

Pracovní úkoly

1. Sestavte aparaturu pro sledování příčného elektrooptického jevu v pevném vzorku. Laser umístěte tak, aby byl zdroj světla polarizován kolmo k vodorovné rovině. (Předem najděte směr snadného průchodu polarizátorů používaných v aparatuře).
2. Změřte závislost intenzity světla dopadající na detektor na napětí přiloženém na elektrody vzorku (nepřekračujte 1kV !). Zpracujte graficky, určete půlvlnné napětí.
3. Ze směrnice závislosti fázového posunu mezi řádným a mimořádným paprskem na čtverci přiloženého napětí určete Kerrovu konstantu vzorku.

Teoretická část

Kerrův elektrooptický jev spočívá ve způsobení umělého dvojtlomu vlivem působení vnějšího elektrostatického pole v původně izotropní optické látce. Pokud vzorek umístíme mezi dva zkřížené polarizátory a budeme na něj působit vnějším elektrickým polem, můžeme sledovat, jak vzorek bude procházející světlo postupně polarizovat. Mezi přiloženým napětím U a výslednou intenzitou I platí následující vztah [1]:

$$U^2 = \frac{d^2}{\pi \cdot K \cdot l} \arcsin \sqrt{\frac{I}{I_0}} \quad (1)$$

Kde I_0 je intenzita světla procházející aparaturou, pokud polarizátory nejsou zkřížené, d je vzdálenost elektrod přiložených ke vzorku, l je délka vzorku a K je Kerrova konstanta, tato konstanta závisí na vlastnostech materiálu vzorku.

Pokud změříme dostatečné množství bodů, můžeme lineární regresí závislosti $\arcsin \sqrt{\frac{I}{I_0}} (U^2)$ získat hodnotu Kerrové konstanty, protože hodnoty d a l jsou známy.

Výsledky měření

Laboratorní podmínky by neměly ovlivnit výsledky měření.

Tabulka 1: Směry snadného průchodu polarizátorů

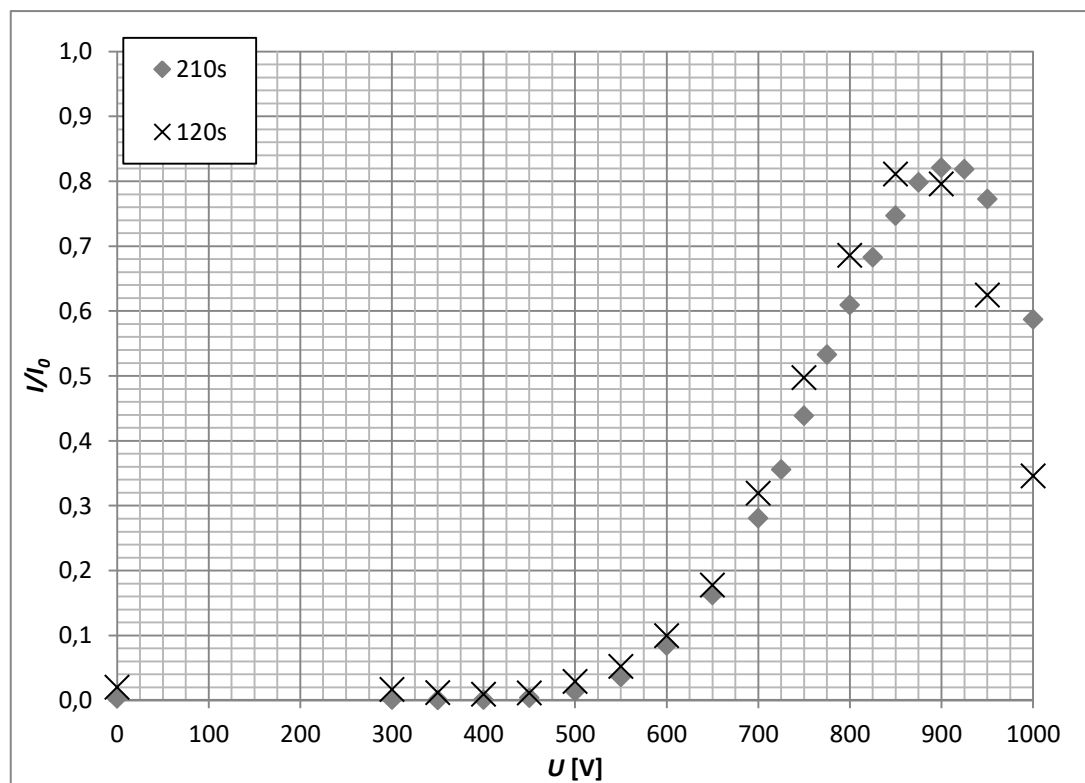
polarizátor	ϕ [°]
1	89
2	90

Nejprve jsme stanovili směry snadného průchodu pro používané polarizátory. K tomu jsme využili metody odrazu paprsku pod Brewsterovým úhlem. V tabulce č. 1 jsou uvedeny směry snadného průchodu pro oba polarizátory. Jelikož se jednalo o poměrně subjektivní měření, odhadli jsme chybu na 2°.

Samotné měření probíhalo ve dvou krocích. Nejprve jsme poměrně rychle proměřili menší počet bodů, abychom měli představu o poloze maxima intenzity. Poté jsme proměřili celou závislost znovu. Naměřená data jsme museli korigovat, protože i při nulové intenzitě dopadajících paprsků jsme na fotodetektoru detekovali napětí.

