

Vaja 63 - MERITVE SPEKTRA Z UKLONSKO MREŽICO

Jure Kozamernik

April 18, 2022

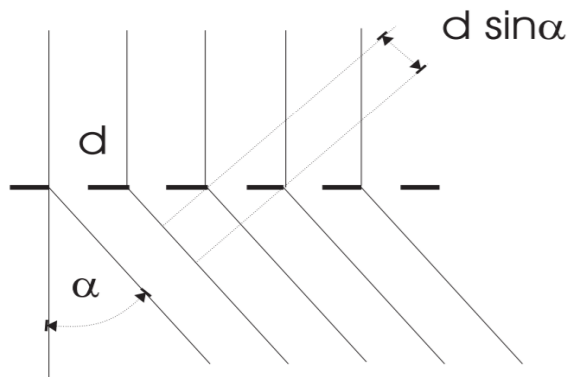
1 Uvod

Za uklonsko mrežico vzamemo prozorno ploščico, v katero so enakomerno, na gosto zarezane tanke črte. Med zarezi je še dovolj neranjenega površja, ki nemoteno prepušča svetlobo. Razmik med zaporednima zareza ima 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 med seboj interferirajo, pri čemer se ojačijo v smereh, v katerih je razlika poti za svetlobo iz dveh sosednjih rež enaka mnogokratniku valovne dolžine (glej sliko):

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

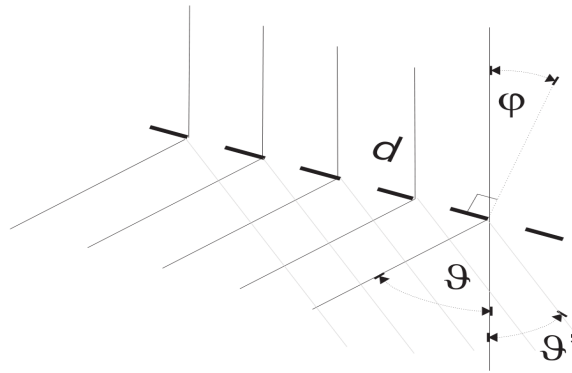
Pri tem je d mrežna konstanta, α pa kot med smerjo vpadajočega in uklonjenega curka. Na oddaljenem zaslonu dobimo poleg sledi neuklonjenega curka še simetrično razporejene sledi uklonjenih curkov (uklonske slike reže) prvega reda ($n = \pm 1$), drugega reda ($n = \pm 2$) itd. Najvišji red, ki ga pri izbrani svetlobi lahko opazujemo z dano mrežico, je določeno z razmerjem d/λ .



Slika 1: Potek žarkov v projekcijskem aparatu.[slika kopirana iz navodil]

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 nekje med 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 (glej enačbe). Uklonske slike istega reda sestavljajo spekter svetlobe. Svetila oddajajo svetlobo z zelo različnim spektrom. Svetloba žarečih trdnih teles ali kapljev ima zvezni spekter: enobarvne slike reže v spektru se zvezno prelivajo druga v drugo. Svetloba, ki jo oddajajo žareči razredčeni plini, 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 ozadje z zveznim spektrom so naložene črte.



Slika 2: Uklonska mrežica pri pravokotnem vpadu žarkov [slika kopirana iz navodil]

Če zasučemo mrežico tako, da oklepa pravokotnica na mrežico kot φ s smerjo vpadajočega curka, se uklonjeni curki premaknejo. Dobimo jih v smereh ϑ in ϑ' glede na vpadli curek, v katerih velja (glej sliko):

$$d[\sin(\vartheta' + \varphi) \sin \varphi] = n\lambda, \quad (2)$$

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

Pri računanju z enačbama je potrebno paziti na definicijo in s tem na predznak kotov ϑ , ϑ' in φ .

2 Naloga

S spektroskopom na uklonsko mrežico izmeri spekter živosrebrne pare.

2.1 Potrebščine

1. Živosrebrna svetilka z dušilko,
2. uklonska mrežica ($d = \frac{1}{600} \text{ mm}$),
3. spektroskop.

2.2 Navodilo

Živosrebrno svetilko postavimo pred režo kolimatorja spektroskopa. Reže ne gledamo skozi mrežico direktno, ampak jo kolimator preslika v neskončnost. Gledamo jo z daljnogledom, ki je naravnan na neskončnost. Če imamo enobarvno svetlobo, dobimo sliko reže, sicer pa dobimo pri večbarvni svetlobi za vsako valovno dolžino svojo sliko - slika reže se razvleče v spekter.

