

## 11. Elektrono krūvio ir masės santykio nustatymas

**Užduotis:**

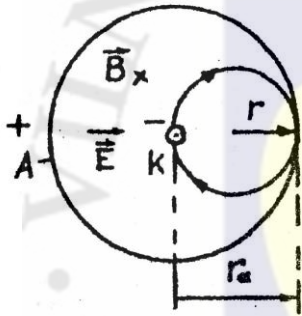
1. Ištirti anodinės srovės stiprio priklausomybę nuo magnetinio lauko indukcijos ir rasti elektrono krūvio ir masės santykį.

**Pagrindiniai teoriniai klausimai:**

1. Termoelektroninė emisija.
2. Lorencio jėga.
3. Elektrono judėjimas vienalyčiame magnetiniame lauke.

**Magnetroninis efektas.**

Panagrinėkime elektrono judėjimą tarpusavyje statmenuose elektriniame ir magnetiniame laukuose. Tarkime, kad elektrinis laukas sudarytas tarp bendraašių cilindro formos elektrodų (1 pav.). Katodo K skersmuo daug mažesnis už anodo A skersmenį  $r_a$ . Magnetinis laukas nukreiptas statmenai brėžinio plokštumai žemyn.



1 pav. Magnetroninio efekto modelis

Kadangi Lorencio jėga  $F_m = q_e v B$  visada statmena elektrono judėjimo greičiui, tai šiuo atveju jis juda apskritimu. Pagal antrąjį Niutono dėsnį

$$q_e v B = \frac{m v^2}{r}; \quad (1)$$

čia  $r$  – trajektorijos kreivumo spindulys, o  $m$  – elektrono masė.

Katodo emituotų elektronų pradinio šiluminio greičio galima nepaisyti, todėl jų greitį galima rasti panaudojus energijos tvermės dėsnį:

$$\frac{m v^2}{2} = q_e U_a; \quad (2)$$

čia  $U_a$  - anodinė įtampa. Esant tam tikrai magnetinio lauko indukcijos vertei  $B = B_K$ , elektronai, maksimaliai priartėję prie anodo, juda lygiagrečiai jo sieniinei ir grįžta atgal. Tokiu atveju anodinė srovė staigiai susilpnėja, o trajektorijos kreivumo spindulys lygus pusei anodo kreivumo spindulio

$$r = \frac{1}{2} r_a. \quad (3)$$

Iš (1), (2) ir (3) lygčių gausime, kad

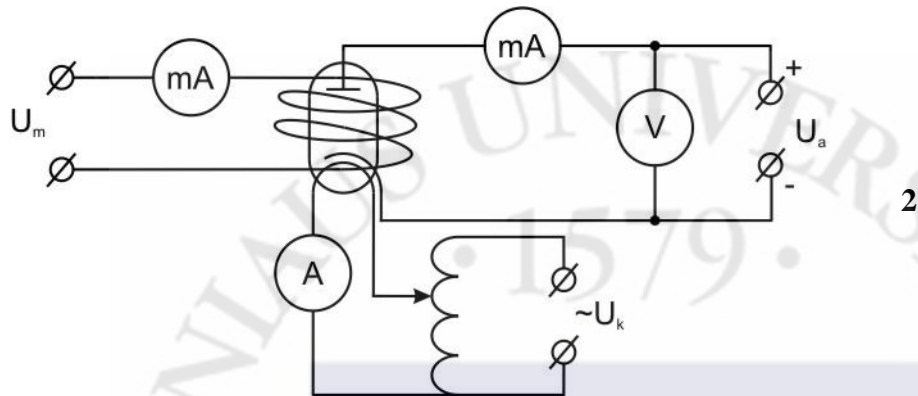
$$B_K = \frac{1}{r_a} \sqrt{\frac{8mU_a}{q_e}}. \quad (4)$$

