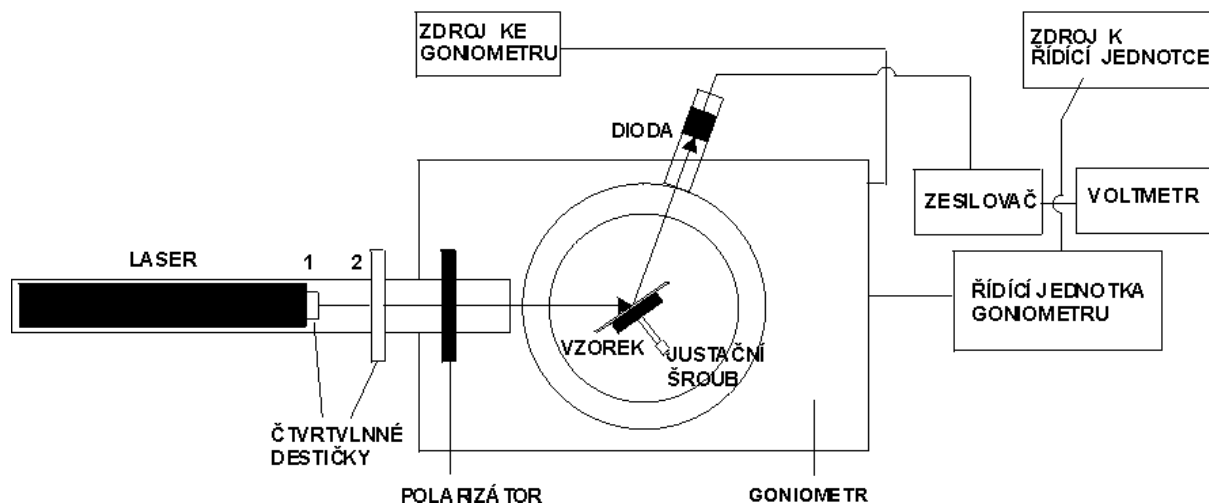


Ověření Fresnelových vzorců

Pokyny k měření:

Schematické znázornění aparatury je na následujícím obrázku.



Obr.1

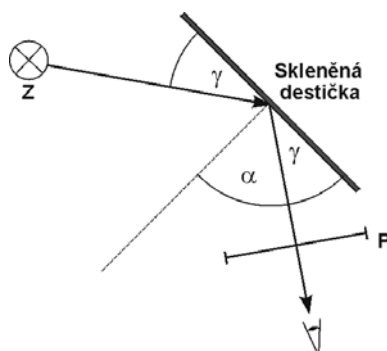
Hlavní část aparatury tvoří goniometr a jeho řídicí jednotka. Goniometr definovaným způsobem otáčí vzorkem a diodou. Jako zdroj světla je použit He-Ne laser, pracující na vlnové délce 632,8 nm, o výkonu 0,2/1 mW. Výstupní svazek je polarizován v rovině kolmé k přirozené vodorovné rovině a to v minimálním poměru 500:1. K otočení polarizační roviny laseru slouží čtvrtvlnné destičky (1,2) a polarizátor k výběru polarizační roviny. Po odrazu od povrchu vzorku dopadá svazek na diodu, je dále zesílen a jeho hodnota je měřena digitálním voltmetrem.

Schéma goniometru s jeho hlavními součástmi a nastavení goniometru je popsáno v příloze.

Zapněte laser alespoň 20 minut před měřením, aby se ustálila intenzita světelného svazku.

Před nastavováním optické části se ujistěte, zda jsou povrchy všech optických prvků čisté.

1. Použijte polarizátor (viz obr.1) a sestavte jednoduché uspořádání dle obrázku 2

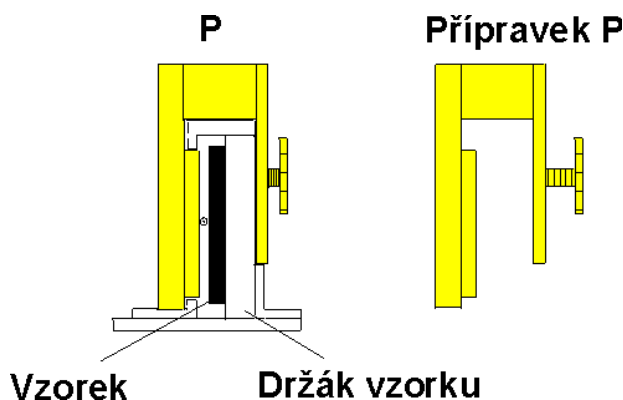


Obr. 2

Z může být přirozené světlo nebo lampa
S skleněná destička nebo jakýkoliv skleněný povrch
P polarizátor

Sledujte okem změny intenzity odraženého světla po průchodu polarizátorem pro různá natočení polarizátoru. Pokuste se najít úhel α rovný Brewsterovu úhlu. V takovém případě je paprsek odražený od skleněné destičky polarizován kolmo k rovině dopadu. Natočíme-li polarizátor tak, aby intenzita světla prošlého polarizátorem byla maximální, bude směr snadného průchodu polarizátorem rovnoběžný s polarizací odraženého svazku. Pro citlivější nastavení hledejte minimum prošlé intenzity, kdy směr snadného průchodu polarizátorem bude natočen kolmo k rovině polarizace. Nastavení proveďte několikrát, odečtěte konečnou polohu natočení polarizátoru na úhloměru objímky. Směr snadného průchodu je pak posunut o 90° vůči nalezené hodnotě.

