

Název a číslo úlohy	Úloha č. 1 - Polarizace světelného záření
Datum měření	4. 5. 2011
Měření provedli	Tomáš Zikmund, Jakub Kákona
Vypracoval	Jakub Kákona
Datum	
Hodnocení	

1 Zjištění polarizace LASERu

Pro zjištění polarizace laseru bylo nejdříve třeba určit orientaci lineárního polarizačního filtru, to jsme provedli nalezením minima intenzity světla odraženého od skleněné destičky. Díky tomu, že odražené světlo je polarizované kolmo na rovinu dopadu (Při Brewsterově úhlu dopadu), bylo zřejmé že v takovém případě máme polarizační filtr orientovaný kolmo na polarizaci světla. A orientace filtru je tedy v ose kolmé na rovinu destičky. Toto zjištění pak následně korelovalo se značkami na kroužku filtru.

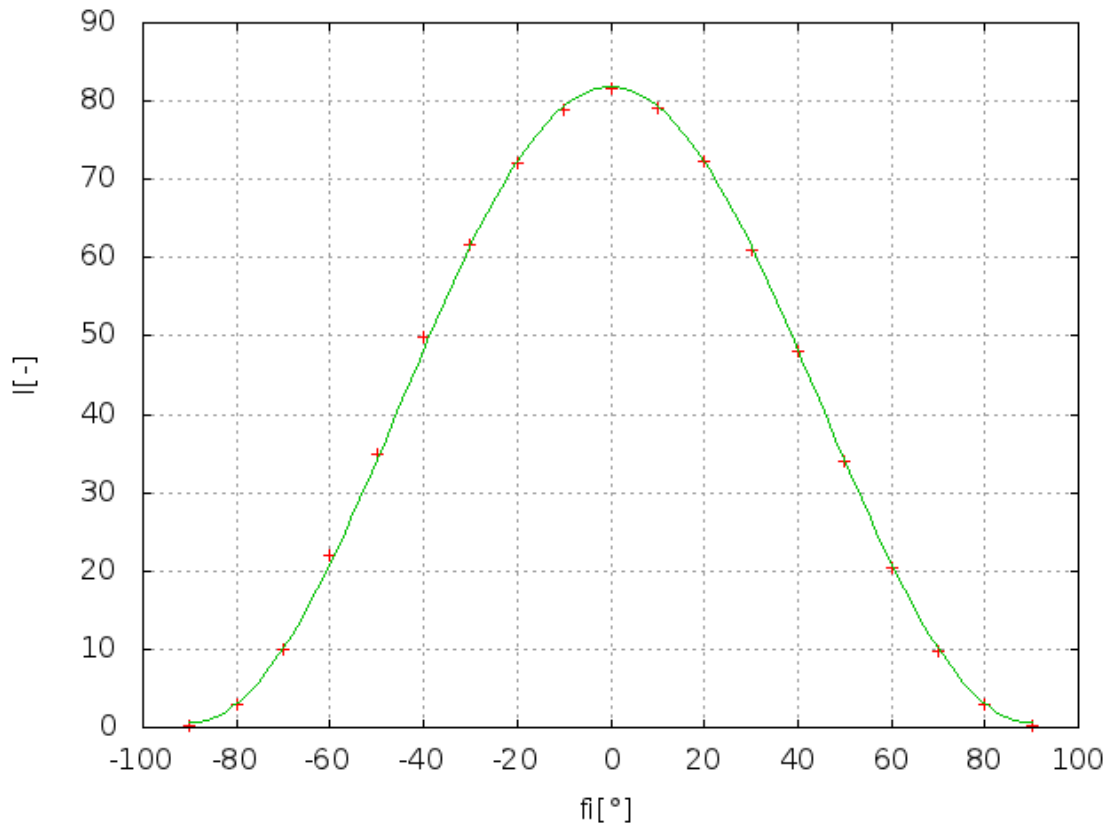
Potom bylo snadné určit rovinu lineární polarizace LASERu nalezením minima prochozejícího záření vzhledem k natočení filtru. Tímto způsobem jsme zjistili, že LASER byl polarizovaný kolmo na desku pracovního stolu.

