

Zadání

: Určete mřížkovou konstantu pro tři dané mřížky.

Teoretický úvod

: Pro zjištění vlnové délky lze použít difrakční mřížky, kde využíváme vzorce

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi_k}{k}, \text{ kde } d \text{ je mřížková konstanta (kterou máme určit),}$$

k udává příslušné maximum a úhel φ_k odchytku od maxima nulého řádu.

Daná optická mřížka se zhotovuje rytím rovnoběžných vrypů do skleněné desky nebo do kovové vrstvy navážené na desku. V poslední době byla ke značné dokonalosti vypracovaná technologie výroby kopií rytých mřížek, které se zhotovují ze speciálních plastických materiálů s následným nanášením kovové vrstvy.

Na měření úhlů se nejčastěji používá goniometr, který se skládá z kolimátoru, dalekohledu, stolečku a úhlověrné stupnice.

Použité přístroje

: goniometr, jednotlivé mřížky, sodíková lampa

Postup měření

: Štěrbinu kolimátoru osvětlíme zdrojem monochromatického světla, jehož vlnovou délku známe ($\lambda=589,0 \text{ nm}$). Na stoleček upevníme ohybovou mřížku tak, aby vryp mřížky byly svislé a rovina mřížky byla kolmá na rovinu kolimátoru. Nastavení mřížky provedeme následovně: dalekohled otočíme tak, aby jeho optická osa byla kolmá na optickou osu kolimátoru. Mřížkou otáčíme tak dlouho, až v dalekohledu vidíme obraz štěrbin kryjící se se svislým vláknem kříže. Potom mřížku otočíme do polohy kolmé na optickou osu kolimátoru (φ_j o 45°) a sledujeme maximum nulého řádu.

Následně přistoupíme k vlastním měření a to 1., resp. 2. maxima. Dalekohled otočíme vpravo do takové polohy, aby vláknem kříže splyvalo s maximem prvního řádu (první ohybový obraz). Příslušnou hodnotu odečteme na nůhu a zapíšeme do tabulky. Poté otočíme dalekohled přes nulovou hodnotu do opačného směru (vlevo) a odečítáme opět příslušnou hodnotu. Z naměřených hodnot poté vypočítáme úhel příslušující maximu prvního řádu. Totéž provedeme také pro maximum 2. a 3. řádu. Z naměřených hodnot na závěr vypočítáme mřížkovou konstantu d . Podobně postupujeme pro všechny tři dané mřížky.

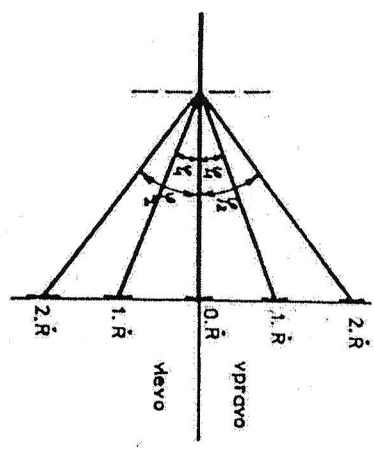
OHYBOVÁ MŘÍŽKA

MĚŘENÍ λ POMOCÍ DIFRAKČNÍ MŘÍŽKY

Je-li drážkový rozdíl δ roven celistvemu násobku vlnové délky λ , potom v tomto směru vznikne interferenční maximum a platí

$$d \cdot \sin \varphi_k = k \cdot \lambda \quad /2/$$

kde $k = 0, 1, 2, 3 \dots$ je příslušný řád maxima. Pro $k = 0$ je maximum nultého řádu /vzniká ve směru paprsků dopadajících na mřížku/, pro $k = 1$ je maximum prvního řádu /vzniká souměrně po obou stranách od maxima nultého řádu atd./ - viz obr. 16.



Obr. 16

Pro vlnovou délku světla pak dostáváme vztah

$$\lambda = \frac{d \cdot \sin \varphi_k}{k}$$

Při známé mřížkové konstantě d změněním úhlu φ_k příslušného řádu maxima k můžeme podle vztahu /3/ vypočítat vlnovou délku světla λ . Jestliže mřížkovou konstantu neznáme, můžeme ji vypočítat, změníme-li úhel příslušného maxima k při světle známé vlnové délky.

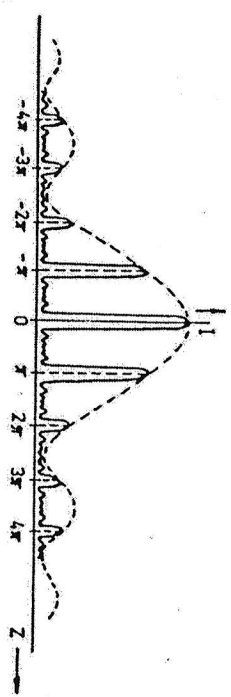
Pro mřížku vyšetřovaného typu klesá intenzita prošlého světla s rostoucím řádem maxima, takže prošlé světlo je převážně soustředěno do nultého řádu /viz obr. 17/.

