

Spektrometer

Sara Lisjak Tavčar

Fizikalni praktikum 4: 5/12

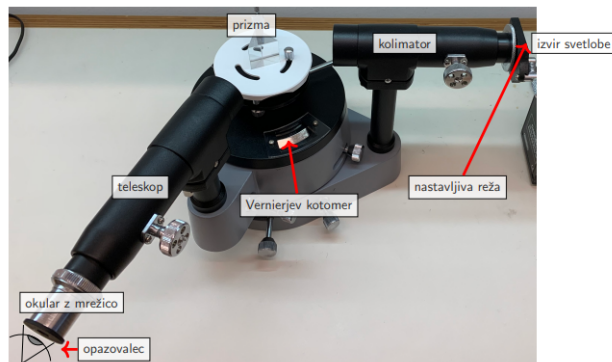
1 Uvod

Spektroskop je priprava za merjenje spektrov, to je porazdelitve svetlobnega toka po frekvenci ali valovni dolžini. Poznamo mnogo vrst spektroskopov prirejenih različnim potrebam glede spektralnega področja, ločljivosti, razpoložljivega svetlobnega toka itd. V naši vaji bomo uporabljali klasični optični spektroskop na prizmo. Njegovo delovanje temelji na principu, da se svetloba v prizmi iz stekla razcepi na raznobarvne komponente. Merimo z očesom, Občutljivost očesa za svetlobo je merjena v fizioloških enotah lumen na W in je največja za rumeno zeleno svetlobo, na področju vijola in rdeče se zmanjšuje.

- običajna žarnica: 15 lm/W
- Sonce (5800K): 94 lm/W
- fluorescenčne sijalke: 60 lm/W
- LED sijalke: 90 lm/W (učinkovitost najvišja pri 6000K)

Sestava spektroskopa:

Kolimator pretvori divergentni snop svetlobe v kolimiranega. Lomni količnik prizme je odvisen od valovne dolžine svetlobe, zato se vsaka komponenta razcepa pojavi pri drugem kotu glede na vstopni žarek.



Pri normalni disperziji, kakršno imajo vsi sestavni deli prizme, je lomni količnik za rdečo svetlobo manjši od tistega za modro svetlobo in se zato modra

svetloba na prizmi lomi za večji kot. Večinoma lahko disperzijo lomnega količnika opišemo s tako imenovano Sellmeierjevo formulo:

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

Kjer je A moč oscilatorja, λ_0 pa valovna dolžina, ki ustreza njegovi resonanci.

Širina reže določa minimalno širino slike. Manjša reža da boljšo ločljivost, a manjši svetlobni tok, zaradi katerega so lahko deli spektra neopazljivi. Ločljivost omejujejo tudi drugi uklonski efekti na optičnih elementih (vstopni reži, prizmi, lečah), ki se jim izzognemo ko se optične poti v optičnem elementu za svetlobo z dobro določeno valovno dolžino razlikujejo bistveno manj kot 1 valovna dolžina. Velikost slike je torej navzdol omejena, kjer je minimalna vrednost:

$$\Delta D \approx \frac{\lambda}{B} f$$

Ločljivost spektroskopa:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} \approx \left(S \frac{dn}{d\lambda} \right)^{-1}$$

Vrste spektrov: Ločimo dve vrsti emisijskih spektrov: zvezen in črtast.

Valovna dolžina v črtastih spektrih je določena z energijo elektronskih prehodov v atomih plina, ali z vibracijskimi/ rotacijskimi prehodi v molekulah.

Na širino črt vlpajo naslednji efekti:

- Heisenbergovo načelo nedoločenosti (širina črte določena s časom prehoda med stanji)
- Trki (temperaturna in tlačna odvisnost)
- Dopplerjev efekt (zaradi gibanjev delcev plina)

Vendar jih pri vaji ni opaziti.

2 Naloga

1. Umerite kotno skalo spektroskopa s spektralnimi črtami Hg in H₂
2. Izmerite valovne dolžine spektralnih črt v spektru varčne žarnice. Primerjajte spekter s tistim, izmerjenim v Hg pod točko 1.
3. Izmerite centralno valovno dolžino in ocenite spektralno širino rdeče, rumene, zelene in modre svetleče diode (LED).
4. . Opazujte zvezni spekter volframove žarnice in oceni valovno dolžino najsvetlejšega (rumenega) dela in zapišite intervale, ki jih pokrivajo posamezne barve.
5. Opazujte absorpcijski spekter NO₂ tako, da cevko s plinom preseivate z belo svetlobo.
6. . Izmerite valovne dolžine črt v spektru He in Ne.

