

prikazi knjiga

Ivan Piljac

Senzori fizikalnih veličina i elektroanalitičke metode

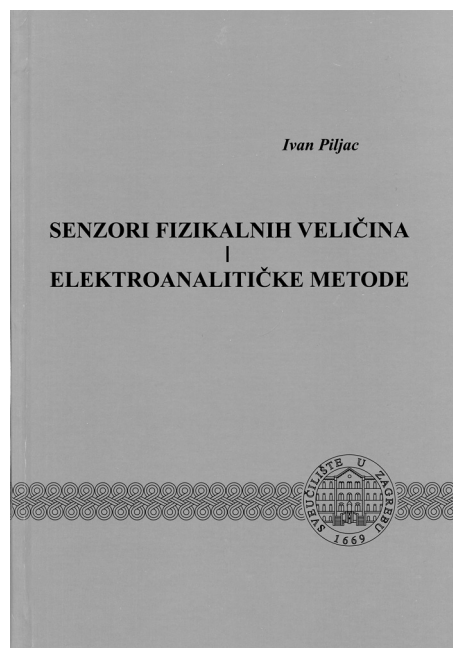
Nakladnik: MediaPrint, Tiskara Hrastić, Zagreb 2010.; Udžbenik Sveučilišta u Zagrebu, 710 str., 16 × 24 cm, tvrdi uvez, ISBN 953-95404-0-2; Cijena knjige je 200,00 Kn, a može se nabaviti narudžbom na e-adresu: ipiljac@pbf.hr

Knjiga *Senzori fizikalnih veličina i elektroanalitičke metode* autora Ivana Piljca, jednoga od najboljih poznavatelja elektroanalitičkih metoda u nas, prošireno je i dopunjeno izdanje njegova, vrlo traženoga, udžbenika *Elektroanalitičke metode* iz 1995. Ona, kao prvi interdisciplinarni sveučilišni udžbenik o sensorima fizikalnih veličina i elektroanalitičkim tehnikama na hrvatskom jeziku, nema uzora u hrvatskoj znanstveno-stručnoj literaturi. Opširna građa na izvoran je način obrađena u četrnaest poglavlja, od kojih svako čini zasebnu cjelinu, pa studentima prirodoslovnih, tehničkih i srodnih fakulteta omogućuje izbor poglavlja u skladu s nastavnim programom studija koji pohađaju. Izvrstan je priručnik i njihovim nastavnicima te stručnjacima u praksi. Iza svakog je poglavlja popis literaturnih izvora, što čitatelju omogućuje dodatne informacije o temi koja ga zanima.

U prvome se poglavlju tumače teorijske osnove uspostavljanja razlika potencijala graničnih površina, što rezultira *kontaktnim potencijalom* na granici faza dvaju različitih metala, metala i poluvodiča ili poluvodiča p- i n- tipa, odnosno *elektrodnim potencijalom* na granici faze metal-elektrolitna otopina. Razjašnjene su i pojave prijenosa električnog naboja kroz električni dvosloj na površini elektrode i međuzavisnosti fizikalnih veličina koje određuju tijek elektrokemijske reakcije. To uvodno poglavlje omogućuju čitatelju lakše proučavanje elektrometrijskih tehnika i mehanizama na kojima se temelji rad elektrometrijskih senzora. Tabličnim pregledom elektroanalitičkih metoda autor nas uvodi u iduća poglavlja u kojima ih detaljno obrazlaže.

Drugo nam poglavlje približava obilježja elektroničkih analognih i digitalnih električnih sklopova koji se rabe u mjerenju fizikalnih veličina te izradi suvremenih elektrometrijskih mjernih naprava. Detaljno su opisana svojstva operacijskih pojačala kao temeljnih analognih elektroničkih sklopova s pomoću kojih se obavljaju generiranje, mjerenje i regulacija analognih električnih veličina kojima se potiče, nadzire ili prati tijek elektrokemijske reakcije na elektrodi. Opisane su i složenije elektroničke naprave temeljene na upotrebi operacijskih pojačala s pomoću kojih se nadziru analogne električne veličine u potencijostatskim, potenciodinamičkim i amperostatskim elektrometrijskim mjerenjima. Iznesena su i načela rada i primjene digitalnih elektroničkih elemenata u mjerenju fizikalnih veličina, koji su danas neizostavne sastavnice mjernih naprava. Sve navedeno posebice je važno za studente inženjerskih fakulteta, jer omogućuje povezivanje temeljnih znanja iz fizike i elektrotehnike s načelima izrade suvremenih mjernih i nadzornih naprava u znanstveno-istraživačkoj i industrijskoj praksi.

