

LD19. Cukraus koncentracijos vandeniniame tirpale nustatymas naudojant refraktometrą

Darbo tikslas

Įvertinti rankinio refraktometro panaudojimo, nustatant nežinomo cukraus tirpalo koncentraciją, galimybes.

Užduotys

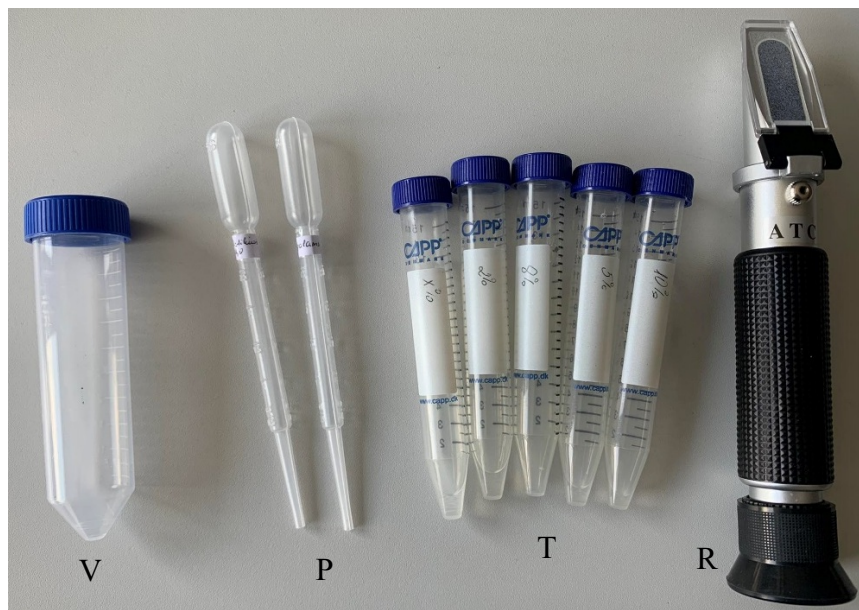
1. Ištirti vandeninio cukraus tirpalo lūžio rodiklio priklausomybę nuo tirpalo koncentracijos.
2. Nustatyti pateikto tirpalo nežinomą koncentraciją.

Teorinės temos

1. Šviesos lūžis (Snelio dėsnis)
2. Lūžio rodiklis
3. Refraktometrai (tipai, veikimo principas)

Darbo priemonės ir prietaisai

Refraktometras (R), distiliuotas vanduo (V), skirtingų (2%, 5%, 8%, 10%, 15%) ir nežinomos koncentracijos cukraus tirplai (T), pipetės (P).

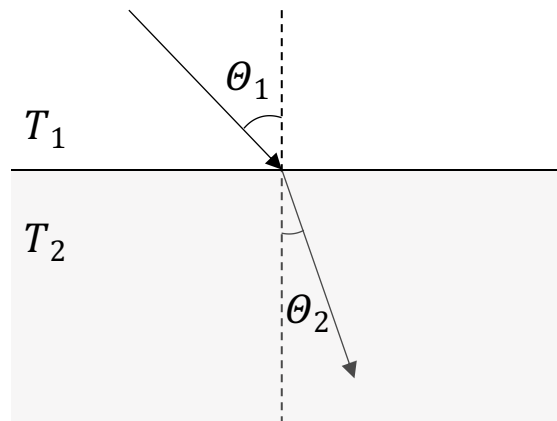


1 pav. Darbo priemonės

Tyrimo metodika

Refraktometrai – prietaisai, skirti įvairių medžiagų lūžio rodiklių nustatymui. Šie prietaisai yra naudojami medžiagų identifikavimui ar nustatant jų koncentracijas tirpaluose. Šių prietaisų privalumas yra tas, kad juos naudojant užtenka nedidelio tiriamosios medžiagos (tirpalo) kiekio - reikia tik kelių lašų. Dėl to šis metodas yra naudojamas maisto, cheminėje pramonėje, agrokultūroje.

