

LD11. BRIUSTERIO KAMPO NUSTATYMAS

Darbo tikslas

Nustatyti šviesos atspindžio nuo dielektriko paviršiaus savybes.

Užduotys

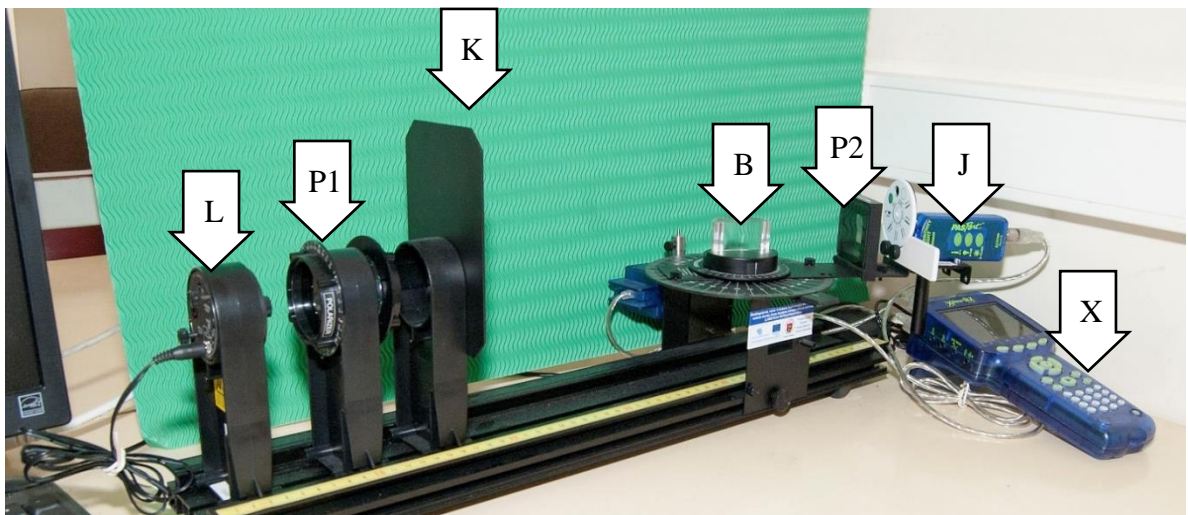
1. Ištirti nuo dielektriko atsispindėjusios šviesos intensyvumo priklausomybę nuo spinduliuotės kritimo kampo.
2. Nustatyti Briusterio kampą.
3. Apskaičiuoti dielektriko lūžio rodiklį ir santykinę dielektrinę skvarbą.

Teorinės temos

- Elektromagnetinių bangų atspindys ir lūžis dielektrikų riboje, kraštinės sąlygos.
- Briusterio kampas.
- Šviesos atspindys nuo dielektriko ir metalo paviršiaus.
- Dielektrinė skvarba.

Darbo priemonės ir prietaisai

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



1 pav. PASCO Scientific Briusterio kampo nustatymo stendas

Tyrimo metodika

Tyrimo metu nustatoma atsispindėjusios nuo dielektriko paviršiaus poliarizuotos ir dalinai poliarizuotos šviesos intensyvumo priklausomybė nuo spindulių kritimo kampo.

Puslaidininkinio lazerio (L) šviesa krinta ant plokščios bandinio (B) pusės, atsispindi nuo paviršiaus ir pro poliarizatorių (P2) patenka į šviesos intensyvumo jutiklį (J) (1 pav.). Atspindžio kampas matuojamas posūkiu staleliu su posūkiu kampo jutikliu. Kompiuterio programa išmatavusi atsispindėjusios šviesos intensyvumą tiesiogiai ir perėjusios pro poliarizatorių (P2) suskaičiuoja kokia šviesos dalis yra poliarizuota. Norėdami didesnio šviesos intensyvumų pokyčio poliarizatorių (P2)

statome lygiagrečiai atspindinčiam bandinio paviršiui. Šviesos jutiklio fiksuojamas atsispindėjusios šviesos intensyvumas, matuojamas poliarizatoriumi (P2), artėja iki nulio, kai nuo paviršiaus atsispindėjusi banga yra pilnai poliarizuota. Kompiuterio programa brėžia poliarizuotos šviesos intensyvumo dalies priklausomybės nuo kritimo kampo grafiką. Iš grafiko nustatome Briusterio kampą. Tai kampas kuriuo kritusi šviesa atsispindi visiškai poliarizuota ir tarp atsispindėjusios šviesos ir lūžusios šviesos spindulių yra status kampas (2 pav.). Pagal Snelio dėsnį,

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

čia n yra aplinkų lūžio rodikliai, o φ kritusių ir lūžusių spindulių kampai. Kai spindulys krinta Briusterio kampu φ_B , tai (2 pav.):

