جامعة ديالى
كلية العلوم – قسم الفيزياء

تجارب مختبر الفيزياء الحديثة

المرحلة الثانية الصباحي والمسائي

الاشراف

أ.د. بثينة عبد المنعم
أ.م. فيصل غازي حمودي

الاعداد

م.م. زيد عبدالهادي عبد
م.م. اميرة كنعان
ر.فيزياويين اقدم : هدي زكي

تجارب مختبر الفيزياء الحديثة

1- سلسلة بالمر

2- حيود الالكترونات

3- حساب الشحنة النوعية للالكترون $\mathbf{e\backslash m}$ (طريقة شوستر)

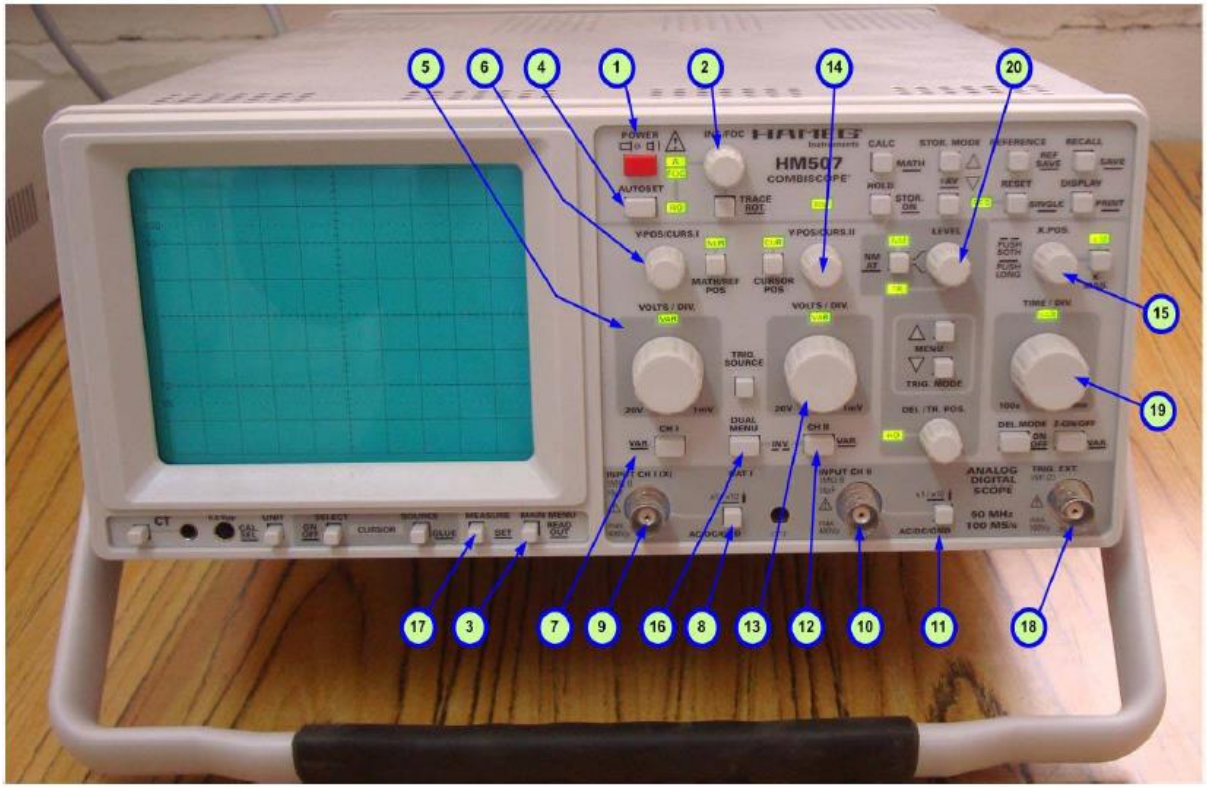
4- ايجاد ثابت بلانك باستخدام الخلية الكهروضوئية (الانبعاث الكهروضوئي)

5- ثومسون لقياس الشحنة النوعية للالكترون ($\frac{\mathbf{e}}{\mathbf{m}}$)

6- انبوبة مقطع مالتيز

7 - ايجاد ثابت المحزز باستخدام مصدرين الكادميوم

مفاتيح تشغيل جهاز راسم الإشارة ووظيفة كل مفتاح :



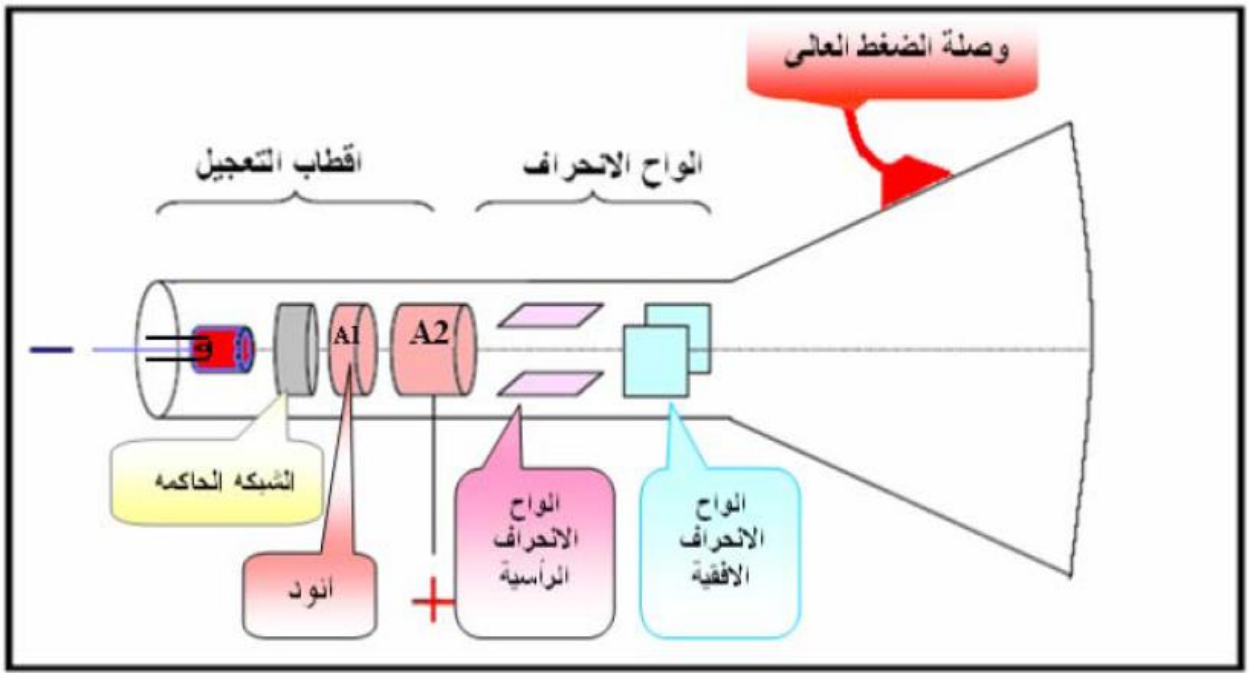
الرقم	اسم المفتاح	الوظيفة
1	مفتاح Power	عند الضغط علية يعمل الجهاز وتضئ الشاشة مظهرةً خط أفقي
2	مفتاح INT / FOC	عند تغيره يتحكم في شدة الاستضاءة(Intensity) للشكل الموجي على الشاشة ويتحكم (Focus) في تركيز الشعاع الإلكتروني للإشارة .
3	مفتاح Main Menu	لإظهار الشاشة الرئيسية للجهاز وقائمة اختيارات ضبط الجهاز .
4	مفتاح Auto set	عند الضغط عليه بعد توصيل الإشارة بالمدخل يقوم بعملية ضبط تلقائي لها وتظهر الإشارة بأبعاد مناسبة للشاشة .
5	مفتاح Volt/Div.	بهذا المفتاح يمكن التحكم في نسبة قياس الجهد في الرسم البياني المعروض على الشاشة . حتى نتمكن من عرض صورة واضحة للإشارات وذلك لمدخل القناة CH1 ..

6	Y Pos Curs I	لضبط وضع الإشارة في الاتجاه العمودي وذلك لمدخل القناة CH1 ولتحريك الإشارة لأعلى وأسفل .
7	VAR (CH I)	يستخدم لضبط الجهاز للعمل واستقبال إشارة من مدخل القناة CH1 وتحديد معاملاتها على الشاشة .
8	مفتاح ضاغط (AC-DC-GND)	زر اختيار نوع الإشارة : بهذا الزر تختار بين AC (إشارة متغيرة) أو DC (إشارة مستمرة) أو أرضي GND(بدون إشارة) على مدخل القناة CH1 .
9	منفذ(CHI)	مدخل القناة الأولى CH1 لتوصيل كيبل الدخل بالجهاز .
10	منفذ(CH II)	مدخل القناة الثانية CH2 لتوصيل كيبل الدخل بالجهاز .
11	مفتاح ضاغط (AC-DC-GND)	زر اختيار نوع الإشارة: بهذا الزر تختار بين AC (إشارة متغيرة) أو DC (إشارة مستمرة) أو أرضي GND(بدون إشارة) على مدخل القناة CH2 .

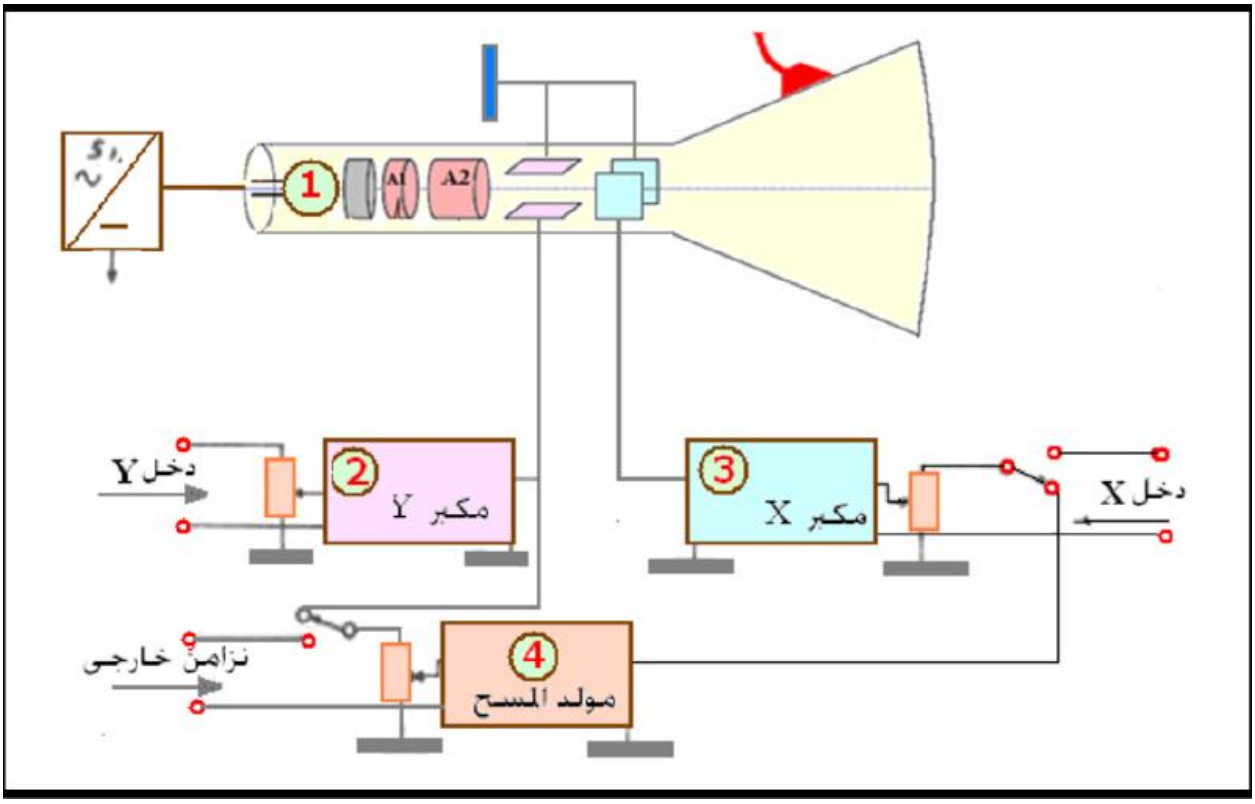
12	VAR (CH II)	يستخدم لضبط الجهاز للعمل واستقبال إشارة من مدخل القناة CH2 وتحديد معاملاتها على الشاشة .
13	مفتاح Volt/Div	بهذا المفتاح يمكن التحكم في نسبة قياس الجهد في الرسم البياني المعروض على الشاشة حتى نتمكن من عرض صورة واضحة للإشارات وذلك لمدخل القناة CH2 .
14	Y Pos Curs II	لضبط وضع الإشارة في الاتجاه العمودي وذلك لمدخل القناة CH2 ولتحريك الإشارة لأعلى وأسفل .
15	X-POS	لضبط وضع الإشارة في الاتجاه الأفقي وذلك لكلا القناتين CH1 ,CH2 وتحريكها يمين ويسار .
16	DUAL MENU مفتاح ضاغط	يستخدم لاختيار مدخل CH1 أو CH2 أو الاثنين معا أو جمعهما أو طرحهما أو أخذ مقاطع لهما . وذلك للظهور على شاشة الجهاز .