Refraktometro veikimo principas yra paremtas šviesos lūžio reiškiniu. Šviesai sklindant iš vienos terpės į kitą, dėl skirtingos medžiagų sąveikos su šviesa pasikeičia šviesos sklidimo greitis bei kryptis (žr. 2 pav.). Medžiagos lūžio rodiklis gali būti nustatomas matuojant šviesos spindulių pluošteliu lūžio kampą, kolimuotam pluošteliui sklindant iš vienos terpės į kitą.



2 pav. Šviesos lūžio dviejų terpių riboje schema.

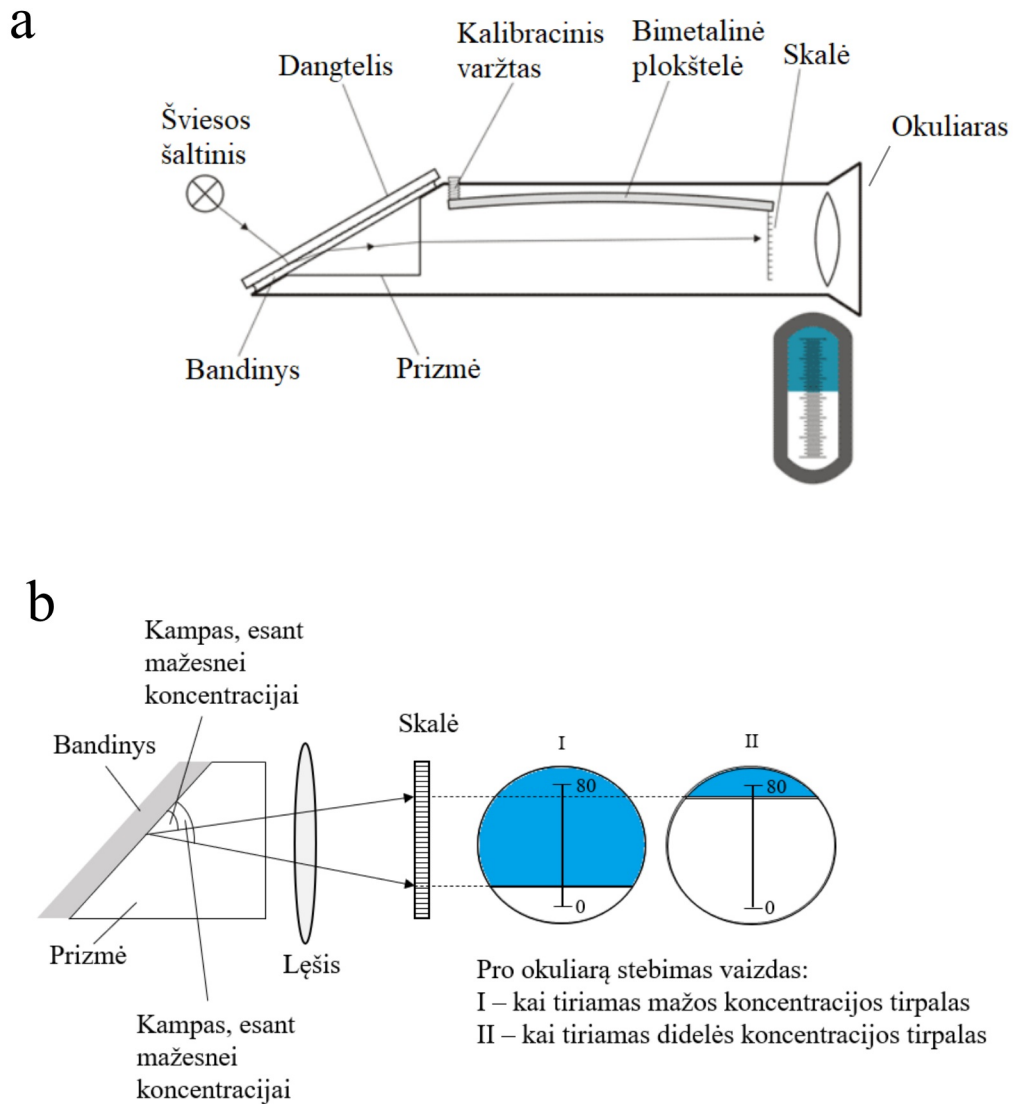
Dviejų terpių lūžio rodiklių ir spindulio kritimo bei lūžio kampų sąryšis aprašomas Snelio dėsnio:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}, \quad (1)$$