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

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

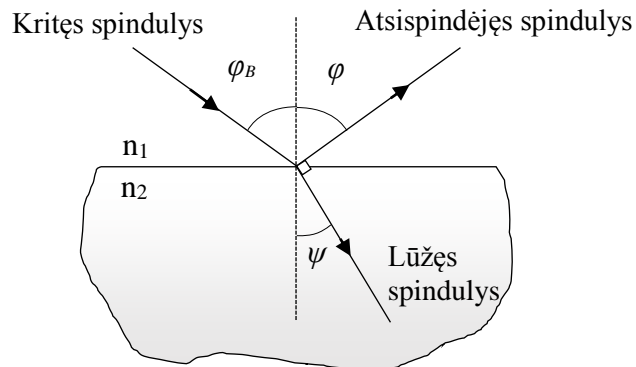
$$n_1 \sin \varphi_B = n_2 \cos \varphi_B,$$

iš čia

$$\frac{n_2}{n_1} = \tan \varphi_B.$$

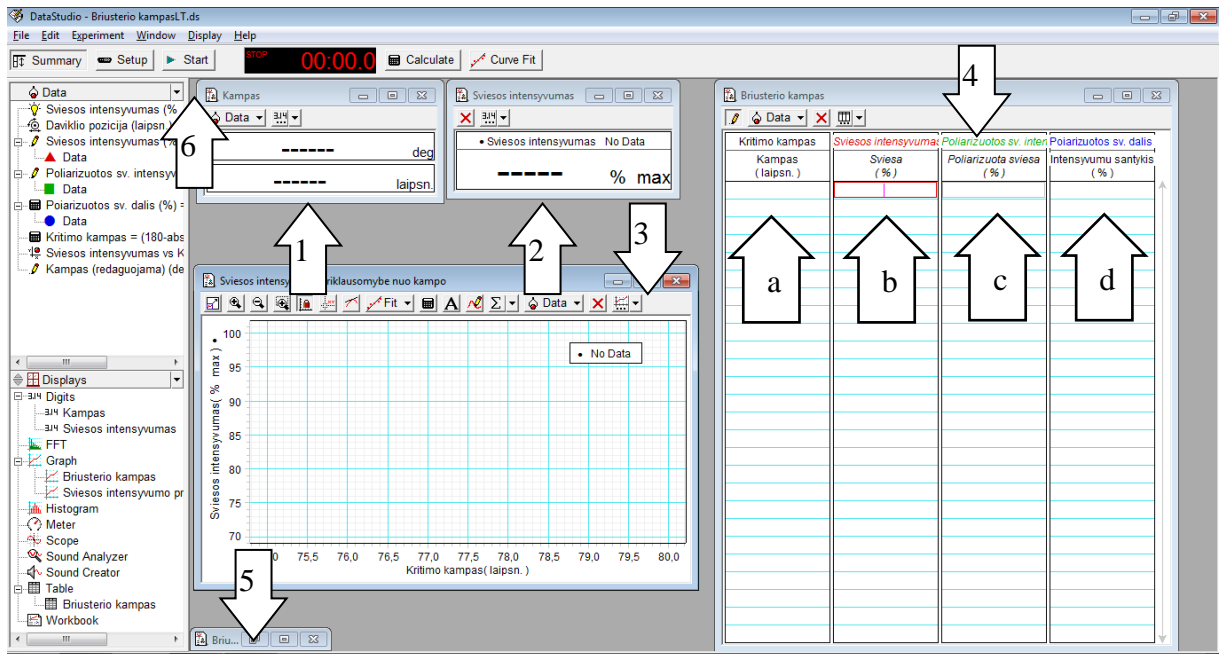
Jeigu oro lūžio rodiklį laikome $n_1 \approx 1$, tai bandinio lūžio rodiklis lygus:

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



2 pav. Šviesos atspindys ir lūžis dviejų aplinkų sandūroje

Ant stalielio padėtą plokščią tiriamąjį bandinį (B) galima sukti apie vertikaliąją ašį ir dėl to keisti spindulių kritimo kampą. Atspindėjęs nuo bandinio paviršiaus spindulių pluoštelis patenka į šviesos intensyvumo jutiklį (J) (1 pav.). Šviesos intensyvumo jutiklio ir stalielio posūkio kampo jutiklio parodymai fiksuojami personalinio kompiuterio programoje DataStudio.



3 pav. Programos DataStudio langas.

