

THE PLACE OF RAMAN SPECTROSCOPY IN THE FIELD OF FORENSIC EXPERTISE

Shokirjonova Maftunakhan Ilimdorkizi
Chirchik State Pedagogical University
mshokirjonova09@gmail.com

ABSTRACT

Brief information about Raman spectroscopy was given. It is mentioned that Raman spectroscopy is currently used in many fields and many achievements are being made with it. One of these areas is the Forensic expertise system. The role of Raman spectroscopy and confocal Raman microscopy in the field of forensic examination, the latest achievements are highlighted. An analysis of the work being done in this area is presented.

Keywords: Raman spectroscopy, Confocal Raman microscopy, Surface Enhanced Raman Spectroscopy (SERS), heterogeneous, fluorescence, trinitrotoluene.

RAMAN SPEKTROSKOPIYASINI SUD EKSPERTIZA SOHASIDA TUTGAN O'RNI.

Shokirjonova Maftunaxon Ilimdor qizi
Chirchiq Davlat Pedagogika Universiteti
mshokirjonova09@gmail.com

ANNOTATSIYA

Raman spektroskopiyasi haqida qisqacha ma'lumot berib o'tilgan. Raman spektroskopiyasi hozirgi kunda juda ko'p sohalarda ishlatilayotgani va bu bilan ko'p yutuqlarga erishayotgani keltirib o'tilgan. Bu sohalardan biri Sud ekspertiza tizimi ko'rib chiqilgan. Raman spektroskopiyasi va Konfokal Raman mikroskopini sud ekspertiza sohasida tutgan o'рни, so'nggi yutuqlari yoritib berilgan. Bu sohada qilinayotgan ishlar tahlili keltirilgan.

Kalit so'zlar: Raman spektroskopiyasi, Konfokal Raman mikroskopi, Sirtida kuchaytirilgan Raman Spektroskopiyasi (SERS), heterojen, floresan, trinitrotoluol.

