

Одређивање индекса преламања светлости-рефрактометрија

Проф.др Радослава Савић Радовановић¹, МА Теодора Савић²

¹ Факултет ветеринарске медицине, Универзитет у Београду, Србија,
orcid: 0000-0002-2419-5936

² Euronews, Србија,

DOI: <https://doi.org/10.46793/Osvetljenje25.59SR>

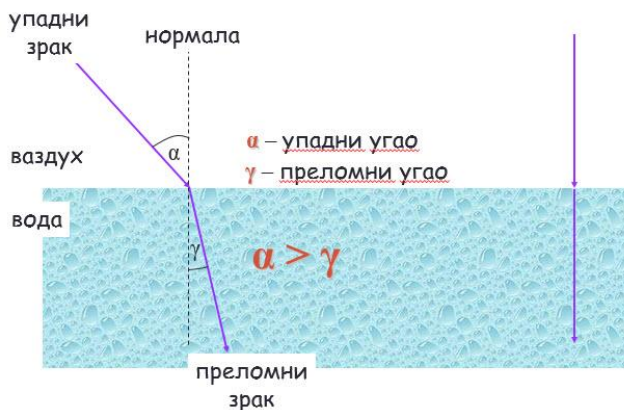
Кратак садржај

При преласку светлости из средине мање у средину веће оптичке густине долази до преламања и та појава се назива рефракција. Као мерило преламања светлости користи се коефицијент рефракције, који представља однос синуса упадног и угла преламања. Индекс рефракције млека је већи од индекса рефракције воде. На индекс рефракције утичу састојци млека који се налазе у правом раствору (лактоза и део минералних материја). Одређује се у млечном серуму и користи се за утврђивање да ли је млеко фалсификовано додавањем воде. У пракси се најчешће користи рефрактометар по Абеу и резултат се изражава у посебним јединицама тј. степенима. Степен рефракције млека нормалног хемијског састава просечно износи 39, а креће се од 38 до 42 степени.

Кључне речи: млеко, светлост, рефракција, додата вода.

Увод

Густина провидне супстанце се зове оптичка густина. Брзина простирања светлости у некој оптичкој средини зависи од густине те средине и различита је у различитим срединама. Ако је оптичка густина средине већа брзина светлости у њој је мања и обрнуто. Појава да приликом преласка светлосног зрака из једне у другу средину на граничној површини која раздваја те две средине долази до промене правца простирања светлосних зрака се назива преламање светлости. Као најчешћи пример за преламање на граничним површинама између две средине различитих оптичких густина је при преласку светлости из ваздуха у воду. Светлосни зрак који косо пада на мирну површину воде скреће са свог правца при преласку у воду – прелама се. Када светлосни зрак прелази из оптички ређе у гушћу средину, упадни угао је већи од преломног угла – зрак скреће ка нормали (Слика 1).



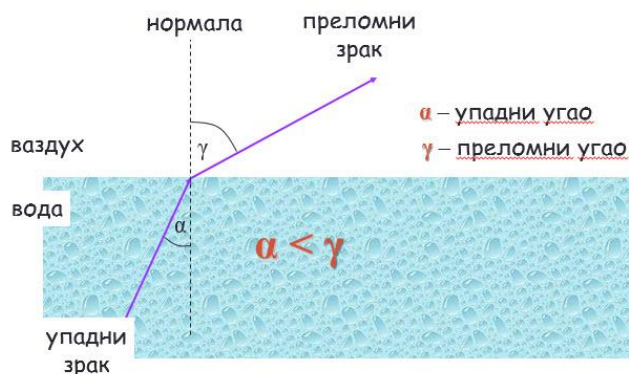
Слика 1. Преламање светлости при преласку из ваздуха у воду

Ако светлосни зрак пада нормално на граничну површину не скреће.



Када светлосни зрак прелази из оптички ређе у гушћу средину, упадни угао је већи од преломног угла– зрак скреће ка нормали (Слика 1).

Насупрот првој појави, када светлосни зрак прелази из оптички гушће у ређу средину, упадни угао је мањи од преломног угла– зрак скреће од нормале (Слика 2).



