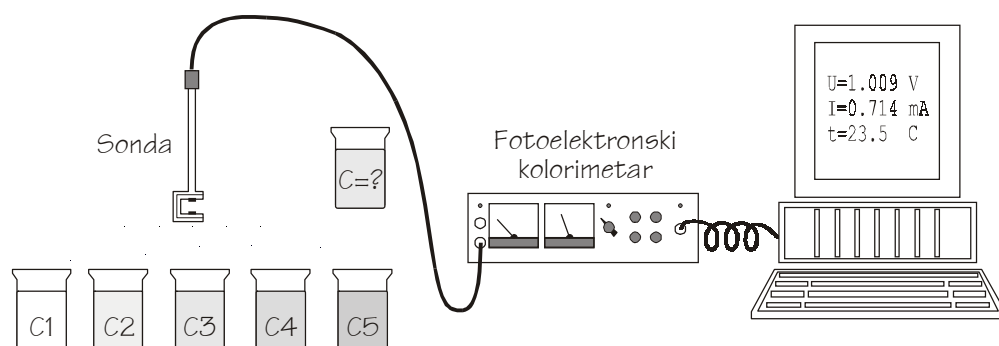


Merenja u hidrotehnici - Vežba br. 9

Statičko i dinamičko merenje koncentracije trasera

Student:

Datum:.....



Zadatak 1. U statičkim uslovima odrediti kalibracionu funkciju fotoelektronskog kalorimetra, tj. odrediti vezu $C = C(T)$, odnosno $C = C(U)$ gde je C – koncentracija trasera, T – transparentcija, U – napon. Kalibraciju obaviti za sledeću grupu podataka (sve u mg/L):

C_1 ($T=100\%$)	C_2	C_3	C_4	C_5 ($T=0\%$)
0.00	0.75	1.50	2.00	3.00

Vrednosti napona očitane na računaru (koji služi kao voltmetar) i odgovarajuće koncentracije unosi u tabelu:

$C_i(\text{mg/L})$					
$U_i(\text{V})$					

Napomena 1: Na početku podesiti nultu skretanje pokaznog instrumenta postavljanjem sonde u maksimalnu koncentraciju $C_{max} = C_5$ (maksimalna adsorpcija, odnosno $T=0\%$) pomoću potenciometara R_{03} i R_{04} za grubo i fino podešavanje, a zatim podesiti maksimalno skretanje postavljanjem sonde u čistu vodu $C_i = 0$ (minimalna adsorpcija, odnosno $T=100\%$) pomoću potenciometara R_{01} i R_{02} . Ovo ponoviti naizmenično onoliko puta koliko je potrebno da se skretanja instrumenta ustale.

Napomena 2: Pri svakom premeštanju sonde iz jednog u drugi sud obavezno je isprati (u kanti sa “čistom” vodom) i obrisati krpom.

Zadatak 2: Nacrtati dijagram $C = C(U)$ i odrediti parametre logaritamske zavisnosti.

Zadatak 3: Odrediti koncentraciju uzorka (sud označen sa “?”) na osnovu dobijene jednačine kalibracione krive.

Napomena 3: Fotoelektronski kolorimetar može se koristiti za statičko i dinamičko merenje. Pod statičkim merenjem se podrazumeva postupak kod koga se iz toka vadi uzorak vode koji se naknadno analizira. Očigledno, ovako se može meriti samo ako je koncentracija u nekoj tački konstantna ili se veoma malo menja kroz vreme. Dinamičko merenje je ono kod koga se sonda kolorimetra postavlja direktno u tok, čime se registruju trenutne vrednosti koncentracije. Na ovaj način se mogu meriti brze promene, pa čak i fluktuacije koncentracije, što omogućava proučavanje turbulentnih karakteristika toka.

Zadatak 4. Manevrisanjem ustave i promenom nagiba kanala obezbediti da je dubina vode duž kanala konstantna. Injektirati traser trenutno (iz šprica) na uzvodnom kraju kanala. Izmeriti dinamički raspored koncentracija $C = C(t)$ u po jednoj tački u tri preseka u kanalu na međusobnom (podužnom) rastojanju od po 50cm (neophodno je tri puta injektirati istu količinu iste koncentracije, odnosno pri tome sondu kolorimetra postavljati u tri različita položaja). Odrediti proticaj kroz kanal preko srednje brzine vode procenjene na osnovu brzine kretanja “špica” oblaka trasera (pomnožene sa površinom preseka), i uporediti ga sa proticajem na Thompson-ovom prelivu.

$h_T = \dots\dots\dots$ cm

$h_{vode} = \dots\dots\dots$ cm

Napomena 4: Ovakvo merenje protoka ne može biti precizno iz dva razloga. Pre svega, raspored brzina vode po poprečnom preseku nije ravnomeran, odnosno brzina u srednjem delu je nešto veća od srednje brzine. Osim toga, pretpostavka da se “špic” oblaka kreće brzinom jednakom brzini tečenja vode nije sasvim tačna (usled asimetrične disperzije, odnosno mešanja), što bi doduše došlo do izražaja tek na većim rastojanjima.

