

Cellule Pockels 1013393

Manuel d'utilisation

09/15 TL/DU



- 1 Tige 10 mm
- 2 Douilles de branchement
- 3 Trou pour optique du faisceau
- 4 Plaque rotative
- 5 Échelle

Consignes de sécurité

- Prudence lors de l'application de tensions dangereuses.
- Lors de l'application de la tension, veiller à la limitation de courant de 2 mA ! Les intensités plus élevées peuvent détruire le cristal.

2. Description

La cellule Pockels sert à la démonstration de l'effet électro-optique linéaire (effet Pockels).

L'effet Pockels est l'apparition d'une biréfringence dans un milieu créée par un champ électrique statique ou variable. La biréfringence qui apparaît est proportionnelle au champ électrique. L'effet Pockels apparaît uniquement dans les cristaux sans symétrie par rapport à un axe. Dans une configuration transversale, la direction

de rayonnement de la lumière et l'axe optique de la biréfringence sont perpendiculaires, et le champ électrique est appliqué dans la direction de l'axe optique (Fig. 1).

Pour les cellules Pockels transversales, on utilise le plus souvent des cristaux de niobate de lithium (LiNbO_3). Les cristaux LiNbO_3 ont un seul axe optique et à biréfringence négative avec indice de réfraction extraordinaire $n_o = 2,29$ et indice de réfraction ordinaire $n_e = 2,20$ pour longueur d'onde $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ du laser hélium-néon.

Un cristal LiNbO_3 qui pivote sur son axe dans la trajectoire des rayons est équipé de feuilles en métal sur deux de ses côtés longitudinaux (condensateur à plaque) et peut être soumis à un champ électrique par application d'une tension.

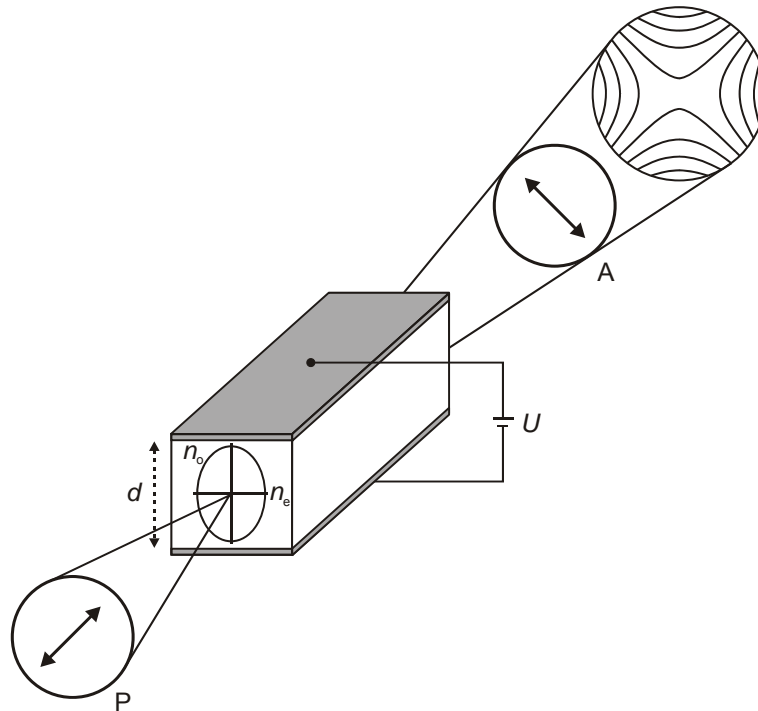


Fig. 1: Présentation schématique de la trajectoire des rayons.

Le cristal taillé en plan parallèle est alors irradié par un faisceau de lumière divergente, polarisé linéairement et la lumière transmise est observée sur un écran derrière un analyseur croisé (Fig. 1).

Sans tension appliquée, on obtient un motif d'interférence constitué de deux groupes d'hyperboles tournées d'un quart de tour les unes par rapport aux autres (Fig. 2).

