

Interference a ohyb světla

J. Dlouhý - Gymnázium Třebíč
kuba.dlou@gmail.com

M. Svoboda - Gymnázium Třebíč
svoboda675@seznam.cz

V. Domín – Gymnázium Elišky Krásnohorské
vojta.domin@centrum.cz

Abstrakt:

Snaha o zjištění vlastností světla využitím schopností světla interferovat a ohýbat se. Za použití difrakční mřížky a Michelsonova experimentu jsme změřili vlnovou délku světla. Výsledky měření byly vzájemně velmi podobné a zároveň byly velmi blízko výrobcem uváděné vlnové délce.

1. Úvod

Světlo může být charakterizováno jakožto elektromagnetické vlnění nebo proud fotonů, ovšem v rámci našeho miniprojektu jsme světlo brali pouze jako vlnění, pro lidské oko viditelné pod podmínkou vlnové délky 400-800 nm. V důsledku čehož jsme byli schopni zkoumat dvě z jeho základních vlastností – difrakci a interferenci.

Příčemž naše primární zaměření bylo na Michelsonův interferometr, který nedávno na projektu LIGO [2] potvrdil Einsteinovu teorii o gravitačních vlnách.

2. Při našem bádání použité přístroje/nástroje

Mezi námi využitě vybavení při experimentech patří Keplerův dalekohled, laser, zrcadla, přičemž jedno bylo s mikrometrickým šroubem, štěrbinu s nastavitelnou šířkou štěrbinu, difrakční mřížka, rozptylka, metr, zeď, papírek s návodem na roztřídění do skupin v průběhu Břehyard (jako pevný bod při počítání interferenčních proužků), ochranné brýle, pravítko.

3. Teorie

3.1. Difrakce

Difrakce je jedna z hlavních vlastností světla, jedná se o jev, který se projevuje ohybem světelných paprsků a je podmíněn přítomností překážky (štěrbina, difrakční mřížka,

kterákoliv ostrá hrana). Difrakční mřížka je destička (obvykle skleněná) do níž jsou vyryty rovnoběžné vrypy pomocí diamantového nástroje.

3.2. Interference

Interference, vlastnost blízkce související s difrakcí. Jedná se o vzájemné skládání elektromagnetických vln a následně se u monochromatického světla projevuje vznikem interferenčních maxim (světlé pruhy) a minim (tmavé pruhy). U bílého světla se projevuje vznikem barevných skvrn (např. na mýdlové bublině nebo křídlech hmyzu).

4. Vlastní experiment

4.1. Difrakční mřížka

Při měření vlnové délky světla jsme jako první využili metody založené na principu ohybu světla. Pomocí mřížky, do níž byly diamantovým nástrojem vyryty vrypy, ohýbající světlo, které následnou interferencí vytvoří minima a maxima a zjištěním vzdáleností mezi již zmíněnými maximy jsme schopni orientačně určit vlnovou délku využitého zdroje světla.

$$\lambda = \frac{d \times \sin\theta}{m}$$

Vzdálenost od stínítka [cm]	1. maximum [cm]	2. maximum [cm]	Vlnová délka 1. maxima	Vlnová délka 2. maxima
11,10	4,85	13,75	662,43	646,24
11,20	4,80	13,75	656,66	646,24
11,30	4,75	13,80	650,87	647,18
11,20	4,80	13,77	656,66	646,56

Z měření jsme vypočítali vlnovou délku našeho monochromatického zdroje světla. Uvedena je průměrná hodnota s odchylkou.

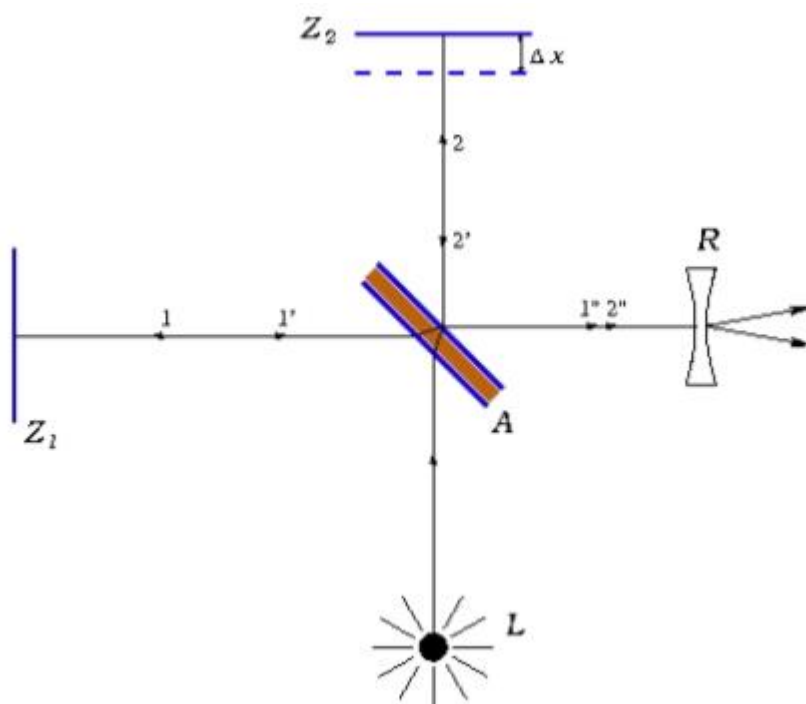
$$\lambda = (651,60 \pm 2,13) \text{ nm}$$