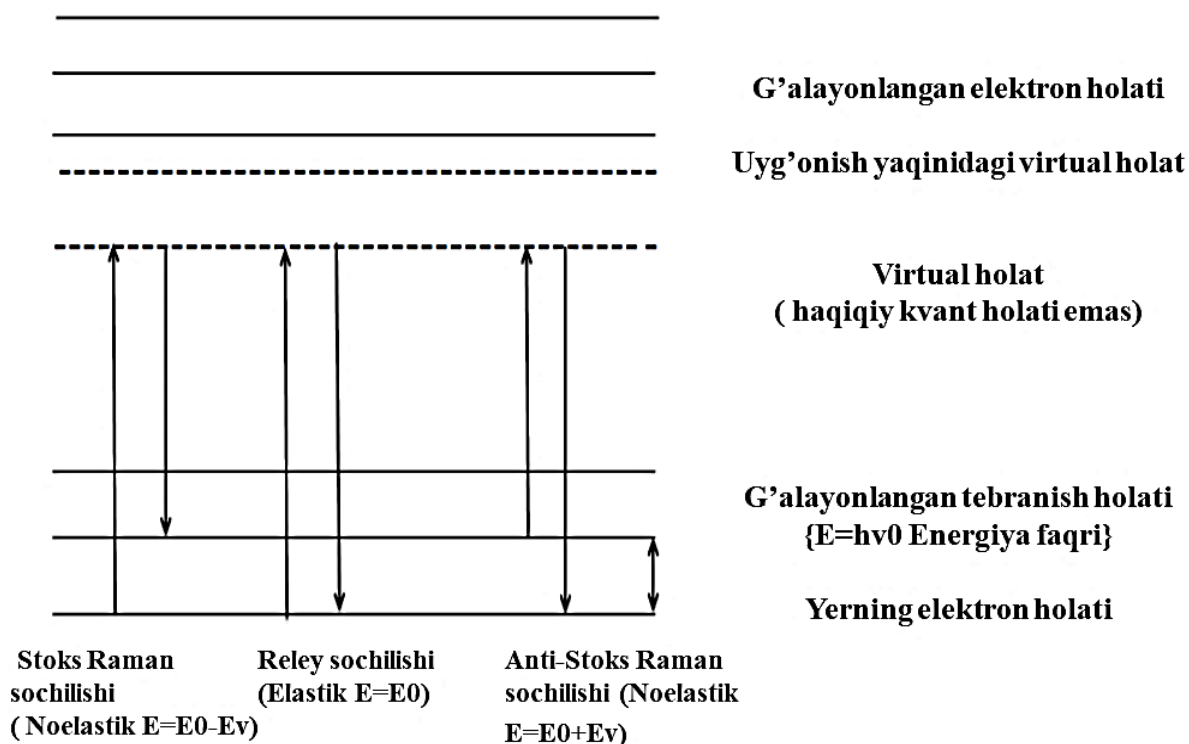
KIRISH

So'nggi yillarda molekulalararo o'zaro ta'sirlarning optik spektrlarga ta'sirini o'rganishda ma'lum yutuqlarga erishildi. Ayni paytda, bu muammolar haligacha adabiyotda yetarlicha to'liq va izchil aks ettirilgani yo'q, garchi bu muammoga qiziqish doimiy ravishda o'sib bormoqda.

Yorug'likning kombinatsion sochilishi past chastotali sohada oddiy deformatsiya tebranishlari, molekulalarning bir qismining boshqasiga nisbatan aylanish tebranishlari (burilish tebranishlari) va molekulalar orasidagi o'ziga xos o'zaro ta'sirlardan, masalan, vodorod bog'lanishidan kelib chiqadigan molekulalararo tebranishlar kuzatilishi mumkin. Raman spektrometridagi so'nggi texnologik yutuqlar uning sud ekspertiza fanida qo'llanilishini o'rganish uchun asos yaratdi. Tolalar, portlovchi moddalar [1], dorilar [2], bo'yoqlar [3,4], noorganik plomba moddalari, lab bo'yog'i [5] va boshqa materiallar tahlili ketma-ket Raman texnikasi yordamida amalga oshirildi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Molekulaning monoxromatik yorug'lik bilan nurlanishi har doim ikki xil yorug'lik sochilishiga olib keladi : elastik va noelastik. Elastik sochilishda foton chastotasi o'zgarmaydi yoki uning to'liq uzunligi va energiyasi o'zgarmaydi. Aksincha, ikkinchi elastik bo'lmagan sochilish bo'lib, u molekulyar tebranishlarning o'chirilishi yoki qozg'alishi natijasida foton chastotasining siljishi bilan birga keladi, bunda foton ma'lum miqdorda energiya olishi yoki yo'qotishi mumkin[6]. Shunday qilib 3 hodisa yuz berishi mumkin[7]. (1-rasm)



1-rasm. Raman sochilishi mexanizmi.

Birinchi, yorug'lik molekulaga tushganda ,u molekula bilan o'zaro ta'sir qilishi mumkin, ammo energiyaning almashinuvi (E) 0 ga teng , shuning uchun tarqalgan yorug'lik chastotasi tushayotgan yorug'lik (EE) bilan bir xil bo'ladi .Bu jarayon Reley sochilish deb nomlanadi.

Ikkinchi, yorug'lik molekula bilan o'zaro ta'sir qilishi mumkin va energiyaning aniq almashinuvi bir molekulyar tebranishning energiyasidir. Agar o'zaro ta'sir yorug'lik fotoni molekuladan tebranish energiyasini olishga olib kelgan bo'lsa, u holda tarqalgan yorug'lik chastotasi tushayotgan yorug'likdan (E=E₀+E_v) yuqori bo'ladi , bu anti- Stoks Raman sochilishi deb nomlanadi.