Iš čia elektrono krūvio ir masės santykis

$$\frac{q_e}{m} = \frac{8U_a}{r_a^2 B_K^2}. \quad (5)$$

**Tyrimo metodas.** Tyrimo objektas – vakuuminis diodas, turintis cilindro formos anodą, patalpintas į solenoido magnetinį lauką. Matavimo schema pavaizduota 2 pav. Solenoido grandinę sudaro keičiamos išėjimo įtampos nuolatinės srovės šaltinis  $U_m$  ir miliampermetras, o anodinės srovės – nuolatinės srovės šaltinis  $U_a$ , voltmetro ir daugiarybis miliampermetras. Katodo kaitinimo grandinę sudaro kintamos srovės šaltinis, autotransformatorius ir ampermetras.

Išmatuojame anodinės srovės stiprio priklausomybę nuo solenoidu tekančios srovės stiprio. Solenoido magnetinio lauko indukcijos vertes randame iš jo gradavimo kreivės, kuri pateikta Priede 1. Bandyką pakartojame pasirinkę kitą anodinės įtampos vertę.



2 pav. Principinė matavimo schema.

### **Eksperimento eiga.**

1. Sujunkite 2 paveiksle pavaizduotą grandinę.
2. **Pakvieskite dėstytoją, kad šis patikrintų, ar teisingai sujungta grandinė.**
3. Nustatykite katodo kaitinimo srovę  $\sim 1,6-1,7A$ , o anodinę įtampą parinkite taip, kad anodinę srovę matuojantis miliampermetras rodytų 20–25 mA.
4. Ištyrinkite kaip keičiasi anodinė srovė keičiant solenoidu tekančios srovės stiprį nuo 0 iki 400 mA. Atlikite 7–10 matavimų su skirtingais solenoidu tekančios srovės stipriais. Solenoidu tekančios srovės, jos kuriamos magnetinės indukcijos  $B$  (1 priedas, 4 pav.) ir anodinės srovės vertes rašykite į lentelę:

$I_s$ (mA)	$B$ (mT)	$I_a$ (mA)

**Dėmesio: didžiausias leidžiamas solenoidu tekančios srovės stipris 400mA!**

***Vengdami solenoido kaitimo, jį maitinkite trumpai įjungdami maitinimo šaltinį ir išmatavę anodinę srovę iškart jį išjunkite.***

5. Pakeiskite anodo įtampą  $U_a$  taip, kad anodinę srovę matuojantis miliampermetras rodytų 15–10 mA.
6. Pakartokite 4 žingsnyje aprašytus veiksmus.
7. a) Nubrėžkite grafiką, kurio X ašyje atidėkite magnetinės indukcijos  $B$  vertes, o Y ašyje – anodinės srovės vertes. Tame pačiame grafike atidėkite abiejų eksperimentų duomenis su skirtingomis anodo įtampos  $U_a$  vertėmis. Šalia kreivių užrašykite jas atitinkančią anodo įtampą  $U_a$ .  
b) Nustatykite magnetinės indukcijos vertę  $B_K$ , ties kuria staigiai pradeda mažėti anodinė srovė.  
c) Pagal (5) išraišką apskaičiuokite elektrono krūvio ir masės santykį.

