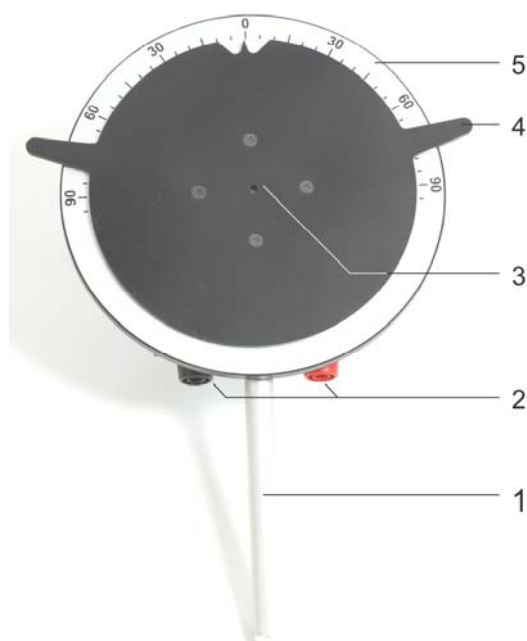


## Célula de Pockels 1013393

### Instruções de uso

09/15 TL/DU



- 1 cabo 10 mm
- 2 conectores
- 3 abertura óptica de feixe
- 4 disco de rotação
- 5 escala

#### 1. Instruções de segurança

- Cuidado no manuseio de voltagens perigosas ao contato
- Na aplicação da voltagem, atentar à delimitação de corrente de 2 mA! Correntes maiores podem levar à destruição do cristal.

#### 2. Descrição

A Célula de Pockels destina-se à demonstração do efeito eletro-ótico linear (efeito Pockels).

O efeito Pockels descreve o surgimento de birrefringência ou a alteração de birrefringência já existente com a aplicação de um campo elétrico a um cristal linearmente à força elétrica de campo. O efeito Pockels só pode surgir, por motivos de simetria, em cristais sem centro de inversão. Em uma configuração transversal, a

direção de incidência da luz e o eixo ótico da birrefringência são perpendiculares entre si e o campo elétrico é aplicado na direção do eixo ótico (Fig. 1).

Para células de Pockels transversais, os cristais de niobato de lítio ( $\text{LiNbO}_3$ ) são os mais usados. Os cristais de  $\text{LiNbO}_3$  possuem um eixo ótico e são birrefringentes negativamente com índice de refração extraordinário  $n_o = 2,29$  e índice de refração ordinário  $n_e = 2,20$  com comprimento de onda  $\lambda = 632,8$  nm do laser de hélio-neon.

Um cristal de  $\text{LiNbO}_3$  axialmente giratório colocado na passagem do feixe é recoberto em dois de seus lados longitudinais com película metálica (capacitor de placas) e pode ser exposto a um campo elétrico pela aplicação de uma voltagem.

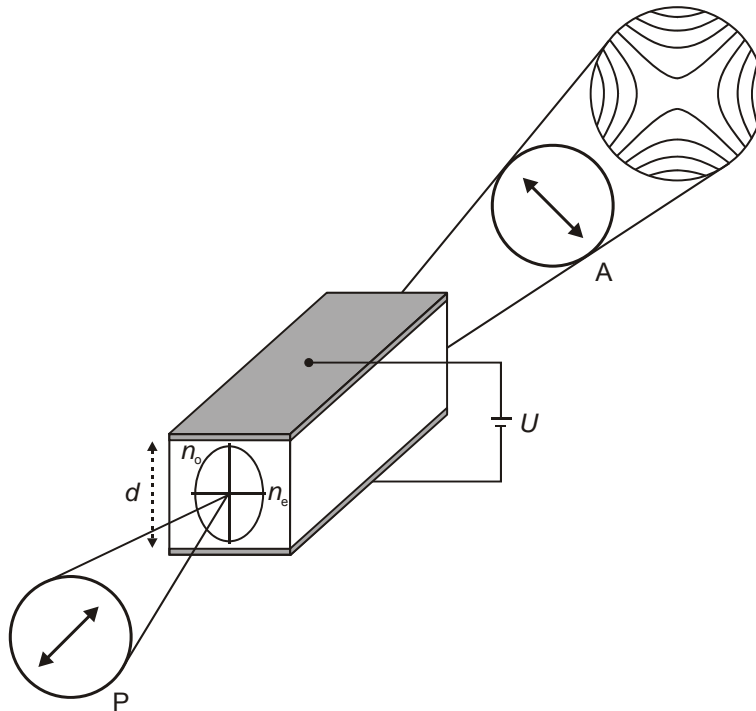


Fig. 1: Representação esquemática do percurso do feixe.

