

LD13. POLIARIZACIJOS PLOKŠTUMOS SUKIMO TYRIMAS POLIARIMETRU

Darbo tikslas

Ištirti dviejų medžiagų (kristalo ir tirpalo) optinio aktyvumo dispersiją ir savitąjį poliarizacijos plokštumos sukimą skirtingoms tirpalo koncentracijoms.

Užduotys

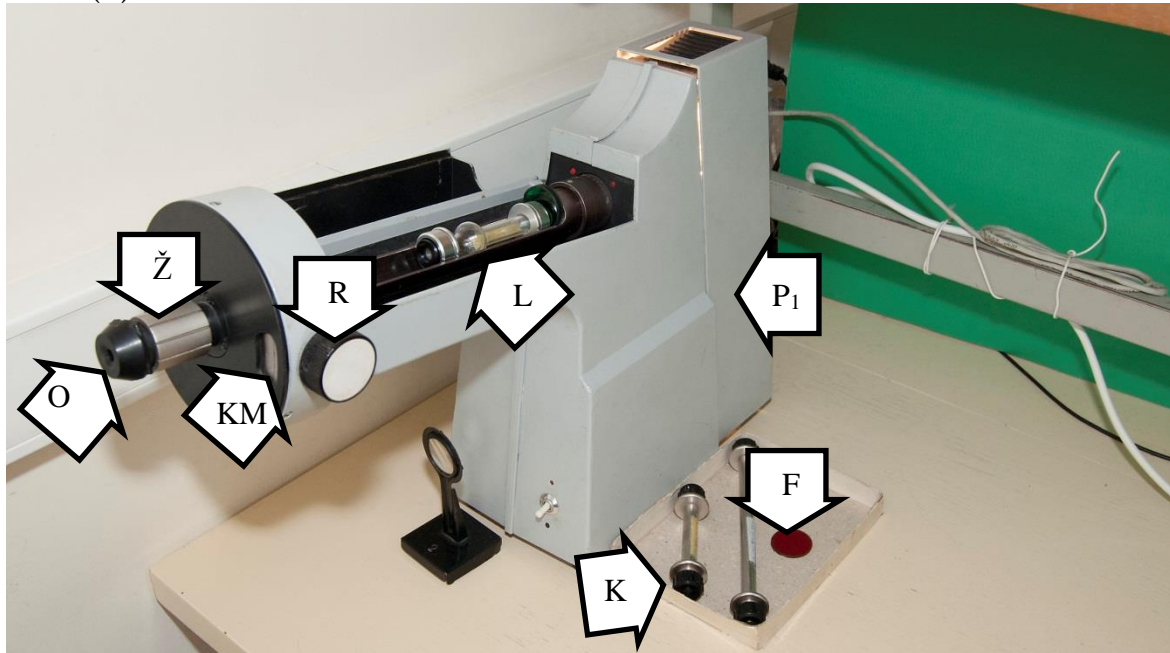
1. Ištirti kvarco plokštelės ir cukraus tirpalo poliarizacijos plokštumos savitojo sukimo priklausomybę nuo bangos ilgio.
2. Nustatyti nežinomą cukraus tirpalo koncentraciją.

Teorinės temos

- Optinis aktyvumas.
- Optiškai aktyvios medžiagos .
- Frenelio (Fresnel) poliarizacijos plokštumos sukimo teorija.
- Optinio aktyvumo dispersija.

