



Fizikalni praktikum II

Poročilo

Vaja 63: Meritve spektra z uklonsko mrežico

Simon Bukovšek

Datum vaje: 22. marec 2022
Datum oddaje poročila: 29. marec 2022

1 Teoretični uvod

Ko pride ravna fronta pravokotno na uklonsko mrežico, se valovanje ukloni tako, da nastanejo maksimumi na kotih θ od prvotne smeri valovanja, ki zadoščajo enačbi:

$$a \sin \theta = n\lambda,$$

pri čemer je a razdalja med režami v uklonski mrežici, n celo število, za katrega velja $|n| < \frac{a}{\lambda}$, in λ valovna dolžina valovanja. Če je uklonska mrežica postavljena pod koto φ glede na vpadno valovanje, nastanejo ojačitve na kotih θ in θ' glede na vpadlo valovanje, da veljata enačbi:

$$a (\sin(\theta + \varphi) - \sin \varphi) = n\lambda,$$

$$a (\sin \varphi + \sin(\theta' - \varphi)) = n\lambda.$$

2 Pripomočki

- Živosrebrena svetilka
- Uklonska mrežica
- Spektroskop

3 Meritve

Prvi set meritev je bil narejen pri uklonski mrežici postavljeni pravokotno na smer valovanja. Odčitali smo kote pri prvem, minus prvem, drugem in minus drugem maksimumu za vsako spektralno črto in s tem izmerili valovne dolžine spektra. Meritve smo ponovili pri uklonski mrežici obrnjeni za 20° glede na vpadni žarek.

4 Izmerjeni podatki

Širina med režami je bila v vseh primerih $a = 1/600$ mm. Podatki o izmerjenih kotih pri uklonski mrežici, postavljeni pravokotno na vpadni žarek so v naslednji tabeli. Napaka pri meritvah kotov je $0,1^\circ$.

red	0	-1	-2	1	2
vijolična	180,0	166,0	148,8	194,0	209,3
modra	180,0	164,8	148,8	195,2	212,1
zelena	180,0	161,0	139,7	199,3	222,1
rumena 1	180,0	159,9	137,0	200,4	225,0
rumena 2	180,0	159,7	136,9	200,5	225,4

V primeru ko je bila uklonska mrežica nagnjena za kot $\phi = (20,0 \pm 0,1)^\circ$ glede na vpadni žarek smo dobili maksimume na levi na drugačnih mestih kot na desni.

red	0	-1	-2	1	2
vijolična	160,0	144,6	122,4	174,0	188,2
modra	160,0	143,2	122,4	175,1	190,3
zelena	160,0	139,7	106,0	179,0	198,2
rumena	160,0	137,3	97,9	180,0	200,5

5 Analiza podatkov

Najprej določimo razlike v kotih med ničtim in izbranim redom. Nato lahko vzamemo sinuse dobljenih kotov in njihove vrednosti narišemo kot odvisnost od reda. Naklon premice, ki jo odvisnost tvori, je vrednost valovna dolžina deljeno z razmikom med režami. Za primer ko je svetloba padala pravokotno na mrežico so podatki o sinusih razlik podani v naslednji tabeli in narisani v naslednjem grafu.

red	0	-1	-2	1	2
vijolična	0	$-0,2419 \pm 0,0017$	$-0,5180 \pm 0,0015$	$0,2419 \pm 0,0017$	$0,4894 \pm 0,0015$
modra	0	$-0,2622 \pm 0,0017$	$-0,5180 \pm 0,0015$	$0,2622 \pm 0,0017$	$0,5314 \pm 0,0015$
zelena	0	$-0,3256 \pm 0,0017$	$-0,6468 \pm 0,0013$	$0,3305 \pm 0,0016$	$0,6704 \pm 0,0013$
rumena1	0	$-0,3437 \pm 0,0016$	$-0,6820 \pm 0,0013$	$0,3486 \pm 0,0016$	$0,7071 \pm 0,0012$
rumena2	0	$-0,3469 \pm 0,0016$	$-0,6833 \pm 0,0013$	$0,3502 \pm 0,0016$	$0,7120 \pm 0,0012$

