



ANALYSIS OF METHODS FOR DETERMINING THE WORK FUNCTION IN METALS

Sobirov Akmaljon Komiljonovich

*Texnika fanlari nomzodi, Fizika va uni o'qitish metodikasi kafedrası
dotsenti, Nizomiy nomidagi TDPU*

Sotivoldiyeva Mahliyo Ilhomjon qizi

Nizomiy nomidagi TDPU 2-bosqich magistranti

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6466358>

Annotation. *This article examines several methods for determining the emission of electrons in metals and analyzes their advantages and disadvantages.*

Keywords. *Metal, electrons, work function, full current method, Richardson straight line method*

METALLARDA ELEKTRONLARNING CHIQISH ISHINI ANIQLASH METODLARI TAHLILI

Annotatsiya. *Ushbu maqolada metallarda elektronlarning chiqish ishini aniqlashning bir nechta usullari o'rganilgan hamda ularning kamchilik va avzalliklari tahlil qilingan.*

Kalit so'zlar. *Metall, elektron, chiqish ishi, to'la tok usuli, Richardson to'g'ri chizig'i usuli*

Metall sirtidan elektronning chiqish ishi qattiq jismdagi maksimal kinetik energiyali elektron jismni tark etishi uchun unga berilishi lozim bo'lgan minimal qo'shimcha energiya kabi aniqlanadi.

Metallarda chiqish ishini aniqlashning quyidagi usullari ma'lum:

1. Diodning volt-amper xarakteristikasi yordamida chiqish ishini aniqlash;
2. Richardson to'g'ri chizig'i usuli yordamida chiqish ishini aniqlash;

3. To'liq tok usuli yordamida chiqish ishini aniqlash;
4. Kalorimetrik usul yordamida chiqish ishini aniqlash;
5. Kontakt potentsiallar farqi usuli (Zisman Tomson va Anderson metodlari)
6. Tashqi fotoeffekt hodisasi yordamida chiqish ishini aniqlash;

Yillar davomida metallarda chiqish ishini aniqlash usullari takomillashtirib borildi. Buni quyidagi jadvaldan ham ko'rishimiz mumkin.

Polikristal platinada elektronlarning chiqish ishi

<i>Nashr qilingan yili</i>	1921	1922	1924	1930	1947	1950	1960	1969	<i>Hozirda</i>
<i>φ, eV</i>	6.71	3.87	4.18	5.08	4.72	5.27	6.0	5.46	5.3

Endi doimiy kattalik A va chiqish ishi φ ni tajribada aniqlashning ayrim usullarini ko'rib chiqamiz. Ko'pincha A va φ parametrlarning qiymatlarini aniqlashda Richardson to'g'ri chizig'i usulidan foydalaniladi. Bu usul bilan A va φ doimiyliklarining qiymatlarini topish uchun katoddan emissiyalanayotgan elektronlarning tok zichligi j har xil temperaturalar uchun o'lchalanadi. So'ngra tajriba natijalari quyidagicha analiz qilinadi:

Richardson-Deshmannning ushbu ko'rinishdagi

$$j_e = AT^2 e^{-\frac{e\varphi}{kT}}$$

tenglamasining har ikkala tarafini T^2 ga bo'lib hosil bo'lgan ifodani logarifmlaymiz.

U holda quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$\ln \frac{j_e}{T^2} = \ln A - \frac{e\varphi}{kT}$$



Bu formuladan ko'rinadiki, funksiyaning grafigi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lib, uning absissa o'qi bilan hosil qilgan α burchagi chiqish ishi bilan quyidagicha bog'lanishda bo'ladi:

$$\varphi = \frac{k}{e} tga = \frac{tga}{1600}$$

bunda k -Bolsman doimiysi, e -elektronning zaryadi.