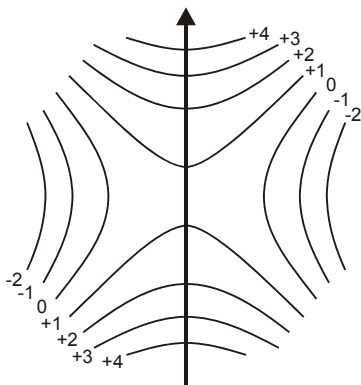


Fig. 2: Motif d'interférence avec axe optique du cristal en direction de la flèche. L'indexation des bandes d'interférence sombres indique la différence des chemins entre le faisceau ordinaire et extraordinaire dans les unités de la longueur d'onde de la lumière.

L'axe d'un groupe d'hyperboles est alors parallèle et l'autre est perpendiculaire à l'axe optique. Les bandes d'interférence sombres sont dues à une interférence destructive, c'est-à-dire que la différence des chemins Δ_m , (la différence des chemins optiques entre le faisceau ordinaire et extraordinaire), correspond à un multiple entier de la longueur d'onde de la lumière λ :

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

d : épaisseur du cristal en direction de l'axe optique

Par l'application d'une tension électrique sur le cristal et le choix du bon signe, les bandes d'interférence sombres d'un groupe d'hyperboles (parallèle à l'axe optique) se rapprochent du centre avec l'augmentation de la tension (Fig. 3).

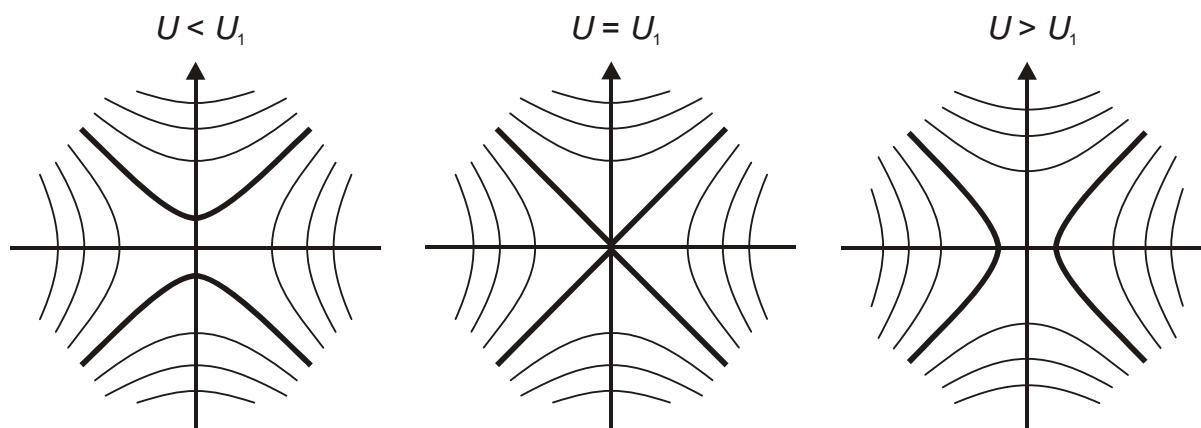


Fig. 3: Modification du motif d'interférences par l'effet Pockels. Les hyperboles en gras sont celles de l'ordre d'interférences +1.

Les bandes d'interférence sombres de l'autre groupe d'hyperboles (perpendiculaire à l'axe optique) s'éloignent du centre avec l'augmentation de la tension. Avec tension U_1 , les deux hyperboles avec différence des chemins Δ_{+1} se sont ainsi déplacées dans le centre qui apparaît donc foncé. En augmentant encore la tension, les deux groupes d'hyperboles passent d'un groupe d'hyperboles à l'autre et s'éloignent à nouveau du centre. Avec la tension U_2 , il se passe la même chose avec les deux hyperboles, avec différence des chemins Δ_{+2} . La différence des deux tensions, $U_2 - U_1$, correspond au double de la tension demi-onde U_π :

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

Avec la tension demi-onde, la différence des chemins Δ change donc d'une demi longueur d'onde,

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

c'est-à-dire que la position des bandes d'interférences sombres et claires est inversée dans le motif d'interférence.

