

LD11. BRIUSTERIO KAMPO NUSTATYMAS

Darbo tikslas

Ištirti dielektriko optinius parametrus.

Užduotys

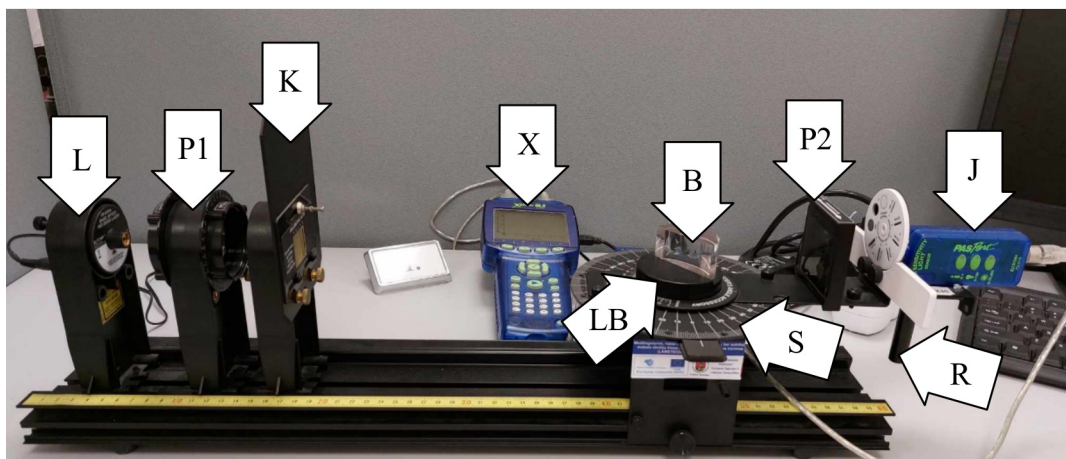
1. Ištirti nuo dielektriko atspindėjusios šviesos intensyvumo priklausomybę nuo spinduliuotės kritimo kampo.
2. Nustatyti Briusterio kampą.
3. Apskaičiuoti dielektriko lūžio rodiklį ir santykinę dielektrinę skvarbą.

Teorinės temos

- Elektromagnetinių bangų atspindys ir lūžis dielektrikų riboje (atspindžio ir pralaidumo koeficientai, s ir p poliarizacija, Frenelio formulės).
- Briusterio kampas.
- Snelio dėsnis.
- Dielektrinė skvarba, lūžio rodiklis.

Darbo priemonės ir prietaisai

Puslaidininkinis lazeris (L), poliarizatorius (P1), kolimatoriaus plyšys (K), posūkio stalelis su elektroniniu posūkio kampo jutikliu (S) ir bandiniu (B), bandinio laikiklis (LB), poliarizatorius (P2), šviesos intensyvumo jutiklis (J), stalelio su jutikliu rankenėlė (R), Xplorer GLX prietaisas - informacijos iš jutiklių surinkimo, kaupimo, atvaizdavimo, apdorojimo įrenginys (X) (1pav.).

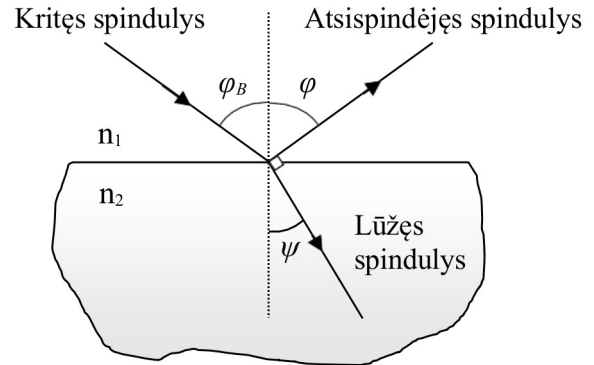


1 pav. PASCO Scientific Briusterio kampo nustatymo stendas

Tyrimo metodika

Puslaidininkinio lazerio (L) šviesa krinta į plokščiąjį bandinio (B) paviršių, atsispindi nuo paviršiaus ir pro poliarizatorių (P2) patenka į šviesos intensyvumo jutiklį (J) (1 pav.). Ant stalielio padėtą tiriamąjį bandinį (B) galima sukti apie vertikaliają ašį ir tokiu būdu keisti spindulių kritimo į bandinio paviršių kampą. Atspindžio kampas matuojamas posūkio stalieliu su posūkio kampo jutikliu.

