

7.5. OPTINIO AKTYVUMO TYRIMAS

Darbo tikslas

Nustatyti optiškai aktyvios medžiagos savąjį poliarizacijos plokštumos sukimą ir koncentraciją

Darbo užduotys

- Nustatyti cukraus tirpalo savąjį poliarizacijos plokštumos sukimą;
- Nustatyti nežinomą cukraus vandeninio tirpalo koncentraciją.

Teorinės temos

- Natūralioji ir poliarizuotoji šviesa. Poliarizacijos plokštuma.
- Dvejopas šviesos spindulių lūžis.
- Poliarizuotosios šviesos gavimo būdai. Nikolio prizmė. Poliaroidai
- Maliu dėsnis. Poliarizuotosios šviesos panaudojimas.
- Optinis aktyvumas. Optiškai aktyvios terpės.
- Optinė poliarimetro schema ir jo veikimo principas.

Darbo priemonės ir prietaisai

Poliarimetas, kiuvetės, cukrus ir distiliuotas vanduo.

Darbo metodika

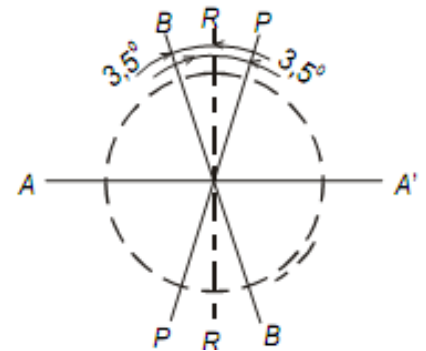
Poliarizacijos plokštumos sukimo metodu tiriama kristalinių medžiagų ir organinių molekulių sandara, baltymų erdvinė struktūra ir jos pokyčiai esant įvairioms sąlygoms, nustatoma optiškai aktyviųjų terpių koncentracija. Tam tikslui naudojami prietaisai vadinami poliarimetrais (7.5.1 pav.), pats metodas – poliarimetrija. Šis metodas plačiai taikomas medicinoje ir molekulinėje biologijoje (kraujo serumo baltymų optiniam aktyvumui, diagnozuojant vėžinius susirgimus, nustatyti), klinikinėje medicinoje (cukraus kiekiui šlapime nustatyti), maisto pramonėje (cukraus kiekiui įvairiuose produktuose nustatyti), ten, kur reikia atpažinti medžiagas. Poliarimetas, kuriuo nustatoma tik cukraus tirpalų koncentracija, vadinamas cukromačiu. Pavyzdžiui, stiklas ir plastmasė optiškai aktyvūs tampa deformuotų būsenų ir jie poliarizacijos plokštumą maksimaliai pasuka didžiausio mechaninio įtempimo vietose. Todėl pagamintus iš skaidrios plastmasės kaulų modelius įdėjus tarp sukryžiuotų poliaroidų, galima naudoti didžiausio įtempimo taškams vizualiai stebėti.

Daugelio poliarimetrų pagrindinės dalys yra šviesos šaltinis ir du poliarizatoriai. Tarp sukryžiuotų poliarizatorių įstačius indą su nežinomos koncentracijos tirpalu arba kvarco plokštelę, išpjautą lygiagrečiai su optine ašimi, analizatoriaus regimasis laukas nušvinta. Norint, kad jis vėl pasidarytų tamsus, reikia analizatorių pasukti į dešinę arba kairę tokiu kampu, koku optiškai

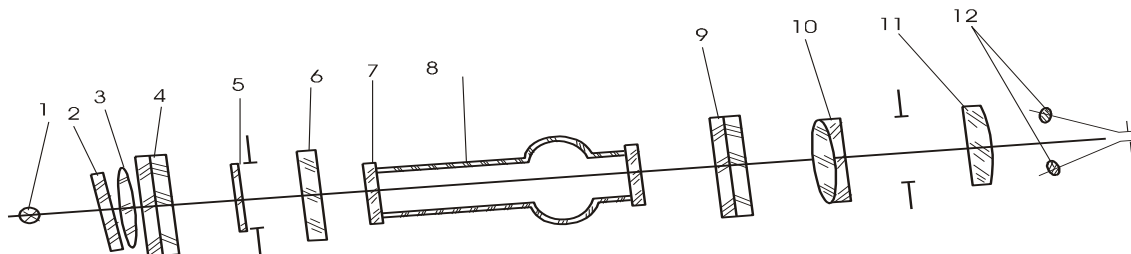


7.5.1 pav. Poliarimetro ir kiuvėčių išorinis vaizdas

aktyvi medžiaga pasuko poliarizacijos plokštumą. Posūkio kampai atskaitomi analizatoriaus nonijumi, stebint regimąjį lauką per okuliarą. Iš šaltinio šviesa eina per filtrą, kuris skirtas monochromatinei šviesai gauti. Deja, matavimo tikslumas šiuo atveju nėra didelis, nes užfiksuoti pačią žemiausią tamsaus lauko padėtį neįmanoma dėl stebėtojų regėjimo ypatumų. Daug tikslesni yra vadinamieji pusiau šešėliniai prietaisai, kuriais nustatomas ne viso regėjimo lauko užtemimas, bet vienodas to lauko dalių apšviestumas. Tokiuose prietaisuose regėjimo laukas papildomais optiniais elementais padalijamas į keletą dalių. Vienoje iš jų tiesinė poliarizacija (plokštuma PP) kvarco plokštute arba fazine $\lambda/2$ plokštute pasukama (į plokštumą BB) mažu kampu (7.5.2 pav.). Jei sukant analizatorių, jo poliarizacijos plokštuma yra RR padėtyje, tai abi lauko pusės yra vienodai stipriai apšviestos. Analizatoriaus posūkio kampas tiksliau nustatomas arti visiško regėjimo lauko užtemimo (AA' padėtis).

