

## KOMPTON EFFEKTINI O'RGANISH USULLARI

<sup>1</sup>*Xurramov Ramziddin Sherzodovich*<sup>2</sup>*Abdunazarov Samandar Abdusattor o'g'li*<sup>1,2</sup>*Dinov padbirkorlik pedagogika instituti talabasi*

**Anatatsiya.** Ushbu maqolada Kompton effektini o'rganishning tezkor usullari o'rganilgan va ularning yechimlari nazariy yoritilgan Kompton effektini o'rganish talabalarga mantiqiy fikirlash, ijodkorlik, kreativlikni rivojlantradi.

**Kalit so'zlar:** bilim, ko'nikma, malaka, kreativlik, mantiqiy, ijod, tezkorlik, nazariy.

Fotoeffekt yorug'likning kvant tabiatiga ega ekanligini rad qilib bo'lmaydigan darajada to'la isbotlagan bo'lsa-da, Eynshteynning fotonlar nazariyasi 1923-yilda yana bir tasdiqqa ega bo'ldi. Amerika fizigi Kompton qisqa to'lqinli elektromagnit nurlanishlarni ya'ni rentgen nurlarini qattiq jisimlarda sochilishga bog'liq bo'lgan izlanishlarida nurlanishning to'qin uzunligi o'zgarishi hodisasini kashf etdi. Bu hodisa *Kompton effekti* deb nom olgan.

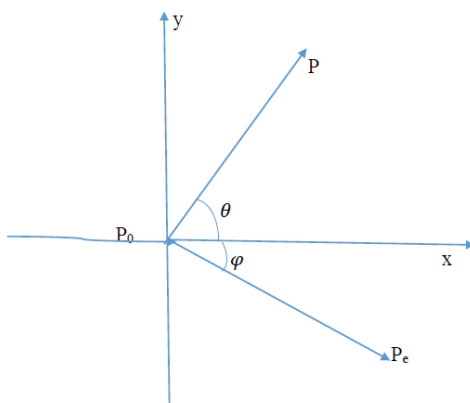
1912 yilda Laue taklifi bo'yicha Fridrix va Knipping tomonida rentgen nurlari bilan o'tkazilgan defraksiya tajribalari rentgen nurlari elektromagnit to'lqindan iborat ekanligini ko'rsatgan edi. Yorug'likning to'lqin xususiyatlari Maksvell nazariyasi asosida tushuntrilar edi. Klassik tasavvurga binoan yorug'likni o'zgaruvchi elektr maydoni sochuvchi modda elektronlarining majburiy tebranishini vujudga keltrishi kerak. Tezlanishi oshgan elektronlar esa o'z navbatida ikklamchi nurlanish chiqaradi. Ikkilamchi nurlanish chastotasi, albatta, birlamchi, ya'ni jisimga tushayotgan nurlanish chastotasiga teng, chunki nur chiqarayotgan elektronlar tebranishi tebranishni vujudga keltirgan yorug'lik chastotasi bilan yuz beradi.

Rentgen nurlarining elektromagnit to'lqin nazariyasi oldida tushuntrib bo'lmas darajadagi qiyinchiliklar paydo bo'ldi. Jumladan, juda qisqa to'lqinli rentgen nurlari yoki  $\gamma$  – nurlari uchun birlamchi nur yo'nalishi bo'yicha sochilgan nurlanish intinsivligi teskari yo'nalishda sochilgan nurlanish intinsivligidan katta edi. Bu holni miqdoriy tusahuntirish elektron rentgen nurlari to'lqin uzunligi bilan taqqoslab bo'ladigan o'lchamga ega deb faraz qilishadi va uning har xil qisimlaridan sochilgan nurlar interfrensiyasi haqidagi taxmin qo'llanildi. Rentgen nurlarining jisimlarda sochilishiga oid tajriba malumotlari to'plami shuni ko'rsatadi-ki, maskur taxmin bo'yicha elektron diametri unga tushayotgan nurlanish to'lqin uzunligining o'zgarishi bilan har xil qiymatga ega bo'ladi.

