

Víxlhrif og ljósbognun

Tilvísun

1. Young & Freedman: *University Physics*, kaflar 35 og 36.
2. Benson: *University Physics*, kaflar 37 og 38.

1 Inngangur

Með þessari tilraun eru kynnt víxlhrif tveggja eða fleiri bylgjupátta ljóss, (e. interference). Skoðuð er svonefnd ljósbognun (e. diffraction), sem kemur fram þegar ljós fer um mjóa rauf. Notkun raufaglers við litrófsgreiningu verður athuguð og skoðað hvaða þættir stjórna greinigæðum. Í sumum þáttum tilraunarinnar er notaður leisigeisli og *þurfa nemendur að gæta þess vel að horfa ekki í geislann eða beint endurvarp hans, þar sem hann getur sært nethimnur í augum.*

Tilrauninni er skipt í 4 þætti; ljósbognun, tilraun Young's, raufagler og almynd.

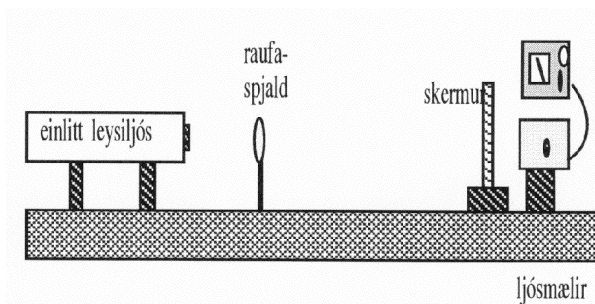
2 Ljósbognun

Í þessum þætti er notaður HeNe leisir með einlitum rauðum geisla ($\lambda = 632.8 \text{ nm}$). Kanna skal ljósbognun, sem kemur fram þegar geislinn fellur annars vegar á mjóa rauf. Tækjum er komið fyrir eins og sýnt er á mynd 1.

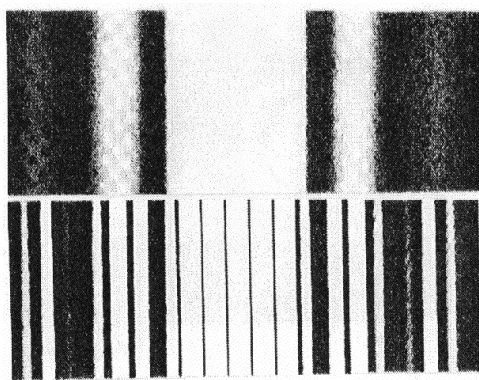
- Látið spjald með stökum raufum í haldara framan við leisinn þannig að hann lýsi í gegnum eina mjóa rauf á vegg eða spjald í 30–100 cm fjarlægð frá raufinni. Sambandi vikhorna **dökku** rákanna, θ_n , og raufavíddar, a , er lýst með jöfnunni

$$a \sin \theta_n = n\lambda \quad (1)$$

- Mælið hvernig styrkur ljóssins í mynstrinu breytist, þegar farið er þvert yfir ljósgeislann. Notað er ljósleiðarabúnt með $0.5 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ ljósopi. Snúið ljósopinu þannig að lengri hliðin sé lóðrétt. Ljósleiðarinn, sem er tengdur ljósmæli í hinn endann, er í haldara, sem færa má allt að 25 mm með millimetraskrúfu þvert á geislustefnuna. Veljið raufarstærð og afstöðu ljósops og raufaspjalds þannig að nægileg upplausn fáið í mælinguna til að endurskapa dreifingarferilinn. Deyfið loftljós til að minnka truflandi merki



Mynd 1: Einlitum leisi er beint að lítilli rauf eða gati. Ljósstyrkur í bognunarmynstri er mældur með ljósmæli.



Mynd 2: Efri myndin sýnir bogunarmynstur fyrir eina rauf og neðri myndin Young's-mynstur sem fæst þegar lýst er á tvær jafnvíðar raufar. Af Young's-mynstrinu má ráða bæði vídd raufa og fjarlægð milli þeirra.

og mælið styrkdreifingu ljóssins á bili, sem inniheldur einn dökkan blett öðru megin við miðgeislann og tvo hinu megin.

Styrkdreifingunni er lýst með jöfnunni

$$I = I_0 \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^2 \quad (2)$$

Stærðin α er fasamunur milli miðgeisla í raufinni og jaðargeisla, og tengist vikhorni með

$$\alpha = \frac{\pi a}{\lambda} \sin \theta \quad (3)$$

Gerið graf af mældum ljósstyrk sem fall af fasahorni, α , og berið saman við jöfnu (2), sem lýsir venslum milli ljósstyrks og fasahornsins α .

3 Víxlrif tveggja raufa; tilraun Young's

Í þessum þætti er HeNe leisi með rauðu ljósi ($\lambda=632.8$ nm) beint að spjaldi með tveimur raufum og er uppsetningin svipuð og sú sem sést á mynd 1. Þegar lýst er á tvær raufar koma fram víxlrif, sem kennd eru við Young. Mynd 3 sýnir bogunarmynstur fyrir eina rauf og Young's-mynstur fyrir tvær eins raufar til samanburðar. Vikhornum fíngerðu **ljósu** rákanna (ϕ_m) í Young's-mynstrinu er lýst með

$$d \sin \phi_m = m\lambda, \quad (4)$$

þar sem d er fjarlægð milli raufa.

Skoðið mynstrið á spjaldi í 1–2 metra fjarlægð frá raufaspjaldinu.

- Mælið afstöðu rákanna í bæði víxlunar- og bogunarluta Young's-mynstursins og lesið bilið milli raufanna tveggja og vídd þeirra úr gögnunum. Gerið grein fyrir nákvæmni í þessum mælingum og þeim nálgunum, sem notaðar eru.

4 Raufagler sem litrófsgreinir

Í þessum þætti er fínristu raufagleri með þekktum raufabéttleika komið fyrir í geisla HeNe leisis. Mynstrinu er varpað á vegg eða spjald til mælinga. Þegar vel árar er geislinn þrílitur, en leisirinn er orðinn slitinn og sýnir nú orðið oftast aðeins eina öldulengd.

- Ákveðið öldulengd sterkustu litrófslínunnar með mælingum á vikhornum fyrir 1., 2. og 3. gráðu víxlun (m) eftir því sem við á.

Aðeins fyrir R-hópin:

- Áætlið hve leisljósið lýsir á margar raufar (N), og reiknið greinigæði R (e. resolving power) uppstillingarinnar.

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = mN \quad (5)$$

Hér táknar stærðin $\Delta\lambda$ minnsta öldulengdarmun tveggja litrófsþátta, sem greina má í sundur, sem aðskildar öldulengdir.

- Gerið samanburð á greinigæðum í þessari mælingu og þeim mælingum á litrófslín-um sem gerðar voru með prisma í tilrauninni um ljóshraða.

5 Almynd

Í tilraunastofu liggur frammi almynd (e. hologram), þ.e. filma sem varðveitir víxlmynstur milli endurvarps á leisljósi frá hlut og viðmiðunar geisla, sem sendur er beint að filmunni. Kallið kennara til aðstoðar við að skoða almyndina og eiginleika hennar. Engar mælingar tengjast þessum lið.