

Celda de Pockels 1013393

Instrucciones de uso

09/15 TL/DU



- 1 Mango 10 mm
- 2 Casquillos de conexión
- 3 Orificio para el rayo óptico
- 4 Plataforma girable
- 5 Escala

1. Advertencias de seguridad

- ¡Cuidado, al trabajar con tensiones peligrosas al contacto directo!
- ¡Al conectar la tensión se debe tener en cuenta la limitación de la corriente de como máximo hasta 2 mA! Valores de corriente mayores pueden conducir a una destrucción del cristal.

2. Descripción

La celda de Pockels sirve para la demostración del efecto electroóptico lineal (efecto Pockels).

El efecto Pockels describe la aparición de la doble refracción resp. de la variación de la doble refracción ya existente al conectar un campo eléctrico en un cristal linealmente a una intensidad de campo eléctrico. Por razones de si-

metría, el efecto Pockels sólo puede tener lugar en cristales que no tengan centros de inversión. En una configuración transversal, la dirección de la entrada del rayo de luz y el eje óptico de la doble refracción se encuentran perpendicularmente entre sí y el campo eléctrico se aplica en dirección del eje óptico (Fig. 1).

Para celdas de Pockels transversales se aplican con mucha frecuencia cristales de niobato de litio (LiNbO_3). Los cristales de LiNbO_3 son monoaxiales y de doble refracción negativa, con un índice de refracción extraordinario de $n_o = 2,29$ y un índice de refracción ordinario de $n_e = 2,20$ para la longitud de onda $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ del láser de He-Ne.

Un cristal de LiNbO_3 fijado en la trayectoria del rayo, de tal forma que pueda girar y provisto de dos láminas metálicas (condensador de placas) en dirección longitudinal se puede exponer a un campo eléctrico aplicando una tensión.

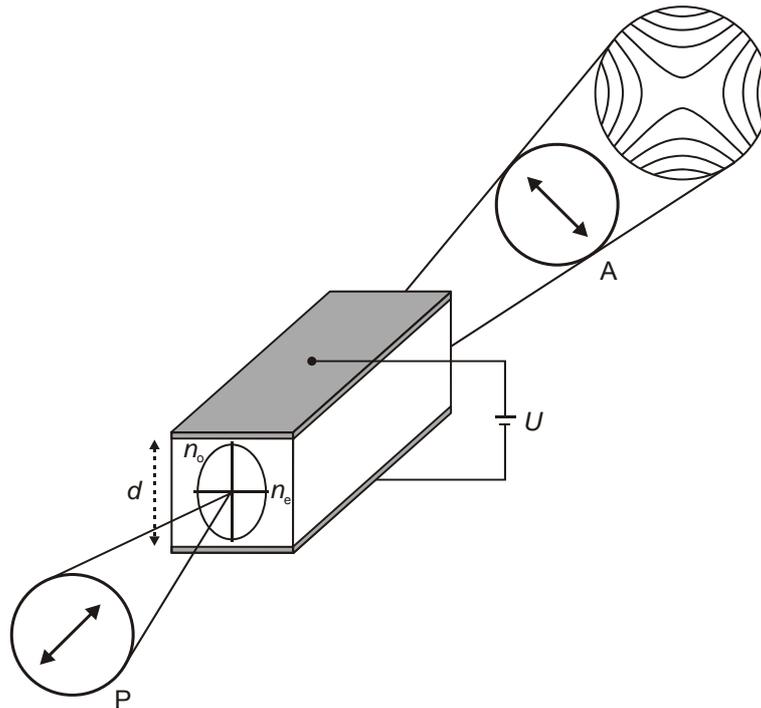


Fig. 1: Representación esquemática de la trayectoria de los rayos.

El cristal cortado en forma de planos paralelos se irradia con un haz de luz divergente polarizada linealmente y la luz transmitida se observa en una pantalla después de pasar por un analizador cruzado (Fig. 1).

Sin la tensión aplicada se obtiene un patrón de interferencia que se compone de dos grupos de hipérbolas, los cuales se encuentran giradas entre sí en 90° (Fig. 2).

