

LD5. GARDELĖS PARAMETRŲ TYRIMAS

Darbo tikslas

Ištirti difrakcinės gardelės parametrus.

Užduotys

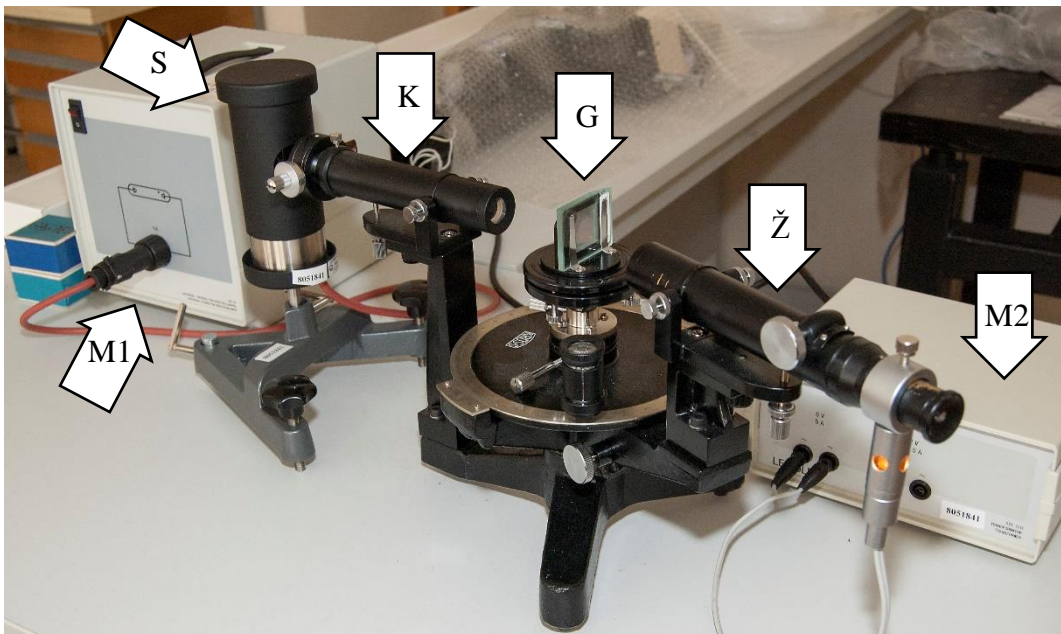
1. Nustatyti difrakcinės gardelės periodą ir rėžių skaičių viename gardelės milimetre.
2. Apskaičiuoti gardelės kampinę dispersiją įvairiose spektro eilėse ir skiriamąją gebą.

Teorinės temos

- Difrakcinė gardelė.
- Difrakcinės gardelės kampinė dispersija.
- Difrakcinės gardelės skiriamoji geba.

Darbo priemonės ir prietaisai

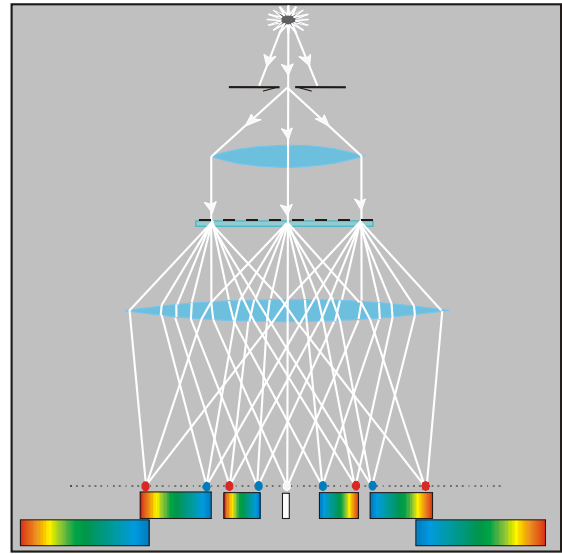
Kadmio lempa (S), goniometro kolimatorius (K), bei goniometro žiūronas (Ž), difrakcinė gardelė (G), kadmio lempos maitinimo šaltinis (M1), žiūrono siūlelio pašvietimo lemputės maitinimo šaltinis (M2) (1 pav.).



