

# Jak poznávat mikrosvět pomocí optické difrakce

Wranová Markéta (Gymnázium Šternberk)

Kraváčková Lenka (Gymnázium Vyškov)

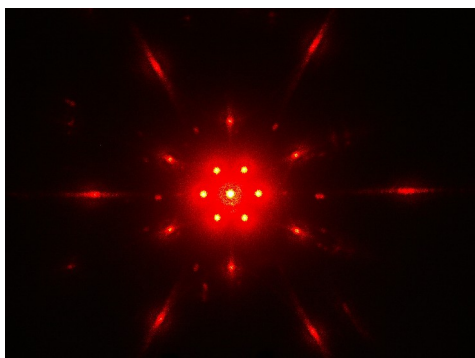
## **Co je světlo?**

Elektromagnetické záření o vlnové délce viditelné okem (400 - 700nm), obecněji elektromagnetické vlnění v rozmezí od infračerveného po ultrafialové. Světlo má duální povahu, chová se jako částice i jako vlna. Vlna je charakterizovaná svou amplitudou, frekvencí a rychlostí šíření. Frekvence souvisí s barvou, amplituda souvisí s intenzitou a rychlost šíření světla ve vakuu je 300 000 km/s. Rychlost se může měnit v závislosti na prostředí a díky tomu dochází k různým efektům: lomu, odrazu a difrakci.

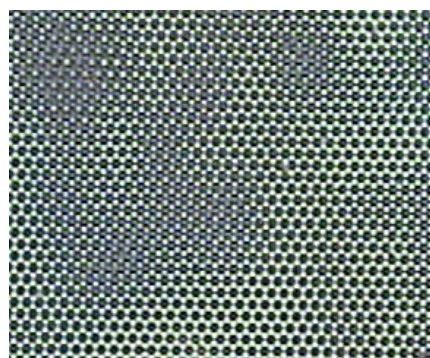
## **Co je difrakce?**

Difrakce neboli ohyb vlnění je jev, při kterém se vlnění dostává i do oblasti geometrického stínu (za překážkou se paprsky světla 'ohýbají').

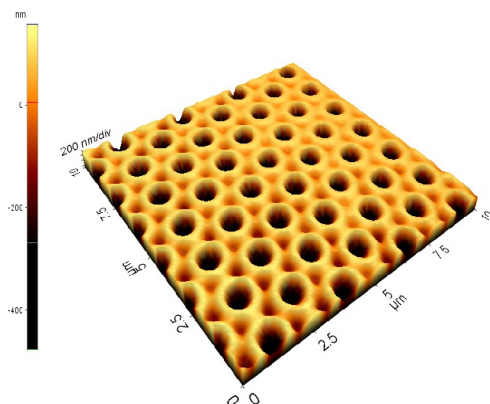
Difrakce je pozorovatelná na překážkách srovnatelných s vlnovou délkou světla. Projevem difrakce jsou difrakční obrazce, které lze zachytit na stínítku. Jejich charakter souvisí s tvarem a velikostí překážky. Ukázali jsme si difrakci laserového záření nejen na jednoduchých objektech: například šterbina, drát nebo otvor, ale i na periodických *mřížkách* a složitějších strukturách: *holografické mřížky*, *motýlí křídla*. Naučili jsme se poznávat vlastnosti těchto mikrostruktur na základě jejich difrakčních obrazců. Naše poznání jsme pak ověřili pomocí optického mikroskopu a mikroskopu AFM.



Difrakční obrazec hexagonální struktury



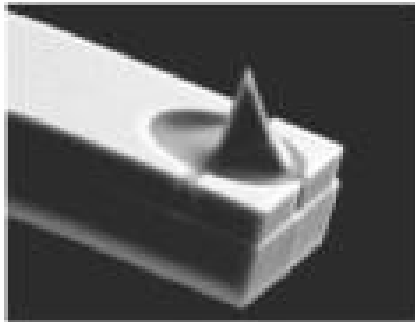
Snímek hexagonální struktury z optického mikroskopu



Snímek hexagonální difrakční struktury z AFM mikroskopu

## **Mikroskop AFM**

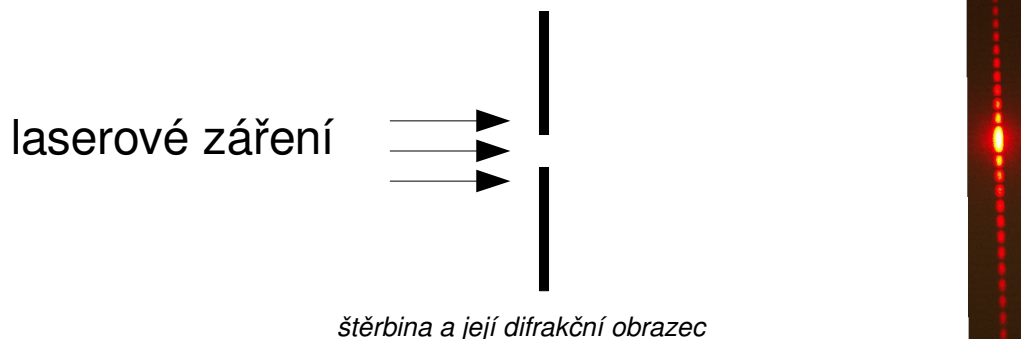
Mikroskopie atomárních sil (AFM z anglického atomic force microscopy) je mikroskopická technika, která se používá k trojrozměrnému zobrazování povrchů. Metoda dosahuje velmi vysokého rozlišení – může zobrazovat i atomy. Techniku AFM lze použít nejen k zobrazování, ale také k tvorbě struktur či zpracování povrchů v nanometrové oblasti. Základem AFM je velmi ostrý hrot, který je upevněn na ohebném nosníku. Hrot je mírně vtlačován do vzorku a následkem působících sil je nosník ohnutý. Během měření se hrot pohybuje po povrchu vzorku v pravidelném rastru (skenuje) tak, že výška druhého konce nosníku je konstantní. Je-li povrch vzorku nerovný, má nosník v různých místech vzorku různou velikost ohnutí a sledováním závislosti ohnutí na poloze na vzorku můžeme sestavit zvětšený obraz vzorku. Mikroskop využívá dvou režimů - kontaktní a bezkontaktní. V případě kontaktního režimu se hrot dotýká vzorku, my jsme využívali bezkontaktní režim, kdy není mezi hrotem a vzorkem přímý mechanický kontakt.