2. Polarizátor upevněte do místa vyznačeného na obr. 1. Nastavíte - li polarizátor tak, že na digitálním voltmetru budete detekovat maximum intenzity signálu, bude směr snadného průchodu rovnoběžný se směrem polarizace paprsku laseru.. Porovnáním úhlu na stupnici polarizátoru a porovnáním hodnoty úhlu pro směr snadného průchodu stanoveného dle bodu 1 ověříte, jaký úhel svírá rovina polarizace laseru s rovinou dopadu. Pro citlivější nastavení hledejte minimum signálu na voltmetru. Rovina polarizace dopadajícího svazku bude otočena o 90° vůči nalezené poloze.
3. Diodu natočte do polohy $\gamma = 0^\circ$. Na držák vzorku upevněte přípravek **P** z obr.3. Ten slouží k nastavení vzorku vůči laserovému svazku. Otáčením justačního šroubu pohybujte držákem vzorku v horizontálním směru a snažte se docílit toho, aby signál, procházející mezi justovací destičkou a mezi povrchem vzorku detekovaný na diodě byl maximální. Pak zkuste otočit vzorkem kolem svislé osy a opět sledujte velikost detekovaného signálu, hledejte maximální hodnotu. Jakmile toho dosáhnete, běží pak paprsek rovnoběžně se vzorkem. Poté justovací přípravek z nosiče vzorku sundejte.



Obr.3

Úhel γ roviny vzorku vůči laserovému svazku se odečítá na horní části stupnice 6 (viz obr. 2a v příloze)

Měření závislosti intenzity složky E_{3S} (v [1] obr. 1,8, str. 21) na úhlu dopadu:

Otočte polarizátorem tak, aby detekovaný signál byl maximální. Pak proměřte závislost velikosti odraženého signálu na úhlu γ v rozmezí 0° - 80° s měřicím krokem 5° .

Měření závislosti intenzity složky E_{3P} (v [1] obr. 1,8, str. 21) na úhlu dopadu:

Mezi laser a polarizátor umístěte obě čtvrtvlnné destičky. Destičkou č.2 otočte tak, abyste detekovali minimum intenzity. Tím stočíte rovinu polarizovaného světla o 90° . Poté otočte polarizátorem o 90° a polohu dojustujte na maximum intenzity.

Nejprve najděte Brewsterův úhel pro měřený vzorek (proved'te 5x). Pak proměřte závislost velikosti detekovaného signálu na úhlu dopadu v rozmezí 0° - 80° s měřicím krokem 5° .

V okolí Brewsterova úhlu ($\pm 5^\circ$) volte měřicí krok 1° .

Z důvodu kolísání signálu je nutno pro každou složku provést alespoň 5 měření. Odrazivost R z experimentálních hodnot spočteme následovně

$$R = \frac{U_\alpha}{U_0},$$

kde U_α je hodnota napětí odpovídající velikosti odraženého signálu při úhlu dopadu $\alpha = 90 - \gamma$, U_0 hodnota napětí odpovídající signálu při „klouzavém“ dopadu.

Do grafů vynesete závislost $|r_{s,p}|$, tzv. koeficientu odrazivosti, na úhlu dopadu $\alpha = 90 - \gamma$ pro který platí

