



Fizikalni praktikum IV

Poročilo

Vaja: Spektrometer

Simon Bukovšek

Datum vaje: 24. april 2023

Datum oddaje poročila: 8. maj 2023

1 Teoretični uvod

Glavna komponenta spektrometra je prizma, ki služi kot naprava za razklanjanje svetlobe. V eno stranico prizme posvetimo s svetlobo, katere spekter želimo preučiti. Ker imajo različne valovne dolžine različne lomne količnike v steklu se lomijo pod rahlo drugačnimi koti, zato jih na drugi strani vidimo razklonjene. Odvisnost lomnega količnika od valovne dolžine v steklu za vidno svetlobo podaja Sellmeierjeva formula:

$$n(\lambda)^2 = 1 + \frac{A\lambda^2}{\lambda^2 - \lambda_0^2},$$

kjer je A moč oscilatorja in λ_0 valovna dolžina, ki ustreza njegovi resonanci. Če imamo zvezen vhodni spekter, dobimo na izhodu čisto mavrico. Lahko pa je vhodna svetloba sestavljena iz več diskretnih valovnih dolžin, ki so posledica prehodov elektronov med različnimi elektronskimi nivoji. Spektrometer nam omogoča, da vidimo posamezne črte in določimo njihove valovne dolžine.

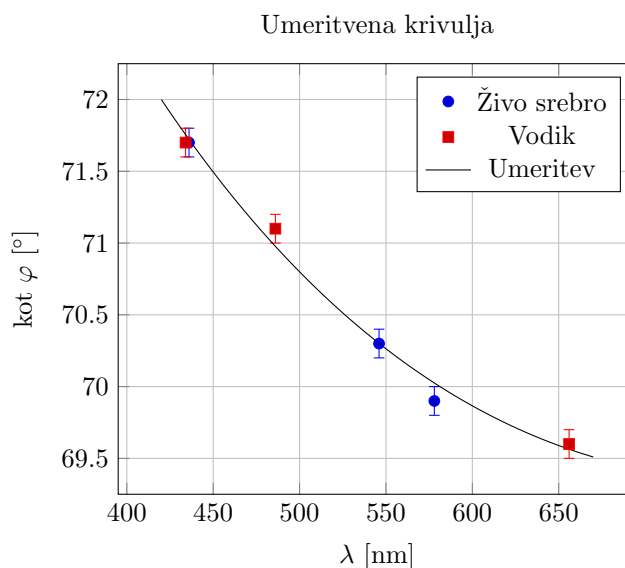
2 Pripomočki

- optični spektroskop: prizma iz kremenastega stekla;
- nosilec za spektralne cevi z visokonapetnostnim izvorom, ampule s plini Hg, He, Ne, H₂ in NO₂;
- varčna žarnica, LED diode, volframova žarnica.

3 Izmerjeni podatki in analiza

Najprej smo izmerili kote pri treh črtah v spektru živega srebra in treh črtah v spektru vodika. Te črte smo uporabili, da smo naredili umeritveno krivuljo zveze med kotom in valovno dolžino. Meritve in krivulja so prikazane na spodnjem grafu. Umeritev je oblike

$$\varphi = c_1 + c_2\lambda + c_3\sqrt{\lambda},$$



kjer so umeritvene konstante:

$$c_1 = (108 \pm 10)^\circ, \quad c_2 = (0.05 \pm 0.02)^\circ/\text{m}^{1/2}, \quad c_3 = (-2.8 \pm 0.8)^\circ \text{m}^{-1}.$$

Pri nadaljnjih meritvah smo merili kote in s pomočjo zgornje umeritvene krivulje določali valovno dolžino. Najprej smo izmerili spekter varčne žarnice in ga primerjali s spektrom živega srebra. Na pogled sta bila precej podobna, merive svetlejših črt so podane v spodnji tabeli.

Vir	φ [°] (±0.1°)	λ [nm]	opis
Varčna žarnica	72.5	394 ± 5	vijolična
	71.9	426 ± 6	modra
	71.0	484 ± 7	sinja (difuzna)
	70.3	546 ± 10	zelena (več črt)
	70.0	581 ± 13	oranžna (več črt)
	69.9	595 ± 14	rdeča (več črt)
Živo srebro	69.9	578 ± 14	rumena
	70.3	546 ± 4	zelena
	71.7	436 ± 6	modrovijolična
	69.6	647 ± 20	rdeča
	71.0	484 ± 7	modrozelen

Spektra se ujemata v valovnih dolžinah 484 nm (sinja), 546 nm (zelena) in mogoče 430 nm (modra).

Nato smo merili spektre LED svetilk. Vsi spektri so bili zvezni, vendar precej omejeni. Maksimalna in minimalna valovna dolžina ter razpon in povprečje kontinuuma so podani v spodnji tabeli.

modra	λ _{max}	(610 ± 15) nm	69.8°	center:	(517 ± 16) nm
	λ _{min}	(426 ± 6) nm	71.9°	širina:	(185 ± 16) nm
rumena	λ _{max}	(610 ± 15) nm	69.8°	center:	(583 ± 19) nm
	λ _{min}	(557 ± 11) nm	70.2°	širina:	(53 ± 19) nm
rdeča	λ _{max}	(709 ± 36) nm	69.4°	center:	(645 ± 38) nm
	λ _{min}	(581 ± 13) nm	70.0°	širina:	(128 ± 38) nm
zelena	λ _{max}	(647 ± 20) nm	69.6°	center:	(582 ± 22) nm
	λ _{min}	(517 ± 9) nm	70.6°	širina:	(130 ± 22) nm

Pri volframovi žarnici smo opazovali celoten viden zvezen spekter. Na oko smo določili meje med različnimi barvami, ki so podane v spodnji tabeli.

φ [°] ($\pm 0.1^\circ$)	λ [nm]	barva
69.4	709 ± 36	rdeča
69.8	610 ± 15	rumena
70.0	581 ± 13	zelena
70.8	500 ± 8	modra
71.9	426 ± 6	vijolična
72.7	384 ± 5	

Na koncu smo izmerili absorpcijski spekter plina NO_2 ter emisijska spektra He in Ne. Črte, ki se ujemajo s tistimi iz literature, so podane v zadnjem stolpcu spodnje tabele.

plin	φ [°] ($\pm 0.1^\circ$)	$\lambda_{\text{izmerjena}}$ [nm]	opombe	$\lambda_{\text{literatura}}$ [nm]
NO_2	71.2	470 ± 7		
	71.1	477 ± 7		
	70.7	508 ± 8		
	70.6	517 ± 9		
	70.4	536 ± 10		
	70.0	581 ± 13		
	69.7	627 ± 17		
He	69.5	672 ± 25		667.8
	69.8	610 ± 15		
	70.1	569 ± 12		587.6
	71.3	463 ± 7	dvojna	
	71.4	456 ± 6		
	71.6	443 ± 6		447.1
	71.9	426 ± 6		
Ne	69.7	627 ± 17		618
	70.2	557 ± 11	veliko črt	585
	70.4	536 ± 10		540
	70.8	500 ± 8	veliko šibkih	
	71.6	443 ± 6		