

DEVISSON VA JERMER TAJRIBALARI

Baxtiyorjonov Omadjon Iqboljon o'g'li

*Andijon Davlat Pedagogika Instituti Fizika va astronomiya yo'nalishi talabasi
omadjonbaxtiyorjonov0522@gmail.com*

Annotatsiya: *Maqolada Devisson va Jermarlar tajribalari kengroq yoritilib hamda tajribalarni qanday o'tkazganligi haqida yozilgan. Tajribalardan olingan formulalar haqida batafsil tushuntirilgan.*

Kalit so'zlar: *Kristall, potensiometr, intensivlik, difraksiya, ion, monokristall galvanometer.*

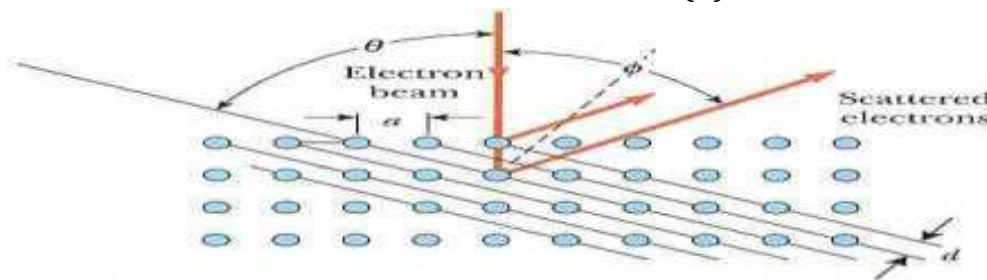
Devisson va Jermer tajribasi. 1925-yilda «Bell telefon» laboratoriyasining xodimlari K.Devisson va K.X.Kunsmann ikkilamchi elektronlar chiqishi hodisasini o'rganishdi. So'ng bu hodisani o'rganishni K. Devisson va L. Jermer davom ettirdi. Bu tajribada nikel kristaliga tushirilgan elektronlar dastasi ta'siri natijasida, ikkilamchi elektronlarning chiqishini kuzatishdi. Bir kuni tasodifan nikel oksidlanadi. Oksidlanishni yo'qotish uchun nikel plastinkasi qattiq qizdiriladi. So'ng tajribani bu kristall nishon bilan qayta bajarishganda natija butunlay boshqacha chiqdi. Plastinka uzoq qizdirilishi tufayli mayda kristallar o'rnini yirik monokristallar egallagan edi. Ikkilamchi elektronlarning chiqishi oldingi tajribadagilar kabi istalgan burchakda bo'ldi, biroq ayrimburchaklarda siqilgan elektronlarning soni keskin ko'payib ketdi. $K = 54$ eV energiyaga ega bo'lgan elektronlarning $\varphi = 50^\circ$ burchakdagi sochilgan ikkilamchi elektronlarning intensivligining taqsimoti ko'rsatilgan. Devisson va Jermer elektronlarning to'lqin uzunligini aniqlash uchun rentgen spektrometri g'oyasidan foydalandilar. Tajribada chizmasi 2.1-rasmda keltirilgan. Rentgen trubkasi elektron to'pi bilan almashtirildi. AT-katod, u nikel kuchlanishi yordamida qizdiriladi. Katoddan uchib chiqqan elektronlar dastasi o'z navbatida tezlantiruvchi potensial U , bilan tezlantiriladi. Tezlantirish kuchlanishini miqdori P -potensiometr yordamida bajariladi. Potensiometr yordamida to'pdan chiqqan elektronlarning tezligi boshqariladi. Elektronlar kristall sirtiga tushgandan so'ng, ma'lum burchaklarda qaytadilar. Qaytgan nurlar elektron detektor (Faradey silindri) bilan qayd qilinadi va I tok miqdori galvanometr yordamida o'lchanadi. Elektron to'pi, kristall va Faradey silindri vakuumga joylashtiriladi. Tajriba quyidagicha olib borildi. Kristallga tushayotgan elektron nurlarining tezligi tezlantiruvchi kuchlanish yordamida o'zgartiriladi va unga mos ravishda Faradey silindridagi tok galvanometr bilan o'lchanadi. Bu holda kristall sirtiga tushayotgan elektronlarini burchagi o'zgarmay qoladi. Qurilmaning elektr sxemasi diodning volt-ampere xarakteristikasiga o'xshash monoton bo'lishi kerak edi. Biroq unday emasligi ko'rinib turibdi. Shu sababli) Devisson-Jermer tajribasini natijalarini tushuntirish uchun de-Broyle g'oyasini jalb qilish kerak bo'ldi. Tajribalarning birida elektronlar dastasining energiyasi $K=54\text{eV}$

