ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 6

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

PARA-[BIS-1,4-(4,4,4-TRIFTORBUTANDION-1,3)]-BENZOL MOLEKULASINING XIRSHFELD YUZA TAHLILI

Xudoyarova E.A.
Buxoro davlat universiteti, k.f.f.d., dots.
Hamroyeva S.Sh.
Buxoro davlat universiteti, 1-bosqich magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada *para*-[*bis*-1,4-(4,4,4-triftorbutandion-1,3)]-benzol molekulasining kristall tuzilishidagi molekulalararo kuchsiz o‘zaro ta’sirlar Xirshfeld yuza tahlili hamda ikki o‘lchamli barmoq izlari grafiklari yordamida miqdoriy jihatdan o‘rganildi. Molekulyar yuzadagi d_{norm}, elektrostatik potensial va og‘ish indeksi parametrlari tahlil qilinib, kristall panjarani barqarorlashtiruvchi asosiy kontaktlar aniqlandi. Tahlillar natijasiga ko‘ra, strukturada ftor atomlari ishtirokidagi F···H, H···F va F···F kontaktlari, shuningdek, π-π ta’sirlar hamda O···H, H···O atomlarining vodorod bog‘lanishlari eng ko`p hissa egallashi ko‘rsatib berildi.

Kalit so‘zlar: Xirshfeld yuzasi, barmoq izlari diagrammasi, ftorli organik birikmalar, molekulalararo ta’sirlar, d_{norm}.

Аннотация. В данной статье методом анализа поверхностей Хиршфельда и двумерных диаграмм «отпечатков пальцев» качественно и количественно исследованы слабые межмолекулярные взаимодействия в кристаллической структуре молекулы пара-[бис-1,4-(4,4,4-трифторбутандион-1,3)]-бензола. На основе анализа параметров d_{norm}, электростатического потенциала и индекса кривизны на молекулярной поверхности были определены ключевые контакты, стабилизирующие кристаллическую решетку. Результаты анализа показали, что наибольший вклад в структуру вносят контакты с участием атомов фтора F···H, H···F и F···F, а также π-π взаимодействия и водородные связи атомов O···H, H···O.

Ключевые слова: поверхность Хиршфельда, диаграмма отпечатков пальцев, фторорганические соединения, межмолекулярные взаимодействия, d_{norm} .

Abstract. In this paper, weak intermolecular interactions in the crystal structure of the para-[bis-1,4-(4,4,4-trifluorobutandione-1,3)]-benzene molecule were quantitatively investigated using Hirshfeld surface analysis and two-dimensional fingerprint plots. By analyzing the d_{norm}, electrostatic potential, and shape index parameters on the molecular surface, the primary contacts stabilizing the crystal lattice were identified. The analysis results revealed that the F···H, H···F and F···F contacts involving fluorine atoms, as well as π-π interactions and O···H, H···O hydrogen bonds, contribute the most to the structure.

Keywords: Hirshfeld surface, fingerprint plot, fluorinated organic compounds, intermolecular interactions, d_{norm}.

KIRISH.

Zamonaviy kristallokimyo va materialshunoslikda molekulyar kristallarning xossalarini tushunish uchun ularning kristal panjarasidagi molekulalararo o‘zaro ta’sirlarni mukammal tahlil qilish talab etiladi. Ftor atomi saqlovchi β-diketonlar va ularning hosilalari o‘zining noyob lyuminessent, katalitik va biologik xossalari tufayli katta qiziqish uyg‘otib kelmoqda. Jahonda olib borilgan ilmiy tadqiqotlarda ko‘pincha β-diketonlar sintezi, tuzilishi va xossalari keng yoritilgan, ammo bis-β-diketonlar haqida ma'lumotlar ko`p emas.

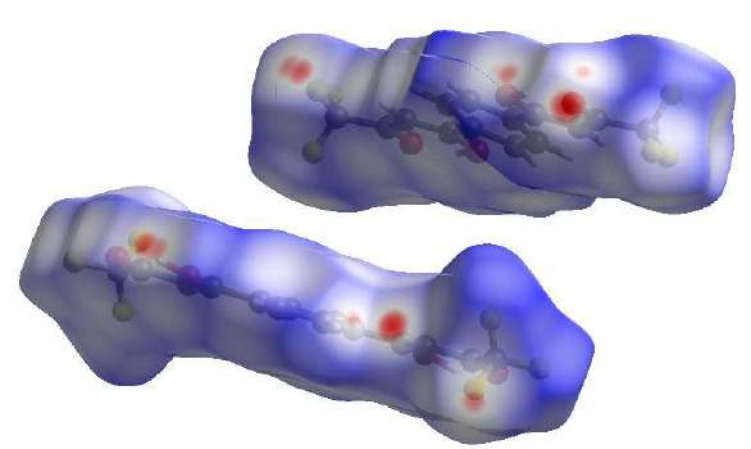
Para-[*bis*-1,4-(4,4,4-triftorbutandion-1,3)]-benzol molekulasi o‘z tarkibida kuchli elektromanfiy triftormetil (-CF_3) guruhlari va konyugatsiyalangan benzol halqasini saqlaganligi sababli, uning kristall tuzilishida o‘ziga xos molekulalararo ta'sirlar yuzaga keladi. Kristallografik ma’lumotlarni an’anaviy usullar bilan tahlil qilish koordinatsion sferadagi barcha kuchsiz ta’sirlarni to‘liq qamrab ololmaydi. Shu bois, ushbu tadqiqotda molekulalararo ta'sirlarni vizuallashtirish va miqdoriy baholash uchun zamonaviy kvant-kimyoviy va kristallokimyoviy yondashuv — Xirshfeld yuza tahlili usulidan foydalanildi.

