

Date: 5th June-2025

SUYUQ KRISTALLAR VA ULARNING XUSUSIYATLARI

M.X. Boboqulova

Osiyo Xalqaro Universiteti

“Umumtexnik fanlar” kafedrası assisenti

muhtaramboboqulova607@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada suyuq kristallarning fizik-kimyoviy xossalari, ularning tuzilishi va fazaviy holatlari o‘rganiladi. Suyuq kristallar — moddalarning maxsus holatidir, bu holatda ular suyuqlik va kristall moddalarning xossalarini bir vaqtda namoyon qiladi. Maqolada suyuq kristallarning turlari, ular orasidagi farqlar, shuningdek, amaliyotda – xususan, tibbiyot, elektronika va displey texnologiyalarida qo‘llanilishi tahlil qilinadi. Shuningdek, bu moddalarning fizikasi, optik xususiyatlari va tashqi omillarga nisbatan sezuvchanligi haqida ilmiy asoslangan fikrlar bayon etiladi.

Kalit so‘zlar: Suyuq kristallar, mezofaza, nematik, smektik, optik xossalar, displey texnologiyasi, fazaviy holat, materialshunoslik.

KIRISH

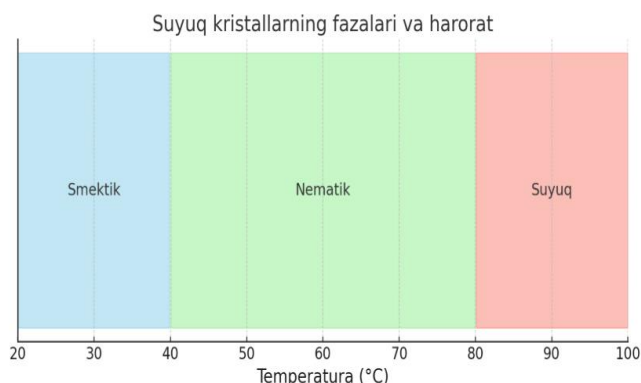
Moddalar uchta asosiy agregat holatda mavjud bo‘lishi keng tarqalgan tushuncha: qattiq, suyuq va gaz holatlari. Biroq ayrim moddalar bu uchta an‘anaviy holatdan tashqari, o‘ziga xos oraliq holatda bo‘lgan “suyuq kristall” fazasini hosil qilishi mumkin. Suyuq kristallar deganda, suyuqliklarga o‘xshab oqish xossasiga ega bo‘lgan, ammo shu bilan birga kristallarda bo‘lgani kabi molekulalararo tartibli tuzilishga ega bo‘lgan moddalar tushuniladi. Ushbu moddalarning molekulalari o‘zaro muayyan yo‘nalishda joylashgani uchun ular aniotrop (yo‘nalishga bog‘liq) fizik xossalarga ega bo‘ladi. Suyuq kristallarning kashf etilishi XIX asr oxirlariga to‘g‘ri keladi, biroq ularning sanoatdagi keng ko‘lamli qo‘llanilishi XX asrning oxiri va XXI asrning boshlarida LCD (Liquid Crystal Display) texnologiyalari rivojlanishi bilan yuzaga keldi. Ushbu maqolada suyuq kristallarning fizik mohiyati, tasnifi, asosiy fazalari va ularning turli sohalaridagi ahamiyati keng yoritiladi. Suyuq kristallar — bu moddalar klassi bo‘lib, ular kristall holatning tartibliligi va suyuqlik holatining oquvchanligini bir vaqtning o‘zida namoyon qiladi. Ular odatda anizotropiya (ya‘ni xossalarning yo‘nalishga bog‘liq bo‘lishi) xususiyatiga ega bo‘lib, bu ularni boshqa agregat holatlardan ajratib turadi. Suyuq kristallar mezofaza (oraliq faza) holatida mavjud bo‘ladi va bu holat qattiq va suyuq holatlar orasida joylashgan. Suyuq kristallar odatda uzunchoq yoki disk shaklidagi molekulalardan tashkil topgan bo‘ladi. Bu molekulalar o‘zaro muayyan yo‘nalishda joylashadi, ammo ular holati suyuqlik kabi harakatlanuvchan bo‘lib qoladi. Shuning uchun suyuq kristallar ko‘pincha “aniotrop suyuqliklar” deb ham ataladi. Suyuq kristallar ilk bor 1888-yilda Avstriya olimi Fridrix Reynitser (Friedrich Reinitzer) tomonidan kashf etilgan. U holesterin benzoyat moddasining qizitilganda ikki xil erish haroratiga ega ekanligini aniqladi. Dastlab modda sarg‘ish suyuqlikka aylanar, keyinchalik esa shaffof suyuqlikka o‘tardi. Bu g‘ayrioddiy fazaviy o‘zgarishlar nemis fizik-optigi Otto Lehmann tomonidan mikroskop ostida tekshirilgan va u bu holatni “suyuq



