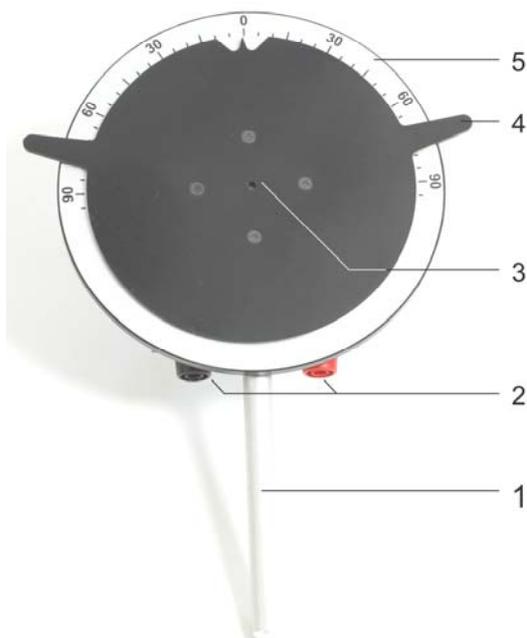


Cella di Pockels 1013393

Istruzioni per l'uso

09/15 TL/DU



- 1 Asta 10 mm
- 2 Jack di raccordo
- 3 Foro raggio ottico
- 4 Disco rotante
- 5 Scala

1. Norme di sicurezza

- Fare attenzione a tensioni pericolose al contatto.
- Quando si applica tensione, osservare la limitazione di corrente fino a 2 mA! Valori superiori possono causare la distruzione del cristallo.

2. Descrizione

La cella di Pockels serve per la dimostrazione dell'effetto elettro-ottico lineare (effetto Pockels). L'effetto Pockels descrive la comparsa o la variazione del fenomeno di doppia rifrazione quando si va ad applicare un campo elettrico su un cristallo lineare rispetto all'intensità di campo elettrico. Per ragioni simmetriche, l'effetto Pockels può manifestarsi solamente in cristalli

privi di centro di inversione. In una configurazione trasversale, la direzione di irraggiamento della luce e l'asse ottico della doppia rifrazione sono posti perpendicolarmente l'una rispetto all'altro, e il campo elettrico è applicato nella direzione dell'asse ottico (Fig. 1).

Nel caso di celle di Pockels trasversali, vengono solitamente utilizzati cristalli di niobato di litio (LiNbO_3). I cristalli LiNbO_3 sono otticamente uniassici e birfrangenti negativi con indice di rifrazione straordinario $n_o = 2,29$ e indice di rifrazione ordinario $n_e = 2,20$ alla lunghezza d'onda $\lambda = 632,8$ nm del laser elio-neon.

Un cristallo LiNbO_3 montato in modo girevole sul proprio asse nel percorso dei raggi luminosi è dotato su due lati lunghi di pellicole metalliche (condensatore a piastre) e può essere esposto a un campo elettrico mediante l'applicazione di una tensione.

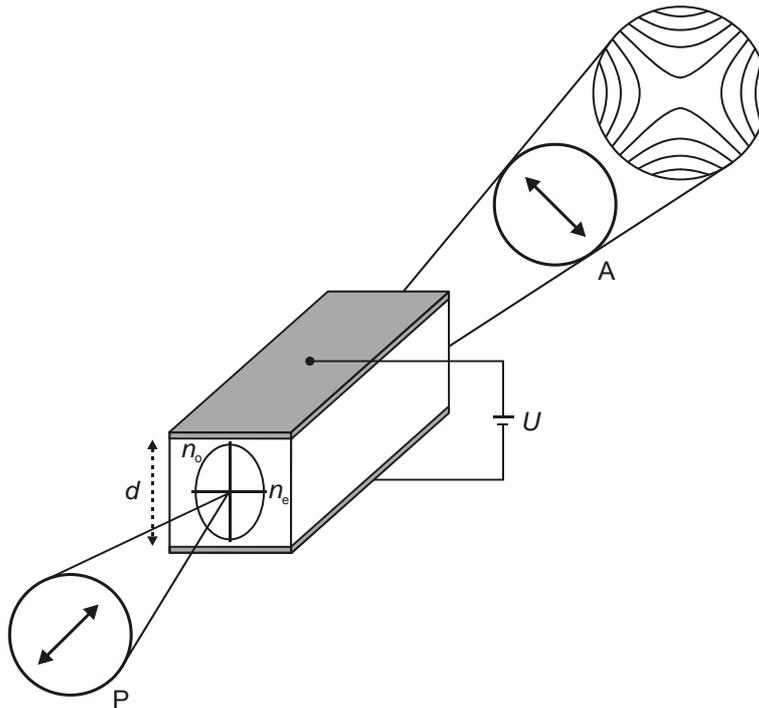


Fig. 1: Rappresentazione schematica del percorso dei raggi.