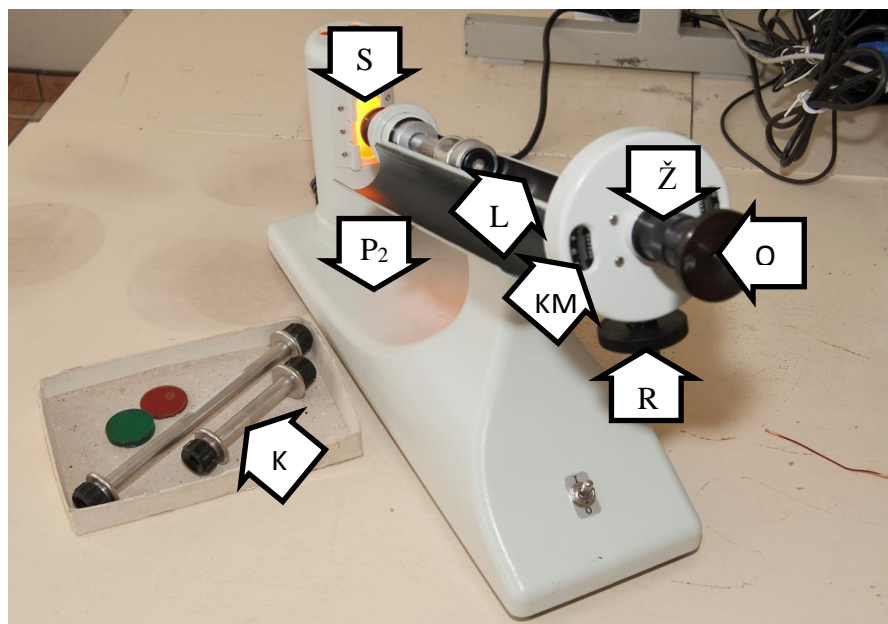
Darbo priemonės ir prietaisai

Optinio aktyvumo dispersija tiriama poliarimetru (P_1) su kaitrine lempa (1 pav.), kurį sudaro: lovelis (L) bandiniams ir filtrams padėti, rankenėle (R) analizatoriaus optinės ašies pasukimui keisti, kampomatis (KM) ir okuliaras (Ok) su fokusavimo žiedu (Ž), 10 cm ir 20 cm ilgio kiuvetės (K), šviesos filtrai (F)



1 pav. Poliarimetras (P_1) skirtas optinio aktyvumo dispersijai tirti

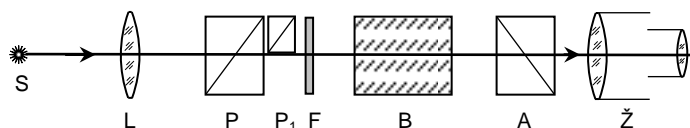
Cukraus tirpalų poliarizacijos plokštumos sukimas tiriamas *LEYBOLD Didactic* poliarimetru (P_2) (2 pav.) su natrio lempa (S) ($\lambda = 589 \text{ nm}$), kurį sudaro lovelis (L) kiuvetėms padėti, rankenėle (R) analizatoriaus optinės ašies pasukimui keisti, kampomatis (KM) ir okuliaras (Ok) su fokusavimo žiedu (Ž), 10 cm ir 20 cm ilgio kiuvetės (K).



2 pav. *LEYBOLD Didactic* poliarimetras

Tyrimo metodika

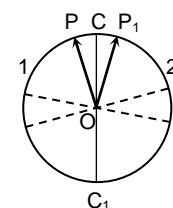
Polarizacijos plokštumos sukimas tiriamas poliarimetrais, kurių optinė schema pavaizduota 3 pav. Poliarimetrą sudaro spinduolis (S), lygiagrečių spindulių pluoštą sukuriantis lęšis (L), šviesos



3 pav. Poliarimetro optinė schema

filtras (F), poliarizatoriai (P) ir (P_1), analizatorius (A), stebėjimo žiūronas (\check{Z}), (B) – tiriamasis bandinys. Analizatorių galima sukuti apie sistemos optinę ašį. Jo sukimo kampas matuojamas kampomačiu (KM) (1 ir 2 pav.) su Nonijaus skale. Poliarizatorius (P_1) užima tik pusę matymo lauko ir dalija jį į dvi dalis. Laukas stebimas pro okuliarą (Ok) (1 ir 2 pav.).