bo'lganda sochilgan (qaytgan) elektronlarning intensivligini maksimumi $\varphi = 50^\circ$ da ro'y berdi. Elektronlarning impulsi $p = \sqrt{2m_0K}$ ni bilgan holda erkin elektronning de-Broyl to'lqin uzunligini quyidagi formuladan topamiz.

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.62 \cdot 10^{-34} \text{Js}}{\sqrt{2 \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \text{kg} \cdot 54 \cdot 1.6 \cdot 10^{-9} \text{J}}} \cdot 10^{10} \frac{\text{\AA}}{\text{m}} = 1.67 \text{\AA}$$

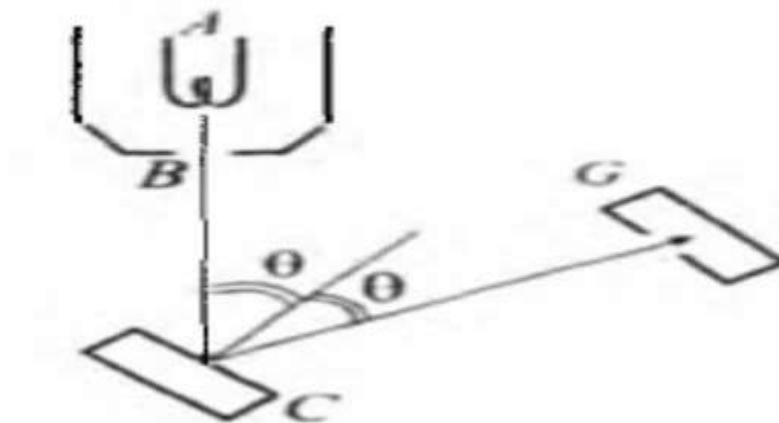
Bu elektron bilan bog'langan to'lqinning de-Broyl to'lqin uzunligidir. Ikkinchi tomondan kristall tekisligida to'lqin ilifraksiyasi hodisasiga asoslangan holda Bregg metodi yordamida davri $d = 0.91 \text{\AA}$ ga teng bo'lgan nikel kristallida ro'y bergan elektronlar difraksiyasini birinchi tartibdagi maksimumi ($n=1$) uchun,

$$\lambda = 2d \sin \theta = 2 \cdot 0.91 \cdot \sin 65^\circ = 1.65 \quad (1)$$



1 - rasm

Devisson va Jermer tajribalari va yana boshqa manbalarda yozilishicha Zarralarning to'lqin xususiyati yaqqol namoyon boladigan tajribalar Devisson va Jermer tomonidan o'tkazilgan. Bu tajribalarda nikel monokristalidan qaytgan elektronlar dastasining difraksiyasi kuzatilgan. Devisson va Jermer tajribalari sxemasi



