

UNIVERZA V LJUBLJANI

FAKULTETA ZA MATEMATIKO IN FIZIKO

## **Poročilo**

Vaja 63 - Meritev spektra z uklonsko mrežico

Luka Orlič

9. april 2023

# Kazalo

|   |                    |   |
|---|--------------------|---|
| 1 | Teoretični uvod    | 2 |
| 2 | Naloga             | 3 |
| 3 | Potrebnosti        | 3 |
| 4 | Skica              | 3 |
| 5 | Meritve            | 4 |
| 6 | Obdelava meritev   | 5 |
| 7 | Analiza rezultatov | 5 |

# 1 Teoretični uvod

Za uklonsko mrežico vzamemo prozorno ploščo, v katero so enakomerno, na gosto zarezane tanke črte. Med zarezi je še dovolj neranjenega površja, ki nemoteno prepušča svetlobo. Razmik med zaporednima zarezi imenujemo **mrežno konstanto**. Mrežico osvetlimo s pravokotno vpadajočim vzporednim curkom enobarvne svetlobe, ki ga omejimo z ozko režo. Svetloba se pri prehodu skozi reže, to je skozi pasove med zarezi uklanja. Curki uklonjene svetlobe se med seboj interferirajo, pri čemer se ojačijo v smereh v katerih je razlika poti za svetlobo iz dveh sosednjih rež enaka mnogokratniku valovne dolžine. To opiše enačba (1). Pri tem je  $d$  mrežna konstanta,  $\alpha$  pa kot med smerjo vpadajočega curka in uklonjenega curka. Na oddaljenem zaslonu dobimo poleg sledi neuklonjenega curka še simetrično razporejene sledi uklonjenih curkov (uklonske slike reže) prvega reda ( $n = \pm 1$ ), drugega reda ( $n = \pm 2$ ), itd. Najvišji red je določen z enačbo (2). Če zasučemo mrežico tako, da oklepa pravokotnica na mrežico kot  $\phi$  s smerjo vpadajočega curka, se uklonjeni curki premaknejo. Dobimo jih v smereh  $\theta$  in  $\theta'$  glede na vpadli curek, v katerih velja enačbi (3) in (4). Pri računanju z enačbama je potrebno paziti na definicijo in s tem na predznak kotov  $\theta$ ,  $\theta'$  in  $\phi$ . Namesto na zaslonu lahko opazujemo interferenčno sliko tudi tako, da gledamo skozi mrežico v smeri proti vpadajoči svetlobi. V smereh, ki jih nakazujejo zgornje enačbe, vidimo navidezne uklonske slike reže. Na ravnilu, ki ga postavimo vzporedno z mrežico in režo, lahko s projiciranjem odberemo lego uklonskih slik glede na neuklonjeno sliko. Če je svetloba, ki vpada na mrežico, mešana, dobimo za vsako enobarvno komponento po uklonu serijo uklonskih slik, katerih lega je odvisna od valovne dolžine svetlobe. Uklonske slike istega reda sestavljajo spekter svetlobe. Svetila oddajajo svetlobo z zelo različnim spektrom. Svetloba žarečih trnih teles ali kapljev ima zvezni spekter: enobarvne slike reže v spektru se zvezno prelivajo druga v drugo. Svetloba, ki jo odda žareči razredčeni plin, ima večidel črtast spekter. Tak spekter sestoji iz nekaj ostrih enobarvnih slik reže, med katerimi ni svetlobe. Valovna dolžina in jakost črt sta značilni za plin. Nekatera svetila oddajajo svetlobo z mešanim spektrom: na ozdaje z zveznim spektrom so naložene črte.