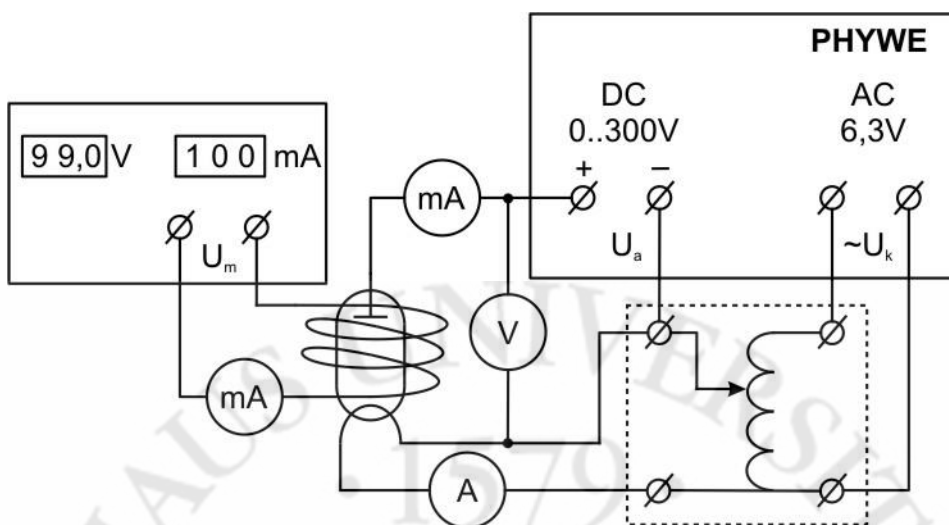
Suformuluokite darbo išvadas.

**Baigę darbą nepamirškite išjungti prietaisų!!!**

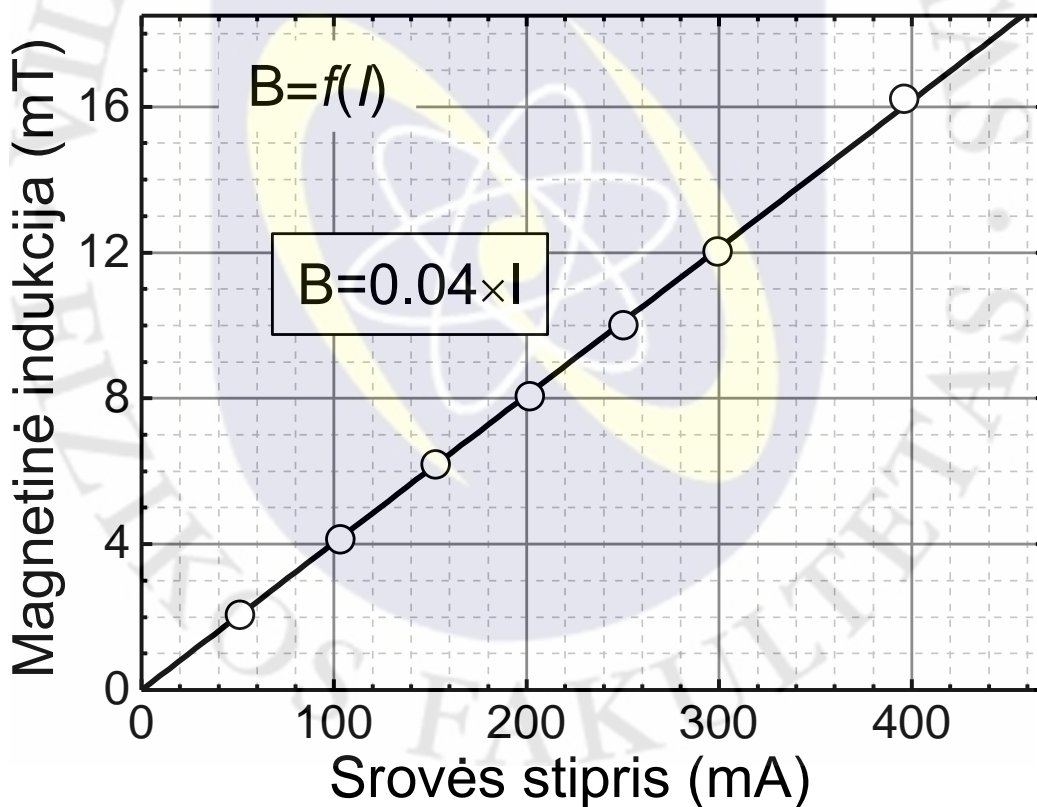
## Literatūra.

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.



4 pav. Solenoido kuriamo magnetinio lauko gradavimo kreivė.