# 19. mérés

## **Az elektron fajlagos töltése**

### **Jegyzőkönyv**

**Mérés időpontja: 2020. szeptember 9, délelőtt**

**Mérést végezték: Bonevácz Bianka és Pálfi Krisztina**

#### Mérés célja

A laboratóriumi mérésünk célja, hogy a J. J. Thomson által használt kísérleti összeállítás segítségével megmérjük az elektron fajlagos töltését, azaz töltésének és tömegének hányadosát:

#### Mérés során használt eszközök

* kis feszültségű DC tápegység
* nagy feszültségű tápegység
* digitális multiméter
* Hall szonda
* Katódsugárcső
* Helmholtz-tekercsek
* Wehnelt henger

#### Mérés rövid leírása – elméleti bevezető

Az elektronok az elektroncsövön belül, az izzókatódon termikus elektronemisszióval gerjesztődnek. A katódhoz közel az elektronnyalábot körbeveszi egy Wehnelt henger, melynek célja, hogy csak azokat az elektronokat engedje tovább az anód irányába, amelyek átjutnak a rajta lévő lyukon. Ez lényegében egy elektrosztatikus lencseként működik, az elektronnyalábot szabályozza. Azokat az elektronokat, melyeket átengedett a Wehnelt henger, a katód és az anód közötti nagy feszültségű elektromos tér felgyorsítja. Mivel a katódsugárcsőben nagy vákuum van, így a nagy reakcióképességük ellenére sem nyelődnek el és szóródnak olyan gyorsan. A gyorsításukra fordított munkát az előbb említett anód és katód közt elhelyezkedő elektromos mező végzi, így a munkatétel értelmében:

Ahol : anód feszültsége, : elektronon végzett munka, : elektron töltése, : elektron tömege és : elektron sebessége.

Az elektroncsövet Helmholtz-tekercsek veszik körül, melyek a (jó közelítéssel homogén) mágneses teret biztosítják. Ennek hatására az elektronokra Lorentz-erő hat, mely körpályán tartja a részecskéket.

Ahol : Lorentz-erő, : elektron-körpálya sugara, : homogén mágneses tér.

A fenti két egyenlet jobb oldalai egyenlőek, így adódik:

Ha az (1) egyenletből kifejezzük a sebességet, majd azt behelyettesítjük a (2) egyenletbe;

Négyzetre emelve mindkét oldalt, majd leegyszerűsítve a fajlagos töltéssel, végül a következő összefüggésre jutunk:

**kérdés:** Ez a közbülső lépés teljesen felesleges, és átugorható, vagy maradhat benne?

Az elektroncsőben lévő kisnyomású vízgőznek köszönhetően az elektronok ütköznek a hidrogénatomokkal, mely halványlila fénykibocsátással jár. Ily módon vizsgálhatjuk az elektron-körpálya sugarát, hiszen a saját szemünkkel is láthatóvá válik.

**Mérés menete**

A mérésünket a Helmholtz-tekercsek kalibrálásával kezdtük. A Hall-szonda segítségével megmérhető a tekercspár áramerősségének nagysága és az elektroncsőben mérhető mágneses tér nagyságának aránya.

Megmértük a mágneses teret és közti tekercsáramok mellett pontban, majd egy reprodukálhatósági mérést is elvégeztünk áramerősségnél. Ezek az adatok az és táblázatban láthatóak.

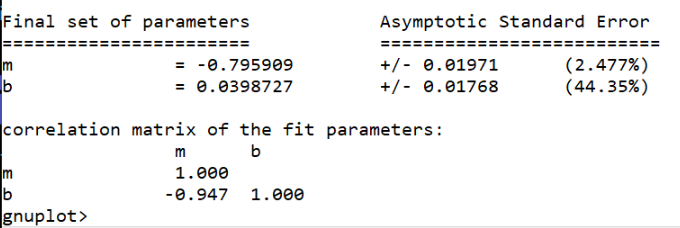
Következő feladatként három különböző gyorsítófeszültség mellett megmértük a körpálya átmérőjét több tekercsáram esetében is. A laboratóriumi jegyzet azt az instrukciót adta, hogy mindhárom esetben 0,8 A és 1,3 A között mérjünk, de ettől egy néhol egy kevéssé eltértünk, mert úgy tapasztaltuk, hogy a körpálya egyes áramerősségeknél túl nagy átmérőjűvé vált, és nehézkessé tette a pontos méretének leolvasását. Ezeket az adatokat (illetve az ezekből továbbszámolt értékeket) a 3., 4., és 5. táblázat tartalmazza.

Az elektron-körpálya átmérőjét egy tükrös vonalzóval mértük meg úgy, hogy a fénylő kör tükörképét, magát a kört és a vonalzó nóniuszát egy vonalba hoztuk, majd leolvastuk a körpálya két szélének helyzetét.

