

TAREFAS

- Comprovação da birrefração em feixe de decurso conoscópico.
- Alteração da birrefração por aplicação de campo elétrico.
- Determinação da tensão de meia onda.

OBJETIVO

Demonstração do Efeito de Pockels em feixe conoscópico

RESUMO

O Efeito de Pockels é um efeito eletro-ótico em que um campo elétrico em material adequado divide um feixe de luz em dois feixes parciais polarizados perpendicularmente um em relação ao outro. Esta capacidade de birrefração baseia em valores de refração diferentes dependentes da direção de propagação e polarização da luz. No Efeito de Pockels, ela aumenta linearmente com a intensidade do campo elétrico e é comprovada, na experiência em um cristal de niobato de lítio (LiNbO₃) em feixe de decurso conoscópico. A imagem da interferência é formada, aqui, por dois grupos de hipérbolas, das quais é possível ler imediatamente a posição do eixo ótico da birrefração.

APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo N°
1	Célula de Pockels sobre cabo	U8557250
1	Banco ótico de precisão D, 100 cm	U10300
3	Cavalete ótico D, 90/50	U103111
2	Cavalete ótico D, 90/36	U103161
1	Laser de He-Ne	U21840
1	Objetiva acromática 10x/ 0,25	W30614
1	Filtro de polarização sobre haste	U22017
1	Lente convergente sobre haste f = 50 mm	U17101
1	Tela de projeção	U17130
1	Fonte de alta tensão E 5 kV (230 V, 50/60 Hz)	U8498294-230 ou
	Fonte de alta tensão E 5 kV (115 V, 50/60 Hz)	U8498294-115
1	Par de cabos de segurança para experiências, 75 cm	U13812



Informações técnicas sobre os dispositivos, consulte 3bscientific.com

2

FUNDAMENTOS GERAIS

O Efeito de Pockels é um efeito eletro-ótico em que um campo elétrico em material adequado divide um feixe de luz em dois feixes parciais polarizados perpendicularmente um em relação ao outro. Esta capacidade de birrefração baseia em valores de refração diferentes dependentes da direção de propagação e polarização da luz. No Efeito de Pockels, ela aumenta linearmente com a intensidade do campo elétrico e é comprovada, na experiência em um cristal de niobato de lítio (LiNbO₃) em feixe de decurso conoscópico.

Para isto, o cristal se encontra em uma Célula de Pockels configurada transversalmente, em que um campo elétrico é aplicado ao cristal na direção do eixo ótico da birrefração (vide Fig. 1). O feixe de luz que passa perpendicularmente pelo cristal divide-se em um feixe parcial ordinário e um extraordinário, ou seja, um feixe parcial polarizado na direção do eixo ótico da birrefração e outro perpendicular a ele. Medido no comprimento de onda do laser He-Ne $\lambda = 632,8$ nm, o valor de refração para o feixe parcial ordinário em niobato de lítio é $n_o = 2,29$ e, para o extraordinário, $n_e = 2,20$. A diferença de progresso entre o feixe parcial ordinário e o extraordinário totaliza

$$(1) \quad \Delta = d \cdot (n_o - n_e),$$

em que $d = 20$ mm é a espessura do cristal na direção do feixe.

A comprovação da birrefração utiliza um decurso de feixe clássico, que é proposto em numerosos livros didáticos de ótica para a comprovação da birrefração. Ilumina-se o cristal com um feixe de luz divergente, polarizado linearmente e observa-se a luz que passa através de um analisador cruzado. O eixo ótico da birrefração aparece claramente na imagem da interferência, pois se destaca em sua simetria do ambiente. Na experiência, ele está paralelo à superfície de entrada e à de saída, portanto, a imagem de interferência é constituída de dois grupos de hipérbolas, dispostos a 90° em relação ao outro. O eixo real do primeiro grupo de hipérbolas corre paralelo, o do segundo, perpendicularmente ao eixo ótico da birrefração.

As faixas escuras dos grupos de hipérbolas se formam através de feixes de luz, para os quais a diferença dos caminhos óticos do feixe parcial extraordinário e do ordinário no cristal são um múltiplo inteiro do comprimento de onda. Estes feixes de luz mantêm, após a passagem pelo cristal, sua polarização linear original e são eliminados pelo analisador.

