



TAREFAS

- Comprovação do Efeito de Faraday no vidro de sílex.
- Medição do ângulo de rotação do plano de polarização no campo magnético.
- Determinação da Constante de Verdet para luz vermelha e verde.
- Determinação do Coeficiente de Cauchy b do índice de refração.

OBJETIVO

Comprovação do Efeito de Faraday e determinação da Constante de Verdet para vidro de sílex

RESUMO

Matérias óticamente isotrópicas, transparentes e não magnéticas se tornam óticamente ativas em um campo magnético. Elas giram o plano de polarização de luz polarizada linearmente, que passa pela matéria na direção do campo magnético, pois os tempos de percurso da parte polarizada circular direita e esquerda são diferentes. Este efeito é denominado de Efeito de Faraday. Na experiência, o Efeito de Faraday é medido no vidro de sílex. Este vidro se caracteriza por uma dispersão ótica muito alta e uniforme. A dependência da frequência do índice de refração n pode ser reproduzida com boa aproximação por uma fórmula de Cauchy.

APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo Nº
1	Banco ótico de precisão D, 100 cm	U10300
4	Cavalete ótico D, 90/50	U103111
1	Pé ótico D	U10319
1	Diodo laser, vermelho	U22000
1	Módulo laser, verde	U22001
2	Filtro de polarização sobre haste	U22017
1	Tela de projeção	U17130
1	Núcleo de transformador D	U8497180
2	Par de sapatas polares	U8497200
2	Bobina D, 900 espiras	U8497390
1	Paralelepípedo de vidro flint para o efeito de Faraday	U8474060
1	Conjunto de acessórios para o efeito de Faraday	U8496420
1	Teslâmetro E	U8533982
1	Sonda de campo magnético, axial/tangencial	U8533997
1	Base em tonel 1000 g	U13265
1	Fixador universal	U13261
1	Conjunto de cabos para experiências, 75 cm, 1 mm ²	U13800
1	Fonte de alimentação DC 1 – 32 V, 0 – 20 A (230 V, 50/60 Hz)	U11827-230 ou
	Fonte de alimentação DC 1 – 32 V, 0 – 20 A (115 V, 50/60 Hz)	U11827-115



FUNDAMENTOS GERAIS

Matérias óticamente isotrópicas, transparentes e não magnéticas se tornam óticamente ativas em um campo magnético. Elas giram o plano de polarização de luz polarizada linearmente, que passa pela matéria na direção do campo magnético, pois os tempos de percurso da parte polarizada circular direita e esquerda são diferentes. Este efeito é denominado de Efeito de Faraday.

As diferenças no tempo de percurso podem ser explicadas em um modelo simples através da alteração da frequência experimentada pela luz polarizada circularmente no campo magnético. Na luz polarizada à direita, a frequência f aumenta pouco pela frequência de Larmor

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

$e = 1,6021 \cdot 10^{-19}$ As : carga elementar

$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg : massa em repouso do elétron

a frequência da luz polarizada à esquerda é diminuída do mesmo valor. Então, vale

$$(2) \quad f_{\pm} = f \pm f_l$$

Às frequências diferentes são atribuídos índices diferentes de refração no material. Por isto, as velocidades das ondas no material também são diferentes.

Com estes dados, pode-se calcular a rotação do plano de polarização no material óticamente ativo:

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

d : comprimento da amostra,

$c = 2,998 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$: velocidade da luz

Como a frequência de Larmor f_l é substancialmente menor que f , conclui-se que

$$(4) \quad \begin{aligned} \varphi &= 2\pi \cdot f \cdot \frac{d}{c} \cdot \frac{dn}{df} \cdot 2 \cdot f_l \\ &= f \cdot \frac{dn}{df} \cdot \frac{e}{m_e \cdot c} \cdot B \cdot d \end{aligned}$$

O ângulo de rotação φ é, então, proporcional ao campo magnético B e ao comprimento d irradiado:

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

A constante de proporcionalidade

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

é denominada de Constante de Verdet e depende da dispersão da luz no material irradiado e da frequência f da luz.