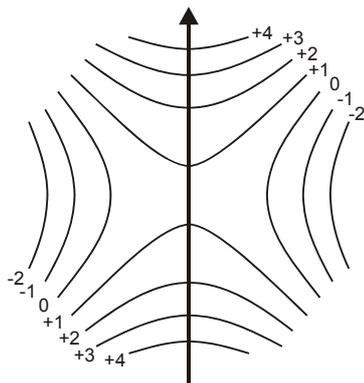


Fig. 2: Patrón de interferencia con el eje óptico del cristal en dirección de la flecha. La indexación de las franjas oscuras indica la diferencia de recorrido entre el rayo ordinario y el extraordinario en unidades de la longitud de onda de la luz.

En este caso, el eje de un grupo de hipérbolas transcurre paralelo y el otro grupo perpendicular al eje óptico. Las franjas de interferencia oscuras se generan por una interferencia destructiva, es decir, la diferencia de caminos Δ_m , o sea la diferencia de los caminos ópticos, del rayo extraordinario y el rayo ordinario, corresponde a un múltiplo entero de la longitud de onda de la luz λ :

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

d : Espesor del cristal en dirección del eje óptico

Por la aplicación de una tensión eléctrica en el cristal, dependiendo del signo de la tensión, las franjas oscuras de un grupo de hipérbolas se mueve hacia el centro (paralelo al eje óptico) al aumentar la tensión (Fig. 3).

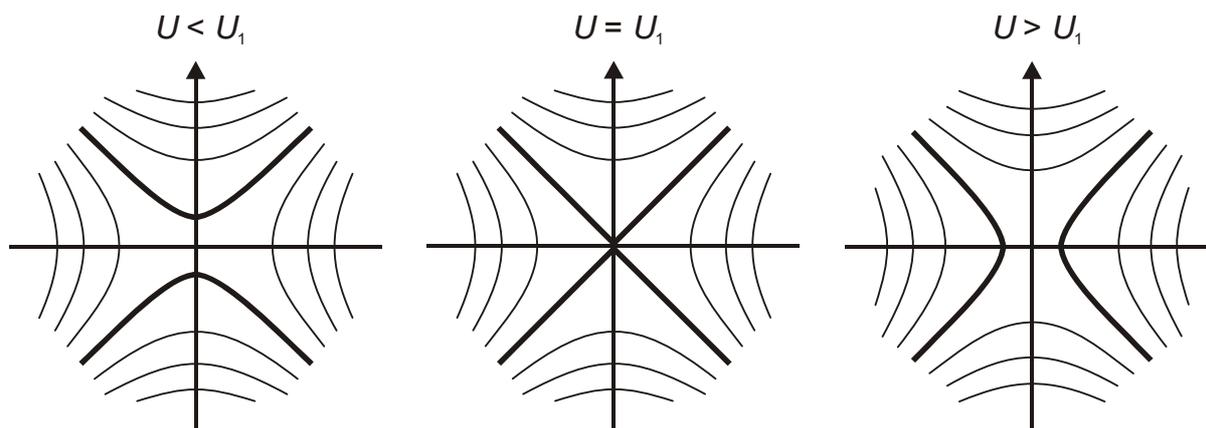


Fig. 3: Variación del patrón de interferencia debida al efecto Pockels. Las hipérbolas dibujadas en negrita son cada vez las de un orden de interferencia +1.

Correspondientemente las franjas de interferencia oscuras del otro grupo de hipérbolas (perpendiculares al eje óptico) se mueven alejándose del centro al aumentar la tensión. Con una tensión U_1 las dos hipérbolas con una diferencia de caminos de Δ_{+1} se han desplazado hacia el centro y por lo tanto aparece oscuro. Con un aumento ulterior de la tensión las dos hipérbolas cambian de un grupo de hipérbolas al otro grupo y se vuelven a alejar del centro. Con una tensión U_2 sucede lo mismo con las hipérbolas de diferencia de camino Δ_{+2} . La diferencia de las dos tensiones, $U_2 - U_1$, corresponde justamente al valor doble de la llamada tensión de media onda U_π :

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

Es decir, con una tensión de media onda la diferencia de caminos Δ cambia en una mitad de la longitud de onda,

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

es decir, en el patrón de interferencia las posiciones de las franjas claras y oscuras se intercambian.

