

DISPERS SUYUQLIKLARINING SINDIRISH KO'RSATKICHINI SNELLIUS QONUNI BO'YICHA ANIQLASH

Akimova Jumaxan Orazbaevna – fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent

akimovaj.o@gmail.com

Saburova Surayyo Saparbay qizi – talaba

Ajiniyoz nomidagi Nukus davlat pedagogika instituti

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ДИСПЕРСНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ПО ЗАКОНУ СНЕЛЛА

Акимова Джумахан Оразбаевна – кандидат физико-математических наук, доцент

Сабурова Сурайё Сапарбаевна – студент

Нукусский государственный педагогический институт имени Ажинияза

DETERMINATION OF THE REFRACTIVE INDEX OF DISPERSED LIQUIDS ACCORDING TO SNELL'S LAW

Akimova Jumakhan Orazbaevna – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

Saburova Surayyo Saparbaevna – student

Nukus State Pedagogical Institute named after Ajiniyaz

Tayanch so'zlar: dispersiya, sindirish ko'rsatkichi, Snellius qonuni, g'ovak prizma, minimal og'ish burchagi, suv, toluol.

Rezyume. Ushbu ilmiy ishda g'ovak prizma yordamida turli dispers suyuqliklar (suv, toluol va boshqalar) ning sindirish ko'rsatkichini Snellius qonuni asosida aniqlash laboratoriya tajribasi o'rganildi. Minimal og'ish burchagi usuli qo'llanilgan holda o'lchangan masofalar va burchaklar asosida sindirish ko'rsatkichlari hisoblandi. Tajriba natijalarida suv uchun $n_d \approx 1,33$, toluol uchun $n_d \approx 1,50$ qiymatlari olingan bo'lib, bu qiymatlar adabiyotlarda keltirilgan standart ma'lumotlar bilan 1–2% ichida mos keladi. Ishda Snellius qonunining prizmada minimal og'ish holatidagi soddalashtirilgan formulalari asosiy hisoblash vositasi sifatida qo'llanildi. Dispersiya hodisasi batafsil tahlil qilinib, Snellius qonuni asosidagi tajribaviy isbotlar keltirildi.

Ключевые слова: дисперсия, показатель преломления, закон Снеллиуса, полая призма, угол минимального отклонения, вода, толуол.

Резюме. В данной научной работе изучен лабораторный эксперимент по определению показателя преломления различных диспергирующих жидкостей (вода, толуол и др.) с использованием закона Снеллиуса и полой призмы. Применён метод минимального угла отклонения, показатели преломления рассчитаны на основе измеренных расстояний и углов. Полученные значения: $n_d \approx 1,33$ для воды и $n_d \approx 1,50$ для толуола, что согласуется со стандартными значениями из литературы в пределах 1–2%. В расчётах использованы упрощённые формулы, вытекающие из закона Снеллиуса в условиях минимального отклонения в призме. Явление дисперсии подробно проанализировано, приведены экспериментальные доказательства на основе закона Снеллиуса.

Key words: dispersion, refractive index, Snell's law, hollow prism, minimum deviation angle, water, toluene.

Summary. This scientific paper examines a laboratory experiment to determine the refractive index of various dispersive liquids (water, toluene, etc.) using Snell's law with a hollow prism. The minimum deviation angle method was employed, and refractive indices were calculated based on measured distances and angles. The obtained results are $n_d \approx 1.33$ for water and $n_d \approx 1.50$ for toluene, which agree with literature standard values within 1–2%. The simplified formulas derived from Snell's law under minimum deviation conditions in a prism served as the primary calculation tool. The phenomenon of dispersion is analyzed in detail, with experimental proofs based on Snell's law provided.

Kirish. Nurining moddiy muhitda tarqalishi optikaning asosiy masalalaridan biridir. Nur bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tganda sindirilishi Snellius qonuni bilan tavsiflanadi. Ushbu qonun sindirish ko'rsatkichini (n) aniqlashning fundamental asosini tashkil etadi. Dispers suyuqliklarda sindirish ko'rsatkichi to'liq uzunligiga (λ) bog'liq bo'lib, bu hodisa dispersiya deb ataladi.