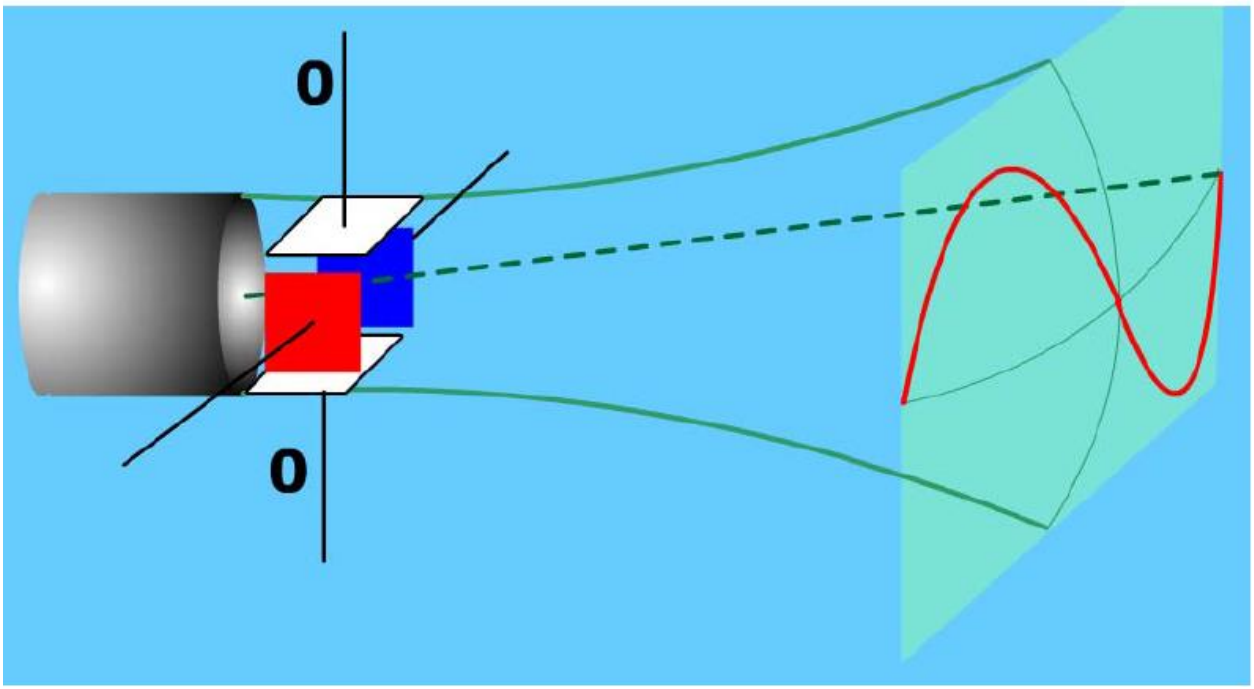
17	مفتاح ضاغط Measure	لإظهار قائمة القياسات وتحديد المطلوب معرفته وإظهاره على أعلى يمين الشاشة وذلك بالتحكم بمجموعة مفاتيح للتحكم في الاختيار لأعلى وأسفل القائمة والخروج منها .
18	مدخل Trig – Ext	مدخل إشارة خارجية تستخدم في القدح والتزامن بدلا من إشارة سن المنشار الداخلية .
19	مفتاح معيار الزمن Time / Div	بهذا المفتاح يمكن التحكم في نسبة قياس الزمن في الرسم البياني المعروض على الشاشة حتى نتمكن من عرض صورة واضحة للإشارات وتظهر قيمة الزمن أعلى يسار الشاشة.
20	مفتاح Level	ويستخدم لضبط بداية التزامن (ثبات الشكل الموجي على الشاشة) وتحديد مستوى الإشارة .

شكل الجهاز وتركيبه من الداخل



يوضح رسم تخطيطي للمراحل الأساسية لجهاز راسم الإشارات





يوضح كيفية عرض شعاع الإشارة على الشاشة

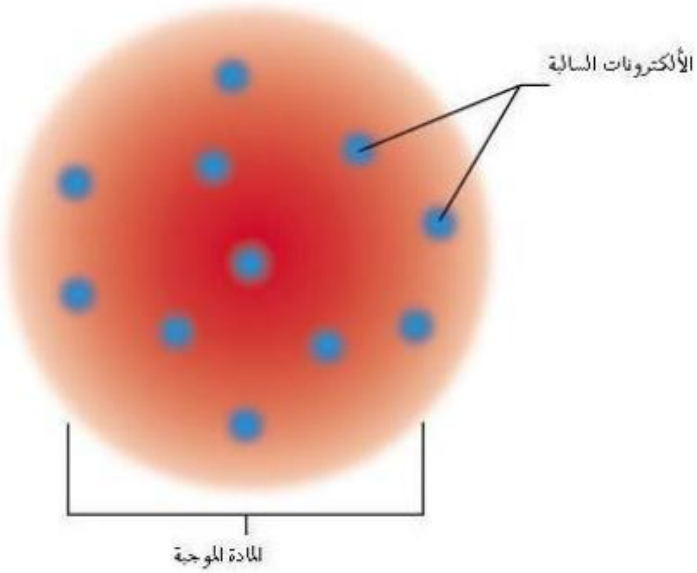
التركيب الذري والأطياف

خلال القرنين الثامن والتاسع عشر وجد الكيميائيون أن المواد يمكن تقسيمها إلى عناصر ومركبات . فالعناصر هي عوامل أساسية لا يمكن اختزالها إلى ما هو أبسط منها (راجع الجدول الدوري للعناصر الطبيعية) .وفي الطبيعة يتوفر 92 عنصراً طبيعياً أبسطها هو عنصر الهيدروجين H ثم الهيليوم He وهكذا .وأغلب المواد التي نتعامل معها في حياتنا اليومية هي ليست العناصر الأساسية بل هي مركبات مؤلفة من هذه العناصر .فالماء هو مركب من عنصري الهيدروجين والأكسجين والجزئية هي أبسط وحدة بناية للمركب، وفيها تتحقق الصفات التي للمركب نفسه .أما الذرة فهي النظام الأساسي الذي يحمل خواص العنصر. وتتألف المركبات باجتماع الذرات وتالفها بالأوامر لتكوين الجزيئات التي هي الوحدات الأساسية للمركب.

النموذج الذري

في بداية القرن العشرين تمكن الفيزيائيون منكشف أسرار الذرات فبعد أن كانت الذرة في مفاهيم القرن التاسع عشر كرة مصمتة غير قابلة للانقسام تبين أنها مؤلفة من شحنة موجبة وشحنات سالبة (الالكترونات) . وقد وضع ثمسون(Thomson) نموذجاً ذرياً يجعل الشحنة الموجبة كلا مجتمعا في حيز قطره بحدود 10^{-8}cm هو الجزء الموجب تنغرز فيه إلكترونات الموجبة يساوي عددها مجموع الشحنة الموجبة التي في النواة.

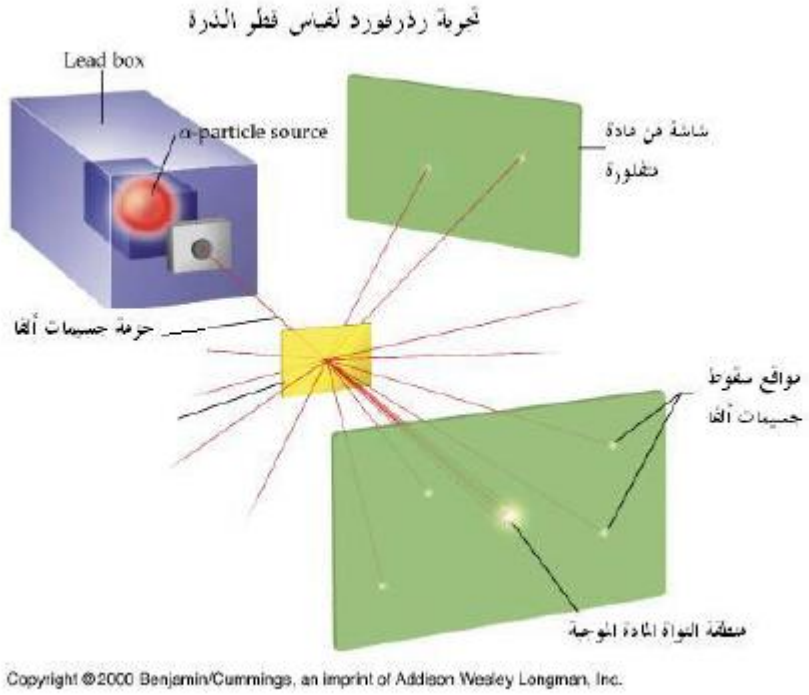
نموذج ثمسون للذرة ما قبل تجربة رذرفورد



Copyright © 2000 Benjamin/Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

تجربة رذرفورد

وفيما يتم التحقق من قطر الذرة(أي حجم النواة الموجبة) قام اللورد رذرفورد عام1911 بتجربته الشهيرة مسلطاً سيلاً من الجسيمات الموجبة الشحنة وهي المعروفة بجسيمات ألفا على صفيحة رقيقة جداً من الذهب .فكانت النتيجة أن عدد كبيرا من جسيمات ألفا استطار في اتجاهات مختلفة في توزيع زاوي يوحي أن حجم الجزء الموجب من الذرة صغير جداً .. وقد تبين من خلال التحليلات التي تلت أن الجزء الموجب في الذرة(اي النواة) تحتل حيزاً قطره لايتجاوز 10^{-12}سنتمتر اي $\frac{1}{10000}$ من قطر الذرة الكلي وبدلالة الحجم يعني هذا ان حجم الجزء الموجب هو جزء من مليون مليون جزء من حجم الذرة

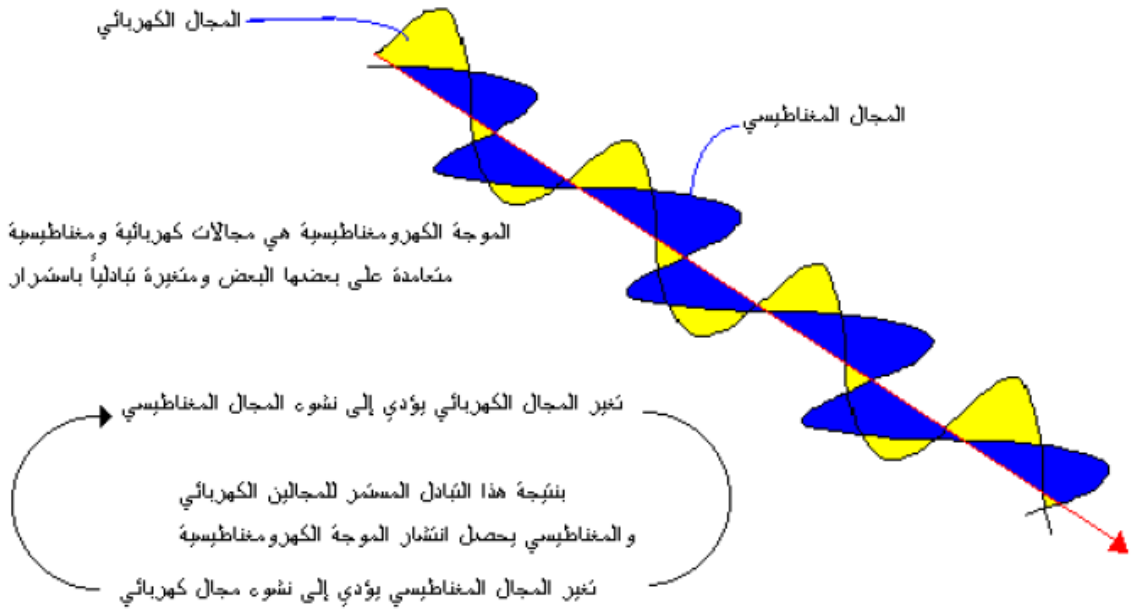


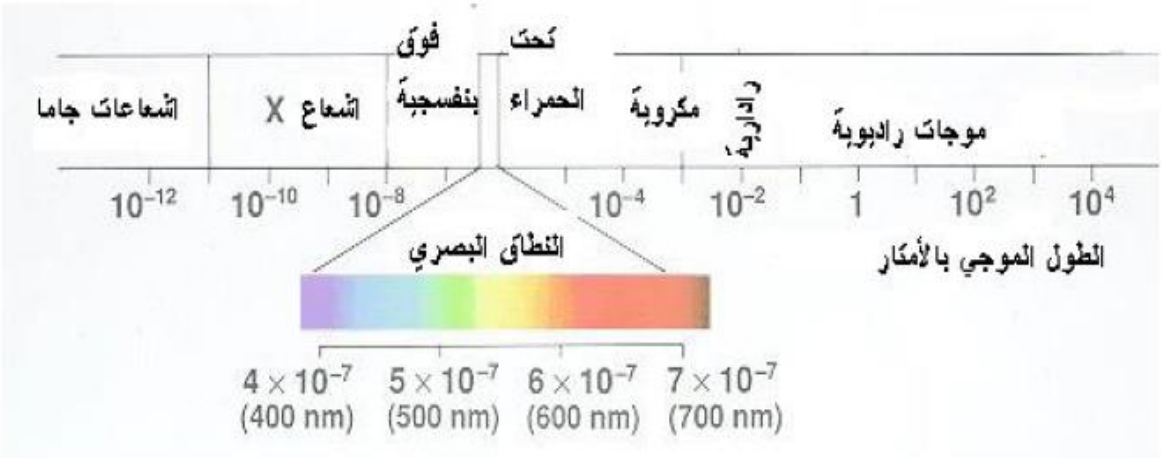
Copyright ©2000 Benjamin/Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, Inc.

.وبموجب نتائج تجربة رذرفورد بشأن حجم الجزء الموجب من الذرة وبحسب تقدير الكيميائيين للحيز الذي تتفاعل فيه الألكترونات لتكون مركبات كيماوية جديدة تم تصور الذرة على أنها مؤلفة من نواة صغيرة موجبة الشحنة تدور حولها ألكترونات سالبة الشحنة

الإشعاع الكهرمغناطيسي والضوء:

المجال الكهرمغناطيسي: مجال مكون من تآلف مجالين كهربائي ومغناطيسي معا في حالة حركية دائمة. وهوخاصية للمكان تظهر عند توفر الطاقة فيه بأنماط معينة. والنمط العام للمجال الكهرمغناطيس هو النمط الموجي





تجربة رقم (1)

سلسلة بالمرBallmer series experiment

الغرض من التجربة:

1 . حساب ثابت محزز الحيود باستخدام طيف ذرة الزئبق(Hg) .

2. حساب ثابت ريد برك باستخدام الخطوط الطيفية المرئية لسلسلة بالمر لطيف ذرة الهيدروجين(H).

الاجهزة المستخدمة:

انبوب طيف الزئبق- انبوب طيف الهيدروجين- ماسك- حامل-محزز حيود ذو 600 خط/ملم-مجهز قدرة عالي الجهد(0-10)كيلوفولت-مقياس متري(100سم).

النظرية:

ان الطيف الكهرومغناطيسي المنبعث من الذرة له اهمية كبيرة في علم الفيزياء الذرية للتعرف على العناصر المختلفة حيث ان كل عنصرمن العناصر الموجودة في الطبيعة طيف كهرومغناطيسي خاص به ولا يوجد عنصران لهما نفس الطيف.

ولدراسة الطيف الكهرومغناطيسي فلا بد من تحليل الضوء المنبعث من اثارة ذرات العنصر اما بواسطة الموشور(prism)او محزز الحيود(diffraction gritting).