Tekshirilayotgan metalning emission doimiyliklarini aniqlashga imkon beradigan bu chiziq Richardson to'g'ri chizig'i deyiladi. Lekin bu usul bilan chiqish ishi φ ni aniqlashda jiddiy qiyinchiliklarga duch kelinadi. Bu qiyinchilik katod temperaturasini va tok zichligini o'lchashning murakkabligi bilan bog'liqdir. Shuning uchun chiqish ishini boshqa usullardan foydalanib o'lchash va har xil usullar bilan olingan natijalarni taqqoslab ko'rish lozim bo'ladi. Birinchi navbatda chiqish ishini aniqroq o'lchash talab qilinadi. Chiqish ishini o'lchashda metall sirtining toza bo'lishi, vakuum sharoitining normal bo'lishi talab qilinadi. Undan tashqari katod temperaturasini aniq o'lchash lozim. Richardson to'g'ri chiziqlari metodidan tashqari, metallarda elektronlarning chiqish ishini aniqlashda quyidagi usullardan foydalanish mumkin: kontakt potentsiallar farqi usuli, fotoemissiya to'lqin uzunligining bo'sag'asi usuli, kalorimetrik usuli. Tajribada aniqlangan doimiy kattalik A ning va chiqish ishi ning qiymatlari seziiy (Cs) uchun 1,89 V, $A=160 \cdot 10^4 \text{A/m}^2 \cdot \text{grad}^2$, bariy uchun 2,29 V, $A=60 \cdot 10^4 \text{A/m}^2 \cdot \text{grad}^2$, volfram uchun $\varphi=4,54$ V, $A=75 \cdot 10^4 \text{A/m}^2 \cdot \text{grad}^2$

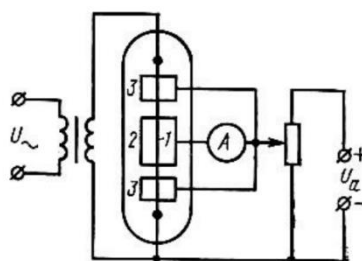
Termokatod sifatida faqat volframdan foydalanish mumkin. Uning erish temperaturasi 3400 K bo'lib katodning ishchi temperaturasi 2200 K da termoelektron tok zichligi taqriban 10^3A/m^2 ga yetadi.

Ko'pincha metalning emission doimiyliklarini aniqlashda maxsus tajriba lampasidan foydalaniladi. Tolasimon katodning o'rtasidagi bir tekis qizdiriladigan qismi silindr shaklidagi anod bilan o'rab olingan. Anoddagi kichik teshikdan foydalanib, optik pirometr yordamida katod temperaturasi

o'lchanadi. Anodning chetlarida himoyalovchi halqa joylashtirilgan bo'lib, ular katodning chetlaridagi "sovuqroq" qismlarning emission tokini qabul qiladi. Lampaning ichida vakuum hosil qilinadi.

O'lchov asboblari shunday ulanganki, ular katodning faqat anod o'rab olgan qismidagi parametrlarni, ya'ni emission tokini va katod temperaturasini o'lchaydi.

Anod tokini katodning anod ichida joylashgan qismining sirtiga bo'lib tok zichligi aniqlanadi.



Kalorimetrik usul bilan ham chiqish ishi ϕ ni aniqlash mumkin. Chiqish ishini o'lchash quyidagicha amalga oshiriladi. Yuqoridagi rasmda tajriba lampasining anod zanjiri uzilgan bo'lsa, cho'g'langan katod yaqinida 1 sekund vaqt ichida katoddan emitterlangan elektronlar soni bilan orqaga qaytib, kondensirlangan elektronlar soni orasida muvozanat o'rnatiladi. Bunday sharoitda katodning cho'g'lanish quvvati faqat yenergiya nurlanishiga va tarmoqlar orqali issiqlikning olib ketilishiga sarf bo'ladi. Shuning uchun berilgan cho'g'lanish quvvati P_n uchun katodda unga mos keladigan aniq T_k temperatura o'rnatiladi.

Anod zanjiri ulanib katoddan J_a miqdordagi tok anodga o'tsa, har bir anodga boruvchi elektron chiqish ishini bajarib katoddan W_0 energiyani olib ketadi. Emitterlangan elektron o'rniga temperaturasi T_0 bo'lgan tashqi zanjir simidan kelgan elektron E_F energiyani katodga olib keladi. Katoddan anodga borayotgan elektronlar oqimidagi har bir elektronning yenergiyasi $2kT_k$ ga teng bo'ladi. Xuddi shuningdek, tashqi zanjirdan katodga kelayotgan elektronlar



oqimidagi har bir elektronning energiyasi $2 kT_0$ ga teng bo'ladi. Agar katoddan J_a miqdorda tok anod zanjiriga o'tsa, qo'shimcha sarflangan quvvat ushbu formula asosida aniqlanadi:

$$\Delta P = N_e [W_e - E_F + 2k(T - T_0)] = J_0 \left[e\phi_k + \frac{2k}{e}(T_k - T_0) \right]$$

Kontaktlashuvchi o'tkazgichlar orasidagi termodinamik muvozanat sharoitida o'tkazuvchan elektronlar tufayli yuzaga keladigan elektr potentsiallari farqi kontakt potentsiallar farqi (KPF) deb ataladi.

