

Određivanje apsorbance fluida obradom spektrografskog snimka

Testiran je metod određivanja absorbanca fluida (tečnosti ili gasa) korišćenjem spektrografa i poznatog izvora bele svetlosti. U osnovi metoda je snimanje spektara upadne i propuštene svetlosti. Zacrtnjenje filma određeno je skeniranjem. Dobijeni podaci su numerički obrađeni.

Uvod

Cilj ovog rada je da se nađe jednostavan način koji omogućava da se obradom crno-bele slike spektra odredi apsorbance neke tečnosti na određenoj talasnoj dužini. Kao što je poznato, pri prolasku svetlosti kroz apsorber, ona biva apsorbovana zavisno od toga koliko je njena talasna dužina bliska apsorpcionoj talasnoj dužini (Jovanović 1992). Za ispitivanje zavisnosti apsorpcije od talasne dužine najpogodnija je bela svetlost, jer je ona „kompozicija” svetlosti različitih talasnih dužina u dovoljno širokom intervalu. Opisana metoda nije dala dovoljno precizne rezultate, jer su zanemareni neki od faktor koji mogu imati uticaja na rezultat. Uz neke modifikacije, koje bi uzimale u obzir i ove faktore, metoda se može primenjivati na ispitivanje uticaja fizičkih parametara (koncentracije, temperature) na apsorpcione karakteristike date tečnosti (ibid.).

Opis metode

Kao izvor bele svetlosti kontinualanog spektra korišćena je sijalica grafoskopa sa volframovim vlaknom (Weast 1987). Spektar je sniman pomoću spektrografa na crno-belom filmu „Foma” osetljivosti 400 ASA. Zatim je razvijeni snimak skeniran, a dobijana slika konvertovana u sivu skalu. Pri prvom snimanju ispred otvora spektrografa bila je stavljena prazna kiveta za rastvor kako bi se uzeo u obzir njen udeo u apsorpciji. Razlozi su uglavnom bili nedostatak materijala i složenost metode, ali će

*Dorđe Jeremić (1979),
Valjevo, Naselje „Oslo-
bodioci Valjeva” 5/11
učenik 2. razreda Val-
jevske Gimnazije*

*Milovan Šuvakov (1979),
Kula, Maršala Tita
248c/21, učenik 2.
razreda Matematčke
gimnazije u Beogradu.*

ovi faktori biti uzeti u obzir pri daljem razvijanju projekta. Da bi se obezbedili isti uslovi, ogledalo grafoskopa je pre svakog merenja podešavano tako da isti intenzitet svetlosti pada na otvor spektrografa (korišćen je luksmetar).

Korišćenjem podataka iz literature i napisanog programa za analizu slike u PCX formatu, analizirana je slika tako da se dobila raspodela $I(\lambda)$, gde je λ talasna dužina, a I – intenzitet svetlosti na toj talasnoj dužinu u relativnim jedinicama (intenzitet piksela na ekranu). Da bi se odredilo kojem pikselu na slici odgovara koja talasna dužina, potrebno je izvršiti kalibraciju spektrografa. Snimljen je spektar živne lampe i dobijene su 4 apsorpcione linije: ljubičasta, plava, zelena i žuta. U literaturi (Weast 1987) su pronađene njihove talasne dužine pa je napravljen grafik zavisnosti talasna dužina (λ) – rastojanje od početka filma (d). Pokazalo se da je ova zavisnost gotovo linearna. Izvršeno je fitovanje funkcijom $\lambda = k \cdot d + n$. Dobijeni parametri respektivno iznose:

$$k = 380.0 \pm 0.7, n = 1.484 \pm 0.007.$$

Zatim je isti postupak ponovljen sa tim da je između izvora svetlosti i otvora spektrografa postavljen apsorber određene koncentracije (korišćen je vodeni rastvor CuSO_4 koncentracije 0.8 mol/l). Kada je izvršeno skeniranje i urađena analiza te nove slike spektra, poređenjem sa prvobitnom došlo se do zaključka da raspodela $I(\lambda)$ nije više ista, nego su intenziteti nekih delova spektra oslabljeni. Pri tome, najveći pad intenziteta se nalazio u narandžastom delu spektra.

Program za analizu slike je dalje vršio obradu na taj način što je pronalazio odnos intenziteta za talasne dužine u raspodeli intenziteta apsorbovane svetlosti i u raspodeli upadne svetlosti. Odnos intenziteta na nekoj talasnoj dužini I_o / I predstavlja odnos intenziteta upadne svetlosti i apsorbovane svetlosti [1]. Na taj način se može izračunati apsorbanca:

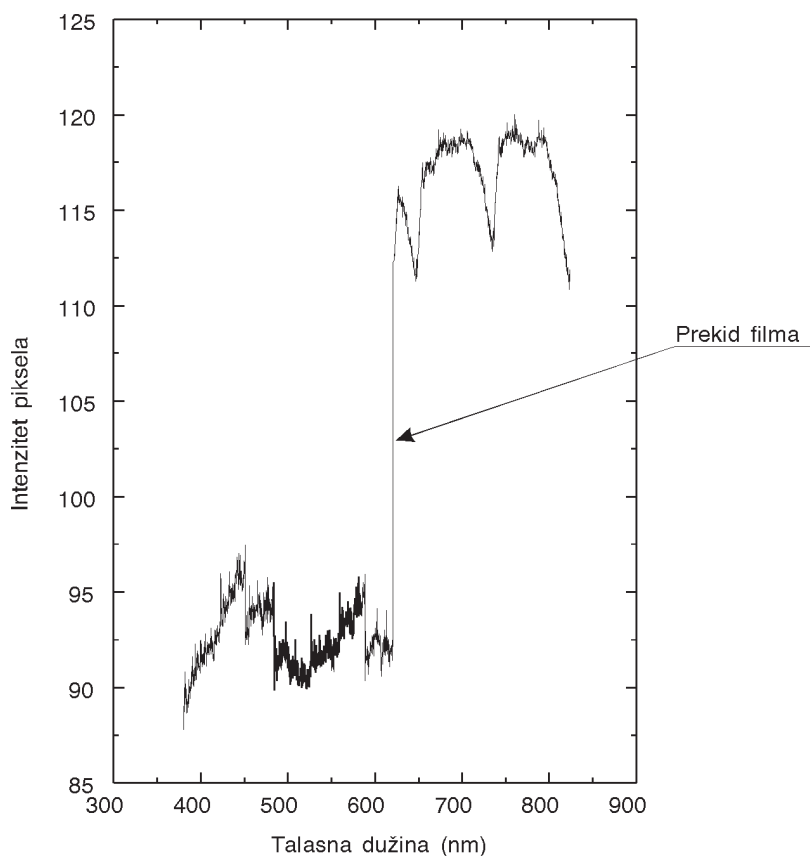
$$A = \log \left(\frac{I_o}{I} \right) \quad (1)$$

Bitno je napomenuti da se pri obradi fotografija javlja još jedan problem tehničke prirode. U toku razvijanja filma može se desiti da se neki njegovi delovi zagrebu ili osvetle, a to bi se pri analizi slike moglo pogrešno protumačiti kao nagla promena intenziteta linija. Da bi se to izbeglo, skenirane fotografije se pre analize softverski koriguju pomoću Furijeovog filtera. Furijeov filter je metoda pomoću koje se u nekoj funkciji ili raspodeli detektuju i otklanjaju sve tačke koje suviše odstupaju od iste. A upravo takve tačke su one koje nastaju usled pomenutih nepravilnosti pri razvijanju filma.

Drugi način za redukovanje ovih „šumova” je usrednjavanje vrednosti intenziteta piksela za svaku kolonu (samo ako se pretpostavi da su svi pikseli u koloni „pripadali istoj talasnoj dužini”). Naravno, i tu postoji greška, ali ona ne može biti veća od ± 0.4 nm (apsolutna greška određivanja položaja piksela je 2).