Kompiuteryje, atidarius programos DataStudio ruošinį „Briusterio kampas“, paleidžiamos pagrindinės, eksperimentui reikalingos, programos lango dalys (3 pav):

1. Spindulių kritimo į tiriamąjį paviršių kampas. Kampo jutiklis registruoja šviesos intensyvumo jutiklio padėtį, bet jeigu atspindėjęs spindulys pataiko į šį jutiklį programa apskaičiuoja ir išveda spindulių kritimo į tiriamąjį paviršių kampą.

2. Šviesos jutiklio registruojamas šviesos intensyvumas išreikštas procentais nuo maksimalaus jutiklio registruojamo šviesos intensyvumo. Maksimalus intensyvumas nustatomas automatiškai kalibruojant prietaisą.

3. Šviesos intensyvumo priklausomybės nuo kritimo kampo grafikas.

4. Lentelė eksperimento duomenų įvedimui ir skaičiavimui. Ją sudaro keturi stulpeliai:

a. Kritimo kampas. Duomenys pildomi automatiškai, priklausomai nuo pasukamo stalielio padėties.

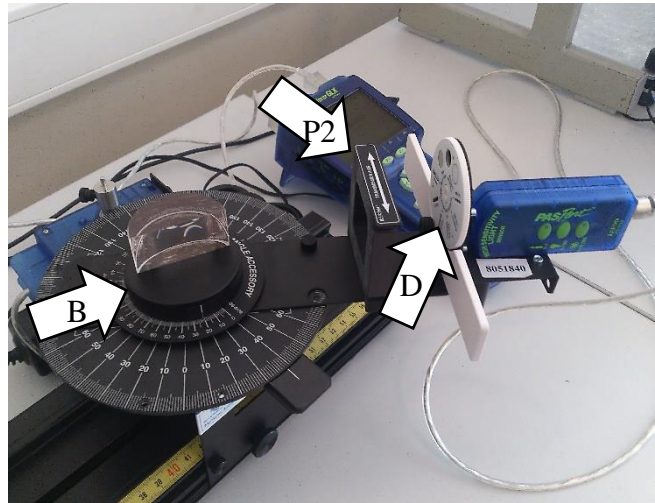
b. Šviesos intensyvumas be poliarizatoriaus. Duomenys pildomi rankiniu būdu.

c. Šviesos intensyvumas su poliarizatoriumi. Duomenys pildomi rankiniu būdu.

d. Poliarizuotos šviesos dalis, automatiškai skaičiuojama iš stulpelių *b* ir *c* duomenų pagal formulę: $d = \frac{c}{b} \cdot 100\%$.

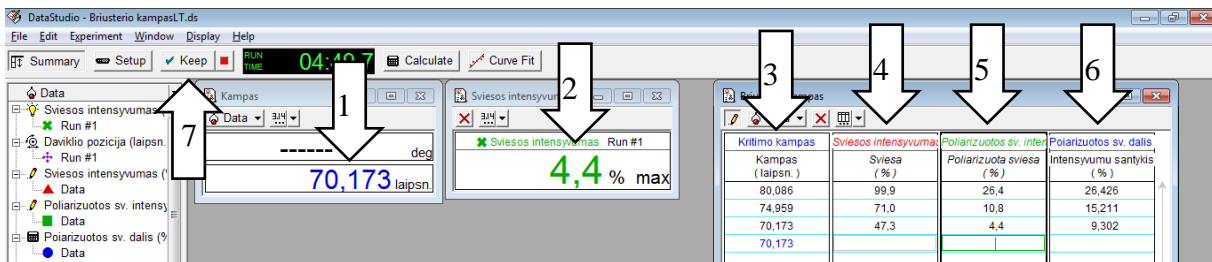
5. Poliarizuotos šviesos dalies priklausomybės nuo spindulių kritimo kampo grafikas. Iš grafiko nustatomas Briusterio kampas.

Prieš pradėdant darbą nuo stalielio atsargiai nuimamas tiriamas bandinys (B) ir poliarizatorius (P2) (4 pav.). Įjungiamas lazeris, stalielis pasukamas taip, kad lazerio spindulys pataikytų į šviesos intensyvumo jutiklio plyšį (D) (4 pav.). Jeigu spindulio aukštis netinkamas, patikrinti ar lazerio laikiklis gerai įstatytas į griovelį, jeigu griovelyje laikosi gerai, reikia nustatyti lazerio padėtį pasukant sraigtus esančius ant lazerio laikiklio. Ši procedūra labai svarbi, jos neatlikus bus neteisingai skaičiuojamas šviesos intensyvumas ir spindulių kritimo kampo padėtis. Programos paleidimo momentu jutiklis nustatomas 90° kampu, o šviesos jutiklio jautris kalibruojamas pagal maksimalų šviesos intensyvumą.



4 pav. Pasukamas stalielis.

