مختبر الفيزياء الحديثة

رقم التجربة ( )

اسم التجربة : **تعيين الشحنة النوعية للإلكترون بثبوت التيار**

الغرض من التجربة: (.The purpose of exp)

تعيين نسبة شحنة الالكترون الى كتلته (e/m) بثبوت التيار باستخدام ملفات هلموتز وباستخدام المرأة المحدبة .

الاجهزة المستخدمة :-

جهاز (e/m) ، فولتميتر، مجهز قدرة للتيار المستمر ، اسلاك توصيل ، مرأة محدبة .

النظرية: (Basic Theory)

اذا اثر مجال مغناطيسي متجانس كثافة فيضه B على دقيقة مشحونة كالإلكترون ذي الكتلة m والشحنة e يتحرك بسرعة ثابتة v باتجاه عمودي على اتجاه خطوط المجال المغناطيسي ، وان المجال المغناطيسي سيؤدي الى توليد قوة مغناطيسية مقدارها :-

$$F = veB \qquad (1)$$

تؤثر القوة المغناطيسية على الالكترون في اتجاه عمودي على كل من السرعة والمجال ويصبح مسار الالكترون دائري وبنصف قطر مقداره (r) ، واذا استمر الالكترون بالدوران عند نصف القطر فان القوة المركزية الناتجة ستكون مساوية الى قوة المجال المغناطيسي حيث :-

$$veB = vm^2/\mathrm{r} \qquad (2)$$

ويحدد نصف قطر المسار الدائري للإلكترون حسب المعادلة :-

$$r = vm / eB \qquad (3)$$

في هذه التجربة تنبعث الالكترونات من الكاثود الساخن وتعجل باتجاه الانود بفرق جهد V ، وان الطاقة الحركية التي يكتسبها الالكترون المعجل عند وصوله الانود هي :-

$$\tfrac{1}{2} mv^2 = eV \qquad (4)$$

ومن المعادلتين (3) و(4) نجد ان :-

$$e/m = 2V/r^2B^2 \qquad (5)$$

ان المجال المغناطيسي المسلط على الالكترون ينتج عادة من مرور تيار كهربائي بواسطة زوجين من ملفات هلموتز ، وتحسب كثافة الفيض المغناطيسي B في مركز الملفات من العلاقة التالية :-

$$B = I\left(\frac{8\mu_0 N}{5(5)^{1/2} R}\right) \qquad (6)$$

حيث ان (R) يمثل نصف قطر الملف ويساوي (0.15m) و (N) عدد اللفات في كل ملف وتساوي 130 ، و(I) التيار المار في الملف ، (μ_0) ثابت النفاذية المغناطيسية للفراغ .

وعند تعويض قيم الثوابت في معادلة (6) نحصل على :-

$$B = 7.8 * 10^{-4} I(web/m^2) = (T) \qquad (7)$$

وبتعويض قيمة (B) في المعادلة (5) نحصل على الصيغة النهائية لحساب (e/m) :-

$$\left(\frac{e}{m}\right) = \frac{2V}{(6.08*10^{-7})I^2 r^2} \qquad (8)$$

يتكون الجهاز المستخدم في هذه التجربة اساساً من انبوبة زجاجية مفرغة من الهواء تحتوي على قاذفة الكترونية تتكون من كاثود وانود ويتم تعجيل الالكترونات من الكاثود بواسطة جهد موجب يسلط على الانود الذي يحتوي على فتحة دائرية ، فيعمل بذلك عمل مسدد مستخرج الالكترون من فتحة الانود على شكل حزمة ضيقة لكي تمر خلال زوج من الالواح الحارفة ، فعند تسليط جهد بين اللوحين يتكون مجال كهربائي يعمل على حرف الحزمة الى الاعلى ، وتنحرف الحزمة الى الاسفل فيما لو كان اللوح السفلي موجب . يوجد زوج من ملفات هلموتز خارج الانبوبة تولد مجالاً مغناطيسياً عمودياً على اتجاه حركة الالكترونات فتسلك الحزمة مساراً دائرياً.

انبوبة (e/m) هي عبارة عن انبوبة زجاجية مملوءة بغاز الهيليوم عند ضغط (10^{-2} ملم زئبق) وتحتوي على باعث للالكترون والواح الانحراف ، يتكون باعث الالكترونات من فتيل يقوم بتسخين الكاثود والذي يبعث بالالكترونات تتعجل الالكترونات عند تسليط جهد ما بين الكاثود والانود ، وان حزمة الالكترونات تترك اثراً واضحاً عند سقوطها على زجاجة الانبوبة ، وبسبب اصطدام عدد من الالكترونات بذرات الهيليوم فانها تتهيج ومن ثم تنبعث بالضوء المرئي ، وان جهد الشبكة يكون موجباً بالنسبة الى الكاثود وسالباً بالنسبة للأنود وهي تقوم بعملية تحديد حزمة الالكترونات والسيطرة عليها . يقاس قطر الحزمة الالكترونية بواسطة مرأة مدرجة خلف ملفات هلموتز .

طريقة العمل :-

1. جهز الفتيلة بفرق جهد (6.3V) وبمعدل تيار مقدارة (1.5A) من مجهز القدرة حول نقطة التوصيل ثم ننتظر حتى تسخن الفتيلة ، سلط فرق جهد ما بين (200V-100V) بمعدل (4Am) من اقطاب الحزمة الالكترونية المعجلة من الانود .
2. استخدم منظم تجمع الحزمة الالكترونية للحصول على حزمة ضيقة لهذه الالكترونات ، اربط دائرة المجال المغناطيسي وذلك بربط مجهز القدرة (6Vμ) . وتثبيت التيار بمعدل (1A) واستخدم بطارية (12V) على التوالي مع اميتر حول نقطتي التوصيل ثم نظم مرور التيار المار خلال الملفات بحيث نحصل على مسار دائري .
3. احسب قطر مجال الحزمة الالكترونية على المسطرة المدرجة ثم سجل قيمة الفولتية المقابلة .
4. كرر الخطوات السابقة للحصول على اقطار مختلفة للحزمة الالكترونية ، ثم رتب النتائج بجدول وكما يلي :-

V(Volt)	$R=(R_2-R_1)$cm	r=R/2 (cm)	r^2 (cm^2)	r^2 (m^2)
100	10			
110	12			
120	14			
130	16			
140	18			
150	20			
160	22			
180	24			
200	28			

5. بعد قياس (R) التي تمثل قطر الحلقة الالكترونية ، مع تغيير قيمة الفولتية احسب القيم المعطاة لك اعلاه ، حيث ان (r) تمثل نصف قطر الحلقة .
6. ثم ارسم العلاقة البيانية بين (V) على المحور الصادي و (r^2) بوحدات (m^2) على المحور السيني ، وجد الميل الذي يمثل ($Slope=V/r^2$) .
7. بعدها اوجد قيمة (e/m) بتطبيق المعادلة رقم (8) ، حيث ان I قيمة ثابته ويساوي (1 amp) .

الاسئلة :-

1. متى يكون مسار الحزمة الالكترونية دائرياً ومتى يكون حلزونياً ؟ وضح ذلك ؟
2. اشرح فائدة استخدام ملفات هلموتز ؟
3. لماذا يبدو مسار الالكترونات دائرياً ومرئياً ؟