1 pav. LEYBOLD Didactic gardelės parametrų tyrimo stendas

Tyrimo metodika

Difrakcinė gardelė yra difrakcinis elementas, sudarytas iš didelio skaičiaus periodiškai išdėstytų rėžių (griovelių, plyšių, iškilumų) plokščiame arba įgaubtame optiniame paviršiuje. Difrakcinė gardelė naudojama spektriniuose prietaisuose kaip dispersinė sistema, skaidanti elektromagnetinę spinduliuotę į spektrą. Difrakcinės gardelės rėžiai krintančiosios šviesos bangos frontą skaido į atskirus tarpusavyje koherentinius pluoštelių, kurie interferuoja ir sukuria atstojamąjį erdvinį šviesos stiprio skirstinį, t. y. spinduliuotės spektrą.



2 pav. Spindulių eiga pro difrakcinę gardelę

Difrakcinės gardelės skirstomos į skaidrias ir atspindžio gardeles. Skaidriosios gardelės rėžiai padaryti skaidriame (stiklo) paviršiuje ir interferencinį vaizdą sukuria pro gardelę perėjusi šviesa (2 pav.). Plokščiosios atspindžio gardelės, kurių rėžiai daromi specialiu deimantiniu rėztuku ant veidrodinio paviršiaus, turi tiesius griežtai lygiagrečius vienodos formos rėžius. Rėžio formą lemia rėztuko briaunos profilis. Interferencinį vaizdą sudaro atsispindėjusi nuo gardelės šviesa.

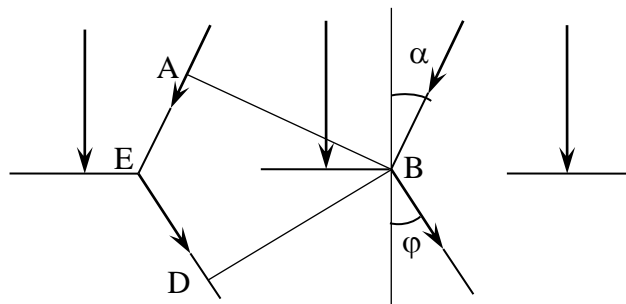
Tiriamosios difrakcinės gardelės rėžiai padaryti skaidriame (stiklo) paviršiuje ir interferencinį vaizdą sukuria pro gardelę perėjusi šviesa.

Difrakcinė gardelė yra periodinė struktūra, kurioje atstumas tarp rėžių yra pastovus ir vadinamas difrakcinės gardelės periodu d (3 pav. $EB = d$), kuris apskaičiuojamas iš difrakcinės gardelės lygties:

$$d(\sin \alpha + \sin \varphi) = \pm m\lambda . \quad (1)$$

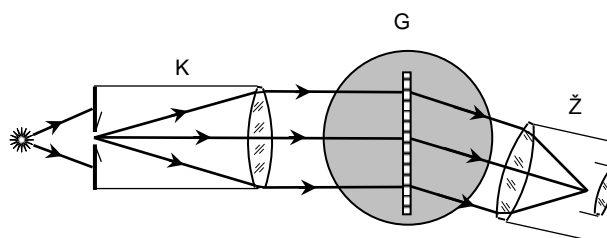
Jei šviesa į gardelę krinta statmenai ($\alpha = 0$), tuomet gardelės lygtis yra:

$$d \sin \varphi = \pm m\lambda . \quad (2)$$



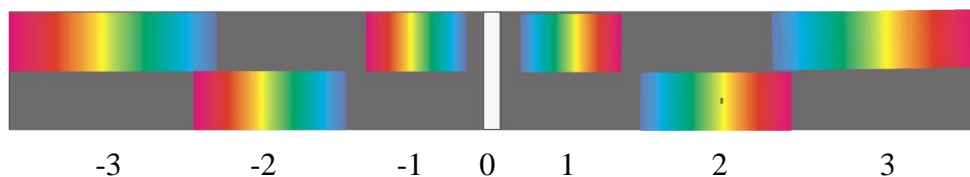
3 pav. Spindulių eiga pro difrakcinę gardelę

