UNIVERSAL JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES
ISSN 2992 – 8788
https://sr-journals.org/index.php/UJMTCS

Atom fizikasi rivojlanishida Rentgen nurlarning ahamiyati

Xo‘jamberdiyeva Jamila Norqobilovna
QarshiDU Umumiy fizika kafedrasi v.b.dotsenti
E-mail: jeki93628@gmail.com
orcid.org/0009-0001-4649-4283
Tel: (90) 720 49 94

Annotatsiya. Maqolada atom fizikasi rivojlanishida asosiy kashfiyotlardan biri-rentgen nurlarining kashf etilishi natijasida atom strukturaviy tuzilishi haqidagi ilmiy ma’lumotlar asosida atomlarning bir-biridan farqlanadigan xususiyatlari, rentgen strukturaviy analiz metodi, rentgenoskopiya usuli haqida ma’lumot olish mumkin.

Rentgen nurlanishi to‘lqin uzunligi va moddalar bilan o‘zaro ta’sir jarayonlarida elektromagnit nurlanishlar korpuskulyar-to‘lqin dualizmiga asosan korpuskula (zarra) kabi ta’sirlashuvi yuz berishini isbotlaydigan Fotoeffekt, Kompton effekti natijasida atom murakkab tuzilishini o‘rganish imkoniyatini yaratdi.

Kalit so’zlar: Rentgen nurlanishlar, Vilyam Rentgen, rentgen trubkasi, o‘tkazuvchanlik, angestrem, rentgoskopiya, rentgen tasviri.

Annotation. The article provides information about the differing properties of atoms, the method of X-ray structural analysis, and the method of X-ray spectroscopy based on scientific data about the structure of the atom, obtained as a result of one of the major discoveries in the development of atomic physics — the discovery of X-rays.

X-ray radiation wavelengths and interaction processes with matter have made it possible to study the complex structure of the atom thanks to the photoelectric effect and the Compton effect, which demonstrate that electromagnetic radiation behaves like a corpuscle (particle) during interaction in accordance with wave-particle duality.

Keywords: *X-rays, Wilhelm Röntgen, X-ray tube, transmissivity, angstrom, roentgenoscopy, X-ray image.*

Аннотация. В статье можно получить информацию о различающихся свойствах атомов, методе рентгеновского структурного анализа и методе рентгеноскопии на основе научных данных о структуре атома, полученных в результате одного из основных открытий в развитии атомной физики — открытия рентгеновских лучей.

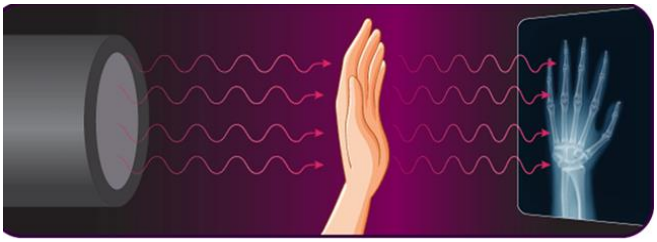
Рентгеновское излучение длины волн и процессы взаимодействия с веществом создали возможность изучать сложную структуру атома благодаря Фотоэффекту и эффекту Комптона, которые доказывают, что электромагнитное излучение при взаимодействии ведет себя как корпускула (частица) в соответствии с корпускулярно-волновым дуализмом.

Ключевые слова: *Рентгеновское излучение, Вильгельм Рентген, рентгеновская трубка, проницаемость, ангстрем, рентгеноскопия, рентгеновский снимок.*

Kirish. Elektromagnit nurlanishlarning xossalarini o‘rganish davomida korpuskulyar-to‘lqin dualizmi turli diapazondagi nurlanishlar uchun o‘rinli ekanligi aniqlandi. Infraqizil va ultrabinafsha nurlanishlarning muhit atom, molekulalari bilan o‘zaro ta’sirlashuv jarayonlari o‘rganilganda muhit molekulalari o‘lchami hamda nurlanishlar to‘lqin uzunliklarining qaysi sohaga siljishi natijasida yuz beradigan jarayonlar korpuskulyar-to‘lqin xossalardan birini namoyon qiladi.