في عام 1890 توصل العالم رايدبرك (Rydberg)الى معادلة لحساب الاطوال الموجية لكل الانتقالات المتوقعة من ذرة الهيدروجين وهي كالاتي .

تتم اثارة ذرات العنصر مثل الهيدروجين من خلال التفريغ الكهربائي وذلك بوضع الغاز تحت ضغط منخفض في انبوبة زجاجية مفرغة وعند تطبيق فرق جهد كهربائي على طرفي الانبوبة الزجاجية ستحدث تصادمات بين الالكترونات وذرات الغاز داخل الانبوبة وبالتالي ستعمل على اثارة هذه الذرات الى مستويات طاقة عالية ما تلبث ان تعود الى الحالة المستقرة وتنطلق طاقة على شكل فوتون ناتجة من فرق الطاقة بين المستويين كما موضح في المعادلة التالية:

$$\Delta E = hf = E_2 - E_1 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث hf هي طاقة الفوتون

E_2 هي طاقة المستوي الاعلى

E_1 هي طاقة المستوي الارضي

حيث ان h هو ثابت بلانك و f هو التردد

ويخرج هذا الفوتون على شكل اشعاع كهرومغناطيسي ليسقط على محزز الحيود والذي يعمل على تحليله على اساس ان لكل طول موجي زاوية انحراف معينة وثم يتم استقبال الضوء المتحلل على شاشة اذا كان الطيف خطي ويحتوي على مناطق لونية منفصلة تظهر على شكل خطوط طيفية على الشاشة ويوضح الشكل(1) رسم مناطق الطيف الكهرومغناطيسي.

يمكن تحديد كل منطقة من الطول الموجي او التردد والتي لها تطبيقات متعددة.

ان مستويات الطاقة التي يبدا الالكترون بالحركة يسمى المستوي الارضي(Ground state) حيث له اقل طاقة نسبة الى طاقة المستويات الاخرى. لقد ركز العلماء على دراسة الطيف المنبعث من ذرة الهيدروجين بسبب احتواء ذرة الهيدروجين على الكترون واحد وكذلك ان الهيدروجين المكون الرئيسي للكون.

عند اصطدام الضوء الذي طوله الموجي(λ) بمحزز الحيود فأنه يحيد عن مساره بزاوية(α) طبقا للمعادلة الاتية:-

$$n\lambda = g \sin\alpha \dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

حيث ان

$n = 0, 1, 2, 3, \dots\dots$

g ثابت المحزز.

ومن الشكل(2) نحصل :-

$$\sin\alpha = \frac{L}{\sqrt{d^2 + L^2}} \dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

وبتعويض المعادلة (3) في المعادلة (2) نحصل:-

$$n\lambda = g.\frac{L}{\sqrt{d^2 + L^2}} \dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

وعند استخدام غاز الهيدروجين فأن جزيئاته تتأين بتسليط فرق جهد عال عليه وتتحول الى ذرات في انبوبة الطيف وبسبب الاصطدامات بين الالكترونات وذرات الهيدروجين فان الكترون ذرات الهيدروجين ستثار الى مستويات طاقة اعلى وعند عودتها الى مستوى طاقة ادنى ستنطلق اشعاعات كهرومغناطيسية على شكل ضوء مرئي بتردد(f) طاقته ناتجة من الفرق بين طاقتي المستويين كما موضح في المعادلة (1)

$$E_n = -\frac{1}{8}\frac{e^4 m_e}{\in_\circ^2 h^2}.\frac{1}{n^2} \dots\dots\dots (5)$$

حيث ان ($\varepsilon_0 = 8.8543 \times 10^{-34}$ As/Vm) وشحنة الالكترون (e):-

($m_e = 9.1091 \times 10^{-31}$Kg) وكتلة الالكترون السكونية (m_e) ($e = 1.6021 \times 10^{-19}$C).

$$f_{nm} = \frac{1}{8}\frac{e^4 m_e}{\in_\circ^2 h^3}.\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (6)$$

حيث ان .....n,m=1,2,3

وبما ان :-

$$c = \lambda . f$$

$$\therefore f = \frac{c}{\lambda} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (7)$$

c : سرعة الضوء

λ :الطول الموجي

وبتعويض المعادلة (7) في المعادلة (6) نحصل على :-

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{8}\frac{e^4 m_e}{\epsilon_\circ^2 h^3 c}.\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (8)$$

حيث ان :-

$$R_y = \frac{1}{8}\frac{e^4 m_e}{\epsilon_\circ^2 h^3 c}$$

ويسمى R_y بثابت ريد برك وبتعويض هذا الثابت في المعادلة (8) نحصل :-

$$\frac{1}{\lambda} = R_y\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right) \dots\dots\dots (9)$$

حيث ان :- $R_y = 1.097 * 10^7 m^{-1}$

يوضح الشكل (2) مخطط لمستويات الطاقة او السلاسل الطيفية لذرة الهيدروجين فعندما تكون $m \to \infty$

لذا يمكن حساب الطاقة E_n من المعادلة (9)

$$E_n = -R_y \, h.c. \frac{1}{n^2} \dots\dots\dots\dots (10)$$

حيث ان :-

$$h = 6.6236 \times 10^{-34} j.sec$$

$$c = 2.99795 \times 10^8 m/sec$$

طريقة العمل:

الجزءالاول: حساب ثابت محزز الحيود (g)

1.رتب الاجهزة كما موضح في الشكل(3) واستخدم انبوبة طيف الزئبق.

2.نظم مجهز القدرة بحيث يكون فرق الجهد(5kv).

3.رتب مسطرة القياس بحيث تلامس الانبوب الطيفي لتقليل (Parallax-errors)

4. ضع محزز الحيود على بعد 50 سم من المسطرة المترية وبنفس ارتفاع انبوبة الطيف وان يكون موازي للمقياس المتري ويجب ان تشاهد اضاءة انبوب الطيف خلال محزز الحيود.

5.يكون اجراء التجربة في غرفة مظلمة بحيث يمكن مشاهدة المقياس المتري.

6.شاهد خطوط الطيف على المسطرة المترية ثم قس المسافة بين خطين اللون الاحمر مثلا احدهما على اليمين والاخر على اليسار(2L) وفي المرتبة الاولى (n=1) وكذلك قس المسافة العمودية بين المسطرة المترية ومحزز الحيود كما موضح في الشكل(5).

7. ستظهر ثلاثة الوان مرئية في طيف الزئبق حيث يمكن حساب ثايت المحزز(g) من الاطوال الموجية لهذه الالوان باستخدام المعادلة(4).

8. رتب نتائجك كما في الجدول (1) ثم استخرج معدل قيمة (g) المحسوبة وقسمها على عدد القيم اي ان:

جدول (1):

اللون	λ (Nm)	2L(mm)	g (μm)
الاصفر	578.5		
الاخضر	546.1		
الازرق	434.8		
المعدل (g)			

الجزء الثاني: حساب ثابت رايدبرك ومستويات الطاقة لذرة الهيدروجين.

1.رتب الاجهزة كما في الشكل(3) باستخدام انبوبة طيف الهيدروجين.
2.طبق الخطوات (2-6) الموضحة في طريقة عمل الجزء الاول.
3.شاهد خطوط طيف الهيدروجين على المسطرة والتي تمثل طيف بالمر.
4. احسب(λ) لكل لون باستخدام من المعادلة(4) ثم احسب ثابت ريدبيرج (R_y) من المعادلة (9) ورتب نتائجك كما موضح في الجدول(2).
5.احسب نسبة الخطأ المئوي لقيمة ثابت ريد برك.
6- احسب طاقات مستويات ذرة الهيدروجين من المعادلة(10) عند
n=1,2,3,4,5.....
احسب نسبة الخطأ المئوي.
7.رتب نتائجك كما موضح بالجدول (3)

(جدول رقم2)

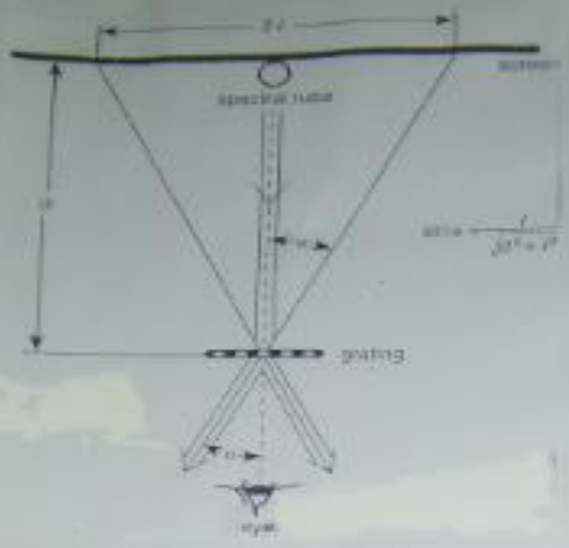
اللون	2L	λ_{exp}	Ry_{exp}
الاحمر			
الاخضر			
الازرق			
البنفسجي			
المعدل			

(جدول رقم3)

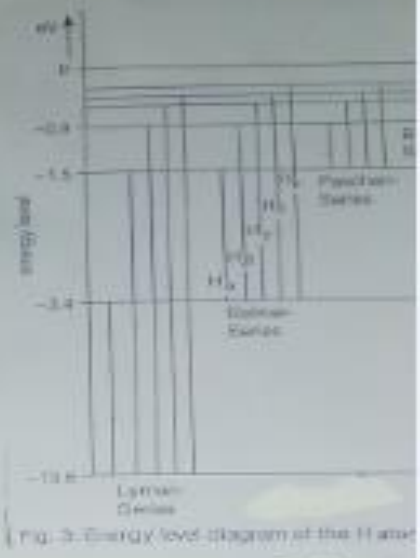
n	E(ev)
1	
2	
3	
4	

الاسئلة:

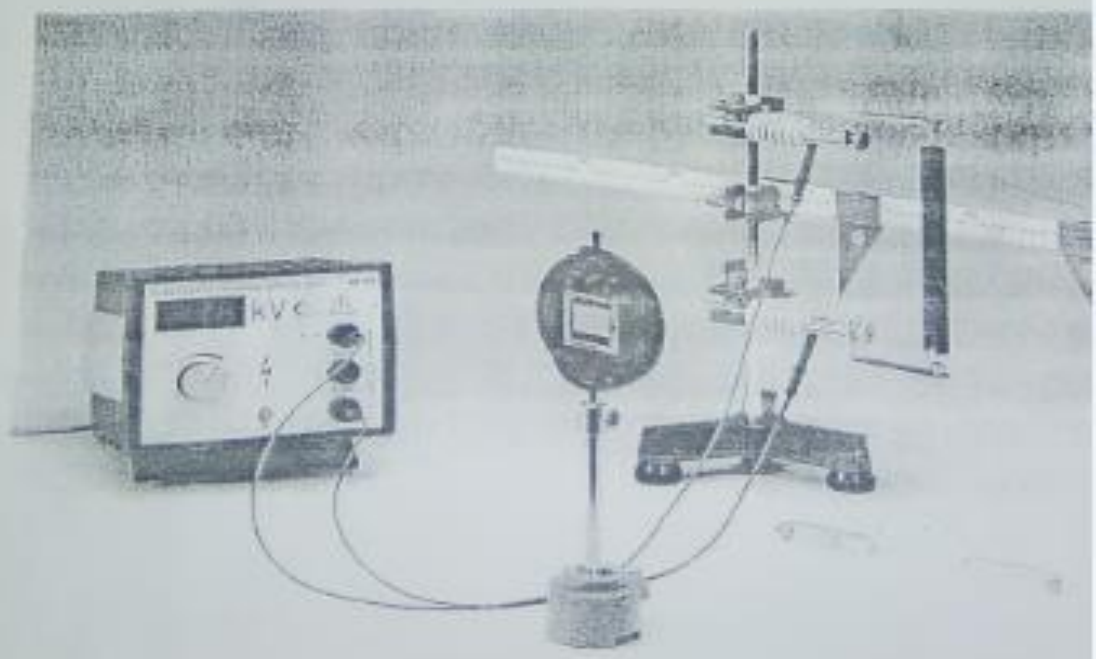
1. **علل ظهور طيف ذرة الهيدروجين على شكل خطوط منفصلة.**
2. **على الرغم من ان ذرة الهيدروجين تحتوي على الكترون واحد الا ان طيفها يحتوي على عدة خطوط.**
3. **ايهما اكبر طاقة الضوء الاحمر ام طاقة الضوء الازرق ولماذا؟**
4. **عرف محزز الحيود وما فائدته في التجربة؟**
5. **لماذا لانشاهد سلسلة ليمان او باشن.**



شكل (١)



(٢) شكل



شكل (٣)

تجربة رقم (2)

حيود الالكترونات electron diffraction

الغرض من التجربة:

1 . التعرف على الصفات الموجية للالكترونات المعجلة من خلال ظاهرتي الحيود والتداخل .

2. حساب طول موجة دي برولي من خلال تطبيق قانون براغ .

