|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM**  Ústav fyziky  FEKT VUT BRNO | | Jméno a příjmení  **David Kolečkář** | | | | ID  **170610** |
| Ročník  **1** | Předmět  **IFY** | Kroužek  **19** | | Lab. skup.  **A** |
| Spolupracoval  **Tomáš Kocman, Jan Kotráš** | | Měřeno dne  **17.3.2015** | | Odevzdáno dne  **31.3.2015** | | |
| Příprava | Opravy | Učitel | | Hodnocení | | |
| Název úlohy  **Rychlost světla** | | | | | Číslo úlohy  **46** | |

ÚKOL MĚŘENÍ:

1. Stanovte velikost rychlosti světla ve vzduchu.
2. Stanovte velikosti rychlostí světla ve třech kapalinách a zjistěte odpovídající indexy lomu.

TEORIE:

Připomeňme si některé základní poznatky. Z Maxwellových rovnic plyne pro rychlost šíření světla *cp* v daném prostředí vztah

Kde představují relativní permitivitu a permeabilitu prostředí a permitivita a permeabilita vakua jsou a .

Pro vzduch lze považovat za jednotky a rychlost světla ve vzduchu za téměř shodnou s rychlostí ve vakuu, pro niž platí

Index lomu prostředí je dán podílem rychlosti světla ve vakuu a rychlosti světla v daném prostředí,

Pro většinu průhledných materiálů je Relativní permitivita ani index lomu nejsou však pro dané prostředí konstantní, ale závisí na frekvenci. Tento jev se nazývá disperze.

Postup při měření:

Střídavé napětí o frekvenci *f* = 50,0 MHz je přiváděno na LED diodu. Emitované světlo dopadá na soustavu dvou zrcadel umístěných ve společném držáku, který lze posunovat po optické lavici. Po odrazu se světlo vrací do operační jednotky, kde je detekováno fotodiodou. Signál napájející diodu emitující světlo je přiveden na horizontální (X) vstup osciloskopu a signál z fotodiody na vstup vertikální (Y). Frekvence obou signálů je redukována na 50 kHz , aby bylo možno použít běžný osciloskop. Na obrazovce osciloskopu se skládají dva navzájem kolmé, fázově posunuté harmonické kmity stejných frekvencí. To vede ke vzniku Lissajousovy křivky ve tvaru elipsy. Posunujeme-li držák se zrcadly po optické lavici, mění se vzdálenost, kterou musí světlo projít a tudíž i fázový rozdíl obou signálů. V okamžicích, kdy se tento rozdíl rovná celistvým násobkům π, je zobrazena úsečka odkloněná od svislého směru střídavě napravo a nalevo.

Rychlost světla v jiném prostředí než je vzduch lze zjistit z porovnání dvou měření. Při

prvém urazí světlo část své dráhy ve zkoumaném prostředí, kdežto při měření druhém prochází

pouze vzduchem.

Rychlost světla v kapalině

Při měřeni rychlosti světla v kapalině jsme položili světlu do dráhy trubici s kapalinou. Pro trubici s

kapalinou platí *lk*=1014 *mm*. Přesunuli jsme zrcadla k trubici a změřili polohu *x*i. Nastavením fáze

operační jednotky jsme na osciloskopu nastavili zobrazeni Lissajousova obrazce na usečku.

Světlu jsme z dráhy odstranili trubici s kapalinou a zrcadla posunuli do polohy, kdy na osciloskopu byla stejná úsečka jako v případě s trubicí. Při této poloze zrcadel je signál na fotodiodě ve stejné fázi jako při průchodu světla trubici s kapalinou. Polohu zrcadel jsme nyní označili jako *x*i'. Provedli jsme opakovaně několik měřeni a vypočítali střední hodnotu rozdílů poloh zrcadel.

Výpočet velikosti rychlosti světla ve vzduchu:

Výpočet velikosti rychlosti světla v kapalinách:

Tabulka hodnot:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | č. m. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | C [m s-1] | n |
| Vzduch | xi [cm] | 42 | 41 | 41,5 | 43 | 42,5 | 2,27×108 |  |
| xi' [cm] | 155,5 | 155,5 | 155,5 | 155,5 | 155,5 |
| Δxi | 113,5 | 114,5 | 114 | 112,5 | 113 |
| Kapalina 1 | xi [cm] | 102 | 103 | 104 | 110 | 106 | 1,61×108 | 1,409 |
| xi' [cm] | 127 | 128 | 128,5 | 134 | 131 |
| Δxi | 22,5 | 22 | 20,5 | 19 | 19,5 |
| Kapalina 2 | xi [cm] | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 1,52×108 | 1,493 |
| xi' [cm] | 122 | 124 | 124,5 | 125 | 126 |
| Δxi | 24,5 | 25 | 24,5 | 24,5 | 24,5 |
| Kapalina 3 | xi [cm] | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 1,68×108 | 1,351 |
| xi' [cm] | 120,5 | 121 | 123,5 | 126,5 | 128,5 |
| Δxi | 18 | 18,5 | 16,5 | 19 | 17 |

Otázky:

**Proč není ke stanovení rychlosti světla použito přímé měření vzdálenosti a času?**

Bylo by nutné velmi přesné měření velmi krátkého časového úseku, nebo příliš velké vzdálenosti.

**Jak je vyřešeno, aby mohl být pro měření používán běžný osciloskop a nebyl nutný drahý přístroj pracující do vysokých frekvencí?**

Použitím světla modulovaného signálem o dostatečně vysoké frekvenci. I malá změna vzdálenosti se tak projeví jako významná změna fáze na osciloskopu.

**Jaký je vztah mezi indexem lomu, rychlostí světla a permitivitou prostředí?**

Index lomu je určen podílem rychlostí světla v jednotlivých prostředích. Rychlost světla je obrácenou hodnotou odmocniny násobku permitivity a permeability daného prostředí.

**Při měření rychlosti světla v kapalině prochází světlo také dvěma sklíčky uzavírajícími trubici. Jakou změnou v metodice měření by bylo možné jejich vliv eliminovat?**

Namísto měření bez tubusu s kapalinou měřit s prázdným tubusem.

Závěr:

Cílem úlohy bylo zjistit rychlost světla ve vzduchu, která nám vyšla přibližně . Od tabulkové hodnoty rychlosti světla se značně liší. Tato odlišnost mohla být způsobená různými chybami při měření. Například se nám nedařilo přesně nastavit Lissajousov obrazec na osciloskopu nebo chybou mohlo být nepřesné změření polohy zrcadel.

V dalších úlohách jsme měřili rychlost světla ve 3 kapalinách a z naměřených hodnot jsme určili index lomu světla. Index lomu kapaliny číslo jedna nám vyšel 1,409 což přibližně odpovídá etanolu, u kapaliny číslo dva vyšla hodnota 1,493 (glycerol) a třetí kapalina 1,351 (voda).