Bu qiyinchilikga qo'shimcha ravishda A.X.Kompton sochilgan nurlanishning chastota bo'yicha birlamchi nurlanishdan farq qilishini kashf etdi. Kliassik

elektrodinamikaning bu qiyinchiliklarini hal qilish va o'z eksprementi natijalarini tushunturish uchun Kompton nurlanish sochilishini tasvirlashda fotonlar haqidagi tushunchani qo'lladi. Rentgen nurlari sochilishining kvant nazariyasiga ko'ra har bir muayyan rentgen kvanti o'z energiyasini aniq bitta elektron bilan o'zaro tasirlashida yo'qotadi. Bu elektron o'z navbatida birlamchi nur dastasiga biror burchak ostida yo'nalgan nur sochadi. Nurlanish kvanti yo'nalishining bunday o'zgarishi uni impulsining o'zgarishiga olib keladi. Natijada nurlanish sochayotgan elektron impulsi ham rentgen nuri impulsining o'zgarishiga teng qiymatga o'zgaradi. Sochilgan rentgen nurining energiyasi tushayotgan nur energiyasidan elektronning kinetik energiyasi o'zgarishi ayirmasiga, ya'ni kamayadi. Sochilgan nur ham kvant bo'lishi uchun uning chastotasi energiya kabi kamayadi. Shunday qilib, kvant nazariyasiga asosan sochilgan rentgen nurlari to'lqin uzunligining tushayotgan nurlar to'lqin uzunligidan katta bo'lishini kutishimiz lozim.

Kompton rentgen nurlari sochilishining kvant g'oyasiga asosan nazariy yo'l bilan birlamchi to'lqin uzunligi bilan ikkilamchi nur to'lqin uzunliklari o'rtasida mavjud bo'lgan bog'lanishni miqdoriy ifodaladi. Sochilishni nazariy hisoblash uchun energiya va impulsning saqlanish qonunidan foydalanamiz. Birlamchi nur to'lqin uzunligining  $\lambda_0$  to'lqin uzunligi va unga mos ravishda tushayotgan foton chastotasini  $\nu_0$ , ikkilamchi nur uchun esa  $\lambda$  va  $\nu$  orqali belgilaylik. Nurning sochilish burchagi  $\theta$  bo'lsin.



1-rasm. Fotonning erkin elektron bilan to'qnashuvidagi impulsi

1-rasmda to'qnashish sodir bo'lgunga qadar tinch holatda bo'lgan erkin elektron bilan foton to'qnashishining impulslar diagrammasi keltirilgan. Erkin elektron deb, atom bilan bog'lanish energiyasi foton bilan to'qnashish vaqtida olgan energiyasidan ancha kichik bo'lgan elektronga aytiladi. Birlamchi foton impulsini  $P_0$ , ikkilamchi foton impulsini  $P$ , tinch turgan elektronning to'qnashish natijasida olgan impulsini  $P_e$  orqali belgilasak, to'qnashish jarayonida o'rinli bo'lgan impuls saqlanish qonuni vektori quydagicha bo'ladi:

$$\vec{P}_0 = \vec{P} + \vec{P}_e \quad (1)$$

Relativistik formula bo'yich zarraning impulsi, massasi va energiyasi quydagicha bog'langan:

$$E = P_e^2 c^2 + m_e^2 c^4. \quad (2)$$

Fotonlarning massasi nolga teng bo'lganligi sababli birlamchi va ikkilamchi fotonlarning impulsi (2) formuladan oson aniqlanadi:

$$P_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{h\nu_0}{c} \quad (3)$$

$$P = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} \quad (4)$$

Impuls saqlanish qonunini ifodalavchi (1) formulani rasimda ko'rsatilgan kordinata o'qlariga proeksiyasi quydagicha yoziladi:

$$\frac{h\nu_0}{c} = \frac{h\nu}{c} \cos \theta + P_e \cos \varphi \quad (5)$$

$$0 = \frac{h\nu}{c} \sin \theta - P_e \sin \varphi \quad (6)$$

Bu proeksiyalarni quydagicha yozsak ham bo'ladi:

$$P_e c \cos \varphi = h\nu_0 - h\nu \cos \theta \quad (7)$$

$$P_e c \sin \varphi = h\nu \sin \theta \quad (8)$$

(7) va (8) proeksiyalarni kivatratga oshirib qo'shamiz natijada ushbu ifodaga ega bo'lamiz:

$$P_e^2 c^2 = (h\nu_0)^2 - 2 h^2 \nu_0 \nu \cos \theta + (h\nu)^2 \quad (9)$$

Bu ifodani soddalashtirish uchun energiyaning saqlanish qonunidan foydalanamiz. To'qnashish sodir bo'lgunga qadar foton energiyasi  $h\nu_0$  elektron energiyasi (2) ga binoan  $m_e c^2$  ga teng. To'qnashuv yuz bergandan so'ng esa foton energiyasi  $h\nu$  ga elektron energiyasi  $\sqrt{c^4 m_e^2 + c^2 P_e^2}$  ga teng bo'ladi. Demak, bizning xol uchun energiyaning saqlanish qonuni quydagicha bo'ladi:

$$m_e c^2 + h\nu_0 = h\nu + \sqrt{c^4 m_e^2 + c^2 P_e^2} \quad (10)$$

$$m_e c^2 + h\nu_0 - h\nu = \sqrt{c^4 m_e^2 + c^2 P_e^2} \quad (11)$$

Bu ifodani ham kivatratga oshirib soddalashtirsak ushbu ifodaga ega bo'lamiz:

$$h^2 (\nu_0 - \nu)^2 + 2h (\nu_0 - \nu) m_e c^2 = P_e^2 c^2 \quad (12)$$

Endi (9) dan  $P_e^2 c^2$  ning qiymatini (12) ga qo'yamiz:

$$h^2 (\nu_0 - \nu)^2 + 2h (\nu_0 - \nu) m_e c^2 = (h\nu_0)^2 - 2 h^2 \nu_0 \nu \cos \theta + (h\nu)^2$$

Bu tenglikni ishlasak quydagi ko'rinishga kelib qoladi:

$$\frac{\nu_0 - \nu}{\nu_0 \nu} = \frac{h (1 - \cos \theta)}{m_e c^2} \quad (13)$$

Tenglikni chap tomonini ixchamlaymiz natija quydagicha bo'ladi:

$$\frac{1}{\nu} - \frac{1}{\nu_0} = \frac{h (1 - \cos \theta)}{m_e c^2} \quad (14)$$

Biz chastotani to‘lqin uzunligiga bog‘lasak ya’ni  $v = \frac{c}{\lambda}$  ni qo‘ysak,

$$\lambda - \lambda_0 = \frac{h(1 - \cos \theta)}{m_e c} \quad (15)$$

yoki,

$$\lambda - \lambda_0 = \frac{h \sin^2 \frac{\theta}{2}}{cm_e} \quad (16)$$

ko‘rinishga keladi.

Agarda buifodalardan burchak  $\theta$  bilan  $\varphi$  ni bir biriga bog‘lamoqchi bolsak, (8) ni (7) ga nisbatlaymiz va quydagi ifodaga ega bo‘lamiz:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{hv \sin \theta}{hv - hv \cos \theta} \quad (17)$$

Bu ifodni suratiga bo‘lib yuboramiz:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{\frac{v_0}{v} \frac{1}{\sin \theta} - \operatorname{ctg} \theta} \quad (18)$$

Endi (14) dan  $\frac{v}{v_0}$  topib olamiz va (18) ga qo‘yamiz:

$$\frac{v_0}{v} = 1 + \frac{hv(1 - \cos \theta)}{m_e c^2} \quad (19)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{\left(1 + \frac{hv(1 - \cos \theta)}{m_e c^2}\right) \frac{1}{\sin \theta} - \operatorname{ctg} \theta} \quad (20)$$

Bu ifodani soddalashtirsak,

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{\left(1 + \frac{hv}{m_e c^2}\right) \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}} \quad (21)$$

Bu munosabatlar ko‘rsatadiki, sohilish burchagi qanch kata bo‘lsa, elektronga fotondan beriladigan impuls shuncha kata bo‘ladi. Demak, birlamchi fotondan o‘zlashtrilayotgan energiya shuncha katta va shuning uchun mos ravishda, ikkilamchi fotonning chastotasi shuncha kichik yoki to‘lqin uzunligi uzunlashgan bo‘ladi. (16) yoki (17) **Kompton formulasidan** qavs oldidagi koeffitsiyentdan tuzulgan

$$\Lambda = \frac{h}{2\pi m_e c} \quad (22)$$

m massali zarraning **Kompton to‘lqin uzunligi** deb ataladi. Masalan elektronning Kompton to‘lqin uzunligi uchun  $\Lambda_e = 3,86 * 10^{-11}$ sm qiymatni hosil qiladi.

Tajribalarda elektronning Kompton to‘lqin uzunligi  $\Lambda_e$  rentgen nurlanishi to‘lqin uzunligidan kichikligi ko‘rsatildi. (16) yoki (17) formula orqali hisoblangan natijalar tajriba natijalari bilan mos keladi. Bu esa elektromagnit to‘lqinlarning korpuskulyar xususiyatiga ega ekanligi haqidagi tasavurlarning to‘g‘riligini isbotlaydi.

Shuni xulosa qilish mumkun-ki, Kompton effektini to‘liq yoritib, laboratoreiya sharoitlarida Kompton to‘lqin uzunligini aniqlash usullari keltrib chiqarilgan.