Il cristallo pianparallelo viene irradiato con un raggio luminoso divergente polarizzato linearmente e la luce trasmessa si osserva su uno schermo dietro un analizzatore incrociato (Fig. 1).

Senza tensione applicata, si ottiene un modello di interferenza consistente in due fasci di iperboli ruotati di 90° l'uno rispetto all'altro (Fig. 2).

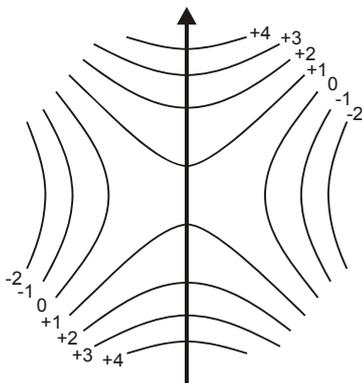


Fig. 2: Modello di interferenza con asse ottico del cristallo nella direzione della freccia. L'indicizzazione delle frange di interferenza scure indica il ritardo ottico fra il raggio ordinario e straordinario in unità della lunghezza d'onda luminosa.

L'asse di un fascio di iperboli ha andamento parallelo, l'altro perpendicolare all'asse ottico. Le frange di interferenza scure sono generate da un'interferenza distruttiva, vale a dire che il ritardo ottico Δ_m , cioè la differenza dei percorsi ottici del raggio ordinario e straordinario, corrisponde a un multiplo intero della lunghezza dell'onda luminosa λ :

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

d : spessore del cristallo in direzione dell'asse ottico

Attraverso l'applicazione di una tensione elettrica sul cristallo, selezionando la polarità corrispondente, le frange di interferenza scure di un fascio di iperboli (parallelo all'asse ottico) si muovono verso il centro aumentando la tensione (Fig. 3).

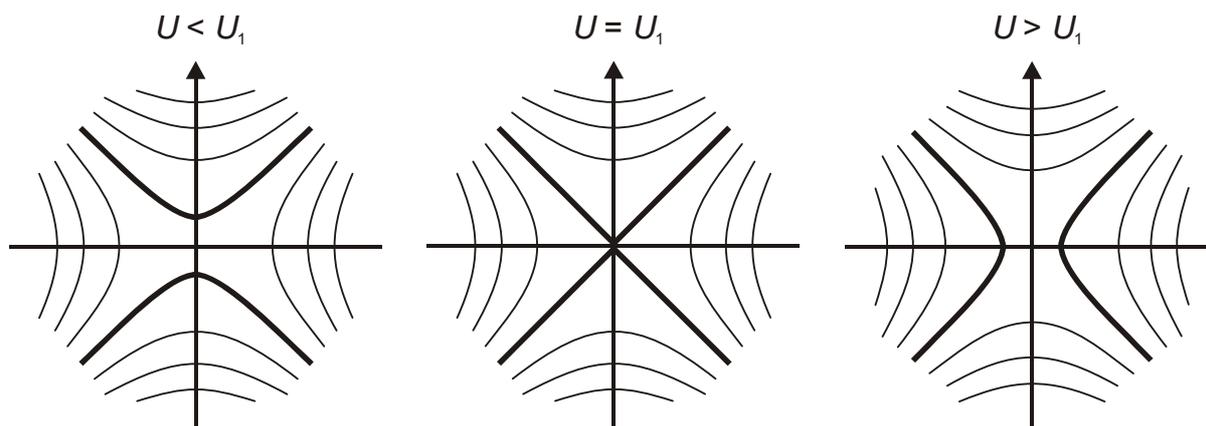


Fig. 3: Variazione del modello di interferenza mediante l'effetto Pockels. Le iperboli in grassetto sono quelle della classe di interferenza +1.

