



FUNZIONI

- Dimostrazione dell'effetto Faraday nel vetro flint.
- Misurazione dell'angolo di rotazione del piano di polarizzazione nel campo magnetico.
- Determinazione della costante di Verdet per luce rossa e verde.
- Determinazione del coefficiente Cauchy b dell'indice di rifrazione.

SCOPO

Dimostrazione dell'effetto Faraday e determinazione della costante di Verdet per il vetro flint

RIASSUNTO

Sostanze otticamente isotrope, trasparenti, non magnetiche diventano otticamente attive in un campo magnetico. Ruotano il piano di polarizzazione di una luce polarizzata linearmente che proceda in direzione del campo magnetico attraverso la sostanza, poiché i tempi di transito della parte polarizzata circolare destra e sinistra sono diversi. Questo effetto è noto come effetto Faraday. Nell'esperimento viene misurato l'effetto Faraday nel vetro flint. Questo vetro si distingue per un'elevata e regolare dispersione ottica. È possibile riprodurre la dipendenza di frequenza dell'indice di rifrazione n con una buona approssimazione tramite una formula di Cauchy.

APPARECCHI NECESSARI

Numero	Apparecchio	Cat. n°
1	Banco ottico di precisione D, 1000 mm	1002628
4	Cavaliere ottico D, 90/50	1002635
1	Piede ottico D	1009733
1	Diodo laser, rosso	1003201
1	Modulo laser, verde	1003202
2	Filtro di polarizzazione su asta	1008668
1	Schermo di proiezione	1000608
1	Nucleo del trasformatore D	1000976
2	Coppia di espansioni polari	1000978
2	Bobina D, 900 spire	1012859
1	Parallelepipedo in vetro flint per effetto Faraday	1012860
1	Accessori per effetto Faraday	1012861
1	Teslametro E	1008537
1	Sonda magnetica, assiale/tangenziale	1001040
1	Piede a barilotto, 1000 g	1002834
1	Morsetto universale	1002833
1	Set di 15 cavi per esperimenti, 75 cm, 1 mm ²	1002840
1	Alimentatore CC 1-32 V, 0-20 A (230 V, 50/60 Hz)	1012857
1	Alimentatore CC 1-32 V, 0-20 A (115 V, 50/60 Hz)	1012858

2

BASI GENERALI

Sostanze otticamente isotrope, trasparenti, non magnetiche diventano otticamente attive in un campo magnetico. Ruotano il piano di polarizzazione di una luce polarizzata linearmente che procede in direzione del campo magnetico attraverso la sostanza, poiché i tempi di transito della parte polarizzata circolare destra e sinistra sono diversi. Questo effetto è noto come effetto Faraday.

È possibile spiegare le differenze dei tempi di transito con un semplice modello tramite la modifica della frequenza che subisce la luce polarizzata circolare nel campo magnetico. In caso di luce polarizzata destra, la frequenza f aumenta leggermente della frequenza di Larmor

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

$e = 1,6021 \cdot 10^{-19} \text{ As}$: Carica fondamentale

$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$: Massa a riposo dell'elettrone

la frequenza della luce polarizzata sinistra si riduce dello stesso valore. Pertanto si ha

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

Alle diverse frequenze devono essere assegnati diversi indici di rifrazione nel materiale. Pertanto sono diverse anche le velocità dell'onda nel materiale. Con questi dati è possibile calcolare la rotazione del piano polarizzato nel materiale attivo otticamente:

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

d : Lunghezza del campione,

$c = 2,998 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$: Velocità della luce

Poiché la frequenza di Larmor f_l è notevolmente inferiore a f , ne consegue

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

L'angolo di rotazione φ è proporzionale al campo magnetico B e alla lunghezza percorsa d :

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

La costante di proporzionalità:

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

viene detta costante di Verdet; dipende dalla dispersione della luce nel materiale irradiato e dalla frequenza f della luce.