*Detail hrotu z AFM mikroskopu*

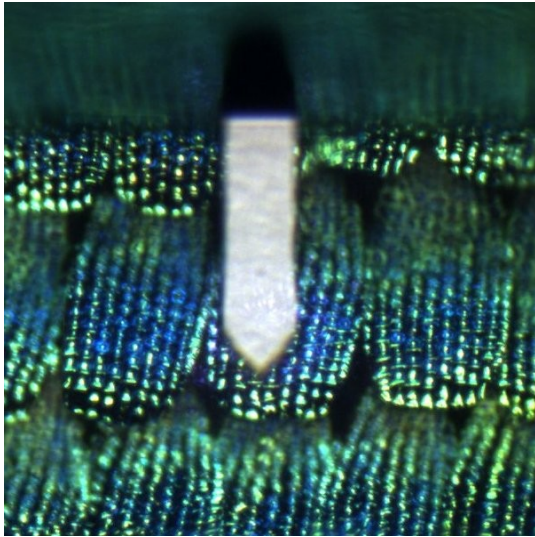
## **Vlastní pokusy a měření**

Naše první pokusy probíhaly v laboratoři difrakční optiky, kde jsme se seznamovali se základy optiky a difrakčních jevů. Pracovali jsme s jednoduchou aparaturou složenou z laseru, zrcátka a různých difrakčních objektů. Začínali jsme se štěrbinou, mřížkou, otvorem, kombinací mřížky s kruhovým otvorem, atd. Po úvodu do difrakce pomocí jednoduchých objektů jsme sestavili složitější aparaturu, na které jsme mohli pozorovat periodické a neperiodické struktury.

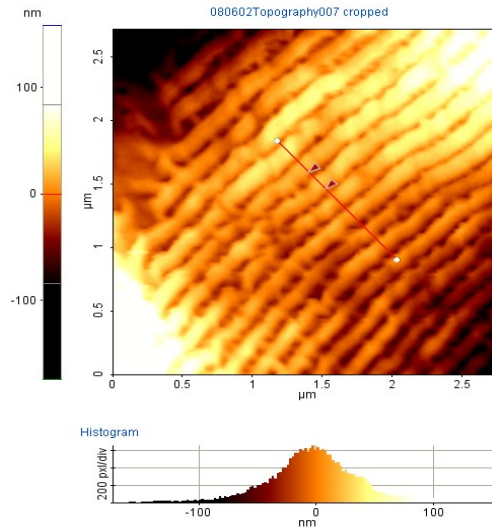


*štěrbina a její difrakční obrazec*

Z laboratoře jsme se přemístili k mikroskopům se čtyřmi preparáty motýlích křídel, která jsme si připravili na laboratorní sklíčka a která jsou jedním z příkladů difrakčních struktur, se kterými se lze setkat v přírodě. Tyto struktury jsme nejdříve pozorovali pod bílým světlem. Při pozorování pouhým okem se struktury jeví jako modré nebo zelené odlesky, které jsou závislé na úhlu pozorování. V tomto případě se nejedná o klasický pigment nebo barvivo, ale o mikrostrukturu, na které bílé světlo difraktuje. Díky periodicitě struktury dochází k selekci vlnových délek a difraktuje pouze zelené nebo modré světlo.



*Snímek motýlího křídla spolu s hrotem z AFM mikroskopu*



*Detail barevné šupinky z motýlího křídla (perioda struktury je cca 180 nm)*

## **Závěr**

Pozorovali jsme optickou difrakci na různých difraktivních strukturách, které jsme pomocí optického mikroskopu prozkoumali a změřili na AFM. Světlo a efekty difrakce nám umožnily snadnější nahlédnutí do mikrosvěta.

## **Poděkování**

Rády bychom poděkovaly Ing. Milanu Květoňovi, Ing. Davidu Najdkovi, Fakultě jaderné a fyzikálně inženýrské a Motýlímu domu za krásné exempláře motýlů. Dále pak také organizátorům Fyzikálního týdne 2008.

## **Reference**

- [1] <http://optika.kuratkoo.net/difrakce.htm>
- [2] M.Vrbová a kol., Lasery a moderní optika, Prometheus Praha (1994)
- [3] [cquark.fjfi.cvut.cz/~petracek/lectures/expf/prednaska4.ppt](http://cquark.fjfi.cvut.cz/~petracek/lectures/expf/prednaska4.ppt) (obrázek)



*Motýl rodu Papilio (Otakárek)*