Meranie vlnovej dĺžky svetla

K. Rzeszutová, E. Rosová, J. Kunt, M. Sroka
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT
Břehová 7, 115 19 Praha 1
dykk@ok.cvut.cz

Abstrakt:

Práca v teoretickej časti pojednáva o určitých vlastnostiach svetla, v praktickej časti ukazuje vlnové vlastnosti svetla, konkrétne na príklade interferencie koherentných vlnení, ktoré vznikajú buď ohybom na optickej mriežke alebo odrazom na oceľovom milimetrovom meradle.

1 Teoretický úvod

SVETLO je tá časť elektromagnetického vlnenia ($\lambda \in (380nm, 780nm)$), ktorá spôsobuje v oku fyziologicky vnem – videnie (= <u>stredoškolská definícia</u>, pre nás je lepšie definovať svetlo jeho vlastnosťami). Najdôležitejšie (pre náš pokus):

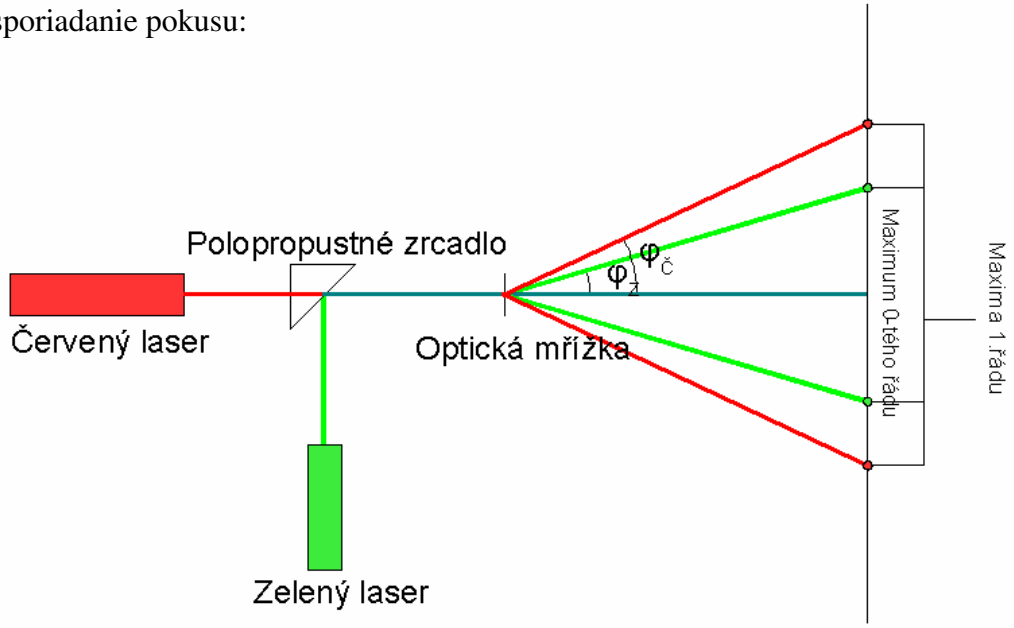
- Huygensov princíp šírenia vlnenia (každý bod prostredia, do ktorého sa vlnenie dostalo sa stáva zdrojom elementárneho vlnenia, z ktorého sa vlna ďalej šíri vo forme elementárnych vlnoplôch)
- Interferencia svetla: (uvažujeme o koherentných vlneniach: t.j. frekvencia rovnaká, $\Delta\varphi$ = konšt.) → sledujeme na premietacej stene infračervené maximá, ktoré vzniknú, ak rozdiel optických dráh má dĺžku párneho násobku polvlny
- polarizácia, difrakcia, disperzia
- časticové vlastnosti (ukazuje Comptonov jav: ak na grafitovú platničku necháme dopadať Röntgenove žiarenie (s frekvenciou f) - - - ak by bolo svetlo „len vlnenie“ – frekvencia odrazeného žiarenia f_0 by sa mala rovnať f. <u>LENŽE:</u> $f > f_0$ - to znamená že žiarenie sa odrazilo s menšou frekvenciou, takže vysvetlením je, že časť svojej hybnosti fotón odovzdal elektrónom na grafitovej platničke, a to znamená, že svetlo má aj ČASTICOVÉ VLASTNOSTI.)

2 Interferencia

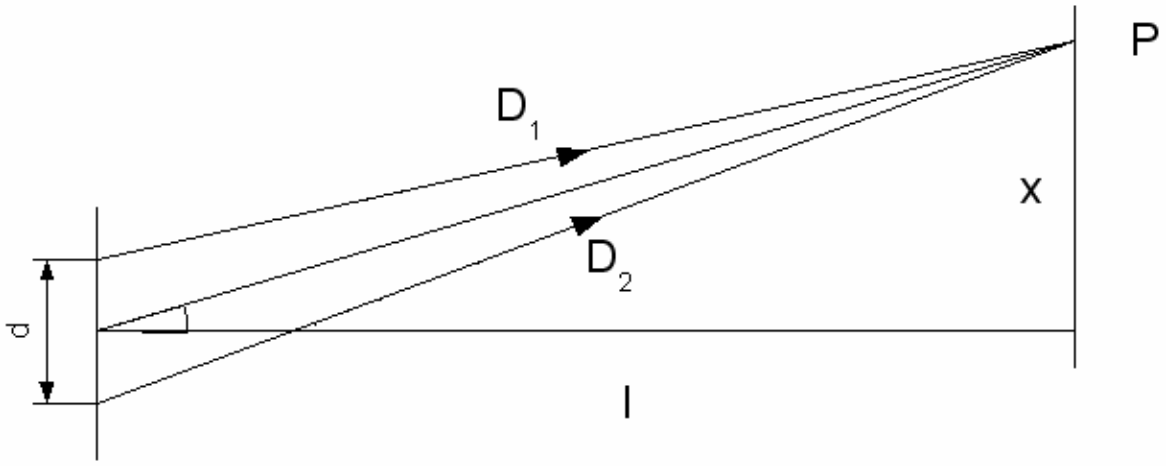
Interferencia vzniknutá ohybom na optickej mriežke

k. λ = d . sin φ, kde k = 0, 1, 2, 3... je rád maxima, takže vlnová dĺžku môžeme vypočítať takto: $\lambda = \frac{d.\sin\varphi}{k}$, kde λ je vlnová dĺžka a d je vzdialenosť dvoch vrypov na mriežke.