4.2. Michelsonův interferometr

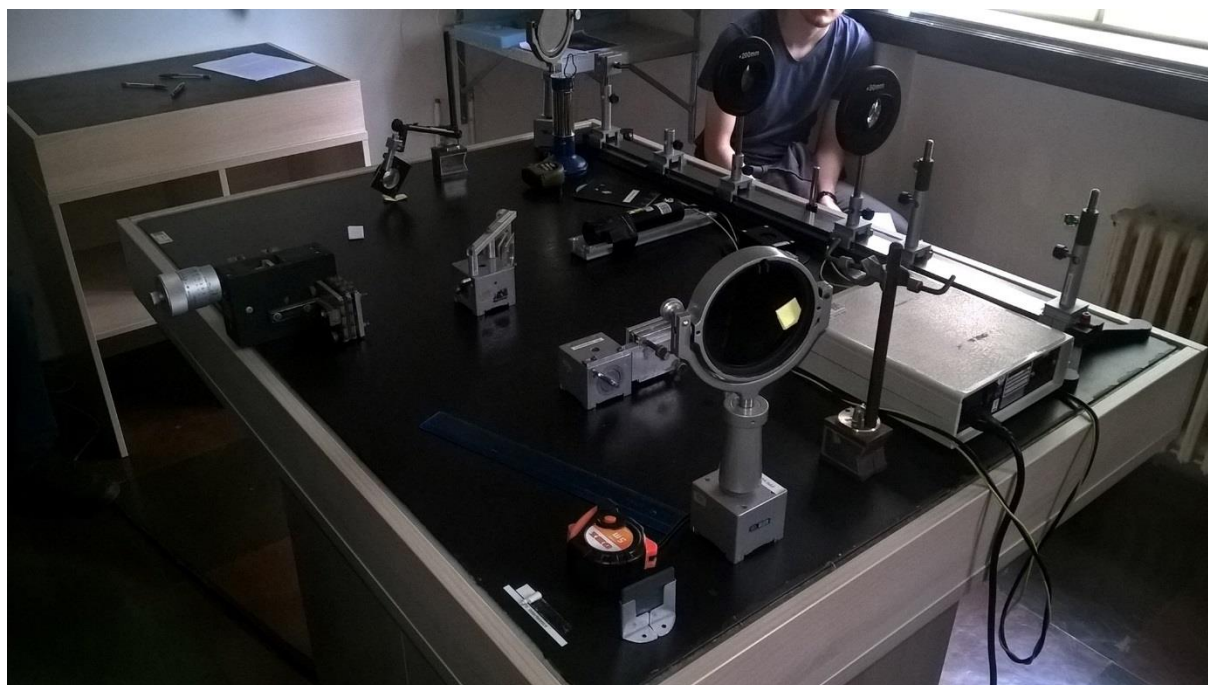
Naše nejfrekventovaněji používaná pomůcka při měření, jejíž hlavním účelem je zjištění vlastností světla, v našem případě vlnová délka zdroje světla (laseru). Jedná se o aparaturu složenou ze tří zrcadel, z nichž jedno je polopropustné (A), druhé mikrometrické (Z₂), pomocí kterého měníme vzájemnou vzdálenost zrcadel (Δx), a podle počtu interferenčních proužků (N) se dá určit vlnová délka (λ), a třetí je naprosto obyčejné.

$$\lambda = \frac{2\Delta x}{N}$$

Z laseru (L) vychází světlo, které následně částečně prochází a částečně se odráží od polopropustného zrcadla (A). Následně se zpět odražené paprsky ze zrcadel Z_1 a Z_2 opět spojí do jednoho svazku, což vytvoří interferenční obrazec, který je po průchodu přes rozptylku (R) zvětšen a snadno pozorovatelný.



Obr.1 Michelsonův interferometr



Obr. 2 Naše sestavení Michelsonova interferometru

Při tomto pokusu jsme určili průměrnou vlnovou délku na:

$$\lambda = (640,00 \pm 1,80) \text{ nm}$$

5. Závěr

Pomocí různých metod jsme vypočítali vlnovou délku našeho monochromatického zdroje světla. Podle výrobce má zdroj vlnovou délku 633 nm, tudíž jsme se této hodnotě poměrně přiblížili. Nepřesnosti mohly vzniknout z různých důvodů. Tím hlavním je citlivost zařízení, které reaguje na sebemenší otřesy (průjezd tramvaje etc.) a tudíž je měření nepřesnější a složitější.

6. Poděkování

Velice rádi bychom poděkovali našemu supervizorovi Ing. Petru Gallusovi za pomoc při hledání naší správné cesty v temnotě a velmi častých návratech na cestu osvětlení. Bez něj by výsledky naší práce byly v centimilimetrech, anebo by světlo mělo frekvenci o tři až osm řádů jinou. Po celou dobu byl silnou morální oporou a překvapivě zvládl naše výkyvy ve zdraví.

7. Reference:

[1] Fyzikální praktikum KF FJFI ČVUT v Praze: *Návod - Interference a ohyb světla* 2015 [cit. 2016-20-6].

Dostupné na: <http://praktikum.fjfi.cvut.cz>

[2] <https://www.ligo.caltech.edu/>