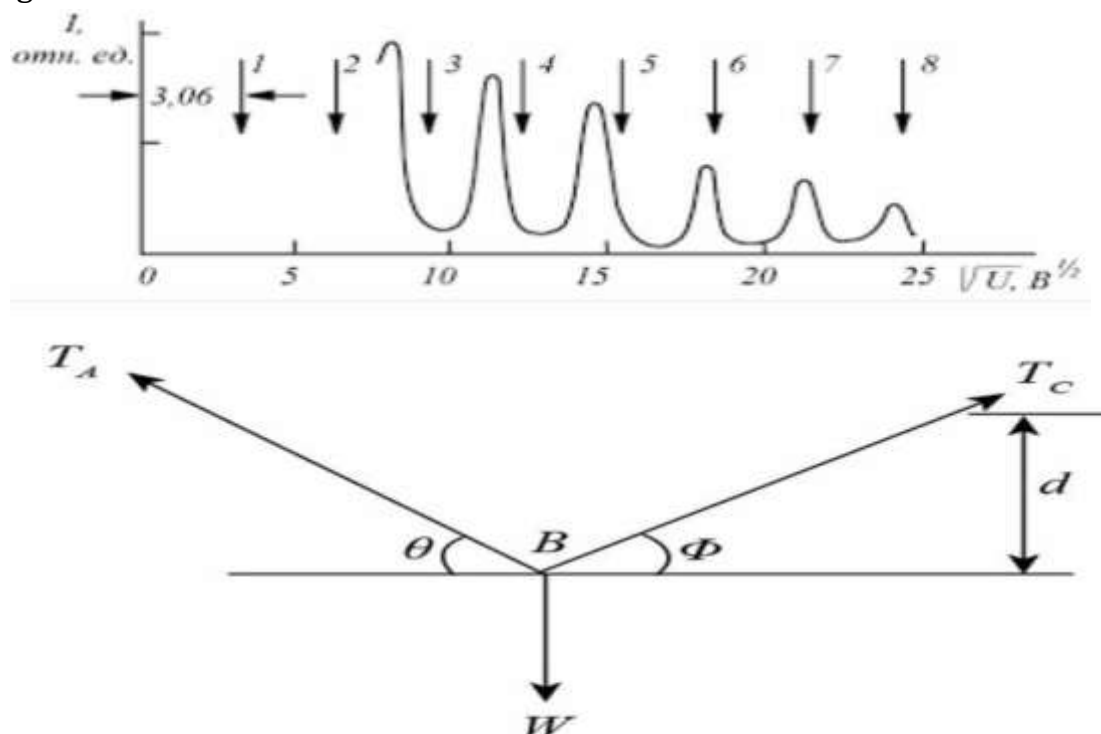
2 - rasm

2-rasmda keltirilgan. Elektron pushkada qizdirilgan A simdan chiqayotgan elektronlar dastasi A va B elektrodlar orasiga qo'yilgan U potentsiallar farqida tezlatiladi. B elektrod tirqishidan o'tgan elektronlar C nikel monokristalliga tushadi va unda sochiladi. Sochilgan elektronlarning intensivligi G galvanometr yordamida o'lchanadi. Birinchi tajribada nikel monokristaliga energiyasi bir necha o'n elektronvolt bolgan elektronlar yo'naltiriladi, so'ng elektronlarning kristall sirtiga tushish burchagini o'zgartirib, kristalldan qaytgan elektronlar dastasi intensivligining o'zgarishi qayd qilinadi. Qaytgan elektronlar dastasi intensivligining sirpanish burchagi a ga bogliqligi 3.5-rasmda tasvirlangan.



3 – rasm

Rasmdagi diagrammada qaytgan elektronlar intensivligining maksimumi a_0 burchakka to'g'ri kelishi ko'rsatilgan (elektronlar parallel tekisliklardan qaytganda sirpanish burchagi $\alpha = \frac{\pi}{2} - \theta$ ifodaga teng bo'ladi, θ — elektronlarning kristall sirtiga tushish burchagi). Ikkinchi tajribada elektronlarning nikel monokristalli sirtiga tushish burchagini o'zgartirmasdan kristalldan qaytgan elektronlar dastasi intensivligi tushayotgan elektronlar energiyasiga (ya'ni tezlatuvchi potensiallar farqini o'zgartirib turgan holda) bogliq ravishda o'lchandi. Kristalldan qaytgan elektronlar dastasining intensivligi galvanometr ko'rsatgan tok kuchiga qarab o'lchangan. Tajriba natijalari quyidagi diagrammada keltirilgan. Bu diagrammada egri chiziqlar elektronlarning sochilishida intensivliklarining taqsimlanishini ko'rsatadi. Absissa o'qiga ning qiymatlari, ordinata o'qiga sochilgan elektronlarning nisbiy intensivliklari qiymatlari qo'yilgan.