Napomena 5: Treba uočiti da kolorimetar ne meri vrednost koncentracije u tački, već srednju vrednost duž putanje zraka od svetlosnog izvora do optičkog filtra (koja u ovom slučaju iznosi 32mm). U tom smislu kratkotrajne oscilacije ne predstavljaju turbulentne fluktuacije koncentracije u tački, već su pre svega posledica neravnomerne raspodele trasera po dubini, odnosno njegove nedovoljne izmešanosti.

Osnovni pojmovi teorije optičke provodnosti kod tečnosti i princip rada fotoelektronskog kolorimetra

Prilikom prolaza kroz neku sredinu svetlosno zračenje se apsorbira u iznosu koji zavisi od talasne dužine svetlosti, od debljine svetlosnog sloja i od prirode sredine. Ako je dI promena svetlosnog intenziteta paralelnog snopa monohromatske svetlosti, koji prolazi kroz sloj apsorbujuće sredine dx , važe zakoni:

$$\frac{dI}{dx} = -aI, \quad \text{odnosno} \quad I = I_0 \cdot e^{-ax}, \quad \text{odnosno} \quad I = I_0 \cdot 10^{-bx}$$

gde je: a – koeficijent apsorpcije, $b = 0.434a$, I_0 – početni svetlosni intenzitet i I – intenzitet svetlosti na rastojanju x . Izrazi predstavljaju Bouguer-Lambert-ov zakon. Promena koncentracije rastvora ima isti efekat kao promena u debljini apsorbujućeg sloja, pa se može stviti da je koeficijent b srazmeran koncentraciji C materije koja je rastvorena i koja apsorbuje svetlost, odnosno $b = kC$, što daje

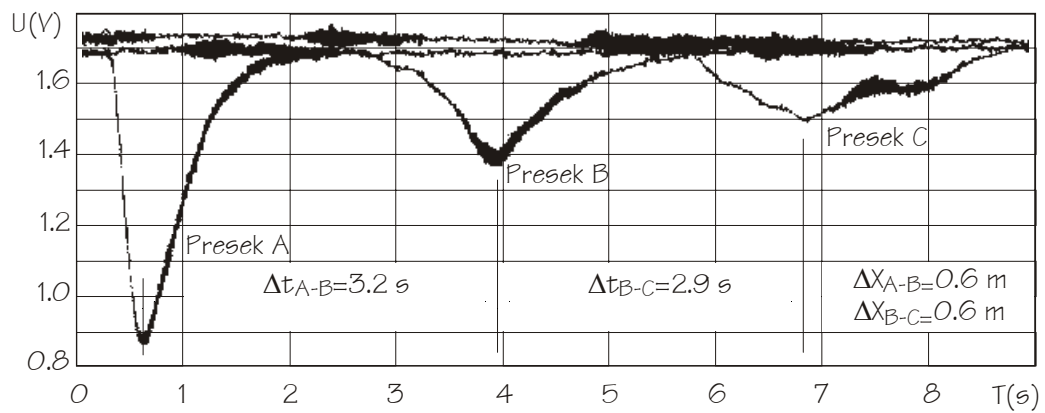
$$I = I_0 \cdot 10^{-kCx} \quad \text{Lambert-Beer-ov zakon}$$

gde je k – koeficijent ekstinkcije. Mogu se određivati i sledeće veličine:

- ekstinkcija $E = kCx$
- transparentija $T = I/I_0 = 10^{-kCx}$
- opacitet $O = 1/T$
- optička gustina (logaritam opaciteta).

Fotoelektronski kolorimetar se sastoji iz sonde i elektronskog dela, koji je spojen sa računarom koji služi za akviziciju podataka, a (u statičkim uslovima) i kao voltmetar. Sonda se sastoji od svetlosnog izvora, aktivne sredine, optičkog filtra i fotoelementa. Metod merenja zasniva se na fotoelektronskoj detekciji promene intenziteta svetlosti zraka na rastojanju između svetlosnog izvora i fotoelementa. Za eksperimente se koristi Rodamin B (traser crvene boje), pa je filter komplementarne zelene boje.

Napomena 6: Na slici su prikazani rezultati jednog ranijeg sličnog merenja. Vidi se da je »oblak« najbrže prošao kroz najuzvodniji presek, u kome je izmerena i najveća koncentracija, a da su u druga dva preseka, usled mešanja, raspoređeni razblaženi. Takođe, vidi se da, usled nepreciznosti pri injektiranju, vremena putovanja »špica« oblaka od prvog do drugog preseka i od drugog do trećeg nisu jednaka, pa treba usvojiti srednju vrednost, odnosno:



$$\overline{\Delta t} = \frac{\Delta t_{A-B} + \Delta t_{B-C}}{2} = 3.0 \text{ s}$$

$$u = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 0.20 \text{ m/s}$$

Rezultat dinamičkog merenja - primer