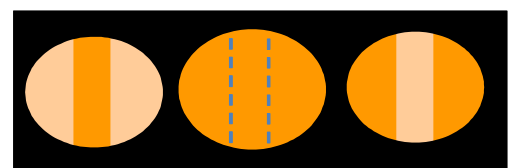


7.5.2 pav. Regimojo lauko šviesos poliarizacija



7.5.3 pav. Poliarimetro optinė chema: 1 – lempa, 2 – šviesos filtras, 3 – kondensorius, 4 – poliaroidas-polarizatorius, 5 – chromatinė $\lambda/2$ plokštelė, 6 – apsauginis stiklas, 7 – du dengiamieji stiklai, 8 – kiuvetės vamzdeliai, 9 – poliaroidas-analizatorius, 10 – objektyvas, 11 – okuliaras ir 12 – dvi lupos

Darbo užduotys atliekamos poliarimetru (7.5.1 pav.). Jo optinė schema pateikta 7.5.3 paveiksle. Šiuo poliarimetru per okuliarą stebimas regėjimo laukas, $\lambda/2$ plokštelės padalytas į tris dalis (7.5.4 pav.). Paprastai šių dalių apšviestumas susilygina esant arti visiško regėjimo lauko užtemimo. Šių trijų dalių apšviestumai sulyginami sukant analizatoriaus rankenėlę A, esančią ant prietaiso korpuso. Jeigu tarp polarizatoriaus ir analizatoriaus pastatoma kiuvetė su optiškai aktyviosios terpės tirpalu, tai dalių apšviestumai tampa nevienodi (kraštai tamsesni arba šviesesni už centre esančią juostą). Norint juos sulyginti reikia analizatorių rankenėlę A pasukti tokiu kampu, koku tirpalas pasuko šviesos poliarizacijos plokštumą (regėjimo lauko ir skalės vaizdas panašus į pavaizduotąjį 7.5.4 pav. b). Šiuo poliarimetru posūkio kampas galima išmatuoti $0,01^\circ$ tikslumu.



7.5.4 pav. Poliarimetro regėjimo lauko vaizdas

Darbo eiga

1. Į kiuvetę įpilama vandens, kiuvetė įstatoma į poliarimetą.
2. Rankenėlė A (7.5.1 pav.) keičiamas analizatoriaus posūkio kampas tol, kol visos trys regėjimo lauke esančios zonos tampa vienodai tamsios (7.5.4 b pav.) – nustatomas pradinis analizatoriaus kampas φ_0 . Kampas φ_0 išmatuojamas 3–5 kartus ir randama vidutinė $\bar{\varphi}_0$ vertė.
3. Pagaminamas $c = 0,1 \text{ g/cm}^3$ koncentracijos cukraus tirpalas.
4. Į kiuvetę įpilamas cukraus tirpalas ir kiuvetė įstatoma į poliarimetą.

5. Naudojantis darbo eigos 2 punkte aprašyta metodika išmatuojamas analizatoriaus posūkio kampas φ_1 cukraus tirpalo atveju. Matavimai kartojami 3–5 kartus ir randama vidutinė $\bar{\varphi}_1$ vertė.
6. Suskaičiuojamas kampas φ_c , cukrus pasuka šviesos poliarizacijos plokštumą:

$$\varphi_c = \bar{\varphi}_1 - \bar{\varphi}_0. \quad (7.5.1)$$

7. Randamas cukraus savasis poliarizacijos plokštumos sukimas:

$$\alpha_0 = \frac{\varphi_c}{cl}; \quad (7.5.2)$$

čia l – kiuvetės ilgis (dm).

8. Pasirinkus nežinomos koncentracijos cukraus tirpalą, pamatuojamas kampas φ_x , kuriuo šis tirpalas pasuks poliarizacijos plokštumą, ir apskaičiuojama cukraus koncentracija tirpale:

$$c_x = \frac{\varphi_x}{\alpha_0 l}. \quad (7.5.3)$$

čia cukraus savasis poliarizacijos plokštumos sukimas $\alpha_0 = 66,5^\circ \text{ cm}^3/\text{g dm} = 0,665^\circ \text{ m}^2/\text{kg}$, kai $t = 20^\circ\text{C}$ ir $\lambda = 589,3 \text{ nm}$.

9. Įvertinama netiesioginio matavimo paklaida $\Delta\alpha_0$.
10. Matavimų ir skaičiavimų duomenys surašomi į 1 lentelę:

1 lentelė

$\bar{\varphi}_1$	$\bar{\varphi}_0$	φ_c	$\alpha_0, ^\circ\text{cm}^3/\text{g dm}$	$c_x, \text{g}/\text{cm}^3$	$\Delta\alpha_0, ^\circ\text{cm}^3/\text{gdm}$

Literatūra:

1. J. Butrimaitė, A. Dementjev, G. Dikčius, R. Gadonas, J. Jasevičiūtė, V. Karenauskaitė, V. Sirutkaitis, V. Smilgevičius (2004). Vadovėlis Fizika biomedicinos ir fizinių mokslų studentams 2 dalis, Vilnius, Vilniaus universiteto leidykla, 351psl. ISBN 9986-19-595-9.