الاجهزة المستخدمة:

- **انبوبة حيود الالكترونات**

النظرية:

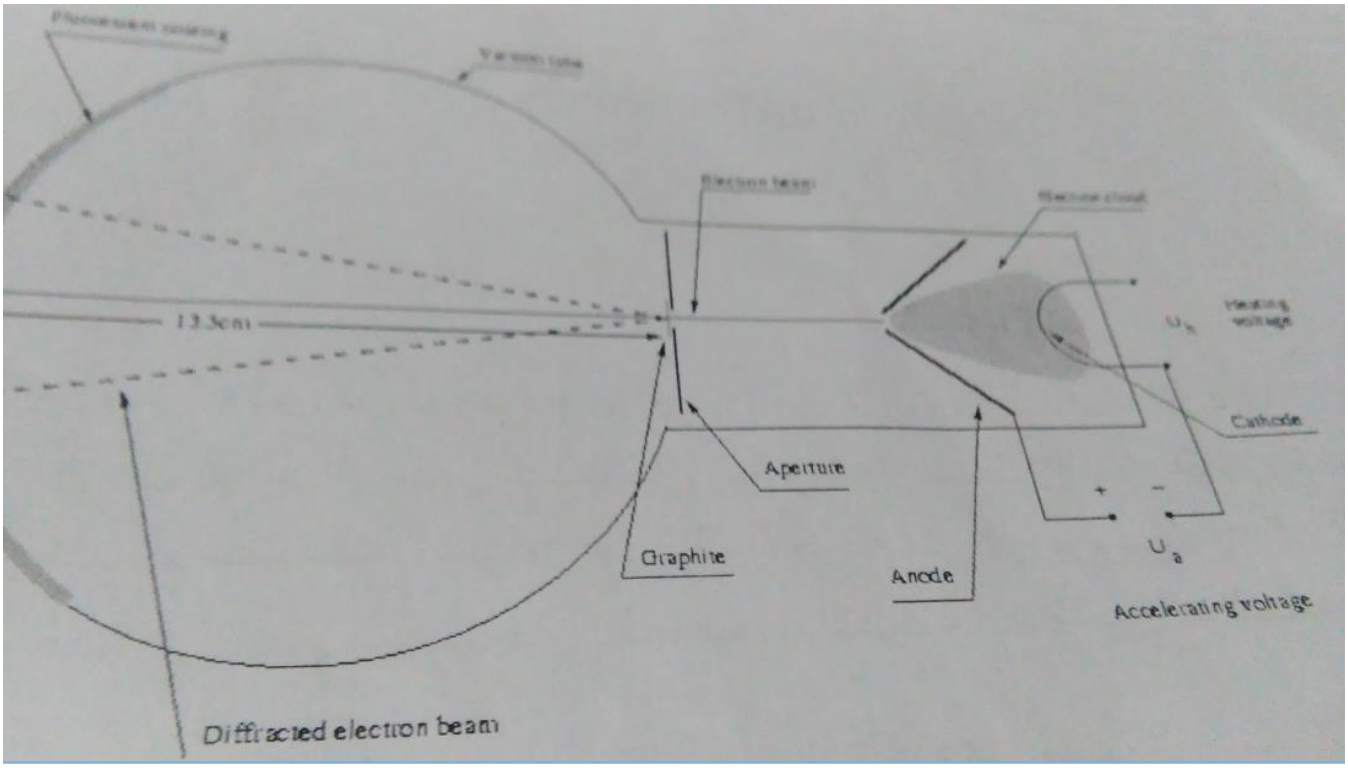
افترض عالم الفيزياء الفرنسي دي برولي ($de\ Broglie$) الموجة المادية عام 1924 فبعد اكتشاف كمات الضوء من قبل العالم اينشتاين عندما كان يجري تجارب على التاثير الكهروضوئي ظهرت المشكلة : هل الضوء موجات او جسيمات ؟ وبناءا على تلك التجربة فكر دي برولي ، اذا كان للفوتون خواص الجسيمات وخواص الموجات في نفس الوقت . فان للجسيمات التقليدية ايضا الخاصيتين .

تعد الخاصية الجسيمية – الموجية للالكترون من اهم الدعائم التي تركزت عليها الفيزياء الكمية ، ولقد تم التحقق من الخاصية الجسيمية للالكترون من خلال سلسلة من التجارب كان اهمها تلك التي قام بها العالم ثومسون في تتبع مسار الالكترونات اثناء مرورها بين مجالين كهربائي ومغناطيسي . اما الخاصية الموجية الالكترون فقد كان للعالم دي برولي الاسبقية في بلورة فكرة ان الالكترونات المتحركة ربما تمتلك الخاصية الجسيمية والخاصية الموجية في ان واحد وبناءا على هذا الافتراض فان الطول الموجي للجسيم سيتناسب عكسيا مع زخمه الخطي اي ان

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} \dots\dots\dots\dots\dots\dots . (1)$$

اكتشفت الخاصية الموجية للالكترونات في عام 1927 من خلال التجربة التي اجراها العالمان دافيسون وجيرمر ($Davison\ and\ Germer$) ، حيث تم في هذه التجربة اثبات حيود الالكترونات وتم حساب الطول الموجي ليتوافق مع فرضية دي برولي . واتفسير سبب تاخر اكتشاف الخاصية الموجية للالترونات بعد اكتشاف الخاصية الجسيمية له ، فان ذلك يعود الى صغر الطول الموجي للجسيمات .

وفي هذه التجربة سنطبق المعادلة رقم (1) الاثبات الخاصية الجسيمية للالكترون وذلك من خلال دراسة حيود الالكترونات المعجلة التي تسقط على عينه من الجرافيت متعدد البلورات ومنها الى شاشة العرض كما موضح بالشكل (1).



شكل (1)

وخلال عملية التعجيل الناتجة عن تطبيق جهد الانود (U_A) سيكتسب الالكترون طاقة حركية كما موضح في العلاقة الاتية :

$$\frac{P^2}{2M} = eU_A \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (2)$$

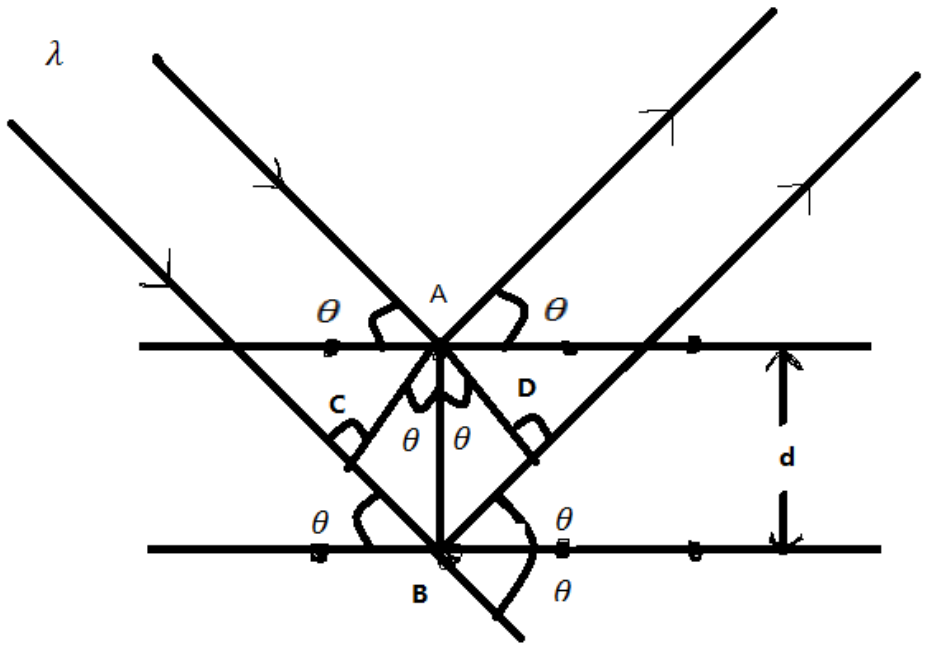
حيث ان شحنة الالكترون ($1{,}6 \times 10^{-19} C$) وكتلة الالكترون ($M = 9.1 \times 10^{-11} Kg$) وثابت بلانك ($h = 6.626 \times 10^{-34} j.s$)

وبتعويض المعادلة (1) في المعادلة (2) نحصل على :

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2.M.e.U_A}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

حيث :- $1ev = 1.602 \times 10^{-10}$ j

فاذا كانت الالكترونات المعجلة تمتلك الصفات الموجية فستظهر على الشاشة ظاهرتي الحيود والتداخل والتي تعتبر من اهم الخصائص الموجيه . وبناءا عليه فان حزمة الالكترونات سوف تصطدم بشبيكة بلورة الجرافيت التي تشكل محزز حيود عالي الدقة ومن ثم تنعكس من المستويات الذرية للبلورة كما موضح في الشكل (2)



شكل (2)

ويوجد شرطان للحصول على التداخل البناء للموجات هما:

1- ان تتساوى زاويتا السقوط والانعكاس

2- طول فرق المسار ان يساوي عدد صحيح من الطول الموجي .

ومن الشكل (2) وطبقا لقانون براغ فان :

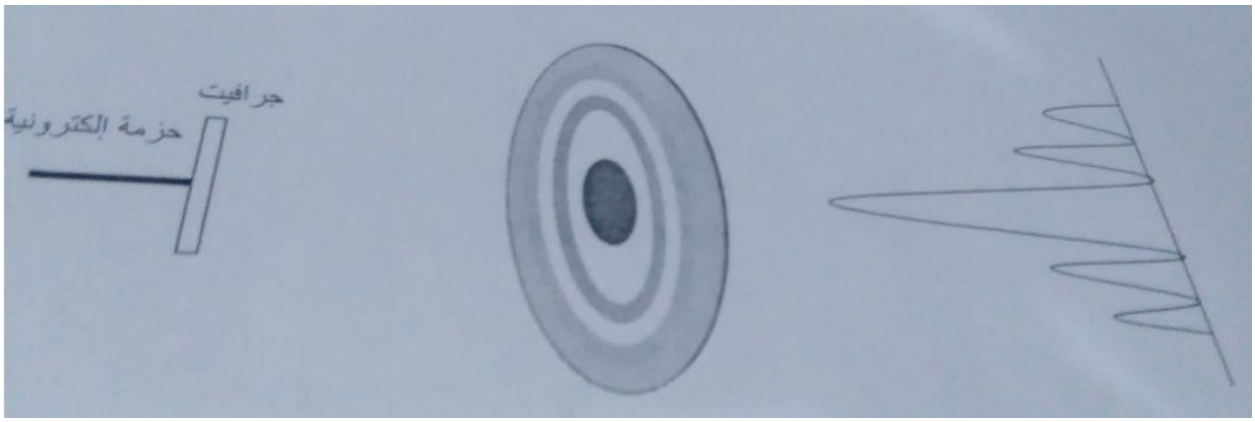
$$2d\sin\theta = m\lambda \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

حيث ان (d) المسافة بين مستويات الذرية للجرافيت

(θ) الزاوية بين الحزمة الالكترونية الساقطة وطبقة الذرات .

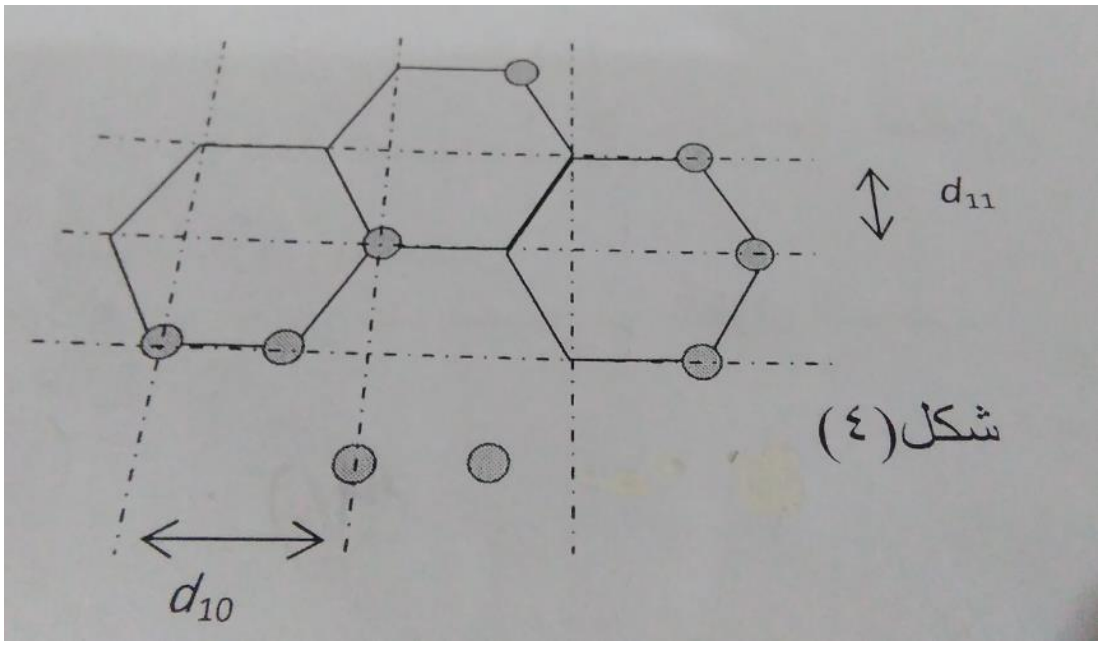
(m) رتبة الحيود

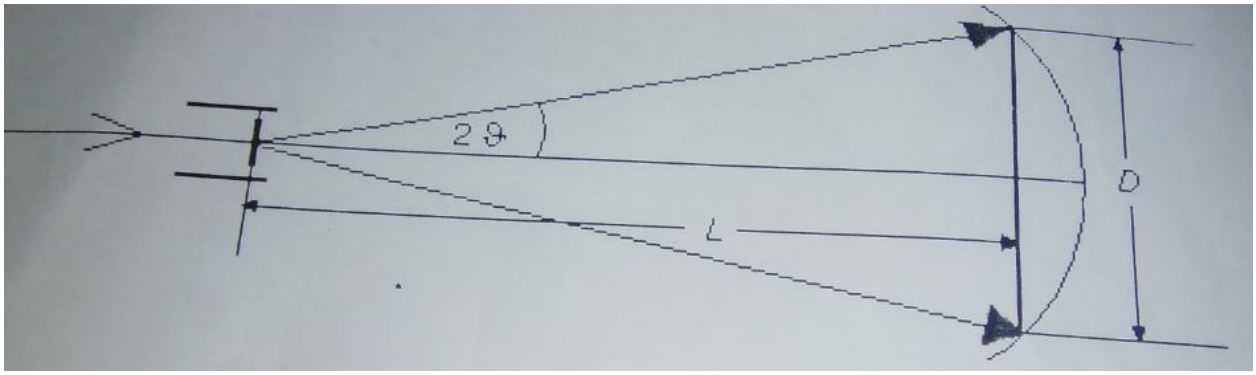
فالالكترونات وبعد سقوطها على بلورات الجرافيت ستنعكس لتستقبل على شاشة فسفورية فتتاين نتيجة لسقوط الالكترونات عليها مما يتيح لنا فرصة رؤيتها كحلقات مركزها نقطة مضيئة وستظهر حلقتان مضيئتان بارزتان كما موضح في الشكل (3)



شكل (3)

ان الشبيكة البلورية للجرافيت سداسية وان المسافة البينية بين المستويات الذرية موضحة بالشكل (4).