Pri drugem delu je bila mrežica nagnjena za kot $\varphi = (20,0 \pm 0,1)$ degree glede na vpadni žarek. Maksimumi so se tvorili na kotih θ , za katere je veljalo $\sin(\theta - \varphi) + \sin(\varphi) = n \frac{\lambda}{a}$. Valovno dolžino lahko dobimo iz naklona grafa vrednosti $\sin(\theta - \varphi) + \sin(\varphi)$ v odvisnosti od n . Tako so v spodni tabeli vrednosti $\sin(\theta - \varphi) + \sin(\varphi)$ za vse valovne dolžine in različne rede (od rumenih črt se je videla samo ena). Na grafu je prikazana odvisnost skupaj z naklonskimi premicami.

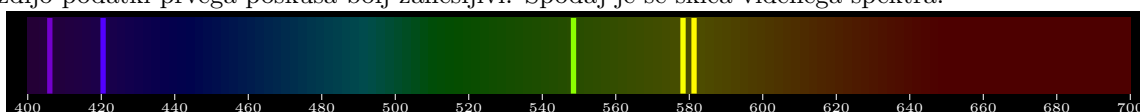
red	0	-1	-2	1	2
vijolična	0,0000	$-0,2373 \pm 0,0012$		$0,2375 \pm 0,0018$	$0,4846 \pm 0,0018$
modra	0,0000	$-0,2570 \pm 0,0012$	$-0,5023 \pm 0,0002$	$0,2566 \pm 0,0018$	$0,5208 \pm 0,0018$
zelena	0,0000	$-0,3048 \pm 0,0010$	$-0,6192 \pm 0,0006$	$0,3246 \pm 0,0019$	$0,6544 \pm 0,0017$
rumena	0,0000	$-0,3361 \pm 0,0009$	$-0,6485 \pm 0,0011$	$0,3420 \pm 0,0019$	$0,6922 \pm 0,0016$

V spodnjit tabeli so zbrani nakloni premic in preračunane valovne dolžine. Valovna dolžina se izračuna kot

