

FYZIKÁLNÍ PRAKTIKUM FJFI ČVUT V PRAZE

Datum měření: 25.3.2011	Jméno: Jakub Kákona
Pracovní skupina: 4	Ročník a kroužek: Pa 9:30
Spolupracovníci: Jana Navrátilová	Hodnocení:

Mikrovlny

Abstrakt

V úloze je studováno šíření vln volným prostorem a jejich základní interakce s látkou z pohledu vlnové optiky.

1 Úvod

1.1 Zadání

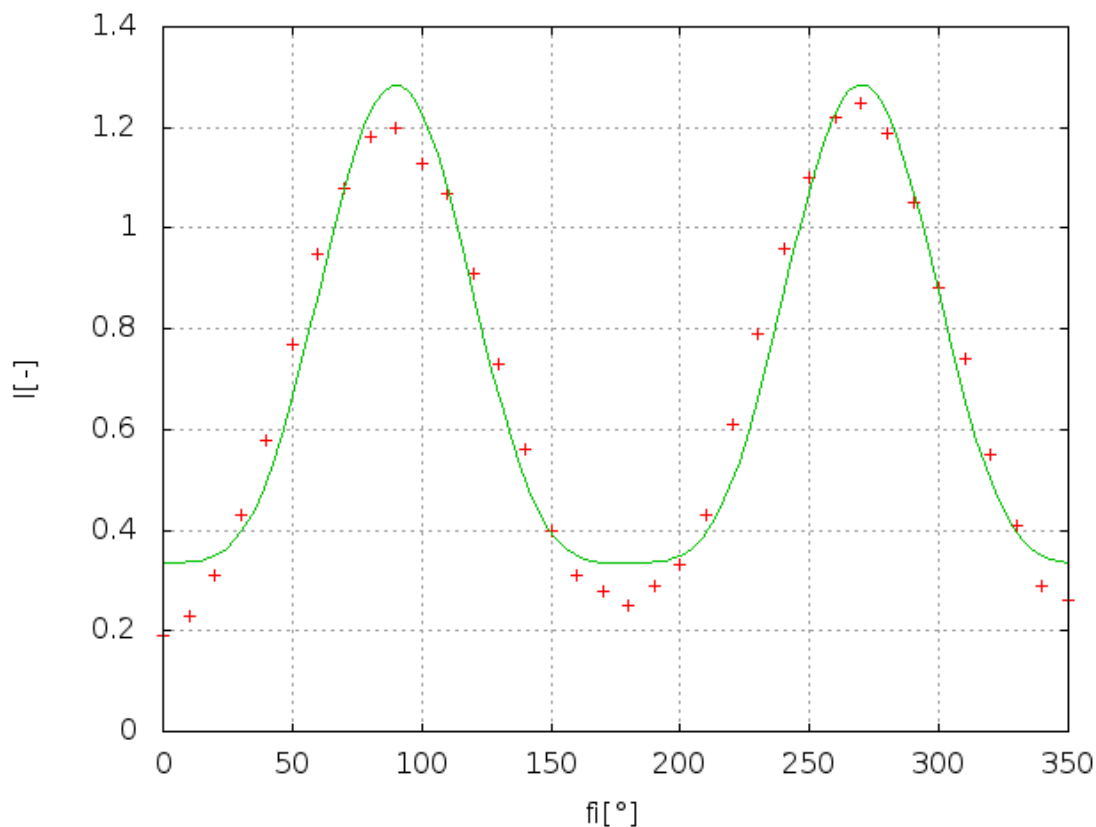
1. Ověřte, že pole před zářičem je lineárně polarizované a určete směr polarizace. Ověřte Malusův zákon pro danou polarizační mřížku. Sestrojte dva grafy závislosti přijímaného napětí na úhlu pootočení polarizační mřížky nejprve pro sondu vertikálně a potom horizontálně.
2. Proměřte rozložení elektromagnetického pole v rovině před zářičem a zobrazte jeho prostorový graf v programu Mathematica. Do protokolu zpracujte podélné a příčné rozložení pole (nezávislou veličinou budou souřadnice a závislou velikost napětí).
3. Demonstrujte a proměřte stojaté vlnění. Z rozložení pole určete vlnovou délku. V druhé části pokusu vložte dielektrickou desku do pole stojaté vlny a pomocí vztahů odvozených v postupu stanovte index lomu dielektrické desky.
4. Ověřte kvazioptické chování mikrovln - difrakce na hraně, šterbině a překážce, zákon lomu a fokusace čočkou. Spočítejte vlnovou délku z grafu vlnění na šterbině a index lomu cukru pomocí ohniskové vzdálenosti čočky. Sestrojte příslušné grafy.
5. Ověřte šíření mikrovln pomocí Lecherova vedení a vlnovodu. Ověřte, že podél Lecherova vedení se šíří stojatá vlna a určete z ní vlnovou délku.