Elektromagnit nurlanishlarning korpuskulyar tabiatini isbotlaydigan fotoeffekt hodisasini kashf etilishi natijasida vakuumda katod-anod o‘rtasida elektronlar harakati tufayli emission tok hosil qilish fizik olimlarni elektromagnit nurlanishlarga bo‘lgan qiziqishini yanada ortirdi. Nemes olimi

V.Rentgen Faradey va Gerslar tajribada o‘rgangan elektromagnit nurlanishlarning tabiatini kengroq tavsiflash uchun bir qator tajribalar o‘tkazadi, tasodifan laboratoriyasida vakuum trubka katodini elektr toki bilan qizdirish natijasida ko‘zga ko‘rinmaydigan nurlanishlar hosil bo‘lishini sezib qoladi. Bu nurlanishlar ta’sirida ba’zi metallar o‘zlaridan yorug‘lik chiqarishini kuzatadi. Noma’lum nurlarni “X” nurlar deb ataydi hamda ularning fizik xossalarini tadqiq etadi. Tajribani fotoplastinkalar orqali o‘tkazish davomida olim inson tanasining yumshoq to‘qimalari bu nurni yaxshi o‘tkazishini, suyak kabi qattiq to‘qimalari esa yomon o‘tkazishi ko‘proq yutishini aniqlab, rafiqasining qo‘l suyagi rentgen tasvirini keng ommaga taqdim etadi.



Rentgenning bu kashfiyoti nafaqat fizika fanining balki boshqa fanlarning hamda tibbiyot sohasidagi revolyutsion o‘zgarishlarga sabab bo‘ldi. Chunki rentgen nurlari moddalar ichki tuzilishini spektroskopik tahlil qilish orqali aniq strukturaviy tasvirini olish imkoniyatini yaratdi. Buning natijasida modda atomlarining o‘zaro joylashish masofasi, kristall panjara shaklini aniq ko‘rsatib beradi. Rentgen nurlarining difraksiyasini aniqlanishi moddalar sirt strukturasi hamda kristall panajara tuzilishi haqida batafsil ma’lumot olish imkoniyatini yaratdi.

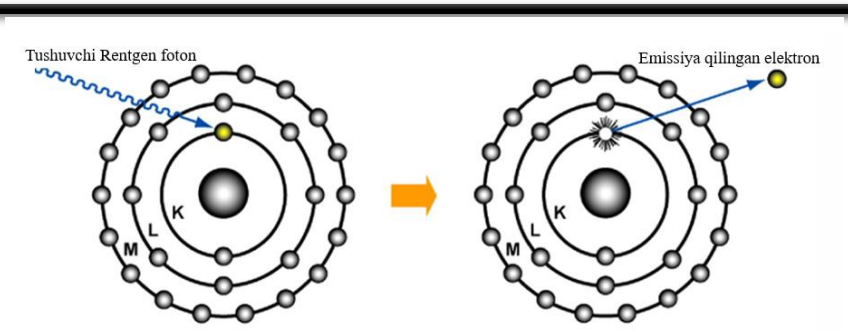
Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili (Literature review). Rentgen nurlari kashf etilishi fizik olimlarni yuqori o‘tkazuvchanligi, elektr va magnit maydonda og‘masdan to‘g‘ri harakatini davom etishi kabi xususiyatlari bilan qiziqtirdi. Jumladan **M. G. Petrushanskiy**, «Основы физики ионизирующих излучений» nomli o‘quv qo‘llanmasida rentgen nurlar tabiati, hosil bo‘lishiga ko‘ra turlari, tormozlanish rentgen nurlarining rentgen trubkasida hosil bo‘lishida katodga berilayotgan kuchlanishga bog‘liqligi, xarakteristik rentgen nurlanish anod materialini fizik xossalarini xarakterilashi, modda bilan ta’sir jarayonlarida yuzaga keladigan rentgen nurlar sochilishi, yutilishi va difraksiyasi, yutilish jarayonida rentgen nurlar intensivligini o‘zgarishi modda tabiatiga bog‘liqligini aytib o‘tgan[1]. **A. N. Remizov, A. G. Maksina, A. Y. Potapenkolarning** «Медицинская и биологическая физика» o‘quv qo‘llanmasida elektromagnit to‘lqin shkalasida rentgen nurlar to‘lqin uzunligi va chastotasi, rentgen nurlarni tibbiyotda bir vaqtda diagnostika va davolash maqsadida foydalanish usullari keltirib o‘tilgan [2].