Para-[*bis*-1,4-(4,4,4-triftorbutandion-1,3)]-benzol birikmasining rentgenstrukturaviy tahlil ma’lumotlari asos qilib olindi. Xirshfeld yuzalarini hisoblash va 2D barmoq izlari grafiklarini qurish CrystalExplorer 21.5 dasturiy ta’minoti yordamida amalga oshirildi. Xirshfeld yuzasidagi bog‘lanish masofasi (d_{norm}) quyidagi formula yordamida aniqlandi:

$$d_{norm} = \frac{d_i - r_i^{vdW}}{r_i^{vdW}} + \frac{d_e - r_e^{vdW}}{r_e^{vdW}}$$

Bu yerda d_i — yuzadan eng yaqin ichki atomgacha bo‘lgan masofa, d_e — yuzadan eng yaqin tashqi atomgacha bo‘lgan masofa, r^{vdW}esa mos ravishda atomlarning van-der-Vaals radiuslaridir. d_{norm} va Elektrostatik Potensial (ESP) yuzalari tahlili natijalariga ko`ra, *para*-[*bis*-1,4-(4,4,4-triftorbutandion-1,3)]-benzol molekulasi uchun hisoblangan d_{norm}yuzasida qizil, oq va ko‘k rangli sohalar yaqqol namoyon bo‘ladi. Qizil dog‘lar: Van-der-Vaals radiuslari yig‘indisidan qisqa bo‘lgan kuchli molekulalararo kontaktlarni (asosan $O \cdots H - C$ va $F \cdots H - C$ vodorod bog‘lari) anglatadi. Triftormetil guruhidagi ftor atomlari va karbonil guruhidagi kislorod atomlari atrofida intensiv qizil sohalar kuzatildi. Oq sohalar: Van-der-Vaals ta’sirlariga mos keladigan masofalarni ko‘rsatadi. Ko‘k sohalar: Hech qanday yaqin ta’sirga ega bo‘lmagan bo‘shliqlarni ifodalaydi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. *Para*-[*bis*-1,4-(4,4,4-triftorbutandion-1,3)]-benzol molekulasining dnorm bo‘yicha Xirshfeld yuza tasvirida qizil, oq va ko‘k sohalar.

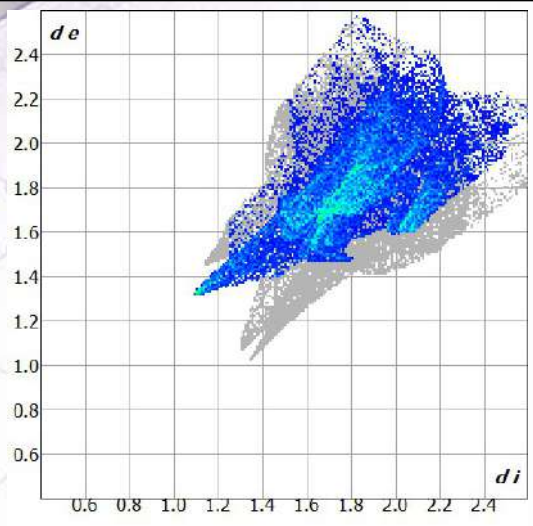
Shakl indeksi tahlili molekulalararo $\pi\cdots\pi$ ta’sirlarni aniqlash imkonini berdi. Benzol halqasi yuzasida ketma-ket joylashgan qizil va ko‘k uchburchaklar kompleksi molekulalarning bir-biri bilan parallel ravishda "bosh-ketma-ket" tartibida joylashganini va aromatik halqalar o‘rtasida π-tizimlar o‘zaro ta’sirda ekanligini tasdiqlaydi. Ikki o‘lchamli barmoq izlari (2D Fingerprint) diagrammasi molekulalararo barcha kontaktlarning umumiy ulushi 2D fingerprint diagrammalari orqali miqdoriy tahlil qilindi (1-jadval).