Dále je pro danou vlnovou délku světla řád maxima omezen podmínkou

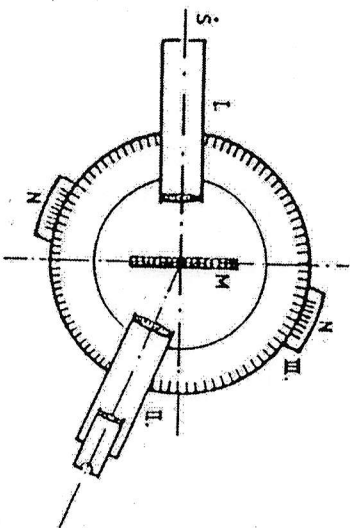
$$\frac{k \cdot \lambda}{d} = \sin \varphi_k \leq 1, \text{ tj.}$$

$$k \leq \frac{d}{\lambda}$$

Obr. 17



Optické mřížky se zhotovují rytím rovnoběžných vrypů do skleněné desky nebo do kovové vrstvy napařené na desku. V poslední době byla do značné dokonalosti vypracována technologie výroby kopií rytých mřížek, které se zhotovují ze speciálních plastických materiálů s následným nanesením kovové vrstvy. Na měření úhlů se nejčastěji používá goniometr - viz obr. 18. Skládá se z těchto hlavních částí: kolimátoru, dalekohledu, stolačku a úhlověrné stupnice.



Obr. 18

Kolimátor I je trubice, která má na jednom konci štěrbinu S s měnitelnou šířkou a na druhém konci achromatickou spojnovou soustavu. Štěrbinu se nachází v ohniskové rovině čočky. Dalekohled II má Ramsdenův - Gaussův okulár, který je opatřen nitkovým křížem. Dalekohled se může otáčet kolem svislé osy vedené středem podstavce. Společně s dalekohledem se otáčejí dva noniusy N , pomocí nichž se odečítá poloha dalekohledu na úhlově měrné stupnici goniometru III.

Ve středě goniometru je stoleček S , na který se upevňuje optická mřížka M . Stoleček se může otáčet kolem svislé osy i posunovat vertikálním směrem. Umístíme-li před štěrbinu kolimátoru zdroj monochromatického světla, vychází z něj svazek rovnoběžných světelných paprsků, který se zobrazuje v ohniskové rovině objektivu dalekohledu. Současně s obrazem štěrbinu pozorujeme i nitkový kříž.

Před vlastním měřením je nutné správně nastavit dalekohled, kolimátor a optickou mřížku. Dalekohled nastavíme na nekonečno

zaostřením na vzdálený předmět. Kolimátor nastavíme tak, že osvětlíme jeho štěrbinu a její obraz pozorujeme dalekohledem zaostřeným na nekonečno. Polohu štěrbinu pak nastavíme tak, aby její obraz byl co nejostřejší.

Postup:

1) Štěrbinu kolimátoru osvětlíme zdrojem monochromatického světla jeho vlnovou délku známe /sodíková lampička $\lambda = 589,0 \text{ nm}; 589,6 \text{ nm}$ sodíkový dublet/. Na stoleček upevníme ohybovou mřížku tak, aby vrypky mřížky byly svislé a rovina mřížky byla kolmá na osu kolimátoru. Nastavení mřížky provedeme následovně: dalekohled otočíme tak, aby jeho optická osa byla kolmá na optickou osu kolimátoru. Mřížkou otáčíme tak dlouho, až v dalekohledu vidíme obraz štěrbinu kryjící se se svislým vláknem kříže. Potom mřížku otočíme do polohy kolmé na optickou osu kolimátoru /t.j. o 45° / a sledujeme maximum 0. řádu.

Dále přistoupíme k měření 1., resp. 2. maxima. Dalekohled otočíme vpravo do takové polohy, aby vláknem kříže splyvalo s maximem prvního řádu /první ohybový obraz/. Příslušnou polohu α_1, α_1' na obou noniusech odečteme a zapíšeme do tabulky. Otočíme dalekohled přes nulovou polohu do opačného směru /vlevo/ a odečítáme jeho polohu, když vláknem kříže splyvá s ohybovým obrazem štěrbinu prvního řádu (= střed sodíkového dubletu). Příslušné hodnoty α_2, α_2' odečítáme opět na obou noniusech a zapíšeme do tabulky. Z naměřených hodnot pak vypočteme úhel příslušující maximu prvního řádu. Totéž provedeme pro maximum druhého řádu. Každé měření provedeme $3x$. Z naměřených hodnot určíme pro každé měření mřížkovou konstantu d a její průměrnou hodnotu.

2) Vlnové délky spektrálních čar rtuťové výbojky určíme obdobně, tj. postupně nastavujeme kříž dalekohledu na jednotlivé spektrální čáry 1. resp. 2. maxima vlevo i vpravo a určíme úhel odchylení. Naměřené hodnoty zpracujeme do obdobné tabulky jako v první části úlohy.