N. M. Livensev avtorligidagi «Kurs fiziki» kitobida rentgen nurlarning fizik xususiyatlari, moddalar bilan o‘zaro ta’sir mexanizmi, to‘lqin uzunligi chastotasi o‘zgarishi bilan moddalar bilan o‘zaro ta’sir mexanizmining o‘zgarishiga alohida to‘xtalgan [3].

И. В. Савельев avtorligidagi «Курс общей физики» kitobida elektromagnit rentgen nurlarining modda bilan ta’sirlashuv jarayonida yangi foton hosil qilishi, ya’ni rentgen nurlar energiyasini o‘zgartirishini tushuntiruvchi Kompton effekti haqida to‘xtalgan [4].

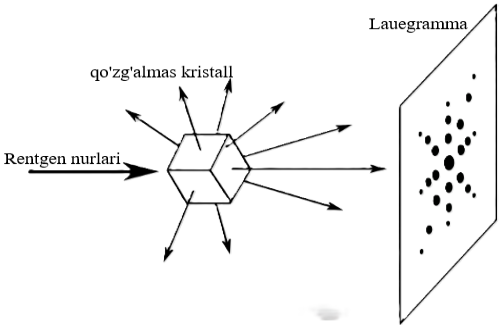
Tadqiqot metodologiyasi (Research Methodology). XX asr boshlarida atom fizikasi alohida fan sifatida shakllanishini boshladi, atom juda kichik o‘lchamdagi elektroneytral tizim bo‘lganligi tufayli uning tarkibi haqida ilmiy ma’lumotlarni olish uchun zarur bo‘lgan eksperimentlarni o‘tkazish uchun atom ichiga kira oladigan eng kamida to‘lqin uzunligi angestrm tartibida bo‘lishi shart bo‘lgan elektromagnit nurlanishlar kerak edi. Rentgen nurlarini kashf etilishi aynan shu muammoni yechimi bo‘ldi, ya’ni nergen nurlar to‘lqin uzunligi angestrm tartibida bo‘lib, elektr va magnit maydonlar ta’sirida yo‘nalishini o‘zgartirmasligi dan modda tarkibidagi atomlar joylashishi va atomlar chiziqli o‘lchamini aniq o‘lchash imkoniyatini berdi. Rentgen nurlari qisqa to‘lqin uzunlikli bo‘lishi modda bilan ta’sir jarayonlari korpuskulyar tabiatli bo‘lishidan dalolat beradi. Masalan 1923 yilda Kompton monoxromatik rentgen nurlarini elektroni yadrosi bilan kuchsiz bog‘langan moddalarga tushirib, rentgen fotoni yadrodan elastik sochilishini hamda tushuvchi rentgen nurlari to‘lqin uzunligi sochilgan rentgen to‘lqin uzunligidan farq qilishini aniqladi. Bu effekt Kompton effekti nomini olgan.

UNIVERSAL JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES
ISSN 2992 – 8788
https://sr-journals.org/index.php/UJMTCS



Ya’ni rentgen foton yadrodan elektronni emissiya qilish uchun bir qism energiyasini sarflaydi, natijada impulsi va energiyasini o‘zgartiradi. Bu effekt rentgen nurlarni muhit bilan zarra kabi to‘qnashishini, mikroolamda energiyani saqlanish qonuni to‘liq bajarilishini yana bir bora isbotlaydi. Shuningdek Kompton effekti yordamida zaryadi turlicha bo‘lgan atomlarda elektronlarning bog‘lanish va ionlanish energiyasi qiymatini aniqlash mumkin. Bu energiya yordamida atomlar ichki tuzilishi haqida ma’lumotlar olish mumkin.