Paleidžiamas programos DataStudio ruošinys „Briusterio kampas“ (komanda „Start“ (6) (3 pav.)). Programa pradeda matuoti šviesos intensyvumą (2) ir spindulių kritimo kampą (1) (3 pav.). Jeigu suderinta gerai, tai kampas turi būti lygus 90° , o intensyvumas - 100%. Tuomet poliarizatoriumi – (P1) (1 pav.) šviesos intensyvumą sumažiname iki 80%.



5 pav. Duomenų įvedimas DataStudio lange.

Stalielis su jutikliu pasukamas nedideliu kampu (apie 10°). Ant stalielio uždedamas bandinys, jį sukinėjant nustatome tokią padėtį, kad atsispindėjęs spindulys patektų į šviesos intensyvumo jutiklio plyšį. Pagal DataStudio šviesos intensyvumo jutiklio matavimų duomenis (2) (5 pav.) nustatome tokią jutiklio padėtį, kur šviesos intensyvumas didžiausias. Fiksuojame spindulių kritimo kampą (1) paspausdami mygtuką „Keep“ (7) (5 pav.). Kampo jutiklio rodmenys automatiškai perkeliama į lentelės stulpelį „Kritimo kampas“ (3) (5 pav.). Šviesos intensyvumo jutiklio reikšmę (2) perrašome į stulpelį „Šviesos intensyvumas“ (4) (5 pav.) ir spaudžiame „Enter“. Atsargiai uždedamas poliarizatorius (P2) (5 pav.) (į viršų turi būti nukreipta jo dalis su tekstu). Šviesos intensyvumo jutiklio

reikšmę (2) perrašome į stulpelį „Poliarizuotos šviesos intensyvumas“ (5) (5 pav.) ir spaudžiame „Enter“. Nuimamas poliarizatorius (P2) (4 pav.).

Bandinys pasukamas nedideliu kampu (apie 5°) ir vėl nustatoma šviesos intensyvumo jutiklio padėtis. Išmatuojamas atsispindėjusios šviesos intensyvumas tiesiogiai ir pro poliarizatorių, o duomenys įrašomi į lentelę. Reikia nustatyti tokį spindulių kritimo kampą, kai atsispindėjusių ir pro poliarizatorių praėjusių spindulių intensyvumas mažiausias (mažiausia stulpelio „Poliarizuotos sv. dalis“ (6) (5 pav.) reikšmė), tai yra bandinį reikia sukti vis mažesniu kampu.

Atlikus matavimus (70° - 20° ribose) atverčiamas „Poliarizuotos šviesos dalies priklausomybės nuo spindulių kritimo kampo grafikas“ (5) (3 pav.). Pagal kreivės minimumo vietą nustatomas Briusterio kampas φ_B .

Apskaičiuojamas bandinio lūžio rodiklis (3) ir santykinė dielektrinė skvarba:

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

Darbo eiga

Ijungiamo kompiuterį, atidarome programos DataStudio ruošinį „Briusterio kampas“, paleidžiame aplinką laboratorinio darbo atlikimui. Be bandinio ir poliarizatoriaus (P2) (4 pav.) suderiname optinę sistemą, kalibruojame šviesos intensyvumo jutiklį.

Stalelis su šviesos jutikliu pasukamas nedideliu kampu $\sim 10^\circ$. Ant stalelio uždedamas bandinys ir nustatome tokią padėtį, kad atsispindėję spinduliai patektų į šviesos jutiklio plyšį.

Pagal DataStudio šviesos intensyvumo jutiklio matavimų duomenis **2** (5 pav.) nustatome tokią jutiklio padėtį, kur šviesos intensyvumas didžiausias. Fiksuojame kampo ir šviesos jutiklių duomenis.

Uždedamas poliarizatoriaus (P2), šviesos intensyvumo jutiklio reikšmę **2** (5 pav.) perrašome į stulpelį „Poliarizuotos šviesos intensyvumas“ **5** (5 pav.). Nuimamas poliarizatorius (P2).

Pasukame bandinį nedideliu kampu. Kartojame veiksmus aprašytus trečioje ir ketvirtoje pastraipose. Stebime programos stulpelio „Poliarizuotos šv. dalis“ **6** (5 pav.) reikšmę, kuriai mažėjant posūkio kampą mažiname, didėjant didiname.

Atverčiamas „Poliarizuotos šviesos dalies priklausomybės nuo spindulių kritimo kampo grafikas“ **5** (3 pav.). Iš kreivės minimumo vietos nustatomas Briusterio kampas φ_B . Pagal (3) ir (4) formules apskaičiuojami bandinio lūžio rodiklis bei santykinė dielektrinė skvarba.

Literatūra

Brewster's Angle: Instruction Manual and Experiment Guide for the *PASCO Scientific* models EX-9919