U trećemu se poglavlju čitatelj detaljno upoznaje s potenciometrijom i sensorima temeljenim na potenciometrijskim mjerenjima. Opisuje se značajke metalnih, ionsko-selektivnih i staklenih elek-



troda te elektroda s tekućom membranom, elektroda za plinove i enzimskih potenciometrijskih elektroda (biosenzora). Navedeni su mehanizmi njihova djelovanja, selektivnost pojedinoga senzora i dinamičko područje djelovanja. Uz klasične naprave za mjerenje električnoga napona potenciometrijskoga članka opisuju se i suvremene poluvodičke mjerne naprave temeljene na *tranzistoru s efektom polja i izoliranom upravljačkom elektrodom* (engl. Insulated gate field-effect transistors, IGFET) u kojem se električni potencijal upravljačke elektrode regulira kemijskom reakcijom (CHEMFET), ionsko-selektivnom membranom (ISFET), reakcijom enzima (ENFET), parcijalnim tlakom plina (GasFET) odnosno biomolekulama (BioFET) i tako ostvaruje potenciometrijski mjerni signal u otkrivanju pojedine molekulske vrste. Opisuju se i senzori za plinove s čvrstim elektrolitom.

Četvrto i peto poglavlje obrađuju voltametrijske metode i senzore u kojima je signal pobude električni napon a odzivni signal jakost električne struje. Teorija i primjena polarografije, klasične voltametrijske metode, detaljno su opisane u četvrtom poglavlju, a dan je i opis drugih polarografskih metoda, posebice tast-polarografije. U petom su poglavlju prikazane voltometrija s linearnom promjenom potencijala i ciklička voltometrija te utjecaj prateće kemijske reakcije i adsorpcije na voltametrijski odziv. Slijedi opis voltometrije s pravokutnim naponskim impulsom pobude (impulsna i diferencijalna impulsna voltometrija, voltometrija s pravokutnim izmjeničnim signalom pobude) te voltometrije uz prisilnu konvekciju (rotirajuća disk-elektroda, rotirajuća elektroda s diskom i prstenom i rotirajuća žičana elektroda).

U istom se poglavlju obrađuju voltometrijski (amperometrijski) senzori s naglaskom na kemijski preinačene elektrode, različite vrste amperometrijskih biosenzora za glukozu i kolesterol, uključujući kisikovu (Clarkovu) elektrodu, minijature (submilimetarske) biosenzore te imunosenzore.

Načela elektrogravimetrije uz regulaciju napona, odnosno jakosti struje elektrolize te mogućnost selektivnoga izlučivanja metala iz otopine postupkom uz upotrebu živine radne elektrode velike površine obrađene su u šestom poglavlju, u kojemu je osim preglednih shema dan i tablični pregled važnijih elektrogravimetrijskih određivanja.

U sedmome se poglavlju upoznajemo sa zakonitostima izravne i neizravne kulometrijske analize, kojom se mjeri količina naboja potrebna za elektrolizu s pomoću različitih kulometara. Opisana je kulometrija uz regulaciju potencijala radne elektrode i dana shema potenciostatske naprave temeljene na primjeni operacijskih pojačala. U dijelu posvećenome kulometriji uz regulaciju struje autor tumači i navodi prednosti kulometrijskih titracija za određivanje velikog broja analita.

Određivanje završne točke titracije tako da ona bude što bliže teorijskoj točki ekvivalencije nije uvijek moguće postići klasičnim indikatorima, pa se pribjegava njezinu potenciometrijskome određivanju. U osmom je poglavlju opisano kako u tu svrhu primijeniti potenciometrijske i amperometrijske titracije s jednom, odnosno dvije indikatorske elektrode.

Elektrometrijske metode s otapanjem pretkoncentriranoga analita (tzv. *stripping*-analiza) rastumačene su u devetomu poglavlju knjige. Naglasak je na načelima i primjeni voltometrije anodnoga i katodnoga otapanja, potenciometrije otapanja analita te analize redukcijom (oksidacijom) adsorbiranoga sloja.