4 – rasm

Devisson va Jermer tomonidan 1927-yilda o'tkazilgan bunday tajribalar natijalari elektronlar to'liq xossalari namoyon bo'lishi sifatida tushuntirildi va bunatijalar de-Broyl formulasining to'g'riligini miqdoriy tasdiqladi. Elektron to'liqlarining difraksiyasi nazariy tahlil qilinganda, elektronlar difraksiyasi rentgen nurlarining difraksiyasi bilan mos kelishi aniqlangan.

Devisson va Jermer tajribalarida elektron to'liqlar difraksiyasini Bregg usulidan foydalanib kuzatilgan. Kristalldan qaytgan elektronlarning to'liq uzunligi

$$\lambda = \frac{2\pi h}{\sqrt{2meU}} \quad (2)$$

formula orqali hisoblanadi. Bu formulada $m = 9,11 \cdot 10^{31} \text{ kg}$ — elektron massasi, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Kulon}$ - elektron zaryadi, farqi. Bunday kattaliklarni (2) formulaga qo'yib hisoblaganda, formula quyidagi ko'rinishda yozilishi mumkin:

$$\lambda = \left(\frac{1,226}{\sqrt{U}} \right) \text{ nm} \quad (3)$$

Kristalldan qaytgan elektronlar dastasi intensivligining maksimumi kuzatiladigan burchak Vulf-Bregg formulasidan aniqlanadi. Formuladan aniqlangan burchakni tajribada maksimum kuzatilgan a_0 burchak qiymati bilan taqqoslash de-Broyl formulasini tajriba natijalari bilan taqqoslashga imkon beradi. De-Broyl formulasi tajriba natijalarida to'liq tasdiqlangan. Yuqorida qaralgan ikkinchi tajribada siljish burchagi a o'zgaras bo'lganda qaytgan elektronlar intensivliklari maksimumlari:

$$n\lambda_n = 2d\sin\alpha \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (4)$$

shart bajarilganda kuzatiladi. (4) formulada a - siljish burchagi, d - kristallda atom tekisliklari orasidagi masofa, n — kristalldan qaytgan elektronlar intensivliklari maksimumlarining tartib raqami, λ - qaytgan elektronlar dastasining de-Broyl to'liq uzunligi. Nikel kristalli uchun d ning qiymati rentgen nurlarining difraksiyasini kuzatish tajribalaridan aniqlanadi. (2) formula hisobga olinganda (4) dan potentsiallar farqi uchun quyidagi ifodani yozish mumkin bo'ladi:

$$\sqrt{U} = \left(\frac{n\pi}{d\sin\alpha} \right) \frac{1}{\sqrt{2em}} n = \text{const } n \quad (5)$$

formuladan ko'rinadiki, qaytgan elektronlar intensivliklarining qiymatlarida hosil bo'ladi, ya'ni maksimumlar oralig'i bir xil bo'lib, $\sqrt{U}$ ga teng. Maksimumlarning bir xil oraliqda hosil bo'lishi elektronlarning sochilib qaytishini to'liq manzarasi to'g'ri ifodalashini ko'rsatadi. (5) formuladagi bog'lanish tajribada tasdiqlanadi. yuqoridagi keltirilgan diagrammada (5) formula orqali nazariy hisoblashlardan hosil qilingan maksimumlar vaziyati strelkalar bilan ko'rsatilgan, tajribada hosil qilingan maksimumlar vaziyati esa to'liq manzaradagi maksimumlar shaklida tasvirlangan. Nazariy hisoblashlardan hosil qilingan maksimumlarning vaziyati n ning katta qiymatlarida ($n = 6, 7, 8, \dots$) tajribada kuzatilgan maksimumlar vaziyatiga mos keladi. n ning kichik qiymatlarida esa nazariy va tajribaviy maksimumlar vaziyatlari bir-biridan farq qiladi. Lekin elektronlar energiyasi ortib borishi bilan bu farq kamayib boradi. Tajribaviy va nazariy maksimumlar orasidagi farqning sababi Bete tomonidan tushuntirildi. Bete kristallarda de-Broyl elektron to'liqlari uchun sindirish ko'rsatgichini hisobga olish kerakligini ko'rsatdi. Buni quyidagicha tushuntirdi.

