

RENTFEN NURLANISHINI O'RGANISHGA DOIR MASALALAR YECHISH METODIKASI

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20506826>

**Uzoqov Abdulla Abduraimovich¹, Sadullayeva Nargiza Mustaf qizi²,
Safarova Madina Abdurasul qizi³**

*¹O'zbekiston milliy pedagogika universiteti, Toshkent 100070, O'zbekiston,
dotsent, f.-m.f.n.*

*²O'zbekiston milliy pedagogika universiteti, Toshkent 100070, O'zbekiston,
IV kurs talabasi*

*³O'zbekiston milliy pedagogika universiteti, Toshkent 100070, O'zbekiston,
II kurs talabasi*

e-mail: uzoqov@gmail.com

Annotatsiya

Ushbu maqolada rentgen nurlanishiga oid bo'lgan masalalarni yechish metodikasi ko'rib chiqilgan. Ushbu masalalarni yechishda rentgen trubkasining ishlash prinsipi bilan tanish bo'lish kerak.

Kalit so'zlar

rentgen trubkasi, rentgen nurlanishining uzluksiz spektri, to'lqin uzunligi, kuchlanish, elektronlar tezligi.

Аннотация

В данной статье рассмотрена методика решения задач рентгеновского излучения. Для решения этих задач нужно знать принцип работы рентгеновской трубки.

Ключевые слова

рентгеновская трубка, сплошной спектр рентгеновского излучения, длина волны, напряжение, скорость электронов.

Abstract

This article considers the methodology for solving X-ray radiation problems. To solve these problems, it is necessary to know the operating principle of an X-ray tube.

Key words

X-ray tube, continuous X-ray spectrum, wavelength, voltage, electron velocity.

1. Kirish

Zamonaviy fizikada kvant mexanikasi va atom fizikasining fundamental asoslarini tushunishda rentgen nurlanishini o'rganish alohida o'rin tutadi. Rentgen nurlari o'zining tabiati, hosil bo'lish mexanizmi va moddalar bilan o'zaro ta'siri jihatidan klassik elektrodinamika qonuniyatlaridan farq qiladi va mikroduyo qonunlarini yaqqol namoyon etadi.

Oliy o'quv yurtlari va akademik litseylarda fizika kursini o'qitishda talabalar ko'pincha rentgen nurlanishiga doir masalalarni yechishda qiyinchiliklarga duch kelishadi. Bu qiyinchiliklar asosan jarayonning fizik mohiyatini (elektronlarning kinetik energiyasini foton energiyasiga aylanishi) to'liq tasavvur qilmaslik va o'lchov birliklari (elektron-volt va Joule) o'rtasidagi bog'lanishlarni noto'g'ri qo'llash bilan bog'liq. Ushbu maqolaning maqsadi - rentgen nurlanishiga oid masalalarni yechishning tizimli va samarali metodikasini ishlab chiqish hamda pedagogik amaliyotga joriy etishdan iborat.

2. Asosiy qism

2.1. Nazariy asoslar va fundamental formulalar

Rentgen nurlanishiga doir masalalarni yechish uchun talaba birinchi navbatda **rentgen trubkasining ishlash prinsipini** va undagi energiya aylanishlarini bilishi shart.

Katoddan ajralib chiqqan elektronlar katod va anod orasidagi yuqori potentsiallar farqi U hisobiga tezlashadi. Bunda elektr maydonining bajargan ishi elektronning kinetik energiyasiga aylanadi, ya'ni:

$$T = |e| U = \frac{mv^2}{2}, \quad (1)$$

bu yerda, e - elektronning zaryadi ($e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$); m - elektronning massasi ($9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$); v - elektronning anodga urilish paytidagi maksimal tezligi; U - trubkaga berilgan kuchlanish.

Anodga urilgan elektron tormozlanganda, uning energiyasi rentgen nurlari va issiqlik energiyasiga aylanadi. Eng qisqa to'lqin uzunlikli foton elektron o'z energiyasini to'liq bitta fotonga berganda hosil bo'ladi (**Dueyn-Xant qonuni**):

$$|e| U = h\nu_{\max} = \frac{hc}{\lambda_{\min}}, \quad (2)$$

bu yerda, h - Plank doimiysi ($h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$), c - yorug'likning vakuumdagi tezligi ($c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$), λ_{\min} - minimal to'lqin uzunligi.