2 Ověření Malusova zákona

Malusův zákon jsme ověřili měřením intenzity záření za polarizačním filtrem v polarizovaném svazku He-Ne LASERu. Při otáčení filtrem jsem postupně naměřili závislost intenzity na pozici filtru.

Tabulka 1: Naměřené hodnoty intenzity za polarizačním filtrem

Úhel filtru [°]	intenzita[-]
90	0,3
80	2,9
70	9,7
60	20,3
50	34,1
40	48
30	61
20	72,4
10	79,1
0	81,5
-10	79
-20	72
-30	61,7
-40	49,9
-50	35
-60	22
-70	10
-80	2,9
-90	0,3



Obrázek 1: Ověření Malusova zákona

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

Naměřenou závislost jsme dále nafitovali funkcí 1 a vynesli do grafu. Naměřené odchylky vůči teorii jsou minimální a lze je považovat za chybu měření.

3 Změna lineární polarizace na kruhovou

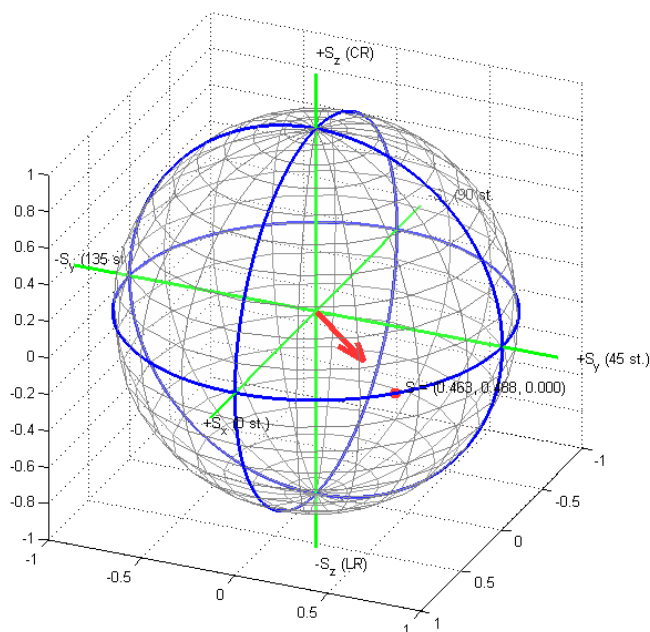
Lineární polarizaci LASERu, jsme změnilí na kruhovou pomocí čtvrt-vlnové destičky, tak že její rychlou osu jsme natočili pod úhlem 45° od osy polarizace laseru. Tím v podstatě došlo k symetrickému rozložení původní polarizace do obou os čtvrt vlnové destičky (rychlé a pomalé), kde mezi vlnami došlo k fázovému spoždění $\pi/2$ a následnému vzniku kruhově polarizovaného záření. To jsme ověřili vložením lineárně polarizačního filtru do kruhově polarizovaného svazku a naměřili prošlou intenzitu 34,7 jednotek téměř nezávisle na úhlu natočení filtru. Zbytková závislost byla způsobena mírnou eliptičností výsledné polarizace a donastavením retardační destičky ji bylo možné zmenšit na zanedbatelnou hodnotu.

4 Natočení roviny polarizace

Rovinu polarizace LASERu jsme potočili použitím půlvlnné destičky, jejíž rychlou osu jsem natočili v úhlu 20° což způsobilo rozložení intenzit do obou os destičky, takovým způsobem, že složením s vlnou spožděnou o π vznikla lineární polarizace potočená o 40° oproti původní orientaci polarizace.