2 Experimentální uspořádání a metody

2.1 Teoretický úvod

2.2 Pomůcky

Gunnův oscilátor, sonda elektrického pole 737 35, zdroj napětí se zesilovačem, trychtýřový nástavec, tyč 240mm, transformátor 220V/12V 562 791, 2 BNC kabely, reproduktory, USB link PASCO 2Manuální měření $^{137}\text{Cs}100$, PC, Data Studio, kartonová souřadnicová síť, polarizační deska, 2 držáky na desky, 2 kovové desky 230mm x 230mm, dielektrická deska PVC 20mm, dielektrická deska, kovová deska 230mm x 60mm, pravítko, dutý půlválec, držák půlválce, trychtýř, "A" podstava, konvexní čočka, Lecherovo vedení + kovová spojka, kovový vlnovod, funkční generátor,



Obrázek 1: Ověření Malusova zákona pro vertikálně polarizovanou sondu

3 Výsledky a postup měření

3.1 Polarizace

Malusův zákon pro polarizaci jsme ověřovali měřením útlumu polarizačního filtru. V našem případě deska FR4 s vyleptanými a pocínovanými proužky, které zkratovaly elektrickou složku pole a tím docházelo k útlumu. Naměřené hodnoty jsou zobrazeny v grafech, proložená křivka vyháází z Malusova zákona.

3.2 Rozložení pole

Rozložení pole jsme určili mapováním intenzity ve čtvercové síti před zářičem. Naměřené hodnoty jsme ukládali v počítači a výsledek je graficky zpracován do 3D grafu.

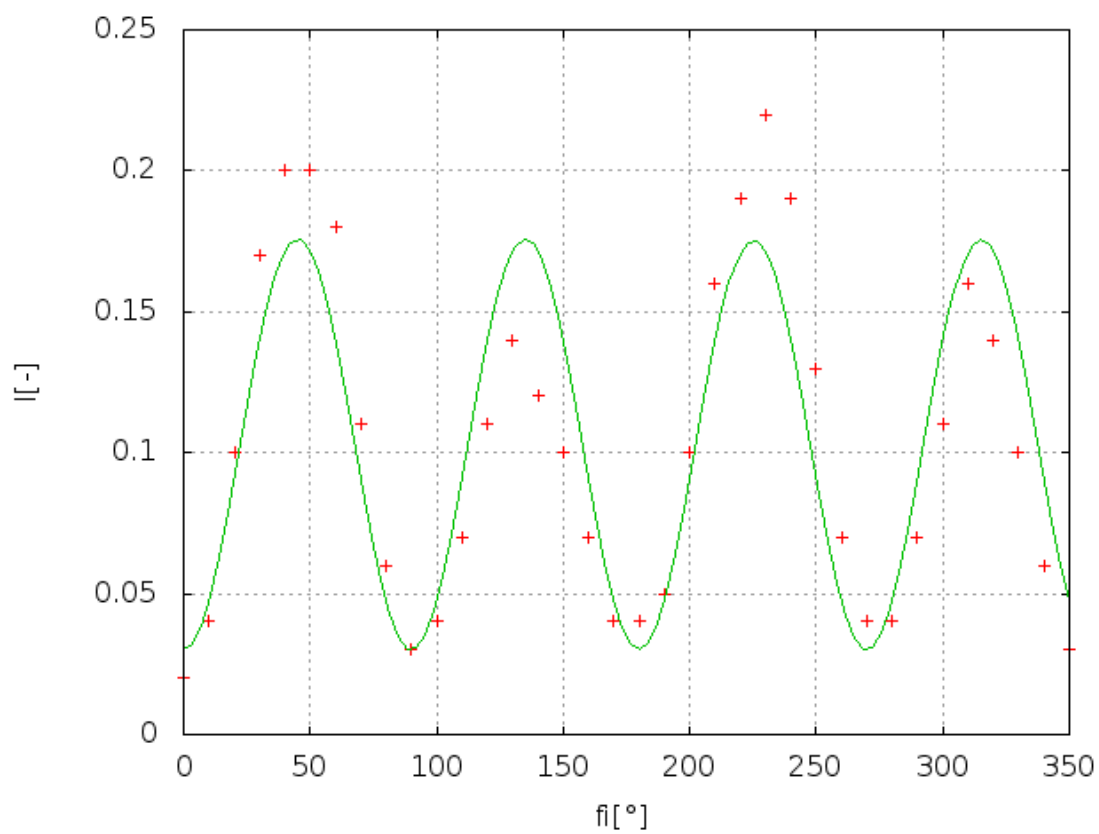
Pro větší názornost je také zpracovaný podélný řez polem směrem od zářiče.