Date: 5th June-2025



kristall” deb nomlagan. Ushbu kashfiyot dastlab ilmiy hamjamiyat tomonidan katta qiziqish bilan kutib olindi, ammo uzoq vaqt davomida amaliy ahamiyati yo‘q deb hisoblandi. XX asrning 60-70 yillarida suyuq kristallar ustida olib borilgan tadqiqotlar, ayniqsa ularning optik va elektr maydonlarga sezgirliги aniqlangach, bu materiallarga sanoat tomonidan katta e‘tibor qaratildi. Suyuq kristallarning sanoatdagi birinchi muhim qo‘llanilishi — 1970-yillarda LCD (Liquid Crystal Display) texnologiyasining yaratilishi bo‘ldi. Bu texnologiya televizorlar, kalkulyatorlar, soatlar, kompyuter monitorlari va mobil telefon displeylarida keng qo‘llanila boshlandi. Suyuq kristallar yordamida yaratilgan qurilmalar ancha ixcham, energiya tejovchi va past haroratda ishlovchi bo‘lganligi sababli tez orada butun dunyo bo‘ylab keng tarqaldi. Bugungi kunda suyuq kristallar faqat displeylar bilan cheklanib qolmasdan, biologiya, tibbiyot, nanotexnologiya, optika va boshqa ko‘plab fan va texnika sohalarida qo‘llanilmoqda. Ularning noyob fizik-kimyoviy xossalari bu materiallar ustida olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlarning dolzarbligini saqlab qolmoqda. Suyuq kristallar bir xil tuzilishga ega emas. Ular molekulalarining tartiblanganligi darajasi va fazaviy tuzilishiga qarab bir nechta asosiy turlarga bo‘linadi. Har bir tur o‘ziga xos fizik va optik xususiyatlarga ega bo‘lib, ma‘lum bir sharoitda o‘ziga xos fazaviy holatda mavjud bo‘ladi. Quyida suyuq kristallarning asosiy turlari va ularning xususiyatlari bayon etiladi. Nematik suyuq kristallar eng sodda va keng tarqalgan turlaridan biridir. Ularning molekulalari biror yo‘nalish (direktor deb ataladi) bo‘ylab joylashgan bo‘ladi, ammo ular fazoviy jihatdan markazga nisbatan tartibsiz holatda bo‘ladi. Bu holatda modda suyuqlik kabi oqadi, biroq molekulalarning umumiy yo‘nalishi saqlanib qoladi. Smektik fazada molekulalar qatlamlar hosil qilgan holda tartiblanadi. Har bir qatlam ichida molekulalar nematik fazadagi kabi bir yo‘nalishda joylashgan, lekin ular qatlamlararo harakatlanishda cheklovga ega. Smektik faza qattiq holatga yaqinroq bo‘lib, tartib darajasi yuqoriroq. Smektik fazaning ham bir necha turlari mavjud, masalan, SmA, SmC va boshqalar, ularning har biri molekulalarning qatlamlar ichida qanday joylashganiga qarab farqlanadi. Kolestrik faza xolesterin hosilalari asosidagi suyuq kristallarda uchraydi.



Mana siz uchun temperatura o'zgarishi bilan suyuq kristallarning fazalari almashishini ko'rsatadigan grafik tayyorlab berdim.

- Smektik faza 20°C dan 40°C gacha,
- Nematik faza 40°C dan 80°C gacha,
- Suyuq faza esa 80°C dan yuqori haroratlarda mavjudligini ko'rsatadi.

