 Laboraatio 2Fysiikan laboratorio

ELEKTRONIN OMINAISVARAUS

Sir J. J. Thomsonin katodisädeputkella tekemät kokeelliset tutkimukset johtivat elektronin löytämiseen vuonna 1897. Elektroni on negatiivisen sähkövarauksen omaava pistemäinen alkeishiukkanen, joita löytyy jokaisesta atomista yksi tai useampia. Ristikkäisiä sähkö- ja magneettikenttiä käyttämällä voidaan elektronin sähkövarauksen ja massan suhde määrittää. Sen sijaan pelkän massan tai pelkän varauksen mittaaminen olisi melko hankalaa. Elektronin varauksen ja massan suhteen, ns. *ominaisvarauksen*, kirjallisuusarvo on 1,76.1011 C/kg.

*Kirjallisuutta*: Kappaleet 3.1-3.3 kirjassa "Momentti 2”

*Työturvallisuus*: Tarkastetaan sähköjohtojen kunto; vioittuneet johdot poistetaan käytöstä. Työn valvoja tarkastaa kytkennät.

**1. Mittausjärjestelyt**

Elektronin sähkövarauksen ja massan suhde määritetään kokeellisesti matalapaineista kaasua sisältävää lasiputkea käyttäen (Kuva 1). Putken sisällä on elektronitykki, jonka sisällä oleva hehkukatodi emittoi termisiä elektroneja. Katodilta irronneet elektronit kiihdytetään elektronitykin sisällä olevalla sähkökentällä likipitäen levosta loppunopeuteen ***v****.* Mikäli tämän sähkökentän tekemiseen käytetty jännite *U* tunnetaan, voidaan elektronin loppunopeus laskea yhtälöstä:

**** (1)



**Kuva 1.** Elektroniputken rakenne.

Elektronitykistä ulos sinkoutuvat elektronit joutuvat nopeusvektoriin ***v*** nähden kohtisuoraan magneettikenttään ***B*** (***vB***). Magneettikenttä synnytetään kahdella elektroniputken ulkopuolella olevalla isokokoisella sähkökelalla (Helmholtz käämi), joissa kulkeva sähkövirta *I* mitataan. Kelojen synnyttämän magneettikentän suuruus voidaan laskea kertomalla virran arvo elektroniputken jalustaan kirjoitetulla kertoimella *K*. Magneettikenttä pakottaa elektronit ympyräradalle, jonka säde *r* mitataan. Elektroneihin kohdistuva magneettinen voima, *F=evB,* on siis keskeisvoima ja Newtonin II lain, *F=ma*, mukaan

**** , (2)

missä  on keskeiskiihtyvyys.

Yhdistämällä yhtälöt (1) ja (2) saadaan elektronin ominaisvaraus esitettyä mitattavien suureiden *U, I* ja *r* funktiona (yhtälössä *B = KI*):

 (3)

Kun putkessa kiitävä elektroni törmää täytekaasun atomiin, luovuttaa elektroni osan liike-energiastaan atomille. Saamansa energian avulla atomi virittyy, eli siirtää jonkin elektroneistaan perustilaa korkeammalle energiatilalle. Kun viritystila spontaanisti laukeaa ja elektroni palaa perustilalleen, emittoi atomi sähkömagneettisen kvantin. Kvantin aallonpituus vastaa sinistä valoa. Tämän vuoksi elektronien rata näkyy paljaalla silmällä pimennetyssä huoneessa sinisenä ympyränä. Putken sisällä on neljä fosforilla päällystettyä merkkiä, jotka vastaavat elektronin radan säteitä 2 cm, 3 cm, 4 cm ja 5 cm.

**2. Mittaukset**

Aluksi tehdään työpaikalla olevan erillisen ohjeen mukaiset kytkennät. Ominaisvarauksen arvoa mitattaessa käytetään kiihdytysjännitteen arvoja 180 V, 210 V ja 240 V, ja magneettikentän voimakkuutta säätämällä asetetaan elektronien radan säteeksi 3 cm ja 5 cm. *Kunkin radan kohdalla kirjataan oheiselle havaintopaperille käytetty jännite, keloissa kulkeva virta ja radan säde*. Maapallon magneettikentän vaikutus eliminoidaan toistamalla mittaussarja täysin vastakkaissuuntaista ulkoista magneettikenttää käyttäen. Tämä tehdään vaihtamalla virtalähteestä lähtevät johtimet keskenään, jolloin keloissa kulkevan virran suunta vaihtuu, ja ***B***:n suunta muuttuu 180 asteella. *Muutosta tehtäessä piiri on jännitteetön.*

**3. Tulokset**

Käytetyt kytkennät piirretän havaintoarkille. Havaintotaulukkoon lasketaan magneetti­vuon­tiheyden *B* arvot. Tämän jälkeen voidaan kaavalla (3) laskea ominaisvarauksen arvot. Lisäksi lasketaan saatujen ominaisvarausarvojen keskiarvo ja keskihajonta. Verrataan saatua tulosta kirjallisuusarvoon.

Havainnot ja laskut

# Fysiikan laboratorio

#### Päiväys\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Luokka \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Kirjuri \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Turvallisuusvastaava \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Kytkentämestari \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

ELEKTRONIN OMINAISVARAUS

**1. Kytkennät**

Elektroniputken kytkentä

Käämien kytkentä

**2. Havainnot ja *e/m*-arvot**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *U*/V | *r*/m | *I*/A | *B*/T | *e/m* /1011C/kg |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Keskiarvo *e/m*=

Hajonta *σ* =