$$r_{s,p} = \sqrt{\frac{U_\alpha}{U_0}}.$$

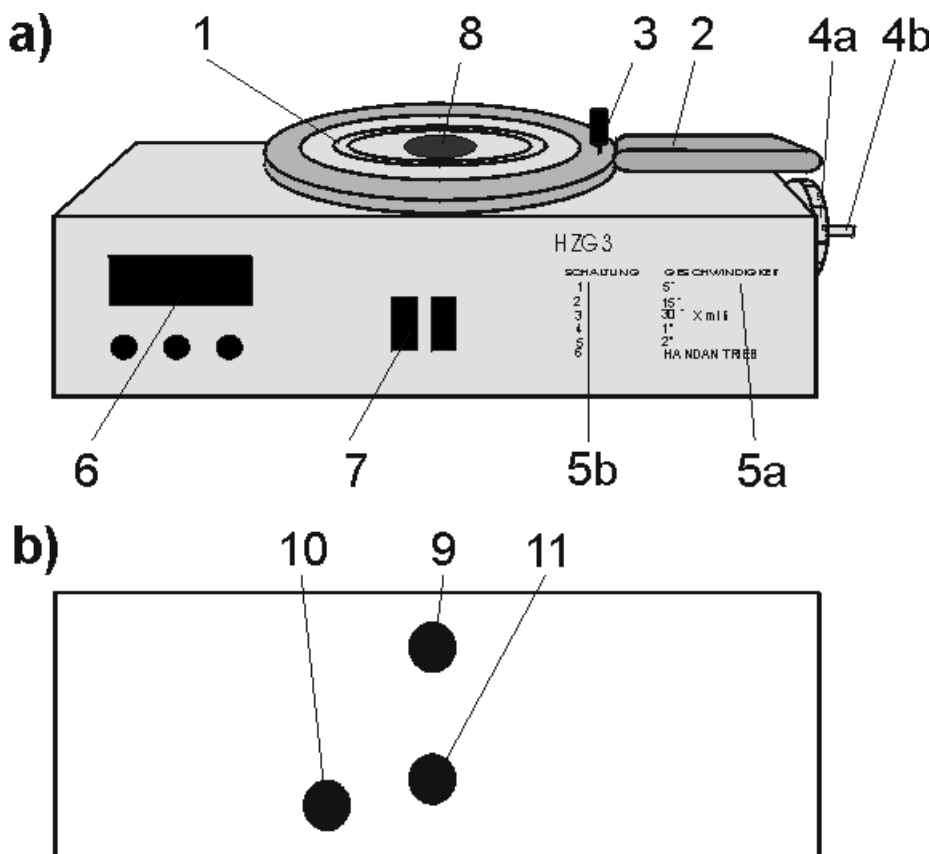
Experimentální křivky fitujte teoretickou závislostí $|r_{s,p}|$ s parametrem N_2 , viz [1], str. 21, vzorce 1.27 a 1.29.

N_1 předpokládejte rovno 1. Nalezené N_2 porovnejte s údajem na vzorku. Diskutujte přesnost měření.

Popis a nastavení goniometru

Goniometr nastavujeme jen tehdy, je-li rozjustován. Pro toto měření je třeba nastavit ruční režim, při kterém se vzorek otáčí o úhel $\delta\gamma$ a detektor o úhel $2\delta\gamma$.

Na obr. 2a) je nakreslen goniometr z přední a horní strany, na obr. 2b) za zadní strany. K této úloze je třeba znát funkci prvků 1 – 10:



Obr. 2

1. Úhlová stupnice goniometru
2. Otočné rameno, na kterém je upevněna detekční dioda
3. Aretační šroub, který fixuje polohu ramene 2 a úhlové stupnice
4. Šroub 4a slouží k nastavení různých rychlostí otáčení vzorku, pokud goniometr pracuje v automatickém režimu. Klička 4b slouží k nastavení úhlu γ , pracujeme-li v ručním režimu.
5. a) tabulka s úhlovými rychlostmi při automatickém otáčení,
b) každé rychlosti odpovídá číslo na šroubu 4a
6. stupnice, indikující úhel mezi rovinou vzorku a dopadajícím paprskem
7. spínač osvětlení stupnice 6
8. prostor pro upevnění držáku vzorku
9. šroub v zadní části panelu slouží k aretaci detektoru
10. šroub v zadní části panelu slouží k otáčení vzorku při justaci goniometru
11. šroub v zadní části panelu slouží k aretaci vzorku

Při nastavování goniometru dbejte na to, aby šrouby 9 a 3 nebyly utažené současně. Podobně šrouby 10 a 11 nesmí být utažené současně.

Nastavení ručního režimu:

1. Přitlačením šroubu *4a* směrem k boční desce goniometru a jeho otočením nastavte ruční režim, tj. číslice „6“. Je čtena při kolmém pohledu shora dolů.
2. Stiskněte tlačítko „K“ na řídicí jednotce goniometru
3. Stiskněte tlačítko „Netz“ na řídicí jednotce
4. Ručně nastavte rameno diody na úhel 0° (odečteno v horní části stupnice 6)
5. Utažením šroubu 9 docílíte aretaci ramene diody při této poloze.
6. Přitlačením knoflíku 10 k zadní desce goniometru a jeho otáčením nastavte na stupnici 1 úhel 0° .
7. Utáhněte šroub 3.
8. Vyjměte šroub 9.

Tím je ruční režim nastaven a zároveň platí, že při otočení vzorku o úhel γ otočí se detektor o úhel 2γ . Zbývá jen toto nastavení zkontrolovat:

Otáčejte kličkou *4b* a sledujte hodnoty úhlu na stupnici 6 a porovnávejte je s hodnotami na stupnici goniometru 1. Při správném nastavení měřicího režimu musí být hodnoty úhlů na obou stupnicích stejné.

Literatura:

[1] *Fyzikální praktikum III - Optika*, I. Pelant a kol., 2001