Při měření bylo nutné počkat, než se naměřené intenzity ustálí. V prvním případě jsme u každého napětí čekali 120 s a v případě druhém jsme čekali 210 s. Výslednou intenzitu jsme spočetli v obou případech, jako aritmetický průměr posledních deseti hodnot.

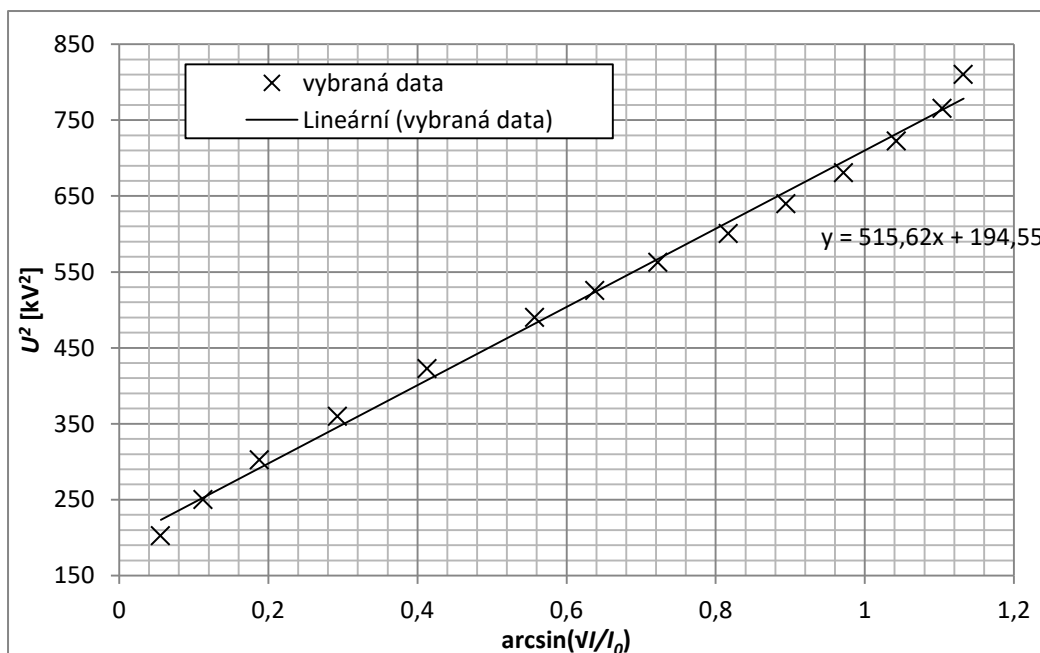
Naměřené závislosti jsou zobrazeny v grafu č. 1. Pro srovnání jsou v grafu uvedena obě měření, přestože k určení Kerrovy konstanty jsme použili druhou sadu měření.



Graf 1: Závislost relativní intenzity prošlého světla na napětí přiloženém na vzorek

Z grafu č. 1 je patrné, že půlvlnné napětí je 900V.

V grafu č. 2 jsou uvedeny hodnoty pro použití lineární regrese. Tyto hodnoty jsme vybrali v oblasti (450 – 900) V.



Graf 2: Závislost fázového posunu na čtverci přiloženého napětí

Ze směrnice této závislosti jsme určili Kerrovu konstantu, její hodnota je uvedena v tabulce č. 2. Chybu měření jsme stanovili jako chybu určení směrnice lineární regrese.

Tabulka 2: Kerrova konstanta

$K [nm V^2]$	chyba [%]
0.81	3.0

Diskuse

Určování směru snadného průchodu obou polarizátorů bylo závislé na schopnostech pozorovatele, proto jsme museli chybu odhadnout. Jako odhad jsme zvolili rozptyl hodnot při, kterých nebylo možné rozlišit změnu intenzity procházejícího světla.

Samotné měření závislosti intenzity prošlého světla v závislosti na přiloženém elektrickém napětí probíhalo ve dvou krocích. Po prvním změření, které sloužilo pouze jako orientační, jsme aparaturu upravili, aby naměřená data byla co možná nejlepší, to vysvětluje vzájemný posun dat, který je patrný v grafu č. 1.

Pro určení Kerrové konstanty jsme použili data naměřená při druhém, přesnějším měření. Jako chybu jsme vzali chybu lineární regrese.

Pro správnou kalibraci naměřených dat jsme provedli ještě jedno měření. Během tohoto měření jsme naměřili hodnotu I_{min} , která odpovídala nulové prošlé intenzitě. Tuto hodnotu jsme poté odečetli od naměřených hodnot. Také jsme během tohoto měření umístili

polarizátory tak, aby prošlo maximum světla, takto jsme získali hodnotu I_0 , která byla použita při stanovení relativní intenzity.

Závěr

Zjistili jsme směry snadného průchodu pro oba polarizátory. Pro první polarizátor jsme naměřili:

$$\Phi_1 = (89 \pm 2)^\circ$$

a pro druhý polarizátor:

$$\Phi_2 = (90 \pm 2)^\circ$$

Určili jsme Kerrovu konstantu PLZT vzorku:

$$K = (8.1 \pm 0.8) \cdot 10^{-10} \text{ mV}^{-2}$$

Literatura

- [1] Kerrův jev v pevné látce – teoretický základ. *Fyzikální praktikum* [online]. [cit. 13.05.2017]. Dostupné z: http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/_media/zadani/texty/txt_327.pdf