Sobre o cristal de corte plano-paralelo incide um feixe de luz polarizada linearmente e a luz transmitida é observada em uma tela atrás de um analisador cruzado (Fig. 1).

Sem voltagem aplicada, resulta um padrão de interferência composto de dois sistemas de hipérboles girados em 90° em relação um ao outro (Fig. 2).

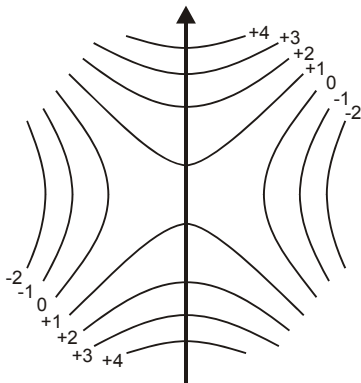


Fig. 2: Padrão de interferência com eixo ótico do cristal na direção da flecha. A indexação das faixas escuras de interferência indica a diferença de percurso entre o feixe ordinário e extraordinário em unidades do comprimento de onda da luz.

Nisto, o eixo de um dos sistemas de hipérboles corre em paralelo ao eixo ótico, o do outro, corre perpendicularmente. As faixas escuras de interferência surgem por interferência destrutiva, ou seja, a diferença de percurso  $\Delta_m$ , ou seja, a diferença dos percursos óticos do feixe extraordinário e do ordinário, corresponde a um múltiplo inteiro do comprimento de onda  $\lambda$ .

$$\Delta_m = d \cdot (n_o - n_e) = m \cdot \lambda \text{ com } m \in \mathbb{Z}$$

$d$ : espessura do cristal na direção do eixo ótico

Através da aplicação de tensão elétrica ao cristal, as faixas escuras de interferência de um dos sistemas de hipérboles se movimentam (paralelamente ao eixo ótico), com seleção correspondente do sinal, na direção do centro, com aumento da tensão (Fig. 3).

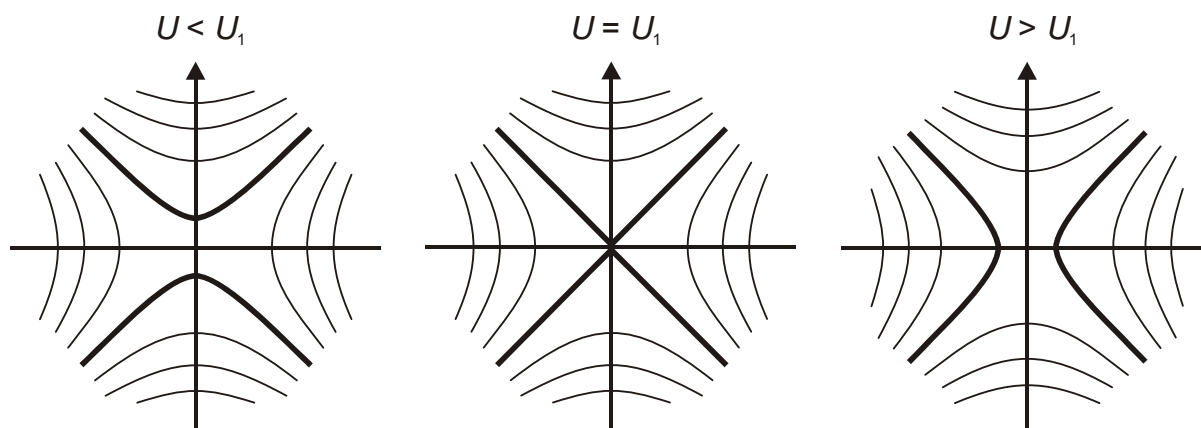


Fig. 3: Alteração do padrão de interferência através do efeito Pockels. As hipérbolas em negrito são a respectiva ordem de interferência +1.

