Al-Mustansiriyah University
College of Science
Department of Physics

الجامعة المستنصرية
كلية العلوم
قسم الفيزياء

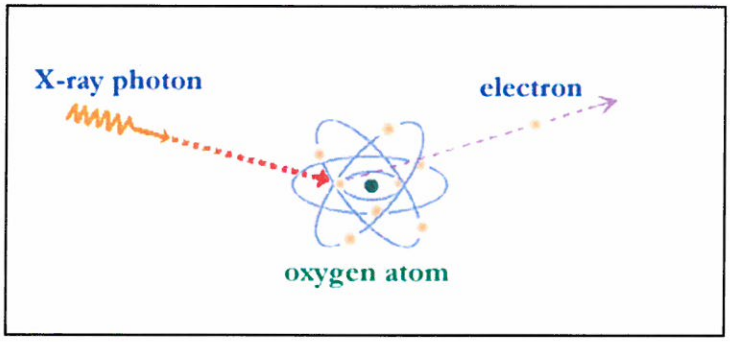
مختبر الفيزياء الحديثة والذرية

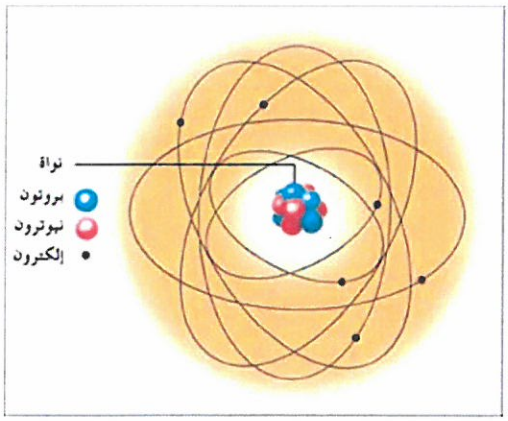
Atomic and Modern Physics Laboratory

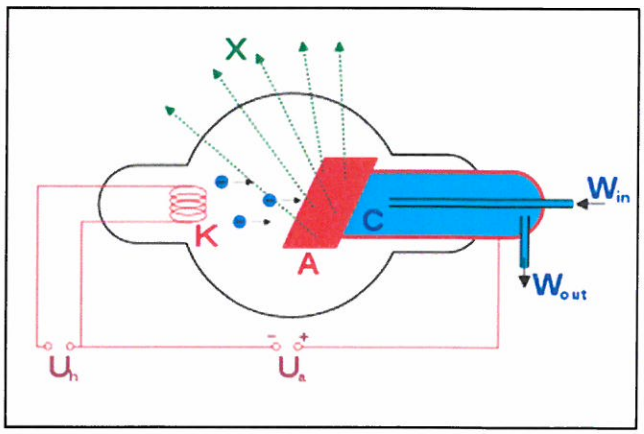
2.000

المرحلة الثانية/ الفصل الثاني

العام الدراسي 2021-2022







المقدمة

في هذا الفصل الدراسي سوف يتعلم الطالب عند عمل التجربة الطرق المختبرية في كيفية قياس معطيات ظاهرة فيزيائية بأستخدام الاجهزة المناسبة وكيفية تدوينها وتحليلها، ومن ثم تقديم تقرير علمي مكتوب بدقة ممكنة يشرح التجربة ويحوي المعطيات ويحلل النتائج للوصول الى فيزياء الظاهرة والتي هي الهدف المطلوب من التجربة.

تعـليمـــات عـــامـــة

1. ان معظم الاجهزة المستخدمة في هذا المختبر حساسة وتعطيلها يسبب تعطيل المختبر وهو بالتأكيد ليس هدفنا .
2. لا تشغل اي جهاز قبل ان يتـــأكد المشرف من كافة التوصيلات، تعرف على الاجهزة في بداية كل تجربة .
3. لا تشغل الاجهزة بأستخدام مفتاح الطاقة (ON/OFF) الا بعد وصلها بالتيار الرئيسي (220V).
4. عند الانتهاء من التجربة، اطفئ الاجهزة بأستخدام مفتاح الطاقة ثم افصلها عن التيار الرئيسي ولا تفعل ابداً العكس.

❖ تقرير التجربة

بعد اسبوع تماماً من عمل التجربة يجب على كل طالب كتابة تقرير مفصل ذي بنية واضحة يركز فيه على الجزء المتعلق بتحليل النتائج.

❖ بنية التقرير

المقدمة (Introduction)

وصف تفصيلي للتجربة ،نبذة عن تأريخها ومكتشفيها وعن اهميتها في الفيزياء .

نظرية التجربة (Theory)

المطلوب هنا هو شرح مختصر وواف للنظرية المراد دراستها مع وصف الاجهزة المستخدمة و الرسومات التوضيحية لكافة التوصيلات.

النتائج (Results)

هذا هو الجزء الاهم من التقرير ويجب ان يحوي التالي:-

1. جداول تحوي كل القياسات مع وحدات الكميات المقاسة.
2. رسومات بيانية تمثل القياسات المختبرية .
3. نتائج الحسابات وكذلك نسبة الخطأ فيها مع التركيز على اهم اهداف التجربة.

الاستنتاجات والمناقشة (Discussion and conclusions)

هوشرح توافق النتائج العملية او عدمه مع النتائج المتوقعة.

اسماء تجارب الفصل الدراسي الاول

رقم التجربة	اسم التجربة	رقم الصفحة
تجربة رقم (1)	حساب ثابت رايدبيرك لطيف ذرة الهيدروجين	
تجربة رقم (2)	ايجاد الشحنة االنوعية للالكترون (e/m) بطريقة شوستر	
تجربة رقم (3)	ظاهرة كومبتون	
تجربة رقم (4)	حساب سرعة الاليكترون باستخدام المجال الكهربائي	
تجربة رقم (5)	معامل امتصاص الزجاج	
تجربة رقم (6)	تعيين شحنة الالكترون بتجربة قطرة الزيت لميلكان	
تجربة رقم (7)	فرانك هيرتز للزئبق	
تجربة رقم (8)	حيود الضوء من الشق الواحد بأستخدام أشعة الليزر	
تجربة رقم (9)	الاشعة الكاثودية	

تجربة (1)

حساب ثابت رايدبيرك لطيف ذرة الهيدروجين

Determination of Ryderg's constant

الهدف من التجربة (Objects of the experiment)

1. مشاهدة خطوط طيف الانبعاث للهيدروجين (متسلسلة بالمر) وربطها بنظرية بوهر لتركيب الذرة
2. قياس الأطوال الموجية لخطوط متسلسلة بالمر للهيدروجين
3. تعين ثابت رايدبيرك

نظرية التجربة (Theory)

عند انبعاث الضوء من غاز مستثار مثل غاز الهيدروجين فاننا نحصل على طيف خطي لهذا الغاز، وعند فحص الطيف الخطي له نجده يتكون من خطوط منفصلة بعضها عن بعض بمسافات تتناقص تدريجيا كلما قل طولها الموجي، الى ان تصبح الخطوط متزاحمة ومتجمعه لانستطيع تميزها. ومن الخطوط التي يمكن تميزها بصورة واضحة اربعة خطوط وهي على النحو التالي:

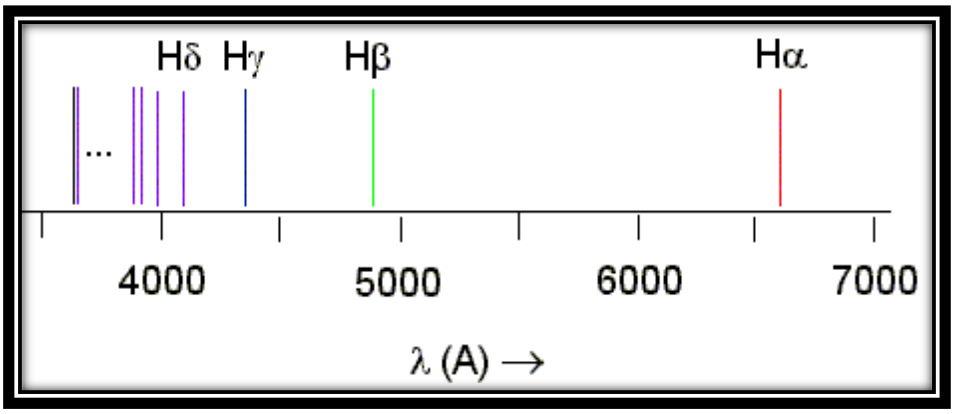
الخط الاول : الخط الاحمر ويرمز له بالرمز H_α

الخط الثاني: الخط الاخضر ويرمز له بالرمز H_β

الخط الثالث: الخط الازرق ويرمز له بالرمز H_γ

الخط الرابع : الخط البنفسجي ويرمز له بالرمز H_δ

وتسمى مجموعة هذه الخطوط بسلسلة بالمر والتي توضح في الشكل التالي:



الشكل (1) يبين متسلسلة بالمر

ولقد تم تفسير هذا الطيف باستخدام نظرية بوهر الذرية والتي افترض فيها وجود مدارات دائرية متحدة المركز ومحددة الطاقة في ذرة الهيدروجين وتزداد هذه الطاقة كلما ابتعد الالكترون عن النواه. بالاضافة الى ذلك افترض ان الطاقة لكل مدار مساوية الى

$$E_n = n\hbar \quad .....(1)$$

حيث ان

$(\hbar = \frac{h}{2\pi})$ وهي كمية ثابتة.

(n) يرمز لرقم المدار وهو عدد صحيح.

يمكن للالكترون في الذرة ان ينتقل من المدار (مستوى) الاقل طاقة الى المدار الاعلى طاقة وذلك باكتساب طاقة تساوي الفرق بين طاقة المدارين وفي هذه نقول على ان الذرة مثارة. أما عندما يهبط الالكترون من مستوى طاقة مرتفع رتبة n_i الى مستوي طاقة منخفض رتبة n_f في هذه الحالة تشع الذرة فوتونا (ضوء) يعطى مقلوب طولة الموجي من المعادلة التالية:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}\right) \quad .....(2)$$

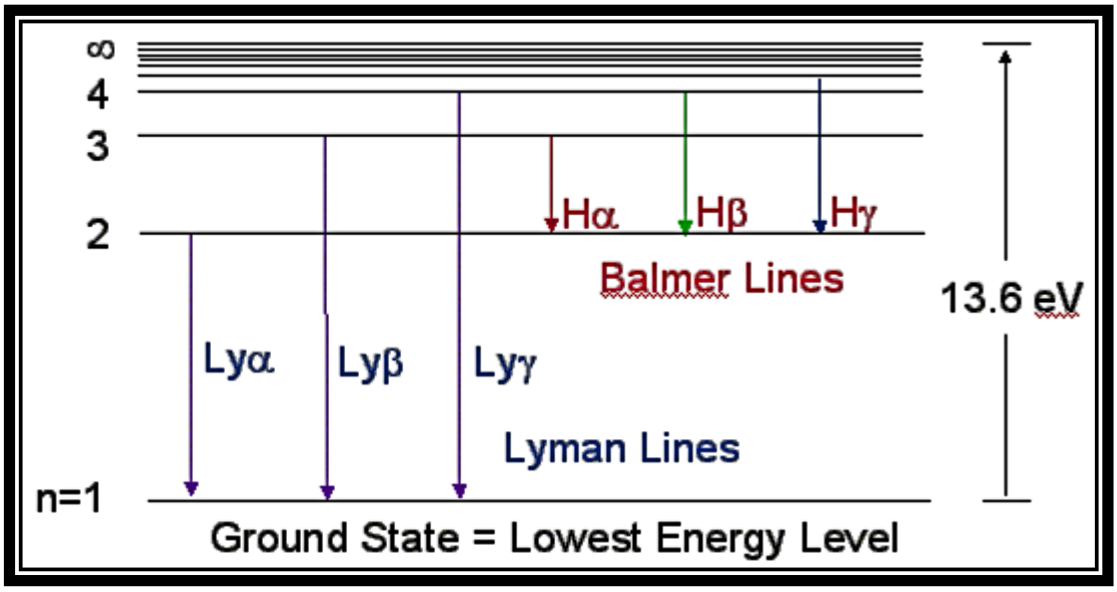
حيث ان

R_H ثابت رايدبرك

يمكن الحصول على الاطوال الموجية لخطوط بالمر من المعادلة (2) وذلك بوضع($n_f=2$) و ($n_i=3,4,5,....$). اذا تصبح المعادلة (2) كالاتي:-

$$\frac{1}{\lambda}=R_H\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{n_i^2}\right) \quad .....(3)$$

وقد وجد فيما بعد أن ذرات الهيدروجين تبعث أطوالا موجية أخرى غير تلك التي وجدت في متسلسلة بالمر ويوضح الشكل التالي هذه السلاسل. والتي يمكن الحصول على اطوالها الموجية من المعادلة (2).



