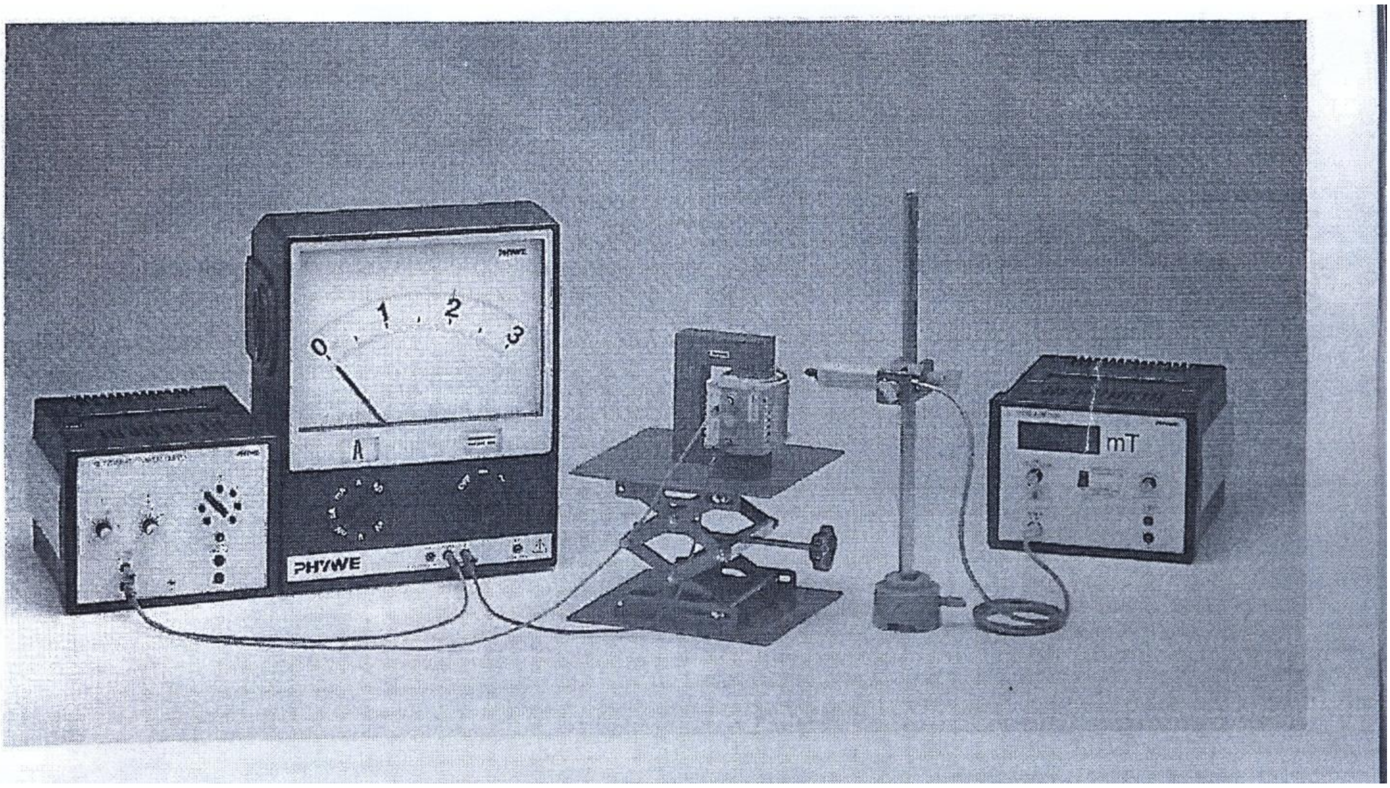
DENEY NO : 7

DENEYİN ADI: MANYETİK GEÇİRGENLİK KATSAYISI



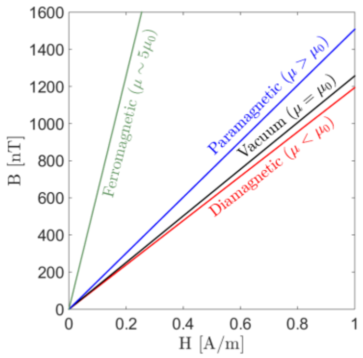
AMAÇ

Halka şeklindeki katmanlı ve katı demir çekirdeğin (göbeğin) manyetik geçirgenlik katsayılarının (μ) bulunması

DENEYİN TEORİSİ

Manyetik geçirgenlik: Bir manyetik malzemenin manyetik alana maruz kalmasıyla akı meydana gelir. Bu akı oluşumuna mıknatıslanma denir. Mıknatıslanmanın ölçüsü manyetik geçirgenliktir. Manyetik geçirgenlik; Akı yoğunluğundaki (B) değişimin manyetik alandaki (H) değişime oranı olarak tanımlanmaktadır:

$$\mu = dB/dH \qquad (1)$$



Manyetik alan içindeki maddelerin, üzerindeki akıya göre, bağıl manyetik geçirgenliklerinin sınıflandırılması şekilde verilmiştir.