Di conseguenza, le frange di interferenza scure dell'altro fascio di iperboli (perpendicolare all'asse ottico) si muovono a partire dal centro aumentando la tensione. Con una tensione U_1 , le due iperboli sono migrate con un ritardo ottico Δ_{+1} nel centro che appare quindi scuro. Aumentando ulteriormente la tensione, le due iperboli passano dall'uno all'altro fascio e si riallontanano dal centro. Con una tensione U_2 accade lo stesso alle due iperboli con ritardo ottico Δ_{+2} . La differenza delle due tensioni, $U_2 - U_1$, coincide esattamente al doppio della cosiddetta tensione semionda U_π :

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

Nel caso della tensione semionda, il ritardo ottico Δ cambia pertanto di una mezza lunghezza d'onda

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

Ciò significa che, nel modello di interferenza, la posizione delle frange di interferenza scure e chiare è invertita.

3. Dati tecnici

Tensione massima:	2000 V
Tensione semionda	circa 380 V
Cristallo:	LiNbO ₃
Dimensioni del cristallo	2 x 2 x 20 mm ³
Condensatore a piastre	2 x 20 mm ²
Range angolare assiale	± 95°
Collegamento	Jack da 4 mm
Altezza di installazione del cristallo sull'estremità dell'asta	150 mm

4. Esperimento

Accessori consigliati:

1 banco ottico di precisione D	1002628
3 cavalieri ottici D, 90/50	1002635
2 cavalieri ottici D, 90/36	1012401
1 filtro di polarizzazione su asta	1008668
1 schermo di proiezione	1000608
1 laser elio-neon	1003165
1 obiettivo acromatico 10x /0,25	1005408
1 lente collettrice su asta, f = 50 mm	1003022
1 alimentatore ad alta tensione E @230V	1013412
o	
1 alimentatore ad alta tensione E @115V	1017725
1 coppia di cavi di sicurezza per esperimenti	1002849

- Struttura di prova come da Fig. 4. Regolare il raggio luminoso spostando laser e lente collettrice fino a quando il fuoco non si trova nel cristallo della cella di Pockels.
- Adattare la posizione del cristallo per mezzo del disco rotante del piano di polarizzazione.

Nota:

Il piano di polarizzazione del laser elio-neon può cambiare nel corso dell'esperimento.

Sullo schermo si evidenziamo strutture a forma di iperbole, a dimostrazione della doppia rifrazione della luce nel cristallo.

- Regolare il filtro di polarizzazione sul contrasto ottimale.
- Per determinare la tensione semionda, applicare tensione continua sulla coppia di jack della cella di Pockels. Iniziare con 0 V e aumentare lentamente fino a raggiungere una tensione per cui la corrente ammonta a massimo 2A.

Al centro dell'immagine di interferenza si alternano massimi e minimi di luminosità. Fra due estremi di luminosità, il valore corrisponde a una tensione semionda.

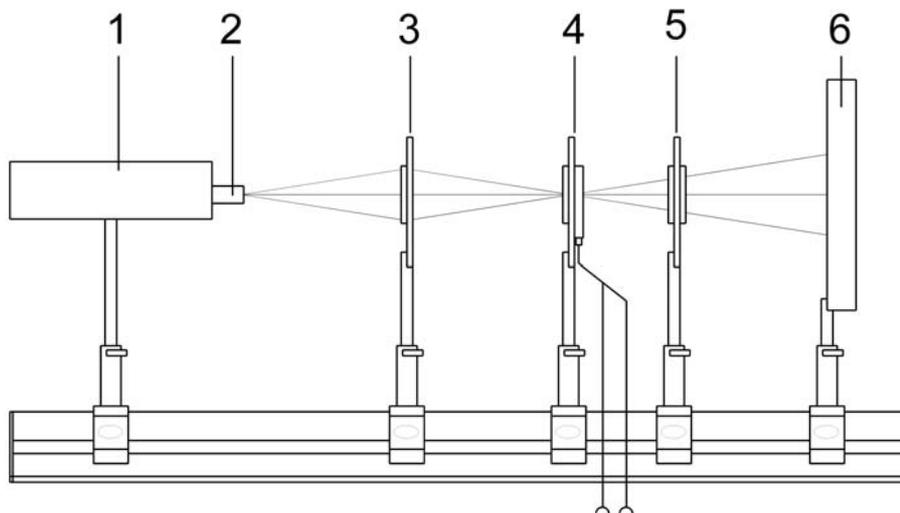


Fig. 4 Costruzione per dimostrazione della doppia rifrazione su un cristallo LiNbO_3 .

- 1 Laser
- 2 Obiettivo acromatico
- 3 Lente colletttrice +50 mm
- 4 Cella di Pockels
- 5 Filtro di polarizzazione
- 6 Schermo