شكل (2) يبين طيف ذرة الهيدروجين

الخطوط الافقية تمثل المستويات المختلفة بينما الخطوط الراسية تمثل عملية الانتقال من مدار لمدار آخر. ففي تجربتنا هذه نستخدم محزز الحيود في تعيين الخطوط الطيفية من الرتبة الاولى بدلالة زاوية الحيود والتي ترتبط مع الطول الموجي لاي لون بالعلاقة التالية:

$$n\lambda=d\sin\theta \quad .....(4)$$

حيث ان

(d) ثابت المحزز والذي يمثل المسافة بين كل خطين متجاورين في المحزز.

(θ) زاوية الحيود.

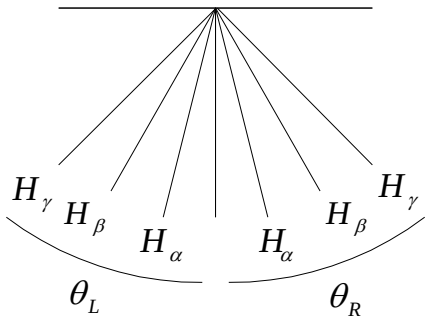
الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1. مجهز قدرة
2. مصباح هيدروجين
3. مطياف (سبكترومیتر)

الشكل (3) يبين جهاز طيف ذرة الهيدروجين

طريقة العمل (Experimental)

1. انظر لفتحة المطياف ستشاهد خط مضيء بلون يشبه لون المصدر الضوئي للهيدروجين.
2. حرك المطياف الى اليمين مرة و الى اليسار مرة ستشاهد متسلسلة من الخطوط هي على الترتيب (الاحمر، الازرق مخضر، البنفسجي) من لون المصدر الاصلي .



الشكل (4) يبين حركة المطياف

3. اقرأ الزاوية من المطياف للون الاحمر بأتجاه اليمين واليسار ثم كرر قراءة الزاوية بالنسبة للونين الازرق المخضر و البنفسجي.
4. رتب قراءاتك كما في الجدول (1).
5. ارسم خطا بيانيا بين $\frac{1}{n_i^2}$ على المحور السيني و $\frac{1}{\lambda}$ على المحور الصادي ثم جد ميل الخط المستقيم ويمثل (R_H).
6. من القطع $\frac{1}{\lambda}$ يحسب مقدار القطع مضروباً في $(n_f)^2$ نحسب مقدار (R_H) مرة اخرى.

Colure	n_f	n_i	θ_R	θ_L	$\theta_{ave}=\frac{\theta_R-\theta_L}{2}$	$sin\theta$	$\lambda=\frac{dsin\theta}{n}$	$\frac{1}{\lambda}$	$\frac{1}{n_i^2}$
Red									
Blue green									
Violet									

جدول (1)

الاسئلة

1. لماذا ركز العلماء على دراسة طيف ذرة الهيدروجين ؟
2. ارسم مستويات طيف ذرة الهيدروجين مع تحديد المتسلسلات ؟
3. اكتب معادلة رايدبرك مع ذكر الوحدات ؟
4. ماذا تمثل الخطوط الافقية والرأسية في مخطط مستويات الطاقة.

تجربة (2)

ايجاد الشحنة االنوعية للالكترون (e/m) بطريقة شوستر

Determination of the charge of the electron

الهدف من التجربة (Objects of the experiment)

ايجاد الشحنة النوعية للالكترون (e/m)

نظرية التجربة (Theory)

اذا اثر مجال مغناطيسي متجانس كثافة فيضه (B) على دقيقة مشحونه كالألكترون ذي كتلة (m) والشحنة (e) يتحرك بسرعة ثابتة (ϑ) بأتجاه عمودي على اتجاه خطوط المجال المغناطيسي فأن مسار الألكترون سيكون دائريا وبنصف قطر (r) يحدد حسب المعادلة:

$$r = \frac{m_e v}{eB} \qquad .....(1)$$

في هذه التجربة يتم تعجيل الالكترونات و ذلك بتسليط فولتية معجلة(V)على انبوبة شوسستر حيث تنبعث الكترونات من الكاثود الساخن الى الانود بسرعة ϑ و بطاقة :

$$\frac{1}{2} m_e v^2 = eV \qquad .....(2)$$

و منها بتـــــربيع المعادلة (1) ينتج

$$r^2 = \frac{m_e^2 v^2}{e^2 B^2} \qquad .....(3)$$

و منها نحصل على:

$$v^2 = \frac{r^2 e^2 B^2}{m_e^2} \qquad .....(4)$$

بتعويض المعادلة (4) في (2) ينتج :

$$\frac{2Ve}{m_e} = \frac{r^2 e^2 B^2}{m_e^2} \qquad \ldots\ldots(5)$$

$$\therefore \frac{e}{m_e} = \frac{2V}{(rB)^2} \qquad \ldots\ldots(6)$$

يتم توليد المجال المغناطيسي بواسطة زوجين من الملفات تدعى ملفات هلمهولتز و يمكن حساب كثافة الفيض المغناطيسي (B) من مــركز الملفات حسب العلاقة الاتية :

$$B = \frac{8\mu_o NI}{(5\sqrt{5})a} \qquad \ldots\ldots(7)$$

حيث ان :

μ_o: ثابت النفاذية و يساوي $4\pi \times 10^{-7}\ \frac{H}{m}$

N: عدد لفات الملف و يبلغ 130 لفة .

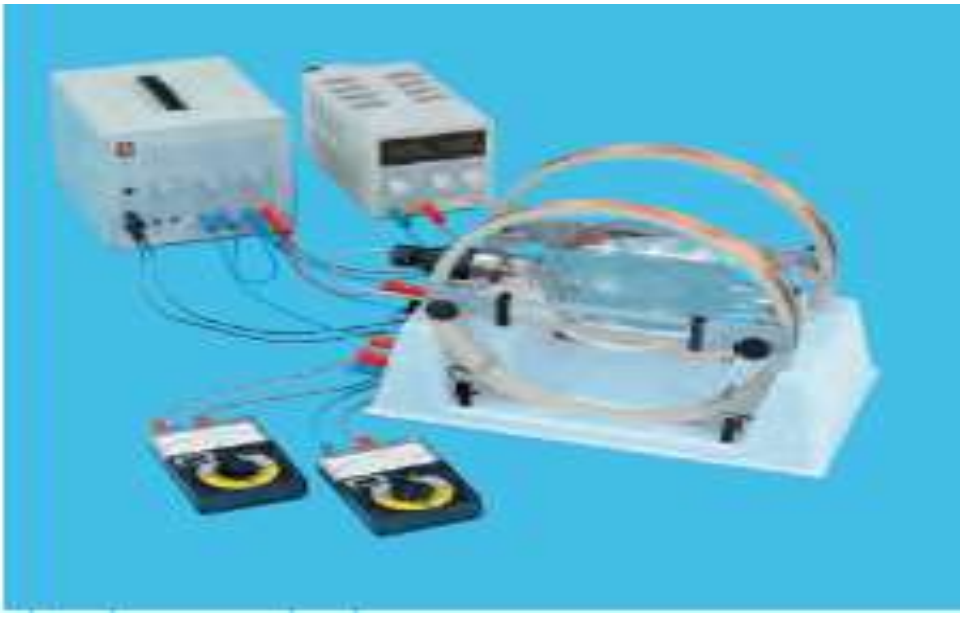
a: نصف قطر الملف و يساوي 0.15 m

I: التيار المار في الملفات

تحتوي انبوبة شوستر على جزيئات الهيدروجين تحت ضغط واطئ حيث تصطدم الالكترونات مسببة انبعاث يتخذ شكل مسار الالكترونات و يمكن قياس قطر هذا المسار بشكل مباشر باستخدام المسطرة الموجودة امام انبوبة شوستر.

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1. انبوبة شوستر
2. ملفات هلمهولتز
3. مجهز قدرة بمدى (0–300 V)
4. اميــتر
5. فولتميتر



شكل (1) يبين جهاز شوستر

طريقة العمل (Experimental)

1. حرك المنزلقة اليسرى للمسطرة بحيث تكون حافتها الداخلية وصورة المرآة ونقطة انطلاق الالكترونات على خط واحد.
2. يتم تسخين الكاثود بتسليط جهد مقداره (6.3v)
3. يتم تجهيز الكاثود بفرق جهد مستمر(DC) مقداره (250V) و(50v) سنشاهد حزمة الاكترونات العامودية منبعثة من الكاثود و يمكن استخدام غطاء معتم للتمكن من رؤية هذه الحزمة بسهولة.
4. لتوليد المجال المغناطيسي مرر تيار كهربائي في ملفات هلمهولتز حيث يكون هذا المجال عموديا على اتجاه الحزمة الالكترونية مما يؤدي الى انحراف مسارها بشكل دائري وبنصف قطر يتغير مع تغير التيار.

5. يتم تحديد قطر المسار الدائري للحزمة الالكترونية ومن ثم حساب نصف القطر وقراءة ما يقابلها من التيار.
6. كرر الخطوة 5 لانصاف اقطار مختلفة ورتب القياسات وفق الجدول (1).
7. ارسم علاقة بيانية بين (B) على محور السيني و$(\frac{1}{r})$ على محور الصادي واحسب ميل هذا المستقيم، بأستخدام المعادلة (6) يمكن ايجاد قيمة (e/m) للالكترون.

R(m)	r(m)	I(A)	$(m)\frac{1}{r}$	B(T)
9				
8				
7				

جدول (1)

الاسئلة

1. لماذا يوضع جزيئات الهدروجين في انبوبة شوستر ؟
2. ما هي فائدة استخدام ملفات هلمهولتز؟
3. لماذا يبقى مسار الحزمة الالكترونية بشكل خط مستقيم عندما يكون التيار المار في الملفات يساوي صفر؟
4. كيف يتم الحصول على مسار دائري لحزمة الالكترون في انبوبة شوستر.

تجربة(3)

ظاهرة (تأثير) كومبتون

Compton Effect

الهدف من التجربة (Objects of the experiment)

1. قياس الطول الموجي المشتت للأشعة السينية كدالة لزاوية التشتت.
2. مقارنة النتائج بالقيم المحسوبة نظرياً من معادلة التشتت لكومبتون.

نظرية التجربة (Theory)

في الظاهرة الكهروضوئية يعطي الفوتون كامل طاقته للإلكترون المرتبط بسطح المادة، ولكن في بعض الأحيان يمكن أن يعطي الفوتون جزء من طاقته إلى إلكترون حر وهذا النوع من التفاعل بين الشعاع الكهرومغناطيسي والإلكترون يسمى بتشتت الفوتونات بواسطة الإلكترون Scatteringوتعرف هذه الظاهرة في علم ميكانيكا الكم بظاهرة كمبتون Compton Effect. تعتمد ظاهرة كمبتون في تفسيرها على أن الضوء يتكون من فوتونات لها طاقة وكمية حركة ولا يمكن تفسيرها على اعتبار النموذج الموجي للضوء. تم التحقق من هذه الظاهرة عملياً في عام 1923 في جامعة سانت لويس من قبل العالم آرثر كمبتون وذلك بإسقاط أشعة اكس على لوح من الكربون.