$$d \cdot \sin \alpha = n \lambda \quad (1)$$

$$n = \frac{d}{\lambda} \quad (2)$$

$$d[\sin(\theta' + \phi) - \sin(\phi)] = n \lambda \quad (3)$$

$$d[\sin(\phi) + \sin(\theta - \phi)] = n \lambda \quad (4)$$

## 2 Naloga

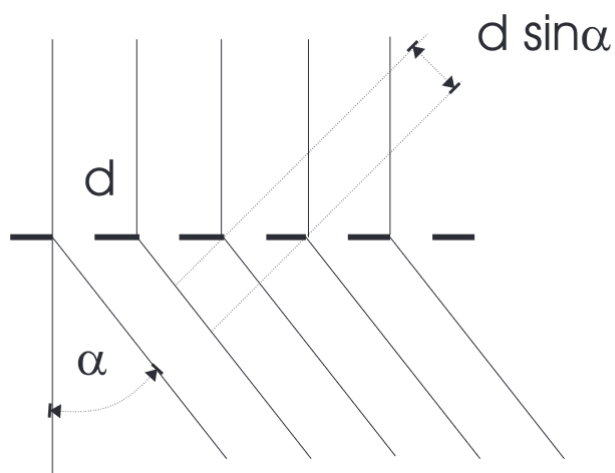
i.) S spektroskopom na uklonsko mrežico izmeri spekter živosrebrne pare.

## 3 Potrebščine

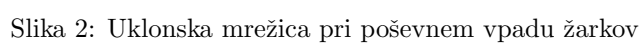
- Uklonska mrežica ( $d = 1/600\text{mm}$ ),
- Živosrebrna svetilka z dušilko,
- Spektroskop.

## 4 Skica

Skica (1) in Skica (2) sta skici poskusa.



Slika 1: Uklonska mrežica pri pravokotnem vpadu žarkov



| Meritve          |            |             |                |                 |           |
|------------------|------------|-------------|----------------|-----------------|-----------|
| N                | Levo [deg] | Desno [deg] | Odmik L [deg]  | Odmik D [deg]   | AVG [deg] |
| $\phi = 0\ deg$  |            |             |                |                 |           |
| 0                | 175.4      | 175.4       | 0              | 0               | 0         |
| 1                | 160.3      | 190.6       | 15.1           | 15.2            | 15.15     |
| 2                | 156.2      | 194.5       | 19.2           | 19.1            | 19.15     |
| 3                | 155.2      | 195.7       | 20.2           | 20.3            | 20.25     |
| 4                | 155        | 195.8       | 20.4           | 20.4            | 20.4      |
| $\phi = 20\ deg$ |            |             |                |                 |           |
| N                | Levo [deg] | Desno [deg] | $\theta$ [deg] | $\theta'$ [deg] | N/a       |
| 0                | 195.4      | 195.3       |                |                 |           |
| 1                | 179.9      | 208.2       | 15.5           | 14.9            |           |
| 2                | 176        | 211.6       | 19.4           | 18.3            |           |
| 3                | 175        | 212.9       | 20.4           | 19.6            |           |
| 4                | 174        | 213         | 21.7           | 19.7            |           |

## 6 Obdelava meritev

Meritve  $\phi = 0 \text{ deg}$  smo obdelali s formulo (1),  $\phi = 20 \text{ deg}$  smo obdelali z formulo (3) oziroma (4). Od vseh treh izračunov, smo vrednosti povprečili.

Rezultati so:

$$\begin{aligned} \text{Vijolicna} : \lambda &= 416 \text{ nm} \\ \text{Zelena} : \lambda &= 545 \text{ nm} \\ \text{Oranzna1} : \lambda &= 576 \text{ nm} \\ \text{Ornzna2} : \lambda &= 595 \text{ nm} \end{aligned} \tag{5}$$

## 7 Analiza rezultatov

Določili smo lambde spektra živosrebrne svetilke, ko primerjamo z intervali barv na spektru vidne svetlobe ugotovimo, da vse barve razen oranžna 1 padejo v pripadajoči interval za barvo, pri oranžna 1 je pa za napako zunaj intervala, torej to lahko zanemarimo. Napaka merjenja je približno 7.5% oziroma absolutno  $\approx 43 \text{ nm}$ .