

Měření mikrostruktur nosičů informací-CD jako difrakční mřížka

V. Pospíšil

Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská ČVUT

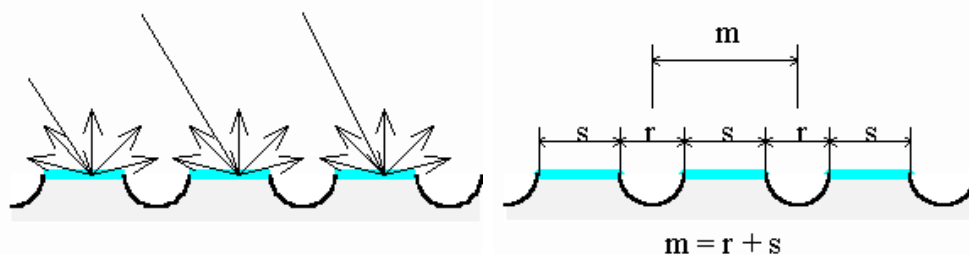
gdermog@seznam.cz

Abstrakt

Práce představuje použití difrakčního obrazce k změření hustoty záznamu na zvukových nosičích -CD. Nosič má podobnou strukturu jako klasické vinylové gramofonové desky a “drážky” představují pro světlo podobný efekt jako difrakční mřížka. Cílem je stanovit mřížkovou konstantu zvukového nosiče. K vytvoření obrazce je použit je He-Ne laser.

1 Úvod

Difrakční mřížka - soustava N identických ekvidistantních štěrbin (vrypů). Může světlo buď propouštět, nebo odrážet. Tento pokus je zaměřen pouze na difrakční mřížku, která světlo odráží. Dopadá-li na reflexní mřížku paprsek, pak každý bod mřížky je podle Huygensova principu zdrojem kulových vlnoploch, tedy zdrojem rozbíhavých paprsků (viz obr. 1). Jejich interferencí vznikají charakteristická maxima a minima.



Obrázek 1: CD jako difrakční mřížka

2 Difrakční mřížka

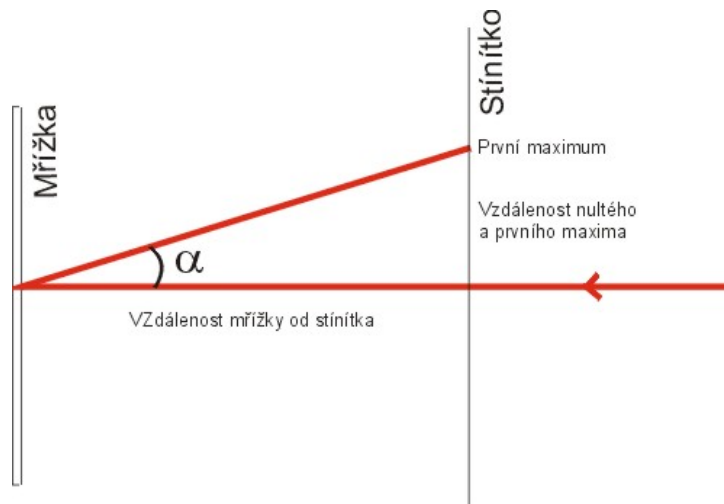
Difrakční mřížka (“reflexní”) je deska z určitého materiálu, do níž jsou velmi přesně vyryty identické ekvidistantní vrypy. Předpokládejme, že všechny vrypy mají stejnou šířku r a jsou od sebe stejně vzdáleny. Mezeru mezi dvěma vrypy nazveme proužek (místo neporušeného povrchu desky) a jeho šířku označíme s . Soustavu vryp+proužek nazveme difrakční element. Vzdálenost stejně položených částí dvou sousedních difrakčních elementů je $m=r+s$,

kde m je mřížková konstanta (perioda mřížky). Pro vytvoření si názornější představy o hodnotě mřížkové konstanty se často používá její převrácené hodnoty $1/m$. Ta vyjadřuje počet difrakčních elementů mřížky na jednotku délky. N vyjadřuje celkový počet difrakčních elementů mřížky.