وكانت نتائج تجربته على النحو التالي:

وجد أن الأشعة المشتتة لها طولين موجيين هماλ_1 و λ_2 بالرغم من أن الشعاع الساقط يحتوي على طول موجي وحيد λ

تم قياس الفرق في الطول الموجي للفوتونات المشتتة ووجد أنها تعتمد على زاوية تشتت الأشعة المشتتة حيث يكون هذا الفرق أكبر ما يمكن عندما تكون الزاوية 180 درجة.

$$\Delta\lambda=\lambda_1-\lambda_2$$

وإذا ما تم الاعتماد على النموذج الموجي للأشعة الكهرومغناطيسية فلايمكن إيجاد تفسير للزيادة في الطول الموجي للأشعة المشتتة من لوح الكربون لأنه وحسب النظرية الكلاسيكية فإن الكترونات ذرات الكربون سوف تتذبذب بنفس تردد الفوتونات الساقطة ولا يحدث في هذه الحالة أية زيادة تطرأ على الطول الموجي للفوتونات المشتتة بل ستحتوي على نفس الطول الموجي.ولتفسير هذه الظاهرة اعتمد كمبتون على أن الأشعة الساقطة تتكون من سيل من الفوتونات لها طاقة وكمية حركة، أي أنطاقة الفوتون

بينما يعطى زخمه الخطي بالعلاقة (1)
$$E_1 = h\upsilon_1 = \frac{hC}{\lambda_1}$$

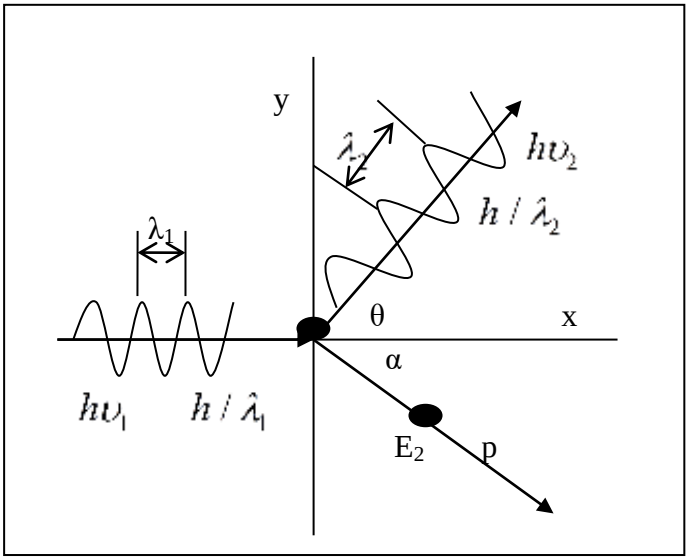
$$P = \frac{h}{\lambda_1} \qquad (2)$$

وعندما تتصادم بعض من هذه الفوتونات مع الالكترونات في لوح الكربون فإنها تفقد جزأً من طاقتها كما أن الجزء الآخر من الفوتونات يصطدم بالإلكترونات تصادماً مرناً فلا تفقد طاقتها وهذا ما يؤدي إلى الحصول على طوليين موجيين..

وحيث أن الفوتونات المشتتة تفقد جزأً من طاقتها فإن ذلك يؤدي إلى أن الطول الموجي للفوتونات المشتتة أكبر من الطول الموجي للفوتونات الساقطة أي أن

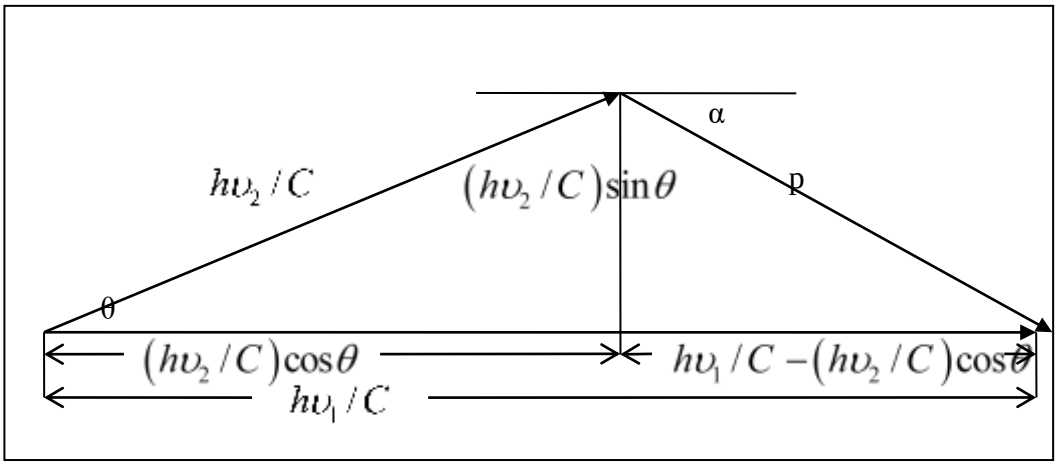
$$\lambda_2 > \lambda_1 \qquad (3)$$

ولتفسير هذه النتيجة وإيجاد علاقة رياضية تربط بين التغير في الطول وزاوية التشتت فإننا نعتبر التصادم بين فوتون وإلكترون حر على النحو االمبين في الشكل (1):



شكل (1) يبين التصادم بين الالكترون الحر والفوتون

وبإعادة ترتيب متجهات كمية الحركة للفوتون والإلكترون الحر بعد التصادم كما في الشكل (2):



شكل (2) يبين ترتيب متجهات كمية الحركه للفوتون والالكترون الحر

بتطبيق قاعدة فيثاغورس على المثلث القائم الزاوية في الشكل (2)، نحصل على

$$p^2=\left(\frac{h\upsilon_2\sin\theta}{C}\right)^2+\left(\frac{h\upsilon_1}{C}-\frac{h\upsilon_2\cos\theta}{C}\right)^2$$

(4)وبالضرب في

مربع السرعة، نحصل على

$$p^2C^2=(h\upsilon_2)^2+(h\upsilon_1)^2-2h^2\upsilon_1\upsilon_2\cos\theta \qquad (5)$$

وينص قانون حفظ الطاقة على أن الطاقة قبل التصادم تساوي الطاقة بعد التصادم، وبالتالي فإن

$$h\upsilon_1 + E_1 = h\upsilon_2 + E_2 \qquad (6)$$

حيث E_1 و E_2 طاقة الإلكترون قبل وبعد التصادم على الترتيب. ثم بإعادة ترتيب المعادلة (6) لنحصل على

$$h\upsilon_1 - h\upsilon_2 = E_2 - E_1 \qquad (7)$$

وبتربيع طرفي المعادلة أعلاه نحصل على

$$(h\upsilon_2)^2 + (h\upsilon_1)^2 - 2h^2\upsilon_1\upsilon_2 = E_2^2 + E_1^2 - 2E_2E_1 \qquad (8)$$

ولكن لدينا

$$p^2C^2 = E_2^2 - E_1^2 \qquad (9)$$

بالتعويض من المعادلة (9) في المعادلة (8)

$$(h\upsilon_2)^2 + (h\upsilon_1)^2 = 2E_1^2 + 2h^2\upsilon_1\upsilon_2 + p^2C^2 - 2E_2E_1 \qquad (10)$$

بالتعويض في المعادلة (5) من المعادلة (10) نحصل على

$$h^2\upsilon_1\upsilon_2(1-\cos\theta) = E_1(E_1 - E_2) \qquad (11)$$

ولكن لدينا

$$mC^2(h\upsilon_1 - h\upsilon_2) = E_1(E_1 - E_2) \qquad (12)$$

بالتعويض عن الطرف الأيمن للمعادلة (11) بقيمته من المعادلة (12)، نحصل على

$$h^2\upsilon_1\upsilon_2(1-\cos\theta) = m_1C^2(h\upsilon_1 - h\upsilon_2) \qquad (13)$$

ثم بترتيب حدود المعادلة (13) نحصل على

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \Delta\lambda = \frac{h}{m_1 C}(1-\cos\theta) \qquad (14)$$

هذه هي المعادلة الرياضية لظاهرة كمبتون والتي توضح العلاقة بين التغير في الطول الموجي للفوتونات المتشتتة $\Delta\lambda$ وزاوية التشتت θ.

ويسمى المقدار $\frac{h}{m_1 C}$ بالطول الموجي لكمبتون Comptonwavelength حيث أن لهذا المقدار وحدة الطول. وبالتعويض عن قيمة الثوابت نجد أن:

$$\frac{h}{\mathrm{m_1 c}} = 2.43\mathrm{pm} \qquad (15)$$

لاحظ أنه في حالة الزاوية 180 يكون التغير في الطول الموجي اكبر ما يمكن وعندها يكون التصادم بين الفوتون والإلكترون هو تصادم مباشر head-on-collision.

ويتم التحقق من المعادلة (14) عملياً من خلال مقارنة توهين أشعة x غير المستطارة (المشتتة) لشريحة من النحاس مع أشعة x المستطارة مستخدمين الألمنيوم كمشتت. فالفارق في الطول الموجي لأشعة x نتيجة لاستطارة كومبتون تكون واضحة كلما تغيرت كمية الفوتونات النافذة أو معدل العد. ولحساب هذا التغير، فنحن نعلم أن اعتماد معامل النفاذية لفوتونات الشريحة النحاسية على الطول الموجي لأشعة x تعطى بالعلاقة

$$T(\lambda) = \exp\left\{-a\left(\lambda/100pm\right)^n\right\} \qquad (16)$$

بحيث يقاس الطول الموجي بوحدة pm بينما a=7.6 و n=2.75

ويعطى الطول الموجي بإعادة ترتيب المعادلة (16) بحيث

$$\lambda = \left[(-1/a)\ln T\right]^{1/n} \times 100pm \qquad (17)$$

وما نقيسه في هذه التجربة هو معدل العد R_0 لأشعة x المستطارة بواسطة مادة الألمنيوم بدون توهين و معدلي العد R_1 و R_2 لشريحة النحاس الموضوعة أمام وخلف مادة الألمنيوم على الترتيب. وعندما تكون معدلات العد منخفضة فإن معدل العد الأولي R_B يؤخذ في عين الاعتبار وبالتالي فإن

$$T_1 = \frac{R_1 - R_B}{R_0 - R_B} \qquad (18)$$

وايضاً

$$T_2 = \frac{R_2 - R_B}{R_0 - R_B} \qquad (19)$$

وتمكننا معرفة T_1 و T_2 من حساب القيمة المتوسطة للطول الموجي غير المشتت والمشتت على التوالي.

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1. جهاز الاشعة السينية (x-ray)
2. بلورة المنيوم (Al)
3. انبوبة انعكاس براك لحساب الكثافة كدالة للطول الموجي.
4. فلتر (CU)

شكل (3) يبين جهاز الاشعة السينية

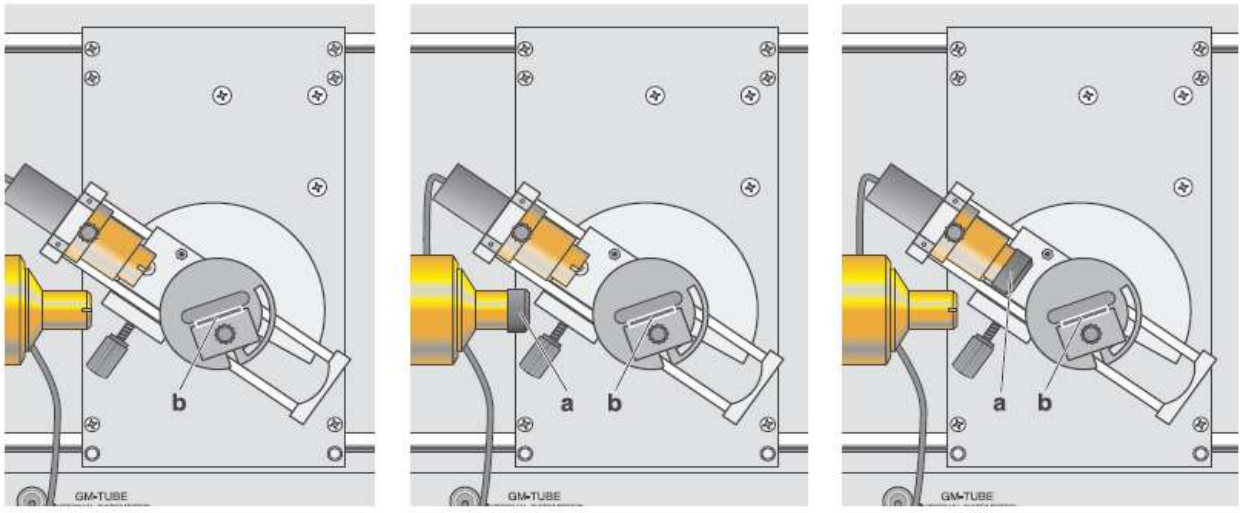
طريقة العمل (Experimental)

1. قبل وضع جهاز x-ray في وضع الاستعداد للعمل، تأكد أن مزود الفولتية العالي مغلق وخاصة عندما تكون النوافذ المنزلقة مفتوحة.
2. سلط جهد انبعاث عالي بحدود (30kv)، تيار انبعاث (I=1.0mA)، وبزاوية ميلان($\Delta\beta= 0.0^0$)
3. ضع مسافة (8cm) بين الفلتر ومنتصف البلوره، و(4cm) بين منتصف البلورة والعداد.
4. أضغط المفتاح TARGET ومن ثم ضع زاوية الهدف عند القيمة 20^0
5. أضغط المفتاح SENSOR ومن ثم ضع زاوية المتحسس عند القيمة 145^0
6. احسب قيمةR_0 بدون فلتر عند زمن (t=60sec)و(I=1.0mA)

R_B بدون فلتر عند زمن (t=600sec) و(I=0mA)

R_1 بوجود فلتر على المجمع عند زمن (t=600sec)و(I=1.0mA)

R_2 بوجود فلتر على العدادعند زمن (t=600sec)و(I=1mA) كما في الشكل (2).