#### Mérési adatok és kiértékelésük

#### Hibaszámítás

#### Diszkusszió





A Hall-feszültség és a mágneses tér között az alábbi kapcsolat áll fenn;

Így az egyes áramerősségeknél mért Hall-feszültségek ismeretében meghatározhatóak a mágneses tér értékei ugyanezen pontokra.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 0,4 | -3,5 | -0,2957 |
| 0,5 | -4,2 | -0,357 |
| 0,6 | -5 | -0,425 |
| 0,7 | -6 | -0,51 |
| 0,8 | -6,9 | -0,5865 |
| 0,9 | -7,8 | -0,663 |
| 1,0 | -8,9 | -0,7565 |
| 1,1 | -10,3 | -,8755 |
| 1,2 | -10,7 | -0,9095 |
| 1,3 | -11,6 | -0,986 |

1. táblázat: állandó meghatározásához szükséges mért és számolt értékek

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Reprodukálhatósági mérés I = 1,1 A mellett | | | | | átlag | szórás |
| -10,3 mV | -9,9 mV | -9,9 mV | -9,8 mV | -9,9 mV | -9,96 mV |  |

2. táblázat: Helmholtz-tekercs kalibrációja során felvett reprodukálhatósági adatok

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| 0,8 | 2,7 | 11,6 | 8,9 | 4,45 |
| 0,85 | 2,7 | 11,1 | 8,4 | 4,2 |
| 0,9 | 2,7 | 9,4 | 6,7 | 3,35 |
| 0,95 | 2,7 | 9,3 | 6,6 | 3,3 |
| 1,0 | 2,7 | 9,2 | 6,5 | 3,25 |
| 1,05 | 2,7 | 8,8 | 6,1 | 3,05 |
| 1,1 | 2,7 | 8,5 | 5,8 | 2,9 |
| 1,15 | 2,7 | 8 | 5,3 | 2,65 |

3. táblázat: elektron-körpálya sugarának mérése **U = 120 V mellett**, különböző áramerősségek esetén

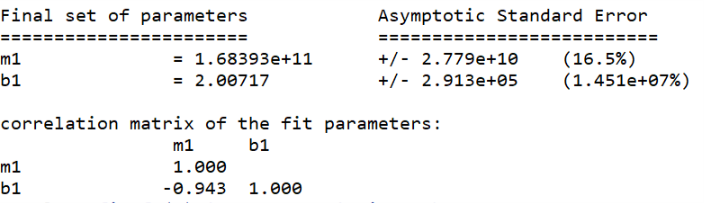
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| 1,00 | 2,7 | 11,7 | 9 | 4,5 |
| 1,05 | 2,7 | 11,1 | 8,4 | 4,2 |
| 1,10 | 2,7 | 10,8 | 8,1 | 4,05 |
| 1,15 | 2,7 | 10,6 | 7,9 | 3,95 |
| 1,20 | 2,7 | 10,2 | 7,5 | 3,75 |
| 1,25 | 2,7 | 9,5 | 6,8 | 3,4 |
| 1,30 | 2,7 | 9,1 | 6,4 | 3,2 |
| 1,35 | 2,7 | 8,6 | 5,9 | 2,95 |

4. táblázat: elektron-körpálya sugarának mérése **U = 170 V mellett**, különböző áramerősségek esetén

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
| 1,10 | 2,7 | 10,9 | 8,2 | 4,1 |
| 1,15 | 2,7 | 10,3 | 7,6 | 3,8 |
| 1,20 | 2,7 | 9,8 | 7,1 | 3,55 |
| 1,25 | 2,7 | 9,5 | 6,8 | 3,4 |
| 1,30 | 2,7 | 8,9 | 6,2 | 3,1 |
| 1,35 | 2,7 | 8,6 | 5,9 | 2,95 |
| 1,40 | 2,7 | 8,6 | 5,9 | 2,95 |
| 1,45 | 2,7 | 8,4 | 5,7 | 2,85 |

5. táblázat: elektron-körpálya sugarának mérése **U = 200 V mellett**, különböző áramerősségek esetén

120 V-nál

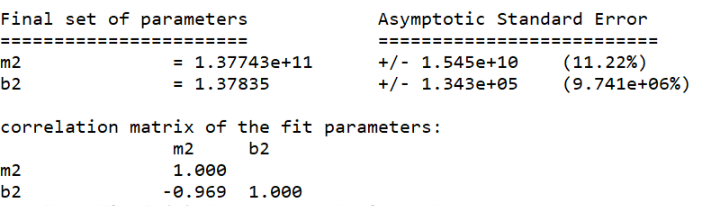


m1 = 1.68393e+11 +/- 2.779e+10 (16.5%)

b1 = 2.02057 +/- 2.913e+05 (1.442e+07%)



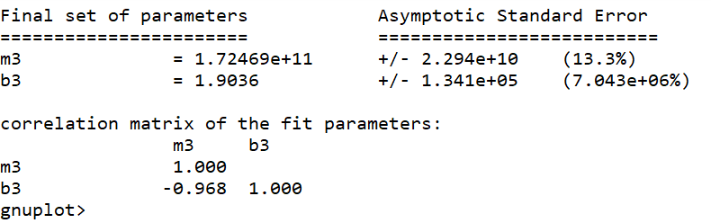
170 V-nál



m2 = 1.37743e+11 +/- 1.545e+10 (11.22%)

b2 = 1.38072 +/- 1.343e+05 (9.725e+06%)

200 V-nál:



m3 = 1.72469e+11 +/- 2.294e+10 (13.3%)

b3 = 1.91442 +/- 1.341e+05 (7.003e+06%)