3.3 Stojatá vlna

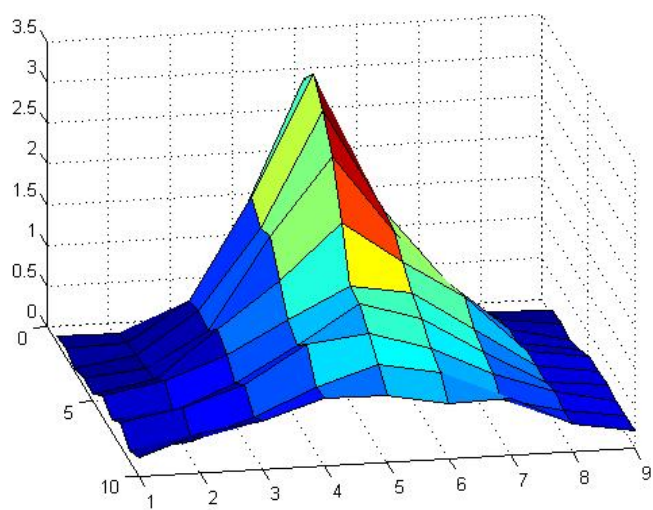
Dalším měřením bylo proměření intenzity pole ve stojatém vlnění vznikajícím při odrazu od kovové desky.

Z naměřených hodnot vychází vlnová délka 3.04 ± 0.06 cm díky tomu, že o vlnové délce stojatého vlnění víme že má vzdálenost mezi kmitnami $\lambda/2$

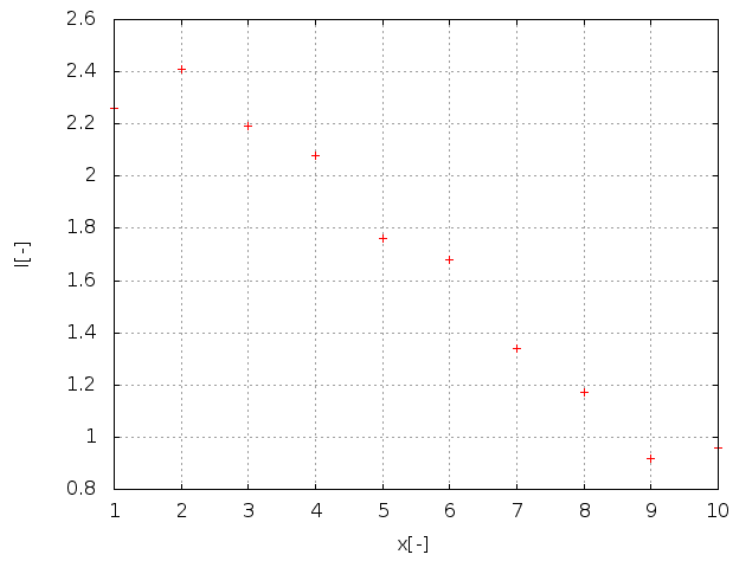
Námi naměřené hodnoty odpovídají indexu lomu 1,8.



