

Mikrovlny

* P. Spáčil, ** J. Pavelka, *** F. Jareš, **** V. Šopík
Gymnázium Vídeňská Brno; ** Gymnázium tř. Kpt. Jaroše;
*** Arcibiskupské gymnázium; **** Gymnázium Jeseník;
pavelspacil@tiscali.cz; ** j.pavelka@centrum.cz;
*** filipjares@post.cz; **** sopik@volny.cz

Abstrakt:

Byly zkoumány základní vlastnosti mikrovlnného záření o vlnové délce 3 cm. Provedli jsme základní měření z tohoto oboru fyziky. Zkoumali jsme šíření záření (kvalitativně i kvantitativně), dále lom, odraz a pohlcování záření v závislosti na druhu použitého materiálu.

1 Úvod

Cílem našeho miniprojektu bylo ověřit si chování elektromagnetického vlnění v prostoru. Posloužila nám k tomu školní souprava pro experimenty s mikrovlnným zářením o frekvenci 9,4 GHz. Pro zkoumání jevů, jako je ohyb a interference vlnění potřebujeme, aby vlnění přicházelo do styku s objekty, jejichž rozměry jsou srovnatelné s vlnovou délkou záření. Z tohoto hlediska jsou mikrovlny o vlnové délce 3 cm vhodným prostředkem pro podobné experimenty.

Ověřovali jsme si následující vlastnosti mikrovlnného záření:

- lineární polarizaci záření vysílaného anténou
- absorpci záření v různých látkách
- vlnovou délku

Měřili jsme intenzitu vlnění v prostoru v různých podmínkách

- šíření záření ve volném prostoru
- šíření záření v prostoru s odrazovou plochou
- ohyb záření na štěrbině
- lom záření v hranolu
- šíření za čočkou

2 Použité vybavení

Pro realizaci projektu bylo použito následující vybavení:

- zdroj polarizovaného mikrovlnného záření
- zdroj signálu pro vysílač umožňující modulovat signál připojením funkčního generátoru
- funkční generátor

- mikrovlnná anténa
- zesilovač přijímaného signálu
- voltmetr
- reproduktory
- další pomůcky (kovové desky, písková čočka, plastový hranol, polarizátor, stojany)

3 Měření a výsledky

1 Vlnová délka

Vlnovou délku jsme jednoduše zjistili pomocí stojatého vlnění vytvořeného přidáním odrazové plochy. Měřili jsme vzdálenost nejbližších maxim nebo minim, jež jsou vzdálena polovinu vlnové délky. Tím jsme ověřili uváděnou hodnotu 3 cm.

2 Ověření lineární polarizace záření vysílaného anténou

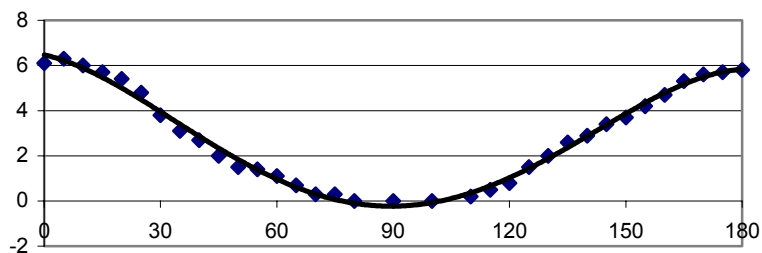
a) změnou orientace antény

Pokud je vysílač umístěn na vodorovné podložce, zachytíme přijímaný signál v plné míře pouze pokud je anténa ve svislé poloze. S měnící se polohou antény se měnila i síla signálu, který anténa zaznamenala. Při vodorovné orientaci antény byla síla přijímaného signálu v podstatě nulová

b) použitím analyzátoru

Pro ověření lineární polarizace záření vysílaného anténou jsme jako analyzátor použili kuprexitovou destičku s nanesenými rovnoběžnými kovovými proužky (byla součástí soupravy). Ke zdroji signálu pro vysílač jsme připojili funkční generátor (sinusový signál o slyšitelné frekvenci řádově několik stovek Hertz). Na výstup zesilovače připojeného k mikrovlnné anténě jsme připojili reproduktory, což nám umožnilo orientačně určit intenzitu přijímaného záření v daném místě. Analyzátor jsme umístili na spojnici mezi vysílačem a přijímačem. Se změnou orientace kovových proužků se měnila i intenzita záření, které dopadalo na anténu. Největší část záření analyzátor odstínil v případě, kdy byly kovové proužky orientovány ve svislém směru (tzn. když byly orientovány souhlasně s elektrickou složkou polarizované elektromagnetické vlny)