U desetom se poglavlju tumače načela i primjena konduktometrije i konduktometrijskih senzora kojima se mjeri električna vodljivost, ovisno o koncentraciji iona i njihovoj pokretljivosti. Na temelju spoznaja o električnim svojstvima otopina, prinosu pojedinih ionskih vrsta, posebice H^+ i OH^- iona molarnoj provodnosti u vodenim otopinama moguće je za određivanje željenoga analita izabrati optimalnu konduktometrijsku titraciju, uključujući i visokofrekvencijsku konduktometrijsku titraciju (oscilometriju). U nastavku poglavlja opisuje se djelovanje konduktometrijskih senzora, čiji rad se temelji na promjeni električne provodnosti tekućih i čvrstih tvari pod utjecajem molekulske vrste analita. Detaljnije su opisani kemijski otpornici (senzori) i konduktometrijski senzori s membranom propusnom za plinove.

Teorijske osnove optičkih senzora temeljenih na apsorpciji elektromagnetskoga zračenja, kemiluminiscenciji i Ramanovu raspršenju svjetla opisuju se u jedanaestom poglavlju. U optičkim se sensorima signali prenose optičkim vlaknima i svjetlovodima, pa autor tumači temeljne zakonitosti pojava na graničnim površinama. Detaljno se opisuju senzori zasnovani na apsorpciji prolazećega i reflektiranoga svjetlosnog snopa te luminiscenciji. U nastavku se navode senzori temeljeni na drugim mehanizmima djelovanja, napose optode zasnovane na fluorescenciji nikotin-

amid-adenin-dinukleotida (NADH), optički senzori zasnovani na apsorpciji unutar utrnjujućega polja, interferometrijskom načelu i rezonanciji površinskih plazmona.

Eksplozivni razvoj nanokemije i nanotehnologije, temeljen na promjeni električnih i drugih svojstava tvari dimenzija manjih od 100 nm, naglašen je u dvanaestom poglavlju udžbenika. Uz tumačenje elektronske konfiguracije nanočestica koja određuje njihova optička i električna svojstva, opisuju se i senzori temeljeni na nanočesticama, nanoklasterima, nanožicama i nanocijevima te na nanostrukturama uklopljenim u unutrašnjost materijala i nanomehanički senzori.

Trinaesto poglavlje uvodi nas u termodinamičko izvorište piezoelektričnoga učinka, upoznaje s piezoelektričnim materijalima, sensorima i pretvornicima temeljenim na tome učinku te s uporabom piezoelektričnih senzora u otopinama. Posebice se prikazuje djelovanje piezoelektričnih senzora temeljenih na površinskom akustičkom valu koji imaju višestruku primjenu.

Posljednje poglavlje obuhvaća senzore temperature i toplinskoga protoka. Opisuju se senzori temeljeni na električnoj provodnosti tvari (otpornici i termistori) i oni temeljeni na termoelektričnome učinku. Tumači se Seebeckov učinak pretvorbe toplinske u električnu energiju koja rezultira mjerljivom razlikom električnoga potencijala. Učinak se mjeri termoparovima ili njihovim povezivanjem u seriju (termostup), što povećava odzivni signal mjerenja.

Na kraju ove opširne, čitko i razumljivo pisane knjige, u kojoj autor, unatoč interdisciplinarnosti, uspijeva uskladiti i uspješno teorijski povezati različite sadržaje predmetno je kazalo, koje uz pregledan sadržaj i popis upotrebljenih simbola omogućava čitatelju lakše snalaženje.

Već je na početku prikaza naglašen izvorni autorov pristup tematici koju obrađuje. Poslužiti ću se analizom uglednih predstavljača knjige da bih potvrdila kako ona tumačenjem najsuvremenijih elektrokemijskih metoda i tehnika, poput analize ubrizgavanjem u protok ili načela rada i primjene mnogovrsnih senzora, uvelike nadmašuje cjelovitost najpoznatijih svjetskih udžbenika analitičke kemije koji obrađuju tu problematiku. Pojedina su poglavlja knjige, osim za svladavanje temeljnih prirodoslovnih i tehničkih kolegija, izvrstan izvor znanja o mjerenju, regulaciji i vođenju tehnoloških i biotehnoloških procesa, analognim i digitalnim elektroničkim elementima i sklopovima, što je usporedivo se inozemnim specifičnim udžbenicima koji znanstveno obrađuju elektroniku.

Autor s pravom knjigu drži svojim životnom djelom, jer je u njoj prikupio i obradio sva znanja i višedesetljetno iskustvo bavljenja elektroanalitičkim metodama. Izvornim, sveobuhvatnim, preglednim i interdisciplinarnim pristupom ona je jedinstven sveučilišni udžbenik i u svjetskim razmjerima.

Preporučujem ga svim studentima, nastavnicima i znanstvenicima koje zanima obrađena problematika, ali i kolegama u proizvodnji i upravnim tijelima kojima će poslužiti kao izvrstan priručnik.

Marija Kaštelan-Macan