Šviesos jutiklio fiksuojamas atsispindėjusios šviesos intensyvumas, šviesai sklindant pro poliarizatorių P2, artėja į nulį, kai nuo bandinio paviršiaus atsispindėjusi šviesa yra pilnai poliarizuota. Kampas, atitinkantis mažiausią šviesos intensyvumo dalies vertę, yra Briusterio kampas. Tai kampas, kuriuo kritusi šviesa atsispindi visiškai poliarizuota ir tarp atsispindėjusio ir lūžusio šviesos spindulių yra status kampas (2 pav.). Pagal Snelio dėsnį,



2 pav. Šviesos atspindys ir lūžis dviejų aplinkų sandūroje

$$n_1 \sin \varphi_1 = n_2 \sin \varphi_2 \quad (1)$$

čia n_1 ir n_2 yra aplinkų lūžio rodikliai, o φ_1 ir φ_2 - spindulio kritimo ir lūžio kampai. Kai spindulys krinta Briusterio kampu φ_B (2 pav.), tai:

$$n_1 \sin \varphi_B = n_2 \sin \psi. \quad (2)$$

Tuo atveju, kai $\varphi_B = \varphi$, $\varphi + \psi = 90^\circ$, $\psi = 90^\circ - \varphi_B$, ir $\sin \psi = \sin (90^\circ - \varphi_B) = \sin 90^\circ \cos \varphi_B - \cos 90^\circ \sin \varphi_B = \cos \varphi_B$, pakeitus $\sin \varphi_B$ (2) lygtyje:

$$n_1 \sin \varphi_B = n_2 \cos \varphi_B$$

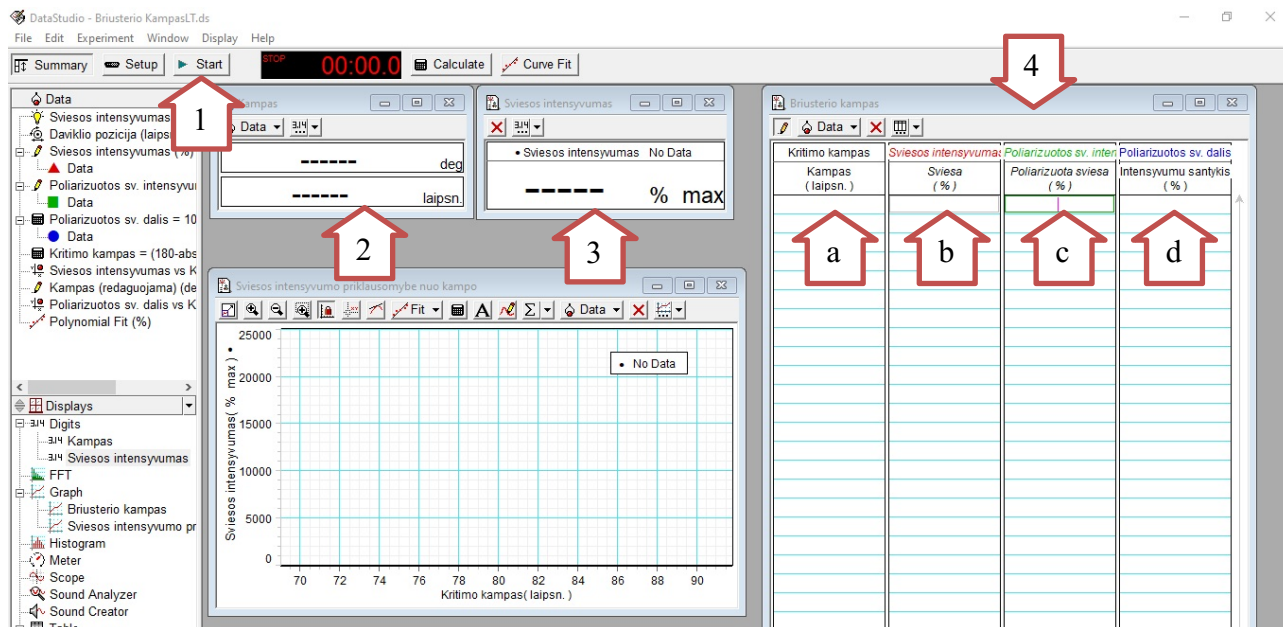
iš čia: $\frac{n_2}{n_1} = \tan \varphi_B$.