Nell'esperimento viene misurato l'effetto Faraday nel vetro flint F2. Questo vetro si distingue per un'elevata e regolare dispersione ottica. È possibile riprodurre la dipendenza di frequenza dell'indice di rifrazione n con una buona approssimazione tramite una formula di Cauchy.

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

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

Per aumentare l'accuratezza di misurazione per piccoli angoli di rotazione, nell'esperimento con campo magnetico positivo B , la polarizzazione della luce viene definita in modo che l'analizzatore del campo visivo schermi esattamente a 0° . Dopo la commutazione al campo magnetico negativo $-B$, l'analizzatore viene ruotato intorno all'angolo 2φ per raggiungere di nuovo intensità zero.

ANALISI

Da (6) e (7) deriva
$$V = \frac{2 \cdot e \cdot b \cdot f^2}{m_e \cdot c^3} = \frac{2 \cdot e \cdot b}{m_e \cdot c \cdot \lambda^2}$$

Dalla costante di Verdet è quindi possibile determinare il coefficiente di Cauchy b per l'indice di rifrazione del vetro flint utilizzato, se si conosce la lunghezza d'onda λ della luce impiegata.

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

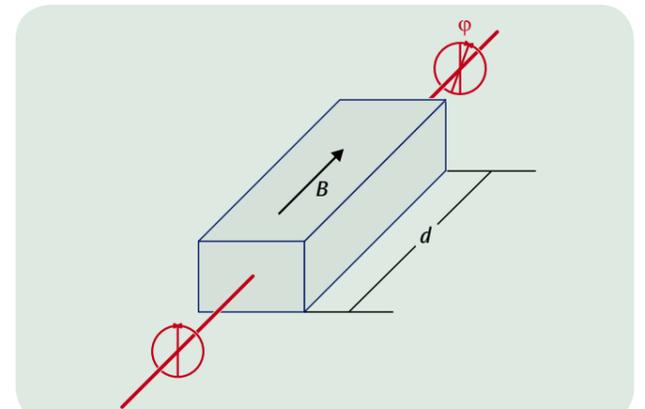


Fig. 1: Rappresentazione schematica della spiegazione dell'effetto Faraday

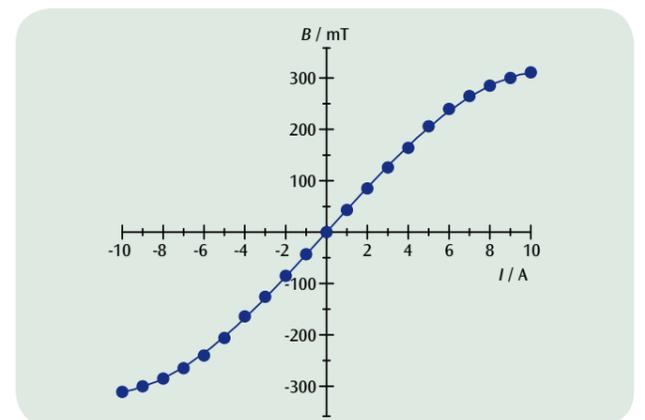
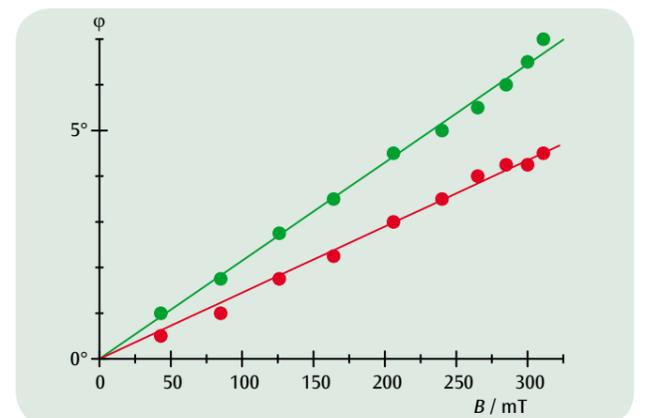


Fig. 2: Curva di calibrazione del magnete elettrico


 Fig. 3: Angolo di rotazione φ come funzione del campo magnetico B per luce laser rossa e verde