شكل (4)، بدون مرشح النحاس، في الجزء الأيسر. بمرشح النحاس (a) أمام مادة الألمنيوم المشتتة (b)، في الوسط. بمرشح النحاس (a) خلف مادة الألمنيوم المشتتة (b)، في الجزء الأيمن.

7. رتب النتائج كما في الجدول ادناه

8. استخدم العلاقتين (18) و (19) لحساب كل من T_1 و T_2 لكل زاوية
9. استخدم العلاقة (17) لحساب كل من λ_1 التي تقابل T_1 و λ_2 التي تقابل T_2
10. احسب ($\Delta\lambda$) عمليا وقارنها بالقيمه النظرية عن طريق تطبيق المعادلة (14)

R_0	R_1	R_2	R_B	T_1	T_2

الاسئلة:-

1. قارن النتيجة العملية بالنتيجة النظرية؟
2. عرف ظاهرة كومبتون.
3. عدد انواع التصادمات التي تحصل في ظاهرة كومبتون.
4. علام تعتمد ($\Delta\lambda$) للفوتونات المتشتتة، ومتى تكون اكبر قيمة لها.

تجربة (4)

حساب سرعة الالكترون باستخدام المجال الكهربائي

Calculating the speed of an electron using an electric field

الهدف من التجربة

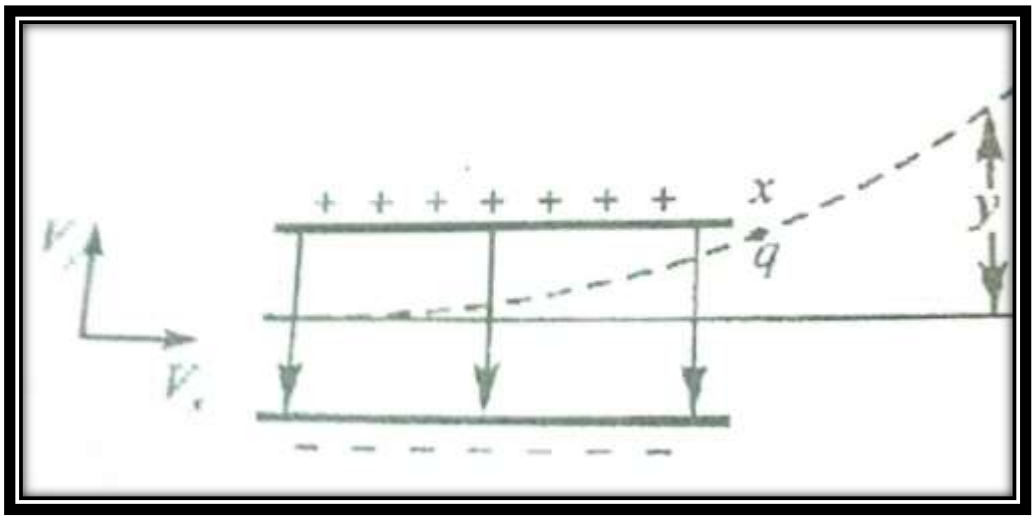
1- دراسة سلوك الالكترونات تحت تأثير المجال الكهربائي (E)

2- حساب سرعة الالكترون

3- حساب الشحنة النوعية للإلكترون e/m

نظرية التجربة :

لدراسة سلوك حزمة الالكترونات تحت تأثير المجال الكهربائي نعمل على فصل التيار الكهربائي المار في ملفات هولمهولتز فيصبح المجال المغناطيسي صفراً . وتعود حزمة الالكترونات الى المسار المستقيم مرة أخرى . بعد ذلك لربط المصدر الكهربائي الخاص بتزويد اللوحين المتوازيين بفرق جهد كهربائي (E) ويكون القطب الموجب مربوط الى اللوح العلوي والقطب السالب مربوط باللوح السفلي . المجال الكهربائي بين اللوحين المتوازيين يكون منتظم واتجاهه من الأسفل نحو الأعلى وبذلك يؤثر المجال الكهربائي بقوة (F) على حزمة الالكترونات المارة بين اللوحيين ..... باتجاه اللوح الموجب كما في الشكل



شكل اتجاه خطوط المجال الكهربائي (1)

ان المجال الكهربائي يؤثر على الشحنة الكهربائية بقوة كهربائية تعطى بالعلاقة

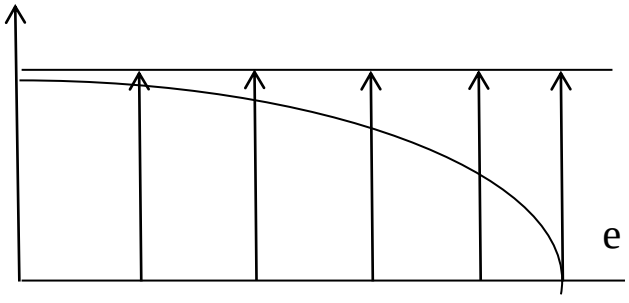
$$Fe = qE \ldots\ldots (1)$$

حيث : Fe = الشحنة الكهربائية

q = الشحنة

E = المجال الكهربائي المسلط

نستنتج انه اذا وضعت شحنة في مجال كهربائي فانها سوف تتحرك في اتجاه المجال. اذا كانت شحنتها موجبة وتتحرك عكس اتجاه المجال اذا كانت شحنتها سالبة كما في الشكل (2)



اذا تحركت حزمة الكترونية باتجاه المحور (x) بين الوصفين متوازيين البعد بينهما (d) ومثبتة داخل انبوبة زجاجية مفرغة من الهواء وبما ان الالكترونات تتحرك في الفراغ فتكون سرعتها ثابتة ومساوية لـ (v_x) واذا اوصلنا اللوحين بفرق جهد مقدارة (V_p) فان الحزمة تنحر عن مسارها وتأخذ مسارا على شكل قطع مكافئ (parbolic) بين اللوحين كما في الشكل (1) ، (2) القوة العمودية المؤثرة على كل الكترون من الالكترونات الحزمة في المجال الكهربائي (E) هي :

$$Fy = eE \ldots\ldots(2)$$

e = شحنة الالكترون

E = شحنة المجال الكهربائي بين اللوحين

F = القوة المسلطة العمودية

$$\therefore a = \frac{F}{m} \ldots\ldots (3)$$

حيث ان

a = تعجيل الجاذبية

m = كتلة الالكترون

اذا افترضنا ان (m_e) كتلة الالكترون فتكون تعجيل الالكترون هو (a_y) باتجاه محور (y) والمعادلة التالية هيه :

$$a_y = \frac{eE}{me} \ldots\ldots (4)$$

بعد فترة زمنية (t) سوف تنحرف الحزمة عن مسارها باتجاه محور(y) مسافة مقدارها هو :

$$y = v_0 + \frac{1}{2}\ a_y t^2 \ldots\ldots (5)$$

حيث ان v_0 = السرعة الابتدائية تساوي صفر

$$\therefore y = \frac{1}{2}\ ayt^2 \ldots (6)$$

وبالتعويض عن التحميل نحصل على ما يلي :

$$y = \frac{1}{2} \left(\frac{eE}{me} \right) t^2 \ldots(7)$$

اما المسافة التي تقطعها الالكترونات خلال فترة زمنية (t) على محور (x) هي :

$$X = v_x t \ldots\ldots(8)$$

بتربيع المعادلة (8) للطرفين نحصل على ما يلي

$$X^2 = v^2_x t \ldots\ldots(9)$$

حيث ان

v_x : سرعة الالكترون باتجاه محور (x)

$$\therefore t^2 = \left(\frac{x^2}{v x^2} \right) \ldots\ldots (10)$$

بتعويض معادلة (10) في معادلة (7) نحصل على ما يلي :

$$y = \left(\frac{eE}{2m}\right) \left(\frac{x^2}{vx2}\right) \ldots\ldots (11)$$

$$\therefore y = \left(\frac{eE}{2mvx^2}\right) x^2 \ldots\ldots\ldots(12)$$

الطاقة الحركية التي تكتسبها الالكترونات تحت تأثير الجهد المسلط على الانود (V_A) وباتجاه (x) هي

$$\frac{1}{2} m v_x^2 = eV_A \ldots\ldots\ldots (13)$$

$$\therefore v_x^2 = \left(\frac{2eVA}{m}\right) \ldots\ldots\ldots (14)$$

بتعويض معادلة (14) في معادلة (12) نحصل على ما يلي

$$y = \left(\left(\frac{E}{4VA}\right) x^2 \ldots\ldots\ldots(15)\right.$$

$$\therefore E = \left(\frac{Vp}{d}\right) \ldots\ldots\ldots(16)$$

$$\therefore y = \left(\frac{vp}{4dVA}\right) x^2 \ldots\ldots\ldots (17)$$

حيث ان :

V_p = جهد اللوحين

V_A = جهد الانود

d = المسافة بين اللوحين

الأجهزة المستخدمة :

1) انبوبة ثومسن (Thomson tube)

2) مصدر جهد عالي عدد (2) (High voltage power supply)

3) مصدر تيار مستمر D.C (D.C power supply)

شكل (3) الدائرة الكهربائية

طريقة العمل :

1) نصل الدائرة الكهربائية كما موضح في شكل رقم (3)
2) سلط جهد على الانود من المصدر (V_A) مقداره (4Kv) لتسخين فتيلة الكاثود ومن ثم انطلاق شعاع حزمة من الالكترونات مع إبقاء الجهد ثابت طول فترة اجراء التجربة .
3) المسافة بي لوحي المكثف (d) هي $d = 6cm$
4) سلط جهد على لوحي المكثف من المصدر (V_P) مقداره (1.5Kv) نلاحظ ظهور حزمة زرقاء على الشاشة متفلورة ؟
5) نلاحظ انحراف الشعاع الالكتروني بشكل بسيط على شكل قوس كما في الشكل (1)
6) احسب النقاط (y) التي يمر بها الشعاع والتي تقابل نقاط محور $x = 1,2,3,4,\ldots..,9$ كما موضح في الجدول (1)
7) كرر الخطوة (3) بجهود مختلفة لـ Vp وفي كل مرة نحسب مقدار الزوج (x,y) كما في الجدول (1)
8) ارسم العلاقة بين (y) على المحور الصادي و (x^2) على المحور السيني نحصل على خط مستقيم ميله يساوي $\frac{VP}{4dVA}$ وبذلك تتحقق المعادلة (17)
9) احسب سرعة الاليكترون لمعادلة (12) .

