$B = \mu_0 I \frac{N}{L} \quad (5)$$

eşitliği elde edilir.

Bu deneyde, uzun kangal içerisindeki magnetik alan eksensel bir B-algılayıcısı yardımıyla ölçülecek ve (5) denkleminin doğrulanacaktır. B-algılayıcısı, eksenine paralel yöndeki alana hassas olan bir Hall algılayıcısı içermektedir.

Gerekli Deney Malzemeleri

Birim uzunluğunda değişken sayıda sarımı olan bir kangal

Bir adet yüksek-akım güç kaynağı

Bir adet Teslametre

Bir adet eksensel B-algılayıcısı (Eksensel Magnetik Alan Algılayıcısı)

Bir adet çok çekirdekli kablo, 6 kutup, 1,5 m boyunda

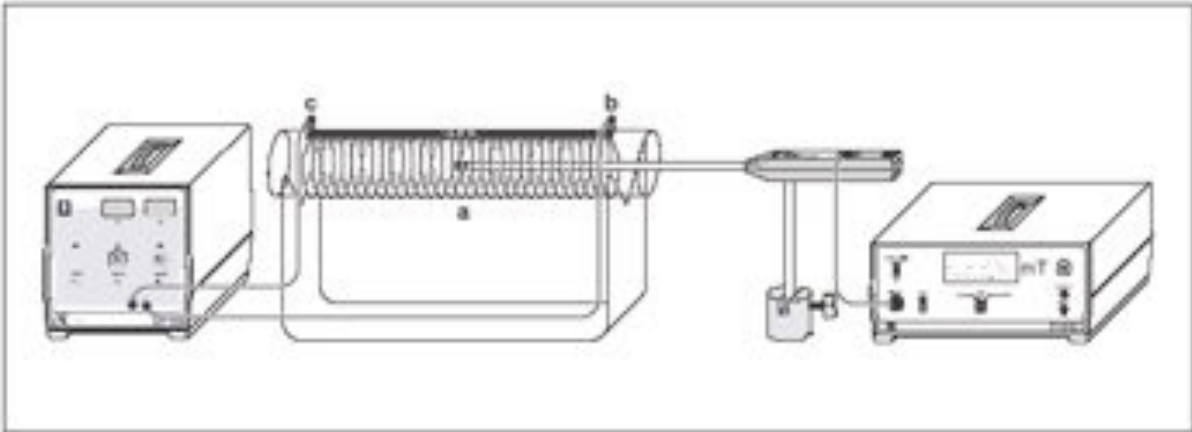
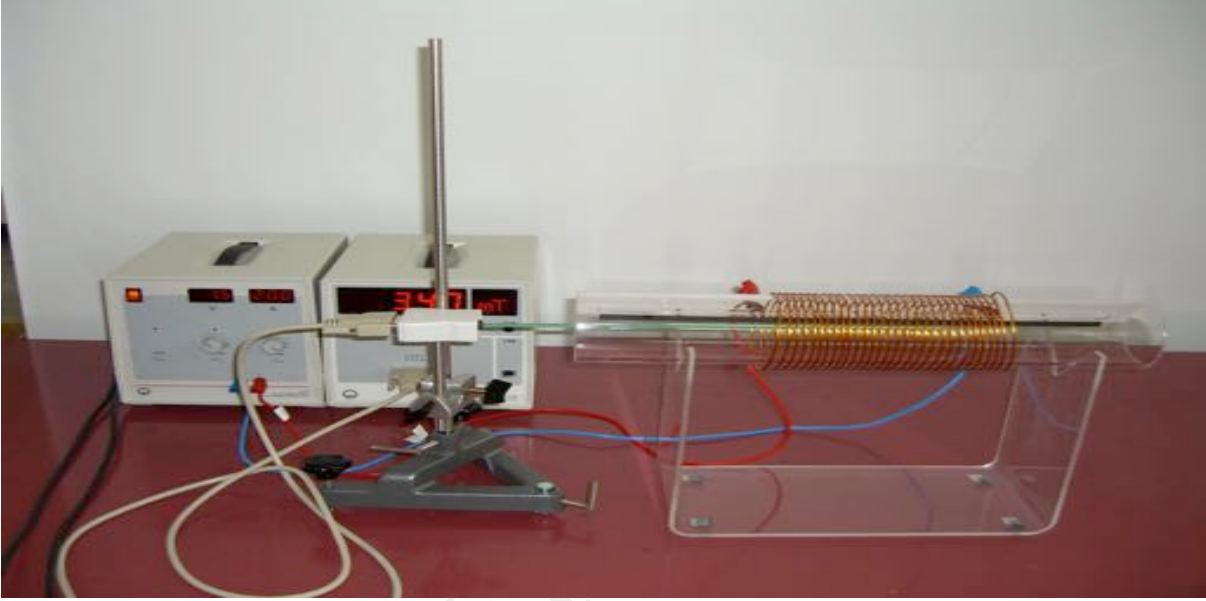
Kangallar ve tüpler için bir adet tutucu

Bir adet semer taban

Deneyin Kurulması

Deneyin kuruluđu Şekil-2'de gösterilmiŐtir.