Rentgen nurlari modda tarkibidagi elektronlar bilan to‘qnashishi natijasida ma’lum bir shartlarni bajarish orqali difraksiyalanishini Maks Feliks Teodor fon Laue tomonidan aniqlanishi rentgenostruktura analiz metodiga asos bo‘ldi. Rentgenostruktura analiz metodida rentgen nurlarining uch o‘lchovli kristall panjaradan o‘tishida difraksiyalanishiga asoslanadi. Modda atomlarining o‘zaro joylashishi masofasini, uch o‘lchovli Lauegrammasi yordamida strukturasini tahlil qilishi imkoniyatini yaratadi. Bu metodda tasvir to‘g‘ridan to‘g‘ri yassi plyonkaga Lauegrammasi yoki tasvirning teskari joylashgan holatidagi Epigrammasi olinadi. Epigramma odatda katta o‘lchamli va rentgen nurlarini kuchli yutuvchi kristallar bilan ishlanganda olinadi.

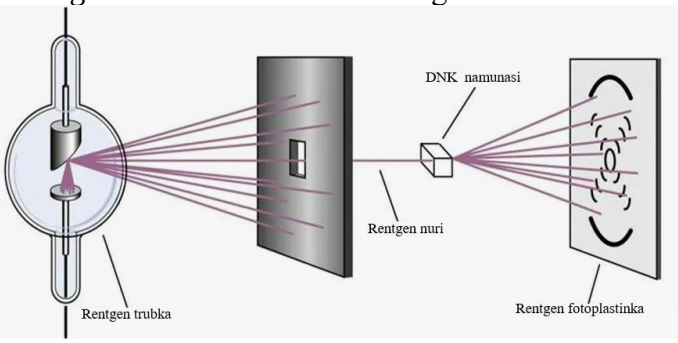


Kristallarni sifati bo‘yicha tahlil qilinganida modda tarkibidagi kristall fazasi hamda atomlari fazoviy joylashish guruhi va panjarasi tipi aniqlanadi. Son bo‘yicha tahlilida moddaning ichki kuchlanish qiymati, kristallar o‘rtacha o‘lchami, elementar yacheykasi xususiyatlari, nechta kristall faza mavjudligi tekshiriladi. Yuqorida keltirilgan tahlil natijalari materiallardan ishlab chiqarish va sanoatda to‘g‘ri foydalanish samaradorligini keskin oshiradi. Yana bir afzalligi tayyor mahsulotni butunligini buzmasdan ichki tuzilishi va tarkibini tez va aniq o‘lchash imkoniyatini berishi tufayli bu metoddan nafaqat ishlab chiqarish va sanoatda balki tibbiyotda, xavfsizlikni ta’minlash sohalarida, aviasozlikda, astronomiyada, rassomchilik va arxitektura buyumlarini restavratsiya qilish hamda haqiqiyligini tekshirishda ishlatiladi. Rentgen nurlarining to‘lqin uzunligi va chastotasini to‘g‘ri tanlanishiga alohida e’tibor qaratishimiz lozim. Rengen nurlarining yutilish xususiyati, ya’ni tekshirilayotgan ob’yekt qalinligidan o‘ta olish qobiliyati, ularning to‘lqin uzunliklariga chambarchas bog‘liq bo‘lib, o‘z navbatida rentgen nurlarining to‘lqin uzunligi, trubkaga beriladigan kuchlanishga bog‘liqdir. Nuqsonlarni aniqlash-defektoskopiya maqsadlarida 2000 kV gacha bo‘lgan kuchlanish qiymatlari ishlatiladi. Rentgen trubkasi katodiga beriladigan ishchi kuchlanish chegarasi masalan 5 - 15 kV bo‘lsa, hosil bo‘ladigan rentgen nurlarini tibbiyotda teri yuza qatlamini davolashda, nurlanish yutish xususiyati zaif materiallarning nuqsonlarini aniqlashda, 110-125 kV bo‘lsa, tibbiyotda tashxis qo‘yish va yuza qatlamlarni davolashda statsionar qurilmalarda, qalinligi 100 mm gacha Alyuminiy va 20-30 mm gacha Po‘lat materiallarni nazorat qilishda ishlatiladi.