Uchinchi, agar o'zaro ta'sir molekulaning fotondan energiya olishiga olib keladigan bo'lsa, u holda tarqalgan yorug'lik chastotasi tushayotgan yorug'likdan (E=E₀ -E_v) past bo'ladi , bu jarayon Stoks Ramanning sochilishi deb nomlanadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMALAR

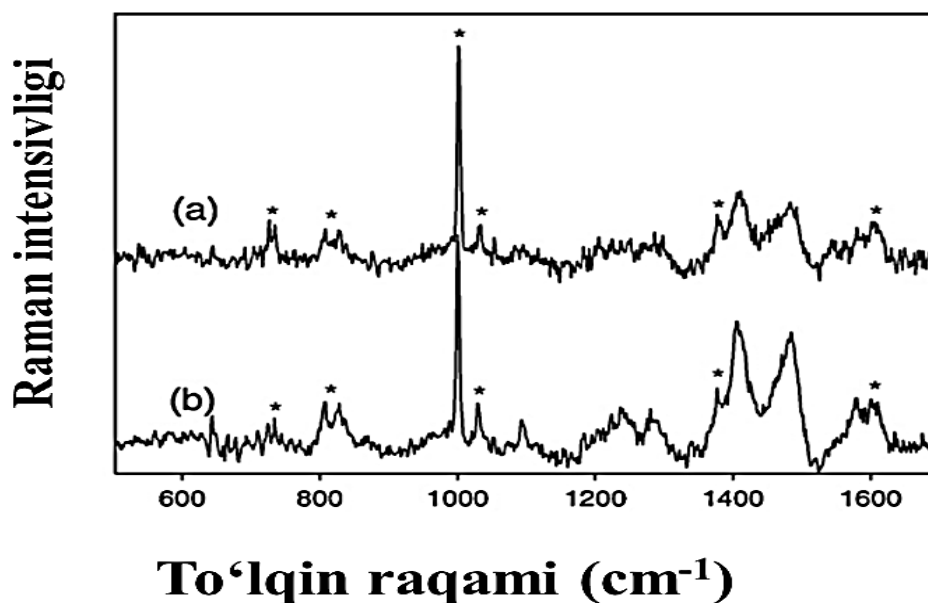
Konfokal Raman mikroskopi turli xil biologik suyuqliklarni tekshirish uchun ishlatiladi, masalan, quruq sperma, vaginal suyuqlik, ter, tupurik va qon. Ushbu suyuqliklarni Raman spektrlarini vizual taqqoslash orqali bir-biridan farqlash mumkin, chunki har bir tana suyuqligi o'ziga xos Raman signalini berishi mumkin bo'lgan o'z tarkibiga ega. Odam va it urug'ining quruq izi ham turli xil Raman belgilarini ko'rsatadi. Bu voqea joyidagi ko'rgazmani, ayniqsa tana suyuqliklarini yaxshiroq talqin qilishga yordam beradi, chunki bu tahlillar tabiatan buzilmaydi va keyingi sinovlarni o'tkazish imkoniyatini beradi. Ushbu tadqiqot har bir tana suyuqligining faqat bitta namunasida o'tkazildi va bir xil suyuqlikning turli donorlari o'rtasida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan o'zgarishlarni hisobga olmadi [8]. Biroq, boshqa bir tadqiqotda, odam urug'i namunalari uchun bir nechta donorlar bilan bir qatorda, namuna ichida ham heterojenlik* (*turli genga mansublik ma'nosida*) olingan. NIR (*inglizcha, near infrared-infraqizil nurlarga nisbatan*) bir nechta donorlardan olingan sof quritilgan inson urug'i namunalarining spektrlarini o'lchash uchun ishlatiladi. Namunalardan olingan spektrlarning statistik tahlili shuni ko'rsatdiki, quruq urug'lar heterojendir* va uning Raman spektrlari donorga qarab uch xil spektral komponentlar bilan floresan fonning chiziqli kombinatsiyasi sifatida taqdim etilishi mumkin. Shunday qilib, bitta spektr quruq urug'ning eksperimental Raman spektrini miqdoriy jihatdan samarali tahlil qila olmaydi. Biroq, uchta spektral komponentning kombinatsiyasi sud-tibbiyot tahlili paytida sperma uchun spektroskopik imzo sifatida ko'rib chiqilishi mumkin [9].

