

Univerza v Ljubljani
Fakulteta *za matematiko in fiziko*



Oddelek za fiziko

Elektrooptični pojav

Poročilo pri fizikalnem praktikumu IV

Kristofer Č. Povšič

Asistentka: Jelena Vesić

Uvod

Elektrooptični pojav nastane pri vplivu statičnih zunanjih električnih poljih. Obstaja 2 elektrooptična pojava: linearnega, ki se pojavi v anizotropnih snoveh in kvadratnega, ki se pojavi v vseh snoveh.

V našem primeru imamo homogeno keramiko, pri kateri je mogoč samo kvadratni elektrooptični pojav. Izotropnost keramike je zlomljena z zunanjim električnim poljem. Sprememba lomnega količnika se zgodi na vzporedno z zunanjim poljem polarizirani svetlobi in na svetlobi, ki je polarizirana pravokotno na zunanje polje.

Ko v keramiko posvetimo s svetlobo valovne dolžine λ in spreminjamo zunanje električno polje, se spreminjata v lomna količnika v odvisnosti od kvadrata jakosti električnega polja E . Nas zanima samo razlika lomnih količnikov, zato zapišemo:

$$n_{\parallel} - n_{\perp} = B\lambda E^2 \quad (1)$$

kjer je konstanta B Kerrova konstanta.

Linearni polarizatorji svetlobo razdeli na dve lastni valovnji, od katerih bo eno prepuščeno, drugo pa zadušeno.

V Kerrovi celici imamo elektrooptični material postavljen med dve elektrodi, ki spremenita lomna količnika materiala, ko ju priključimo na napetost in dobimo električno polje jakosti $E = \frac{U}{d}$, kjer je d razdalja med elektrodama.

Električno polje \vec{E} in smer polarizacije sta oba pravokotna na snop polarizirane svetlobe, ki vpada na celico, in kot med njima znaša 45° . Skozi material se zaradi dveh različnih lomnih količnikov širita dve valova z različnima valovnima številoma $k_{\parallel} = n_{\parallel}k_0$ in $k_{\perp} = n_{\perp}k_0$, kjer je k_0 valovno število in njegova vrednost znaša $k_0 = \frac{2\pi}{\lambda}$.

Svetloba z amplitudo električnega polja $\vec{\varepsilon}_0$ se razdeli na dva pravokotna dela ε_{\parallel} in ε_{\perp} , ki skozi material potujeta z različnima hitrostma. Žarka iz materiala izstopita z različnima fazama in ju analiziramo s pomočjo polarizatorja, ki jakost svetlobe projicira v izbrani smeri.

Tok na fotodiodi, ki zazna projiciran žarek polarizatorja znaša

$$I = I_1 \sin^2 \left(\frac{\pi BLU^2}{d^2} + \frac{\delta}{2} \right) \quad (2)$$

Naloga

- Izmerite kotno odvisnost prepustnosti polarizatorja za linearno polarizirano svetlobo.
- Izmerite prepustnost dveh pravokotno postavljenih polarizatorjev, ko med-nju postavite še tretji polarizator in ga vrtite.
- Določite Kerrovo konstanto PLZT keramike.

Potrebščine

- He-Ne plinski laser, $\lambda = 632.8\text{nm}$, linearno polariziran v vertikalni smeri
- svetlobni modulator s PLZT keramiko, izvor visoke napetosti 0 – 1000V, voltmeter (multimeter)
- fotodioda vezana na namizni multimeter
- polarizatorji (polaroidni filtri) pritrjeni na vrtljivih nosilcih
- prenosnik št. 5 s programom El0pt, napisanim v LabView-u.

Navodilo

Prižgem He-Ne laser, da se segreje in stabilizira. Potrebščine postavim kot je podano v navodilih.

1. Pred laser postavim en polarizator, poiščem lego, kjer je prepustnost minimalna in maksimalna. Njuna razlika je 90° . V korakih po 5° vrtim polarizator in si na računalniku beležim vrednost toka na multimetru v odvisnosti od kota zasuka. Skozi točke narišem krivuljo

$$P_p = P_1 \sin^2(\alpha + \delta) + P_0 \quad (3)$$

kjer so P_1 , P_0 in δ prilagoditvene konstante.