Dopadá-li paprsek na mřížku kolmo, platí pro jednotlivá maxima rovnice

$$m \sin \alpha = n \cdot \lambda,$$

teoreticky je tedy možné získat mřížkovou konstantu změřením jediného úhlu. Je ovšem třeba počítat s nepřesnostmi. Které hodnoty byly odečítány je patrné z obrázku 2:



Obrázek 2: Difrakční jev

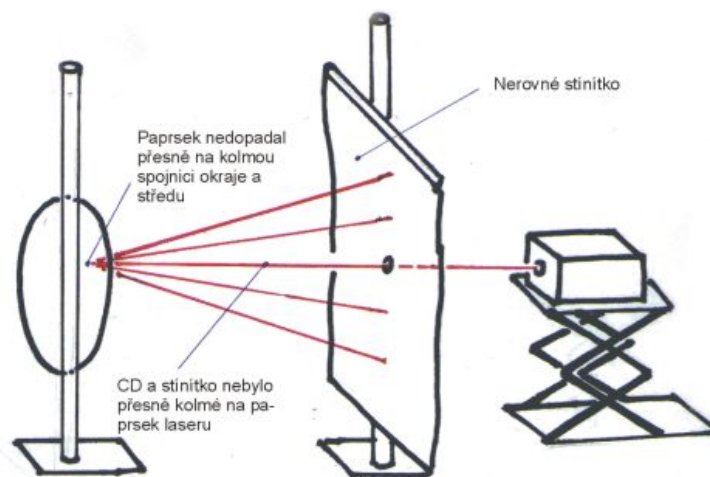
3 Experimentální uspořádání

Pro měření (viz obr. 3) byl použit standartní červený He-Ne laser s vlnovou délkou přibližně 630 nm, CD a stínítko, jež tvořil list tuhého papíru, bylo upevněno pomocí jednoduchých stojanů. Odečítání vzdáleností se provádělo pomocí kružítka s dvěma hroty a kovového pásma (viz obrázek). Takto “na koleně” sestavená aparatura samozřejmě nemůže zajistit dostatečnou přesnost, nicméně s ní lze dosáhnout alespoň řádově správných výsledků. Na obrázku jsou zaznamenány hlavní vnesené nepřesnosti.

Provedena byla čtyři měření - pro dvě různé vzdálenosti stínítka od mřížky byly změřeny vzdálenosti maxima nultého od maxima prvního a druhého řádu a spočítány úhly, které spolu paprsky svírají. Pomocí výše zmíněné rovnice pak byla zjištěna domělá hodnota mřížkové konstanty pro každé měření a utvořen aritmetický průměr (na lepší statistické metody jsou čtyři měření málo).

4 Výsledky

V tabulce jsou zaznamenány naměřené vzdálenosti maxim vzhledem ke vzdálenosti CD od stínítka. V posledním sloupci vlastní hodnoty mřížkové konstanty v nanometrech.



Obrázek 3: Experimentální sestava

Maximum č.	Poloha maxima [mm]	Vzdálenost stínítka [mm]	mřížková konstanta
1	20,5	50	1668,10
2	65	50	1596,72
1	29	65	1553,11
2	83,5	65	1603,86

5 Shrnutí

Celkový výsledek je tedy aritmetickým průměrem - 1596.07 nm. Tato hodnota se až příliš blíží skutečné hodnotě - 1600 nm; věřím tedy, že všechny uvedené nepřesnosti se vyrušily a tento úžasný výsledek je pouze shodou náhod.

Poděkování

Poděkování za finanční podporu, konzultace etc..

Reference

- [1] T.Nedvěd. *Pozorujeme spektra* <http://www.ped.muni.cz/wphy/NEDVED/cd1.htm>
- [2] Keln J. Kuhn. *Audio Compact Disk - An Introduction* <http://www.ee.washington.edu/conselec/CE/kuhn/cdaudio/95x6.htm>.