Слика 2. Преламање светлости при преласку из воде у ваздух

Према Залону преламања светлости:

- упадни зрак, нормала и преломни зрак леже у истој равни
- синуси упадног и преломног угла односе се као брзине светлости у тим срединама

У физици су познате две величине: апсолутни и релативни индекс преламања.

Према дефиницији апсолутни индекс преламања неке средине представља однос брзине светлости у вакууму и у некој датој оптичкој средини. Означава се малим словом n . Једнак је количнику брзине светлости у вакууму и брзине светлости у некој датој средини.

$$n = c_0/c$$

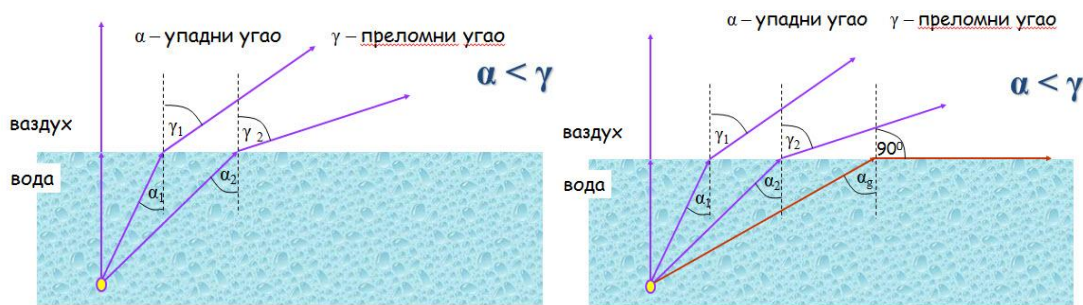
c_0 – брзина светлости у вакууму

c – брзина светлости у ваздуху

средина	вода	лед	алкохол	стакло	кварц	дијамант
n	1,33	1,31	1,36	1,50	1,54	2,42

Релативн индекс преламања представља однос брзина светлости у првој средини и брзина светлости у другој средини где су n_1 и n_2 – апсолутни индекси преламања за прву односно другу средину

Тотална рефлексија је оптичка појава која се јавља кад светлосни зрак долази из оптички гушће средине, а чији је упадни угао већи од граничног угла (одбија се као од равног огледала). Код ове појаве преломни угао је већи од упадног угла- зрак скреће од нормале (Слика 3 и 4).



Слика 3 и 4. Тотална рефлексија

Значај рефрактометрије у хигијени и технологији млека

Рефрактометрија обухвата методе мерења у којима се врши одређивање индекса преламања неке материје или индекса рефракције. Значај се огледа у методи за утврђивање да ли је млеко фалсификовано додавањем воде. Раније се цена млека приликом откупа одређивала на основу количине млека и тада се много више прибегавало фалсификовању млека додавањем воде. Међутим, како су данас на располагању различите методе за утврђивање фалсификовања млека водом као што су одређивање рефракције млечног серума, тачке мржњења и густине учесталост фалсификовања је искључена.

Рефракција се одређује у млечном серуму и зависи од састојака млека, који се налазе у правом раствору, а то су лактоза и део минералних материја чија се концентрација у млеку креће у уским границама. тј. константна је. Просечна вредност за рефракцију млечног серума износи 39, а креће се од 38 до 42. То је број, који се исказује у степенима и одређује се при температури од 17,5°C. Када се у млеко дода вода смањује се концентрација лактозе и минералних материја што има за последицу смањење броја рефракције млечног серума.

Ова метода је веома осетљива и не само да се може квалитативно утврдити да ли је млеко фалсификовано додавањем воде, већ се може и квантитавно утврдити тачна количина додате воде у испитујућем узорку млека.

За одређивање рефракције потребан је млечни серум и призма рефрактометра (Слика 5 и 6).