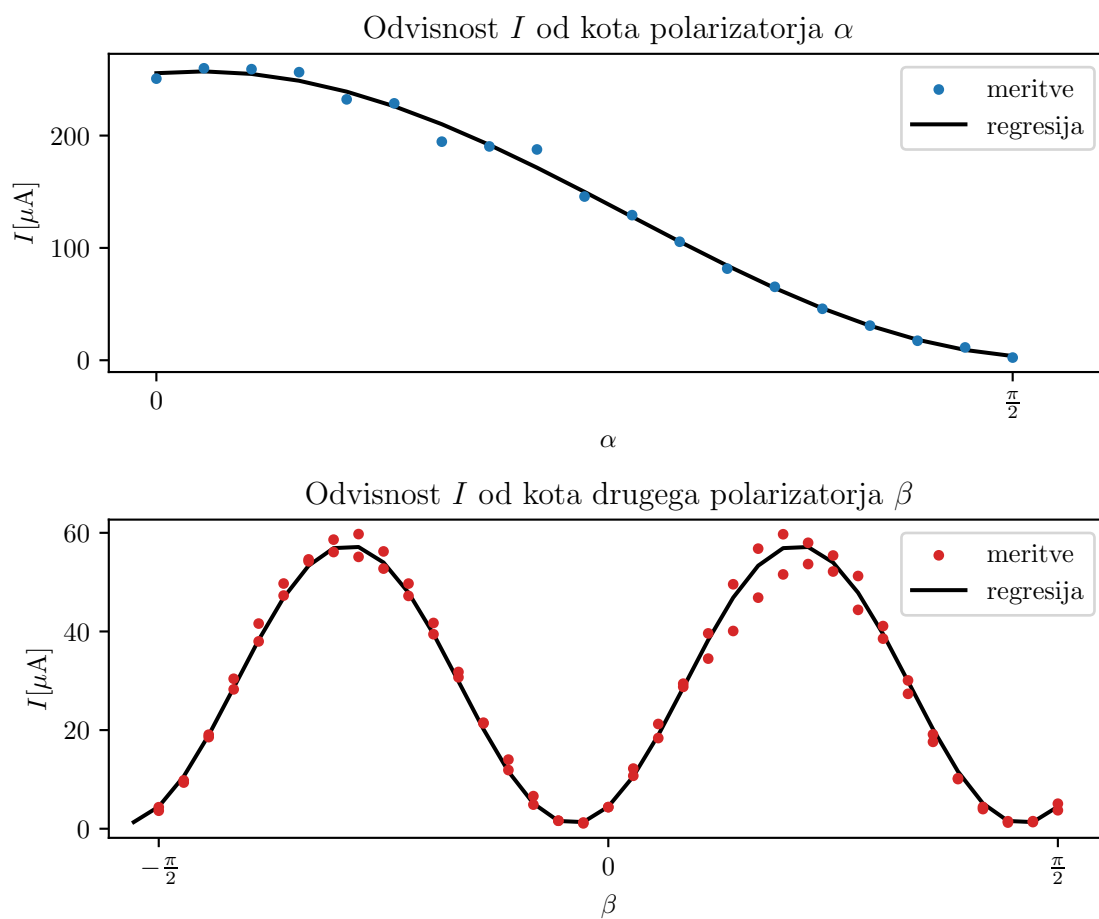
2. Prvi polarizator nastavim tako, da je prepustnost minimalna. Za njega postavim drug polarizator in se ponovno po korakih za 5° sprehodim čez celoten obseg merilnika kota in si beležim vrednosti toka na multimetru. Skozi točke narišem krivuljo

$$P_p = P_1 \sin^2(2\beta + \delta) + P_0 \quad (4)$$

3. Postavim Kerrovo celico, da laserski snop sije skozi njo. Vklapim visokonapetostni izvor in multimeter. Izmerim odvisnost prepuščene moči od napetosti v celotnem obsegu visokonapetostnega izvora. Dobljen graf bi moral biti regresija enačbe 2

Obdelava podatkov

Polarizator/polarizatorja



Slika 1: Grafa prikazujeta odvisnost toka I od kota polarizatorja in njuni regresiji.