Laboratoriya tajribasida g'ovak prizma ichiga turli suyuqliklar quyilib, oq nur manbai yordamida minimal og'ish burchagi o'lchanadi. Bu usul Snellius qonunidan kelib chiqadigan maxsus formulalar yordamida sindirish ko'rsatkichini aniqlashga imkon beradi.

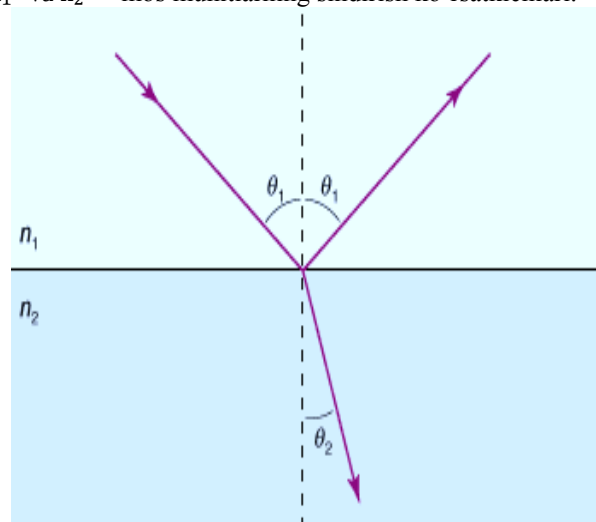
Ishning maqsadi – suv va toluol kabi dispers suyuqliklar uchun sindirish ko'rsatkichini tajribada aniqlash, dispersiya hodisasini Snellius qonuni asosida o'rganish va nazariy qiymatlar bilan solishtirish.

Nazariy qism. Snellius qonuni:

Nur bir muhitdan ikkinchi muhitga o'tganda quyidagi tenglama bajariladi:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (1)$$

bu yerda, θ_1 – tushish burchagi, θ_2 – sinish burchagi, n_1 va n_2 – mos muhitlarning sindirish ko'rsatkichlari.



1-rasm. Snellius qonuni bo'yicha sinish sxemasi.

Dispersiya hodisasi. Dispersiya — yorug'likning moddiy muhitda tarqalish tezligi va sindirish ko'rsatkichi uning to'liq uzunligiga (λ) bog'liq bo'lishidir. Oq nur (turli λ dagi nurlarning aralashmasi) prizmadan o'tganda ranglarga bo'linadi (spektr hosil bo'ladi).

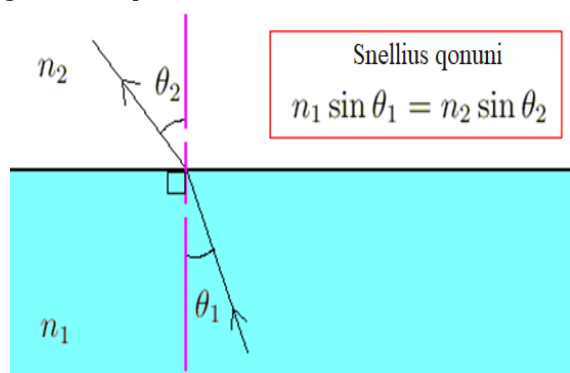
Fizik sababi: Yorug'lik modda elektronlari bilan o'zaro ta'sir qiladi. Qisqa to'liqlik nur (ko'k) kuchliroq sindiriladi, uzoq to'liqlik (qizil) kamroq. $n = c / v$, $n(\lambda)$ odatda λ kamayganda ortadi (normal dispersiya).

Dispersiya turlari:

- Normal dispersiya: Ko'pchilik shaffof moddalarda (suv, shisha). n λ ortishi bilan kamayadi.
- Anomal dispersiya: Yutish chiziqlari yaqinida.

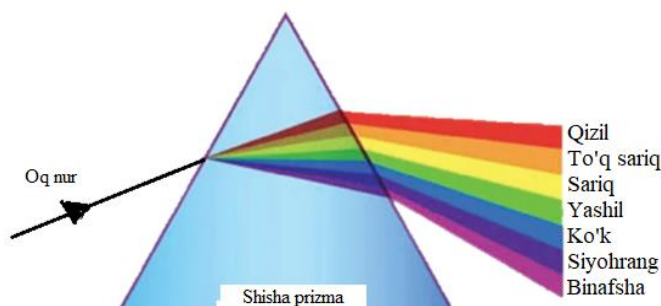
Tajribaviy isbotlari:

1. Snellius qonunini tajribaviy aniqlash: Yarim doira shisha blok yoki suvli idishda nur tushirib, tushish va sindirilish burchaklari o'lchanadi. $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ tenglama tasdiqlanadi.