(2) ifodadan rentgen nurlanishining qisqa to'lqin uzunligi chegarasi (λ_{\min}) topish mumkin, ya'ni:

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{|e| U}. \quad (3)$$

Xarakteristik rentgen nurlanishi uchun esa **Mozeli qonuni** qo'llaniladi:

$$\sqrt{v} = R(Z - \sigma). \quad (3)$$

bu yerda, v – spektral chiziq chastotasi; Z – protonlar soni; R – Ridberg doimiysi; σ – Ekranlash doimiysi (boshqa elektronlarning ta'sirini hisobga oladi).

2.2. Masalalar yechishning uslubiy bosqichlari

Rentgen nurlanishiga doir masalalarni yechishda quyidagi algoritmgga rioya qilish tavsiya etiladi:

1. Fizik jarayonni tahlil qilish: Rentgen nurlarining qaysi tur (tormozlanish yoki xarakteristik) ga oidligini aniqlash.

2. Xalqaro birliklar sistemasiga (XBS) o'tish: Kuchlanish kilovolt (kV) berilgan bo'lsa voltga, energiya elektron-volt (eV) berilgan bo'lsa jouлга o'tkazilishi zarur.

3. Formulalar ketma-ketligini tuzish: Energiya saqlanish qonuniga tayanib, elektronning harakati va fotonning nurlanish tenglamalarini bog'lash.

2.3. Tipik masalalar va ularning tahlili

1-masala (Elektronning tezligini topish)

Rentgen nurlanishining uzluksiz spektridagi minimal to'lqin uzunligi $\lambda_{min} = 10$ nm ga teng bo'lgan holdagi rentgen trubkasining antikatodiga tushayotgan elektronlarning tezligi aniqlansin.

Berilgan:

$$\lambda_{min} = 10 \text{ nm} = 10 \cdot 10^{-9} \text{ m};$$

$$m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg};$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s};$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$

Topish kerak: v .

Yechish. Rentgen trubkasida katoddan chiqqan elektronlar U kuchlanish ta'sirida natijasida quyidagi kinetik energiyaga ega bo'ladi:

$$T = mv^2/2, \quad (1.1)$$

bu yerda, m – elektronning massasi ($m = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg), v – elektronning tezligi.

Bu elektronlar anodga borib urilish natijasida tormozlanib rentgen nuri chiqaradi. Bu rentgen nurlanishining energiyasi quyidagiga teng:

$$E = hc/\lambda_{min}, \quad (1.2)$$

bu yerda, h – Plank doimiysi ($h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s), c – yorug'likning vakuumdagi tezligi ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s), λ_{min} – minimal to'lqin uzunligi.

(1.1) va (1.2) ifodalarni tenglashtirib quyidagi ifodani olamiz:

$$hc/\lambda_{min} = mv^2/2. \quad (1.3)$$

(1.3) ifodadan izlanayotgan tezlikni topamiz, ya'ni:

$$v = \sqrt{\frac{2hc}{m\lambda_{min}}} \quad (1.4)$$

Berilgan son qiymatlarni (1.4) ifodaga qo'yib so'ralgan tezlikning qiymatini topamiz:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 10 \cdot 10^{-9}}} \approx 6,6 \text{ Mm/s.}$$

Javob: $v=6,6 \text{ Mm/s.}$

2-masala (Qisqa to'lqin chegarasini topish)

Rentgen trubkasi $U=35 \text{ kV}$ kuchlanish ostida ishlayotgan bo'lsa, rentgen nurlanishi uzluksiz spektrining qisqa to'lqin chegarasiga mos keluvchi to'lqin uzunligi λ_{min} aniqlansin.

Berilgan:

$$U=35 \text{ kV}=35 \cdot 10^3 \text{ V.}$$

$$e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C;}$$

$$h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s;}$$

$$c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$$

Topish kerak: λ_{min} .

