

# Základní experimenty s lasery

Michal Hohn, SPŠE Mohelnice  
František Straka, Gymnázium L. Pika, Plzeň  
Vlastislav Trunda, Gymnázium Jiřího Wolкера, Prostějov  
Miroslav Žůrek, Masarykovo gymnázium Vsetín

## Abstrakt:

V naší práci jsme se zaměřili na základní jevy a pokusy s rovnoběžným polarizovaným svazkem světla - laserem. Kromě toho bylo ještě cílem naší práce změřit mřížkovou konstantu CD-nosiče a alespoň se pokusit o výpočet celkové délky zapisovací stopy tohoto disku.

## 1 Úvod

Chceme se pokusit změřit vlnovou délku světla Ne-He laseru. K tomu využijeme interferenčního jevu na štěrbině.

Při měření vlastností kompaktního disku budeme využívat jevu difrakce. CD je v podstatě difrakční mřížka skládající se z velmi jemných "vrypů", tyto světlo pohlcují a na ostatních plochách se světlo odráží. Po dopadu laseru na takovou mřížku se vytvářejí rozbíhavé paprsky, které se pak, díky vlnovému charakteru světla, navzájem ruší nebo naopak zesilují. Tím vznikají minima a maxima.

## 2 Výsledky pokusů

### ▪ Měření vlnové délky Ne - He laseru

Vlnovou délku Ne – He laseru jsme měřili takto: Laserový paprsek jsme nasměrovali na štěrbinu s proměnnou šířkou mezery a dostali jsme interferenční obrazec. Změřili jsme vzdálenosti jeho minim od středu hlavního maxima a pomocí vzorce:

$$\lambda = \frac{a \cdot \sin(\arctg \frac{h}{l})}{k + \frac{1}{2}}$$

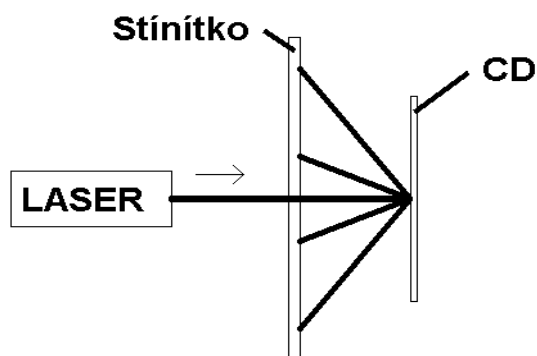
kde:  $\lambda$  - je vlnová délka,  
 $a$  - je šířka štěrbiny,  
 $h$  - vzdálenost minima od středu hlavního maxima,  
 $l$  - vzdálenost štěrbiny od stínítka a  
 $k$  - řád minima - celé číslo (nabývá hodnoty 1 pro 1.min., 2 pro 2.min. atd.)

Naměřili jsme tyto hodnoty

|                                      | 2. Minimum | 1. Minimum | Hl. maximum | 1. Minimum | 2. Minimum |
|--------------------------------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| Poloha minima ke středu obrazce (cm) | 2,495      | 1,22       | 1,225       | 2,425      |            |
| Vlnová délka laseru (nm)             | 864,0      | 704,2      | 707,1       | 839,8      |            |

## ▪ Měření vlastností CD - nosiče

Sestrojili jsme aparaturu kde otvorem ve stínítku prochází laserový paprsek a odráží se od kolmo upevněného kompaktního disku. Po odrazu od CD vzniká na stínítku tento difrakční obrazec:



K určení mřížkové konstanty musíme ještě změřit vzdálenosti mezi dílčími maximy a hlavním maximem. A pomocí následujícího vzorce zpracujeme:

$$m = \frac{k \cdot \lambda}{\sin(\arctg \frac{h}{l})}$$

kde:  $m$  – mřížková konstanta,

$h$  – vzdálenost dílčího maxima od hlavního,

$l$  – vzdálenost kompaktního disku od stínítka,

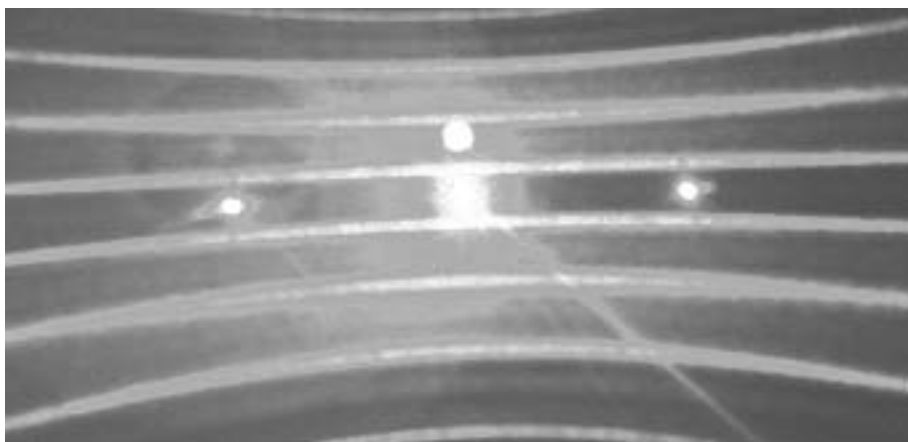
ostatní veličiny jsou značeny stejně jako v předcházejícím případě.

Z naměřených hodnot jsme výpočtem získali tyto výsledky:

**CD-R (650MB)**

|                                     | 2. Horní max. | 1. Horní max. | 1.Spodní max. | 2.Spodní max. |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Vzdálenost od hlavního maxima (cm)  | 29,5          | 8,4           | 8,7           | 30,9          |
| Mřížková konsta (cm <sup>-1</sup> ) | 1512,9        | 1586,2        | 1540,3        | 1492,6        |

## Zajímavosti:



Zajímavý obraz, který vznikl po dopadu laseru na CD s drivery od firmy MSI.

Ještě bychom rádi uvedli náš pokus o určení celkové délky stopy záznamu na CD ROM. Udělali jsme aproximaci spirálové stopy množinou kružnic daných tímto vzorcem:

$$l = \frac{m(R^2 - r^2)}{2}$$

kde:  $l$  – celková délka stopy,

$m$  – naměřená mřížková konstanta (tj. šířka stopy),

$R$  – vnější poloměr datové oblasti CD,

$r$  – vnitřní poloměr datové oblasti CD.

Výpočtem jsme získali tyto hodnoty:

|                                      |       |       |       |       |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Celková délka stopy (m)</b>       | 239,4 | 228,3 | 232,5 | 225,3 |
| <b>Průměrná délka stopy (m)</b>      | 231,4 |       |       |       |
| <b>Délka připadající na bit (nm)</b> | 44    |       |       |       |

## 3 Shrnutí

Při našem měření jsme využívali znalostí o vlastnostech světla. Při měření vlnové délky Ne–He laseru jsme využili interference - ohybu světla na úzké (řádově desetiny milimetru široké) proměnné šterbině. Vzhledem k náročnosti na přesnost všech veličin, které hrají obrovskou roli je průměrná hodnota vlnové délky laseru  $\lambda = 778$  nm docela úspěch.

Měřením mřížkové konstanty jsme získali údaj  $m = 1533$  vrypů na cm, který by přibližně odpovídal hodnotám naměřeným pracech ze kterých jsme čerpali.

## Poděkování

Chtěli bychom poděkovat Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské v Praze za možnost se zúčastnit, dále našemu supervizorovi za jeho nadměrnou ochotu, píli a vytrvalost s ukázkou možností využití laserů.

## Reference:

- [1] LEPIL, O. – KUPKA, Z.: *Fyzika pro gymnázia – Optika, Státní pedagogické nakladatelství Praha, 1993, str. 28-50*
- [2] HORÁK, Z. – KRUPKA, F.: *Technická fyzika, Státní nakladatelství technické literatury, 1961, str. 1212 – 1213*
- [3] Tomáš Nedvěd - [http://astro.sci.muni.cz/pub/hollan/a\\_papers/vyuka/tom.nedved/html.verze/Nez\\_zacneme/nez\\_zacneme.html](http://astro.sci.muni.cz/pub/hollan/a_papers/vyuka/tom.nedved/html.verze/Nez_zacneme/nez_zacneme.html)