Date: 5th June-2025

Ularning molekulari gorizontallarda joylashgan bo'lib, har bir qatlamdagi molekular oldingisiga nisbatan ma'lum burchak ostida burilgan bo'ladi. Bu holat spiral (heliks) tuzilmani hosil qiladi. Spiralning burilish davri yorug'lik to'lqin uzunligiga teng bo'lsa, modda yorug'likni qaytaradi, ya'ni rangli ko'rinishda namoyon bo'ladi. Bundan tashqari, disk shaklidagi molekularlardan iborat diskotik suyuq kristallar ham mavjud bo'lib, ular elektr va optik materiallar sifatida qiziqish uyg'otadi. Shuningdek, suyuq kristallar polimer zanjirlari asosida ham hosil qilinadi, bular polimerik suyuq kristallar deb ataladi. Suyuq kristallar turli xil fazalarda mavjud bo'lishi mumkin. Ularning har biri o'zining noyob tuzilishi va fizik xossalari bilan ajralib turadi. Bu xilma-xillik ularni turli sohalar — optikadan tortib biotexnologiyagacha — keng qo'llash imkonini yaratadi. Suyuq kristallar o'ziga xos fizik va kimyoviy xususiyatlarga ega bo'lgan materiallar bo'lib, ularning bu xossalari aynan suyuqlik va kristall holatlarning uyg'unlashgan tabiati bilan belgilanadi. Bu moddalarning o'ziga xosligi ularning molekulyar tartiblilikida va tashqi omillarga (harorat, bosim, elektr yoki magnit maydon) bo'lgan yuqori sezuvchanligida namoyon bo'ladi. Suyuq kristallarning eng asosiy fizik xossalaridan biri — bu aniotropiyadir. Ularning molekulari muayyan yo'nalishda tartiblangan bo'lganligi sababli, ular fizikaviy o'lchovlarda (elektr o'tkazuvchanlik, issiqlik o'tkazuvchanlik, sinish ko'rsatkichi) yo'nalishga qarab turlicha qiymatlar namoyon qiladi. Masalan, yorug'lik bir yo'nalishda tezroq harakatlanishi, boshqa yo'nalishda esa sustroq o'tishi mumkin. Suyuq kristallar tashqi elektr maydoni ta'sirida o'z molekularining yo'nalishini o'zgartiradi. Bu hodisa elektrooptik effekt deb ataladi. Bu xususiyat ayniqsa displey texnologiyalarida (masalan, LCD ekranlar) muhim ahamiyatga ega. Elektr maydon berilganda, molekular qayta yo'naladi va yorug'likning o'tishini boshqaradi. Suyuq kristallar haroratga juda sezuvchan bo'ladi. Harorat o'zgarishi bilan molekularning tartib darajasi va fazasi o'zgaradi. Masalan, past haroratda smektik holatda bo'lgan modda, harorat ko'tarilishi bilan nematik fazaga o'tadi, undan so'ng esa oddiy suyuqlikka aylanishi mumkin. Bu xususiyat suyuq kristallarni issiqlik sensorlari va termoxromik materiallar sifatida ishlatish imkonini beradi. Suyuq kristallar kuchli optik aniotropiyaga ega. Ular ikki sindirish (birefringensiya) xususiyatiga ega bo'lishi mumkin, ya'ni bir nur ikki xil yo'nalishda va ikki xil tezlikda tarqaladi. Bu hodisa polarizatsiyalangan yorug'lik bilan tajribalarda yaqqol ko'rinadi. Polarizatsiyalangan nur yordamida suyuq kristallar strukturasi va fazaviy holatini aniqlash mumkin. Kolestrik suyuq kristallar esa spiral tuzilmasi tufayli rangli difraksion effektlar ko'rsatadi. Suyuq kristallar odatda organik molekularlardan tashkil topgan bo'lib, ular o'zining organik strukturasi qarang har xil barqarorlik darajasiga ega. Ba'zi suyuq kristallar yorug'lik yoki kislorod ta'sirida tez parchalanadi, shu sababli ular maxsus qadoqlash va himoyalovchi qatlamlar talab qiladi. Boshqa tomondan, kimyoviy jihatdan barqaror bo'lgan suyuq kristallar — nanoelektronika va biohisoblash qurilmalarida istiqbolli material hisoblanadi. Ko'pchilik suyuq kristallar fazaviy holatlar orasida reversiv (qayta tiklanuvchi) o'tish xususiyatiga ega. Masalan, suyuq kristall qizitilganda suyuqlik holatiga o'tadi, sovutilganda esa yana suyuq kristall holatiga qaytadi. Bu ularni harorat bilan boshqariladigan sensor qurilmalarda juda foydali qiladi. Suyuq kristallar o'zining noyob