Agar ikkita qattiq o'tkazgich bir biriga tekkizilsa, ular orasida elektronlar almashinuvchi yuz berib almashinuvchi elektronlarning soni shu o'tkazgichdagi ϕ ning qiymatiga bog'liq bo'ladi. Kichik qiymat ϕ li o'tkazgichdan, katta qiymatli o'tkazgichga ko'proq elektronlar o'tadi. Bu jarayon to'rt ikki o'tkazgich orasida potentsiallar farqi yuzaga kelib, elektronlarning keyinchalik o'tishlariga to'sqinlik qilguncha davom etadi. Natijada kichik qiymatli ϕ li o'tkazgich musbat zaryadlansa, katta qiymatli ϕ li o'tkazgich manfiy zaryadlanadi. Ko'rilayotgan sistemada termodinamik muvozanat sharti-elektroximik potentsiallar tengligidir, ya'ni Fermi sathlarining tengligidir.

To'la tok usuli chiqish ishini aniqlashning oddiy usullaridan biridir. U Richardson tenglamasiga asoslanadi.

Haroratning absolyut $-n$ oldan yuqori haroratlarda elektronlarning ma'lum bir qismi Fermi chegarasidan yuqorida joylashadi. Metall qizdirilganda elektronning elastik elastik harakati tezlashadi va ularning metaldan chiqish ehtimolligi ortadi. Bu hodisa qizdiriladigan katodin elektron lampalarda keng qo'llaniladi. Ikki elektronli elektron lampadagi Ferme elektron tok katod va anodga qo'yiladi cho'g'lanishda va katod temperaturasiga bog'liq. Termo emissiya toki uchun munosabatini Richardson formulasini kvant mehanik o'zgartirish yoli bilan topish mumkin.

$$I = A \cdot S \cdot T \exp(-E_{\beta} / KT)$$

A-har hil moddalar uchun har hil bo'lgan doyimiy kattalik. S-metallning yuzasi, Tabsalyut harorat, K- Boltsman doyimiyysi Ekspotensial boglanish tufayli I tok T ga kuchli bog'langan. Masalan vakuum temperaturasi 2000 dan 2500 K ga oshsa I tok 300 marta oshar ekan.

Elektronning chiqish ishi yuqoridagi formula asosida topiladi. T1 va T2 haroratlar uchun terma tok quyidagiga teng

$$I_1 A \cdot S \cdot T_1^2 \exp\left(-\frac{E_{\beta}}{KT_1}\right)$$
$$I_2 = A \cdot S \cdot T_2^2 \exp(-E_{\beta} / KT)$$

Yuqoridagi formulalarni nisbatini olamiz va logarifmlab

$$\ln\left[\frac{I_1}{I_2} \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2\right] = -E_{\beta} \frac{T_2 - T_1}{KT_1 T_2}$$
$$E_{\beta} = -K \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1} \ln\left[\frac{I_1}{I_2} \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2\right]$$

Chiqish ishini topish formulasiga ega bo'lamiz. E_{β} -chiqish ishining qiymatni topish uchun ma'lum kuchlanishdagi T1 va T2 haroratlardan to'yinish toklarini bilish zarur. Buning uchun lampaning ikki harorat uchun BAX (voltmetr harakteristikasi) aniqlash kerak.

Xulosa qilib aytadigan bo'lsak metallar chiqish ishini aniqlashning yuqorida sanab o'tganimizdek bir nechta usullari mavjud va ularning har biri o'z kamchilik va afzalliklariga ega.

Adabiyotlar

1. Л.Н.Добрецов, М.В.Гомоюнова “Эмиссионная электроника”. Изд-во “Наука”, М., 1966.
2. К.Херринг, М.Никольс “Термоэлектронная эмиссия”. ИЛ, М., 1992.



3. А.Модинос “Авто, термо и вторично-эмиссионная спектроскопия”.
Изд-во “Наука”, М., 1990.
4. Н.А.Капцов «Электроника». Изд-во ГИТТЛ, М., 1956.