Слика 5 и 6. Призма рефрактометра за одређивање рефракције млечног серума

Метода се изводи тако што се у већу епрувету са гуменим запушачем кроз који пролази стаклена цевчица, како би се омогућило кондензовање воде на зидовима епрувете сипа 30 ml млека и 0,25 ml CaCl_2 , хомогенизује се и стави 15 минута у водено купатило, које кључа на 100 °C. Ниво воде у воденом купатилу мора да буде изнад нивоа садржаја у



епрувети како би се равномерно загревало. По истеку времена, епрувета се расхлади под млазом хладне воде. После загревања млеко се згруша и издвоји се млечни серум, после отварања епрувете се стакленим штапићем одвоји и садржај се профилирају кроз филтер папир. Добијени серум треба да буде бистар и ставља се у чашицу рефрактометра или на призму у зависности од врсте рефрактометра. Кроз окулар се подешава да се светло и тамно поље секу и на скали се читава број (Слика 7). Очитана вредност се означава са R што представља вредност за рефрактометарски број (рефракцију млечног серума) испитаног узорка. Мутан серум може да буде последица неравномерног загревања у воденом купатилу или ако млеко није свеже.



Слика 7. Очитавање резултата

Додата вода у млеко се може квантитативно одредити помоћу следећег обрасца:

$$\% \text{додате воде} = \frac{(39 - R) \times 100}{14}$$

Где је:

R -очитана вредност за рефрактометријски број

30- средња вредност рефрактометарског броја за млеко нормалног хемијског састава

24- разлика рефрактометарског броја млека и воде ($39-15=14$)

Када се млеко концентрује повежава се рефрактометарски број, па се одређивање индекса рефракције у индустрији млека користи и за одређивање степена згушњавања млека (Катић и Булајић, 2018).

Закључак

Одређивања индекса преламања светлости има примену у методи одређивања рефрактометрије млечног серума у циљу утврђивања да ли је млеко фалсификовано додавањем воде. То је лако доступна и прецизна метода закоју је потребно имати млечни серум и призму рефрактометра. Не само да се може квалитативно одредити присуство воде, већ се може квантитативно и тачно одредити у ком проценту је додата вода.

Напомена: "Рад је подржан средствима Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије (Уговор број 451-03-136/2025-03/200143)."



Литература

1. Катић Вера, 2017, Практикум из хигијене млека, Ветеринарска комора Србије
 2. Катић Вера и Булајић Снежана, 2018, Хигијена и технологија млека, Научна књига КМД, Београд
 3. Миљковић Вишеслава и Вера Катић, 1989, Приручник лабораторијских анализа и производа од млека, Ветеринарски факултет, Београд.
- Слика 1,2,3 и 4.
<https://fizis.rs/%D0%B3%D0%B8%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D1%98%D0%B0/iii%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%B4/%D0%B3%D0%B5%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%98%D1%81%D0%BA%D0%B0-%D0%BE%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0/prelamanje-svetlosti/>
- Слика 5. <https://agro24.rs/shop/stala/oprema-za-telad-junad-i-krave/ostala-oprema-2/refraktometar-kolostrum-metar/>
- Слика 6. <https://www.halooglas.com/poljoprivreda/rucni-poljoprivredni-alati/refraktometar-za-mleko-rhm-612atc-0-20-novo/5425626784041>
- Слика 7. <https://www.halooglas.com/poljoprivreda/rucni-poljoprivredni-alati/refraktometar-za-mleko-rhm-612atc-0-20-novo/5425626784041>

Determination of the refractive index of light - refractometry

Radoslava Savić Radovanović¹ and Teodora Savić²

¹ Faculty of Veterinary Medicine, University of Belgrade, Serbia
orcid: 0000-0002-2419-5936

² Euronews, Serbia

Abstract

The refraction occurs when the light passes from a medium of lower to a medium of higher optical density and this phenomenon is called refraction. The refractive index is used as a measure of light refraction, which is the ratio of the sinus of the incident angle to the angle of refraction. The refractive index of milk is higher than the refractive index of water. The refractive index depends on the components of milk that are in the normal solution (lactose and some mineral substances). It should be eyamines in milk serum and iused to determine whether milk is adulterated by adding water. In practice, the most commonly used refractometer is the refractometer by Abe and the result is expressed in special units, i.e. degrees. The refractive index of milk of normal chemical composition is on average 39, and ranges from 38 to 42 degrees.

Key words: milk, light, refractometry, addition of water