شكل (5)

بالاستناد على الشكل (5) فان

$$\tan(2\theta) = \frac{D}{2L} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (5)$$

فاذا كانت زاويتا السقوط والحيود صغيرتين فان المعادلة (5) تصبح :

$$\tan(2\theta) = 2\theta = \frac{D}{2L} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (6)$$

وبتعويض المعادلة (5) في المعادلة (3) نحصل :

$$M\lambda = d\frac{R}{L} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (7)$$

حيث ان (M) رتبة التداخل وتكون قيمتها تساوي (1) للحلقة الداخلية و تساوي (2) للحلقة الخارجية

(R) نصف قطر الحيود

(d) المسافة بين المستويات الذرية للجرافيت وتكون قيمتها لبلورة الجرافيت كالاتي

الحلقة الداخلية $d_{10} = 0.213\ nm$ **و الحلقة الخارجية** $d_{11} = 0.123\ nm$

(L) المسافة بين بلورة الحرافيت وحلقة التداخل وتساوي (L= 135 MM)

طريقة العمل :

1- اربط الدائرة كما في الشكل (6)

2- اجعل فولتية الفتيلة (6.3) فولت وانتظر دقيقة واحدة لغرض التسخين .

3- نظم فولتية الانود (U_A) بحيث تكون (2.5) كيلو فولت ثم احسب طول موجة دي برولي من المعادلة (3)

4- احسب نصف قطر حلقة التداخل الداخلية والخارجية من المعادلة (7) .

5- كرر الخطوتين (3و4) باخذ قيم مختلفة من فولتية الانود وذلك بزيادة مقدارها (0.5) كيلو فولت لحد قيمة (4.5) كيلو فولت

6- دون النتائج كما في الجدول ادناه

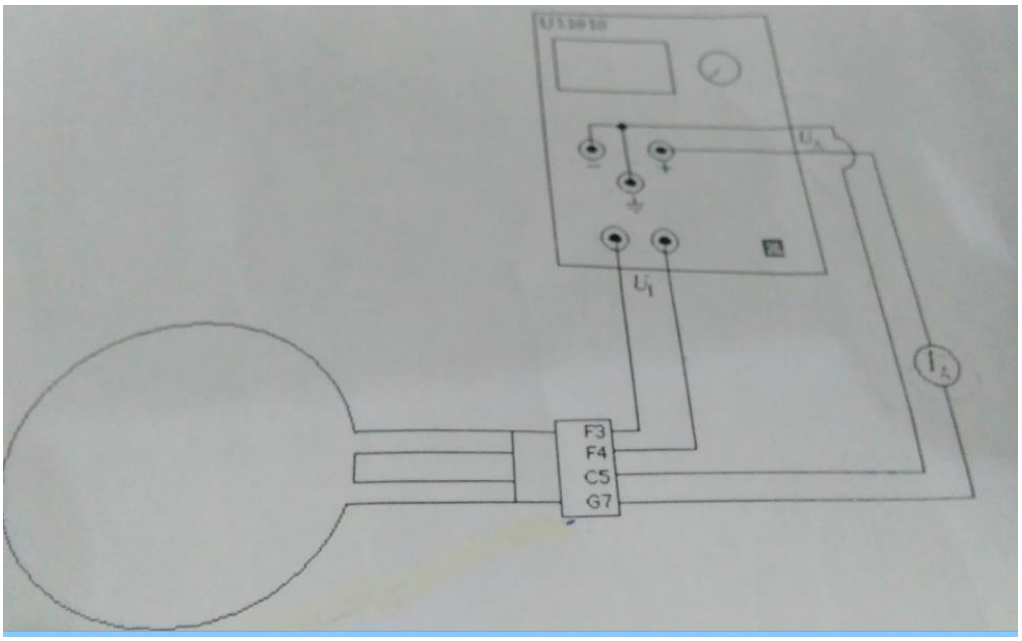
نصف القطر الخارجي	نصف القطر الداخلي	الطول الموجي (λ)	فولتية الانود (U_A)

الاسئلة

س/1: اشتق المعادلة (3).

س/2: ماهو الحيود ؟ وماذا يعني قانون براغ ($Bragg\ Law$) ؟ وضح ذلك .

س/3: هل يمتلك الضوء الصفات الموجية والجسيمية معاً ؟ وضح ذلك .



شكل (6)

تجربة رقم (3)

حساب الشحنة النوعية للالكترون e\m (طريقة شوستر) باستخدام انبوبة الاشعة الدقيقة (Schuster method)

الغرض من التجربة :-

1- لتحقيق انحراف الاشعة الكاثودية عند مرورها في مجال مغناطيسي منتظم .
2- حساب الشحنة النوعية للالكترون (e\m)

الاجهزة المستخدمة :-

انبوبة الاشعة الدقيقة مملوءة بغاز النيون مفرغة من الهواء – مجهز قدرة مستمر (300 V) – مجهز قدرة مستمر (20V, 5A) – مجهز قدرة مستمر (0 – 12 V) - ملف هلمهولتز عدد (2) – مليميتر رقمي – فولتميتر – اسلاك توصيل .

النظرية :-

كما في انبوبة الاشعة الكاثودية الموضحة في الشكل (1) عندما يتحرك الالكترون بسرعة (ν) بأتجاه عمودي على اتجاه المجال المغناطيسي المنتظم الذي شدته (B) سيولد قوة لورنس (F) على الالكترون في اتجاه عمودي على السرعة والمجال المغناطيسي ويمكن تمثيلها بالمعادلة الاتية :-

$$F = e.\nu.B \dots\dots\dots\dots (1)$$

حيث ان :-

e= شحنة الالكترون.

وستتولد قوة مركزية على الالكترون تجعله يسير في مسار دائري نصف قطره(r) كما موضح في المعادلة الاتية :-

$$F = \frac{m.\nu^2}{r} \dots\dots\dots\dots (2)$$

حيث ان :-

m= كتلة الالكترون.

وبمساواة المعادلة (1) مع المعادلة (2) نحصل :-

$$e.V.B = \frac{m\,v^2}{r}$$

$$e.B = \frac{m\,v}{r} \dots\dots\dots\dots (3)$$

ان سرعة الالكترون (V) تعتمد على فولتية التعجيل (u) للبندقية الالكترونية اي ان

$$e.u = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{2.\frac{e}{m}}.U_A \dots\dots\dots\dots (4)$$

من المعادلتين (3) و (4) نحصل على الشحنة النوعية للالكترون (e\m) :-

$$\frac{e}{m} = \frac{2.U_A}{(r.B)^2} \dots\dots\dots\dots\dots (5)$$

المجال المغناطيسي الناتج من ملفي هلمهولتز يعتمد على التيار المار به (I_H) والذي تمثله المعادلة الاتية :-

$$B = K.I_{HB}$$

حيث ان K =ثابت ويمكن حسابه من الصيغة الاتية :-

$$K = (\frac{4}{5})^{3/2}.\frac{u_0.n}{R} = 4.234 \times 10^{-3}\ {Tesla}/{Amper}$$

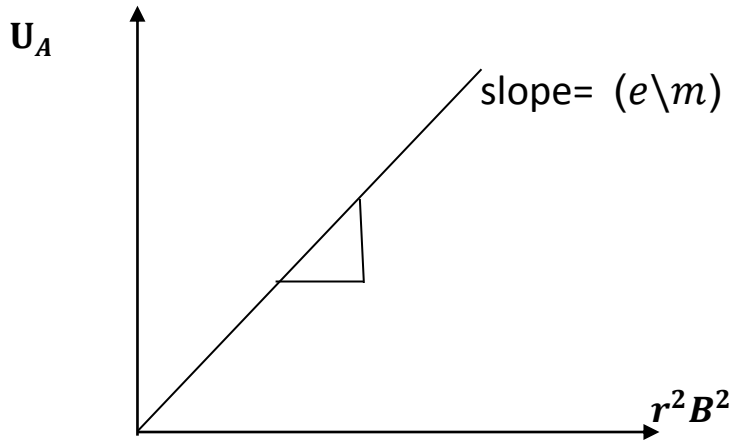
حيث ان نصف قطر ملف هلمهولتز $(R = 68\ mm)$ وعدد لفات الملف $(n = 320\ windings)$.

و النفوذية المغناطيسية للفراغ (μ_0) The permeability constant

$$(4\pi \times 10^{-7} = 12.57 \times 10^{-7}\ \frac{henry}{m})$$

طريقة العمل

1- ضع انبوبة الاشعة الكاثودية مقسمة المسافة بين (20mm) عمودية بين ملفي هلمهولتز واربط الدائرة الكهربائية كما موضح في الشكل (1).
2- نظم مجهز القدرة (300V) واربط الفولتميتر على التوازي مع مجهز القدرة.
3- ضع فولتية التسخين (7.5V) ثم انتظر دقيقة واحدة لاستقرار درجة حرارة التسخين .
4- زد ببطئ فولتية الانود الى (300V) ستلاحظ اتجاه الاشعة الالكترونية بشكل مستقيم وتكون مرئبة بلون احمر اختر فولتية ونيل(Wehnelt) ستلاحظ الشعاع الالكتروني سيكون واضحا وضيقا .
5- للحصول على اضاءة جيدة للشعاع الالكتروني وذلك بتغير فولتية التسخين .
6- زد قيمة التيار (I_H) المار بملفي هلمهولتز على ان يكون انحراف الشعاع الالكتروني الى الاعلى وحدد قيمة التيار بحيث يكون نصف قطر المسار الدائري (5cm) .
7- قلل فولتية الانود (20V) لكل خطوة لحين الوصول الى (200V) مع تنظيم تيار الملف (I_H) لبقاء نصف قطر المسار ثابتا .
8- غير قيمة التيار لحين الحصول على نصف قطر المسار الدائري (3cm) و (4cm) واعد الخطوة (6).
9- رتب نتائجك كما في الجدول(1).
10- ارسم الشكل البياني على ان تكون فولتية الانود ($2U_A$) كمحور للصادات و(r^2B^2) كمحور للسينات ستحصل على خط مستقيم كما موضح في الشكل (2).
11- احسب ميل الخط المستقيم والذي يمثل الشحنة النوعية للالكترون ($e\backslash m$).
12- احسب نسبة الخطأ المئوي .



الشكل رقم (2)

r cm	$\mathbf{U_A}$ Volt	$\mathbf{2U_A}$ Volt	$(I_H)(Am)$	$B = K.I_H\ {}^{T}/_{A}$	$(r^2B^2)\frac{T^2}{A}.cm^2$
5	300 280 260 240 220 200				
4	300 280 260 240 220 200				
3	300 280 260 240 220 200				

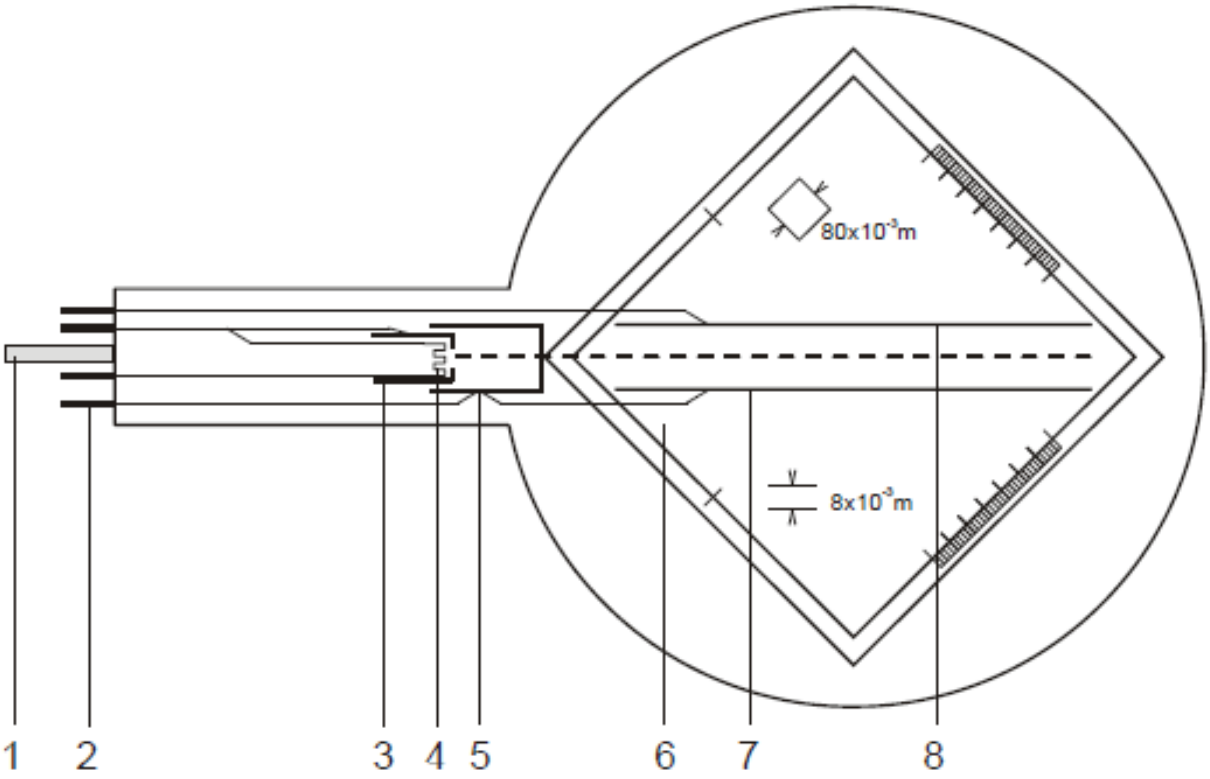
جدول رقم (1)

اسئلة المناقشة :-

س/1: لقد لاحظت اثناء اجراء التجربة ان مسار الحزمة الالكترونية يكون احيانا دائريا واحيانا حلزونيا .علل ذلك ؟

س/2: هل للمجال المغناطيسي الارضي تاثير في التجربة ؟وضح ذلك .

س/3: لماذا نستخدم فولتميتر التيار المستمر من النوع الاستاتيكي بدلا من النوع ذي الملف ؟



الشكل (1)

1- Guide pin

2- Connection pins

3- Cathode

4- Heater filament

5-Anode

6- Fluorescent screen

7- Lower deflection plate

8- Upper deflection plate

تجربة رقم (4)

ايجاد ثابت بلانك باستخدام الخلية الكهروضوئية (الانبعاث الكهروضوئي)

النظرية :-

عملية انبعاث الالكترونات من سطح مادة ما (مثل الزنك والبوتاسيوم) بفعل اشعاع ضوئي ساقط عليه تسمى الانبعاث الكهروضوئي – والشرط اللازم لهذا الانبعاث هو ان تكون طاقة الفوتون الساقط اكبر من الطاقة اللازمة لتحرير الالكترون من المادة ورمزها ($w_\circ$) .

الالكترونات المنبعثة تنطلق بطاقة حركية مساوية الى الفرق بين طاقة الفوتون (hv) ودالة الشغل ($w_\circ$) .

$$^1/_2\ mv^2 = hv - w_\circ \qquad \text{.....(1)}$$

m = كتلة الالكترون .

v = سرعة الالكترون .