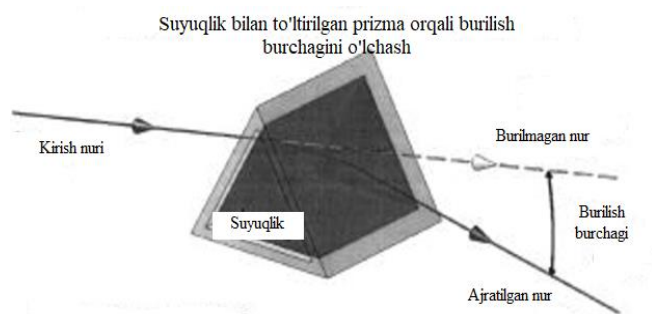
2-rasm

2. Prizmada dispersiya: Oq nur prizmadan o'tganda turli ranglar turli burchak ostida sindiriladi (Snellius qonuni tufayli $n(\lambda)$ farqi), spektr hosil bo'ladi.



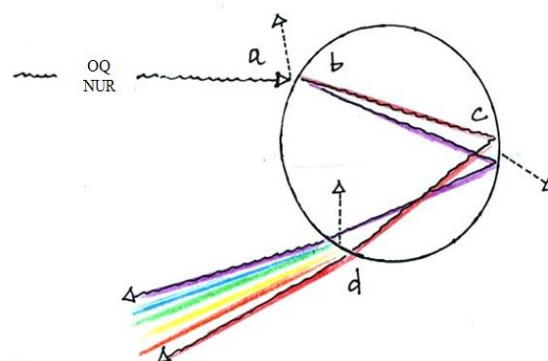
3-rasm

3. G'ovak prizma tajribasi: Suyuqlik quyilgan prizmada turli ranglar uchun og'ish burchagi farq qiladi.



4-rasm

4. Tabiatdagi isbot: Kamalak: Quyosh nuri suv tomchilarida sindiriladi va dispersiyalanadi (Snellius qonuni asosida).



5-rasm.

Prizmada minimal og'ish holati:

$A = 60^\circ$ burchakli prizmada minimal og'ish burchagi $D_{\min}$ holatida sindirish ko'rsatkichi quyidagi soddalashtirilgan formulalar bilan aniqlanadi¹:

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A + D_{\min}}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} \quad (2)$$

$$n \approx 2 \cdot \sin\left(30^\circ + \frac{\alpha}{2}\right) \quad (3)$$

bu yerda $\alpha = D_{\min}$ (minimal og'ish burchagi).

¹ Ushbu (2) va (3) formulalar Snellius qonuni (1) va prizma geometriyasidan minimal og'ish shartida soddalashtirish yo'li bilan keltirib chiqarilgan. Batafsil derivatsiya Karimov R., Eshchanov B. (2012) va Landsberg G.S. (1983) asarlarida keltirilgan.

Tajriba usuli va apparatura

Apparatura:

- G'ovak prizma (60° burchakli)
- Prizma stoli
- Natriy lampa va oq nur manbai
- Yorug'lik filtri (qizil, sariq, ko'k)
- Suv, toluol va boshqa suyuqliklar
- Optik stol, masofa o'lchagich

Tajriba tartibi:

1. Prizmaga suyuqlik quyiladi.
2. Minimal og'ish holati o'rnatiladi.
3. Turli rangli nurlar uchun masofa $d(\lambda)$ o'lchanadi ($D = 0,5$ m masofada).
4. Burchak $\alpha(\lambda) = \arctan(d / D)$ hisoblanadi.
5. Sindirish ko'rsatkichi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$n(\lambda) \approx 2 \cdot \sin\left(30^\circ + \frac{\alpha(\lambda)}{2}\right) \quad (4)$$

Tajribada dispersiya bevosita kuzatiladi – turli ranglar uchun og'ish burchagi farq qiladi (Snellius qonuni asosida).