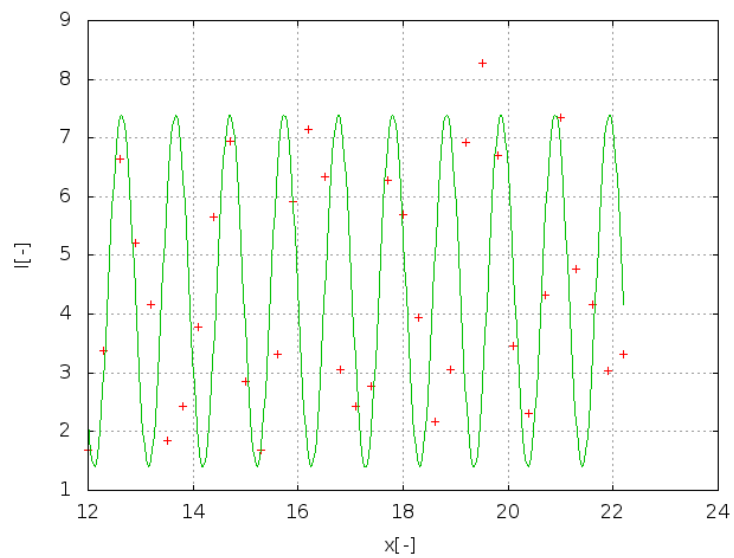
Obrázek 2: Ověření Malusova zákona pro horizontálně polarizovanou sondu



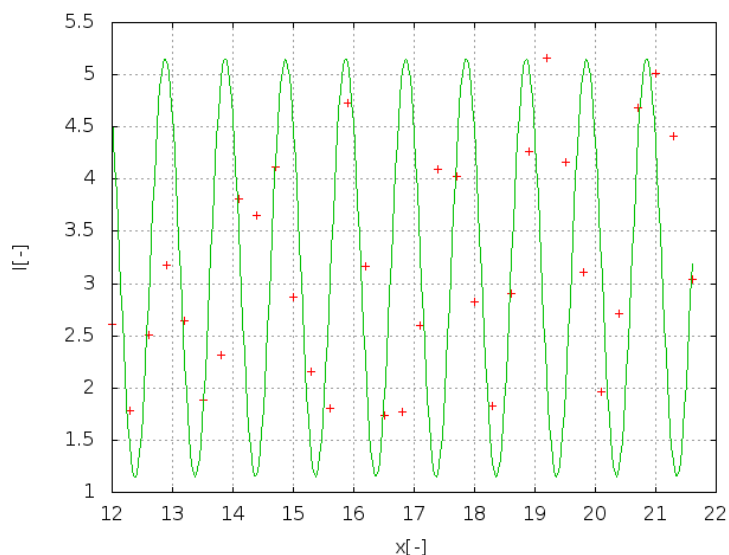
Obrázek 3: Rozložení vertikální složky elektrického pole před zářičem



Obrázek 4: Podélný průřez rozložením pole před zářičem



Obrázek 5: Stojatá vlna bez dielektické desky



Obrázek 6: Stojatá vlna s dialektickou deskou

3.4 Difrakce

Difrakci jsme pozorovali na několika objektech. Nejdříve na hraně, pásku a následně na štěrbinách dvou různých šířek.

V grafu je jasně vidět, že mikrovlny na hraně difraktují, neboť v geometrickém stínu není intenzita pole nulová.

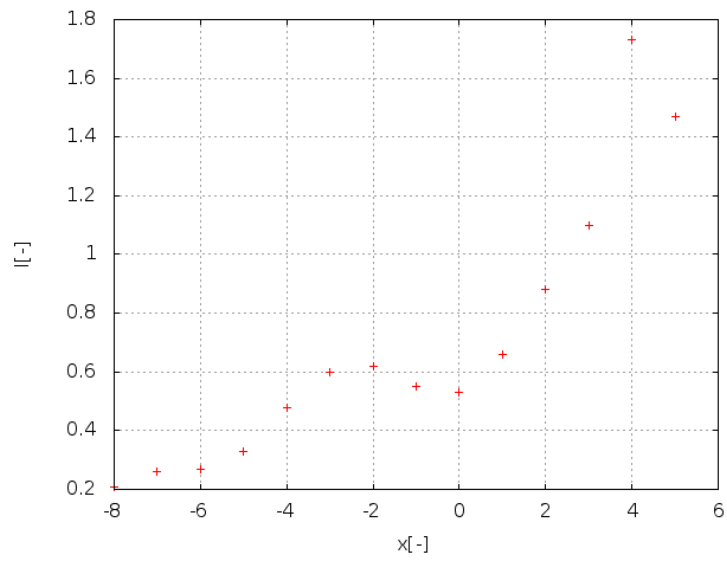
Podobně se chová i pásek a štěrba - toto jsou navzájem komplementární útvary a jejich difrakční obraz by měl být totožný, kromě oblasti nulového difrakčního řádu, kde může docházet ke složitějším jevům.