A diferença de progresso corresponde a cerca de 2800 comprimentos de onda da luz laser utilizada. Entretanto, Δ , em geral, não é um múltiplo inteiro de λ , mas fica majoritariamente entre os dois valores $\Delta_m = m \cdot \lambda$ e $\Delta_{m+1} = (m + 1) \cdot \lambda$. As faixas escuras do primeiro grupo de hipérbolas devem, então, ser atribuídas às diferenças de progresso Δ_{m+1} , Δ_{m+2} , Δ_{m+3} , etc., do segundo grupo de hipérbolas, às diferenças de progresso Δ_m , Δ_{m-1} , Δ_{m-2} , etc. (vide Fig. 2). A posição das faixas escuras, mais precisamente, sua distância no centro, depende do tamanho da diferença entre Δ e $m \cdot \lambda$. O Efeito de Pockels aumenta ou diminui a diferença dos valores principais de refração $n_o - n_e$ segundo o sinal da tensão aplicada. Com isto, altera-se a diferença $\Delta - m \cdot \lambda$ e, com ela, também a posição das faixas escuras de interferência. Se é aplicada a chamada tensão de meia onda U_{π} , Δ se altera por meio comprimento de onda. As faixas escuras de interferência movimentam-se para a posição das claras e vice-versa. O processo se repete com cada novo aumento da tensão pelo valor U_{π} .

AVALIAÇÃO

Com uma tensão U_1 , as faixas escuras de interferência da ordem de interferência +1 se encontram bem no centro, com a tensão seguinte U_2 , as da ordem +2. Então, a tensão de meia onda é

$$U_{\pi} = \frac{U_2 - U_1}{2}$$

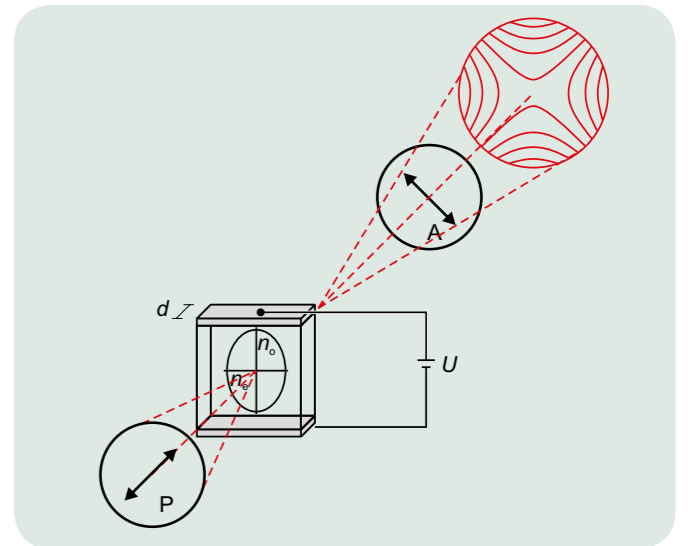


Fig. 1: Representação esquemática da Célula de Pockels em progresso de feixe conoscópico entre polarizador e analisador.

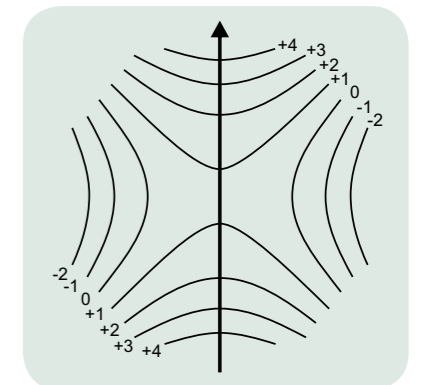


Fig. 2: Padrão de interferência com eixo ótico do cristal na direção da flecha. A indexação das faixas escuras de interferência indica a diferença de percurso entre o feixe ordinário e extraordinário em unidades do comprimento de onda.

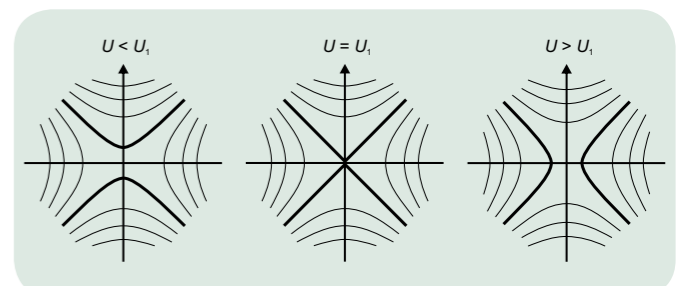


Fig. 3: Alteração do padrão de interferência através do Efeito de Pockels. As hipérbolas em negrito são respectivamente as da ordem de interferência +1.