

VILNIAUS UNIVERSITETAS

Fizikos fakultetas

Mokomoji atomo ir branduolio fizikos laboratorija

Laboratorinis darbas Nr. 2

FRANKO IR HERCO BANDYMAS

Eksperimentinė dalis

Parengė A. Poškus

2019-09-09

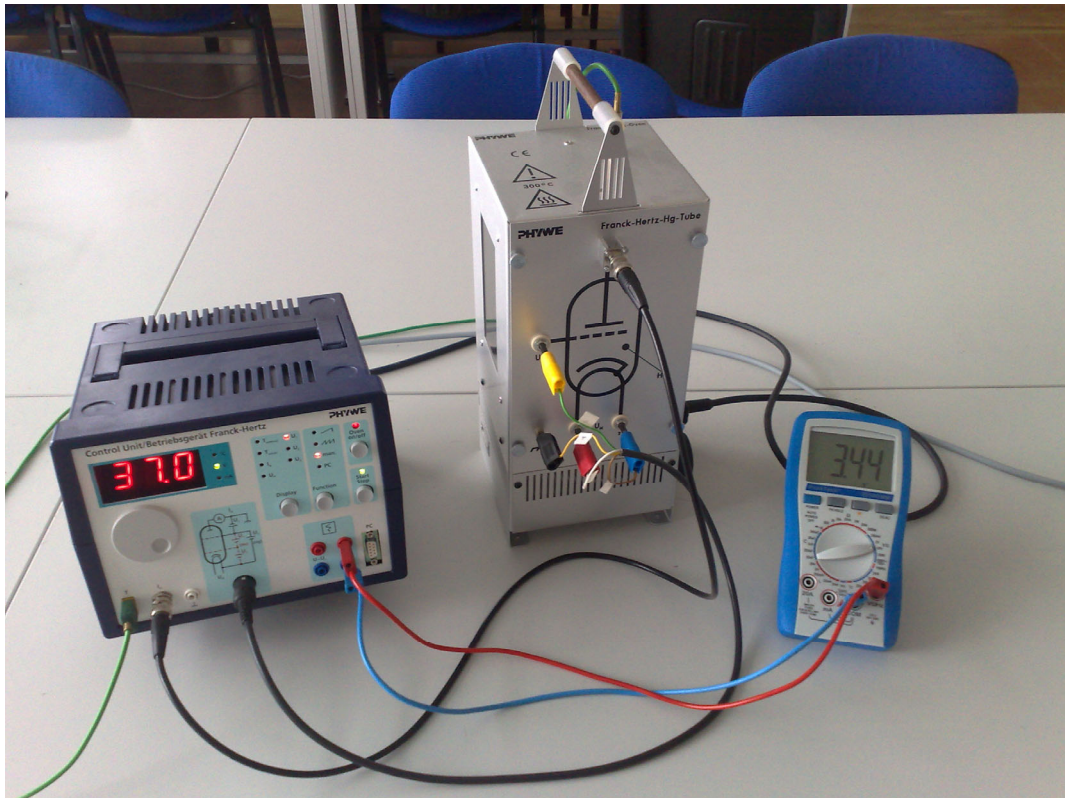
Čia yra tik smulkus matavimo tvarkos aprašas. Ruošiantis darbui, reikia naudoti kitą aprašą, kuriame išdėstyta ne tik darbo metodika, bet ir teorija. Eksperimentinės dalies aprašas visą laiką turi būti prie matavimo įrangos; jo negalima išsinešti iš laboratorijos.

1. Darbo priemonės

Šiame darbe naudojamas Vokietijos kompanijos „Phywe Systeme“ mokomosios įrangos komplektas. Darbo įrangą sudaro:

- 1) Franko ir Herco bandymo valdymo blokas, kuris skirtas visų gyvsidabrio lempos parametrų valdymui ir matavimui;
- 2) Franko ir Herco bandymo gyvsidabrio lempa;
- 3) krosnelė gyvsidabrio lempos kaitinimui;
- 4) multimetras

1 pav. parodytas matavimo įrangos bendras vaizdas.



1 pav. Matavimo įrangos bendras vaizdas

Ant valdymo įrenginio priekinės sienelės yra keturi mygtukai:

- 1) mygtukas „Display“, kuriuo galima pasirinkti rodytuve atvaizduojamą dydį;
- 2) mygtukas „Function“, kuriuo galima pasirinkti valdymo įrenginio veiką;
- 3) mygtukas „Oven on/off“, kuris įjungia arba išjungia krosnelės kaitinimą;
- 4) mygtukas „Start/Stop“, kuris įjungia arba išjungia greitinimo įtampą.