Vp	X	y	x^2

جدول رقم (1)

تجربة (5)

معامل امتصاص الزجاج بأستخدام الخلية الضوئية

Absorption Coefficient of glass

الهدف من التجربة (Objects of the experiment)

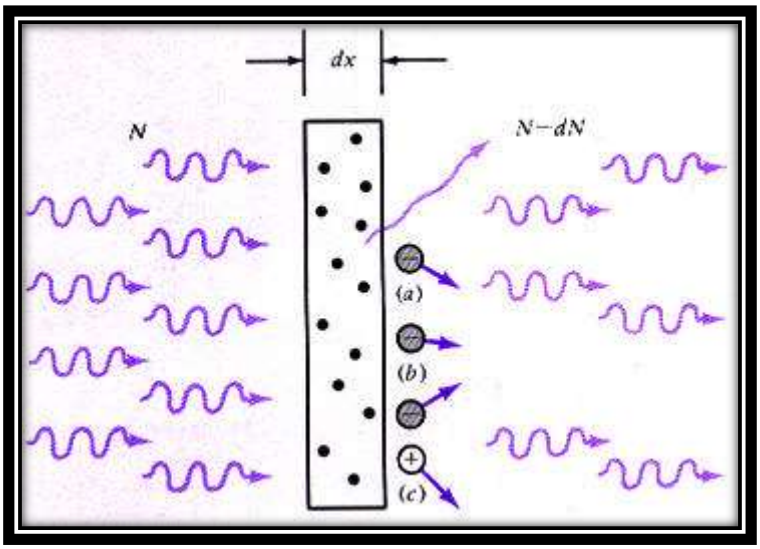
1. حساب معامل امتصاص الزجاج (μ)
2. العلاقة بين السمك والنفاذية

نظرية التجربة (Theory)

معامل الامتصاص او معامل التوهين في الفيزياء (attenuation coefficient) هو قيمة تحدد نفاذية الضوء او الصوت في المادة. ان الشعاع النافذ في المادة يتوهن (يضعف) خلال مروره بالمادة ويكون معامل الامتصاص للمواد كبير او صغير اعتمادا على نوع المادة من حيث الامتصاص او النفاذيه للاشعاع المار من خلالها. ويعبين معامل الامتصاص بمقلوب الطول، اي وحداته (1/cm) . واحيانا يسمى معامل امتصاص او معامل التوهين الخطي.
لقد وجد عمليا انه عند مرور حزمة ضوئية في وسط ما فان شدته ستقل تدريجيا" ويقال ان جزء منه قد امتص، وان مقدار النقصان (dI') في شدة الضوء نتيجة امتصاصه من قبل طبقة سمكها (dx) تتناسب مع ذلك السمك ومع شدة الضوء الساقط (I') على تلك الطبقة اي ان:

$$dI' \propto I'dx \qquad \ldots\ldots(1)$$

$$dI' = -\mu I'dx \qquad \ldots\ldots(2)$$



شكل (1) يبين امتصاصية الالواح الزجاجية للاشعة الساقطة

حيث (μ) يمثل ثابت التناسب ويسمى معامل الامتصاص، وقد وضعت علامة سالبة لتدل على ان شدة الضوء (I') يتناقص بمقدار(dI') بسبب توهينها في طبقة سمكها(dx) وبتكامل المعادلة اعلاه نحصل على :

$$\int_{I_0}^{\mathrm{I}} \frac{\mathrm{d}\,\mathrm{I}'}{\mathrm{I}'} = \int_{0}^{X} -\mu\,\mathrm{dx}$$

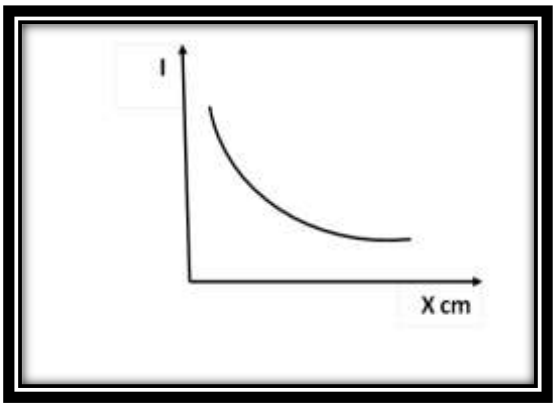
$$I = I_0 e^{-\mu x} \qquad \ldots\ldots (3)$$

حيث ان:

(I_0) شدة الضوء الساقط

(I) شدة الضوء النافذ

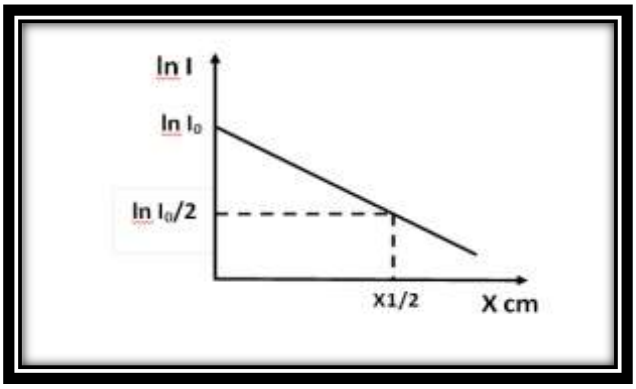
من هذه المعادلة يتضح انه لو رسمنا (I) كدالة (x) فسنلاحظ ان الشدة النافذة تقل اسيا بزيادة سمك المادة الماصة وفقا للشكل (2).



شكل (2) يبين ان الشدة النافذة تقل اسيا بزيادة سمك المادة الماصة

يسمى سمك الطبقة التى تسبب نقصان الشدة النافذة (I) الى نصف قيمتها الاصلية (I_0) بسمك النصف ($X_{1/2}$) اي عندما

$$X = X_{1/2} \rightarrow I = \frac{I_0}{2} \quad \ldots\ldots(4)$$



شكل (3) يبين سمك النصف

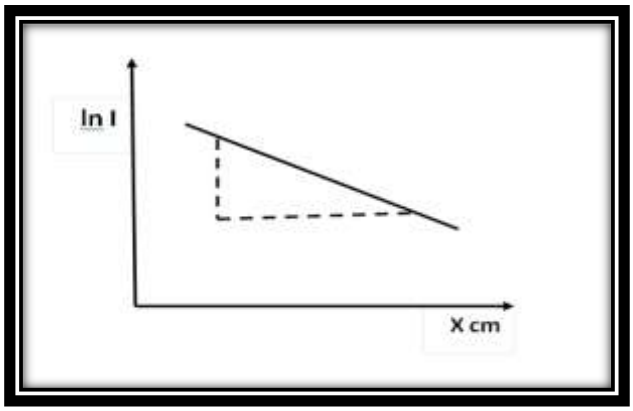
فعليه وبالتعويض في معادلة (2) نحصل على

$$\mu = \frac{Ln_2}{X_{1/2}} = \frac{0.693}{X_{1/2}} \quad \ldots\ldots(5)$$

باخذ (Ln) طرفي المعادلة (2) نحصل على

$$LnI = LnI_0 - \mu X \qquad \ldots\ldots(6)$$

برسم العلاقة بين (LnI) كدالة ل (X) سنحصل على خط كالمبين في الشكل (4) حيث ان ميله يمثل معامل الامتصاص الخطي (μ).



شكل (4) يبين معامل الامتصاص الخطي

من ناحية اخرى لقد وجد ان معامل الامتصاص يعتمد على الطول الموجي (λ)، بعبارة اخرى ان المواد لاتمتص الاطوال الموجية للضوء الاعتيادي بنفس المقدار فامتصاصها للض الاحمر يختلف عن امتصاصها للضوء الاخضر او اي لون اخر، اي ان :

$$\propto_\lambda = \frac{1}{X}\ Ln\frac{I_0\lambda}{\mathrm{I}\lambda} \qquad \ldots\ldots(7)$$

حيث ان ($\propto_\lambda$) معامل الامتصاص للطول الموجي (λ) ، ($I_0\lambda$) شدة الضوء الساقط الذي طوله الموجي (λ) ، (Iλ) شدة النفاذية.

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1. مصدر ضوئي
2. مجهز قدرة
3. افوميتر رقمي
4. الواح زجاجية مختلفة الانواع

5. خلية ضوئية

طريقة العمل (Experimental)

1. اربط الدائرة الكهربائية وتاكد من سقوط الحزمة الضوئية بعد خروجها من منظم الحزمة على غطاء الخلية الضوئي .
2. اربط الخلية الضوئية بالافوميتر وسجل اول قراءة ولتكن (I_0) (وهي تمثل اعظم شدة نافذة).
3. ضع قطعة زجاجية معلومة السمك(X) امام الخلية الضوئية وسجل قراءة الافوميتر(I) واستمر بوضع القطع الزجاجية مرتب النتائج كما في الجدول التالي :

Xcm	I	LnI

4. ارسم بين (I) شدة الضوء النافذ لقراءة الافوميتر كدالة لسمك الزجاج (X) لتحصل على منحنى كما مبين في الشكل (2).
5. ارسم بين (LnI) على المحور الصادي كدالة ل (X) على المحور السيني لتحصل على خط مستقيم كما في الشكل (4)، مد هذا المستقيم ليقطع محور الصادي

عند نقطة (LnI).فاذا كانت نقطة القطع مساوية الى عدد مثلا (A) فان باستطاعتنا ايجاد قيمة (I_0) باخذ الدالة الاسية للطرفين كما في شكل (3).

6. يحدد على محور الصادي ليكن(LnI) ويرسم منه مستقيم موازي لمحور (X) ليقطع المستقيم الذي حصلت عليه من القراءت، ومن نقطة التقاطع ارسم مستقيم اخر عمودي على محور (X) وهنا تمثل نقطة التقاطع ($X_{1/2}$). وباستخدام المعادلة النهائية نحسب مقدار معامل الامتصاص (μ).

الاسئلة :

1. اذا كان جزء من الضوء الساقط يمتص من قبل الواح الزجاج فاين تذهب بقية اجزاء الضوء الاخر؟
2. عرف معامل الامتصاص، وماهي وحداته، وهل ان قيمته تتغير بتغير الطول الموجي المستخدم للضوء ؟
3. ماذا نقصد بسمك النصف؟ وماهي وحداته؟
4. اشتق معادلة النهائية كيفية حساب معامل امتصاص الزجاج ؟
5. ماهي العوامل المؤثرة على معامل الامتصاص الخطي ؟

$$n\lambda = d\ sin \propto \qquad .....(8)$$

حيث ان:-

(n=1.43,2.45,3.47) للمراتب المضيئة.

(n'=1,2,3) للمراتب المظلمة

الاسئلة

1. ما معنى كلمة ليزر (LASER).
2. عدد انواع الليزرات.
3. ما هي ابرز تطبيقات استخدامات الليزر.

تجربة(6)

تعيين شحنة الالكترون بتجربة قطرة الزيت لميلكان
Determining electrical charge by Millikan oil drop

الهدف من التجربة (Objects of the experiment)

1- حساب الشحنة المتولدة على قطرة الزيت (q)
2- حساب نصف قطر قطرة الزيت (r)

نظرية التجربة (Theory)

ولد العالم (Robert Andrews Millikan) عام (1868) في موريسون. مليكان معروف على وجه الخصوص لتعيينه شحنة الالكترون(e). وذلك عن طريق تجربته المشهورة والمعروفة بقطرة الزيت، قام بها روبرت مليكان عام (1909) وذلك بتحريك قطرة صغيرة من الزيت في مجال كهربائي بمعدل يوازي قوى الجاذبية واللزوجة (عند مروره خلال الهواء) والقوة الكهربائية.

يمكن حساب تلك القوى من خلال قوة الجاذبية وقوة اللزوجة حسب كمية وسرعة قطرة الزيت فمنها يمكن استنباط القوة الكهربائية. بمان القوة الكهربائية هي نتاج الشحنة الكهربائية ومجال كهربائي معطى، فيمكن حساب الشحنة الكهربائية لقطرة الزيت بدقة تامة. نجد عند قياس الشحنة لقطرات زيت مختلفة ان الشحنات كلها هي مضاعفات صحيحة لشحنة صغيرة مفردة وتسمى الشحنة الاولية (e).

عندما يسلط مجال كهربائي كثافته (E) على شحنة (q) لقطرة زيت كتلتها (m_{oil}) في مجال كهربائي متجانس بين صفيحتين نلاحظ هناك عدة قوى مؤثرة على القطرة وهي :

gravitational force $F_g = m_{oil} \times g$

Buoyant force $= m_L \times g$

Electric charge force $= q \times E$

حيث ان :

m_{oil} : كتلة قطرة الزيت

m_L : كتلة الهواء المزاح بسبب قطرة الزيت الكروية

q: شحنة القطرة الزيتية

η : لزوجة المائع

r: نصف قطرة الزيت

v: السرعة النسبية لقطرة الزيت الكروية

V: الجهد الكهربائي المسلط

ρ_{oil} : كثافة الزيت المستخدم

في الشكل (1) يمثل مخطط انواع القوى المؤثرة على القطرة اثناء دخولها في الحجرة قبل تسليط مجال وبعد ان سلطنا مجال على القطرة الزيتية.