Date: 5th June-2025



fizik va kimyoviy xossalari — aniotropiya, elektrooptik sezuvchanlik, termik ta'sirchanlik va fazalararo o'tish imkoniyati bilan boshqa moddalar orasida alohida o'rin egallaydi. Ularning har tomonlama sezuvchanligi ularni ilm-fan va texnika sohalarida zamonaviy texnologiyalar asosiga aylantirdi. Suyuq kristallar o'zining optik xossalari bilan boshqa moddalardan keskin farq qiladi. Ayniqsa, ular yorug'likni qanday yutishi, sindirishi va yo'naltirishi bo'yicha noyob fazaviy tuzilishga ega. Bu xususiyatlar asosan molekulalarning yo'nalganligi, fazasi va tashqi ta'sirlarga sezuvchanligi bilan belgilanadi. Suyuq kristallarning aynan optik sohadagi imkoniyatlari ularni displey texnologiyalaridan tortib sensorlarga qadar keng sohalarda qo'llashga asos bo'ladi. Suyuq kristallarda optik aniotropiya mavjud bo'lib, bu degani — moddaning optik xossalari, xususan, sinish ko'rsatkichi, yo'nalishga bog'liq ravishda o'zgaradi. Bu hodisa ayniqsa birefringensiya (ikki marta sinish) orqali ifodalanadi. Birefringensiya shuni anglatadiki, bitta yorug'lik nuri modda ichida ikki xil tezlikda harakatlanadigan ikkita nurga ajraladi: odatiy va noodatiy nur. Bu xususiyat polarizatsiyalangan yorug'lik bilan tekshirilganda yaqqol ko'zga tashlanadi. Bunday tajribalar mikroskopik strukturani o'rganish va fazani aniqlashda qo'llaniladi. Suyuq kristallar polarizatsiyalangan yorug'lik bilan bevosita ishlaydi. Ularning molekulalari muayyan yo'nalishda joylashganligi sababli, ular faqat ma'lum yo'nalishdagi yorug'lik to'lqinlarini o'tkazadi yoki qaytaradi. Ayrim suyuq kristallar termoxromik xususiyatga ega. Bu xususiyat ularning haroratga bog'liq tarzda rangini o'zgartirishi bilan ifodalanadi. Xususan, xolesterik suyuq kristallarning spiral strukturasi harorat ortishi bilan torayadi yoki kengayadi, bu esa ular tomonidan aks ettiriladigan yorug'lik to'lqin uzunligini o'zgartiradi. Xolesterik suyuq kristallar o'zining spiral tuzilmasi tufayli yorug'lik dispersiyasi va interferensiyasini ko'rsatadi. Bunday hodisalar natijasida ular muayyan to'lqin uzunligidagi yorug'likni kuchli qaytaradi, natijada modda ma'lum rangda ko'rinadi. Bu rang harorat yoki tashqi omillarga qarab o'zgaradi. Suyuq kristallar elektrooptik modulyatsiyani qo'llab-quvvatlaydi, ya'ni ular elektr maydoni ta'sirida optik xossalari o'zgartiradi. Elektr maydon ta'sirida molekulalar yo'nalishi o'zgaradi, bu esa sinish ko'rsatkichi, shaffoflik yoki aks ettirish kabi xususiyatlarga bevosita ta'sir qiladi. Suyuq kristallarning optik xossalari — ayniqsa birefringensiya, polarizatsiyaga javob, termoxromizm va elektrooptik sezuvchanlik — ularni optoelektronika, displey, tibbiy texnologiyalar va zamonaviy sensor tizimlarida muhim komponentga aylantiradi. Ularning yorug'lik bilan bevosita o'zaro ta'siri, texnik nazoratda yuqori aniqlik va sezuvchanlik talab etiladigan sohalarda katta imkoniyatlar yaratmoqda. Suyuq kristallar o'zining fizik, optik va kimyoviy xususiyatlari tufayli zamonaviy texnologiyalarda keng qo'llaniladi. Ular tashqi ta'sirlarga (harorat, elektr maydon, magnit maydon) yuqori sezuvchanlik ko'rsatgani sababli, axborot texnologiyalari, tibbiyot, kimyo sanoati, biologiya, nanotexnologiya kabi ko'plab sohalarda muhim o'rin egallaydi. Quyida ularning asosiy amaliy qo'llanilish yo'nalishlari keltiriladi. Eng keng tarqalgan va ommabop foydalanish sohasi bu — suyuq kristalli displeylardir. Ular televizorlar, kompyuter monitorlari, smartfonlar, kalkulyatorlar, soatlar va boshqa ko'plab qurilmalarda ishlatiladi. LCD displeylar polarizatsiyalangan yorug'likning suyuq kristallar orqali o'tishida ro'y beradigan optik o'zgarishlarga asoslangan. Har bir piksel ostida