Virš mygtuko „Display“ yra indikatoriai, kurie nurodo, kurio dydžio vertė yra atvaizduota. Dydžiai, kurie gali būti atvaizduojami, yra šie:

- 1) „ T_{nominal} “ – krosnelės darbinė temperatūra ($^{\circ}\text{C}$) (t. y. temperatūra, kurioje turi būti atliekami matavimai);
- 2) „ T_{actual} “ – krosnelės einamoji temperatūra ($^{\circ}\text{C}$);
- 3) „ I_A “ – anodo srovės stipris (nA);
- 4) „ U_H “ – katodo kaitinimo įtampa (V);
- 5) „ U_1 “ – greitinimo įtampa (V) (t. y. įtampa tarp tinklelio ir katodo);
- 6) „ U_2 “ – lėtinimo įtampa (V) (t. y. įtampa tarp tinklelio ir anodo);
- 7) „ U_3 “ – ši įtampa naudojama tik su neono lempa, todėl šiame darbe ji nenaudojama (jeigu naudojama gyvsidabrio lempa, valdymo įrenginys neleidžia pakeisti įtampos „ U_3 “).

Valdymo įrenginio priekinės sienelės kairiojoje pusėje yra reguliatorius, kuriuo galima pakeisti kai kurių dydžių vertes. Keičiamas tas dydis, kurio vertė atvaizduota. Todėl, norint pakeisti greitinimo įtampą, reikia visų pirma persijungti į režimą „U₁“, o norint išmatuoti anodo srovę, kuri atitinka tą įtampą, reikia persijungti į režimą „I_A“. Kadangi yra nelabai patogiu kelias dešimtis kartų persijunginėti iš vieno režimo į kitą, tai galima pasinaudoti tuo, kad Franko ir Herco bandymo valdymo blokas turi du analoginius išėjimus, kurių vieno įtampa yra proporcinga greitinimo įtampai, o kito įtampa yra proporcinga anodo srovei. Tuos du išėjimus atitinka raudoni ir mėlyni išvadai ant valdymo bloko priekinės sienelės. Tarp raudono ir mėlyno išvadų, kurie atitinka anodo srovę, yra užrašas „U ~ I_A“. Įtampos tarp tų išvadų vertė, išreikšta voltais, yra penkis kartus mažesnė už anodo srovės vertę, išreikštą nanoamperais. Vadinasi, prijungus prie tų išvadų voltmetrą, nebūtina persijungti į valdymo bloko režimą „I_A“: pakeitus greitinimo įtampą, atitinkamą anodo srovės vertę galima iš karto nustatyti pagal minėtojo voltmetro parodymus. Be to, jeigu anodo srovė yra mažesnė negu 10 nA, šitaip yra gaunama tikslesnė srovės vertė, nes valdymo įrenginio rodytuvas rodo srovės vertę dešimtųjų nanoampero dalių tikslumu, o išorinis multimetras rodo įtampą tūkstantųjų volto dalių tikslumu (t. y. matuojant anodo srovę su multimetru, sisteminė paklaida yra maždaug 0,005 nA).

Virš mygtuko „Function“ yra indikatoriai, kurie nurodo einamąją valdymo įrenginio veiką. Šiame darbe turi būti naudojama rankinė veika (indikatorius „man.“).

2. Matavimo tvarka

1. Įjungiamas valdymo įrenginys (elektros tinklo jungiklis yra ant jo užpakalinės sienelės). **Krosnelės temperatūros rankinio valdymo reguliatorius, kuris ant krosnelės dešinėsios sienelės, turi būti pasuktas į maksimalią padėtį (pagal laikrodžio rodyklę iki atsirėmimo).** Tokioje to reguliatoriaus padėtyje krosnelės temperatūrą reguliuoja valdymo įrenginys. Naudojant reguliatorių, kuris yra ant valdymo įrenginio priekinės sienelės, užduodama krosnelės darbinė temperatūra ($T_{\text{nominal}} = 120\text{ }^{\circ}\text{C}$). Užduodama katodo kaitinimo įtampa ($U_H = 10\text{ V}$) ir lėtinimo įtampa ($U_2 = 1,5\text{ V}$). Užduodama greitinimo įtampos vertė $U_1 = 20\text{ V}$. Naudojant mygtuką „Function“, užduodama rankinė veika (turi šviesti indikatorius „man.“). **Pastaba:** Minėtoji greitinimo įtampos vertė yra laikina; ji reikalinga, kad geriau matytųsi anodo srovės nusistovėjimas pradinio laukimo metu (3 punktas). Voltamperinės charakteristikos pirmojo taško įtampa yra 0 V (4 punktas).