4 Diskuse a závěr

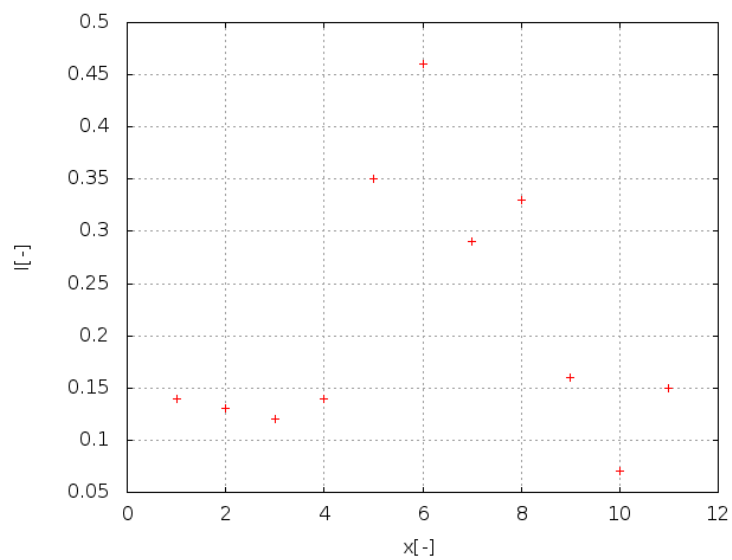
1. Měřením jsme ověřili Malusův zákon, jelikož naměřená data se relativně dobře shodují s předpovědí. Naměřené odchylky mohou být způsobeny systematickou chybou.
2. Proměřením rozložení pole před trychtýřovým zářičem jsme ověřili, že intenzita pro tuto vlnovou délku silně klesá s rostoucí vzdáleností.
3. Pokusili jsme se také vytvořit stojaté vlnění odrazem od kovové desky. Účelem bylo změřit index lomu dialektické desky proto jsme proměřili pozice kmiten a uzlů ve stojatém vlnění a vložili desku. Tím došlo ke změně rozložení pole. Posun minim by odpovídal indexu lomu desky 1,8.
4. Difrakcí vln na základních geometrických útvarech jsme ověřili kvazioptické chování mikrovln. Neboť na objektech difraktují velmi podobně, jako světlo.

Reference

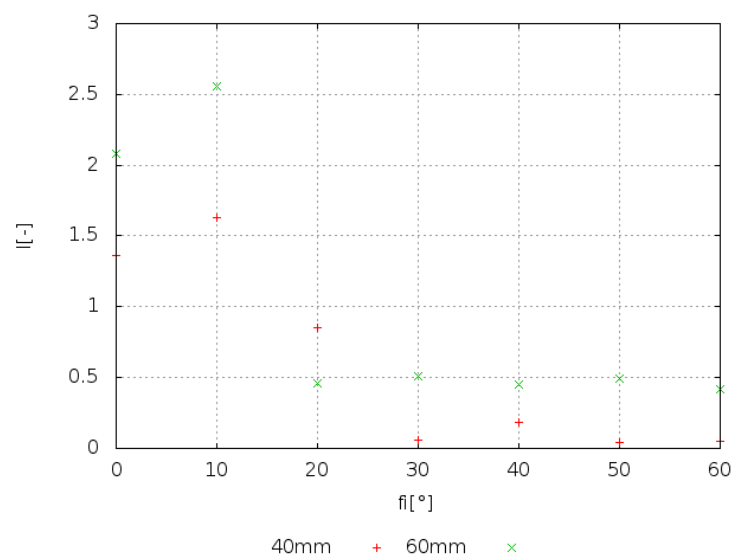
- [1] http://praktika.fjfi.cvut.cz/Mikrovlny-Zadání_úlohy



Obrázek 7: Difrakce na kovové hraně plechu



Obrázek 8: Difrakce na kovovém vertikálním pásku před zářičem



Obrázek 9: Difrakce na štěrbině šířky 40mm a 60mm vytvořené ze dvou plechů