

12. Termoelektroninės emisijos ir elektronų pernešimo vakuume tyrimas

Užduotis:

1. Iširti anodinės srovės stiprio priklausomybes nuo įtampos, esant įvairioms kaitinimo srovės stiprio vertėms.
2. Nustatyti, kokiose ribose voltamperinė charakteristika aprašoma $I = kU^{3/2}$ funkcija.

Pagrindiniai teoriniai klausimai.:

1. Elektrono išlaisvinimo darbas.
2. Termoelektroninė emisija ir jos priklausomybė nuo temperatūros.
3. Potencialo pasiskirstymas vakuuminiame diode.

Termoelektroninė emisija:

Kiekvienas neelektrintas kūnas sudaro pusiausvirą teigiamų ir neigiamų elektros krūvių sistemą. Elektronų krūvio modulis lygus protonų krūviui. Metalams būdinga tai, kad jų valentiniai elektronai gali laisvai judėti kūno ribose, o kiti lokalizuoti prie atomų branduolių. Laisvųjų elektronų elektrostatinė sąveika su branduoliais lemia metalo tvirtumą. Norint pašalinti elektroną iš metalo, reikia atlikti darbą prieš elektrostatinės traukos jėgas. Mažiausia energija (W_e), kurią reikia suteikti elektronui, kad jis išlėktų iš kūno, vadinama elektrono išlaisvinimo darbu. Laisvieji elektronai dalyvauja šiluminiame judėjime. Jeigu elektrono, judančio kūno paviršiaus link, šiluminė energija didesnė už išlaisvinimo darbą ($W_s > W_e$), jis išlėks už jo ribų. Elektronų garavimas iš kietojo kūno ar skysčio vadinamas termoelektronine emisija. Pagal energijos tvermės dėsnį išlėkusio elektrono greitį nusako lygtis: $W_s - W_e = \frac{m_e v^2}{2}$; čia m_e - elektrono masė. Kuo aukštesnė temperatūra, tuo daugiau elektronų galės išlėkti iš metalo. Termoelektroninės emisijos srovės tankio priklausomybę nuo temperatūros išreiškia Ričardsono – Dešmano formulė:

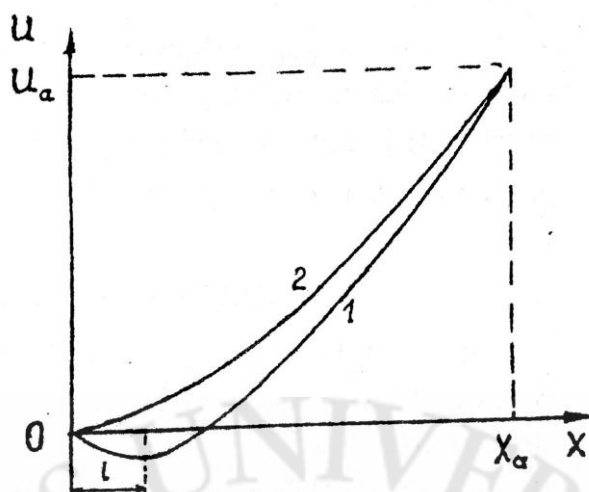
$$j = AT^2 \exp\left(-\frac{W_e}{kT}\right); \quad (1)$$

čia konstanta $A = 60,2 \text{ A/cm}^2 \cdot \text{K}^2$. Šią formulę galima patikrinti tiriant vakuuminio diodo sotes srovės stiprio priklausomybę nuo temperatūros, kai W_e yra žinomas.

Vykstant termoelektroninei emisijai, prie katodo atsiranda elektronų debesėlis – neigiamas erdvinis krūvis. Jo elektrinis laukas stabdo emituotus elektronus. Dėl to dalis jų grįžta atgal į katodą. Greičiausi elektronai, judėdami iš inercijos, pasiekia anodą. Sudarius tarp katodo ir anodo elektrinį lauką, greitinantį elektronus, pasiekiančiųjų anodą jų skaičius padidės. Tokiu atveju elektronus veikia išorinis laukas ir erdvinio krūvio laukas.

Kai išorinis laukas pakankamai silpnas, prie katodo egzistuoja tam tikro storio l sritis, kurioje atstojamasis laukas stabdo elektronus. Šį atvejį atitinkantį potencialo pasiskirstymą vaizduoja 1 pav. kreivė 1. Kai išorinis elektrinis laukas visoje erdvėje tarp elektrodų stipresnis negu erdvinio krūvio laukas, visi emituoti elektronai pasiekia anodą.