Date: 5th June-2025



joylashgan elektrodlar orqali kristallarning yo‘nalishi boshqariladi, natijada nurning o‘tishi yoki to‘silishi amalga oshadi. Rangli displeylarda RGB filtrlar bilan birgalikda ishlatiladi. Suyuq kristallar o‘zining termoxromik va piezoelektrik xususiyatlari orqali muhitdagi o‘zgarishlarga tezda reaksiya bildiradi. Xolesterik suyuq kristallar yorug‘likning muayyan to‘lqin uzunliklarini aks ettiradi yoki yutadi. Bu xususiyat ularni optik filtrlar, fotonik kristallar, rangsiz ko‘rinadigan, lekin nurni boshqaruvchi oynalar ishlab chiqarishda ishlatish imkonini beradi. Suyuq kristallar biomolekulalarga (DNK, oqsillar, fermentlar) sezgir bo‘lganligi sababli biosensorlar sifatida qo‘llaniladi. Shuningdek, suyuq kristallarning optik javobi asosida ko‘z ichki bosimini o‘lchovchi linzalar, yurak ritmini monitoring qiluvchi yamalar ishlab chiqilmoqda. Suyuq kristallar kimyoviy tajribalarda indikator sifatida ishlatiladi. Ba’zi kimyoviy reaktivlar yoki gazlar bilan o‘zaro ta’sirga kirishganda rangini o‘zgartirishi ularni kimyoviy sensorlar uchun juda qulay materialga aylantiradi. Suyuq kristallarning amaliy qo‘llanilish doirasi juda keng va u kun sayin kengaymoqda. Ularning fizik va optik xossalari zamonaviy texnologik qurilmalar, sensorlar, displeylar, biomonitring tizimlari va nanotizimlarda asosiy rol o‘ynaydi. Shu bois, suyuq kristallar XXI asrning eng istiqbolli va dolzarb materiallaridan biri hisoblanadi. Suyuq kristallar sohasi ilm-fan va texnologiyalarning tez sur‘atlar bilan rivojlanayotgan yo‘nalishlaridan biridir. So‘nggi yillarda nanomateriallar, biofotonika, kvant texnologiyalari, tibbiy diagnostika va atrof-muhit monitoringi kabi sohalarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar suyuq kristallarning imkoniyatlarini yanada kengaytirmoqda. Ushbu bobda ushbu materiallar ustida olib borilgan muhim tadqiqotlar, eng so‘nggi yutuqlar va istiqbolli yo‘nalishlar haqida fikr yuritiladi. Tadqiqotchilar tomonidan yuqori haroratga chidamli, past kuchlanishda ishlaydigan va tez javob beruvchi suyuq kristall birikmalar yaratilmoqda. Masalan, ferroelektrik suyuq kristallar yoki ionik suyuq kristallar kelajakda yangi avlod displey va sensor qurilmalari uchun asos bo‘lishi mumkin. Nanotexnologiyalar yordamida suyuq kristall strukturaga metall, yarim o‘tkazuvchi yoki dielektrik nanozarralar qo‘shilmoqda. Bu esa materiallarning optik va elektr javobini sezilarli darajada kuchaytiradi. So‘nggi tadqiqotlar suyuq kristallarning biosezgirliги ularni diagnostika, terapevtika va biosensorikada ishlatish imkoniyatini ko‘rsatmoqda. Suyuq kristallarni lazer texnologiyalari, fotonli chiplar, optik signal modulyatorlarida ishlatish bo‘yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. Suyuq kristallarning quyosh nurlariga sezgirliги ularni fotoenergiya tizimlari, yorug‘lik yutuvchi panellar va moslashuvchan quyosh batareyalarida ishlatish imkonini bermoqda. Ba’zi laboratoriya tadqiqotlarida ular issiqlikni yutuvchi modda sifatida energiya tejovchi oynalarda muvaffaqiyatli sinovdan o‘tkazilmoqda. Suyuq kristallar ustida olib borilayotgan tadqiqotlar ularning imkoniyatlarini har yili yanada kengaytirmoqda. Ilgari faqat displeylar bilan bog‘liq deb qaralgan bu materiallar hozirgi kunda nanotexnologiyalar, biologiya, tibbiyot, ekologiya, energetika va sun‘iy intellekt sohalariga kirib bormoqda. Tadqiqotlar suyuq kristallarni zamonaviy fan va texnikaning ko‘plab muhim muammolarini hal qilishda asosiy vositalardan biriga aylantirishiga ishonch ortmoqda.

