

KATEDRA FYZIKY VŠB-TU OSTRAVA		
Student	Měření vlnové délky světla mřížkovým spektrometrem	Číslo práce 9
Skupina/Osob. číslo		Datum
Spolupracoval		Podpis studenta:

Cíle měření:

Změřit vlnovou délku světla pomocí optické mřížky.

Měřicí prostředky:

dvě výbojky, mřížkový spektrometr (goniometr, kolimátor, dalekohled, optická mřížka), tabulka spekter prvků, napěťový zdroj

Kompendium teorie:

Světlo se šíří prostředím jako postupné příčné elektromagnetické vlnění poměrně úzkého oboru vlnových délek (350-750 nm). O ohybu vlnění obecně mluvíme tehdy, když se vlnění při setkání s překážkou šíří v jiných směrech, než předpovídají zákony geometrické optiky. Příčinou ohybu jsou vlnové vlastnosti světla a jeho vznik lze vysvětlit pomocí Huygensova principu. Ohyb světla je příčinou tzv. ohybových jevů, které jsou vyvolány interferencí paprsků odchýlených ohybem od jejich původního směru. Pozorovatelný interferenční jev může nastat jen mezi koherentními vlnami (stejná frekvence a fázový posuv). Interferenci lze snadno demonstrovat na překážkách s rozměry srovnatelnými s vlnovou délkou světla, jimiž jsou např. tenké vrstvy (olej na hladině vody, Newtonova skla), štěrbin, malý otvor, optická mřížka.

Difrakční mřížky na průchod obsahují velký počet rovnoběžných a stejně od sebe vzdálených vrypů do skla (na mm délky několik set až tisíc), které jsou pro světlo obtížně průchodné. Štěrbiny jsou průhledné části skla mezi vrypy. Mřížku charakterizuje mřížková konstanta d , což je vzdálenost středů sousedních štěrbin (obr. 1). Difrakční mřížky se používají v monochromátorech, spektrometrech apod.

Jestliže dopadá rovnoběžný svazek paprsků na mřížku kolmo, vycházejí podle Huygensova principu ze všech bodů štěrbin paprsky všemi směry. Ke každému paprsku, jenž vychází z bodu jedné štěrbiny pod úhlem α_k , existuje druhý paprsek s ním rovnoběžný a vycházející z takového bodu sousední štěrbin, který je od výchozího bodu prvního paprsku vzdálen o d . Pokud se tyto paprsky

(obr. 1) setkají po průchodu vhodnou optickou sestavou, objeví se v místě setkání interferenční maximum, bude-li pro úhel α_k platit:

$$\delta = d \sin \alpha_k = k \lambda, \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

δ je dráhový rozdíl paprsků, které se setkaly (obr. 1), k řád interferenčního maxima. Dopadá-li na mřížku složené světlo, přísluší maximům téhož řádu různé úhly odchýlení paprsků v závislosti na vlnové délce. Složené světlo se tedy mřížkou rozkládá na tzv. ohybové spektrum, v němž je od původního směru nejvíce odchýleno červené světlo a nejméně světlo fialové. S rostoucím řádem maxima se zvětšuje šířka soustavy barevných čar (ohybového spektra) na stínítku a jeho vzdálenost od tzv. hlavního maxima (maximum nultého řádu: $k = 0$), které je světelným proužkem složeným ze všech barev studovaného spektra. Ohybová spektra jsou symetricky rozložena kolem hlavního maxima vlevo i vpravo.

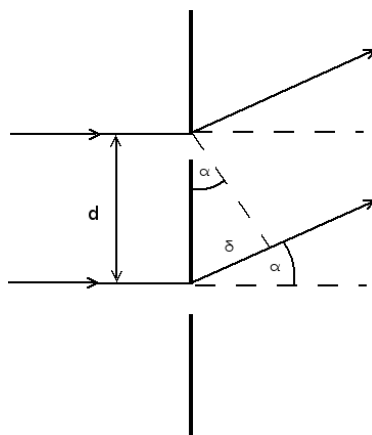
Pokyny k vlastnímu měření:

- 1) Ve skle mřížky je 600 vrypů na 1 mm délky – pomocí této informace spočtete mřížkovou konstantu d .
- 2) Pro dvě výbojky a všechny barvy vypočtete vlnové délky podle vztahu

$$\lambda = \frac{d \sin \left(\frac{\alpha_{k,l} + \alpha_{k,p}}{2} \right)}{k},$$

v němž úhly $\alpha_{k,l}$ a $\alpha_{k,p}$ jsou odchylky paprsků příslušejících dobře viditelné barvě spektra na levou a pravou stranu od osy kolimátoru (pouze maxima prvního řádu, tzn. $k = 1$). Stanovte rozšířenou a relativní rozšířenou nejistotu měření vlnové délky. Pokuste se určit prvek, jemuž pozorované spektrum náleží.

Obrázek 1 d – vzdálenost sousedních šterbin, tzv. mřížková konstanta; α – úhel mezi vybranými paprsky vycházejícími z mřížky a na mřížku dopadajícím svazkem rovnoběžných paprsků; δ – dráhový rozdíl paprsků



Vybrané vlnové délky emisních spekter prvků, které byly na výbojkách naměřeny výrobcem (PHYWE).

Prvek	λ [nm]	Barva
He-I	706,5	červená
	667,8	červená
	656,0	červená
	587,6	žlutá
	504,8	zelená
	492,2	zelená
	471,3	modrá
	447,1	modrá
	438,8	modrá
	414,4	fialová
	412,1	fialová
	402,6	fialová
	396,5	fialová
	388,9	fialová
Hg-I	690	červená
	624	červená
	611	červená
	608	červená
	578	žlutá
	548	zelená
	496	modrozelená
	492	modrozelená
	435	modrá
Cd	408	fialová
	645	červená
	633	červená
	517	zelená
	509	zelená
	480	modrá
	469	modrá
Zn	441	fialová
	636	červená
	589	žlutá
	579	žlutá
	534	zelená
	519	zelená
	508	zelená
	481	modrá
	472	modrá
	468	modrá
Na	463	fialová
	429	fialová
	617,2	červená
	588,4	žlutá
	567,7	žlutozelená
	514,1	zelená
	498,7	zelenomodrá

Pozn.: Emisní spektra prvků periodické tabulky je možné zobrazit na webu:
<http://jersey.uoregon.edu/vlab/elements/Elements.html>