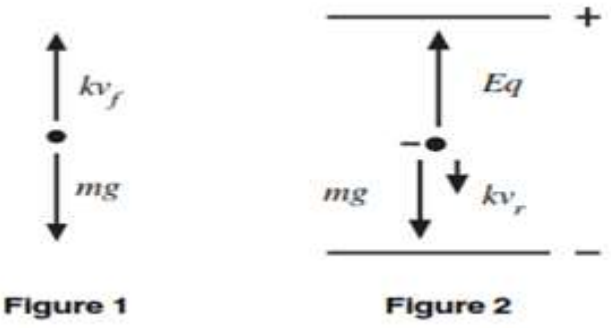


Figure 1 Figure 2

الشكل (1) يمثل مخطط انواع القوى المسلطة على قطرة الزيتية

سوف نوضح كيف تم اشتقاق المعادلات من خلال القوى المسلطة على القطرة لحساب نصف قطرها ومقدار الشحنة المتولدة على القطرة كما يلي:-

لو فرضنا ان القطرة الزيتية سقطت خلال مجال حر وبسرعة (v_1) ، عند تساوي قوة الجاذبية وقوة الطفو سوف نحصل على المعادلات الاتية

$$F_g - F_b = 0$$
$$mg - 6r\eta\pi v_1 = 0$$
$$\left(\frac{4}{3}\pi\rho r^3\right)g - 6r\pi\eta v_1 = 0$$
$$r = \sqrt{\frac{9\eta v_1}{2g\rho}} \qquad (1)$$

لو حسبنا الجهدالمسلط على القطرة بين الصفيحتين هو (V) وان (d) المسافة بين اللوحين و (v_2)السرعة الى الاعلى تحت تاثير المجال الكهربائي المسلط على قطرة الزيت ، سوف نلاحظ تاثير القوى على القطرة كما يلي من خلال المعادلات:-

$$F_g - F_E + F_b = 0$$
$$\left(\frac{4}{3}\pi\rho r^3\right)g - q\frac{V}{d} + 6\pi\eta r v_2 = 0 \qquad (2)$$

لو فرضنا ان القطرة الزيتية في حالة طفو داخل الحاوية تحت تاثير المجال الكهربائي المسلط عليها ، ومن خلال القوى المسلطة عليها نحصل على مايلي:-

$$F_g - F_E = 0$$
$$\left(\frac{4}{3}\pi\eta r^3\right)g - q\frac{V}{d} = 0$$
$$\therefore q = \frac{6dv_1\pi\eta}{V}\sqrt{\frac{9\eta v_1}{2\rho g}} \qquad (3)$$

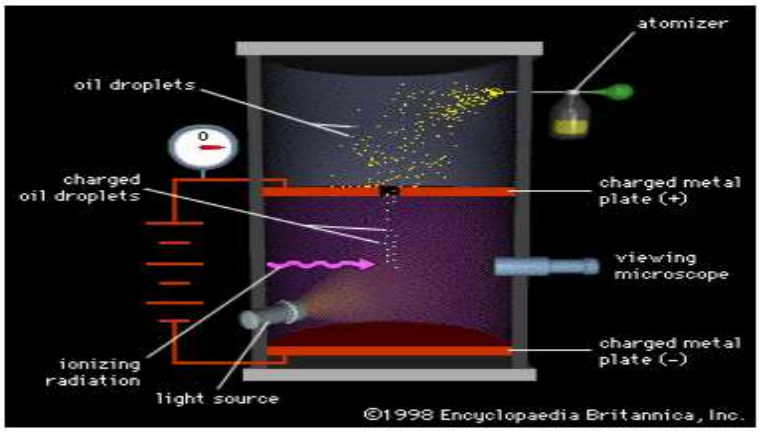
$$q = 2\times 10^{-10}\left(\frac{v_1}{V}\right)^{3/2} \qquad (4)$$

من خلال معادلة (4) سوف يتم حساب الشحنة المتولدة على القطرة الزيتية .

تصميم الجهاز (Design of device)

يحتوي جهاز مليكان على زوج من الصفائح المعدنية الافقية المتوازية، عند تسليط فرق جهد على الصفائح، ينشئ بينهما حقلا كهربائيا في الفراغ. وقد استخدمت اسطوانة من مادة عازلة لفصل الصفائح عن بعضها البعض، ثم فتحت اربع فتحات في جدار الاسطوانة ثلاث منها

للاضاءة بضوء ساطع والفتحة الاخرى تستخدم للرؤية باستخدام المجهر . ويمثل شكل (2) مخطط للجهاز وكيف يتم نزول القطرات مع وجود المجال الكهربائي

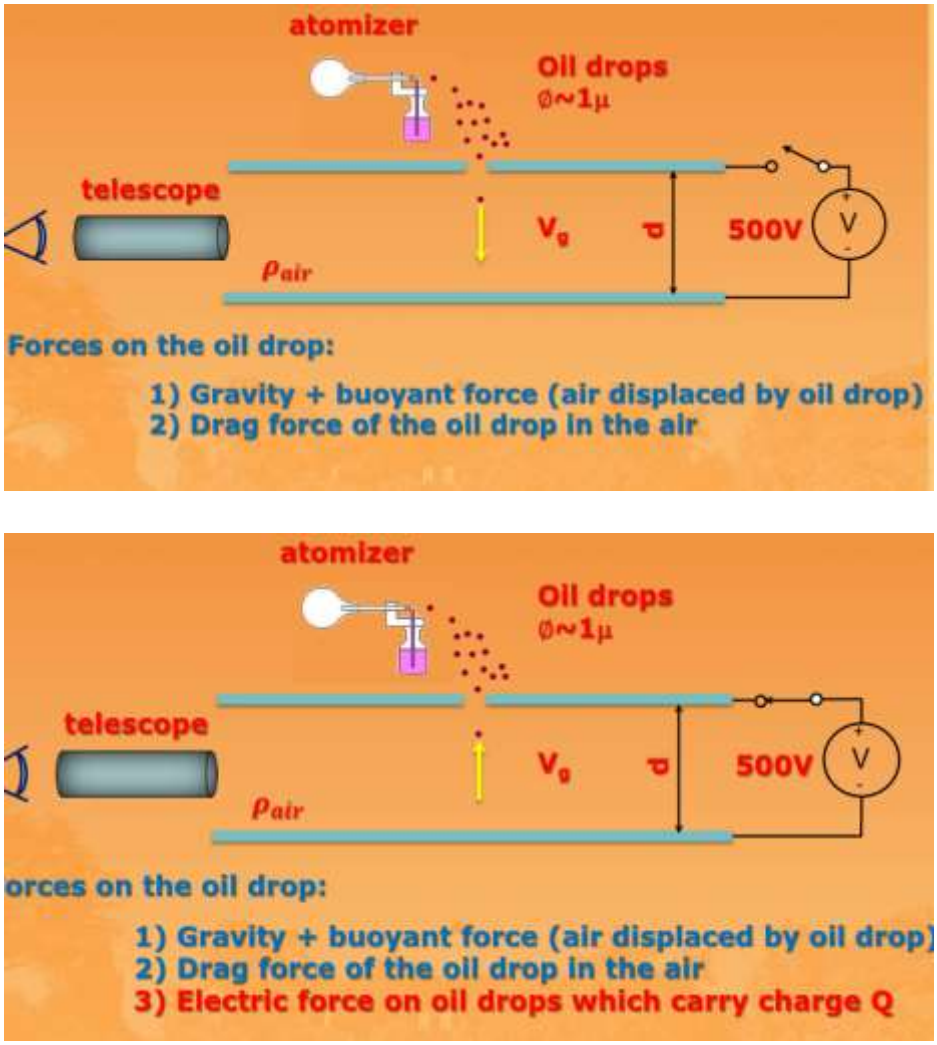


الشكل (2) يمثل مخطط لجهاز مليكان اثناء نزول القطرات

عمل الجهاز (Operation of device)

تنفث غمامة ذات قطرات زيتية دقيقة في الحجرة فوق الصفائح، ويستخدم هذا الزيت عادة في اجهزة التفريغ لتمتعه (بضغط بخار منخفض جدا). اما الزيت العادي يتبخر نتيجة الحرارة الصادرة من المنبع الضوئي فتتغير كتلة قطرة الزيت اثناء التجربة. تشحن بعض القطرات كهربائيا نتيجة الاحتكاك مع فوهة النفث اثناء النفث.

تدخل القطرات في الفراغ بين الصفيحتين فتخضع القطرات المشحونة الى تاثير الحقل الكهربائي فيمكننا ان نوازن القوى المؤثرة ميكانيكيا و نجعلها تهبط او ترتفع بتغير الجهد المسلط بين الصفائح . كما موضح في شكل (3)



شكل (3) يمثل مخطط للقوى المؤثرة عند نزول القطرات بوجود مجال او غير موجود

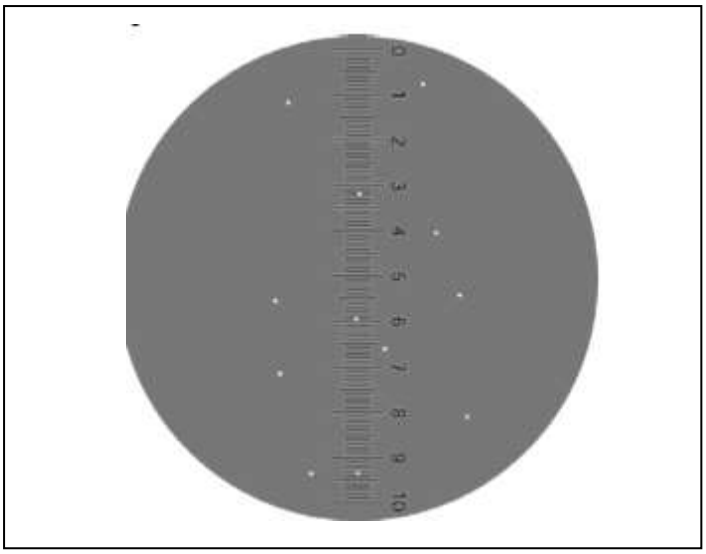
الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1. جهاز مليكان
2. مجهز قدره
3. ساعة توقيت كهربائية
4. زيت ذو ضغط منخفض

شكل (4) يبين جهاز مليكان

طريقة العمل (Experimental)

1. استخدام الة رش رذاذ الزيت عبر جهاز يحتوي على قطبين (سالب وموجب) وباستخدام المجهر سوف نلاحظ القطرات، وبتسليط ضؤ قوي على القطرات اثناء نزولها بين اللوحين مما يجعلها تتلاء ويمكن مشاهدتها بسهولة كما في الشكل (5)



شكل (5) يوضح القطرات وهي داخل المجهر

2. نسلط مجال كهربائي مقداره مابين (0–600) فولت بين الصفيحتين الموجودة في الجهازلحين صعود القطرة المحددة الى حد معين عندها نحسب مقدار الجهد انذاك.
3. عند وصول القطرة الى الحد المطلوب قم باغلاق الجهد المسلط (off).
4. احسب الزمن اللازم الذي تستغرقه القطرة اثناء نزولها لمسافة محددة في حال عدم وجود مجال كهربائي.
5. كرر الخطوات السابقة لعدة مرات ، ثم احسب معدل زمن نزول القطرة (t_{ave}).
6. احسب سرعة نزول القطرة (v_1) من خلال معرفتنا للزمن والمسافة المقطوعة .
7. احسب مقدار الشحنة المتولدة على القطرة من معادلة (3) والتى تمثل اصغر شحنة مكممة وهي شحنة الالكترون.