2. Įjungiamas krosnelės kaitinimas (mygtukas „Oven on/off“). Laukiama, kol krosnelės temperatūra pakils iki reikalingos vertės. Kai temperatūra nusistovi, indikatorius „Oven“ nustoja mirksėti. Tačiau, kad sutaupyti laiko, galima nelaukti, kol indikatorius „Oven“ nustos mirksėti, o pradėti matuoti, kai einamosios temperatūros nuokrypis nuo reikalingos temperatūros taps mažesnis negu 10 °C. **Pastabos:** (a) Jeigu, spustelėjus mygtuką „Oven on/off“, indikatorius „Oven“ nešviečia, tada tą mygtuką reikia spustelėti dar kartą. (b) Nusistovint temperatūrai, yra galimi trumpalaikiai temperatūros svyravimai, kurių metu ji gali viršyti reikalingą temperatūrą iki 20 °C.

3. Nuspaudžiamas mygtukas „Start/Stop“. Tada turi šviesti žalias indikatorius (tai reiškia, kad greitinimo įtampa yra prijungta prie lempos). Paskui reikia palaukti dar apie 20 min. Tas laukimo laikas reikalingas, kad nusistovėtų anodo srovė. Pastebėta, kad, atlikus 1 punktą, anodo srovė iš pradžių palyginti greitai didėja, o paskui pradeda lėtai mažėti (per 20 min anodo srovė gali sumažėti apie 5 kartus). Anodo srovė mažėja ir vėliau, tačiau tas mažėjimas tampa daug lėtesnis ($< 0,1\text{ nA per minutę}$), todėl neturi žymios įtakos greitinimo įtampos vertėms, atitinkančioms srovės maksimumus ir minimumus (analizuojant matavimo duomenis, bus reikalingos tik tos įtampos vertės, o anodo srovės vertės nebus naudojamos). Anodo srovę reikia matuoti pagal multimetrom parodymus. Multimetrom veika turi atitikti įtampos matavimą, o srovės vertė (nanoamperais) turi būti apskaičiuojama dauginant multimetrom parodymus iš 5 (smulkesnė informacija apie anodo srovės matavimą yra skirsnyje „Darbo priemonės“). Šiame etape srovės verčių nereikia užsirašinėti: multimetras naudojamas tik tam, kad matytųsi srovės nusistovėjimas. Jeigu iš multimetrom parodymų matyti, kad srovė jau beveik nusistovėjo (t. y. multimetrom parodymai mažėja lėčiau negu 0,02 V / min), tada galima nelaukti visų 20 minučių ir pradėti matuoti voltamperinę charakteristiką (4 punktas). **Pastaba:** Dėl įrangos netobulumo retkarčiais yra galimas staigus srovės sumažėjimas, kuris gali siekti 0,5 nA (t. y. įtampa, kurią rodo multimetras, gali šuoliškai sumažėti 0,1 V). Tie srovės šuoliai greičiausiai yra susiję su automatinio temperatūros palaikymo sistemos veikimu.

4. Išmatuojama anodo srovės („I_A“) priklausomybė nuo greitinimo įtampos. Tam visų pirma užduodama pradinė greitinimo įtampos vertė ($U_1 = 0\text{ V}$). Užrašoma atitinkama anodo srovės vertė. Paskui greitinimo įtampa padidinama 0,5 V ir vėl užrašoma srovės vertė ir t. t. Taip reikia keisti greitinimo įtampą

nuo 0 V iki 35 V kas 0,5 V (iš viso – 71 matavimas). **Pastaba:** Pernelyg išaugus anodo srovei, gali suveikti automatinė lempos apsauga ir greitinimo įtampa išsijungs (žalias indikatorius užges). Tokiu atveju matavimus reikia nutraukti (t. y. toliau įtampos nedidinti).

5. Išjungiamas krosnelės kaitinimas (mygtukas „Oven on/off“); paskui išjungiamas valdymo įrenginys. Po lentelės su matavimo duomenimis pasirašo darbo vadovas arba laborantas.