

Pracovní úkoly

1. Stanovte „směr snadného průchodu“ všech polarizátorů, které budete v úloze používat. Použijte odraz světla pod Brewsterovým úhlem na rozhraní vzduch-sklo (např. pomocí lampičky a zasklené fotografie připravené u úlohy).
2. Ověřte platnost Malusova zákona.
3. Proměřte jednu z následujících úloh:
 - a. závislost intenzity světla na úhlu pootočení polarizátoru, který je umístěn mezi dvěma dalšími polarizátory,
 - b. stupeň polarizace světla, vzniklého lomem,
 - c. kruhově a elipticky polarizované světlo (zpracujte do polárního grafu).
4. Pozorujte, popište a vysvětlete dva z následujících efektů:
 - a. polarizaci odrazem pro různé úhly dopadu,
 - b. indukovanou anizotropii,
 - c. barevné efekty ve fázových destičkách,
 - d. polarizaci rozptylem.

Teoretická část

Pokud se od nějakého rozhraní odráží paprsek pod Brewsterovým úhlem, odražené světlo je polarizované. Pokud tedy budeme odražené světlo sledovat skrze polarizátor, kterým budeme otáčet, bude se intenzita světla měnit. Takto můžeme nalézt směr snadného průchodu ψ_0 .

Intenzita polarizovaného světla, které prošlo jiným polarizátorem, závisí na otočení polarizátoru ψ , dle Malusova zákona [1]:

$$I = I_0 \cos^2 \psi \quad (1)$$

Kde I_0 je intenzita dopadajícího záření a I je intenzita záření prošlého.

Pokud necháme polarizované světlo procházet dvojicí polarizátorů, kde druhý polarizátor bude svírat se směrem polarizace světla 90° a první budeme otáčet o úhel ψ , získáme dvojnásobnou aplikaci vztahu (1) a využitím součtových vzorců následující závislost:

$$I = I_0 \cos^2 \psi \sin^2 \psi \quad (2)$$

Kde I je intenzita prošlého světla a I_0 je intenzita světla dopadajícího.

Výsledky měření

Laboratorní podmínky by na výsledky měření neměly mít vliv.

Tabulka 1: Směry snadného průchodu pro tři polarizátory

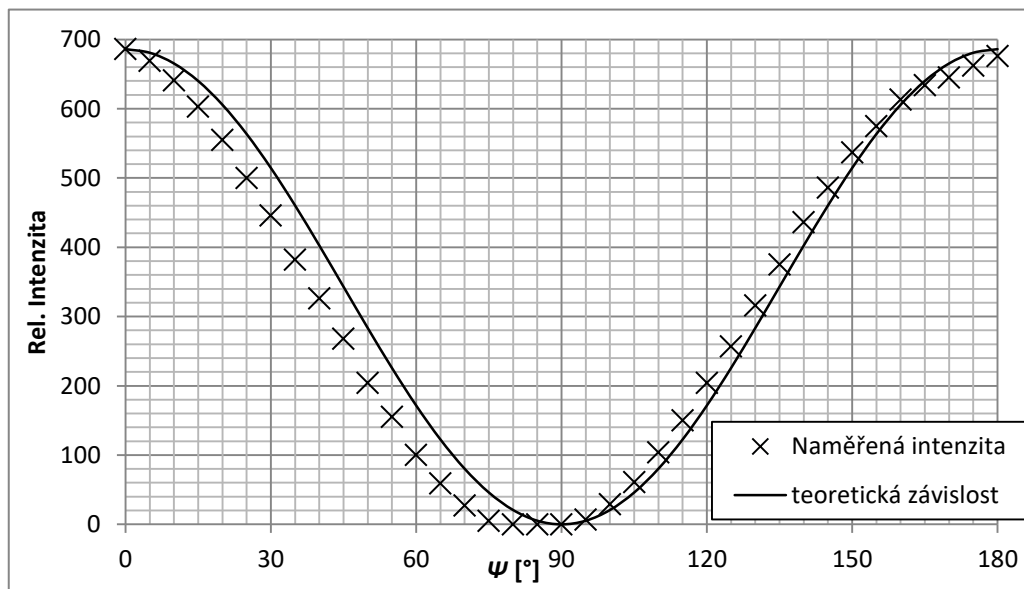
Polarizátor	ψ_0 [°]
1	199
2	244
3	356

Tabulka 1 obsahuje úhly popisující směr snadného průchodu ψ_0 pro tři polarizátory, který jsme stanovili za pomoci sledování obrazu pod Brewsterovým úhlem. Chybu měření jsme odhadli na 1° , což je velikost změny úhlu, kdy nebyla příliš patrná změna intenzity procházejícího světla.