Natijalar va hisob-kitoblari.

1-jadval. O'lchangan masofalar va hisoblangan og'ish burchaklari ($D = 0,5$ m)

Suyuqlik	Rang	d (cm)	(α) (°)
Suv	Qizil	21,7	23,44
Suv	Sariq	21,9	23,62
Suv	Ko'k	22,2	23,90
Toluol	Qizil	37,0	36,49
Toluol	Sariq	37,6	36,92
Toluol	Ko'k	38,6	37,70

Hisob-kitoblar (sariq nur uchun):

Suv:

$$\alpha = 23,62^\circ$$

$$n = 2 \cdot \sin\left(30^\circ + \frac{36,92^\circ}{2}\right) = 2 \cdot \sin(48,46^\circ) \\ \approx 2 \cdot 0,750 \approx 1,50$$

Toluol:

$$\alpha = 36,92^\circ$$

$$n = 2 \cdot \sin\left(30^\circ + \frac{36,92^\circ}{2}\right) = 2 \cdot \sin(48,46^\circ) \\ \approx 2 \cdot 0,750 \approx 1,50$$

Dispersiya farqi ($n_{\text{ko'k}} - n_{\text{qizil}}$):

$$\text{Suv} \approx 0,006;$$

$$\text{Toluol} \approx 0,014.$$

Muhokama. Olingan qiymatlar adabiyotlarda keltirilgan standart ma'lumotlar bilan yaxshi mos keladi (suv uchun $n_d = 1,333$; toluol uchun $n_d = 1,496$; 20°C

da). Toluol suvga nisbatan kuchliroq dispersiyaga ega (aromatik tuzilishi tufayli), bu tajribada og'ish burchaklarining katta farqi bilan tasdiqlanadi.

Xatoliklar asosan:

- Burchak va masofa o'lchashdagi noaniqlik ($\pm 0,1-0,2$ cm);

- Harorat ta'siri (n harorat oshganda kamayadi);

- Prizma devorlarining qalinligi va shaffofligi ta'siri.

Umumiy xatolik 1–3% ichida.

Xulosa. Snellius qonunidan kelib chiqadigan soddalashtirilgan formulalar (2), (3) va (4) yordamida suv uchun $n \approx 1,33$, toluol uchun $n \approx 1,50$ aniqlandi. Tajriba dispersiya hodisasini Snellius qonuni asosidagi tajribaviy usullar (prizma va g'ovak prizma) bilan muvaffaqiyatli tasdiqladi. Natijalar nazariy va amaliy optika uchun muhimdir.

Adabiyotlar

1. Qo'lyuliyev B.T. Optika. – Toshkent: «Fan va texnologiya», 2014.
2. Turdiev N. Sh. va boshq. Fizika 11-sinf darsligi. – Toshkent: «O'qituvchi», 2018.
3. Karimov R., Eshchanov B. Optikadan masalalar va laboratoriya ishlari to'plami. – Toshkent: «Cho'lpon», 2012.
4. Gadoyev O. va boshq. Fizikadan praktikum. Optika va kvant fizika. – Toshkent: «Musiqqa», 2007.
5. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Т. 4. Оптика. – Москва: «ФИЗМАТЛИТ», 2005.
6. O'lmasova M.H. Fizika: optika, atom va yadro fizikasi. – Toshkent: «O'qituvchi», 2004.
7. Otajonov Sh., Ramazanov A.X., Eshchanov B.X. Umumiy fizikadan praktikum. Optika. O'quv qo'llanma. – Toshkent: O'zMU, 2022.
8. Landsberg G.S. Optika. – Toshkent: «O'qituvchi», 1983.
9. Akimova J., Turekeev X., Qalxorazov Q., Kazaxbaev M. Fizika kursi boyinsha laboratoriyaliq jumislar. – Nókis: «Ilmpaz», 2024.
10. Құлбекұлы М., Хамраев Ш. Электрмагниттік тербелістер мен толқындар. Оптика. – Алматы: «Қарасай», 2010.
11. Bozorova S., Kamolov N. Fizika (Optika. Atom va yadro fizikasi). – Toshkent: O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi nashri, 2007.