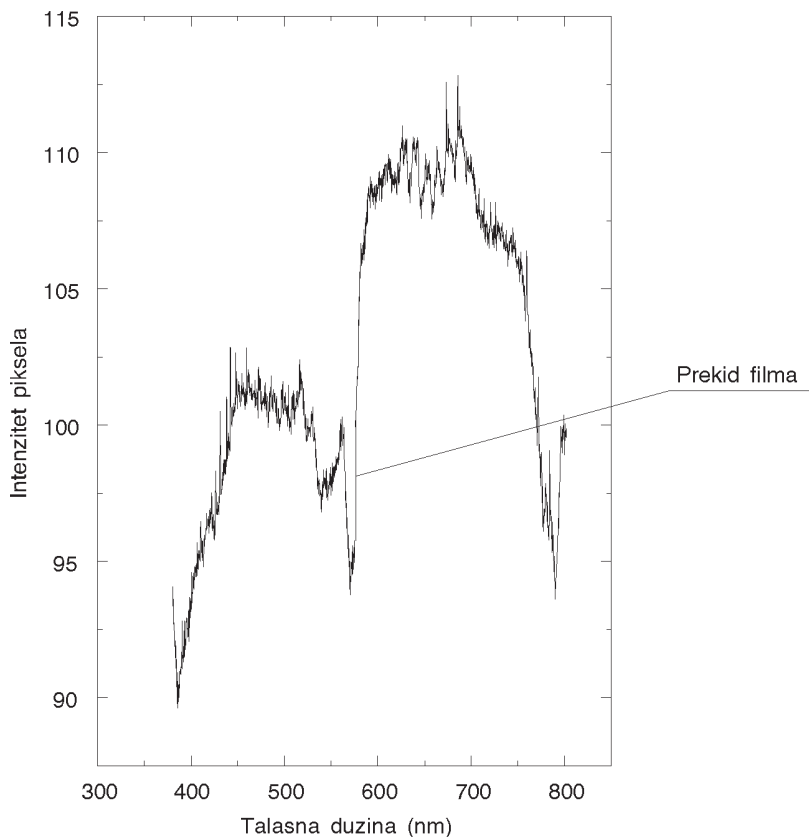
Rezultati merenja

Izvršeno je jedno merenje sa pomenutim rastvorom. Analizom PCX slike spektra pre postavljanja apsorbera dobijena je raspodela prikazana na slici 1. Kao što se primećuje, intenzitet ima minimum u zelenom delu spektra, a zatim raste kako se talasna dužina približava narandžasom i crvenom delu. Prekid grafika nastao je pri analizi slike zanemarivanjem jednog dela spektra jer je fotografija morala biti presečena na jednom mestu da bi bila skenirana. Zbog toga bi ova dva dela trebalo obrađivati zasebno.



Slika 1.
Spektar upadne svetlosti.

Figure 1.
The spectrum of the incident light.



Slika 2.
Spektar propuštene svetlosti.

Figure 2.
The spectrum of the transmitted light.

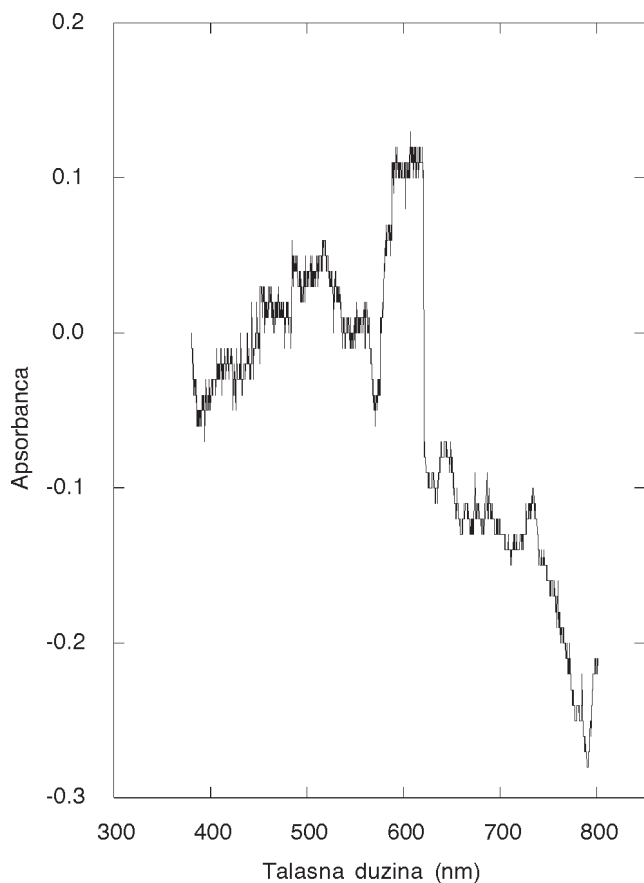
Posle postavljanja apsorbera dobijen je grafik prikazan na slici 2. I ovde je grafik prekinut iz istih razloga, ali je prekid manje izražen jer je došlo do apsorpcije, pa samim tim i do smanjenja intenziteta piksela.

Na kraju, primenjen je algoritam koji na osnovu ove dve raspodele računa apsorbanca prema formuli (1). Dobijena je $A-\lambda$ raspodela (slika 3). Kao što se i moglo očekivati (Jovanović 1992), apsorbanca raste približavajući se narandžastom delu spektra gde i dostiže maksimum. Posle toga opada.

Zaključak

I pored zanemarivanja određenih faktora koji utiču na rezultat, dobijena raspodela apsorbanca se slaže sa teorijskim predviđanjem (Bojanović 1991), mada u literaturi nije pronađeno ništa što bi služilo kao provera cele metode. Korekcije koje dolaze u obzir su sledeće:

Treba uzeti u obzir da film nije podjednako osetljiv na svetlosti različitih talasnih dužina tj. trebalo bi napraviti kalibracionu krivu. Iz nje



*Slika 3.
Raspodela
apsorbance.*

*Figure 3.
The distribution of the
absorbance.*

bi se izračunao korekcionni faktor kojim bi se normirale prikazane $I-\lambda$ raspodele. Takođe, treba proveriti da li apsorbanca na nekoj talasnoj dužini zavisi od intenziteta upadne svetlosti i izvršiti što veći broj snimanja kako bi rezultati bili tačniji.

Literatura

- Bojanović, J., Čorbić, M. 1991. Opšta hemija. Beograd:
 Jovanović, R. i dr., 1992. Matematika, fizika, hemija, računarstvo. Beograd: Prosveta
 Weast, R. C. 1987. CRC Handbook of chemistry and physics. CRC-Press

Dorđe Jeremić and Milovan Šuvakov

Determination of Fluid Absorbance by Spectrographic Record Processing

In this paper a method for the determination of the absorbance of a fluid (gas or liquid) by a spectrograph is tested. Spectra of incident and transmitted light of a well known white light source were recorded on film. The film was scanned in order to determine its blackening and the data obtained in this way were numerically processed.