Tabulka 2: Vlastní absorpce různých typů polarizačních filtrů v relativních jednotkách

Typ	hranol	polymer
po průchodu	82,1	76,3
přímo	98,1	99,7
rozdíl	16,0	23,4
Absorpce [%]	16,3	23,5



Obrázek 2: Polarizační stav světla za depolarizerem

5 Depolarizace svazku

Depolarizaci svazku jsme realizovali depolarizátorem, což je optický prvek složený ze dvou broušených klínů z nichž jeden je dvoulomý. Princip prvku spočívá v rozložení vstupujícího světla na dvě navzájem ortogonálně polarizované složky. Díky klínům jsou navíc obě složky rozděleny do dvou svazků, které nejsou úplně ideálně rovnoběžné a na stínítku tak můžeme pozorovat dva body. Při osvětlení depolarizátoru lineárně polarizovaným světlem dochází k rozdělení energií v závislosti na úhlu natočení depolarizátoru a mezi svazky se tak přelévá energie. K tomuto jevu nedochází, pokud je depolarizátor použit na kruhově polarizované světlo. Polarizace výstupních svazků ale zůstává zachována a je možno vybírat každý z výstupních svazků lineárním polarizačním filtrem.

6 Určení stupně polarizace

Stupeň polarizace jsme určili změřením intenzit význačných polarizačních stavů. Z těch bylo možné vypočítat Stokesovy pametry a určit tak typ a stupeň polarizace.

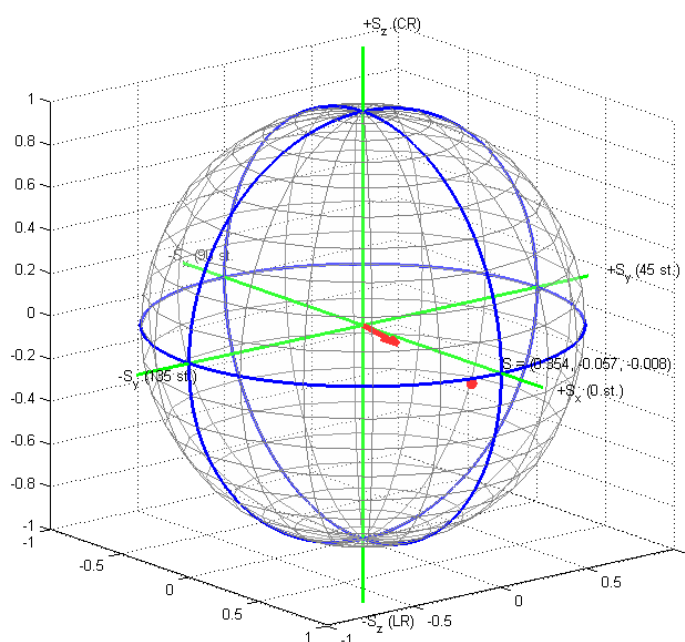
Z naměřených výsledků je vidět, že depolarizátor světlo nedepolarizuje úplně, ale jenom částečně a v závislosti na jeho nastavení převládá některá z lineárních polarizací.

Tabulka 3: Naměřené hodnoty polarizačních parametrů pro depolarizátor

I_0	I_{90}	I_{45}	I_{135}	I_{CL}	I_{CR}
60	22	60	20	39	39

Tabulka 4: Vypočítané hodnoty Stokesových parametrů polarizačního stavu za depolarizátorem

s_0	s_1	s_2	s_3
82	38	40	0



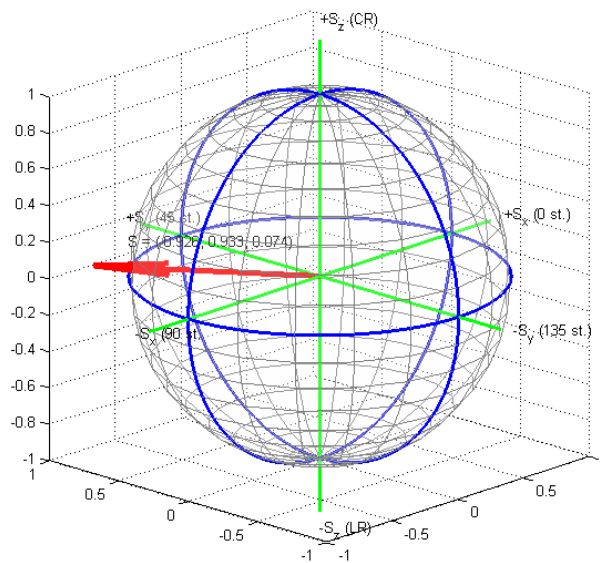
Obrázek 3: Polarizační stav světla LASERu