Jeigu oro lūžio rodiklį laikome $n_1 \approx 1$, tai bandinio lūžio rodiklis lygus:

$$n_2 = \tan \varphi_B. \quad (3)$$

Darbas programiniu paketu „DataStudio“

Laboratorinis darbas atliekamas naudojant programinio paketo „DataStudio“ ruošinį „Briusterio kampaLT“. Atsidariusio lango pavyzdys pateikiamas 3 pav.



3 pav. Programos lango pavyzdys.

Svarbiausios programinio paketo lango dalys:

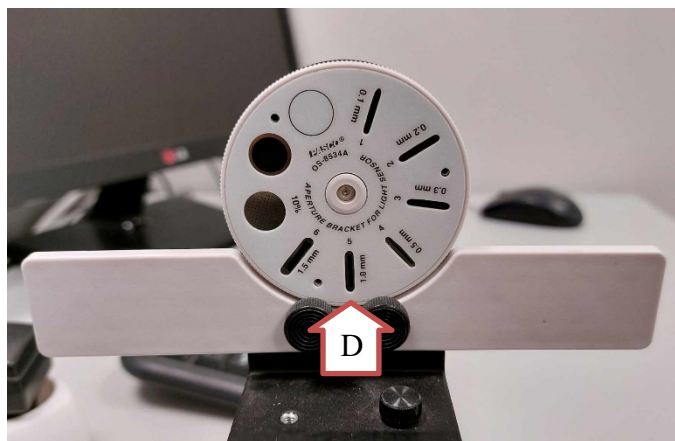
1. Komanda „Start“ - paspaudus šią komandą, pradedami matavimai.
2. Langas „Kampas“ - šviesos spindulio kritimo kampas.
3. Langas „Šviesos intensyvumas“ - šviesos jutiklio registruojamas šviesos intensyvumas, išreikštas procentais nuo maksimalaus jutiklio registruojamo šviesos intensyvumo. Maksimalus intensyvumas nustatomas automatiškai kalibruojant prietaisą.
4. Lentelė eksperimento duomenų įvedimui ir skaičiavimui. Ją sudaro keturi stulpeliai (pažymėta raidėmis a, b, c ir d):
 - a - kritimo kampas. Kampo vertė įrašoma automatiškai (vertės nuskaitytos iš 2 programos lango).
 - b - atsispindėjusios nuo bandinio spinduliuotės intensyvumas, kai poliarizatorius P2 nėra naudojamas. Intensyvumo vertė įvedama rankiniu būdu iš 3 programos lango.
 - c - atsispindėjusios nuo bandinio spinduliuotės intensyvumas, kai naudojamas P2 poliarizatorius. Intensyvumo vertė įvedama rankiniu būdu iš 3 programos lango.
 - d - šviesos intensyvumo dalis, išreikšta procentais ir apskaičiuojama programa automatiškai iš i b ir c stulpelius įvestų duomenų pagal formulę:

$$d = \frac{c}{b} \cdot 100\%.$$

Esant mažiausiai šiai vertei, didžiausia šviesos dalis yra poliarizuojama, o kampas, atitinkantis šią vertę, yra Briusterio kampas.

