

## 9 darbas

### SKYSČIO LŪŽIO RODIKLIO MATAVIMAS ABĖS REFRAKTOMETRU

#### Užduotys

1. Išmatuoti įvairių koncentracijų tirpalų lūžio rodiklį,
2. Nustatyti tirpalo koncentraciją.

#### Teorija

Absolūtus lūžio rodiklis  $n_a$  yra šviesos greičio  $c$  tuštumoje (vakuume) ir fazinio šviesos greičio  $v$  terpėje dalmuo:  $n_a = c/v$ . Santykinis lūžio rodiklis  $n_s$  – šviesos greičio  $v_1$  vienoje terpėje ir šviesos greičio  $v_2$  antroje terpėje dalmuo:  $n_s = v_1/v_2$ . Ryšys tarp  $n_a$  ir  $n_s$  gaunamas toks:  $n_s = n_{a2}/n_{a1}$ . Matematinė prasme lūžio rodiklis yra spindulio kritimo į terpių sandūrą kampo  $\alpha$  sinuso ir lūžio kampo  $\beta$  sinuso dalmuo ( $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ ) ir nusakomas lūžio (Snelliaus) dėsnio:  $n_{a1} \sin \alpha = n_{a2} \sin \beta$ . Lūžio

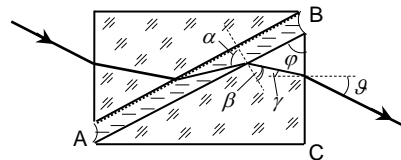
rodiklis susijęs su dielektrine  $\varepsilon$  ir magnetine  $\mu$  skverbimi išraiška:  $n = \sqrt{\varepsilon \mu}$ .

Lūžio rodiklis priklauso nuo šviesos bangos ilgio  $\lambda$  (šviesos dispersija), nuo terpės būsenos – jos temperatūros slėgio ir t.t. Anizotropinėms terpėms būdinga lūžio rodiklio priklausomybė nuo šviesos sklaidymo krypties. Sugeriančiosios terpės nusakomos kompleksiniu lūžio rodikliu.

Lūžio rodiklis dažniausiai nustatomas oro atžvilgiu geltonai natrio šviesai ( $\lambda = 589,3$  nm) esant  $20^\circ\text{C}$  temperatūrai ir 1 atm slėgiui.

Refraktometrai pagrindinai naudojami sparčiam skysčių rodiklio matavimui. Reikia nedidelio skysčio kiekio (2 – 3 lašai), kurio lūžio rodiklis yra  $1,2 \div 1,7$  ribose. Prietaisų veikimas grindžiamas optiniais reiškiniais, pasireiškiančiais šviesai sklindant pro dviejų terpių su skirtingais lūžio rodikliais sandūrą – šviesos lūžiu, visiškuoju vidaus atspindžiu ir kt.

Šviesos pluoštelis krinta į dvigubą prizmę, sudarytą iš dviejų stačiakampių prizmių (9.1 pav.), kurios pagamintos sunkiojo flinto ( $n_0 = 1,700$ ). Viršutinė prizmės paviršius AB yra matinis ir čia krintanti šviesa išsklaidoma. Ji apšviečia ploną tiriamojo skysčio sluoksnį tarpelyje AB tarp prizmių. Praėjusi skysčio sluoksnį išsklaidytoji šviesa krinta į apatinės prizmės paviršius įvairiais kampais nuo  $0$  iki  $90^\circ$ . Šviesos spindulys, kurio kritimo kampas  $\alpha$  į apatinę prizmę yra artimas



9.1 pav. Spindulių eiga pro prizmes

$90^\circ$  (šliaužiantysis spindulys), joje lūžta, nes prizmės lūžio rodiklis  $n_0$  didesnis už skysčio lūžio rodiklį  $n$ . Priešingu atveju ( $n > n_0$ ) gautųsi visiškasis vidaus atspindys nuo sandūros skystis-prizmė. Apatinėje prizmėje spindulys lūžta ribiniu kampu  $\beta$ , į paviršių AC krinta kampu  $\gamma$  ir lūžęs išeina kampu  $\mathcal{G}$ .