Rentgenofluoressent spektrometriya – rentgen nurlar yordamida namuna modda atomlarining xarakteristik fluoressent nurlanishlarini qayd etishga asoslangan metod hisoblanadi. Bu metodda odatda to‘lqin uzunligi 0.05 dan 10 nanometrgacha diapazondagi energiyasi 0.100 dan 25 keV li rentgen nurlar foydalaniladi.

Tahlil va natijalar (Analysis and results). Rentgen nurlari xossalarini o‘rganish davomida ulardan foydalanish imkoniyati kengayib borishi natijasida nafaqat atom fizikasi balki boshqa fanlar keskin rivojlana bordi. Atom fizikasi rivojidagi ahamiyatini rentgen nurlari kashf etilgandan so‘ng olingan Nobel mukofotlari miqdoridan bilib olishimiz mumkin. Jumladan 1913 yilda Genri Mozli xarakteristik rentgen nurlar chastotasining nurlantirilgan atom zaryadi soniga bog‘liqligi uchun fizika sohasidagi Nobel mukofotiga sazavor bo‘ldi. Navbatdagi estafetani 1914 yilda Maksu fon Laue rentgen nurlar difraksiyasi uchun, 1915 yilda Uilyamu Genri va Uilyamu Lorens Bregglar Laue tajribasi asosida ishlaydigan moddalar rentgenostruktura analiz metodi uchun, 1917 yilda Charlz Barkl xarakteristik rentgen nurlarini kashf etgani hamda moddalar kimyoviy tarkibini aniqlashda rentgenostruktura analiz metodini amaliy qo‘llaganligi uchun, 1922 yilda Nils Bor elementlar davriy sistemasidagi elementlarni ketma-ket joylashish o‘rnini qaytadan o‘rganishda rentgen spektrlari o‘zgarish qonuniyatlarini qo‘llash nazariyasi uchun, 1924 yilda Karl Sigban rentgen nurlar spektrlar diapazonini tadqiq qilish ilmiy ishida rentgen nurlarni elektromagnit nurlar tabiatiga ega ekanligi va atomdagi elektronlarning energetik o‘tishlari natijasida rentgen nurlari nurlanishini isbotlagani uchun Nobel mukofotini olishgan. Karl Sigban Borning nazariyasi to‘g‘riligini eksperimental isbotlashi Atom murakkab tizim ekanligini hamda nurlanishlar yuz berishi uchun deskret energiya talab etishi aniq bo‘ldi.

1927 yilda Artur Kompton rentgen nurlarining moddalar bilan o‘zaro ta’siri natijasida korpuskulyar xossasini namoyon etishi kvant nazariyani eksperimental isboti bo‘ldi. 1936 yilda Peter Debay murakkab tarkibli molekulyar strukturalarning tarkibini rentgen nurlar difraksiyasi yordamida o‘rganishi kimyo sohasida nobel olishiga zamin yaratdi. 1946 yilda German Miller fiziologiya va tibbiyot sohasida rentgen nurlar ta’sirida biologik to‘qimalarda mutatsiyalar yuzaga kelishi borasidagi ilmiy ishi uchun, Uotson, Krik va Uilkinslar 1962 yilda rentgenostruktura analiz metodi yordamida DNK strukturasini kashf etishgani uchun nobel mukofotiga sazovar bo‘ldi.



1979 yilda A. Kormak va G. Xaunsfild gorizontal-aksial rentgen tomografiyasi metodini kashf etishlari tufayli Nobel mukofotini olishlari 20 asr fizik olimlar uchun judayam yutuqlarga boy asr bo‘lganligini isbotlaydi.

