

Stanovení velikostí objektu s využitím laserové difrakce

TEORIE

➤ DIFRAKCE

Tato metoda je založena na schopnosti částic ohýbat světlo. Jako difrakce (nebo-li ohyb) světla se označuje jev, kdy se světlo šíří i za okraje nepropustných překážek, a to do oblasti tzv. geometrického stínu, a na stínítku se vytváří difrakční obrazec tvořený světlými či tmavými proužky různé šířky a intenzity. Při ohybu světla dochází k odklonu paprsků od směrů určených přímočarým šířením světla. K ohybu záření dochází kdykoli, kdy čelo vlny dosáhne hrany jakékoli překážky, nebo prochází-li malým otvorem v přepážce. Důležitým předpokladem je, že rozměry překážky/otvoru jsou menší nebo srovnatelné s vlnovou délkou záření. Překážku může tvořit buď otvor geometrického tvaru v předmětu pro světlo nepropustném, nebo naopak pro světlo nepropustná, ostře ohraničená nehomogenita v prostředí, ve kterém se světlo šíří (tj. předmět s rovnou hranou zabráňující průchodu části světelného záření, např. proměřovaná částice).

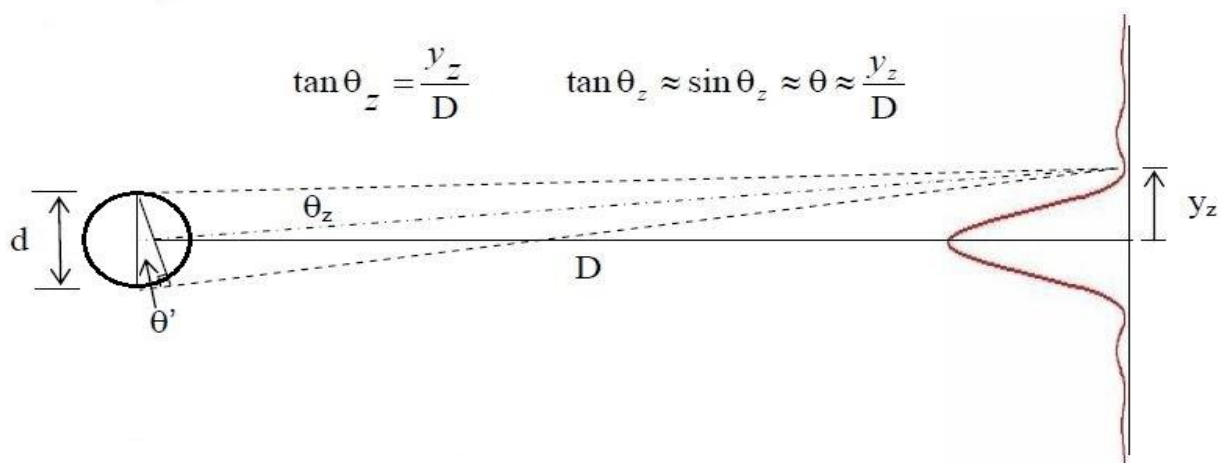
Pozice minima se nachází vždy tam, kde dochází k tzv. destruktivní interferenci. K té dochází, jestliže je fázový rozdíl dvou vln záření (β) roven celým násobkům π (tedy $\beta = z\pi$, kde z udává pořadí minima). Dosadíme-li tuto podmínku pro rovnici:

$$\beta = \frac{\pi d}{\lambda} \sin\theta'$$

dostáváme tvar:

$$z\lambda = d \sin\theta'$$

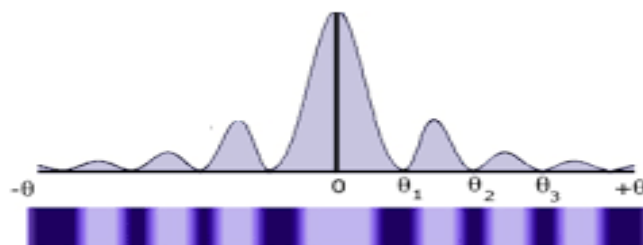
Situace pro kulatý objekt tedy vypadá následovně:



A pro jednotlivá minima pak platí:

$$d = \frac{z\lambda D}{y_z}$$

Tento vztah analogicky platí jak pro difrakci záření na částici (jiné překážce), tak i pro případ průchodu záření kruhovým otvorem nebo štěrbinou. Jediný rozdíl nastává pro nulté maximum, kde je intenzita světla vyšší u objektu než u otvoru.



ÚKOL

- Stanovte tloušťku vlasů členů měřicí skupiny (případně přiložených drátů) a rozměry otvorů v přiložené desce pomocí laserů o dvou vlnových délkách.

POMŮCKY A CHEMIKÁLIE

- Laserový modul – červený (650 nm) a zelený (532 nm), milimetrový papír, metr, stojany s držáky, dráty, deska se třemi otvory

POZOR!!! PŘI CVIČENÍ SE VYUŽÍVÁ SILNÝCH LASERŮ, VYVARUJTE SE PŘÍMÉHO POHLEDU DO ZDROJE SVĚTLA.

POSTUP

- Laserový modul upevníme do stojanu a namíříme proti pevné překážce s připevněným milimetrovým papírem. Zapojíme síťový zdroj modulu.
- Do držáku mezi modul a překážku upevníme testovaný objekt. Pozorujeme vzniklé difrakční spektrum a pomocí milimetrového papíru nebo přiloženého pravítka zaznameneáme polohy dostatečně viditelných minim záření (minimálně 2). Polohy zaznameneáme pro obě barvy laseru.
- Rovněž zaznamenejte vzdálenost testovaného objektu a překážky (hodnota D)
- Proměřte velikost 3 otvorů v desce a vlas každého členu skupiny (pro krátkovlasé lze nahradit drátem).

PROTOKOL

- Tabulka s naměřenou vzdáleností minim a jejich pořadí pro všechny měřené objekty s vyznačenou vlnovou délkou použitého laseru a vypočtenými rozměry objektů.
- Ukázkový výpočet rozměru jednoho objektu pro obě vlnové délky laseru.
- V diskuzi uveďte, kterou vlnovou délku pro toto měření považujete za výhodnější – zdůvodněte!