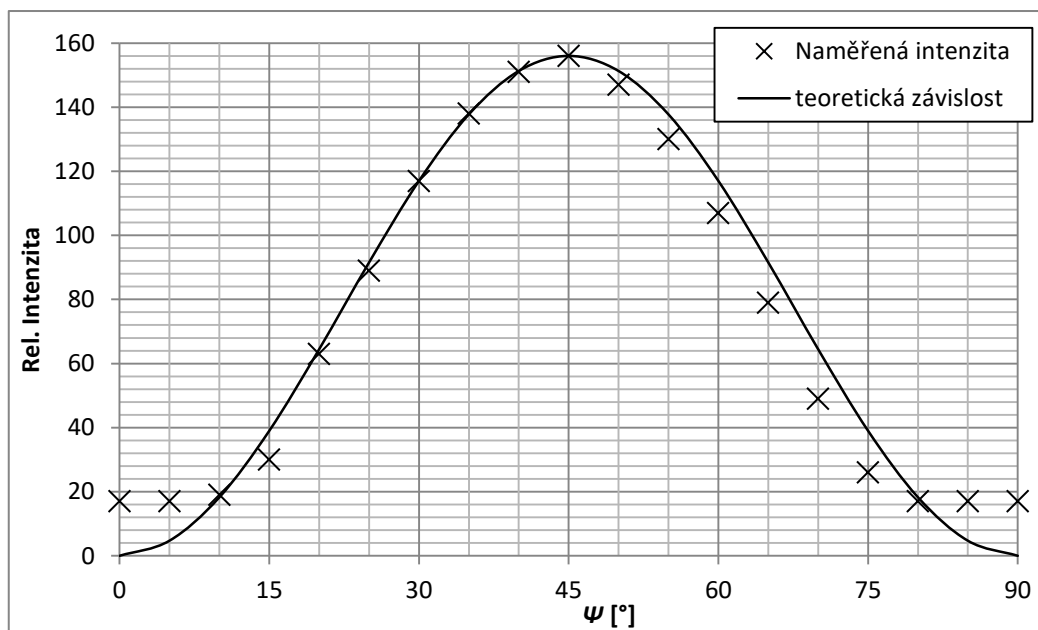
Graf č. 1 obsahuje naměřenou závislost intenzity procházejícího polarizovaného světla na otočení polarizátoru.

Do grafu je doplněna teoretická závislost Malusova zákona (1), jako konstantu I_0 jsme volili maximum z naměřených hodnot. Naměřené intenzity byly měřeny detektorem. Pokud na detektor nedopadalo žádné záření, ukazoval relativní intenzitu 17. Tuto hodnotu jsme tedy od námi naměřených hodnot odečetli.

V úkolu 3 jsme měřili podúkol a. závislost intenzity světla na úhlu pootočení polarizátoru, který je umístěn mezi dvěma dalšími polarizátory. Naměřené hodnoty jsou zobrazeny v grafu 2. Teoretická závislost vyznačená v grafu odpovídá vztahu (2), kde jsme konstantu I_0 volili tak, aby největší naměřená hodnota odpovídala teoretické. Při tomto měření jsme od naměřených hodnot neodečítali hodnotu, kterou ukazoval detektor, pokud nebyl osvětlen, protože poté naměřená data neodpovídala tak dobře teoretickým. V grafu je vidět, že pokud se teoretická hodnota dostala pod tuto hodnotu, detektor už nebyl schopen zaznamenat dopadající paprsek.



Graf 1: Závislost intenzity polarizovaného světla na úhlu natočení polarizátoru



Graf 2: Závislost intenzity světla na úhlu pootočení polarizátoru, který je umístěn mezi dvěma dalšími polarizátory

V úkolu 4 jsme měřili podúkoľy b a c.

Indukovaná anizotropie vzniká mechanickým namáháním plexisklového přípravku. Plexisklo jsme umístili mezi dva zkřížené polarizátory, tudíž neprocházelo žádné světlo, pokud jsme zatížili plexisklo, v místech největší zátěže došlo k průchodu paprsků, protože namáhané plexisklo zafungovalo jako polarizátor. Křivky pozorované v plexisklu, by měly odpovídat místům se stejným mechanickým namáháním.

Barevné efekty ve fázových destičkách jsme pozorovali za pomoci sklíčka potaženého izolepou, které bylo umístěno mezi dvěma polarizátory. Izolepa je vzhledem ke způsobu, kterým se vyrábí, opticky anizotropní. Při otáčení jednoho ze dvou polarizátorů, se pozorované barvy měnily, což znamená, že směr extraordinárního paprsku závisí na vlnové délce.

Diskuse

Při určování směru snadného průchodu bylo zdrojem nepřesnosti použití oka pro zjištění minima procházejícího světla. Oko není příliš dobré pro nalezení minima/maxima intenzity světla.

V grafu 1 je patrné, že naměřená závislost odpovídá teoretické, nicméně naměřené hodnoty jsou mírně posunuty vůči teoretickým, což souvisí s nepřesností určení směru snadného průchodu.

Naměřená závislost intenzity světla na úhlu pootočení polarizátoru, který je umístěn mezi dalšími dvěma polarizátory odpovídá teoretickému vztahu (2), což je patrné z grafu č. 2. Od teoretické závislosti se naměřené hodnoty liší pouze v okolí minim, protože detektor již nebyl schopen detekovat tak nízkou intenzitu.

Pozorování indukované anizotropie dopadlo dle očekávání, nicméně nejspíše vlivem častého namáhání, bylo možné sledovat světlé proužky i bez mechanického namáhání.

Závěr

Naměřili jsme úhly snadného průchodu pro tři polarizátory:

1: $(199 \pm 1)^\circ$

2: $(244 \pm 1)^\circ$

3: $(356 \pm 1)^\circ$

Naměřená závislost intenzity polarizovaného světla procházejícího polarizátorem odpovídá Malusovu zákonu.

Naměřená závislost pootočeného polarizátoru, který je umístěný mezi dva zkřížené polarizátory odpovídá teoretickým předpokladům.

Literatura

- [1] Polarizace světla. *Fyzikální praktikum* [online].
[cit. 17.4.2017]. Dostupné z:
http://physics.mff.cuni.cz/vyuka/zfp/_media/zadani/texty/txt_323.pdf