الاسئلة:-

1. لماذا نستخدم زيت معين في التجربة ؟
2. في التجربة نلاحظ ان قطرة الزيت لاتتزن عند توليد المجال الكهربائي بين اللوحين ؟
3. لماذا يكون لوحا المكثف افقيا ومتوازيين تماما ؟
4. لماذا تكون غرفة الحجرة محكمة جدا ؟

تجربة (7)

فرانك هيرتز للزئبق

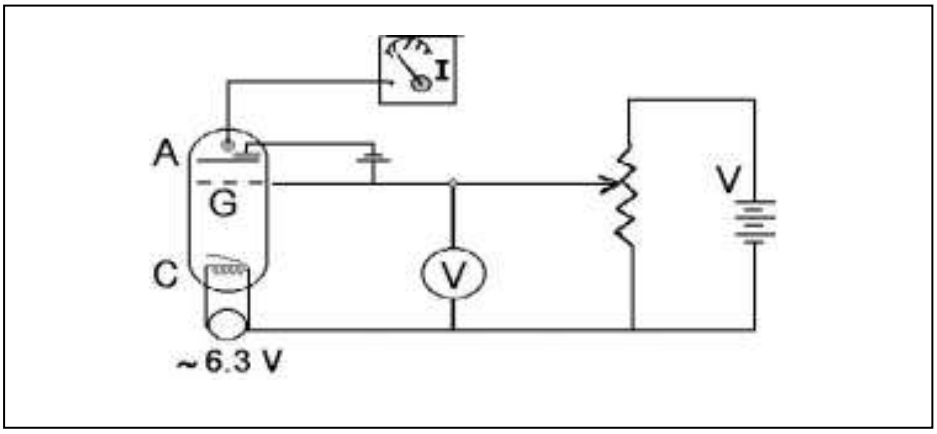
Frank Hertz Experiment with Mercury

الهدف من التجربة (Objects of the experiment)

تعيين جهد التهيج للزئبق

نظرية التجربة (Theory)

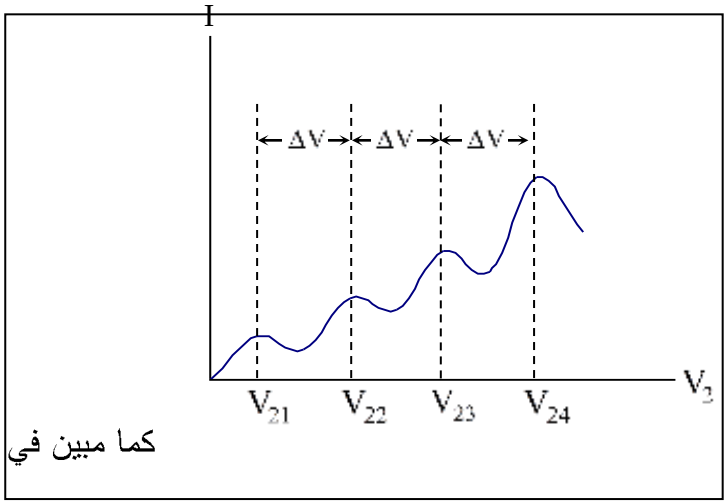
طاقة التهيج هي كميات محددة من الطاقة اللازمة لرفع الالكترونات من الحالة الارضية الى الحالة المتهيجة، ففي هذه التجربة ندرس قابلية ذرات الغاز لامتصاص الطاقة المجهزة باستخدام صمام ثلاثي مملوء بغاز احادي الذرة (الزئبق) كما مبين في الشكل (1)



شكل (1) يبين مخطط الدائرة الكهربائية

ان الالكترونات المنبعثة من الكاثود تعجل باتجاه الشبكة بواسطة فرق جهد معين، وبزيادة فرق الجهد هذا تزاداد الطاقة الحركية للقذائف الالكترونية وعندما تكون طاقتها اقل من الطاقة اللازمة لتهيج الالكترونات المدارية في الذرات فان الاصطدام بين القذائف الالكترونية

والذرات يكونة مرنا (اي ان الفقدان في الطاقة الحركية يكون قليل جدا بحيث يمكن اهماله)



شكل (2) يبين العلاقة بين التيار وفرق الجهد

اذ نقوم بقياس عدد الاكترونات (على شكل تيار(I)) التي تخترق البخار وتصل الى الانود(A) مع جهد التسريع(V)، تمثل العلاقة بيانياً بين (I) و (V) اذ نحصل على قيم عظمى وصغرى في التيار وعليه فأن القذائف الالكترونية تصل الى الانود (الجامع) اذا كانت طاقتها كافية للتغلب على فرق الجهد العائق، وبزيادة فرق الجهد المعجل (V) يزداد تيار الجامع وعندما تصبح الطاقة الحركية للقذائف الالكترونية مساوية او اكثر بقليل من الطاقة التهيج الاولى للذرة يحدث تصادم غير مرن بين بعض القذائف الاكترونية وذرات الغاز فتمتص الذرات طاقة التهيج الاولى ترتفع الكتروناتها المدارية من الحالة الارضية الى الحالة المتهيجة الاولى (first excited state) فاذا كانت طاقة القذائف الالكترونية بعد هذا التصادم غير المرن لاتكفي للتغلب على فرق الجهد العائق (V_3) وللوصول الى الجامع يبدأ التيار بالانخفاض عند فرق الجهد (V_{21}) وبزيادة فرق الجهد المعجل (V_2) فأن القذائف الالكترونية التي كانت قد تصادمت تصادماً غير مرن تكتسب طاقة مرة اخرى تستطيع التغلب على فرق الجهد العائق وبذالك نلاحظ زيادة في التيار مرة اخرى ثم انخفاض اخر بتيار الجامع، عندما يكون فرق الجهد (V_{22}) ضعف قيمة الجهد (V_{21}) ويفسر هذا الانخفاض في تيار الجامع ان القذائف

الالكترونيه تعاني من تصادمين غير مرنين من نفس النوع ويحدث انخفاض في تيار الجامع عندما يكون يكون فرق الجهد (V_{22}) غير مساوي للمضاعفات جهد التهيج الاول نتيجة التهيج الذرات الى مستويات اخرى للطاقة ولا تحدث الانخفاضات في التيار بصورة حادة وذلك بسبب اختلاف السرع الابتدائيه للقذائف الالكترونيه المنبعثة، واختلاف الجهد على طول نقاط الخويط وبسبب جهد التماس فأن فرق الجهد (V_{21}) لا تمثل القيمه المظبوطه لجهد التهيج الاول وانما جهد التهيج الاول يساوي الفرق بين الجهد الاول والثاني حسب المعادله الاتية:-

$$V = V_{22} - V_{21}$$

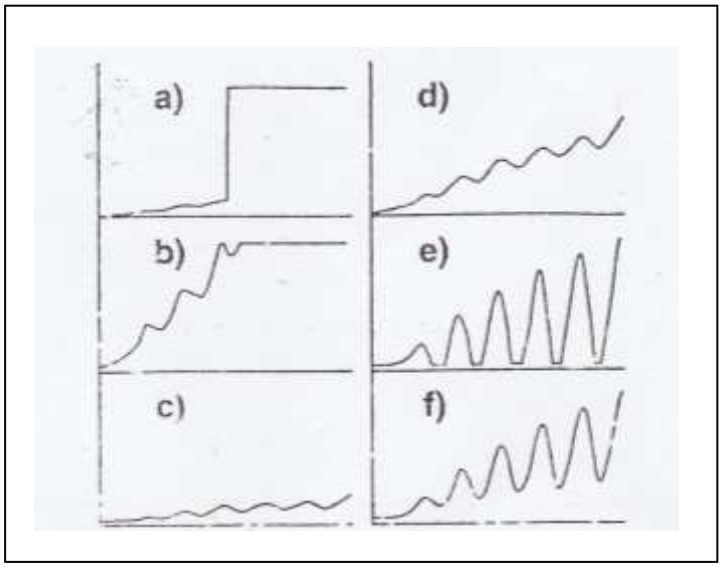
الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1. صمام فرانك-هرتز
2. فرن كهربائي
3. جهاز اوسلسكوب (CRO)

شكل (2) يبين جهاز فرانك هرتز

طريقة العمل (Experimental)

1. اجعل مفتاح التشغيل (d) على الوضع (RESET) ثم شغل وحدة القدرة بعد ثواني قليلة تلاحظ ان مؤشر (LED) للزئبق يتغير من اللون الاحمر الى الاخضر.
2. اجعل درجة الحرارة للفرن (θ=180) و انتظر حتى يتغير المؤشر (LED) للزئبق من اللون الاحمر الى الاخضر.
3. اجعل الجهد الحافز (V_1=1.5v) والجهد العائق (V_3=1.5v).
4. اذا ظهر منحني فرانك هيرتز كما في الشكل (3) على جهاز الاوسلسكوب (CRO) ولاحظنا حدوث تهيج الغاز داخل انبوبة فرانك حالا اجعل مفتاح التشغيل (RESET) و انتظر حتى تصل درجة الحرارة الى حرارة التشغيل .



شكل (3) يبين شكل الموجة على جهاز الاوسلسكوب

5. غير الجهد تدريجياً وسجل في جدول قيم التيار (I) مع فرق الجهد (v).

V volt	I nm
2	
4	
6	
8	

6. مثل بيانياً العلاقة بين المتغــيرين (I) و (V) من المعطيات التي حصلت عليها في الخطوة السابقة.
7. استخرج مواقع القمم من الرسم البياني اي حدد قيم الجهد التي تحصل عندها على قمم واحسب جهد التهيج من العلاقة الاتية:

$$v_{tot} = \{(v4 - v3) + (v3 - v2) + (v2 - v1)\}/3$$

الاسئلة:-

1. ما هو الغرض من الشبكة الموجودة في انبوبة فرانك –هرتز؟
2. فسر بالتفصيل لماذا نحصل على قيم عظمى وصغرى في التيار؟
3. هل طاقة الاثارة التي حصلت عليها هي للمستويات الداخلية لذرة الزئبق؟ فسر ذلك؟

تجربة (8)

حيود الضوء من الشق الواحد بأستخدام أشعة الليزر

Diffraction grating using laser rays

الهدف من التجربة (Objects of the experiment)

1. قياس توزيع الشدة لحيود فرانهوفر لشق ضوئي واحد عرضه (0.12cm).
2. قياس ارتفاع القمة وموضعهأ وكذلك النهاية الصغرى وقيمتها.
3. حساب زا وية الحيود للمراتب المظلمة و المضيئة عمليا و نظريا.

نظرية التجربة (Theory)

عندما تمر اشعة ضوئية متوازية متجانسة ذو طول مو جي (λ) خلال شق ضيق عرضه (d mm) فألاشعة تعأني حيودا، مشكلا مساقط على الشاشة تتكون من قمة اساسية و قمم ثانوية تظهر على جانبي القمة الاساسية. شده الضوء تتناسب مع الزاوية (α) وتبعا لقانون كرشهوف .

$$I_\alpha = I_0 \left(\frac{sin\beta}{\beta}\right)^2 \qquad .....(1)$$

$$\beta = \frac{\pi d}{\lambda} sin\alpha \qquad .....(2)$$

وتكون شدة الضوء ا قل ما يمكن عندما تكون

$$\beta = \pm[2\pi, 3\pi, ... , n\pi] \quad .....(3)$$

$$\alpha = sin^{-1}\frac{n\pi}{d} \qquad .....(4)$$

نظرية الميكا نيك الكمي:

نظرية هايزنبرك في اللادقة او عدم التحديد تنص على ان أي كميتين مقترنتين كالزخم لا يم كن ايجاد قيمتها بصورة مضبوطة وفي نفس الوقت فمثلا كمية من الفو تونات والتي يمكن تع يين موضعها بدلالة الدالة ($f_{(x)}$) وتعيين زخمها بدلالة الدالة ($f_{(p)}$) فعدم الدقة في الموضع(x) والزخم (p) يمكن وضعها بالمعادلة.