Poliarizatoriai (P) ir (P_1) pasukti taip, kad tarp jų pagrindinių plokštumų būtų nedidelis kampas (apie 5°). Tada viena lauko pusė $C1C_1$ apšviesta spindulių, kurių elektrinio lauko stiprio vektorius E virpa kryptimi OP (4 pav.), o antroji $C2C_1$ – spindulių, kurių E virpa kryptimi OP_1 . Kampas POP_1 yra lygus kampui tarp poliarizatorių P ir P_1 pagrindinių plokštumų. Kai tokie spinduliai pereina pro analizatorių, kurio pagrindinė plokštuma statmena OP , tai laukas $C1C_1$ neapšviestas, o laukas $C2C_1$ iš dalies apšviestas. Priešingas vaizdas yra tada, kai analizatoriaus pagrindinė plokštuma statmena kryptčiai OP_1 . Abi lauko pusės bus vienodai apšviestos, kai analizatoriaus pagrindinė plokštuma statmena arba lygiagreti su linkme CC_1 . *LEYBOLD Didactic* poliarimetro (2 pav.) poliarizatorių išdėstymas truputį skiriasi, todėl prietaiso okuliario matymo laukas yra sudarytas iš trijų vertikalių juostų. Kraštinių juostų apšvieta yra vienoda ir skiriasi nuo vidurinėsios juostos apšvietos.



4 pav. Matymo laukas

Įstačius šviesos filtrą analizatorius sukamas tiek, kad abi pro okuliarą matomo lauko pusės būtų vienodai apšviestos. Užrašoma kampo φ_1 vertė. Po to į poliarimetrą įdedamas tiriamasis bandinys B . Analizatorius sukamas tiek, kad abi minėto lauko pusės vėl būtų vienodai apšviestos. Pasižymima kampo φ_2 vertė. Nustatomas polarizacijos plokštumos posūkio kampas:

$$\varphi = |\varphi_2 - \varphi_1|. \quad (1)$$

Kietuosiuose kūnuose polarizacijos plokštumos sukimo kampas φ proporcingas šviesos nueitam keliui d medžiagoje:

$$\varphi = \alpha d; \quad (2)$$

čia α – koeficientas, vadinamas savituoju polarizacijos plokštumos sukimu, priklausantis nuo

medžiagos prigimties, temperatūros, šviesos bangos ilgio.

Tirpaluose poliarizacijos plokštumos sukimo kampas reiškiamas taip:

$$\varphi = \alpha'cd; \quad (3)$$

čia c – tirpalo koncentracija, d – šviesos nueitas kelias (tirpalo sluoksnio storis), α' – *savitasis poliarizacijos plokštumos sukimas* – kampas, kuriuo pasukama šviesos bangos poliarizacijos plokštuma, kai šviesa pereina pro vienetinės koncentracijos vienetinio ilgio tirpalo sluoksnį. Kai žinomas tirpalo savitasis sukimas α' , išmatavus poliarizacijos plokštumos sukimo kampą, galima nustatyti nežinomą tirpalo koncentraciją, nes parametras α' nepriklauso nuo tirpalo koncentracijos.

Darbo eiga

1. Kvarco plokštelės ir cukraus tirpalo optinio aktyvumo dispersijos nustatymas

Jungikliu, įtaisytu poliarimetro (P_1) (1 pav.) korpuso priekyje, įjungiama kaitrinė lempa. Poliarimetro lovelio (L) (1 pav.) krašte, arčiau šviesos šaltinio pastatomas raudonas šviesos filtras (F) ir lovelis uždaromas gaubtu. Žiūrint pro okuliarą (Ok) (1 pav.) stebima, ar aiškiai matomos skirtingai apšviestos matymo lauko pusės. Jeigu sukant analizatoriaus valdymo rankenėlę (R) lauko pusių skiriamoji riba neryškėja, žiedu (Ž) sufokusuojamas okuliaras.

Tuščio (nesant filtrui) poliarimetro rankenėlė sukama tiek, kad pro okuliarą stebimo apšviesto lauko abi pusės būtų vienodai apšviestos – visas laukas turi būti tamsus. Pagal kampamačio (KM) (1 pav.) parodymus nustatoma kampo φ_1 vertė.