čia v_1 – šviesos sklidimo greitis optiškai retesnėje terpėje T_1 (terpės, kurios lūžio rodiklis mažesnis), v_2 – šviesos greitis optiškai tankesnėje terpėje T_2 , n_1 ir n_2 – atitinkamai lūžio rodikliai terpėse T_1 ir T_2 , θ_1 bei θ_2 – šviesos kritimo ir lūžio kampai atitinkamai (2 pav.).

Iš (1) lygties matome, kad šviesos lūžio kampas, kurį matuojame refraktometru, priklauso nuo ieškomo dydžio - medžiagos lūžio rodiklio. Pastarasis priklauso nuo medžiagos koncentracijos tirpale, todėl remiantis nustatytais lūžio rodiklių vertėmis galima nustatyti ir paties tirpalo koncentraciją.

Šiame darbe naudojamas rankinis refraktometras, kurio schema pateikiama 3 pav.



3 pav. a) Rankinio refraktometro schema b) spindulių eiga rankiniame refraktometre
Adaptuota pagal [1, 2].

Viename refraktometro gale yra įmontuota prizmė, kurios lūžio rodiklis yra didesnis nei tiriamojo bandinio. Tiriant skysčius, ant šios prizmės lašinamas tiriamasis bandinys ir prispaudžiamas dangteliu. Dangtelis yra skaidrus, ir pro jį iš aplinkos patekusi šviesa

apšviečia bandinį. Spinduliuotė sklinda bandiniu ir pasiekusi terpes (bandinį bei prizmę) skiriančių paviršių ribą pakeičia sklidimo kryptį – vyksta šviesos lūžis. Spindulių pluoštelis lęšiu sufokusuojamas į nedidelę vidinę skalę, kuri stebima pro okuliarą. Rankinių refraktometrų skalės gali būti graduojamos naudojant *Brix* (cukraus ar alkoholio koncentracijų) skalę, procentines alkoholio, cukraus, druskos koncentracijų ar kitas vertes.

Žinoma, kad medžiagų lūžio rodiklis priklauso nuo jų tankio. Todėl lūžio rodiklio vertės kinta priklausomai ir nuo temperatūros. Lūžio rodiklio n priklausomybė nuo temperatūros gali būti išreikšta:

$$n(T) = n(T_0) + \alpha_T(T - T_0), \quad (2)$$

čia T_0 temperatūra, ties kuria yra nustatytas žinomas lūžio rodiklis $n(T_0)$, α_T – tirpalo lūžio rodiklio temperatūrinis koeficientas. Šio koeficiento vertės kinta priklausomai nuo medžiagos. Skysčiams, kurių lūžio rodiklis n mažesnis už 1,6 temperatūrinio lūžio rodiklio koeficiento vertės tipiška vyrauja nuo -0,0003 iki 0,0004 ir apytikriai -0,0007, kai lūžio rodiklis yra daugiau už 1,63.

Siekiant kompensuoti temperatūros įtaką lūžio rodiklio verčių nustatymui, refraktometre yra įmontuota bimetalinė plokštelė, kuri pasikeitus temperatūrai išsilenkia ir taip paslenka prie jos pritvirtintą skalę. Refraktometrai taip pat yra kalibruojami siekiant eliminuoti temperatūros pokyčio įtaką. Tai atliekama naudojant distiliuotą vandenį ir sukant įmontuotą kalibracinį varžtą (3 pav. a).

Pasiruošimas laboratorinio darbo atlikimui. Prašome dirbti su pirštinėmis.

Paruošiamos darbo priemonės: skirtingų koncentracijų cukraus tirpalai bei distiliuotas vanduo (1 pav.). Distiliuotas vanduo naudojamas prizmės valymui - jame nėra ištirpusių druskų, kurios gali nusėsti ant prizmės paviršiaus ir daryti įtaką matavimų tikslumui.