XULOSA

Date: 5th June-2025

Suyuq kristallar — suyuqliklar va qattiq jismlar xususiyatini oʻzida birlashtirgan noyob moddalardir. Ularning fizik tuzilishi, tartiblanganlik darajasi, optik va elektr xossalari ularni koʻplab zamonaviy texnologiyalarda muhim materialga aylantirgan. Bu moddalarning fazaviy fazalar (nematik, smektik, xolesterik) orqali harorat yoki tashqi maydon taʼsirida struktura va xususiyatlarini oʻzgartirishi ilmiy va amaliy jihatdan keng izlanishlarga sabab boʻlmoqda. Bugungi kunda suyuq kristallar: Display texnologiyalarida (LCD), tibbiyot va biologiyada biosensorlar sifatida, optoelektronika va fotonikada, nanotexnologiyalarda, atrof-muhit monitoringi va xavfsizlik sohalarida keng qoʻllanmoqda. Ilmiy tadqiqotlar ularning potentsialini yanada chuqurroq ochmoqda: yangi birikmalar sintezi, nanochastikalar bilan modifikatsiyalash, sunʼiy intellekt tizimlari bilan integratsiya qilish kabi yoʻnalishlar XXI asrning texnologik taraqqiyotida muhim rol oʻynashi kutilmoqda. Shu bois, suyuq kristallar nafaqat fizik-kimyoviy material sifatida, balki ilmiy tadqiqotlar va innovatsion texnologiyalar uchun fundamental asos sifatida ham dolzarb hisoblanadi. Ularning rivoji insoniyat hayotining barcha sohalarida qulaylik, aniqlik va yangi imkoniyatlarni taqdim etmoqda. Suyuq kristallar — moddalarning noyob va murakkab holati boʻlib, ular molekulyar tartib va suyuqlik xossalariining kombinatsiyasini ifodalaydi. Ularning aniotrop optik xususiyatlari, tashqi elektr yoki magnit maydonlarga sezuvchanligi ularni zamonaviy texnologik qurilmalarda, ayniqsa displeylar, sensorlar va biotibbiy asbob-uskunalarda keng qoʻllash imkonini beradi. Shu bilan birga, suyuq kristallar boʻyicha olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar ularning yangi turlarini kashf etish va qoʻllash sohalarini kengaytirish imkonini bermoqda. Kelajakda bu soha nanomateriallar va molekulyar elektronika bilan integratsiyalashib, fan va texnikaning yangi yutuqlariga asos boʻlishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Boboqulova, M. X. (2025). OPTIKA QONUNLARINING TIBBIYOTDA AHAMIYATI. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 2(5), 42-52.
2. Boboqulova, M. X. (2025). IDEAL VA YOPISHQOQ SUYUQLIK. BERNULLI TENGLAMASI. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 2(5), 122-129.
3. Boboqulova, M. X. (2025). RADIOAKTIVLIK. IONLASHTIRUVCHI NURLANISHNING ORGANIZMGA TAʼSIRI. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 2(5), 18-26.
4. Boboqulova, M. X. (2025). VODOROD ATOMINING KVANT NAZARIYASI. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 2(5), 113-121.
5. Boboqulova, M. X. (2025). OʻTA OʻTKAZUVCHANLIK. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 2(5), 60-67.
6. Boboqulova, M. X. (2025). QATTIQ JISMLARNING ERISH ISSIQLIGI. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 2(4), 26-32.



Date: 5th June-2025

7. Boboqulova, M. X. (2025). SUYUQ KRISTALLAR VA ULARNING XOSSALARI. Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology, 2(4), 42-49.
8. Boboqulova, M. X. (2025). TIRIK SISTEMALAR TERMODINAMIKASI. Methods of applying innovative and digital technologies in the educational system, 2(4), 20-27.
9. Boboqulova, M. X. (2025). YADRO REAKSIYALARIDA SAQLANISH QONUNLARI. Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology, 2(4), 33-39.
10. Boboqulova, M. X. (2025). VAVILOV-CHERENKOV EFYEKTING FIZIK ASOSLARI VA AMALIY QO 'LLANILISHI. ИКРО журнал, 15(01), 282-284.
11. Boboqulova, M. X. (2025). MAGNIT BO'RONLARINING YERGA TA'SIRI. PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI, 3(1), 522-525.
12. Boboqulova, M. X. (2025). QON AYLANISH SISTEMASINING FIZIK ASOSLARI. PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI, 3(1), 518-521.
13. Boboqulova, M. X. (2025). SUYUQLIKLARNING YORUG 'LIK YUTISH KOEFFITSIYENTINI VA ERITMALARNING KONSENTRATSIYASINI ANIQLASHDA OPTIK USULLARNI QO 'LLASH. PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI, 3(1), 526-530.
14. Boboqulova, M. X. (2025). ENDOSKOPIK USULLARNING TIBBIYOTDA QO 'LLANISHI. *Modern World Education: New Age Problems–New solutions*, 2(4), 1-8.
15. Usmonov, F. R. (2025). KONCHILIK SANOATIDA RUDALARNI GRAVITATSIYA USULIDA BOYITISH NAZARIYASI. *Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology*, 2(2), 38-47.
16. Usmonov, F. R. (2025). FOYDALI QAZILMALARNING BOYITISH SXEMALARINING TURLARI VA ULARNI TUZISH PRINSIPLARI. *Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology*, 2(2), 15-26.
17. Usmonov, F. R. (2025). FOYDALI QAZILMALARNI MAYDALASH JARAYONLARI XAQIDA MA'LUMOT. PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI, 3(2), 56-59.
18. Usmonov, F. R. (2025). KONCHILIK SANOATIDA FOYDALI QAZILMALARNI VINTLI SEPARATORLARDA VA PURKOVCHI KONUSLARDA BOYITISH. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 2(3), 18-26.
19. Usmonov, F. R. (2025). KONCHILIK SANOATIDA RUDALARNI CHO'KTIRISH MASHINALARIDA BOYITISH TARAQQIYOTI. *New modern researchers: modern proposals and solutions*, 2(3), 39-47.
20. Usmonov, F. R. (2025). FOYDALI QAZILMALARNI KONSENTRATSION STOLDA BOYITISH JARAYONI. *New modern researchers: modern proposals and solutions*, 2(3), 61-69.
21. Usmonov, F. R. (2025). KONCHILIK SANOATIDA FLOTATSIYA JARAYONLARI UCHUN QO 'LLANILADIGAN FLOTOREAGENTLARNING



Date: 5th June-2025

TAVSIFLANISHI. *Modern World Education: New Age Problems–New solutions*, 2(4), 31-40.