Į poliarimetro lovelį įdedamas tiriamasis bandinys (įtvaras su kvarco plokšte; kiuvetė (K) (1 pav.) su žinomos koncentracijos cukraus tirpalu) ir uždarius lovelį analizatoriaus rankenėlė sukama tiek, kad abi lauko pusės vėl būtų vienodai apšviestos (visas laukas turi būti „vienodai tamsus“), tada atskaitoma kampo φ_2 vertė. Veiksmai pakartojami dar du kartus. Duomenys pasižymimi 1 lentelėje.

1 lentelės. Kvarco ir cukraus tirpalo optinio aktyvumo dispersijos tyrimo rezultatai

λ (nm)	φ_1 (deg)	φ_2^{kv} (deg)	φ_2^{tirp} (deg)	α (deg/cm)	α' (deg · cm ² /g)

Veiksmai atliekami su oranžiniu, žaliu ir mėlynu šviesos filtrais (t.y. šalia tiriamojo bandinio pastatomas šviesos filtras). *Pastaba:* su mėlynu šviesos filtru išmatuoti kampą φ_2 pagal pateiktą metodą negalima. Kampui nustatyti reikia „pereiti“ per visą tamsų lauką, t.y. išmatuoti kampus laukui pradedant temti ir pradedant švisti. Tų kampų vidurkis turi būti apytikriai lygi kampo φ_2 vertei.

Pagal (1) ir (2) formules skaičiuojamas kvarco plokštelės savitasis poliarizacijos plokštumos sukimas α , o pagal (1) ir (3) – tirpalo savitasis sukimas α' . Brėžiami savitojo poliarizacijos plokštumos sukimo nuo bangos ilgio priklausomybės grafikai – optinio aktyvumo dispersijos kreivės.

2. Nežinomos tirpalo koncentracijos nustatymas

Jungikliu, įtaisytu poliarimetro (P_2) (2 pav.) korpuso priekyje, įjungiama natrio lempa ir truputį palaukiama, kol ji įsidegs. Žiūrint pro okuliarą (Ok) (2 pav.) stebima, ar aiškiai matomos skirtingai apšviestos matymo lauko juostos. Jeigu sukant analizatoriaus valdymo rankenėlę (R) lauko dalių skiriamoji riba neryškėja, žiedu (Ž) sufokusuojamas okuliaras.

Tuščio poliarimetro rankenėlė sukama tiek, kad pro okuliarą stebimo apšviesto lauko visos sritys būtų vienodai apšviestos – laukas turi būti tamsus. Pagal kampamačio (KM) (2 pav.) parodymus

nustatoma kampo φ_1 vertė.

Į poliarimetro levelį įdedama kiuvetė (K) (2 pav.) su žinomos koncentracijos cukraus tirpalu ir uždarius levelį analizatoriaus rankenėlė sukama tiek, kad abi lauko pusės vėl būtų vienodai apšviestos (kaip nurodyta punkte 2.3), tada atskaitoma kampo φ_2 vertė. Veiksmai pakartojami dar du kartus. Duomenys pasižymimi 2 lentelėje.

2 lentelės. Įvairių koncentracijų cukraus tirpalų poliarizacijos plokštumos sukimo tyrimo rezultatai

c (g/cm ³)	φ_1 (deg)	φ_2 (deg)	α' (deg · cm ² /g)	c_x (g/cm ³)

Tą patį atliekame su kiuvete, kurioje yra nežinomos koncentracijos cukraus tirpalas. Pagal (1) ir (3) formules skaičiuojamas žinomos koncentracijos tirpalų savitasis poliarizacijos plokštumos sukimas α' ir jų vidurkis. Nustatoma nežinoma cukraus tirpalo koncentracija.

Literatūra

V. A. Šalna. Optikos laboratoriniai darbai. Vilnius, VU leidykla, 2009. (www.mopl.bfsk.ff.vu.lt)