Maddelerin Mıknatıslanması: Bir malzemenin manyetik durumu, **mıknatıslanma vektörü (M)** denen bir nicelikle anlatılır. Mıknatıslanma vektörü büyüklüğü, maddenin birim hacmindeki net manyetik momente eşittir. **Boşlukta manyetik akı yoğunluğu B_0** (Tesla) ve **uygulanan manyetik alan şiddeti H** (Amper/metre) birbirleriyle ilişkilidir:

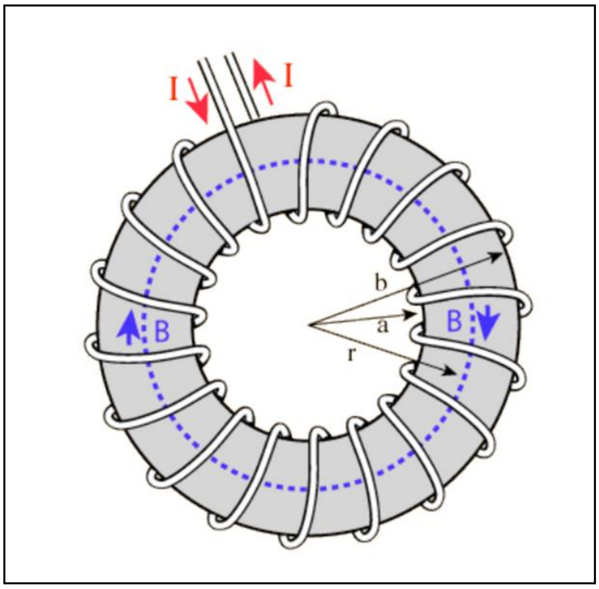
$$B_0 = \mu_0 . H \qquad (2)$$

Burada, μ_0, boşluğun manyetik geçirgenlik katsayısı (magnetic permeability of vacuum) olup değeri $4\pi.10^{-7}$ H/m dir. Tahmin edebileceğiniz gibi, bir maddedeki toplam manyetik alan, hem uygulanan (dış) alana ve hem de maddenin mıknatıslanmasına bağlıdır.

$$B = \mu_0 .(H+M) \qquad (3)$$

Toroidin Manyetik Alanı

Akım taşıyan bir iletkenin oluşturduğu bir $\mathbf{B_0}$ manyetik alanının bulunduğu bir bölge düşünelim; böyle bir bölge toroid gibi bir sargının içi olabilir. Şimdi o bölgeyi bir manyetik madde ile doldurursak, bölgedeki toplam alan $\mathbf{B} = \mathbf{B_0} + \mathbf{B_m}$ olacaktır. Buradaki $\mathbf{B_m}$ manyetik maddenin oluşturduğu alandır. Bu katkı, mıknatıslanma vektörü cinsinden $\mathbf{B_m} = \mu_0\mathbf{M}$ şeklinde ifade edilebilir. Böylece, maddedeki toplam alan



Şekil 7.1. Akım geçen telle sarılı içi dolu toroid

$$\mathbf{B} = \mathbf{B_0} + \mu_0\mathbf{M} \qquad (4)$$

Olur. Bu aşamada **manyetik alan yoğunluğu (H)** işlemlerde kolaylık sağlamaktadır. Bunun için (4) ifadesinin her iki tarafını μ_0'a bölelim ve $\mathbf{H} = \mathbf{B_0}/\mu_0$ diyelim. Buradan **b**u vektörel nicelik $\mathbf{H} = (\mathbf{B}/\mu_0) - \mathbf{M}$ bağıntısıyla ya da

$$\mathbf{B} = \mu_0 (\mathbf{H} + \mathbf{M}) \qquad (5)$$

eşitliği ile tanımlanır. SI birimleriyle **H** ve **M** nin her ikisinin boyutu da A/m'dir.