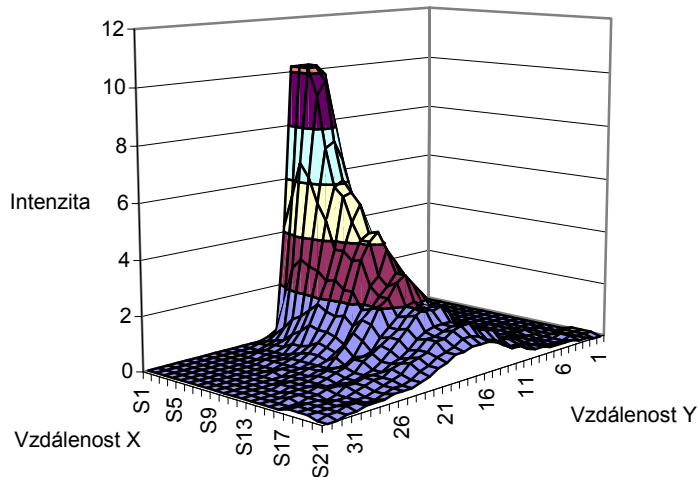
Graf závislosti intenzity pole na natočení polarizační desky



3 Měření rozložení intenzity záření v prostoru

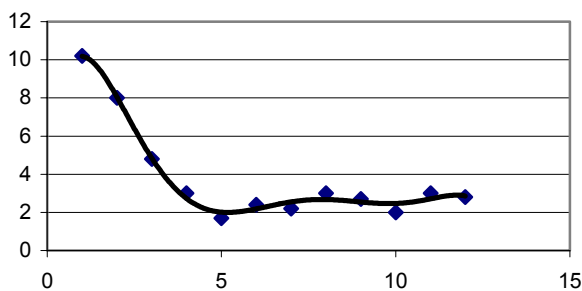
Pro účely měření rozložení intenzity záření v prostoru jsme na podložku nakreslili čtvercovou síť s roztečí čtverce 2 cm (případně 4 cm). Do středu jedné strany čtvercové sítě jsme umístili vysílač. S přijímačem jsme pohybovali po čtvercové síti a na voltmetru připojeném na výstup zesilovače jsme postupně měřili napětí, odpovídající intenzitě záření v daném místě. Měření jsme prováděli zvlášť pro každou situaci.

a) Šíření záření ve volném prostoru



Z grafu je dobře patrné rozložení intenzity vysílaného záření. V bodě (17;S0) je umístěn vysílač, osa z znázorňuje intenzitu záření naměřenou voltmetrem.

b) Šíření záření v prostoru – s odrazovou plochou (stojaté vlnění)



Osa X znázorňuje vzdálenost měřeného místa od vysílače a na ose Y je vynášena intenzita (veličina přímo úměrná intenzitě). Vzdálenost odrazové plochy od vysílače je 60 cm.

c) Ohyb

Kdyby se mikrovlnné záření neohýbalo, po průchodu štěrbinou by paprsky tvořily tvar štěrbinu. Protože se mikrovlny ohýbají, stejně jako ostatní elektromagnetické záření, lze mikrovlny indikovat i mimo přímou spojnicí zdroje a přijímače.

d) Lom na plastickém hranolu

Před zářič byl postaven plastický hranol na kterém se paprsky lomí a lámou. Z hranolu vychází několik svazků paprsků pod různými směry.

e) Čočka

Do prostoru mezi zářič a přijímač byla umístěn plastická čočka s křemičitým pískem, která působí stejně jako čočky optické. Můžeme pro danou čočku najít například ohnisko.

f) Absorpce

Mezi zářič a přijímač jsme umisťovali různé materiály a sledovali jsme útlum mikrovlnného záření.

Materiál	Tloušťka	Útlum
hadr	2 mm	0
mokrý hadr	2 mm	1,3
kancelářský papír		0,1
ocelový plech	0,5 mm	1,9
voda	8 cm	1,9
dřevo	4 mm	0,6
sklo	3 mm	0,7
plastová folie		0,1
ruka (lidské tělo)		1,9

4 Shrnutí

Pozorovali jsme všechny základní charakteristiky mikrovlnného záření o vlnové délce 3cm. S relativně malou odchylkou jsme určili vlnovou délku. Měřili jsme šíření záření v různých prostředích, v lomu a při odrazu. Našimi experimenty jsme si v podstatě ověřili všechny teorie a žádnou jsme nevyvrátili,

5 Poděkování

Za podporu bychom rádi poděkovali našemu supervisorovi Vojtěchu Kyselovi, FJFI za poskytnutí zázemí a materiální zajištění a Vojtěchu Svobodovi a ostatním organizátorům FT za věnovanou energii a čas.

6 Reference:

- [1] Instruction sheets:Experiments with microwaves - ch1 až ch6..Leybold didactic GMBH.1994.
- [2] Fyzika pro gymnázia – Elektřina a magnetismus; doc. RNDr. Oldřich Lepil, CSc.,
PaedDr. Přemysl Šedivý
- [3] Fyzika pro gymnázia – Optika; doc. RNDr. Oldřich Lepil, CSc.
- [4] Fyzika 3, 4; Halliday, Resnick, Walker