Siyohni tekshirish shubhali hujjatlarni aniqlash uchun juda muhim jihatdir. Ba'zida odatda tekshirilayotgan materialning qisman yo'q qilinishiga olib keladigan kimyoviy usullarni qo'llash kerak bo'ladi, ammo Raman spektroskopiyasi qo'lda yozilgan chiziqlar ketma-ketligini aniqlash uchun hujjatlardagi siyohlarni bevosita identifikatsiyalashi mumkin. Tekshiruvlar asosan hujjatning haqiqiylikni isbotlash yoki uning qancha avval yaratilganligi yoki kelib chiqishini aniqlashga qaratilgan. Bu ko'rinadigan yoki infraqizil yorug'likda o'zidan nur chiqaruvchi moddalar kabi siyohning ba'zi xususiyatlari tufayli yuzaga kelishi mumkin. Raman spektroskopiyasi yordamida bir xil rangdagi siyohlarni farqlash yanada osonlashdi [10].

Shuningdek, tolalar sud-tibbiy ekspertiza davomida tez-tez uchraydigan dalillardan biridir, ayniqsa qora/kulrang va ko'k paxta tipidagi tolalar. Tolalar odatda reaktiv bo'yoqlar bilan bo'yalgan, chunki bo'yoqlar tolalar bilan qutbsiz aloqalarni hosil qilishi mumkin, bu esa tahlil paytida ekstraksiyani qiyinlashtirishi mumkin. Raman spektroskopiyasi yuqori intensiv lazerlar yordamida qutbsiz aloqalarning tebranish holatini o'lchaydi va tolalarni tekshirish uchun analitik vosita sifatida foydalanish imkonini berishi mumkin [11,12].

Raman spektroskopiyasi orqali tolalarni tahlil qilishning turli jihatlari o'rganildi, bo'yoq zarralarini o'rnatish usuli, spektral degradatsiya, floresans, rezonansni kuchaytirish va lazer to'lqin uzunliklari tufayli o'zgarishlar kuzatildi. Natijalar paxta substratiga aralashmasdan bo'yalgan paxta tolalarining yaxshi spektrlarini ko'rsatdi va shu bilan tolada ishlatiladigan bo'yoq haqida molekulyar ma'lumot beradi [13]. Xuddi shunday, Raman o'lchovlari to'g'ridan-to'g'ri o'rnatilgan tolalarda o'rnatish muhitidan ko'p shovqinlarga duch kelmasdan amalga oshirilishi mumkin. Ma'lumot uchun olingan tolalar va shubhali tolalarni Raman spektrlarida taqqoslash batafsil muhokama qilingan sud ekspertiza holatlari kuzatilgan.. Natijada Raman

spektroskopiyasini sud ekspertiza tolalarni tekshirish uchun kuchli vosita sifatida taklif qildi (2-rasm) [14].



2-rasm.

Ba'zi tadqiqotlar, shuningdek, bo'yalgan va bo'yalmagan to'qimachilik tolalarini o'z ichiga olgan ekspertiza tolalarni tekshirish uchun rezonansli, rezonanssiz va sirti kuchaytirilgan Raman spektroskopiyasidan foydalanishni o'rgangan, chunki u bo'yoqlarga xarakterli "imzo" beradigan batafsil tebranish profillarini taqdim etishi mumkin. [15].

