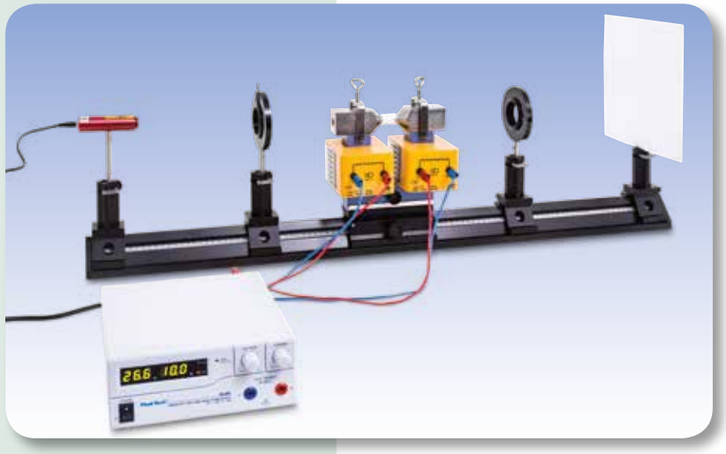
UE4040600 FARADAY ETKİSİ



DENEY PROSEDÜRLERİ

- **Flint camdaki Faraday etkisini gösterin**
- **Manyetik alanda polarizasyon düzleminin rotasyon açısını ölçün**
- **Kırmızı ve yeşil ışık için Verdet sabitini belirleyin.**
- **Kırılma endeksi için Cauchy katsayısını *b* belirleyin**

AMAÇ

Flint camı için Faraday etkisinin gösterilmesi ve Verdet sabitinin belirlenmesi

ÖZET

Optik olarak izotropik, transparan ve manyetik olmayan materyaller manyetik alan içerinde optik olarak etkin olurlar. Bunlar kendilerinin içersinden manyetik alan yönünde geçen lineer olarak polarize olmuş ışığın polarizasyon düzlemini döndürürler. Çünkü ışığın saat yönünde ve saat yönünün tersinde polarize olmuş bileşenleri geçmek için farklı miktarda zaman harcarlar. Bu etki Faraday etkisi olarak bilinir. Bu deneyde Faraday etkisi flint camı için ölçülecektir. Bu özel tür cam yüksek oranda kendisine has optik dağılım sergiler. Frekansın kırılma endeksine *n* bağlılığı Cauchy formülüyle verilir.

GEREKLİ CİHAZLAR

Miktar	Cihazlar	Ürün no.
1	Hassas Optik Masa D Uzunluk 1000 mm	1002628
4	Optik Sürücü D Manşon yüksekliği:90 mm Alt kısmın genişliği:50 mm	1002635
1	Optik Alt Kısım D	1009733
1	Diyot Lazer, Kırmızı	1003201
1	Lazer Modülü, Yeşil	1003202
2	Ayaklı Polarizasyon Filtresi	1008668
1	Projeksiyon Ekranı	1000608
1	Dönüştürücü Çekirdek D	1000976
2	Kutup Çarığı D Çifti	1000978
2	Bobin D, 900 Dönüşlü	1012859
1	Faraday Etkisi için Flint Cam Engeli	1012860
1	Faraday Etkisi için Aksesuarlar	1012861
1	Teslametre E	1008537
1	Bükülgen Manyetik Alan Sensörü	1001040
1	Hazne ayağı, 1 kg	1002834
1	Çok amaçlı kıskaç	1002833
1	Takım 15 deney kablosu, 75 cm 1 mm²	1002840
1	DC Güç Kaynağı, 1 – 32 V, 0 – 20 A (230 V, 50/60 Hz)	1012857 veya
	DC Güç Kaynağı, 1 – 32 V, 0 – 20 A (115 V, 50/60 Hz)	1012858

2

TEMEL İLKELER

Optik olarak izotropik, transparan ve manyetik olmayan materyaller manyetik alan içerinde optik olarak etkin olurlar. Bunlar kendilerinin içersinden manyetik alan yönünde geçen lineer olarak polarize olmuş ışığın polarizasyon düzlemini döndürürler. Çünkü ışığın saat yönünde ve saat yönünün tersinde polarize olmuş bileşenleri geçmek için farklı miktarda zaman harcarlar. Bu etki Faraday etkisi olarak bilinir.

Polarize olmuş ışığın geçmesi için harcanan zamandaki farklılık basit bir model kullanılarak manyetik alanda polarize olmuş ışık tarafından deneyimlenen frekanstaki değişimler yardımıyla tanımlanabilir. Saat yönünde polarizasyonlu ışığın frekansında *f* Larmor frekansı adı verilen az bir artış gözlemlenir.

(1) $$f_L = \frac{e}{4\pi \cdot m_e} \cdot B,$$

$e = 1.6021 \times 10^{-19}$ As: Bir elektronun yükü

$m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg: Bir elektronun durağan kütlesi

Saat yönün tersinde polarize olmuş ışığın frekansı yine aynı miktarda azaltılır.

(2) $$f_\pm = f \pm f_L$$

Ayrı frekanslar maddedeki farklı kırılma endekslerine atfedilebilir. Bu da madde içerisinde dalgaların yayılma hızının da farklı olduğu anlamına gelir.