Yechish. Rentgen trubkasining elektrodlariga berilgan kuchlanish U ostida katoddan chiqqan elektronlar kinetik energiya olib anodga qarab harakatlanishadi. Bu kuchlanish natijasida elektronni katoddan anodga ko'chirishda bajarilgan ish quyidagiga teng bo'ladi:

$$A = |e| U, \quad (2.1)$$

bu yerda, e - elektronning zaryadi ($e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$), U - anod va katodga qo'yilgan kuchlanish.

Anodga borib urilish natijasida elektron tormozlanib roentgen nuri chiqaradi. Bu rentgen nurlanishining energiyasi quyidagiga teng:

$$E = hc / \lambda_{min}, \quad (2.2)$$

bu yerda, h - Plank doimiysi ($h=6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$), c - yorug'likning vakuumdagi tezligi ($c=3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$), λ_{min} - minimal to'lqin uzunligi.

(2.1) va (2.2) ifodalarni tenglashtirib quyidagi ifodani olamiz:

$$|e| U = hc / \lambda_{min}. \quad (2.3)$$

(2.3) ifodadan izlanayotgan minimal to'lqin uzunlikni topamiz, ya'ni:

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{|e| U}. \quad (2.4)$$

Berilgan son qiymatlarni (2.4) ifodaga qo'yib so'ralgan minimal to'lqin uzunlikning qiymatini topamiz:

$$\lambda_{min} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 35 \cdot 10^3} = 35,5 \text{ pm.}$$

Javob: $\lambda_{min} = 3,55 \text{ pm.}$

3. Xulosa

Rentgen nurlanishiga doir masalalarni yechish metodikasini to'g'ri tashkil etish o'quvchilarning kvant tabiati haqidagi tasavvurlarini tubdan kengaytiradi. Maqolada ko'rsatilgan algoritmlar va tahlil qilingan masalalar quyidagi xulosalarga kelish imkonini beradi:

1. Masalalarni yechishda energiya saqlanish qonuniyatini mikroduyodagi jarayonlarga moslab qo'llash eng samarali usul hisoblanadi.
2. Taklif etilgan metodika umumiy fizika kursining "Atom fizikasi" bo'limida amaliy mashg'ulotlar samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

- [1] Bekjonov R.B. Atom fizikasi. – Toshkent: O'qituvchi, 1995.
- [2] Tursunmetov K.A. va boshqalar. Fizikadan masalalar to'plami. – Toshkent: O'zbekiston, 2003.
- [3] Uzoqov A.A., Madraimov X.A. Yupqa linza formulasini hisoblash metodikasi // American Journal of Multidisciplinary Bulletin. – 2025. – T. 3. – №. 4. – C. 101-107.
- [4] Uzoqov Abdulla Abduraimovich, and Madraimov Xudaybergan Atabek o'g'li. "Yorug'likning yupqa plastinkada sinish va qaytish hodisalariga oid masalalar yechish metodikasi". American Journal of Multidisciplinary Bulletin 2.5 (2024): 251-260.
- [5] Uzoqov A.A., Madraimov X.A, Abdumalikova M. A. Methodology for Solving Problems Related to the Thin Lens Formula // American Journal of Education and Learning. – 2026. – T. 4. – №. 1. – C. 500-505.
- [6] Uzoqov A.A., Xabibullayeva U. Turli shakldagi tokli o'tkazgichlarning magnit maydon kuchlanganligini hisoblash // American Journal of Education and Learning. – 2025. – T. 3. – №. 4. – C. 898-904..
- [7] Sapaev U.K., Yusupov D.B., Sherniyzov A.A., & Uzakov A.A. (2012). Theory of backward second-harmonic generation of short laser pulses in periodically and aperiodically poled nonlinear crystals. Journal of Russian Laser Research, 33, 196-210.
- [8] Yusupov D.B., Uzakov A.A., Sapaev U.K., & Usmanov T.B. (2002). Phase-modulated pulses at the transient second harmonic generation in periodic nonlinear mediums. Uzbekiston Fizika Zhurnali, 4.

[9] Yusupov D.B., Sapaev U.K., Sherniyozov A.A., & Uzoqov A.A. (2014). Pulse shaping via forward second harmonic generation in nonlinear photonic crystals. *Uzbekiston Fizika Zhurnali*, 16.