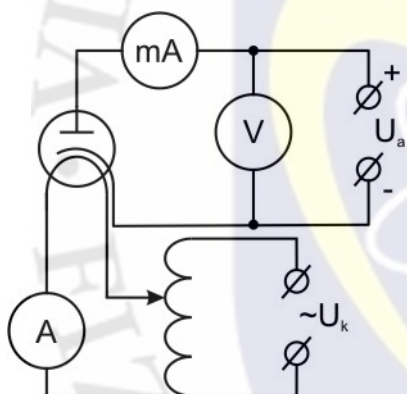
Tokiu atveju anodinė srovė nuo įtampos beveik nepriklauso ir vadinama sotes srove. Potencialo pasiskirstymą, atitinkantį šį atvejį, vaizduoja 1 pav. kreivė 2.



1 pav. Potencialo pasiskirstymas tarp katodo ir anodo tekant srovei.

Tyrimo metodas. Vakuuminio diodo voltamperinių charakteristikų tyrimo schema pavaizduota 2 pav. Anodinės srovės grandinę sudaro nuolatinės srovės šaltinis, voltmetras ir miliampermetras, o kaitinimo srovės grandinę – kintamosios srovės šaltinis, autotransformatorius ir ampermetras.

Tyrimams rekomenduojami vakuuminiai diodai, kurių elektrodai yra bendraašių cilindrų formos, o išorinio cilindro (anodo) spindulys daug didesnis už vidinio (katodo) spindulį. Tokia konstrukcija turi privalumų lyginant eksperimentinių tyrimų rezultatus su teoriniais skaičiavimais.



2 pav. Vakuuminio diodo voltamperinių charakteristikų matavimo schema

Eksperimentas. Išmatuojame diodo voltamperines charakteristikas pasirinkę dvi kaitinimo srovės stiprio vertes. Kadangi pradinę voltamperinės charakteristikos dalį aprašo trijų antrųjų laipsnio funkcija, ją tiriame keisdami įtampą mažesniais intervalais, negu tirdami didesnių įtampų sritį.

Analizuodami voltamperinės charakteristikos pradinę dalį, ordinačių ašyje atidedame anodinės srovės stiprio I , o abscisų – anodinės įtampos, pakeltos trijų antrųjų laipsniu ($U^{3/2}$), reikšmes. Galiojant $I=K U^{3/2}$ priklausomybei, gautas grafikas bus tiesė.

Eksperimento eiga:

1. Sujunkite 2 paveiksle pavaizduotą grandinę.
2. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintu, ar teisingai sujungta grandinė.**
3. Pasirinkite katodo kaitinimo srovės stiprio I_K vertę $\sim 1,6-1,7$ A.
4. Išmatuokite anodinės srovės priklausomybę nuo anodinės įtampos. Anodinę įtampą keiskite nuo 0 iki 300 V kas 20 V. Matavimų rezultatus rašykite į lentelę:

U_a (V)	I_a (mA)

6. Pakeiskite kaitinimo srovės vertę I_K iki 1,3–1,4 A ir pakartokite 4 žingsnį.
7. Nubrėškite grafiką, kurio X ašyje atidėkite dydį $U^{3/2}$ (anodinė įtampa pakelta trimis antrosiomis), o Y ašyje – anodinės srovės I vertes. Virš šių priklausomybių užrašykite kokią kaitinimo srovę I_K naudojote matavimų metu. Viename grafike turi būti dvi kreivės – t.y. dvi skirtingas kaitinimo srovės atitinkančios voltamperinės charakteristikos.

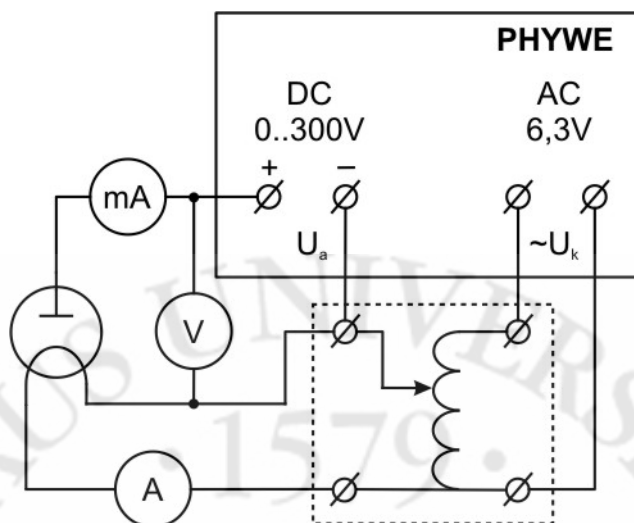
Suformuluokite darbo išvadas.

Baigę darbą neužmirškite išjungti prietaisų!!!

Literatūra.

1. A. Medeišis „Mechanika, molekulinė fizika, elektra ir magnetizmas. Fizikos praktikumas.“, Vilnius, *Vilniaus universiteto leidykla*, 2000.
2. A. Matvejevas, „Elektra ir magnetizmas“, Vilnius, *Mokslas*, 1991.
3. V. Rinkevičius, „Elektra ir magnetizmas“, Vilnius, *Vilniaus universiteto leidykla*, 2001.





3 pav. Matavimo aparatūros jungimo schema