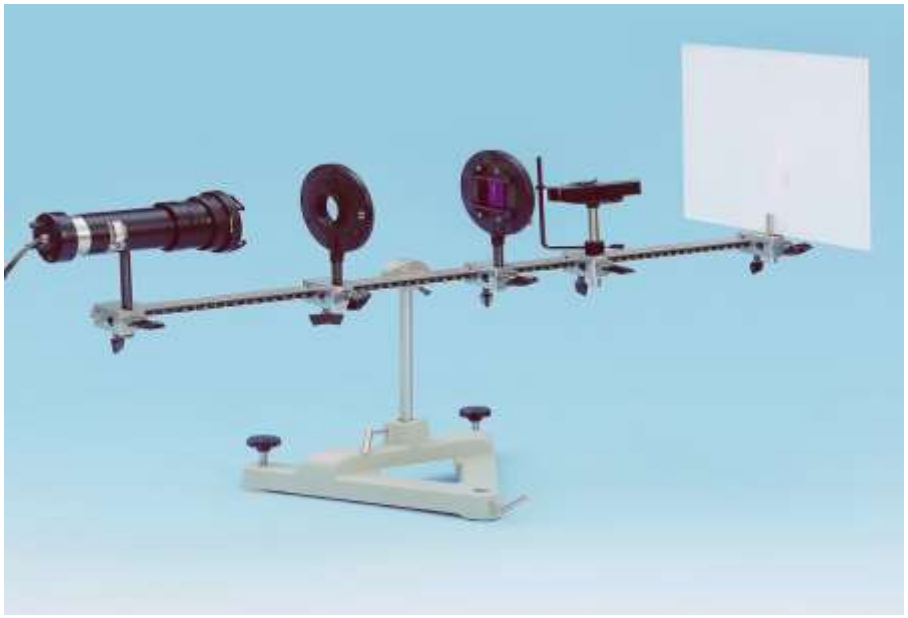
$$\Delta y - \Delta p \geq \frac{h}{4\pi} \qquad .....(5)$$

حيث ان:-

h: ثابت بلانك ($6.63*10^{-34}$)

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

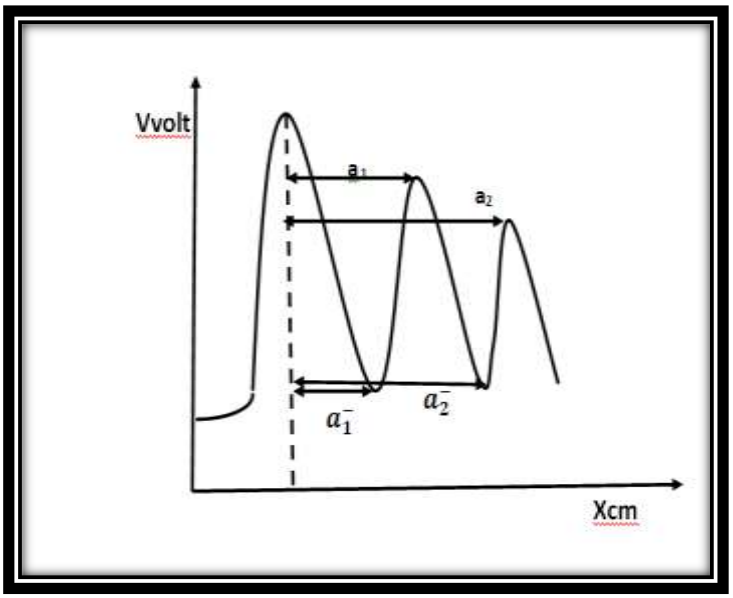
1. منضدة ضوئية
2. مصدر اشعة ليزر
3. خلية ضو ئية
4. افوميتر رقمي
5. حاجز يحمل شق ضوئي، شاشة



شكل (1) يبين منظومة حيود الضوء باستخدام اشعة الليزر

طريقة العمل (Experimental)

1. يثبت جهاز اشعة الليزر والشق والخلية الضوئية والحاجز على مسطرة ضوئية.
2. يوضع امام مصدراشعة اليزر شق عرضه (0.12cm) لنحصل على الحيود ويمكن ا ستلامه على الحاجز المثبت بحيث يمكن استلام التيار الكهروضوئي الناتج من سقوط ه على الخلية الضوئية بواسطة الفولتميتر الرقمي.
3. تثبت الخلية الضوئية في اوطا نقطة من النهاية الصغرى والى يسار النهاية العظمى الاساسية، ثم حرك الخلية الضوئية لمسافات متقاربة محاولا رسم النهأية العظمى الا ساسية واثنين من النهاية العظمى الثانوية.
4. ارسم العلاقة البيانية بين الفولتية (V) على المحور الصادي والمسافة (X) على المحـ ور السيني.
5. ارسم مسقط من اعلى القمم الاساسية والثانوية على المحور السيني ثم قس المسافة بين كل من القمه الاساسية والقمم الثانوية الاولى والثانية كما في الشكل (2)



شكل (2) يبين القمم الاساسية والثانوية لاشعة الليزر

من الشكل (2) اوجد قيمة كل من (a_1, a_2, a_3) و(a_1', a_1', a_1')

6. أحسب زاوية الحيود عمليا للقمم المضيئة والمظلمة من معادلة (6 و7).

$$tan\alpha = \frac{a}{b} \qquad .....(6)$$

$$tan \propto' = \frac{a'}{b} \qquad .....(7)$$

حيث ان:

a :المسافة من القمة الاساسية الى القمة الثانوية المضيئة.

a' :المسافة من القمة الاساسية الى القمة الثانوية المظلمة.

b :مقدار ثابت يمثل المسافة من الشاشة الى الشق.

7. أحسب زاوية الحيود نظريا للقمم المضيئة والمظلمه حسب العلاقة:

تجربة (9)

انبعاث الاشعة الكاثودية في الفراغ وحساب القطبية وايجاد الشحنة النوعية لحاملات الشحنة

Cathode rays emission in vacuum determining the polarity and estimating the specific charge of the emitted charge carriers

الهدف من التجربة (Objects of the experiment)

1- حساب القطبية لحاملات الشحنة المنبعثة من الكاثود

2- حساب الشحنة النوعية لحاملات الشحنة

نظرية التجربة (Theory)

في عام 1895 قام العالم الفرنسي جين بيرين بدراسة خواص الاشعة الكاثودية ومن خواصها انها تسير بخطوط مستقيمة ويتأثر مسار الاشعة الكاثودية بالمجال الكهربائي فتنحرف نحو المجال الكهربائي الموجب وبذلك من هذا الحدث اكتشف بيرين على ان الاشعة الكاثودية تحمل شحنة سالبة.

كما ودرس العالم بيرين تأثير مسار الاشعة الكاثودية بالمجال المغناطيسي فوجدها تنحرف مبتعدة عن القطب الشمالي للمغناطيس فعند تعرض جسيم مشحون لكلا تأثير المجالين فأن هذا الجسيم سيقع تحت تأثير قوتين:

القوة الكهربائية $(F_e=qE)$

القوة المغناطيسية $(F_B=qvB)$

ومحصلة القوتين تعرف بأسم قوة لورنتز $(F=qE+qvB)$

وعندما يكون تأثير المجالين المغناطيسي والكهربائي متساويين فأن الشحنة تسير في خط مستقيم اي نشاهد نقطة مضيئة في منتصف الشاشة الفسفورية

$$eE = e\vartheta B \quad (1)$$

$$E = \vartheta B (2)$$

$$\vartheta = \frac{E}{B} (3)$$

عندما يتحرك الكترون شحنته (e) وكتلته (m) عموديا على اتجاه مجال مغناطيسي شدة تدفقه (B) فأن مسار الالكترون يكون دائري وبنصف قطر (r) معطى بالعلاقة التالية :-

$$r = {m\vartheta}/{eB} \qquad (4)$$

ولما كانت

$$\frac{1}{2}\, m\vartheta^2 = eV \qquad (5)$$

سرعة الالكترون(ϑ) تمثل فرق الجهد المعجل بين الانود والكاثود و (V)حيث ان

$$\therefore \vartheta = ({2eV}/{m})^{\frac{1}{2}} \qquad (6)$$

بالمعادلة (4) وبعد تربيعها نحصل على(ϑ) وبالتعويض عن قيمتها

$$\frac{e}{m} = {2V}/{r^2B^2} \qquad (7)$$

ان كثافة الفيض المغناطيسي بملفي هولمهولتز يعطى بالمعادلة التالية:-

$$B = \mu_0 \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{N.I}{R} \qquad (8)$$

حيث ان:-

(N) تمثل عدد لفات كل ملف ويساوي(لفة 320)

(R) نصف قطر الملف (6.7 cm)

(I) تمثل التيار المار في كل ملف بوحدات الامبير

(μ_0) كمية ثابتة وتساوي(1.2×10^{-6} volt.sec/amp)

(r) نصف قطر المسار الدائري لأسطوانة فراداي تساوي (16cm)

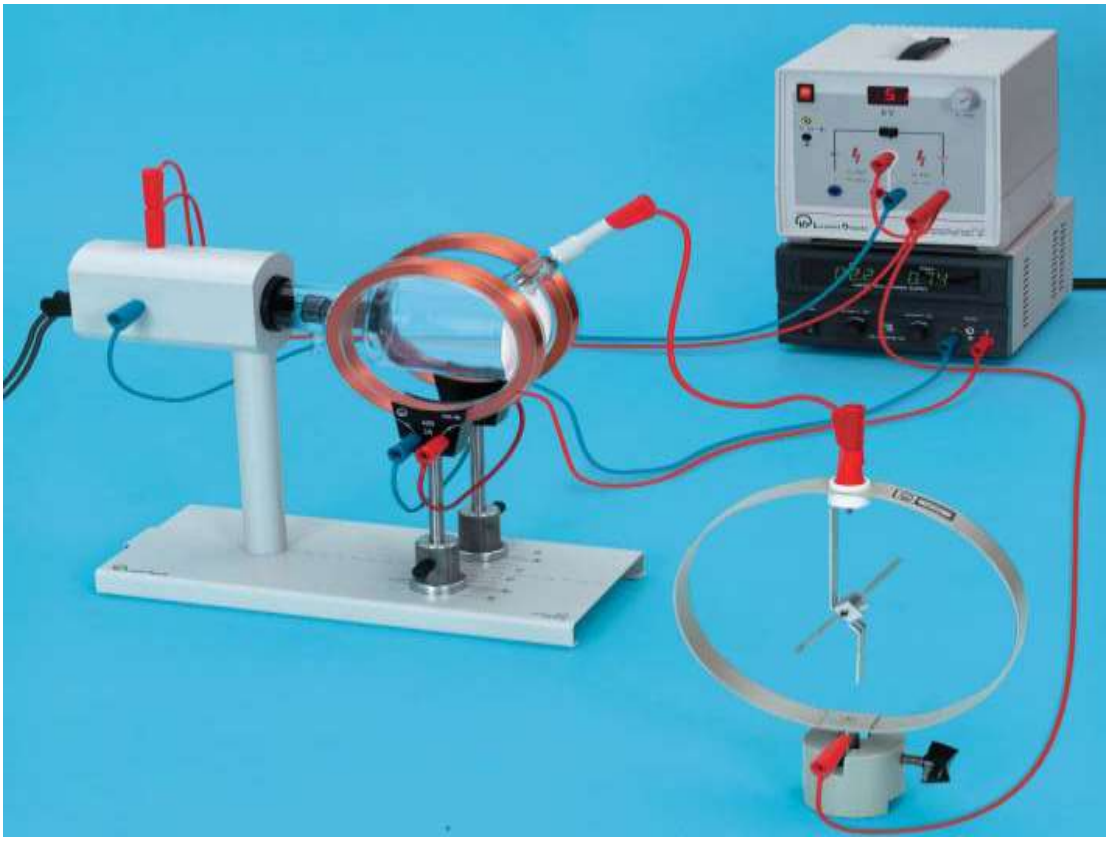
ويمكن حساب نسبة شحنة الالكترون الى كتلته من المعادلة التالية

$$\frac{e}{m} = {}^{2V}/_{r^2B^2} \qquad (9)$$

$$\therefore \frac{\mathrm{e}}{\mathrm{m}} = \frac{2 * \mathrm{slope}}{\mathrm{r}^2}$$

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1. انبوبة بيرين
2. قاعدة
3. ملفات هولمهولتز
4. مجهز فولتية عالي (10kv)
5. مجهز قدرة DC
6. جهاز فحص القطبية



شكل (2) يبين جهاز الاشعة الكاثودية

طريقة العمل (Experimental)

1. نختارفولتية الانود من(2.5- 5 kv) لحين ظهور البقعة الضوئية في انبوبة بيرين.
2. نأخذ القطب السالب من مجهز الفولتية لكي نشحن جهاز فحص القطبية.
3. نضع الفولتية على اعلى قيمة لها من مصدر الفلولتية الاخر.
4. نغير بالتيار ببطئ لحين دخول البقعة الضوئية في فوهة انبوبة (تسمى اسطوانة فراداي)
5. نسجل قيمة التيار في تلك اللحظة.
6. نكرر هذه العملية لقيم متعددة للفولتية وندونها في الجدول ادناه.
7. ارسم علاقة بيانية بين (B^2) على المحور السيني و(v) على المحور الصادي ونحسب slope.
8. نحسب قيمة الفيض المغناطيسي من المعادلة التالية:-

$$B = \mu_0 \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{N.I}{R}$$

9. ويمكن حساب نسبة شحنة الالكترون الى كتلته من المعادلة (9)

V volt	I amp	I^2 amp^2	B^2(Tesla)
2.5			
3			
3.5			

الاسئلة:-

1. اذكر خواص الاشعة الكاثودية؟
2. ما هو تأثير المجال الكهربائي والمغناطيسي على الاشعة الكاثودية؟
3. كيف يتم توليد الاشعة الكاثودية؟