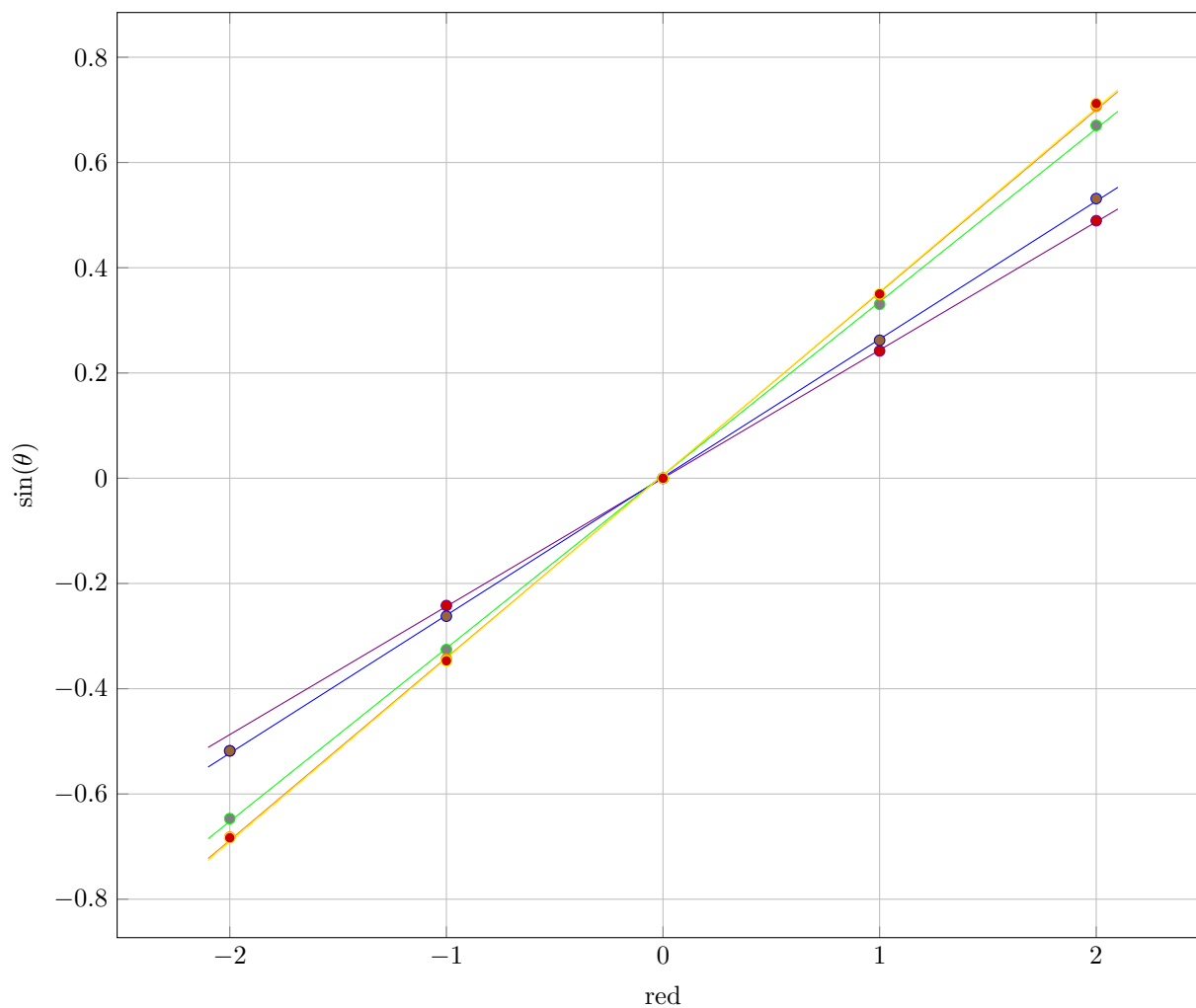
$$\lambda = ka.$$

barva in kot	naklon k	λ [nm]	$\bar{\lambda}$ [nm]
vijolična, 0°	$0,2436 \pm 0,0005$	$406,0 \pm 0,8$	$403,4 \pm 1,8$
vijolična, 20°	$0,2404 \pm 0,0009$	$400,7 \pm 1,6$	
modra, 0°	$0,2523 \pm 0,0010$	$420,5 \pm 1,7$	$423,6 \pm 3,2$
modra, 20°	$0,2560 \pm 0,0015$	$426,7 \pm 2,7$	
zelena, 0°	$0,3291 \pm 0,0023$	$548,5 \pm 3,8$	539 ± 61
zelena, 20°	$0,3177 \pm 0,0015$	$529,5 \pm 4,8$	
rumena, 0°	$0,3470 \pm 0,0024$	$578,3 \pm 4,1$	$569,2 \pm 8,4$
rumena, 20°	$0,3360 \pm 0,0044$	$560,0 \pm 7,3$	
rumena 2, 0°	$0,3488 \pm 0,0030$	$581,3 \pm 4,7$	$581,3 \pm 4,7$

Valovne dolžine so primerne glede na barvo, vendar se iste valovne dolžine pri obeh poskusih ne ujemajo znotraj napake. Verjetno gre za sistematično napako pri drugem poskusu (žarek pod kotom), zaradi česar se zdijo podatki prvega poskusa bolj zanesljivi. Spodaj je še skica videnega spektra.



Kot v odvisnosti od reda - žarek pravokoten na uklonsko mrežico



Kot v odvisnosti od reda - žarek pod kotom na uklonsko mrežico