3. Caractéristiques techniques

Tension maximale :	2000 V
Tension demi-onde :	env. 380 V
Cristal :	LiNbO ₃
Dimensions cristal :	2 x 2 x 20 mm ³
Condensateur à plaque :	2 x 20 mm ²
Plage angulaire axiale :	± 95°
Contact :	douilles 4 mm
Hauteur d'installation du cristal par rapport à l'extrémité de la tige :	150 mm

4. Expérience

Recommandé en plus :

1 banc optique de précision D	1002628
3 supports à optique D, 90/50	1002635
2 supports à optique D, 90/36	1012401
1 filtre polarisant sur tige	1008668
1 écran de projection	1000608
1 laser He-Ne	1003165
1 objectif achromatique 10x /0,25	1005408
1 lentille convergente sur tige, f = 50 mm	1003022
1 bloc haute tension E @230V	1013412
ou	
1 bloc haute tension E @115V	1017725
1 paire de câbles d'expérimentation sécurisés	1002849

- Montage selon Fig. 4. Ajuster la trajectoire des rayons laser en déplaçant le laser et les lentilles convergentes jusqu'à ce que le focus soit au centre de la cellule Pockels.
- Ajuster la position du cristal à l'aide de la plaque rotative du niveau de polarisation.

Note :

Le niveau de polarisation du laser He-Ne peut changer au cours de l'expérience.

L'écran affiche des structures en forme d'hyperboles qui prouvent la biréfringence de la lumière dans le cristal.

- Régler le filtre polarisant pour un contraste optimal.
- Appliquer une tension continue sur la paire de douilles de la cellule Pockels pour définir la tension demi-onde. Commencer à 0 V et augmenter doucement jusqu'à atteindre une tension avec intensité max. 2 mA.

Luminosité maximale et luminosité minimale s'échangent au centre du motif d'interférence. L'équivalent d'une tension demi-onde se trouve entre les deux extrêmes de luminosité.

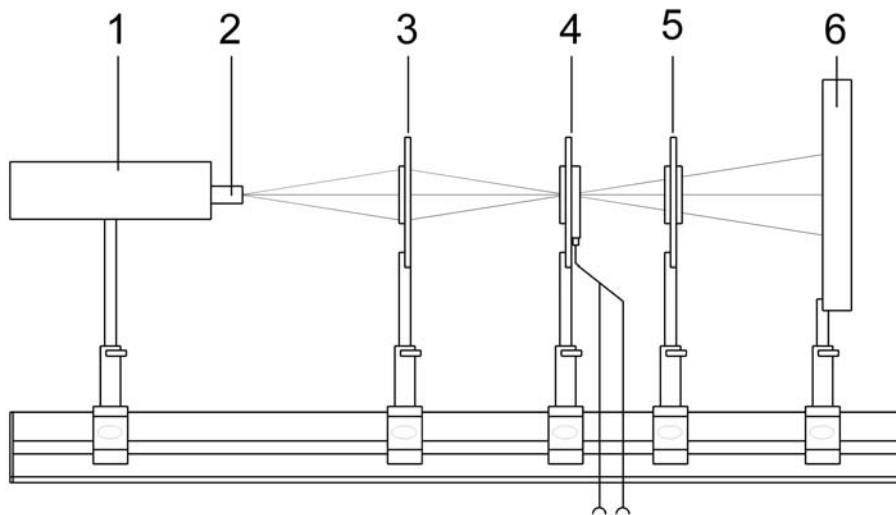


Fig. 4 Montage pour détection de biréfringence dans cristal LiNbO_3 .

- 1 Laser
- 2 Objectif achromatique
- 3 Lentille convergente +50 mm
- 4 Cellule Pockels
- 5 Filtre polarisant
- 6 Écran