Mavzuni yoritishda keltrilgan formulalar kompton effekti orqali tushuntrib berishda, tezkorlik metodlarini talabalarga kreativlikni rivojlantradi. Bu esa talabalarda blim, ko‘nikma, malaka, kompetentlikni shakillantradi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. Boymirov Sherzod, Dursoatov Abdulla. [Monokarbon kislotalarda cooh guruhning molekulararo o‘zaro ta’siridagi roli va ularning kombinatsion sochilish spektrlari](#) // Educational Research in Universal Sciences. 2022. -244-250 p.
2. Boymirov Sherzod Tuxtaevich, Akbarov Abdulaziz Axrorovich. [The Second General Law Of Thermodynamics Teaching Method](#) // Czech Journal of Multidisciplinary Innovations, 2022. -13-18 p.
3. Ashirov Shamshidin Axnazarovich, Boymirov Sherzod Tuxtayevich, Shermatov Islam Nuriddinovich, Khulturaev Olimjon Abduvalievich. [METHODS OF FORMATION OF EXPERIMENTA](#) // World scientific research journal, 2022. -14-21 p.
4. Ashirov Shamshidin Axnazarovich, Boymirov Sherzod Tuxtayevich, Khulturaev Olimjon Abduvalievich, Shermatov Islam Nuriddinovich. [DESIGN LABORATORY ASSIGNMENTS AIMED AT THE FORMATION OF EXPERIMENTAL SKILLS](#) // World scientific research journal, 2022. -8-13 p.
5. Makhmudov Yusup Ganievich, Boymirov Sherzod Tuxtaevich. [Types of Positive Communication in the Problematic Teaching of Physics in Secondary Schools](#) // Academia Globe: Inderscience Research. 2022. - 241-243 p.
6. Boymirov Sherzod Tuxtaevich, Gayibnazarov Rozimurod Bakhtiyorovich, Axmedova Manzura Gulomjonovna, Berdikulova Shakhsanam Umaralievna, Saparova Gulmira Bakhtiyorovna. [Principles of Selection of Materials on the Problem Method of Teaching Physics in Secondary Schools](#) // Texas Journal of Multidisciplinary Studies, 2022. - 283-288 –p.
7. Makhmudov Yusup Ganievich, Boymirov Sherzod Tuxtaevich. [Step-By-Step Processes of Creative Activity of Students in ProblemBased Teaching of the Department of Physics “Electrodynamics” in Secondary Schools](#) // Eurasian Journal of Learning and Academic Teaching, 2022. 132-135 –p.
8. Boymirov Sherzod Tuxtaevich, Gayibnazarov Rozimurod Bakhtiyorovich, Axmedova Manzura Gulomjonovna, Berdikulova Shakhsanam Umaralievna, Muminjonov Sadiqbek Ikromjonovich. [The Role of Problematic Types of Physics](#)

[Questions in Directing the Reader to Creative Activity](#) // The Peerian Journal, 2022. 54-58 –p.

9. Ashirov Shamshiddin, Mamatov Abdurayim, Boymirov Sherzod, Sattarkulov Komil, Daminov Rahim. Development of problem technology of teaching in physics // European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences. 2019.

10. Yusuf Makhmudov, Sherzod Boymirov. Educational and creative activity of the student and technology of its management in problem teaching of physics // European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences. 2020.

11. Boymirov Sherzod, Ashirov Shamshiddin. [Principles Of Selecting Materials For Problem Based Training In The Section Electrodynamics Physics](#) // Solid State Technology. 2020. 5213-5220 –p.

12. Sherzod Boymirov, Shamshiddin Ashirov, Alijon Urozbokov, Abduraim Mamatov, Olimjon Xolturayev. [Increase the creativity of students by creating problem situations when teaching the physics mechanics section](#) // Asian Journal of Multidimensional Research (AJMR). 2021. 247-253 –p.

13. Sherzod Boymirov, Shamshiddin Ashirov, Alijon Urozbokov, Abduraim Mamatov, Islom Shermatov. [The effect of using interactive methods in teaching physics](#) // ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. 2021. 962-971 –p.

14. Sherzod Tuxtayevich Boymirov. [PRINCIPLES OF MATERIAL SELECTION IN PROBLEM TEACHING OF ELECTRODYNAMICS](#) // Scientific Bulletin of Namangan State University. 2020. 362-368 –p.

15 *Рунов Н.Н.* Строение атомов и молекул. — Москва: Просвещение, 1987.

16. *Savelev I. V.* Umumiy fizika kursi. III tom . -Toshkent: O‘qituvchi, 1976.-449b.