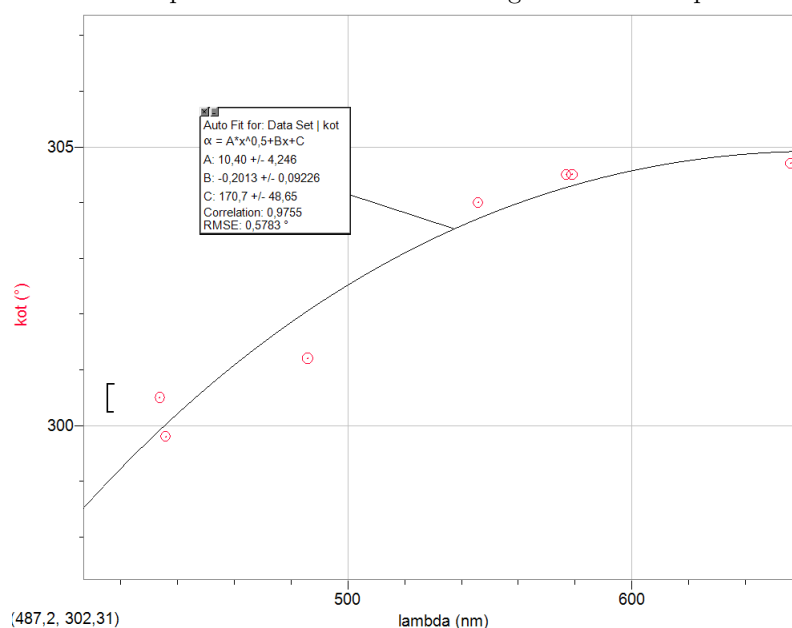
3 Meritve

Najprej umerimo kotomer z opazovanjem izvorov z znanimi spektralnimi črtami (Balmerjeva serija za vodikov spekter). To prikažemo na umeritveni krivulji, ki ima pričakovano odvisnost: $kot = c_1 + c_2\lambda + c_3\sqrt{\lambda}$.

V drugem delu vaje izmerimo emisijske spektre svetlobe iz LED diod, varčne žarnice in volframske žarnice. Merimo valovne dolžine pomembnejših črt ali sprememb v intenziteti zveznih spektrov.

3.1 1.del - Umeritev

Meritve imam zapisane v zvezku. Umeritveni graf in ustrezni parametri:



3.2 2.del - Določitve valovnih dolžin za svetila

Iz parametrov in dane funkcijske odvisnosti dobimo formulo za lambda:

$$\lambda = \left(\frac{-A \pm \sqrt{A^2 - 4B(C - \psi)}}{2B} \right) ** 2$$

ter izračunamo valovne dolžine opaženih črt za izbrana svetila.

Varčna žarnica			
Kot [°]	$\lambda[nm]$	$\Delta\lambda[nm]$	opažena barva
301.0	443.11	13	lightblue
301.5	454.1	14	green
303.6	511.16	15	yellow
303.8	518.0	16	orange
304.5	545.42	16	red

Volframska žarnica			
Kot [°]	$\lambda[nm]$	$\Delta\lambda[nm]$	opažena barva
301.5	454.1	14	lightblue
303.0	492.49	15	green
303.3	501.51	15	orange
304.1	529.0	16	red
He			
Kot [°]	$\lambda[nm]$	$\Delta\lambda[nm]$	opažena barva
300.8	438.91	13	darkblue
301.4	451.84	14	navy
301.6	456.39	14	lightblue
303.8	518.0	16	orange
304.5	545.42	16	red
305.6	613.81	18	red
Ne			
Kot [°]	$\lambda[nm]$	$\Delta\lambda[nm]$	opažena barva
302.6	481.28	14	lightblue
302.9	489.6	15	green
303.8	518.0	16	greenyellow
304.1	529.0	16	orange
304.2	532.9	16	red
No ₂			
Kot [°]	$\lambda[nm]$	$\Delta\lambda[nm]$	opažena barva
301.5	454.1	14	lightblue
301.3	449.62	13	blue
302.3	473.38	14	green
302.7	484.0	15	lime
303.4	504.65	15	greenyellow
303.5	507.87	15	yellow
304.6	549.93	16	orange
304.9	564.72	17	tomato

4 Zaključek

Pri vaji smo opazovali sevalne spektre nekaterih svetil ter s pomočjo kalibracijekotomera določili valovne dolžine opaženih črt. Pri izvedbi se mi LED dioda ni prižgala. Za izračun napake sem uporabila korelacijski faktor iz kalibracijskega grafa, ker sklepam da je napaka v večji meri slučajna in odvisna od natančnosti odčitovanja. Končni rezultati so v tabelah.