3. Datos técnicos

Tensión máxima:	2000 V
Tensión de media onda:	aprox. 380 V
Cristal:	LiNbO ₃
Dimensiones del cristal:	2 x 2 x 20 mm ³
Condensador de placas:	2 x 20 mm ²
Alcance angular axial:	± 95°
Contactos:	Casquillos de 4-mm
Altura de instalación del cristal por encima del extremo de mango:	150 mm

4. Experimento

Se recomienda adicionalmente:

1 Banco óptico de precisión D	1002628
3 Jinetillos ópticos D, 90/50	1002635
2 Jinetillos ópticos D, 90/36	1012401
1 Filtro de polarización en mango	1008668
1 Pantalla de proyección	1000608
1 Láser de He-Ne	1003165
1 Objetivo acromático 10x /0,25	1005408
1 Lente convergente en mango, f = 50 mm	1003022
1 Fuente de alta tensión E @230V resp.	1013412
1 Fuente de alta tensión E @115V	1017725
1 Par de cables de experimentación de seguridad	1002849

- Montaje según la Fig. 4. La trayectoria del rayo se ajusta desplazando el láser y la lente convergente hasta que el foco se encuentre en el cristal de la celda de Pockels.
- Se adapta la posición del cristal respecto al plano de polarización por medio de la plataforma giratoria.

Observación:

El plano de polarización del láser de He-Ne puede variar durante el transcurso del experimento.

En la pantalla se muestran estructuras de forma hiperbólica, las cuales conforman una comprobación de la doble refracción de la luz en el cristal.

- Se ajusta el filtro de polarización a la condición de contraste óptimo.
- Para la determinación de la tensión de media onda, empezando de 0 V, se aplica una tensión continua en el par de casquillos de

la celda de Pockels y se aumenta lentamente hasta que se ha logrado la máxima corriente permitida de 2 mA.

En el centro del patrón de interferencia se intercambian máximos de máxima claridad con mínimos de claridad. Entre dos extremos de claridad se encuentra el valor de la tensión de media onda.

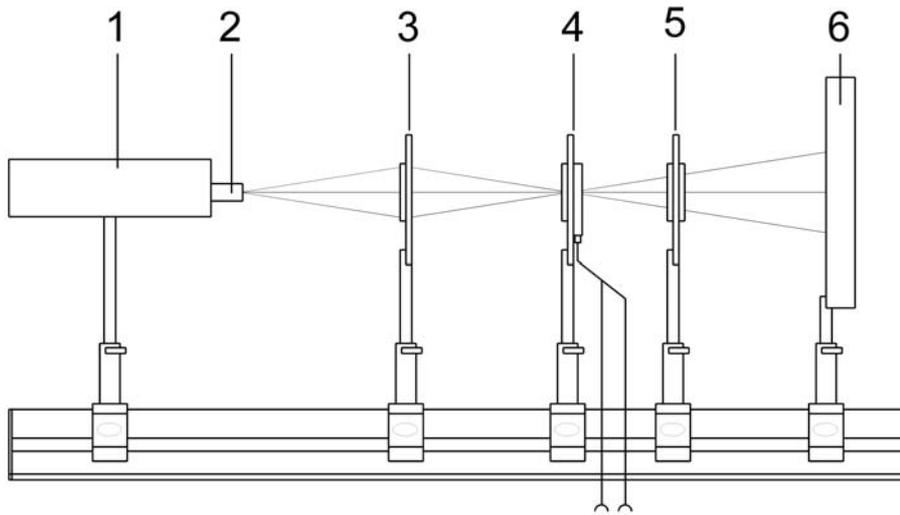


Fig. 4 Montaje para la comprobación de la doble refracción en el cristal de LiNbO_3 .

- 1 Láser
- 2 Objetivo acromático
- 3 Lente convergente +50 mm
- 4 Celda de Pockels
- 5 Filtro de polarización
- 6 Pantalla