Pred meritvijo naravnaj vrtljivo mizico z mrežico tako, da bo mrežica čim bolj pravokotno na svetlobni curek. Z daljnogledom opazuj direktni snop svetlobe: pri tem ustrezno naravnaj širino reže, kolimator in daljnogled. Zapiši si ničelni položaj nosilca daljnogleda. Nato poišči spektralne črte prvega reda. Ko bereš kot, se mora spektralna črta pokrivati z navpično nitjo daljnogleda. Zapiši ustrezne kote še za črte na drugi strani ničelne lege.

Poišči še uklonske curke drugega reda in ponovi meritev! Iz dobljenih podatkov izračunaj valovne dolžine posameznih črt.

Postavi mrežico tako, da pada nanjo snop svetlobe pod kotom 20° in

3 Meritve

3.1 Tabela 1

Naravnost

i	$\theta_{n=1}$	$\theta'_{n=2}$	α	α'	$\lambda_{n=1}[nm]$	$\lambda_{n=2}[nm]$	$\lambda_{n_{RV}}$
$00_L - \text{modra}$	178°	178°	/	/	/	/	
$01_L - \text{vojolična}$	169°	$162,5^\circ$	9°	15,5	260	/	
$02_L - \text{zelena}$	165°	$159,5^\circ$	13°	18,5	374	/	
$03_L - \text{oranžna}$	164°	154°	14°	24	403	/	
$04_L - \text{oranžna}$	164°	154°	14°	24	403	/	
$10_D - \text{modra}$	180°	180°	/	/	/	/	
$11_D - \text{vojolična}$	195°	199°	15	19	431	435	
$12_D - \text{zelena}$	196°	$203,5^\circ$	16	23,5	515	546	
$13_D - \text{oranžna}$	197°	205°	17	25	570	578	
$14_D - \text{oranžna}$	197°	205°	17	25	611	584	

$$\lambda_{n=1} = \frac{d \cdot \sin \alpha}{n} = \frac{\frac{1}{600} mm \cdot \sin \alpha}{1} \quad (4)$$

$$\lambda_{n=2} = \frac{d \cdot \sin \alpha}{n} = \frac{\frac{1}{600} mm \cdot \sin \alpha}{2} \quad (5)$$

$$\lambda_{n=3} = \frac{d \cdot \sin \alpha}{n} = \frac{\frac{1}{600} mm \cdot \sin \alpha}{3} \quad (6)$$

3.2 Tabela 3

$20^\circ \text{odklon} - L$

i	ϑ	$\vartheta' \text{ 2.red}$	$\lambda[nm]_{n=1}$	$\lambda[nm]_{n=2}$
20–modra	200°	199°	/	/
21–vojolična	190°	184°	489	489
22–zelena	186°	180°	533	543
23–oranžna	185°	179°	580	570
24–2. oranžna	$184,5^\circ$	$178,5^\circ$	601	610

$$d[\sin(\vartheta' + \varphi) \sin \varphi] = n\lambda, \quad (7)$$

$$d[\sin(\varphi' + \sin(\vartheta - \varphi))] = n\lambda \quad (8)$$

3.3 Tabela 4

$20^\circ \text{odnklon} - D$

i	ϑ	$\vartheta' \text{ 2.red}$	$\lambda[nm]_{n=1}$	$\lambda[nm]_{n=2}$
0 – modra	199°	199°	/	/
1 – vojolična	216°	225°	440	440
2 – zelena	222°	$230,5^\circ$	480	523
3 – oranžna	233°	233°	510	570
4 – 2. oranžna	$233,5^\circ$	$233,5^\circ$	531	621

$$d[\sin(\vartheta' + \varphi) \sin \varphi] = n\lambda, \quad (9)$$

$$d[\sin(\varphi' + \sin(\vartheta - \varphi))] = n\lambda \quad (10)$$

4 Komentar

Pri nekaterih meritvah je prišlo do odstopanj predvsem zaradi nenatačnih odmernih kotov in nenatačnosti odčitavanja spektra. Z bolj izravnano teleskopsko tuljavo bi bili podatki bolj približni.