عند سقوط فوتون طاقته اكبر من دالة شغل سطح معدن تنبعث الكترونات من المادة ، وتدعى هذه الالكترونات بالالكترونات الكهروضوئية ، وتسمى هذه الظاهرة بالظاهرة الكهروضوئية والتي يمكن تثبيتها بالمعادلة الاتية :-

$$hv + M \rightarrow M^+ + e$$

حيث ان :-

hv = طاقة الفوتون الساقط = ثابت بلانك * تردد الفوتون .

M =المادة .

e = كتلة الالكترون .

ان طاقة الفوتون تعطى الى الالكترونات في ذرات المادة لتتغلب على دالة الشغل ($w_\circ$) (والتي تمثل اقل طاقة لازمة لتحرير الالكترون من المادة). وما تبقى من الطاقة يظهر على شكل طاقة حركية للالكترون تعطى بمعادلة اينشتاين:

$$1/2\,mv^2 = hv - w_\circ \quad \text{.....(1)}$$

$w_\circ$ = طاقة ربط الالكترون بالذرة .

يمكن تعريف الطاقة الحركية للالكترونات المنطلقة بدلالة فرق الجهد :-

$$1/2\,mv^2 = ev \quad \text{..... (2)}$$

وعليه تصبح المعادلة (1) كالتالي :-

$$ev = hv - w_\circ \quad \text{.....(3)}$$

ان قيمة دالة الشغل ($w_\circ$) تساوي حاصل ضرب ثابت بلانك في تردد العتبة ($v_\circ$) وعند التعويض بهذه القيمة في المعادلة (3) نحصل على :-

$$ev = hv - hv_\circ \quad \text{.....(4)}$$

$$ev = h(v - v_\circ) \quad \text{.....(5)}$$

وبقسمة طرفي المعادلة على شحنة الالكترون (e) نحصل على :-

$$v = \frac{h}{e}(v - v_\circ) \quad \text{..... (6)}$$

المعادلة (6) توضح لنا بأن هنالك علاقة خطية بين الفولتية التي تصاحب الالكترون المتحرر وبين تردد الفوتون الساقط ومنها ترسم رسما بيانيا بين القيم (ev) وقيم (v) وعندها نستطيع حساب ثابت بلانك (h) من ميل الخط المستقيم الذي يقطع محور السينات قطعا مقداره ($v_\circ$) والذي يمثل بتردد العتبة كما مبين بالشكل التالي .

جدول القراءات :-

λ_{nm}	$V\ volt$	ev	$v = \frac{c}{\lambda}$

C = سرعة الضوء . e = شحنة الالكترون .

طريقة العمل :-

1- جهز المصدر الضوئي المستخدم بفولتية من مجهز القدرة .
2- ثبت المرشح امام المصدر الضوئي وسجل الطول الموجي وافتح الفتحة الموجودة امام المصدر الضوئي لتسمح بمرور الضوء من خلالها وذلك بضغط الزر المثبت مع حامل المرشح .
3- سجل قيمة فولتية الالكترونات المتحررة من المعدل .
4- اغلق الان الفتحة وذلك بضغط الزر ثانية وحاول تصفير جهاز الفولتيميتر وذلك بالضغط على النقطة (*discharge*) في مكبر الفولتية .
5- ابدل الان المرشح بأخر وأعد نفس الخطوات السابقة على الا تنسى تصفير الفولتميتر بعد استخدامك لكل مرشح .
6- احسب الطاقة الحركية للالكترونات لكل حالة والتي تساوي *(e*v)*.
7- ارسم علاقة بيانية بين الفولتية وبين التردد ($\nu = \frac{c}{\lambda}$) . ثم احسب ثابت بلانك من قيمة الميل .
8- احسب قيمة تردد العتبة ($\nu_{\circ}$) ودالة الشغل.
9- احسب نسبة الخطأ بالمقارنة مع القيمة النظرية .

اسئلة المناقشة :-

1- ما فائدة المرشحات في التجربة ؟ وهل يمكن الاستغناء عنها ؟
2- اذا زادت شدة الضوء الساقط على الخلية الكهروضوئية ،هل تتغير قيم دالة الشغل وتردد العتبة وثابت بلانك ؟ ولماذا ؟

تجربة رقم (5)

طريقة ثومسون لقياس الشحنة النوعية للالكترون ($\frac{e}{m}$)

Thomson method

نظرية التجربة: Theory

اجرى العالم جي .جي. ثومسون (J.J.Thomson) تجربته التي تم فيها قياس النسبة بين شحنة وكتلة الالكترون . اجريت هذه التجربة في مختبر كافندش في كامبرج في انكلترا عام 1897 . وقد استخدم ثومسون الجهاز الموضح في الشكل (1) ويتكون الجهاز المستخدم في هذه التجربة من انبوبة مفرغة من الهواء وتحتوي على قاذفة الكترونية تتكون من انود وكاثود . حيث يتم تعجيل الالكترونات المنبعثة من الكاثود بواسطة جهد موجب يسلط على الانود الذي يحتوي على فتحه دائرية فيعمل عمل مسدد عندئذ تخرج الالكترونات من فتحة الانود على شكل حزمه ضيقه لكي تمر من خلال زوج من الالواح الحارفه. عند تسليط جهد V_A بين اللوحين يتكون مجال كهربائي يعمل على حرف الحزمة فاذا اللوح العلوي متصل بالقطب الموجب واللوح السفلي متصل بالقطب السالب تنحرف الحزمة الى الاعلى وتنحرف الحزمة الى الاسفل في حالة كون اللوح السفلي موجب واللوح العلوي سالب .

يوجد زوج من ملفات هلمهولنز خارج الانبوبة تولد مجالا مفغناطيسيا عموديا على اتجاه حركة الالكترونات عندئذ تسلك الحزمة مسارا دائريا يقاس قطر الحزمة عن طريق مراة مدرجة خلف ملفات هلمهولنز .

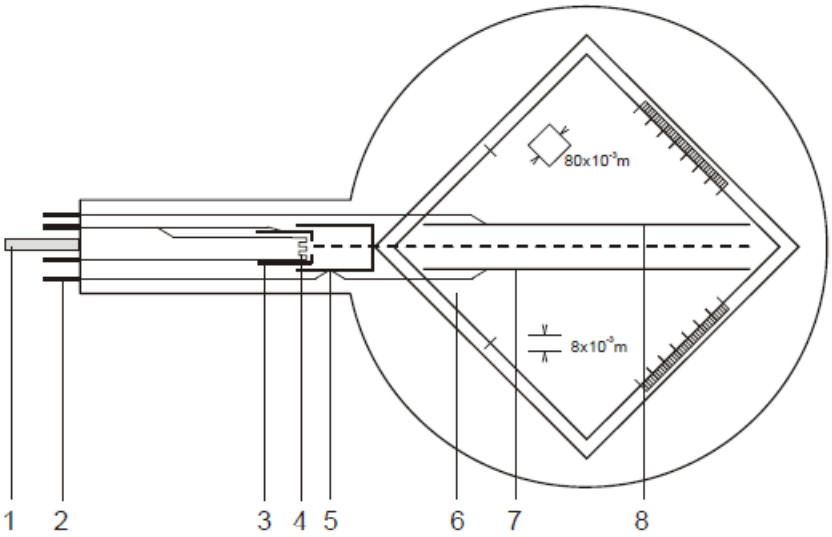


Fig. 1 Thomson Tube

انبوبة ($\frac{e}{m}$) هي عبارة عن انبوبة زجاجية مملوءة بغاز الهليوم عند ضغط (10^{-2}) ملم زئبق وتحتوي على باعث للالكترونات والواح الانحراف ويتكون باعث الالكترونات الشكل (3) من فتيل يقوم بتسخين الكاثود والذي يبعث الالكترونات وتتعجل هذه الالكترونات بواسطة الجهد المسلط بين الانود والكاثود وان حزمة الالكترون تترك اثر واضحا عند سقوطها على زجاج الانبوبة وبسبب اصطدام عدد من الالكترونات بذرا الهليوم فانها تتهيج ومن ثم ينبعث الضوء المرئي . وان جهد الشبكة (Grid) يكون موجبا بالنسبة الى الكاثود وسالبا بالنسبة الى الانود وهي التي تقوم بعملية تحديد مسار الحزمة الالكترونية والسيطرة عليها

تعمل القوة المغناطيسية (F_m) المسلطة على الجسيمات المشحونة بالشحنة (q) التي تتحرك بالسرعة كما في مجال مغناطيسي وفقا للعلاقة التالية .

$$F_m = q\,\nu \times B \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث ($F_m B\,\nu$) هي متجهات و ($\times$) هو متجه حاصل ضرب .ولما كانت الحزمة الالكترونية في هذه التجربة عمودية على المجال المغناطيسي فانه يمكن اعادة كتابة المعادلة رقم (1) بالصيغة التالية .

$$F_m = e\nu B \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث (e) هي شحنة الالكترون

في هذه التجربة تتحرك الالكترونات في مسار دائري لذا فان قيمة القوة المركزية (F_c) المتولدة تعطى بالعلاقة التالية

$$F_c = \frac{m\nu^2}{r} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

حيث (m) هي كيلة الالكترون و(r) نصف قطر المسار الدائري

ان القوة المؤثرة على اللالكترونات هي تلك القوة المتولدة من المجال المغناطيسي(F_m) فان :

$$F_m = F_c$$

وهذا يمثل شرط التوازن لحركة الالكترونات في مسار دائري وبالتعويض بالمعادلتين (2)و(3) نجد ان

$$\frac{e}{m} = \frac{\nu}{B_\perp} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

لتعين قيمة ($\frac{e}{m}$) يجب ان نحصل على قيمة (v) هي سرعة الالكترون وقيمة المجال المغناطيسي $B_{\perp}$المتولد من ملفات هولمهولنز وكذلك نصف قطر مسار الحزمة الالكترونية . ولما كان جهد التعجيل الالكترونات (V_A) فان الطاقة الحركية التي تحصل عليها الالكترونات تساوي مقدار شحنتها مضروبا بالجهد المعجل لذلك فان :

$$eV_A = {}^1\!/_2\, mv^2 \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (5)$$

وبذلك تكون سرعة الالكترونات:

$$v = \sqrt{\frac{2eV_A}{m}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (6)$$

ولكي تتحرك الالكترونات بخط مستقيم يتم ذلك بتعديل المجالين الكهربائي والمغناطيسي والذي يؤدي الى تساوي القوتين الكهربائية والمغناطيسية المؤثرتين على الالكترونات والتي يمكن تمثيلها بالمعادلة التالية:

$$eE = evB$$

$$\therefore\ v = \frac{E}{B} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (7)$$

يمكن حساب شدة المجال الكهربائي من المعادلة التالية :

$$E = \frac{V_p}{d} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (8)$$

حيث ان (V_p) تمثل فولتية صفيحتي الانحراف و (d) تمثل المسافة بينهما وتساوي (8 ملم) .

ان كثافة الفيض المغناطيسي B الناتج من ملف هلمهولتز فيمكن حسابة من المعادلة التالية :

$$B = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} . \frac{u_0 . n}{R} . I = K . I = 4.234 \frac{mT}{A} . I \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (9)$$

(R) هو نصف قطر ملف هولمهولنز 68 mm

(μ0) ثابت السماحية $\text{The permeability constant} = 4\pi \times 10^{-7} \frac{N}{A^2}$

(n) عدد لفات ملف هولمهولتز (320 Windings)

(I) هو قيمة التيار في ملف هولمهولتز

وبحساب سرعة الالكترونات (v) من المعادلة (7) وكذلك يمكن حساب طول الموجة المصاحب لحركة الالكترونات باستخدام علاقة دي برولي وكمايلي :

$$\lambda = \frac{h}{mv} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (10)$$

وبتعويض المعادلة (7) في المعادلة (6) نحصل على :

$$\frac{E}{B} = \sqrt{\frac{2eV_A}{m}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (11)$$

$$\therefore \frac{e}{m} = \frac{E^2}{2V_A B^2} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (12)$$

وبما ان الكميات (E, B, V_A) يمكن قياسها من التجربة ومن ثم حساب النسبة $(\frac{e}{m})$ والتي مقدارها $(1.75881962 \times 10^{11} \frac{c}{kg})$

الاجهزة المستخدمة :Apparatus

1- ابوبة $(\frac{e}{m})$ وهي انبوبة مملوءة بغاز الهليوم

2- ملفات هولمهولتز

3- لوحة سيطرة

4- مجهز قدرة تيار مستمر

5- اميتر والفولتميتر

طريقة العمل: Procedure

1- اربط مجهزات القدرة والاميتر والفولتميتر كما في الشكل (2)

2- حدد فولتية الفتيلة (V_F) $[V_F \leq 7.5]$

**3- حدد فولتية الانود (V_A) $[2KV - 5\ KV]$ **

4- حدد فولتية صفيحتا الانحراف (V_P) باقل من (300 V) لان هذه القيمة تمثل اعلى قيمة لفولتية الصفيحتين .

5- انتظر عدة دقائق حتى يسخن الكاثود حتى ترى الحزمة الالكترونية تظهر من الباعث الالكتروني وتنحرف بواسطة المجال في الملفين وتاكد بان الحزمة موازية تماما للملفيين

6- احسب شدة المجال الكهربائي (E) من المعادلة (8)

7- احسب شدة المجال المغناطيسي (B) من المعادلة (9)

8- احسب سرعة الالكترونات باستخدام المعادلة (7) . ثم احسب طول الموجه باستخدام المعادلة (10)

9- احسب النسبة ($\frac{e}{m}$) من المعادلة (12)

10- احسب نسبة الخطا المئوية .

