ASETONNING KO'RINADIGAN VA INFRAQIZIL SPEKTRAL SOHALARDAGI NOCHIZIQLI YUTILISH XUSUSIYATLARINI QIYOSIY TAHLIL QILISH

Ulashov Jaloliddin Ergash o'g'li
Chirchiq davlat pedagogika unversiteti
Tabiiy fanlar kafedrasi Fizika va astronomiya o'qitish metodikasi magistranti
E-mail:ulashevjaloliddin@gmail.com
http://orcid.org/0009-0004-7774-6190

Annotatsiya: *Ushbu maqolada asetonning ko'rinadigan va infraqizil spektral sohalardagi nochiziqli yutilish xususiyatlari qiyosiy tahlil qilinadi. Tadqiqotda aseton molekulasining optik nurlanish bilan o'zaro ta'siri, yutilish jarayonlarining spektral xususiyatlari hamda nurlanish intensivligiga bog'liqligi o'rganiladi. Shuningdek, ikki spektral sohadagi nochiziqli optik hodisalarning fizik mexanizmlari yoritiladi.*

Kalit so'zlar: *aseton, nochiziqli yutilish, infraqizil spektr, ko'rinadigan spektr, optik nurlanish, spektral tahlil.*

METHODOLOGICAL MECHANISMS FOR DEVELOPING MORPHOLOGICAL THINKING IN PRIMARY SCHOOL STUDENTS

Abstract: *This article presents a comparative analysis of the nonlinear absorption properties of acetone in the visible and infrared spectral regions. The study examines the interaction of acetone molecules with optical radiation, the spectral characteristics of absorption processes, and their dependence on radiation intensity. It also discusses the physical mechanisms of nonlinear optical phenomena observed in both spectral regions.*

Keywords: *acetone, nonlinear absorption, infrared spectrum, visible spectrum, optical radiation, spectral analysis.*

МЕТОДИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У УЧАЩИХСЯ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ

Аннотация: *В данной статье проводится сравнительный анализ характеристик нелинейного поглощения ацетона в видимой и инфракрасной спектральных областях. В исследовании рассматриваются взаимодействие молекул ацетона с оптическим излучением, спектральные характеристики процессов поглощения и их зависимость от*

интенсивности излучения. Также освещаются физические механизмы нелинейных оптических явлений, наблюдаемых в обеих спектральных областях.

Ключевые слова: *ацетон, нелинейное поглощение, инфракрасный спектр, видимый спектр, оптическое излучение, спектральный анализ.*

KIRISH.

Hozirgi zamon fizikasining jadal rivojlanayotgan yo‘nalishlaridan biri nochiziqli optika bo‘lib, unda elektromagnit nurlanishning modda bilan o‘zaro ta’siri, optik muhit parametrlarining nurlanish intensivligiga bog‘liqligi va energiyaning yutilish mexanizmlari chuqur o‘rganiladi. Ayniqsa, molekulyar tuzilishga ega bo‘lgan suyuqlik va gazlarning turli spektral sohalardagi optik xususiyatlarini tadqiq etish lazer fizikasi, molekulyar spektroskopiya, fotokimyo va zamonaviy optik diagnostika sohalari uchun muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Nochiziqli optik hodisalar orasida nochiziqli yutilish jarayoni alohida o‘rin tutadi. Ushbu hodisa yuqori intensivlikdagi elektromagnit nurlanish ta’sirida moddaning yutilish koeffitsiyenti o‘zgarishi bilan tavsiflanadi. Ilmiy adabiyotlarda mazkur jarayon to‘yingan yutilish (Saturable Absorption — SA), teskari to‘yingan yutilish (Reverse Saturable Absorption — RSA) va ko‘p fotonli yutilish (Multiphoton Absorption — MPA) kabi mexanizmlar orqali izohlanadi .

Aseton (CH_3COCH_3) oddiy ketonlar guruhiga mansub bo‘lgan organik birikma bo‘lib, o‘zining molekulyar tuzilishi va fizik-kimyoviy xususiyatlari bilan spektroskopik tadqiqotlar uchun muhim obyekt hisoblanadi. Uning molekulasida mavjud bo‘lgan karbonil (C=O) guruhi elektron zichligining taqsimlanishi va molekulaning elektromagnit nurlanish bilan o‘zaro ta’sirida muhim ahamiyatga ega. Aseton molekulasining energetik holatlari elektron, tebranish va aylanma energetik sathlardan tashkil topgan bo‘lib, ularning o‘zaro o‘tishlari turli spektral diapazonlarda yutilish jarayonlarini shakllantiradi. Shu jihatdan asetoning ko‘rinadigan va infraqizil spektral sohalardagi optik xususiyatlarini qiyosiy o‘rganish molekulyar jarayonlarning fizik mohiyatini aniqlash imkonini beradi.