- Birim uzunluğuunda değişken sayıda sarımı olan bir kangalı, kangallar ve tüpler için tutacağın üzerine koyun ve yüksek-akım güç kaynağına bağlayın.
- Eksensel B-algılayıcısını Teslametreye çok çekirdekli kablo yardımıyla bağlayın, tutucu çubuk (ayak) zerine kenetleyin ve Hall algılayıcısı **(a)** kangalın tam merkezinde kalacak Şekilde ayarlayın.



Şekil-2 Uzun kangalın magnetik alanının ölçülmesi için deneyin kuruluğu

UYARI : Eksensel B-algılayıcısının u kısmı son derece hassastır ve en küçük bir darbe bile kırılmasına neden olabilir. Lütfen dikkatli kullanınız.

Deneyin Yapılışı

a) Magnetik alanın I akımının bir fonksiyonu olarak ölçülmesi

- Teslametreyi açarak sıfır ayarını yapınız ve eksensel B-algılayıcıyı (prob ucunu) kangalın tam ortasına getiriniz.
- Bağlantı yuvalarını (**b**, **c**) simetrik bir şekilde ittirerek kangalın boyunu 15 cm olacak şekilde ayarlayınız (**b**: 12,5 cm, **c**: 27,5 cm). Sarım aralıklarının düzgün olmasına dikkat ediniz.
- Güç kaynağını açınız. I akımını 2 A'lık adımlarla artırınız (akımı ayarlarken bir miktar gerilim uygulamak da gerekebilir.) ve her durumda magnetik alanın değerini kaydediniz; her yeni ölçümden önce akımı sıfıra getirerek teslametrenin sıfır ayarını yapınız.
- Kangala verdiğiniz akım ve ölçtüğünüz magnetik alan değerlerini tablo-1'e kaydediniz.

Tablo-1 I akımının farklı değerlerinde magnetik alan ölçümleri

I A	B mT
0	
2	
4	
6	
8	
10	
12	
14	
16	
18	
20	

- Tablo1'den elde ettiğiniz verileri kullanarak, B magnetik alanının I akımına olan bağıllığını gösteren grafiği çiziniz. Çizdiğiniz bu grafikten yararlanarak, boş uzayın geçirgenliği μ_0 'ın değerini bulunuz. Bulduğunuz bu değeri μ_0 'ın gerçek değeri ile karşılaştırınız.

b) Magnetik alanın L kangal uzunluğunun bir fonksiyonu olarak ölçülmesi

- I=20 A akım uygulayınız.

UYARI : Yüksek akım değerlerinde kablolar ısındığı için ölçümlerinizi hızlı bir şekilde almanız gerekmektedir.

- Kangalın boyunu farklı L değerlerine ayarlamak için, bağlantı yuvalarını (**b**, **c**) simetrik bir şekilde çekin ve her durumda magnetik alanın değerini belirleyiniz; her yeni ölçümden önce akımı sıfıra getirerek teslametrenin sıfır ayarını yapınız.
- Kangalın L boyunun farklı değerleri için ölçmüş olduğunuz magnetik alan değerlerini Tablo-2' ye kaydediniz.

Tablo-2 L boyunun farklı değerlerinde magnetik alan ölçümleri

$\frac{L}{\text{cm}}$	$\frac{B}{\text{mT}}$
8	
10	
15	
20	
25	
30	
35	
40	

- Tablo-2'deki verilerden yararlanarak, $B - n$, ($n = \frac{N}{L}$; birim uzunluk başına sarım sayısı) ve $B - \frac{1}{L}$ grafiklerini çiziniz. Çizdiğiniz bu grafikten yararlanarak (5) formülünün doğruluğunu ayrı ayrı sınavınız.

c) Kargal akseni üzerinde farklı noktalarda magnetik alanın ölçülmesi

- $I = 15\text{A}$ akım uygulayınız.
- Kargal uzunluğunu $L = 30\text{ cm}$ olacak şekilde ayarlayınız.
- Bobin akseni üzerinde $x = 3\text{ cm}$ aralıklarla farklı noktalardaki magnetik alanları ölçerek Tablo-3'e aktarınız.

Tablo-3 Kargal akseni üzerinde farklı noktalarda magnetik alan ölçümleri

$x\text{ (cm)}$	$B\text{ (mT)}$
3	
6	
9	
12	
15	
18	
21	
24	
27	
30	

- Tablo-3' den yararlanarak $B - x$ grafiğini çiziniz. Çizdiğiniz grafikten faydalanarak kargal akseni üzerinde magnetik alanın nasıl değiştiğini söyleyiniz.

Deneyin Yorumlanması

Ölçüm sırasında her yeni ölçümden önce akımı sıfıra getirerek teslametrenin sıfır ayarını yaptınız. Neden?

$B-I$, $B-n$ ve $B-\frac{1}{L}$, $B-x$ grafiklerini çizdiniz. Bu grafiklerin şekilleri hakkında nasıl bir beklentiniz var ? Niçin ? Elde ettiğiniz verilere dayanarak (5) eşitliğini doğrulayabiliyor musunuz ? Yorumlayınız.

Yorum

AÜFF Fizik Bölümü