Usporiadanie pokusu:



Obrázok 1: Usporiadanie pokusu



Obrázok 2: Schematické znázornenie ohybu na mriežke

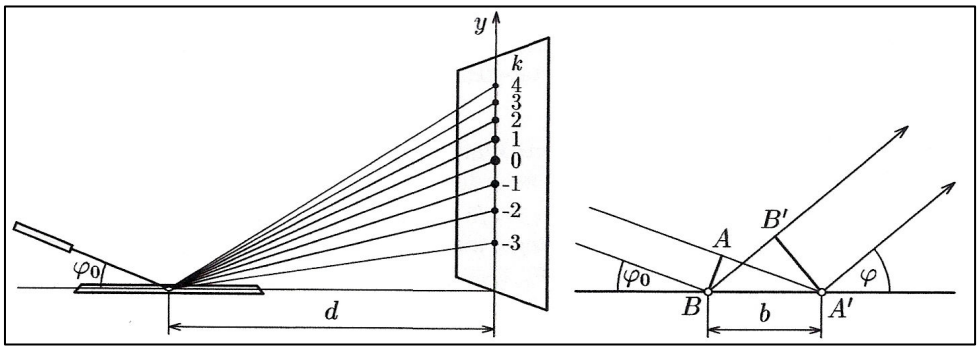
Namerané výsledky:

	x (m)	d (m)	b	φ (°) = arctg(x/d)	λ (nm)
zelený lúč	0,605	1,699	1/600 000	19,5°	559,0968
červený lúč	0,726	1,699	1/600 000	23°	654,8987

Interferencia vzniknutá odrazom na milimetrovom oceľovom meradle

$$y_0 = d \cdot tg\varphi_0 \qquad y = d \cdot tg\varphi \qquad \varphi = arctq\left(\frac{y}{d}\right) \qquad \lambda = \frac{b \cdot (\cos\varphi_0 - \cos\varphi)}{k}$$

φ - odchylka paprsku směřujícího do k-tého maxima od vodorovné podložky
φ_0-odchylka paprsku směrujícího do 0-tého maxima od vodorovné podložky
D - vzdálenost stínítka od bodu odrazu
B - vzdálenost dvou vrypů na ocelovém měřítku
K – řád interferenčního maxima
y_0 - vzdálenost 0-tého maxima od roviny ocelového měřítka
y - vzdálenost k-tého maxima od roviny ocelového měřítka



Obrázok 3: Schematické znázornenie odrazu na milimetrovom oceľovom meradle

Namerané výsledky:

y_1	y_0	d	b	K	φ	φ_0		λ
0,143	0,12	1,856	0,001	1	0,076895	0,064565		8,71E-07
0,166	0,148	1,875	0,001	1	0,088303	0,07877		7,95E-07
0,122	0,106	1,815	0,001	1	0,067117	0,058336		5,5E-07
0,133	0,11	1,679	0,001	1	0,079049	0,065422		9,83E-07
0,133	0,11	1,751	0,001	1	0,075811	0,062739		9,05E-07
0,112	0,1	1,751	0,001	1	0,063876	0,057048		4,13E-07
0,104	0,084	1,722	0,001	1	0,060322	0,048742		6,31E-07

3 Zhrnutie

Týmito pokusmi sme názorne ukázali jav interferencie, ktorý dokazuje, že svetlo má vlnovú podstatu. Tiež sme si overili niektoré podstatné vlastnosti (difrakciu) svetla, na základe ktorých môžeme vo fyzike efektívne pracovať so svetlom. Čo sa týka presnosti jednotlivých metód musíme poznamenať, že pokus na optickej mriežke bol o veľa presnejší, pretože vrypy majú šírku porovnateľnú s vlnovou dĺžkou svetla (na tienitku vznikajú pomerne zreteľné maximá v dosť veľkej vzdialenosti, teda nepresnosti vzniknuté meraním sú o mnoho menšie) na rozdiel od ohybu na oceľovom meradle, kde vznikajú nezreteľné (rozmazané) maximá v relatívne malej vzdialenosti.

Poďakovanie

Radi by sme sa poďakovali Ing. Svobodovi za asistenciu, vedenie a dobré nápady a Fakulte jadernej a fyzikálně inženýrské za poskytnutú techniku.

Referencie:

[1] W. Fendt: http://www.walter-fendt.de/ph14cz/doubleslit_cz.htm, http://www.walter-fendt.de/ph14cz/singleslit_cz.htm, preklad Miroslav Panoš

[2] J. Krempaský.: Fyzika. ALFA / Vydavateľstvo technickej a ekonomickej literatúry, Bratislava 1982

[3] Kolektív autorov: Fyzika pre 4. ročník gymnázia. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava 1987

[4] B.N. Brockhouse: SCIENCE.ca, http://www.science.ca/scientists/viewactivity.php?aID=18

[5] Hyperphysics, http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/debrog.html

[6] Physlink, http://www.physlink.com/Education/AskExperts/ae434.cfm