Ko‘rinadigan spektral sohada asetonning oddiy bir fotonli yutilishi juda sust bo‘lib, uning asosiy elektron yutilish polosasi ultrabinafsha sohada, taxminan 275 nm atrofida joylashgan. Biroq yuqori intensivlikdagi lazer nurlanishi ta’sirida ikki fotonli yutilish jarayoni yuzaga kelishi mumkin. Xususan, ilmiy tadqiqotlarda muzlatilgan aseton namunasida 555–560 nm to‘lqin uzunligidagi yashil yorug‘lik ta’sirida ko‘p fotonli qo‘zg‘alish hodisasi kuzatilgan. Mazkur jarayonda ikki foton energiyasining yig‘indisi molekulani elektron qo‘zg‘algan holatga o‘tkazishi mumkinligi ko‘rsatilgan [3]. Bu natija

asetoning ko‘rinadigan spektral sohadagi nochiziqli optik jarayonlarini o‘rganish uchun muhim ilmiy asos hisoblanadi.

Infraqizil spektral sohada esa asetoning optik xususiyatlari, asosan, molekulaning tebranish energetik o‘tishlari bilan belgilanadi. Ayniqsa, karbonil guruhining C=O bog‘iga tegishli valent tebranishlari kuchli infraqizil yutilish polosalarini hosil qiladi. NIST (National Institute of Standards and Technology) ma’lumotlarida gaz holatidagi aseton uchun ushbu tebranish chastotasi 1731 cm^{-1} atrofida qayd etilgan. Shuningdek, metil guruhlariga tegishli valent va deformatsion tebranishlar ham infraqizil spektrning turli qismlarida namoyon bo‘ladi [4]. Infraqizil nurlanish ta’sirida molekulalarning tebranish energetik holatlari o‘zgarishi, energiyaning yutilishi va relaksatsiya jarayonlari yuzaga keladi. Yuqori intensivlikdagi nurlanish sharoitida ushbu jarayonlarning intensivlikka bog‘liq xususiyatlarini o‘rganish nochiziqli yutilish mexanizmlarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Mazkur ikki spektral sohaning qiyosiy tahlili shuni ko‘rsatadiki, ko‘rinadigan sohada nochiziqli yutilish, avvalo, ko‘p fotonli elektron qo‘zg‘alish jarayonlari bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Infraqizil sohada esa molekulyar tebranish o‘tishlari, energetik sathlarning band bo‘lishi va tebranish relaksatsiyasi muhim rol o‘ynaydi. Shu sababli yutilish koeffitsiyentining nurlanish intensivligiga, to‘lqin uzunligiga, namunaning agregat holatiga va haroratiga bog‘liqligini hisobga olish zarur.Ushbu jarayonlarni o‘rganishda nochiziqli yutilish koeffitsiyenti, optik o‘tkazuvchanlik va nurlanish intensivligi o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash muhim hisoblanadi. Chunki yuqori intensivlikdagi lazer nurlanishi ta’sirida molekulalarning energetik holatlari o‘zgarishi natijasida yutilish jarayonining xarakteri ham o‘zgarishi mumkin. Zamonaviy nochiziqli optika tadqiqotlarida bunday hodisalarni o‘rganish uchun Z-skanerlash, lazer spektroskopiyasi va intensivlikka bog‘liq optik o‘lchash usullaridan foydalaniladi [1, 2].

Shu nuqtayi nazardan, asetoning ko‘rinadigan va infraqizil spektral sohalardagi nochiziqli yutilish xususiyatlarini qiyosiy tahlil qilish dolzarb ilmiy masalalardan biri hisoblanadi. Tadqiqotning asosiy maqsadi asetoning mazkur spektral sohalardagi optik yutilish xususiyatlarini o‘rganish, nurlanish intensivligining yutilish jarayoniga ta’sirini tahlil qilish hamda elektron va molekulyar tebranish o‘tishlari bilan bog‘liq fizik mexanizmlarni qiyosiy baholashdan iborat. Olingan ilmiy natijalar organik molekulalarning nochiziqli optik xususiyatlarini chuqurroq anglash, molekulyar spektroskopiya imkoniyatlarini kengaytirish hamda lazer nurlanishining modda bilan o‘zaro ta’sir qonuniyatlarini tadqiq etishda nazariy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Aseton molekulasining tuzilishi va optik xususiyatlari.