Bunlar polarizasyon düzleminin yönün optik olarak aktif maddelerde aşağıdaki gibi belirlenmesini mümkün kılar:

(3) $$\varphi = 2\pi \cdot f \cdot (t_+ - t_-) = 2\pi \cdot f \cdot \frac{d}{c} \cdot \left(n(f_+) - n(f_-)\right)$$

d: Örneğin (numunenin) uzunluğu,

$c = 2.998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$: ışığın hızı

Larmor frekansı f_L, *f*'den daha küçük olduğundan:

(4) $$\varphi = 2\pi \cdot f \cdot \frac{d}{c} \cdot \frac{dn}{df} \cdot 2 \cdot f_L = f \cdot \frac{dn}{df} \cdot \frac{e}{m_e \cdot c} \cdot B \cdot d$$

Ayrıca rotasyon açısı φ manyetik alana *B* ve ışığın geçtiği maddenin uzunluğuna *d* orantılıdır:

(5) $$\varphi = V \cdot B \cdot d$$

Orantısallık sabiti

(6) $$V = \frac{e}{m_e \cdot c} \cdot f \cdot \frac{dn}{df}$$

Verdet sabiti olarak adlandırılır ve ışığın *f* frekansında içinden geçtiği maddedeki dağılımına bağlıdır

Bu deneyde ölçümler flint camının içinde Faraday etkisinden yapılır (F2). Bu özel tür cam yüksek oranda kendisine has optik dağılım sergiler. Frekansın kırılma endeksine n bağlılığı Cauchy formülüyle verilir.

(7) $$n(f) = a + \frac{b}{c^2} \cdot f^2$$

$a = 1.62$, $b = 8920$ nm² olduğunda

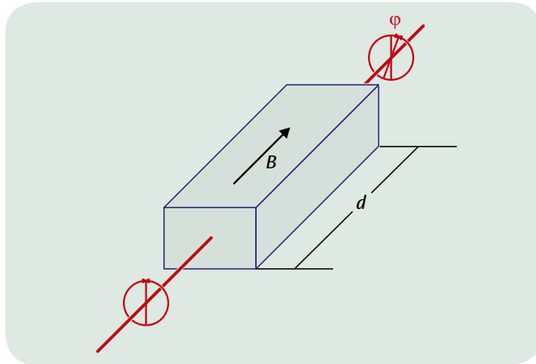
Küçük rotasyon açıları için ölçümlerin doğruluğunu arttırmak adına bu deney manyetik alan *B* pozitif olduğunda ışığın polarizasyonu analizör filtresi iletilen ışığın tam olarak 0°'da karanlığa gitmesine sebep olacak şekilde kurulmuştur. Eğer manyetik alan negatif olursa -*B* analizör ışığı tekrardan kapatmak için 2φ açısında döndürülmek zorundadır.

DEĞERLENDİRME

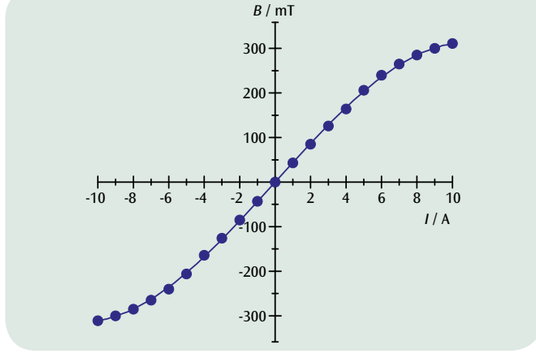
Denklem (6) ve (7)'den aşağıdaki denklem türetilebilir:

$$V = \frac{2 \cdot e \cdot b \cdot f^2}{m_e \cdot c^3} = \frac{2 \cdot e \cdot b}{m_e \cdot c \cdot \lambda^2}$$

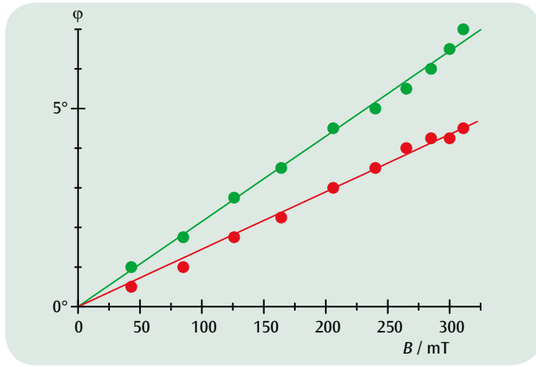
Bu da burada kullanılan flint camının kırılma endeksi için Verdet sabitinden Cauchy katsayısını *b* elde etmek ışığın dalga uzunluğu λ bilindiği sürece mümkündür. $b = \frac{m_e \cdot c}{2 \cdot e} \cdot V \cdot \lambda^2$



Şekil 1: Faraday etkisini göstermek için şematik diyagram



Şekil 2: Elektromıknatıslar için kalibrasyon eğrisi



Şekil 3: Kırmızı ve yeşil lazer ışıkları için manyetik alanın fonksiyonu olarak rotasyon açısı