Raman spektroskopiyasi barmoq izlarida giyohvand moddalarni iste'mol qilinganini aniqlashning yaxshi qo'shimcha usuli sifatida isbotlangan. Ushbu turdagi tadqiqot beshta iste'mol qiluvchi dori - kodein fosfat, kokain gidroksloridi, amfetamin sulfat, barbital va nitrazepam bo'yicha o'tkazildi. Ushbu dori-darmonlarni aniqlash muvaffaqiyatli amalga oshirildi va ularning siyanoakrilat dumanli barmoq izlari (polimer) tarkibidagi moddalardan olingan Raman spektrlari yordamida aniq ajratildi. Qizig'i shundaki, barmoq izlaridan olingan spektrlar odatdagi namuna olish sharoitida moddalardan olingan spektrlarga o'xshash sifatga ega ekanligi kuzatildi [16]. Xuddi shunday, turli energetik ichimliklardagi kofein miqdorini aniqlash FT-Raman spektroskopiyasi yordamida amalga oshirildi, bu yuqori namuna olish chastotasi bilan xromatografik usulga tez, muqobil va o'rtacha tezliklarni namoyon qildi. Kofein miqdorini aniqlash uchun to'g'ridan-to'g'ri 3500 dan 70 cm^{-1} gacha bo'lgan spektrlar 573 dan 542 cm^{-1} gacha bo'lgan Raman diapazonlari bilan olingan, aniqlash chegarasi 18 mg / l ni ko'rsatgan [17].

Raman spektroskopiyasi ham xavfli ekologik namunalarni tahlil qilishda yaxshi moslashuvchanlik xususiyaga ega. Siklotrimetilentritraminni (RDX-o'zb. Portlovchi moddalar tadqiqot bo'limi) aniqlash SERS* (kuchaytirilgan Raman usuli orqali aniqlash so'ziga nisbatan) tomonidan amalga oshiriladi, bu uning boshqa portlovchi moddalarni tekshirishda keng qo'llanilishini kengaytiradi. Portlovchi moddalar tadqiqot bo'limi tahlili *SERS (kuchaytirilgan Raman usuli orqali aniqlash so'ziga nisbatan) substratlari sifatida oltin (Au) nanozarralari (diametri 90-100 nm) bilan, ifloslangan yer osti suvi namunasidan 0,15 mg/l aniqlash darajasi bilan amalga oshirildi. Shunday qilib, u past konsentratsiyalarda yer osti

suvlarida trinitrotoluol (TNT), perklorat, perteknetat va uran kabi energetikani tezkor tekshirish va tavsiflash uchun qimmatli vosita sifatida foydalanish mumkin [18]. SERS*, shuningdek, azo bo'yoqlar yordamida eritmadagi portlovchi moddalarni aniqlash va ajratish uchun ishlatilgan. Ushbu bo'yoqlar elektron beruvchi qismlarni o'z ichiga oladi, ular diazoning samarali birikmasini ta'minlaydi va kuchli kumush kompleks hosil qiluvchi guruhga ega. SERS* substratiga mahsulot molekulasi nM (nanomolyar) konsentratsiyani aniqlash imkonini beradi [19]. Shunday qilib, u atrof-muhit monitoringi, xavfsizlik va yadroviy chiqindilar sinovi kabi biologik materiallar bilan bog'liq tadqiqotlarni o'rganishi mumkin [20]. Raman shuningdek, sifatni masofadan nazorat qilishda ishlatiladigan o'simlik moyi bilan dizel yoki biodizel aralashmalari kabi soxta yoqilg'i namunalarini tahlil qilishda kuchli vosita sifatida isbotlangan. Soxtalashtirishni to'liq aniqlik bilan tekshirish uchun tebranish spektroskopiyasi bilan birgalikda asosiy komponent regressiyasi va qisman eng kichik kvadrat regressiya kabi ko'p o'lchovli tahlilga asoslangan, ayniqsa, spektral hududlarni mos tanlash yordamida, kalibrlash modellari qo'llanilgan [21].