Cukraus tirpalams ir distiliuotam vandeniui skirtos atskiros pipetės (jos pažymėtos etiketėmis). Labai svarbu pipetėlių nesusipainioti!

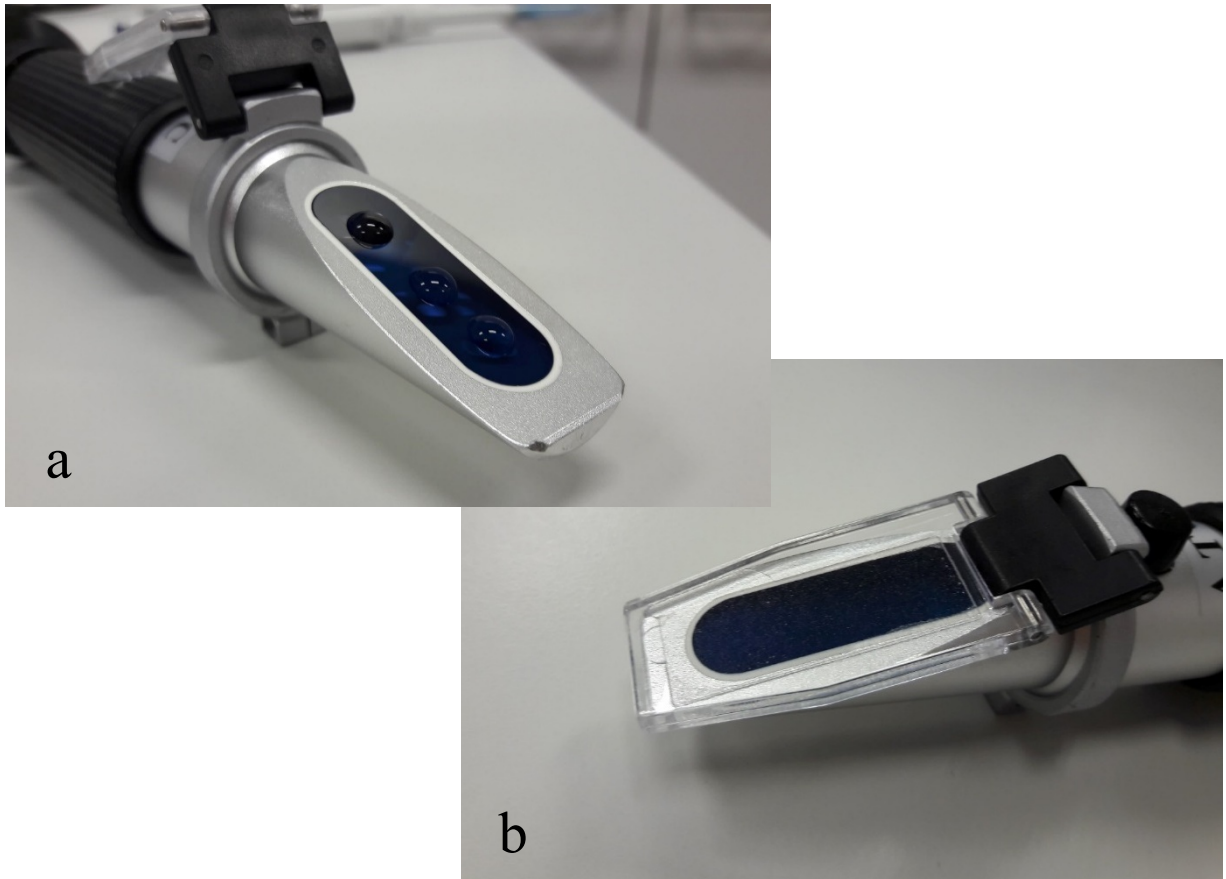
Šiame laboratoriniame darbe naudojamas refraktometras (4 pav.) kurio skalė yra sugraduota alkoholio koncentracijos nustatymui (skalės rodmenys atitinka alkoholio koncentraciją procentais), tačiau remiantis matavimų rezultatais galima nustatyti ir nežinomą cukraus koncentraciją tirpale. Yra žinoma, jog tirpalo lūžio rodiklis priklauso nuo ištirpusios medžiagos kiekio tirpiklyje, tad turint skirtingų koncentracijų tirpalus galima nubraižyti kalibracinę kreivę – skalės rodmenų priklausomybę nuo tirpalo koncentracijos. Nustačius nežinomos koncentracijos tirpalo skalės rodmenis, iš kalibracinės kreivės galima rasti ieškomą tirpalo koncentraciją.



