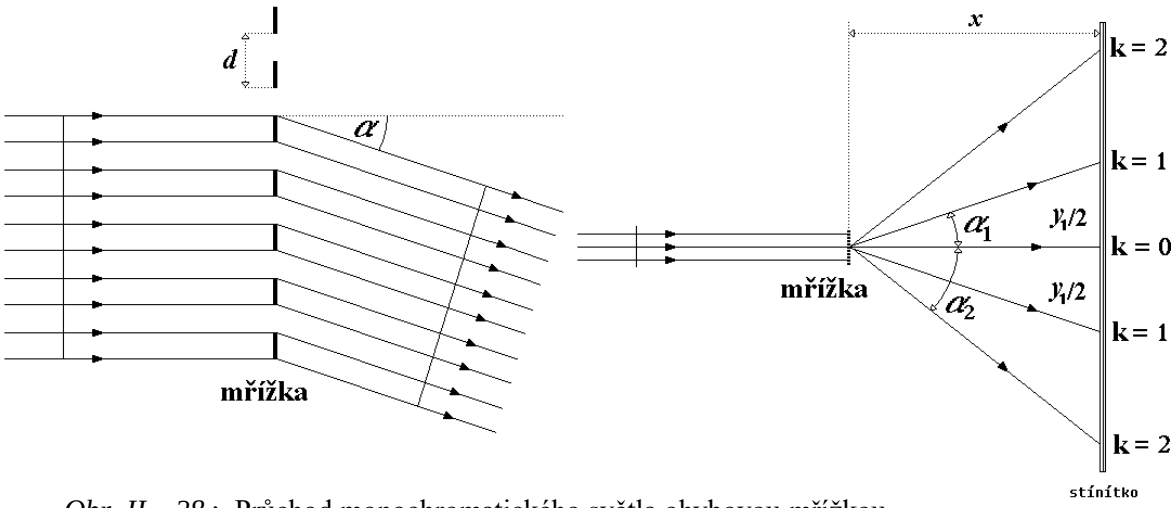
STUDIUM OPTICKÝCH SPEKTER OHYBOVOU MŘÍŽKOU

Každý atom (molekula) má své charakteristické spektrum: při přechodu elektronu mezi různými energetickými stavy buď vyzařuje nebo pohlcuje elektromagnetické vlnění přesně daných a individuálně odlišných frekvencí (vlnových délek). Znalost spektra poskytuje základní informaci o elektronovém obalu atomu (molekuly) a slouží k identifikaci složení neznámých materiálů. K měření spekter se používají spektrometry, jejichž základní součástí jsou elementy umožňující rozklad elektromagnetického vlnění podle vlnových délek – hranoly či ohybové mřížky.

Základní vztahy:

Optickou (ohybovou) mřížkou nazýváme soustavu rovnoběžných štěrbin oddělených pro světlo neprůhlednými proužky. Charakterizujeme ji mřížkovou konstantou d, která udává společnou šířku jedné štěrbiny a jednoho neprůhledného proužku. Dopadá-li na mřížku kolmo rovinná monochromatická světelná vlna, stává se



Obr. II – 28 : Průchod monochromatického světla ohybovou mřížkou

každá štěrbina koherentním zdrojem vlnění. Tato vlnění budou navzájem interferovat a pro určité směry šíření (popsané úhlovou odchylkou α_k od přímého směru), odpovídající maximálnímu zesílení, platí (viz [i])

$$d \cdot \sin \alpha_k = k \cdot \lambda \,, \qquad (1)$$

kde λ je vlnová délka použitého monochromatického světla, k = 0; 1; 2; …… je celé číslo, nazývané řád maxima. Ve všech ostatních směrech se vlnění interferencí vyruší. Na stínítku budeme pozorovat ostré světlé čáry barvy procházejícího světla. Ze vztahu (1) je zřejmé, že velikost úhlové odchylky roste s vlnovou délkou, maximum bude nejvíce odchýleno pro červenou barvu. Známe-li mřížkovou konstantu a změříme-li úhly α_k můžeme vypočítat vlnovou délku použitého světla. Známe-li naopak vlnovou délku, pak určení úhlů umožní zjistit neznámou mřížkovou konstantu.

Pracovní úkol:

1. Určete vlnové délky spektrálních čar výbojky.
2. Naměřené hodnoty porovnejte s údaji v tabulkách.

3. S využitím tabulkových hodnot určete neznámou mřížkovou konstantu jiné mřížky.

Potřeby: optická lavice, ohybové mřížky, stínítko, měřítka, štěrbina, objektiv, výbojka.

Pokyny k měření a jeho zpracování:

1) Po rozsvícení výbojky vyhledáme (při pootevřené štěrbině) spektrální čáry na stínítku a posouváním objektivu vytvoříme ostrý obraz štěrbiny.
2) Spektrální čáry v maximu 1. řádu se objeví symetricky po obou stranách od maxima nultého řádu. Štěrbinu zúžíme a měříme vzdálenost *y* obou symetrických čar a kolmou vzdálenost *x* stínítka od mřížky (viz *obr. II – 28*). Hledanou úhlovou odchylku pak vypočteme ze vztahu

   $$\alpha_k = \arctan (y_k/2x) . \qquad (2)$$

   Měření několikrát zopakujeme pro různé vzdálenosti *x*. Pokud některá mřížka poskytuje i maxima vyšších řádů (k > 1), rovněž je využijeme v měření.
3) Z každého páru naměřených hodnot vypočteme vlnovou délku spektrální čáry (vztahy (1) a (2), k = 1), vypočtené hodnoty zprůměrujeme a stanovíme směrodatnou odchylku. Provedeme porovnání s tabelovanou hodnotou.
4) Při měření neznámých mřížkových konstant postupujeme obdobně, při výpočtu *d* ze vztahu (1) použijeme tabelované vlnové délky.

Kontrolní otázky:

- 🕮 Jakými hodnotami vlnových délek je omezen interval „viditelného“ elektromagnetického vlnění? Jaké další druhy elektromagnetického vlnění znáte?
- 🕮 Je interference světla na ohybové mřížce podmíněna vlnovými nebo korpuskulárními vlastnostmi světla?
- 🕮 Jaký nejvyšší řád k spektra bychom mohli teoreticky pozorovat na mřížce s mřížkovou konstantou 5 μm při použití monochromatického záření rubínového laseru (λ = 694 nm)?

Literatura:

[i] WAGNER, J., KOPAL, A. *Fyzika II*. Vydání 2. Liberec: TUL, 1995.