Yuqorida sanab o‘tilgan ilmiy yutuqlar barcha tabiiy fanlarni jumladan atom fizikasini keng qamrovli rivojlanishiga turki bo‘ldi. Nils Bor taklif etgan yarim klassik-yarim kvant nazariya to‘g‘riligi eksperimental isbotlanishini to‘g‘ridan to‘g‘ri Plank nazariyasini to‘g‘riligini isbotladi. Atom fizikasida tushuntirilish kerak bo‘lgan spektral chiziqlar to‘lqin uzunliklari farqi hamda Ritsning kombinatsion prinsipi ancha tushunarli holatga keldi. Eng sodda atom vodorodning optik spektri tarkibi murakkabligi sabablari oydinlashdi. Agar elektromagnit to‘lqinlar modda bilan kopuskulyar ta’sirlashuvi natijasida yuzaga keladigan jarayonlarni energiyani deskret qiymat olishi hisobidan tushuntirish mumkin bo‘lsa, atomning o‘zi juda murakkab tizim ekanligi hamda elektronlar atom yadro atrofida murakkab geometrik shaklda harakat qilishi, elektronning energetik holatini ifodalaydigan kvant sonlari hamda energetik sathlarda elektronlarni harakat orbitasi shakliga ko‘ra energiyasi qiymatini hisoblaydigan formulalar, multipletni mavjudligini isbotlaydigan tajribalarni o‘tkazishga

turtki bo‘ldi[5]. Keyinchalik bu nazariy fikrlar o‘z eksperimental isbotini topishi atom fizikasi o‘rganadigan yangi murakkab jarayonlarga nazariyalarni yaratilishiga zamin bo‘ldi.

Hulosa va takliflar (Conclusion/Recommendations). Hech bir ixtiro rentgen nurlarini kashf etilish kabi fan va texnika olamini rivojlanishida keskin burilishlar yuzaga keltirmagan. Rentgen tomonidan rentgen nurlarin kashf etilishi nafaqat insoniyatni o‘rtacha yashash vaqtini o‘zaytirdi, balki insonlarni yaxshi sharoitlarda yashash imkoniyatlarini yetarlicha oshirishni ta’minladi. Bu jarayon to‘g‘ridan to‘g‘ri bo‘lmasada, bilvosita rentgen nurlarini kashf etilishiga aloqador hisoblanadi. Atomlarni boshqarilishini ixtiro qilinishi sensor qurilmalarni yaratilishini ta’minladi, buning natijasida smart qurilmalar hayotimizni ajralmas bo‘lagiga aylandi.

Fotoeffekt hodisasi texnika olamidagi revolyutsiyani yuzaga keltirdi. Fotosensorlar yordamida elektr tokini yorug‘lik ta’sirida hosil qilishni kashf etilishi radio-televideniya va kosmonavtika sohasida jadar rivojlanishlarni, alternetiv energiya olish imkoniyatini yaratdi.

Atom fizikasini rivojlanishida rentgen nurlari juda katta ahamiyat kasb etganini olingan nobel mukofotlari soni va muddati o‘z so‘zini aytadi. Xulosa o‘rnida shuni aytishim mumkinki, nemis olimining rentgen trubkasidan bemalol barcha insoniyat tekin foydalanish imkoniyatini berishi zaminida fan-texnika, tibbiyot, astronomiya, kosmonavtika sohasidagi yuksak natijalarga start beruvchi tramplin vazifasini bajardi.

ADABIYOTLAR

1. М. Г. Петрушанский, «Основы физики ионизирующих излучений», учебное пособие, Оренбург, 2008.
2. А. Н. Ремизов, а. Г. Максина, а. Я. Потапенко, «Медицинская и биологическая физика», учебное пособие для вузов, м., 2004.
3. Н. М. Ливенцев, «Курс физики», том 1, 6-е изд., доп., москва, 1978.
4. И. В. Савельев, «курс общей физики», в 5 книгах, м., 2008.
5. J.N.Xo‘jamberdiyeva. “The role of modern pedagogical technologies in teaching the topics “atom in a magnetic field. Zeeman effect. Selection rule for spectral transitions from the atomic physics course”. Science time. Https://doi.org/10.5281/zenodo.18932262/2026