Correspondentemente, as faixas escuras de interferência do outro sistema de hipérbolas se movimentam (perpendicularmente ao eixo óptico) para longe do centro com aumento da tensão. Com uma tensão de  $U_1$ , ambas as hipérbolas movimentaram-se com diferença de percurso  $\Delta_{+1}$  na direção do centro, que, com isto, parece escuro. Com novo aumento da tensão, as duas hipérbolas trocam de um sistema para o outro e voltam a afastar-se do centro. Com uma tensão  $U_2$ , ocorre o mesmo com as duas hipérbolas com diferença de percurso  $\Delta_{+2}$ . A diferença das duas tensões,  $U_2 - U_1$  corresponde exatamente ao dobro do valor da chamada tensão de meia onda  $U_\pi$ :

$$U_2 - U_1 = 2 \cdot U_\pi$$

Com a tensão de meia onda, portanto, altera-se a diferença de percurso  $\Delta$  por meio comprimento de onda,

$$\Delta(U_\pi) = \frac{\lambda}{2},$$

ou seja, no padrão de interferência, a posição das faixas escuras e claras de interferência é trocada.

### 3. Dados técnicos

Tensão máxima:	2000 V
Tensão de meia onda:	aprox. 380 V
Cristal:	LiNbO <sub>3</sub>
Dimensões do cristal:	2 x 2 x 20 mm <sup>3</sup>
Capacitor de placas:	2 x 20 mm <sup>2</sup>
Faixa axial de ângulos:	± 95°
Contatos:	conectores 4 mm
Altura do cristal acima do cabo:	150 mm

### 4. Experiência

#### Adicionalmente recomendados:

1 banco ótico de precisão D	1002628
3 cavaletes óticos D, 90/50	1002635
2 cavaletes óticos D, 90/36	1012401
1 filtro de polarização com cabo	1008668
1 tela de projeção	1000608
1 laser He-Ne	1003165
1 objetiva acromática 10x /0,25	1005408
1 lente convergente com cabo, f = 50 mm	1003022
1 fonte de alta tensão E @230V	1013412
ou	
1 fonte de alta tensão E @115V	1017725
1 par de cabos de experiência de segurança	1002849

- Montagem conforme Fig. 4. Ajustar o percurso do feixe através do deslocamento do laser e da lente convergente até que o foco esteja no cristal da célula de Pockels.
- Adaptar a posição do cristal por meio do disco giratório da camada de polarização.

#### Orientação:

A camada de polarização do laser He-Ne pode alterar-se no decorrer da experiência.

Na tela, aparecem estruturas hiperbólicas, que são a comprovação para a birrefringência da luz no cristal.

- Ajustar o filtro de polarização para o contraste ideal.
- Para a determinação da tensão de meia onda, aplicar tensão contínua ao par de conectores da célula de Pockels. Começar com 0 V e aumentar lentamente até atingir a voltagem em que a corrente atinge o máximo de 2 mA.

No centro da imagem da interferência, máximos e mínimos de luminosidade se alternam. Entre dois extremos de luminosidade, está o valor da tensão de meia onda.

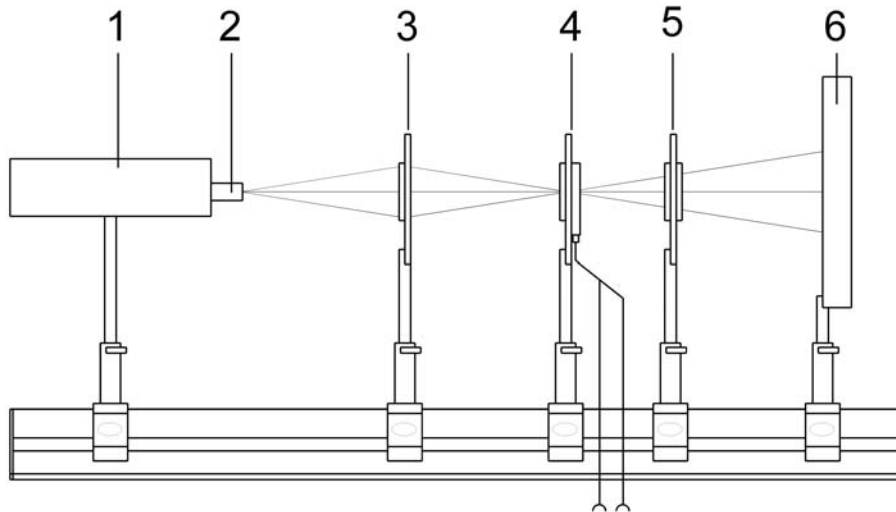


Fig. 4 Montagem para comprovação da birrefringência no cristal  $\text{LiNbO}_3$ .

- 1 laser
- 2 objetiva acromática
- 3 lente convergente +50 mm
- 4 célula de Pockels
- 5 filtro de polarização
- 6 tela