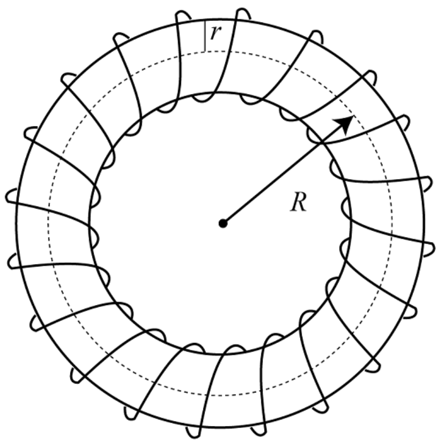
İçi boş toroid:

Bu ifadeleri daha iyi anlayabilmek için I akımı taşıyan bir toroidin içindeki bölgeyi göz önüne alalım.

Şayet bu iç bölge bir boşluksa, içinde mıknatıslanacak bir malzeme yoksa, $\mathbf{M} = 0$ dır ve

$$\mathbf{B} = \mathbf{B_0} = \mu_0\mathbf{H} \qquad (6)$$

olur.



Şekil 7.2. Akım geçen telle sarılı içi boş toroid

Bir toroidin içinde $\mathbf{B_0 = \mu_0 nI}$ olduğundan (burada n toroidin, (L) birim uzunluğundaki, (N) sarım sayısıdır ve n=N/L dir.)

$H = B_0/\mu_0$ olduğundan, H'ı; n ve akım (I) cinsinden bulalım:

$$H = B_0/\mu_0 = \mu_0 nI/\mu_0 = nI \tag{7}$$

$$\mathbf{H = I(N/L)} \tag{8}$$

elde edilir.

İçi Dolu Toroid:

Şayet toroidin içi bir tür madde ile doldurulur ve **I** akımı sabit tutulursa, maddenin içindeki **H**, n**I** büyüklüğünü koruyarak değişmeden kalacaktır. Bunun nedeni, manyetik alan şiddeti **H**'nin yalnız kangaldaki akımından kaynaklanmasıdır. Ancak, toplam **B** alanı madde konulduğu zaman değişir. (5) ifadesine göre **B**'nin bir kısmının toroiddeki akımdan ileri gelen $\mu_0\mathbf{H}$ teriminden; ikinci kısmının ise maddenin mıknatıslanmasından ileri gelen $\mu_0\mathbf{M}$ teriminden kaynaklandığını görürüz.

$$\mathbf{B = \mu_0 (H + M)} \tag{9}$$

Mıknatıslanma ile manyetik alan şiddeti arasında;

$$M = \chi . H \tag{10}$$

ilişkisi vardır. Burada χ manyetik alınganlık olarak adlandırılan birimsiz bir çarpandır. Buna göre yukarıdaki ifadeyi yeniden düzenleyelim;

$$\mathbf{B = \mu_0 H + \mu_0 M = \mu_0 H + \mu_0 . \chi H = \mu_0 (1+\chi) H} \tag{11}$$

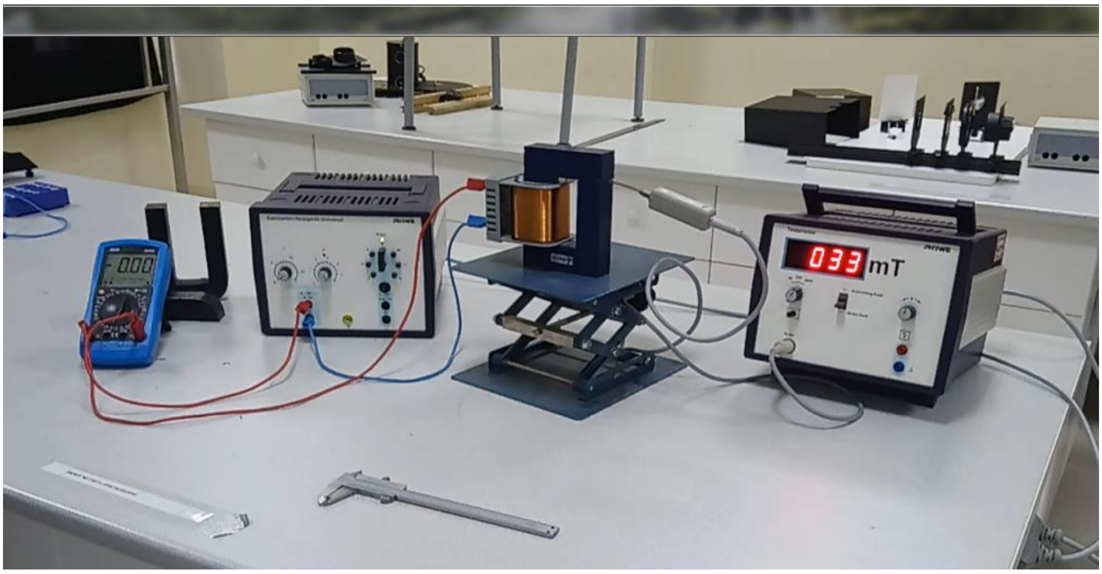
Olarak yazılabilir. Buradaki $\mathbf{\mu_0 (1+\chi) = \mu}$ diyelim. μ ortamın manyetik geçirgenlik katsayısıdır.