Ant goniometro stalelio dedama tiriamoji difrakcinė gardelė (G) ir goniometro kolimatoriumi (K) į ją nukreipiama Cd (kadmio) lempos šviesa (4 pav.). Pro goniometro žiūrono (Ž) okuliarą stebimi įvairių eilių spektrai (5 pav.). Žiūroną sukant į kairę, pagal goniometro skalę registruojami kelių spektro eilių ($m \neq 0$) skirtingų



4 pav. Difrakcinės gardelės parametrų nustatymo schema

bangos ilgių linijoms atitinkantys rodmenys a_λ . Po to, sukant žiūroną į dešinę registruojami, kelių spektro eilių linijoms goniometro skalės rodmenys b_λ . Atitinkamų linijų goniometro rodmenų skirtumą padaliję pusiau, apskaičiuojame difrakcijos kampus $\varphi_{m\lambda}$ ir įvertiname difrakcinės gardelės periodą d .



5 pav. Įvairių eilių spektro išsidėstymas

Pagrindiniai difrakcinės gardelės parametrai yra kampinė dispersija $\Delta\varphi/\Delta\lambda$ ir skiriamoji geba R . Difrakcinės gardelės kampinė dispersija, apibūdinanti skirtingų bangos ilgių spindulių erdvinio skaidymo didumą, išreiškiama taip:

$$\frac{\Delta\varphi}{\Delta\lambda} = \frac{m}{d \cos \varphi}. \quad (3)$$

Išmatuojamas gardelės plotį L , įvertinama gardelės skiriamoji geba:

$$R = m \frac{L}{d} = mLk. \quad (4)$$

Darbo eiga

Difrakcinės gardelės parametru nustatymas

Ijungiamas šviesos šaltinis - Cd (kadmio) lempa, palaukiame 10 min., kol lempa įkais. Ant goniometro stalelio pastatoma tiriamoji difrakcinė gardelė ir goniometro kolimatoriumi (K) į ją nukreipiama Cd (kadmio) lempos šviesa (4 pav.).

Žiūroną sukant į kairę, pagal goniometro skalę užrašomi kelių spektro eilių ($m \neq 0$) skirtingų bangos ilgių linijoms atitinkantys rodmenys a_λ . Po to, sukant žiūroną į dešinę, kelių spektro eilių linijoms užsirašomi atitinkantys rodmenys b_λ . Duomenys surašomi į 1 lentelę.

1 lentelė. Difrakcinės gardelės tyrimo rezultatai

λ	I-os eilės spektras			II-os eilės spektras			III-os eilės spektras		
	a_1	b_1	φ_1	a_2	b_2	φ_2	a_3	b_3	φ_3
467,8									
480,0									
508,6									
643,8									

Žinant, kad

$$\varphi_{m\lambda} = \frac{a_{m\lambda} - b_{m\lambda}}{2}$$

apskaičiuojami difrakcijos kampai $\varphi_{m\lambda}$.

Iš gardelės lygties (2) skaičiuojamas gardelės periodas d_1, d_2, d_3 ir t.t. Apskaičiuojama vidutinė d vertė ir gardelės rėžių skaičius viename milimetre.

Apskaičiuojami difragavusių spindulių kampų skirtumai tarp atitinkamų bangos ilgių ir apskaičiuojama dispersija įvairiose spektro eilėse. Pavaizduojame grafiškai. Įvertinama gardelės skiriamoji geba.

Literatūra

V. A. Šalna. Optikos laboratoriniai darbai. Vilnius, VU leidykla, 2009. (www.mopl.bfsk.ff.vu.lt)