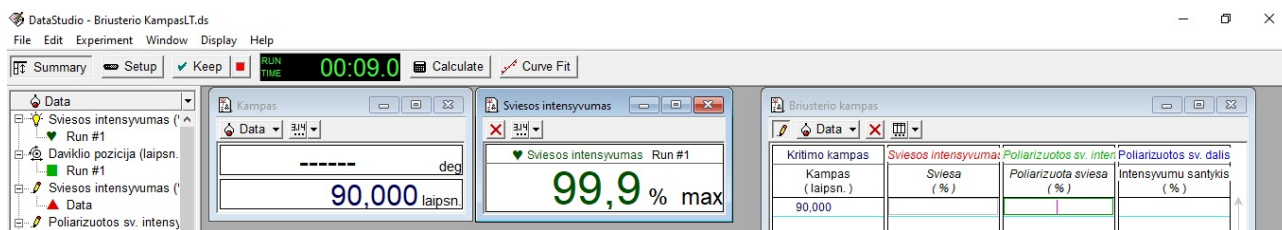
Darbo eiga

1. Kompiuteryje atidaromas „DataStudio“ programinio paketo ruošinys „Briusterio kampasLT“, paleidžiama aplinka laboratorinio darbo atlikimui (3 pav.)
2. Suderinama optinė sistema:
 - 2.1. Nuo optinio suolo atsargiai nuimami optiniai elementai: poliarizatorius P1, tiriamasis bandinys B (bandinio laikiklis (LB) paliekamas), poliarizatorius P2.
 - 2.2. Įjungiamas lazeris (L), stalelis pasukamas taip, kad lazerio spindulys būtų nukreiptas į šviesos intensyvumo jutiklio plyšį (D) (4 pav.) Jei spindulio aukštis netinkamas, patikrinama, ar lazerio laikiklis gerai įstatytas į optinio suolo griovelį. Teisingai suderinus optinę sistemą, visi optiniai elementai turi būti vienoje tiesėje.
SVARBU! Sukant stalelį laikoma už rankenėlės (R) (1 pav.). Jokiais būdais neimama už jutiklio ar paties stalelio. Nesilaikant instrukcijų, sistema gali būti sugadinta.



4 pav. Šviesos intensyvumo jutiklio plyšys.

- 2.3. Programos lange, viršuje esančioje įrankių juostoje, paspaudžiama komanda „Start“ (3 pav., 1). Pradedamas matuoti šviesos intensyvumas ir spindulių kritimo kampas. Jei suderinta gerai, tuomet rodoma kampo vertė yra 90° , o šviesos intensyvumas 99,9 % (5 pav.).



5 pav. Programos lango pavyzdys.

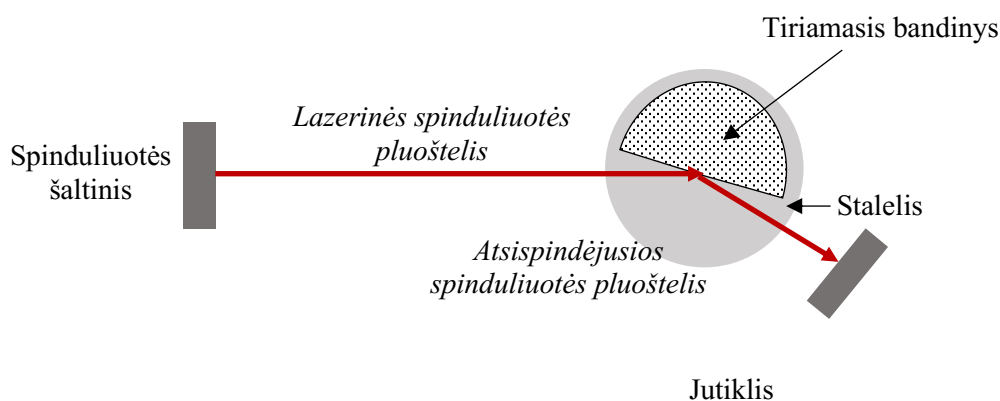
2.4. Įstatomas poliarizatorius P1 ir sukant abejose poliarizatoriaus pusėse esančius poliaroidus šviesos intensyvumas sumažinamas iki 80 %.