الاسئلة Questions

س/1: عدد العوامل المؤثرة في سرعة الالكترون ؟

س/2: كيف تنبعث الالكترونات من الكاثود. وماهي الاشعة الكاثودية؟

س/3: تنبعث الالكترونات من الكاثود على شكل حزمة مستقيمة لكن نرها داخل الانبوبة الزجاجية على شكل دائرة. لماذا؟ وكيف يتم التحكم في مسار الالكترونات ؟

س/4: لماذا استخدم ثومسون مجالات كهربائية واخرى مغناطيسية ؟

س/5: اكتب معادلتي الحركة للالكترونات عند تاثير القوى المغناطيسية والكهربائية؟

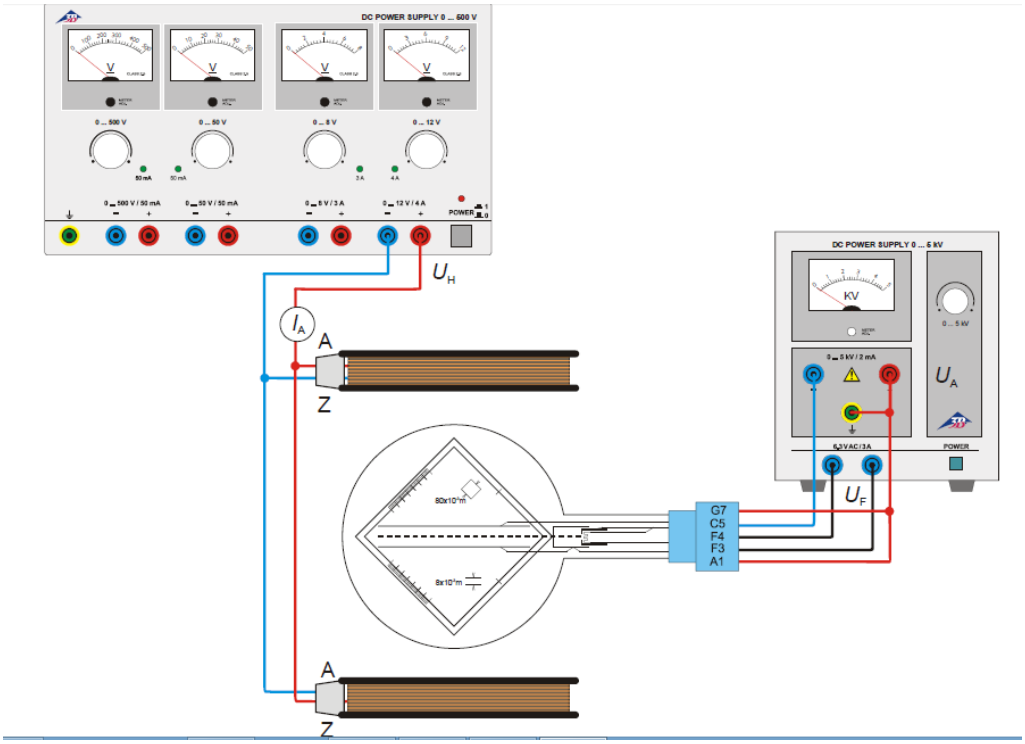


Fig. 2 Magnetic deflection

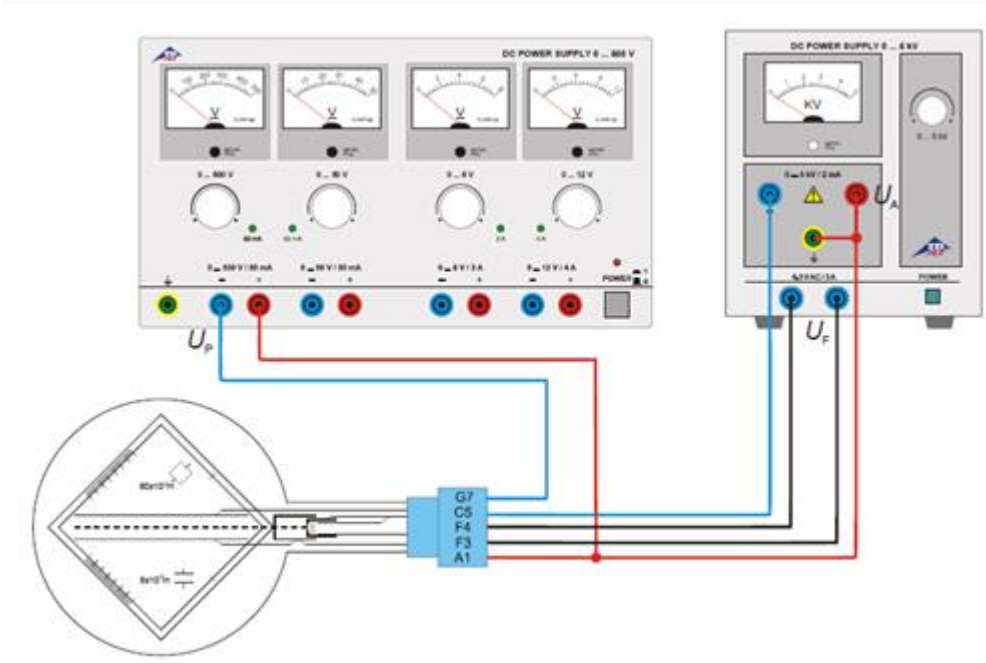


Fig. 3 Electric deflection

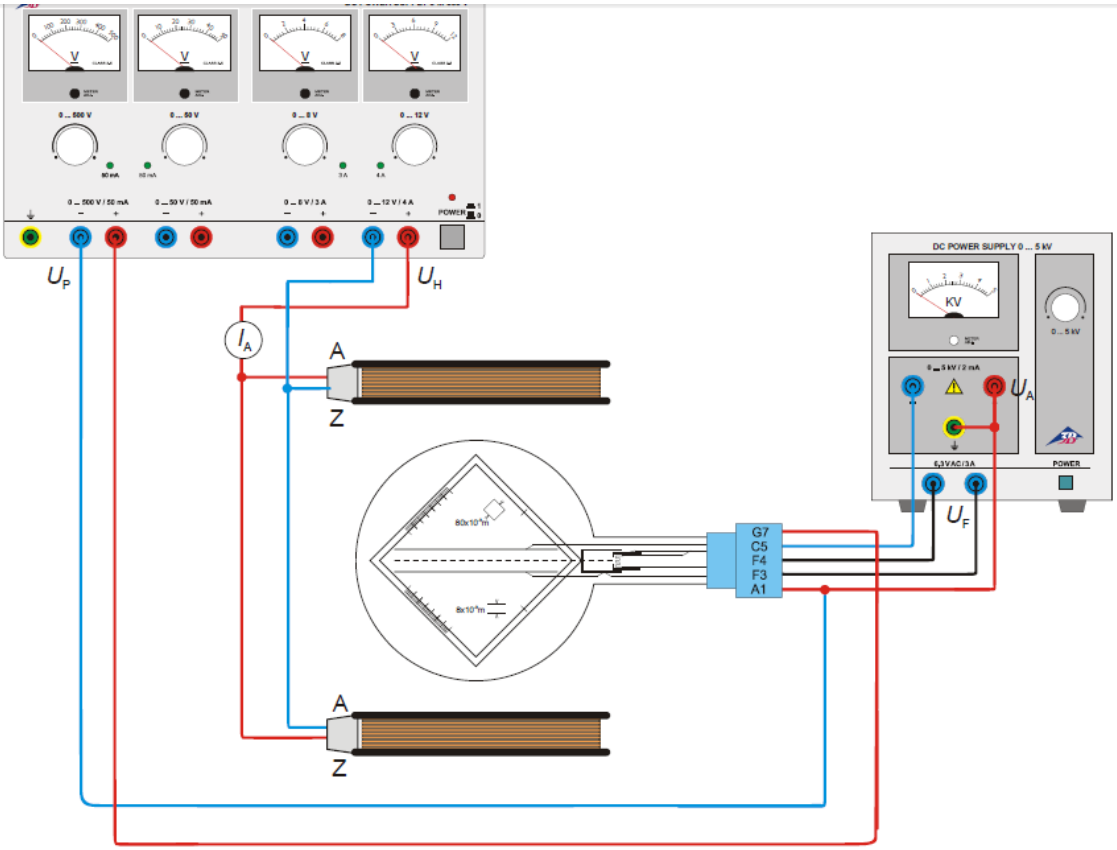


Fig. 4 Determining $\frac{e}{m}$ by means of field compensation

التجربة رقم (6)

Maltese cross

Abstract

The Maltese cross tube comprises an anode and a metal cross mounted within an evacuated glass tube with a luminescent screen. The anode can emit electrons in to the tube, and the metal cross is able to block some of the electrons depending on the potential voltage deference. The electrons can be detected by making the screen fluoresce. In this demonstration, observation and investigation of the deflection and distortion of the electron shadow are made.

Picture

Figure 1: Maltese Cross Tube.

Figure 2: Deflected Electron Shadow.

Equipment

1- Maltese cross tube 2- Electron tube stand

3- Neva Mains Rectifier 4- Banana plug patch cords

5- 2 Cenco high potential power supplies 6- Bar magnet

Procedure

Hook the filament up to 6.3 VAC on the Neva Mains Rectifier. Connect the negative terminal of one of the Cenco high potential power supplies to the filament. The positive terminal is connected to both the Maltese cross and the anode. Turn of the Neva Mains Reciter, and observe the sharp shadow of the cross on the luminescent

Screen. Turn on the high potential power supply to 2000-5000 V, and observe the changes of the shadow. Bring a bar magnet close to the tube and observe the deflection of the shadow.
Turn off all the power supplies. Disconnect the anode with the positive terminal of the first high potential
Power supply. Connect the negative terminal of the second high potential power supply to the filament, and the positive terminal to the anode. Turn on all the power supplies. Adjust the first high potential power supply to observe the change in image size when the second high potential power supply is fixed. Adjust the second power supply, and keep the first one unchanged, to observe the change in intensity of luminescence. Notice whenever the voltage of the two power supplies are the same, a sharp shadow of the cross appears.

Theory

The filament is heated by applying a voltage across it. The increased random heat motion of the filament atoms knocks electrons out of the atoms at the surface of the filament, into the evacuated space of the tube.
Since the filament is negatively charged and the anode is highly positively charged, the emitted electrons accelerate towards the anode.

Since the initial speed of the electron emitted from the cathode is very small compared to its final speed, we assume the initial speed is zero. Then according to the energy conservation,

$$\mathbf{eV} = {}^{\mathbf{1}}\!/_{\mathbf{2}}\,\mathbf{mv^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (\mathbf{1})$$

The kinetic energy of the electron gained between the cathode and the anode depends only on the potential difference applied on the anode, . In equation 1, e is the electron charge, V is the potential difference between the anode and cathode, m is the mass of the electron, and v is the final speed of the electron. By isolating v from equation 1, the final speed can be written as

$$\mathbf{v = v_x = \sqrt{\frac{2ev}{m}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)}$$

In this case electrons are accelerated horizontally from the cathode to anode, so the velocity gained only has a x- component , $\mathbf{v_x}$. From there, the electrons travel with constant horizontal velocity from the anode to the Fluorescent screen or the blocking cross.

It is known that light travels in straight lines, so a sharp shadow of the cross can be formed on the screen when light shines on the cross. Meanwhile, the electron/cathode rays are propagated linearly and produce shadows in exactly the same manner as visible light. The Maltese cross blocks part of the electron rays emitted from the cathode, and allows the rest of the electrons to reach the screen. When the electrons reach the screen, they excite the atoms of the screen and cause it to emit light. This phenomenon is called fluorescence. An equally sharp and exactly overlapping shadow of the cross should be formed by the electrons. Additionally, a magnetic field exerts a force on any moving electron in the field. So the path way travelled by the electron rays can be deflection by an external magnetic field. As shown in figure 2, the magnetic force on the electron can be written as

$$\mathbf{\vec{F} = \overrightarrow{qv} \times \vec{B} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)}$$

Where q the charge of the electron is, v is the electrons velocity, and B is the magnetic field. Note that the acceleration caused by the magnetic force is always perpendicular to the velocity of the electron. This means that the path of the electron will be bent towards the direction of the force. Moreover, the direction of the electron rays defection is in the same direction as the

aberration of the shadow. Based on equation 3,if either the velocity of the electrons or the external magnetic field increases, the force acting on the electrons will also increase. This causes a greater defection of the shadow.

In the late 19th century, Eugen Goldstein (1850-1930) and Heinrich Hertz (1857-1894) stated that most features of electron rays are very similar to electromagnetic waves, except that electromagnetic waves don't under go aberrations in a magnetic field as electron rays do. So if the anode voltage is turned off, and only electromagnetic waves are allowed to shine in the tube, no defection of the light shadow should occur. The difference in the potential voltage of the two power supplies can cause a distortion in the shadow.

When the anode and cross have the same potential, all the electrons that reach the cross can be collected. This means

The electron shadow will match the light shadow. If the potential of the cross is lower than the anode, the shadow is magnified. This is because the cross can only collect a small portion of the electrons that reach its surface. The extra negative charge accumulates on the surface until electrostatic equilibrium is reached between the anode and the cross. After this point the cross opposes the collection of any more charge, causing the electrons to be defected outwards. If the potential of the cross is higher than the anode, it shirks the anode for similar reasons. The cross can collect more electrons so the electron rays bend inwards causing the shadow to be smaller.

تجربة رقم (6)

انبوبة مقطع مالتيزMaltese cross- tube

الغرض من التجربة :-

1- اثبات ان اشعة الكاثود تسير بخطوط مستقيمة .

2- تتأثر اشعة الكاثود بالمجال المغناطيسي .

الاجهزة المستخدمة :-

انبوبة مالتيز بمقطع (130 mm) ، مصدر قدرة عالي الجهد (5kv) ، ملف هلمولتز واحد ، مصدر قدرة (5A– 20 v) ، قضيب مغناطيسي .

النظرية :-

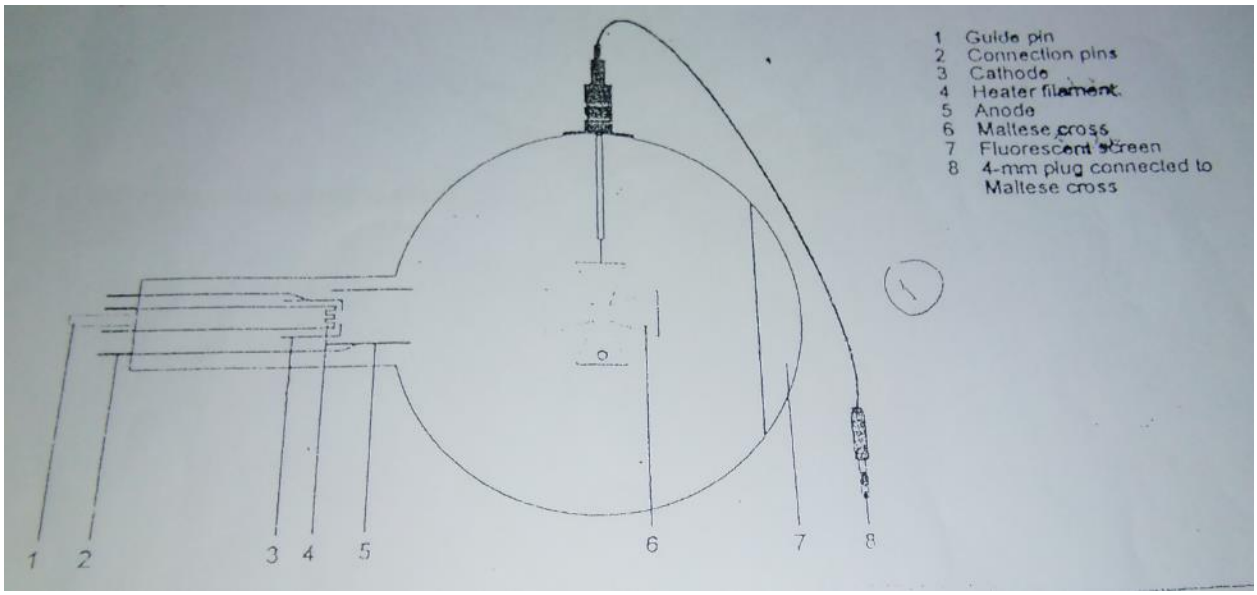
يستخدم انبوب مالتيز المفرغ من الهواء لمشاهدة خصائص اشعة الكاثود.