Aseton (CH_3COCH_3) tarkibida karbonil (C=O) guruhi mavjud bo‘lgan organik birikma bo‘lib, uning optik xususiyatlari molekulaning elektron tuzilishi va tebranish energetik sathlari bilan belgilanadi. Asetonning elektron yutilish spektrida $n\rightarrow\pi^*$ o‘tish muhim o‘rin tutadi; bu o‘tish asosan ultrabinafsha sohada kuzatiladi. NIST Chemistry WebBook bazasida asetoning elektron va infraqizil spektrlari bo‘yicha tajribaviy ma’lumotlar keltirilgan [1].

Ko‘rinadigan spektral sohada (taxminan 380–750 nm) asetonning bir fotonli yutilishi kuchsiz. Shunga qaramay, yetarlicha yuqori intensivlikdagi lazer nurlanishi ta’sirida ikki fotonli qo‘zg‘alish sodir bo‘lishi mumkin. Bunda molekula bir vaqtning o‘zida ikkita foton energiyasini yutadi va umumiy energiya elektron energetik sathlar farqiga mos kelganda qo‘zg‘algan holatga o‘tadi. Jarayonning soddalashtirilgan energetik sharti $2h\nu \approx \Delta E$ ko‘rinishida ifodalanadi. 2022-yilda Journal of Fluorescence jurnalida e’lon qilingan tadqiqotda muzlatilgan asetonning 555–560 nm diapazondagi ko‘rinadigan yorug‘lik bilan ko‘p fotonli qo‘zg‘alishi bayon etilgan [2]. Mazkur natija aynan muzlatilgan namuna uchun olingan; uni suyuq asetonga umumlashtirish uchun alohida tajriba zarur.

Infraqizil spektral sohada yutilish molekulaning tebranish-rotatsion energetik o‘tishlari bilan bog‘liq. Aseton uchun eng xarakterli polosalaridan biri karbonil bog‘ining valent tebranishidir. Uning chastotasi fazaviy holat va o‘lchash sharoitiga qarab o‘zgaradi; shu bois spektral qiymatlarni keltirishda gaz va suyuq faza ma’lumotlarini farqlash lozim [1]. Kuchli infraqizil nurlanishda tebranish sathlarining band bo‘lishi, anharmoniklik va energiyaning relaksatsiyasi yutilish jarayoniga ta’sir qilishi mumkin. Biroq bu hodisalarning asetondagi nochiziqli hissasi tajriba orqali aniqlanishi kerak.

Nochiziqli yutilish nurlanish intensivligi o‘zgarganda yutilish koeffitsiyentining ham o‘zgarishi bilan tavsiflanadi. Ikki fotonli yutilish uchun intensivlikning muhit bo‘ylab o‘zgarishi ko‘pincha $dI/dz = -\alpha I - \beta I^2$ tenglama bilan ifodalanadi. Bu yerda α — chiziqli yutilish koeffitsiyenti, β — ikki fotonli yutilish koeffitsiyenti. Ushbu model nochiziqli yutilish mexanizmlarini tavsiflashda qo‘llanadi [3]. Materiallarning nochiziqli yutilishini aniqlashda ochiq aperturali Z-skanerlash usuli keng ishlatiladi; u yutilishning tushayotgan nurlanish intensivligiga bog‘liqligini baholash imkonini beradi [3, 4].

Demak, ko‘rinadigan va infraqizil diapazonlarda asetondagi yutilish turli mikroskopik mexanizmlar bilan belgilanadi: ko‘rinadigan sohada ko‘p fotonli elektron qo‘zg‘alish, infraqizil sohada esa molekulyar tebranish o‘tishlari asosiy ahamiyatga ega. Ularni qiyosiy baholash uchun to‘lqin uzunligi, lazer intensivligi, impuls davomiyligi, namuna qalinligi, harorat va agregat holatini nazorat qilish zarur. Ayniqsa, suyuq

asetonning infraqizil diapazondagi nochiziqli yutilish koeffitsiyentini tajribaviy aniqlash ushbu mavzuning muhim tadqiqot yo'nalishi hisoblanadi.