3. Atliekami matavimai.

3.1. Laikant už stalelio rankenėlės (R), stalelis su jutikliu pasukamas taip, jog kampas būtų lygus 70° .

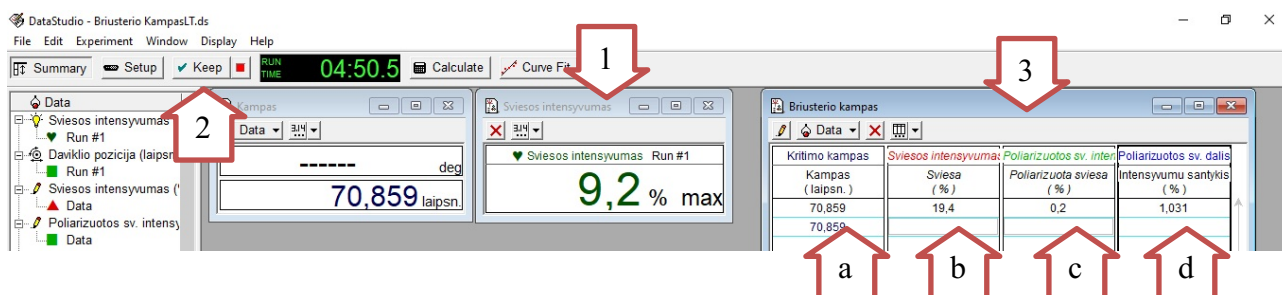
3.2. Ant stalelio uždedamas bandinys.

3.3. Sukant bandinio laikiklį (LB), nuo bandinio atsispindėjęs spindulys nukreipiamas į jutiklio plyšį (D). Optinė eksperimento schema pateikiama 6 pav.



6 pav. Optinė eksperimento schema.

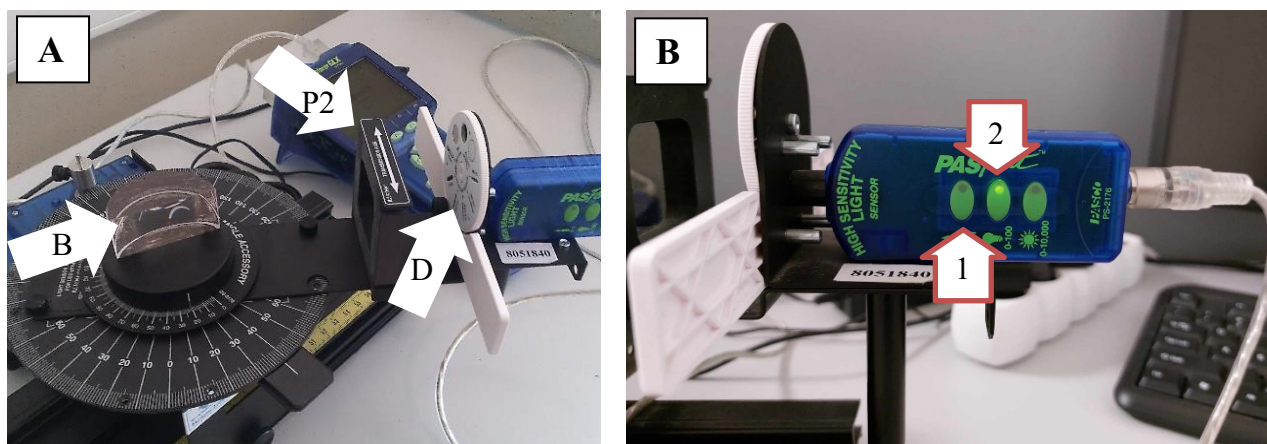
3.4. Stebimos šviesos intensyvumo vertės programos lange (7 pav., 1) ir, laikant už rankenėlės (R), palengva sukamas stalelis. Randama tokia stalelio padėtis, kuriai esant yra stebimas didžiausias spinduliuotės intensyvumas. Radus šią padėtį, fiksuojama kampo padėtis: programos įrankių juostoje pasirenkama komanda „Keep“ (7 pav., 2).