تنطلق الالكترونات من بندقية الكاثود المصنوعة من التنكستن وتنتشر في الانبوبة المفرغة حيث تصطدم بمقطع معدني والذي يؤدي الى ايقافها اما الاشعاع الالكتروني الذي يعبر هذا المقطع المعدني فانه سيصطدم بشاشة فسفورية والذي يؤدي الى اضاءتها باللون الاخضر . كما موضح في الشكل (1) .

ويمكن رؤية ظل لهذا المقطع المعدني يظهر على الشاشة وهذا يدل على ان الالكترونات تسير بخطوط مستقيمة .

ان جهد الانود يكون بضع كيلو فولت وهذا الجهد يتصل بمقطع ، فاذا ازداد الجهد فان الالكترونات ستكتسب طاقة اكبر وتسير بسرعة عند اصطدامها بالشاشة وهذا يجعل الشاشة تتوهج بإضاءة اكثر.

وعند وضع مغناطيس بالقرب من الانبوبة سوف تتشوه الصورة وهذا يدل على ان الحزم الالكترونية تتاثر بالمجال المغناطيسي .



شكل (1)

الجزء العملي :-

1- اربط التجربة كما موضح في الشكل (2) .
2- ضع فولتية الفتيلة (6.5 V) .
3- مشاهدة ظل حاد لمقطع مالتيز على الشاشة في الضوء المرئي.
4- ضع فولتية الانود (2kv -5kv)
5- شاهد ظل مقطع مالتيز على الشاشة بشكل واضح والذي يدل على انتقال شعاع الكاثود بخط مستقيم كما هو الحال في الضوء المرئي .
6- اعزل مقطع مالتيز من فولتية الانود نلاحظ تشوه في صورة الظل .
7- وصل مقطع مالتيز الى فولتية الكاثود نلاحظ تكبير الصورة على الشاشة .
8- قرب قضيب مغناطيسي من انبوبة مالتيز ستلاحظ ان الظل يتحرك ومقدار الحركة يعتمد على قوة المجال المغناطيسي ومقدار الجهد المسلط على بندقية الالكترون .
ويمكن تحديد الانحراف بواسطة قانون فليمنج (Flemings)(قاعدة الكف اليسرى) حيث تمثل السبابة اتجاه المجال المغناطيسي والوسطى اتجاه حركة الالكترونات والابهام اتجاه الانحراف .
هذه الحالة تدل على ان المجال المغناطيسي يؤثر بنفس الطريقة التي يؤثر بها على التيار الكهربائي في الموصلات.
9- ضع ملف هلمولتز واربط الدائرة الكهربائية كما موضح في الشكل (3) وشاهد الظل على الشاشة .

10- ارفع فولتية الملف (0-20v) ببطيء نلاحظ ان الصورة تدور ثم تصبح نقطة وبعدها تكبر بأتجاه معاكس حيث نلاحظ ان اشعة الكاثود والمجال المغناطيسي يستخدم لتكبير الصورة بشكل شابه عدسات النظام البصري.

الاسئلة :-

1- عرف انبوبة مالتيز ؟

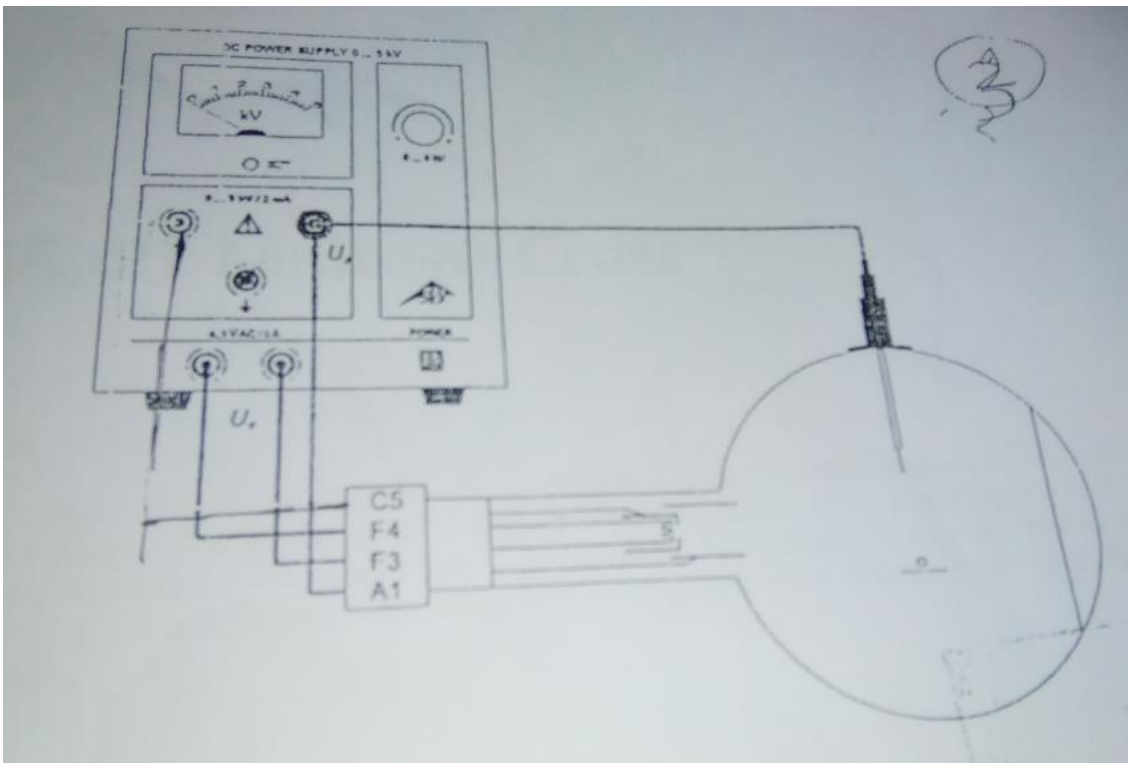
2- ماذا تستنتج من خلال اجراءك للتجربة ؟

3- هل يمكن استخدام اشعة الكاثود والمجال المغناطيسي في المكروسكوبات البصرية ؟

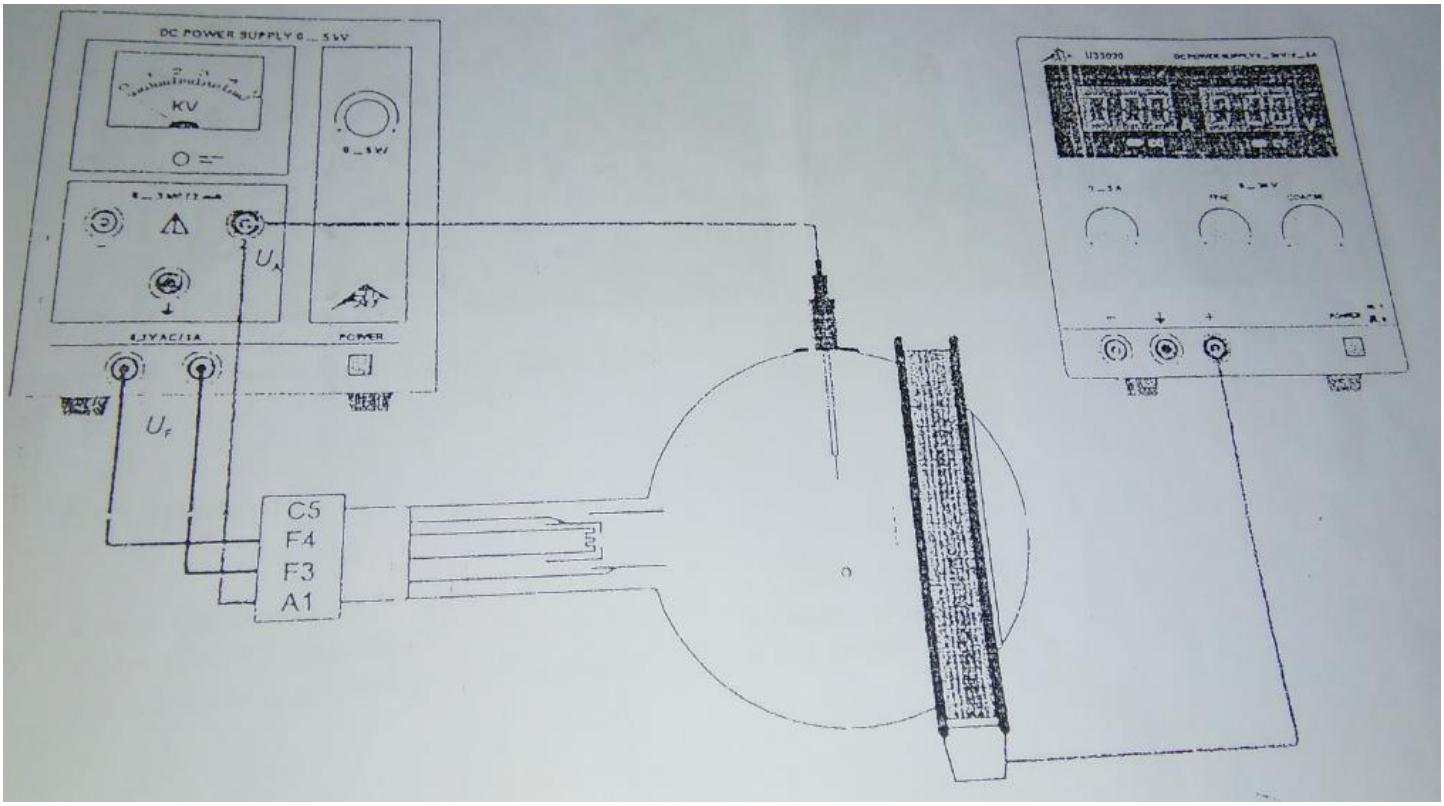
4- ما هي اوجه التشابه والاختلاف بين الاشعة الكاثودية والضوء المرئي ؟

5- لماذا تنحرف الاشعة الكاثودية عند تعرضها لمجال مغناطيسي ؟

6- ما هو تأثير المجال الكهربائي على الاشعة الكاثودية ؟



شكل (2)



شکل (3)

تجربة رقم (7)

ايجاد ثابت المحزز باستخدام مصدر الكادميوم

الغرض من التجربة :-

1- ايجاد ثابت المحزز .

الاجهزة المستخدمة:

انبوب طيف الكادميوم - ماسك- حامل-محزز حيود ذو 600 خط/ملم- مجهز قدرة عالي الجهد(0-10)كيلوفولت-مقياس متري(100سم).

النظرية :-

عند سقوط ضوء طوله الموجي (λ) على محزز حيود (d) فيحد عن مسارة فاذا كانت زاوية الحيود تعطى بالعلاقة التالية

$$2d\sin\theta = n\lambda \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

$$n = 0, 1, 2, 3, 4 \dots\dots$$

فان شدة الضوء تكون في اعلى مايمكن

في الجدول الاتي الاطوال الموجية لطيف الكادميوم (cd)

Color	Wave length (nm)
Red	667.8
Yellow	587.6
Green	501.9
Green blue	492.2
Bluish Green	471.3
Blue	447.1
violet	407.8

طريقة العمل

1- ضع المصدر الضوئي امام المطياف

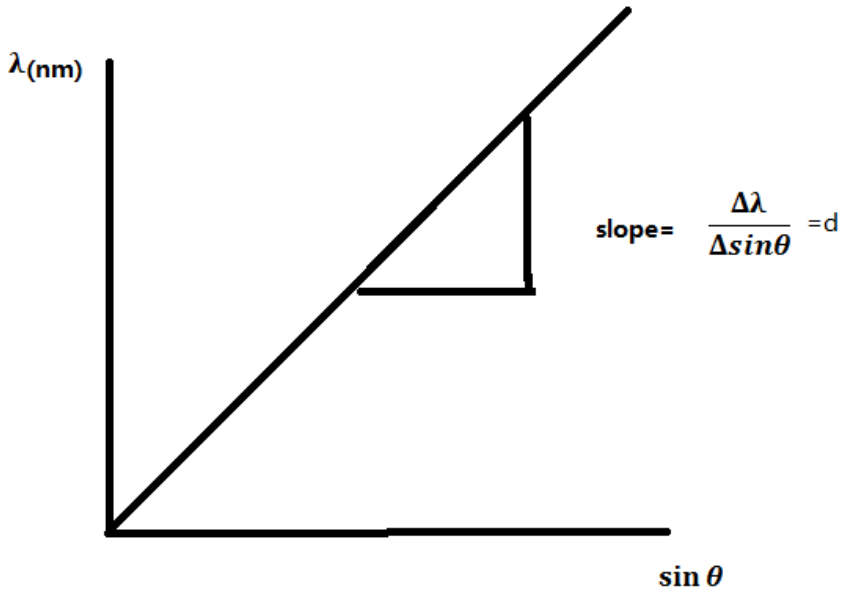
2- استخدم زوايا حيود () من جهه اليمين و () من جهه اليسار بالمرتبة الاولى

3- رتب النتائج كما في الجدول التالي

color	θ_r	θ_L	$\theta_{av} = \frac{\theta_r - \theta_L}{2}$	$\sin\theta$

4- ارسم (λ) على محمور الصادات و ($\sin\theta$) على محورالسينات

5- جد قيمة (d) من الميل كما في الشكل



6- ناقش نتائج التجربة