Metalining kristall panjarasidagi musbat zaryadli ionlar va manfiy zaryadli elektronlar oralig'i fazaviy mos kelmaydi. Shuning uchun metallda elektr maydoni mavjud bo'lib, uning potentsiali davriy ravishda o'zgarib turadi. Butun fazo uchun bu potentsialning o'rtachasini U_0 bilan belgilash mumkin. Bunday o'rtacha potentsial metallning ichki potentsiali deyiladi. Agar tashqi fazo potentsiali nolga teng deb qaralsa, elektronlar metall ichkarisida ushlanib turishi uchun U_0 kattalik musbat

bo'lishi kerak. Haqiqatdan ham bunday holda metall ichkarisida elektronning potentsial energiyasi manfiy bo'ladi, bunda elektron xuddi chuqurligi U_0 bo'lgan potentsial chuqurlikda bo'lgandek bo'ladi. Shunday qilib, tezlatilgan elektronning vakuumdan metallga o'tishida sindirish ko'rsatgichining ortishi ichki potentsialning mavjudligi orqali tushuntiriladi. Elektron tashqaridan metallga tushayotgan bo'lsin. Agar elektronni tezlatayotgan potentsial U bo'lsa, elektronning tezligi $v_1 = \sqrt{U}$ bo'ladi. Metall ichkarisida elektronning tezligi metalining ichki potentsiali U_0 ning ta'sirida ortadi, ya'ni $\vartheta \sim \sqrt{U + U_0}$ bo'ladi. Shuning uchun metallga kirishda elektronning trayektoriyasi va u bilan bog'liq bo'lgan de-Broyl to'lqinlari sinadi. Bunday jarayon uchun metallning nisbiy sindirish ko'rsatgichi quyidagicha ifodalanadi: $n_{21} = \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{1 + \frac{U_0}{U}}$ bunda v_2 — elektronning metalldagi tezligi, v_1 — elektronning va kuumdagi tezligi, n_{21} — elektron tolqinlarining sindirish ko'rsatgichi. $n_{21} = n$ deb belgilab olamiz.

Xulosa: Bu maqolani yozishda Devisson va Jermerning ko'p tajribalarini o'rgandim. Tajribalarini bajarib xulosa, natijalarni oldik. Hozirda shu fanda ko'p izlanishlar olib borilayapti. Yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan foydalanib biz kabi talabalarning qiziqishlarini yanada oshirish, zarur malaka va ko'nikmalarga ega bo'lishda hamda biz talabalarda fanga, ilmiy – tadqiqot ishlariga qiziqishlarimizni ortishida katta yordam bo'ladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. G. Axmedova, O.B. Mamatqulov, I Xolbayev – Oliy o'quv yurtlarining 5140200 – fizik bakalavr ta'lim yo'nalishi uchun o'quv qo'llanmasi “ ISTIQLOL” Toshkent – 2013
2. SHaripov M.Z, Vahobova M.A Islomov U.N Atom va yadro fizikasi o'quv uslubiy qo'llanma Toshkent – 2020
3. Yuldashev U, N.A TAYlanov, B.I Hamdamov Atom va yadro fizikasi – Toshkent “Samo – Standart” 2019
4. <https://kompy.info>
5. <https://uz.m.wikipedia.org>