1-jadval

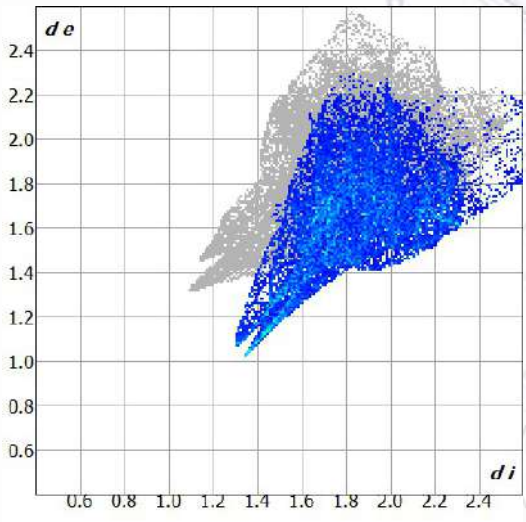
Kontakt turi	**Ulush (%)**
F···All	43.7
H···All	33.3
O···All	14.8
C···All	8.3
H···H	4.0

Diagrammada d_i va d_e masofalarining taqsimoti kristallda ftor atomlari ishtirokidagi kontaktlarning dominant ekanligini ko‘rsatdi (43.7%). Bu holat kuchli elektromanfiy CF_3 guruhlarining molekulalararo ta’sirlardagi yetakchi roliga mos keladi.

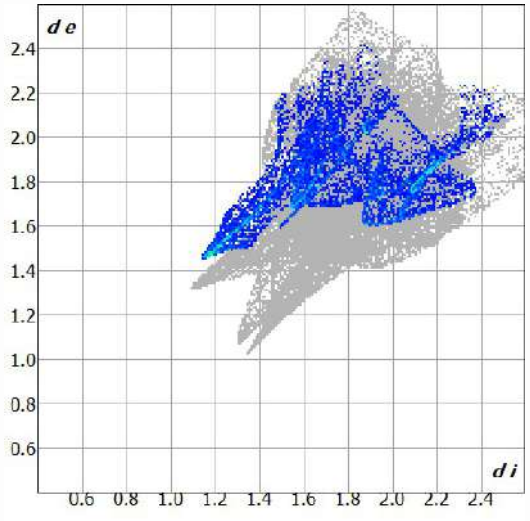
ISSN 3030-3907



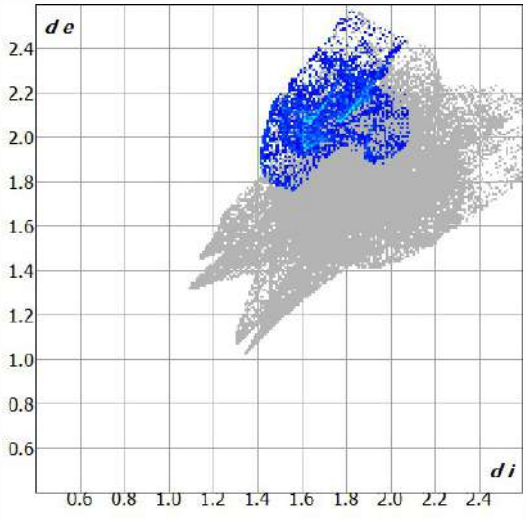
2-rasm. F···All (43.7%)



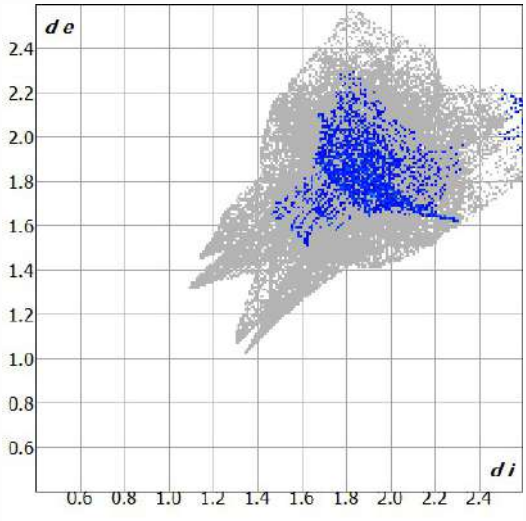
3-rasm. H···All (33.3%)



4-rasm. O···All (14.8%)



5-rasm. C···All (8.3%)



6-rasm. 2D barmoq izlari diagrammasi: H···H kontaktlari (4.0%).

Molekulalararo energetik ta'sirlar 2-jadvalda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

2-jadval.

CrystalExplorer orqali hisoblangan molekulalararo energetik ta’sir parametrlari (kJ/mol birligida) keltirilgan.