4 pav. Tyrimui naudojamas refraktometras.

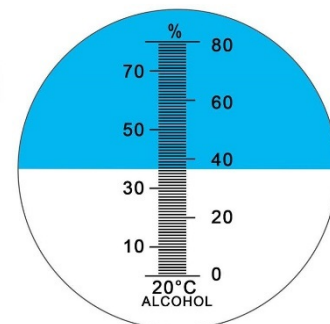
Darbo eiga

1. Sufokusuojama skalė. Refraktometras laikomas horizontalioje padėtyje ir žiūrima pro okuliario akutę. Žiūrint pro akutę sukamas ant okuliario esantis fokusavimo žiedas tol, kol stebimas skalės vaizdas tampa ryškiausias.
2. Nuvalomas prizmės paviršius. Atidarius skaidrų dangtelį, popierinė servetėlė sudrėkinama distiliuotu vandeniu ir švariai nuvalomas prizmės paviršius. Valymui naudojamos švelnios popierinės servetėlės tam, kad nebūtų pažeistas prizmės paviršius.
3. Ant prizmės paviršiaus užlašinami 2-3 lašai tiriamojo tirpalo (5 pav., a) ir atsargiai uždengiamas skaidrus dangtelis taip, kad esantis skystis ant prizmės pasiskirstytų tolygiu sluoksniu (5 pav., b). Svarbu, kad nebūtų oro burbulų!



5 pav. a) refraktometro prizmė tirpalo lašinimui, b) refraktometro prizmė su uždengtu langeliu

4. Prietaisas laikomas horizontalioje padėtyje ir palaukiama apie 30 sekundžių, kad tiriamojo bandinio ir kambario temperatūra susilygintu. Tokiu atveju gaunami tikslesni rezultatai.
5. Duomenų nuskaitymas. Refraktometras laikomas horizontalioje padėtyje, žiūrima pro okuliario akutę. Skalėje stebimi du laukai – mėlynos ir baltos spalvos (6 pav.). Reikia nustatyti, ties kuria skalės padalų vertė yra riba tarp mėlyno ir balto laukų – ši skaitinė vertė ir įrašoma į matavimo duomenų lentelę.



6 pav. Skalės pavyzdys [3].

1 lentelė. Matavimų rezultatai.

Tiriamasis tirpalas	Cukraus koncentracija tirpale (C, %)	Nustatyta skalės vertė (n, %V/V)
Nr. 1		
Nr. 2		
Nr. 3		
Nr. 4		
Nr. 5		
Tirpalas x		

6. Distiliuotu vandeniu sudrėkinta popierine servetėle nuvaloma prizmė ir pakartojami darbo eigos 4–6 punktai įvairių koncentracijų tirpalų bei nežinomos koncentracijos tirpalo atveju.
7. Nubraižoma kalibracinė kreivė $n = f(c)$.
8. Naudojantis nubraižyta kalibracine kreive, nustatoma tiriamojo tirpalo koncentracija.

Literatūros šaltiniai:

- [1] <http://www.refractometer.pl/hand-held-refractometer>
- [2] <https://www.dlswb.rmit.edu.au/Toolbox/Laboratory/laboratory/personalstudy/PS-Refractometers.htm>
- [3] https://www.varle.lt/dovanos-vyno-reikmenys/refraktometras-alkoholio-stiprumui-matuoti--14400052.html?utm_medium=referral&utm_source=kaina24.lt