Parametri za prvi graf so:

$$I_{1\alpha} = (-255 \pm 5)\mu\text{A}$$

$$I_{0\alpha} = (257 \pm 3)\mu\text{A}$$

$$\delta_{\alpha} = (94 \pm 1)^{\circ}$$

Omenil bi, da nisem izmeril za celoten obseg prvega polarizatorja, ampak samo za vrednosti od maksimalne pri kotu $\alpha = 0$ do minimalne vrednosti pri kotu $\alpha = 90^{\circ}$.

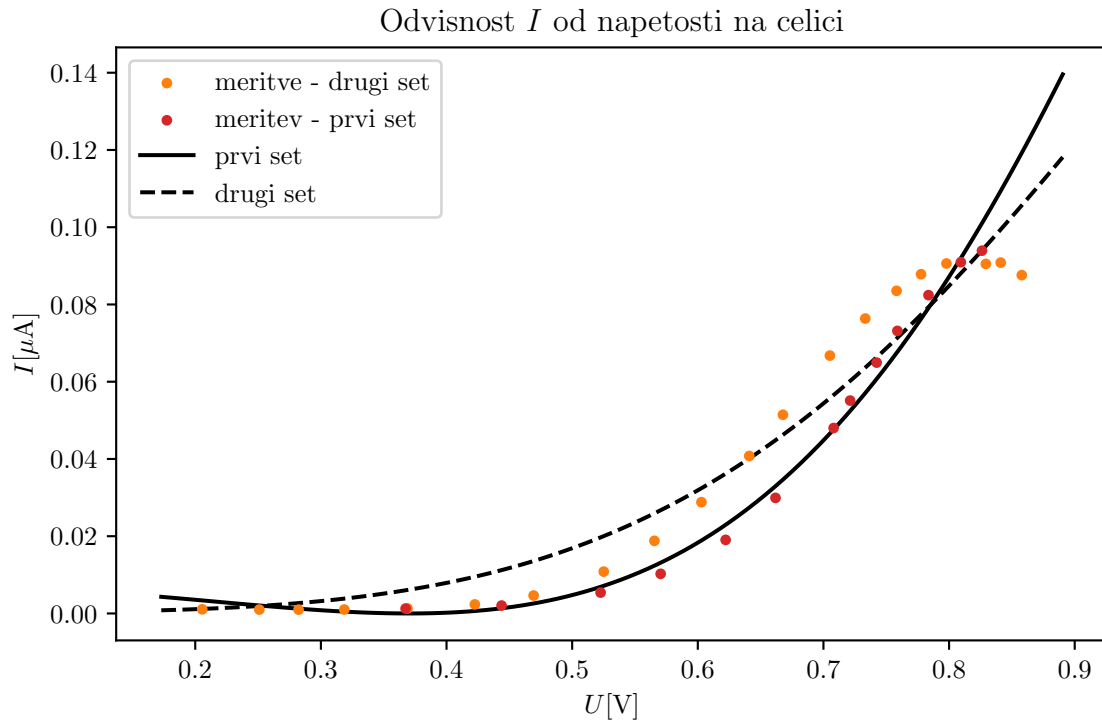
Parametri za drugi graf so:

$$I_{1\beta} = (-56 \pm 1)\mu\text{A}$$

$$I_{0\beta} = (57 \pm 1)\mu\text{A}$$

$$\delta_{\beta} = (75 \pm 1)^{\circ}$$

Kerrova celica



Slika 2: Graf prikazuje odkvisnost toka I od napetosti U v Kerrovi celici. Regresiral sem dve seriji podatkov: eno ko sem zviševal napetost in drugo, ko sem jo nižal.

Parametri za prvi set meritev so:

$$\begin{aligned}I_1 &= (-37 \pm 1)\mu\text{A} \\ B &= (0.9 \pm 0.1)\mu\text{A} \\ \delta_\beta &= (23 \pm 1)^\circ\end{aligned}$$

Parametri za drugi set meritev so:

$$\begin{aligned}I_1 &= (-21 \pm 1)\mu\text{A} \\ B &= (1.0 \pm 0.1)\mu\text{A} \\ \delta_\beta &= (-4 \pm 1)^\circ\end{aligned}$$

Prvi set meritev se bolje prilega meritvam kakor drugi, vendar nobeden od njiju se v visokih napetostih ne prilega meritvam (doseg maksimuma in sprememba pregiba funkcije).