XULOSA

Ushbu maqolada asetonning ko'rinadigan va infraqizil spektral sohalardagi yutilish xususiyatlari, ularning fizik tabiati hamda nochiziqli optik jarayonlar bilan bog'liqligi qiyosiy jihatdan ko'rib chiqildi. Tahlil shuni ko'rsatadiki, asetonda turli spektral diapazonlarda kuzatiladigan yutilish jarayonlari molekulaning elektron va tebranish energetik tuzilishi bilan belgilanadi. Shu sababli mazkur ikki sohadagi optik hodisalarni bir xil mexanizm asosida izohlash to'g'ri bo'lmaydi.

Ko'rinadigan spektral sohada asetonning bir fotonli yutilishi kuchsiz bo'lishiga qaramay, yuqori intensivlikdagi lazer nurlanishi ta'sirida ko'p fotonli qo'zg'alish jarayonlari yuzaga kelishi mumkin. Ilmiy adabiyotlarda muzlatilgan aseton namunasida ko'rinadigan yorug'lik ta'sirida ikki fotonli qo'zg'alish bilan bog'liq hodisalar qayd etilgan. Bu natijalar asetonning nochiziqli optik xususiyatlarini o'rganish uchun muhim asos bo'lsa-da, ularni suyuq aseton sharoitiga bevosita ko'chirish mumkin emas; buning uchun alohida tajribalar talab etiladi.

Infraqizil spektral sohada esa yutilish, asosan, molekulaning tebranish energetik o'tishlari bilan bog'liq. Xususan, karbonil (C=O) guruhining valent tebranishi asetoнning infraqizil spektridagi xarakterli yutilish polosalaridan biridir. Nurlanish intensivligi ortganda tebranish sathlarining band bo'lishi, molekula ichidagi energiya almashinuvi va relaksatsiya jarayonlari yutilish xususiyatlariga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Biroq ushbu omillarning asetondagi nochiziqli yutilishga qo'shadigan hissasi tajribaviy ravishda aniqlanishi lozim.

Qiyosiy tahlil natijasida ko'rinadigan sohada elektron qo'zg'alish va ko'p fotonli jarayonlar, infraqizil sohada esa molekulyar tebranish o'tishlari asosiy fizik omillar ekanligi aniqlandi. Nochiziqli yutilishni miqdoriy baholashda yutilish koeffitsiyentining nurlanish intensivligiga bog'liqligini o'rganish, jumladan, ochiq aperturali Z-skanerlash kabi usullardan foydalanish maqsadga muvofiq. Bunda lazer to'lqin uzunligi, impuls davomiyligi, intensivlik, namuna qalinligi, harorat va agregat holati kabi parametrlar nazorat qilinishi kerak.

Umuman olganda, asetoнning ko'rinadigan va infraqizil spektral sohalardagi yutilish xususiyatlarini qiyosiy o'rganish molekulaning turli energetik jarayonlarini yaxlit tushunishga yordam beradi. Mazkur yo'nalishdagi keyingi tadqiqotlarda ayniqsa suyuq asetonda infraqizil nurlanish ta'siridagi intensivlikka bog'liq yutilishni bevosita o'lchash, tajriba natijalaridan nochiziqli yutilish koeffitsiyentlarini aniqlash va ularni nazariy modellar bilan solishtirish muhim hisoblanadi. Bunday yondashuv asetoning

nochiziqli optik xususiyatlari haqidagi ilmiy tasavvurlarni aniqlashtirish hamda molekulyar spektroskopiya va lazer-optik diagnostika uchun zarur ma'lumotlarni olish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. National Institute of Standards and Technology (NIST). NIST Chemistry WebBook, SRD 69: Acetone (CAS No. 67-64-1). Infrared spectrum and vibrational data. https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C67641&Mask=1AFF (murojaat qilingan sana: 26.11.2026).

2. de Prinse, T., Klantsataya, E., Tsiminis, G., Payten, T., Moffatt, J., Kee, T. W., & Spooner, N. A. (2022). Multiphoton Phosphorescence of Simple Ketones by Visible-light Excitation and Its Consideration for Active Sensing in Space. Journal of Fluorescence, 32(3), 1051–1057. https://doi.org/10.1007/s10895-022-02912-7.

3. Boyd, R. W. (2020). Nonlinear Optics (4th ed.). Academic Press.

4. Sheik-Bahae, M., Said, A. A., Wei, T.-H., Hagan, D. J., & Van Stryland, E. W. (1990). Sensitive measurement of optical nonlinearities using a single beam. IEEE Journal of Quantum Electronics, 26(4), 760–769. https://doi.org/10.1109/3.53394.