22. Usmonov, F. R. (2025). FLATATSIYA JARAYONIDA QO'LLANILADIGAN YIG'UVCHI, KO'PIK HOSIL QILUVCHI, MOSLOVCHI VA FAOLLASHTIRUVCHI REOGENTLAR TAHLILI. *Modern World Education: New Age Problems–New solutions*, 2(4), 47-57.

23. Usmonov, F. R. (2025). KONCHILIK SANOATIDA FOYDALI QAZILMALARNI FLOTATSIYA USULIDA BOYITISH. *Modern World Education: New Age Problems–New solutions*, 2(4), 15-24.

24. Usmonov, F. R. (2025). FOYDALI QAZILMALARNI FLATATSIYA USULIDA BOYITISHDA FLOTATSIYA SXEMALARINI TANLASH. *Methods of applying innovative and digital technologies in the educational system*, 2(4), 36-43.

25. Usmonov, F. R. (2025). KONCHILIK SANOATIDA RUDALARNI BOYITISH QO'LLANILADIGAN FLOTATSIYA MASHINALARINING TUZILISHI TURLARI VA ISHLASH PRINSIPLARI. *Methods of applying innovative and digital technologies in the educational system*, 2(4), 28-35.

26. Usmonov, F. R. (2025). KONCHILIK SANOATIDA RUDALARNI RUDA VA MINERALLARNI MAGNIT XOSSALARI VA MAGNIT SEPARATORLARI. *Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology*, 2(4), 32-41.

27. Usmonov, F. R. (2025). FOYDALI QAZILMALARNI FLATATSIYA USULIDA BOYITISHDA FLOTATSIYA MASHINALARINI TANLASH. *Methods of applying innovative and digital technologies in the educational system*, 2(4), 13-19.

28. Usmonov, F. R. (2025). KONCHILIK SANOATIDA RUDALARNI MAGNITLI USULDA BOYITISH. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 2(4), 40-47.

29. Муниров, Д. Д. О. (2024). КАК ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СПОСОБСТВУЮТ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ. *MASTERS*, 2(8), 44-51.

30. Муниров, Д. Д. О. (2024). РОЛЬ СЕТЕЙ В СОВРЕМЕННОЙ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЕ. *WORLD OF SCIENCE*, 7(8), 27-34.

31. Муниров, Д. Д. О. (2024). ВАЖНОСТЬ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ В ЦИФРОВУЮ ЭПОХУ. *PSIXOLOGIYA VA SOTSIOLOGIYA ILMIY JURNALI*, 2(7), 35-42.

32. MUNIROV, J. (2024). THE FUTURE OF CLOUD TECHNOLOGY: DRIVING INNOVATION AND EFFICIENCY IN THE DIGITAL ERA. *Medicine, pedagogy and technology: theory and practice*, 2(9), 193-201.

33. MUNIROV, J. (2025). REVOLUTIONIZING REMOTE WORK WITH REAL-TIME COLLABORATION TOOLS. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 2(2), 27-31.

34. MUNIROV, J. (2025). VIRTUAL REALLIK TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANIB AMALIY O'QUV JARAYONLARINI TASHKIL QILISH. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 3(1), 100-103.