№	Symop	R (Å)	Electron Density	E_{ele}	E_{pol}	E_{dis}	E_{rep}	E_{tot}
0	x, y, z	5.27	HF/3-21G	-3.9	-1.9	-57.7	14.0	-45.9
1	–	7.76	HF/3-21G	-0.6	-1.2	-24.9	3.3	-21.1
2	–	9.86	HF/3-21G	-15.2	-3.8	-14.4	7.2	-25.1
3	–	10.76	HF/3-21G	-17.2	-3.3	-18.4	8.5	-29.2
4	–	11.18	HF/3-21G	-1.5	-0.4	-7.7	2.1	-7.0
5	–	11.18	HF/3-21G	-3.7	-0.7	-7.1	1.2	-9.6

Jadvalda keltirilgan ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, eng kuchli ta’sir (E_{tot} = −45.9 kJ/mol) x, y, z simmetriya operatsiyasi bilan bog‘liq bo‘lib, dispersiya energiyasi (E_{dis} = −57.7 kJ/mol) asosiy hissani tashkil etadi. Bu π–π ta’sirlar kuchli dispersiya xarakteriga ega ekanligini tasdiqlaydi.

Para-[*bis*-1,4-(4,4,4-triftorbutandion-1,3)]-benzol molekulasining Xirshfeld yuza tahlili kristall panjaradagi molekulalararo o‘zaro ta’sirlarni to‘liq miqdoriy baholash imkonini berdi.

Tahlil natijalariga ko‘ra, *F···H/H···F* kontaktlari (43.7%) eng dominant o‘zaro ta’sir hisoblanib, bu triftormetil guruhlarining yuqori elektromanfiylik xarakteridan dalolat beradi. Sirt shakli indeksi tahlilida benzol halqalarining parallel ravishda "bosh-ketma-ket" joylashishi *π–π* stacking o‘zaro ta’sirlari mavjudligini tasdiqladi. Karbonil guruhlarining proton-akseptorlik xususiyati tufayli *O···H/H···O* vodorod bog‘lanishlari (14.8%) namoyon bo‘ldi.

Molekulalararo energiya tahlili dispersiya kuchlarining (*Edis*=−57.7 kJ/mol) elektrostatik kuchlarga nisbatan ustunligini ko‘rsatdi; bu holat *π*-konjugatsiyalangan ftororganik tizimlar uchun xarakterlidir. Olingan natijalar ushbu turdagi birikmalarning kristall muhandisligida barqaror supramolekulyar arxitekturalarni loyihalashda istiqbolli materiallar sifatida qo‘llanilishi mumkinligini isbotlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Турсунов М.А. Умаров Б.Б., Худоярова Э.А. Таутомерия в ряду бензоилгидразонов этилового эфира 2,4-диоксопентановой кислоты // “O`zbekistonda analitik kimyoning rivojlanishi istiqbollari” Respublika ilmiy-amaliy anjumani Toshkent-2018. 102-105 betlar.

2. Xudoyarova E.A., Abduraxmonov S.F., Umarov B.B. Para-[bis-1,4-(4,4,4-triftorbutandion-1,3)]-benzolning sintezi va spektral tadqiqotlari // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti.- BuxMTI.- 2022.- №3. -92-99- betlar

ISSN 3030-3907

3. Худоярова Э. А., Абдурахмонов С. Ф., Умаров Б. Б. Синтез пара-[ди-1,4-(4,4,4-трифторбутандион-1, 3)]-бензола и его спектроскопическое исследование // Universum: химия и биология.- 2023.- №8-1 (110).- С. 54-57.
4. Xudoyarova E.A., Abduraxmonov S.F., Umarov B.B. Para- [bis-1,4-(4,4,4-triftorbutandion-1,3)]-benzolning sintezi va tuzilishi // “Kompleks birikmalar kimyosi va analitik kimyoning dolzarb muammolari” Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari to‘plami 2-qism. Termiz-2022. 20-22- betlar
5. Xudoyarova E.A., Abduraxmonov S.F., Umarov B.B. Chiziqli tetrakarbonil birikma sintezi va tuzilishi // “Zamonaviy kimyoning dolzarb muammolari” Respublika miqyosidagi xorijiy olimlar ishtirokidagi onlayn ilmiy-amaliy anjuman materiallari.- Buxoro.- BuxDU.- 2020-yil 4-5-dekabr, 357-359 b.
6. Худоярова Э.А., Абдурахмонов С.Ф., Умаров Б.Б. Синтез строение бензоилгидразонов тетракарбонилное соединение // “Замонавий кимёнинг долзарб муаммолари” Республика миқёсидаги хорижий олимлар иштирокидаги онлайн илмий-амалий анжуман материаллари.- Бухоро.- БухДУ.- 2020 йил 4-5 декабрь, 359-361 бетлар

ISSN 3030-3907