$$\mathbf{B = \mu H} \tag{12}$$

$\mu_0\,(1+\chi) = \mu$ ifadesinde parantez içerisindeki ifadeye de bağıl manyetik geçirgenlik katsayısı (μ_r) denmektedir.

$$\mu_r = \mu / \mu_0 = (1+\chi) \qquad (13)$$

DENEY DÜZENEĞİ



Şekil 7.3. Malzemelerin manyetik geçirgenlik katsayısının bulunması deney düzeneği.

DENEYDE KULLANILAN MALZEMELER

1. Güç kaynağı
2. Bobin
3. Teslametre
4. Katı ve katmanlı demir çekirdek
5. Ampermetre
6. İletken kablolar

DENEYİN YAPILIŞI

1. Şekil 7.3'deki düzeneği kurun.
2. 600 sarımlı bobin kullanın.
3. Düzenek için ilk olarak katı demir göbeği kullanın.
4. Güç kaynağından akımı (yaklaşık olarak) 2 A olacak şekilde ayarlayın (Akımın değerinin maksimum 2 A olması gerektiğini unutmayın).

5. Teslametrenin ön yüzündeki anahtarı 'Direct field' konumuna getirin.

6. Güç kaynağı üzerinde bulunan voltaj değerini değiştirerek multimetreden akım değerini ve teslametreden manyetik alan değerini (B) okuyarak aşağıdaki Tablo 7.1'i doldurun.

Tablo 7.1.Katı demir çekirdek için ölçüm ve hesaplamalar

I (A)	B (mT)	B (T)	H(A/m)

7. Her bir akım değeri için H büyüklüğünü; verdiğiniz akım değerini (I), bobinin sarım sayısı (N) ve demir çekirdeğin ortalama boyu (L) değerlerini kullanarak (8) bağıntısından hesaplayarak tabloya yazınız.

a. *Katı demir çekirdek için* (Pure iron)

N = 600, L = 232 mm, n=N/L = 2586 1/m

b. *Katmanlı demir çekirdek için* (Fe with lamellar structure)

N = 600, L = 244 mm n=N/L = 2459 1/m'dir.

8. Tablo 7.1 verilerinden yararlanarak B (Tesla)–H (Amper/metre) grafiğini çizin.

9. Grafiğin eğiminden ve (12) eşitliğinden yararlanarak katı demir çekirdeğin manyetik geçirgenlik katsayısını elde edin.

10. (13) bağıntısını kullanarak, katı demir çekirdeğin bağıl manyetik geçirgenlik katsayısını hesaplayınız.

11. Düzenekte bobini, katı demir çekirdekten çıkartıp katmanlı demir çekirdeğe takın.

12. Aynı işlemleri katmanlı demir göbek için de yaparak Tablo 7.2'yi doldurun.

13. Tablo 7.2 deki verilerden yararlanarak B (Tesla)–H (Amper/metre) grafiğini çizin.

14. Grafiğin eğiminden ve (12) eşitliğinden yararlanarak katmanlı demirin manyetik geçirgenlik katsayısını elde edin.

15. (13) bağıntısını kullanarak, katmanlı demir çekirdeğin bağıl manyetik geçirgenlik katsayısını hesaplayınız.

Tablo 7.2.Katmanlı demir çekirdek için ölçüm ve hesaplamalar

I (A)	B (mT)	B (T)	H(A/m)

Sorular

1. Yaptığınız hesaplamalar sonucu katı demir çekirdek ile katmanlı demir çekirdeğin manyetik geçirgenlik katsayıları arasında farklılık var mıdır? Varsa/yoksa sizce neden?