Date: 5th June-2025

35. Jalolov T. S. & Munirov J. J. (2025). TA'LIM JARAYONIDA VIRTUAL REALLIK ASOSIDA INTERAKTIV DARSLARNI TASHKIL ETISHNING SAMARADORLIGI. *Development Of Science*, 5(1), pp. 104-111. <https://doi.org/0>
36. MUNIROV, J. (2025). TRANSFORMING SOFTWARE DEVELOPMENT WITH AI-POWERED CODE GENERATION TOOLS. *ИКРО журнал*, 15(01), 230-232.
37. MUNIROV, J. (2025). ORGANIZING PRACTICAL LEARNING PROCESSES USING VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 3(2), 74-77.
38. Ашуров, Ж. Д. (2024). ИНТЕГРАТИВНЫЙ ПОДХОД К ПРЕПОДАВАНИЮ ПРЕДМЕТА «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ» В ВУЗАХ. *PEDAGOG*, 7(4), 335-344.
39. Ashurov, J. D. (2025). ZAMONAVIY OLIY TA'LIMDA SUN'IY INTELLEKTDAN FOYDALANISHNING O 'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 2(2), 57-59.
40. Ashurov, J. D. (2024). O 'ZBEKISTON OLIY TA 'LIM TIZIMIDA SUN 'IY INTELLEKTNI JORIY QILISH ISTIQBOLLARI. *Advanced methods of ensuring the quality of education: problems and solutions*, 1(3), 119-125.
41. Ashurov, J. D. (2024). OLIY TA'LIMDA SUN'IY INTELEKT TEXNOLOGIYALARI: MUAMMOLAR VA ISTIQBOLLAR. *Advanced methods of ensuring the quality of education: problems and solutions*, 1(3), 112-118.
42. Ashurov, J. (2024). APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICAL EDUCATION. *Medicine, pedagogy and technology: theory and practice*, 2(9), 242-249.
43. Ashurov, J. D. (2025). SUN 'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARINING PEDAGOGIK JARAYONLARGA TA 'SIRI. *Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology*, 2(1), 14-20.
44. Ashurov, J. D. (2025). SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARIDAN TA'LIM TIZIMIDA FOYDALANISHDA AXBOROT MADANIYATINI SHAKLLANTIRISHNING AHAMIYATI. *Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology*, 2(1), 41-47.
45. Ашуров, Ж. Д., Нуритдинов, И., & Умаров, С. Х. (2011). Влияние температуры и примесей элементов I и IV групп на тензорезистивные свойства монокристаллов TlInSe₂. *Перспективные материалы*, (1), 11-14.
46. Ashurov, J. D. (2025). OLIY TA 'LIM TIZIMIDA SUN 'IY INTELLEKTNI JORIY QILISHDA AXBOROT XAVFSIZLIGINI TA 'MINLASHNING AHAMIYATI. *Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology*, 2(1), 21-26.
47. Ashurov, J. D. (2025). OLIY TA 'LIM TIZIMIDA SUN 'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARINI JORIY QILISHNING AXLOQIY MUAMMOLARI. *Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology*, 2(1), 27-33.



Date: 5th June-2025

48. Rajabov, A. R. (2025). FLUTTER DASTURLASH TILIDA ONLINE KURSLAR TAYYORLASH. *Methods of applying innovative and digital technologies in the educational system*, 2(4), 51-57.
49. Rajabov, A. R. (2025). CHIQINDI KONTEYNERLARNI AVTOMATIK BOSHQARUV TIZIMINI ISHLAB CHIQISH. *Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology*, 2(4), 1-8.
50. Rajabov, A. R. (2025). ONLINE KURSLAR UCHUN DASTURLASH TILLARINING AHAMIYATI. *ИКРО журнал*, 15(01), 233-236.
51. Rajabov, A. R. (2025). MOOC KURSLARI VA ULARNING IMKONIYATLARI. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 3(2), 78-80.
52. Rajabov, A. R. (2025). MASSHTABLANADIGAN ONLINE KURSLAR MOOC PLATFORMASI UCHUN AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI YARATISH. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 3(1), 150-155.
53. Rajabov, A. R. (2025). FLUTTER DASTURLASH TILIDA PERMISSIONLAR BILAN ISHLASH. *PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI*, 2(2), 69-74.
54. ogli Rajabov, A. R. (2025). DEVELOPMENT OF MOBILE APPLICATIONS FOR ONLINE COURSES. *Methods of applying innovative and digital technologies in the educational system*, 2(4), 58-63.
55. Rajabov, A. R. (2025). C++ DASTURLASH TILIDA BIR O'LCHOVLI MASSIVLAR. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 2(5), 75-82.
56. Rajabov, A. R. (2025). ONE-DIMENSIONAL ARRAYS IN THE C++ PROGRAMMING LANGUAGE. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 2(5), 90-97.
57. Rajabov, A. R. (2025). COMPLEX DATA TYPES IN C++. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 2(5), 106-112.
58. Ravshanovich, R. A. (2025). THE ROLE AND IMPORTANCE OF THE REACT NATIVE PROGRAMMING FRAMEWORK IN CREATING MOBILE APPLICATIONS. *Introduction of new innovative technologies in education of pedagogy and psychology*, 2(5), 53-59.
59. Rajabov, A. R. (2025). ONLINE O'QUV KURSLARGA AI SUNIY INTELEKTNI INTEGRATSIYA QILIB TA'LIM JARAYONINI TAKOMILLASHTIRISH. *Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology*, 2(5), 83-89.
60. Rajabov, A. R. (2025). ONLINE KURSLAR UCHUN MOBIL ILOVALARNI ISHLAB CHIQISH. *Problems and solutions at the stage of innovative development of science, education and technology*, 2(5), 76-82.