7 pav. Programos lango pavyzdys.

- 3.5. Duomenų lentelėje (7 pav., 3), eilutėje prie užfiksuotos kampo vertės, į stulpelį „Šviesos intensyvumas“ (b) rankiniu būdu įrašoma spinduliuotės intensyvumo vertė ir spaudžiamas mygtukas „Enter“.
- 3.6. Atsargiai uždedamas poliarizatorius P2 į jam skirtą vietą. Poliarizatoriaus dalis su rodykle ir tekstu turi būti nukreipta į viršų (8 pav., A). Stebima šviesos intensyvumo vertė rankiniu būdu įrašoma į stulpelį „Poliarizuotos šviesos intensyvumas“ (7 pav., c). Spaudžiama „Enter“.
- 3.7. Programa apskaičiuojamas ir išreiškiamas procentais šviesos intensyvumo verčių santykis, kai poliarizatorius P2 yra naudojamas ir nenaudojamas. Šio santykio vertė automatiškai įrašoma į lentelės (d) stulpelį.
- 3.8. Nuimamas poliarizatorius P2.
- 3.9. Bandinys pasukamas nedideliu kampu (apie 3°) ir kartojami 3.3.-3.8. punktuose aprašyti veiksmai bandinio posūkio kampų diapazonui nuo 70° iki 20° . Kampų vertės keičiamos 3° žingsniu intervalui nuo 70° iki 60° , 2° žingsniu intervalui nuo 60° iki 50° bei 3° žingsniu intervalui nuo 50° iki 20° .

Svarbu: Priklausomai nuo šviesos intensyvumo verčių, parenkamas jutiklio veikimo režimas (8 pav., B).



8 pav. A - eksperimento schema. B - šviesos intensyvumo jutiklis.

Esant intensyvumo vertėms, lygioms 0,1 %, jutiklis perjungiamas į jautresnį režimą (1). Siekiant perjungti jutiklį į šį režimą, paspaudžiamas kairiausias esantis jutiklio mygtukas (1). Intensyvumo vertės, registruojamos esant įjungtam šiam režimui, yra padalinamos iš 100, o galutinė vertė rankiniu būdu įrašoma į stulpelį „Poliarizuotos šviesos intensyvumas“. Jei atliekant matavimus

naudojamas pagrindinis režimas (2), o intensyvumo vertės yra didesnės nei 0,1 %, jutiklio režimo perjungti nereikia.

Siekiant išvengti programos strigimo, svarbu netrinti į lentelę įrašytų intensyvumo verčių ir nefiksuoti kampo verčių didinant posūkio kampą.

4. Atliekama duomenų analizė.

4.1. Randama Briusterio kampo φ_B vertė. Šią vertę atitiks kampas, kuriam esant yra stebima mažiausia stulpelio „Polarizuotos šv. Dalis“ vertė.

4.2. Pagal formulę (3) apskaičiuojama tiriamojo bandinio lūžio rodiklio vertė.

4.3. Pagal formulę (4) apskaičiuojama bandinio santykinės dielektrinės skvarbos vertė:

$$\varepsilon = n^2. \quad (4)$$

4.4. Intensyvumo verčių santykio priklausomybė nuo kampo pavaizduojama grafiškai. Apskaičiuotos lūžio rodiklio ir santykinės dielektrinės skvarbos vertės palyginamos su žinyuose pateikiamomis organinio stiklo (polimetilmetakrilato - PMMA) lūžio rodiklio ir dielektrinės skvarbos vertėmis, įvertinama, ar apskaičiuotos vertės atitinka žinyuose pateikiamas vertes. Aptariamoms galimos neatitikimų priežastys.

Literatūra

Brewster's Angle: Instruction Manual and Experiment Guide for the *PASCO Scientific* models

EX-9919