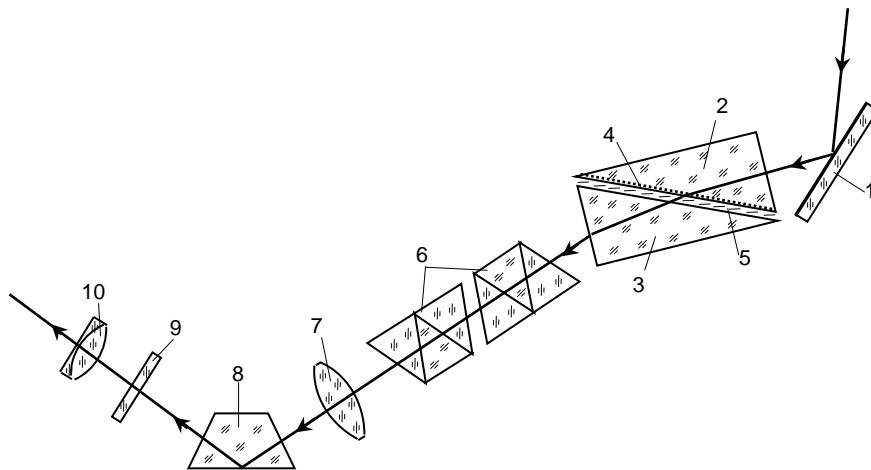
Pagal lūžio dėsnį galima užrašyti  $n = n_0 \sin \beta$  ir  $n_0 \sin \gamma = \sin \mathcal{G}$  (oro lūžio rodiklis  $n_{\text{oro}} \approx 1$ ). Kampas  $\mathcal{G}$ , kuriuo spindulys išeina iš apatinės prizmės, yra ribinis (mažiausias). Kadangi prizmės laužiamasis kampas  $\varphi = \beta + \gamma$ , tai gaunama formulė:

$$n = \sin \varphi \sqrt{n_0^2 \sin^2 \mathcal{G} - \cos \varphi \sin \mathcal{G}},$$

siejanti ieškomą lūžio rodiklį  $n$  su ribiniu išėjimo kampu  $\mathcal{G}$ . Prietaiso skalė, kuri matoma regėjimo lauke pagal šį kampą graduojama absoliutaus lūžio rodiklio vertėmis.

### Prietaiso aprašas

Abės (*Abbe*) refraktometras ИРФ-22 – vizualus optinis prietaisas, skirtas sparčiam skysčių ir kietų bandinių lūžio rodiklio matavimams. Jo optinė schema pavaizduota 9.2 pav. Atsispindėjusi nuo veidrodžio 1 šviesa krinta į apšviečiančiąją prizmę 2 su matiniu paviršiumi 4, praeina pro ploną tiriamojo skysčio sluoksnį 5; matuojančiąją prizmę 3; kompensatorius 6, kurie sudaryti iš dviejų dispersinių tiesaus



9.2 pav. Refraktometro ИРФ-22 optinė schema

matymo (Amičio) prizmių; žiūrono objektyvą 7; visiškojo vidaus atspindžio prizmę 8; plokštelę 9 su siūlelių sankirta ir pro okuliarą 10 stebimas laukas. Lūžio rodiklio skalė apšviečiama atskiru veidrodėliu ir prizmėmis projektuojama okuliario židinio

plokštumoje. Todėl matymo lauke tuo pačiu metu matoma šviesos šešėlio riba ir skalė, pagal kurią randama lūžio rodiklio vertė. Norint pamatyti ribą tarp šviesaus ir tamsaus lauko ir sutaptinti su siūlelių sankirta, prietaiso matavimo galvutę reikia sukinėti apie horizontaliąją ašį. Matuoti galima naudojant ir baltąją šviesą.

### **Tyrimas**

Ijungiamą lempą ir šviesa veidrodžiu 1 nukreipiama į skalės apšvietimo veidrodėlį bei apšviečiančiosios prizmės briauną. Pro okuliarą turi matytis ryškus apšviestas laukas su skale.

Apšviečiančioji (viršutinė) prizmė atlenkiama į šoną ir ant matuojančiosios (apatinės) prizmės poliruoto paviršiaus užlašinama 2-3 lašai tiriamojo skysčio. Apšviečiančioji prizmė gražinama į pradinę padėtį. Skystis turi vienodai užpildyti tarpą tarp prizmių. Tuo įsitikinama žiūrint pro okuliarą – laukas atrodo vienodai pilkas.

Matavimo galvutė su prizmėmis sukinėjama iki atsiranda riba tarp šviesaus ir tamsaus lauko. Ribos spalvos naikinamos sukinėjant kompensatorių.

Sukinėjant matavimo galvutę sutapdinama laukų riba su siūlelių sankirta ir pagal lūžio rodiklio skalę randama jo vertė.

Matuojama pagamintų įvairių koncentracijų tirpalų lūžio rodikliai ir brėžiamas lūžio rodiklio priklausomybės nuo koncentracijos grafikas.

Matuojama nežinomos koncentracijos tirpalo lūžio rodiklis ir iš grafiko nustatoma koncentracija.

Matuojama kelis kartus ir skaičiuojama vidutinė lūžio rodiklio vertė.