Tabulka 5: Naměřené hodnoty polarizačních parametru pro HeNe LASER

I_0	I_{90}	I_{45}	I_{135}	I_{CL}	I_{CR}
81,8	0,3	39	7,2	42	43

Tabulka 6: Vypočítané hodnoty Stokesových parametrů polarizačního stavu LASERu

s_0	s_1	s_2	s_3
82,1	81,5	31,8	1



Obrázek 4: Polarizační stav světla LASERu prošlého samolepicí páskou

Stupeň polarizace LASERu nám vyšel, jako lineární polarizace s hodnotou 1,06 což je pravděpodobně způsobeno fluktuací výkonu v čase, protože všechny měřené polarizační parametry nebylo možné určit v jeden okamžik. Navíc se do celkového výkonu může promítnout různá absorpční ztráta při rekonfiguraci aparatury pro měření kruhových polarizací. Avšak námi změřená absorpce destičky byla pouze 4 jednotky.

Tabulka 7: Naměřené hodnoty polarizačních parametru pro samolepicí pásku

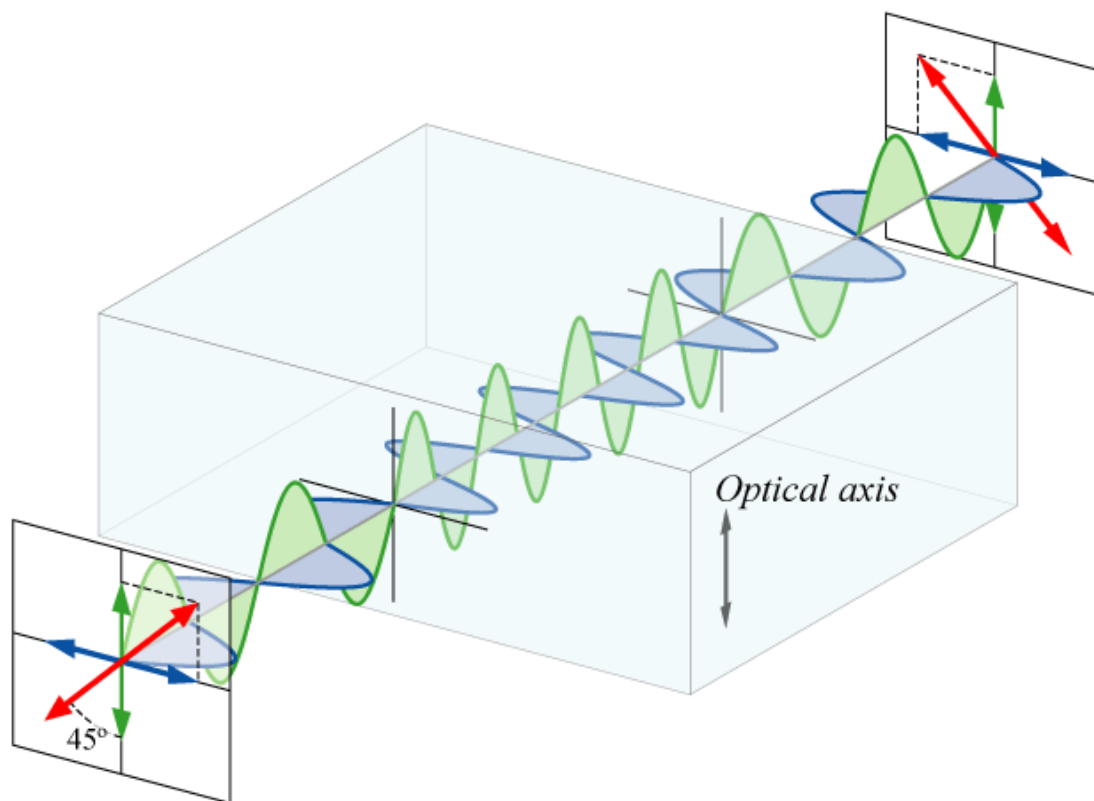
I_0	I_{90}	I_{45}	I_{135}	I_{CL}	I_{CR}
1,5	62	39	24,2	32	29