XULOSA

Vibratsiyali spektroskopiya noyob barmoq izlari spektrlarini taqdim etish orqali moddalarni aniqlashning ajoyib usuli hisoblanadi. Raman spektroskopiyasi materiyaning har qanday holatida deyarli har qanday matritsaning tebranish spektri va fizik yoki kimyoviy ma'lumotlarini beruvchi eng tezkor va buzilmaydigan analitik usullardan biridir. Shunday qilib, ushbu maqolada biz so'nggi texnik ishlanmalarga alohida e'tibor berib, Raman o'lchovlarining turli imkoniyatlari va potentsiallarini muhokama qildik. So'nggi yillarda ushbu texnika fanning turli sohalarida qo'llaniladigan lazer to'lqin uzunliklarining keng diapazoni, namuna olish shartlari, asboblari va ma'lumotlarni qayta ishlash usullari kabi juda ko'p texnik yutuqlar bilan o'rganildi. Ayniqsa, Sud ekspertiza sohasida juda katta yutuqlarga erishish imkoniyatlari ochib berildi.

REFERENCES

1. S.D. Harvey, M.E. Vucelick, R.N. Lee, B.W. Wright, *Forensic Sci. Int.* 125 (2002) 12–21.
2. C.M. Hodges, J. Akhavan, *Spectrochim. Acta A: Mol. Spectrosc.* 46 (1990) 303–307.
3. E.M. Suzuki, M. Carrabba, *J. Forensic Sci.* 1 (2001) 1053–1069.
4. G. Ellis, *Spectrochim. Acta A* 46 (1990) 221–241.
5. C. Rodger, D. Broughton, *Analyst* 123 (1998) 1823–1826.
6. Raman C.V. Krishnan K.S. *Molecular spectra in extreme inferred. Rotation of molecules induced by light* II *Nature*. 1928. V. 122. P.278, P. 882.
7. Dake Wang, Kathryn Mittauer, and Nicholas *Reynolds Raman scattering of carbon disulfide: The temperature effect* *Am. J. Phys.*, Vol. 77, No. 12, December 2009 doi: 10.1119/1.3226562
8. K. Virkler, I.K. Lednev, *Forensic Sci. Int.* 181 (2008) e1–e5.
9. K. Virkler, I.K. Lednev, *Forensic Sci. Int.* 193 (2009) 56–62.
10. J.Z. Palus, M. Kunicki, *Forensic Sci. Int.* 158 (2006) 164–172.
11. P.L. Lang, J.E. Katon, J.F. O'Keefe, D.W. Schiering, *J. Microchem.* 34 (1986) 319–331.
12. I.P. Keen, G.W. White, P.M. Fredericks, *J. Forensic Sci.* 43 (1) (1998) 82–89.

13. J. Thomas, P. Buzzini, G. Massonnet, B. Reedy, C. Roux, *Forensic Sci. Int.* 152 (2005) 189–197.
14. L. Lepot, K. De Wael, F. Gason, B. Gilbert, *Sci. Justice* 48 (2008) 109–117
15. L.C. Abbott, S.N. Batchelor, J.R. Lindsay Smith, J.N. Moore, *Forensic Sci. Int.* 202 (2010) 54–63.
16. J.S. Daya, H.G.M. Edwards, S.A. Dobrowski, A.M. Voice, *Spectrochim. Acta A* 60 (2004) 1725–7130.
17. S. Armenta, S. Garrigues, M. de la Guardia, *Anal. Chim. Acta* 547 (2005) 197–203.
18. N.A. Hatab, G. Eres, B. Paul, Hatzinger, Gu Baohua, *J. Raman Spectrosc.* 41 (2010) 1131–1136.
19. F.T. Docherty, P.B. Monaghan, C.J. McHugh, D. Graham, W.E. Smith, J.M. Cooper, *IEEE Sens.* 5 (2005) 632–638.
20. E. Etz, S. Roberson, G. Gillen, *Microsc. Microanal.* 8 (2002) 1520–1521.
21. F.C.C. Oliveira, C.R.R. Brandao, H.F. Ramalho, L.A.F. da Costa, P.A.Z. Suarez, J.C. Rubim, *Anal. Chim. Acta* 587 (2007) 194–199.