Na experiência, o Efeito de Faraday é medido em vidro de sílex F2. Este vidro se caracteriza por uma dispersão ótica muito alta e uniforme. A dependência da frequência do índice de refração n pode ser reproduzida com boa aproximação por uma fórmula de Cauchy.

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

com $a = 1,62$, $b = 8920 \text{ nm}^2$,

Para aumentar a precisão de medição face aos pequenos ângulos de rotação, a polarização da luz na experiência com campo magnético positivo B é determinada de forma que o analisador escureça o campo de visão a exatamente 0° . Após comutação para campo magnético negativo $-B$, o analisador é girado pelo ângulo 2φ , para alcançar a escuridão novamente.

ANÁLISE

De (6) e (7), conclui-se
$$V = \frac{2 \cdot e \cdot b \cdot f^2}{m_e \cdot c^3} = \frac{2 \cdot e \cdot b}{m_e \cdot c \cdot \lambda^2}$$

A partir da Constante de Verdet, pode-se então determinar o Coeficiente de Cauchy b para o índice de refração do vidro de sílex utilizado, se o comprimento de onda λ da luz utilizada for conhecido.

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

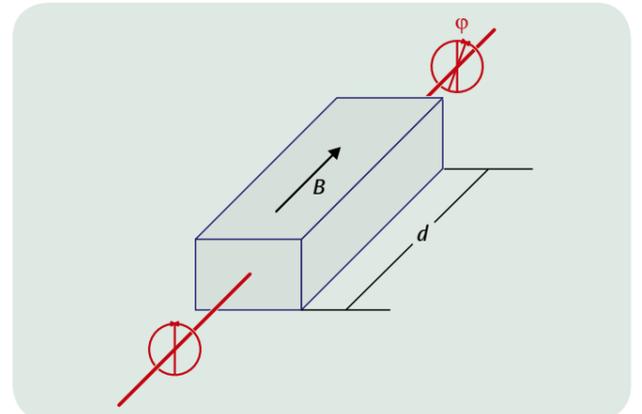


Fig. 1: Representação esquemática para explicação do Efeito de Faraday

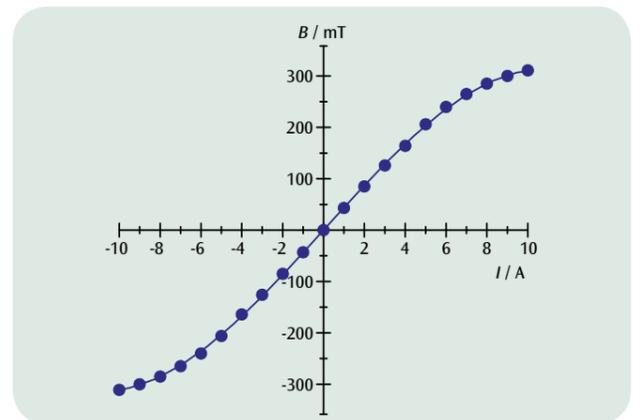


Fig. 2: Curva de calibração do eletroímã

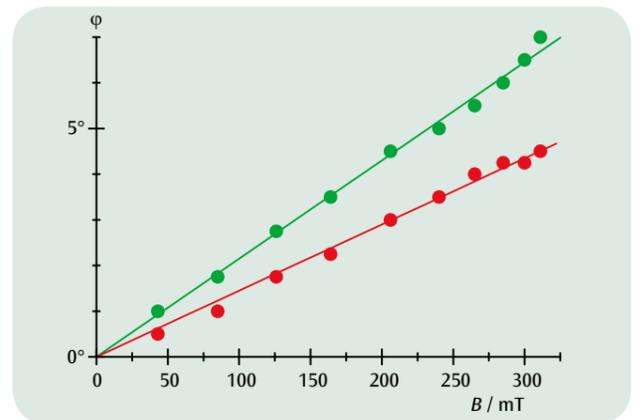


Fig. 3: Ângulo de rotação como função do campo magnético para luz laser vermelha e verde