Tabulka 8: Vypočítané hodnoty Stokesových parametrů polarizačního stavu po průchodu samolepicí páskou

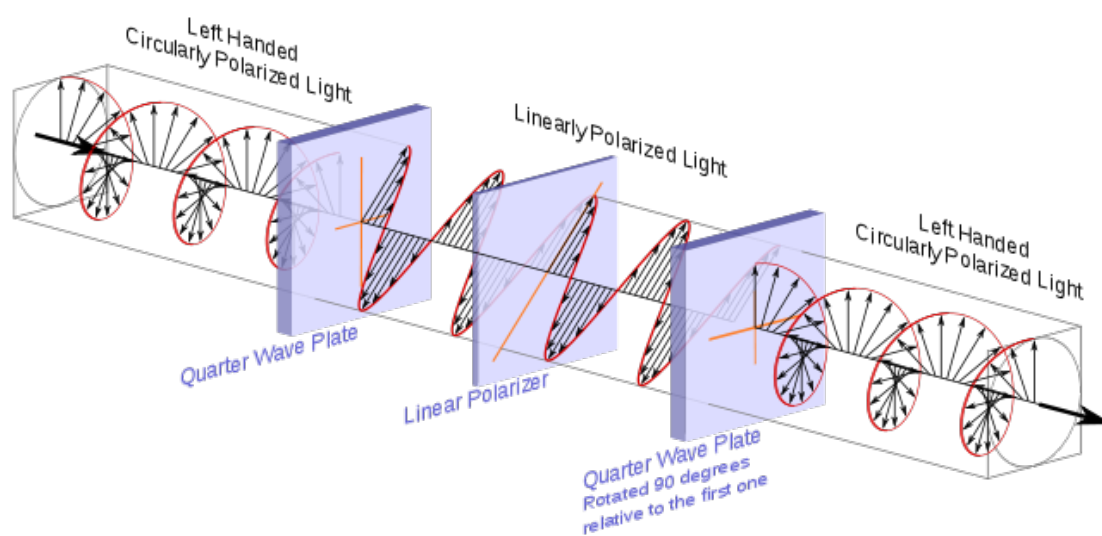
s_0	s_1	s_2	s_3
63,5	-60,5	14,8	-3

Z naměřených výsledků pro samolepicí pásku lze usoudit, že páška se po HeNe laser chová jako půlvlnná destička a stáčí rovinu polarizace.

Intenzity kruhové polarizace jsme měřili s použitím čtvrt vlnné destičky, její rychlou osu jsme si orientovali kolmo k pracovní desce. Následně bylo možné snadno polarizačním filtrem přepínat mezi provotočivou a levotočivou polarizací nastavením filtru do pozice 45° či 315° .



Obrázek 5: Grafické znázornění funkce půlvlnné ratardační destičky



Obrázek 6: Vliv čtvrtvlnné destičky na polarizační stav světla

Reference

- [1] Kolektiv KFE FJFI ČVUT: *Úloha č. 1 - Polarizace světelného záření*, [online], [cit. 10. května 2011], http://optics.fjfi.cvut.cz/files/pdf/ZPOP_01.pdf
- [2] Wikipedia: *Wave plate*, [online], [cit. 10. května 2011], http://en.wikipedia.org/wiki/Wave_plate