

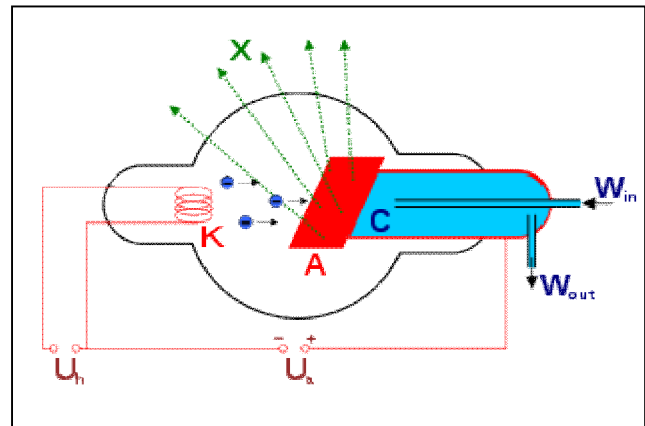
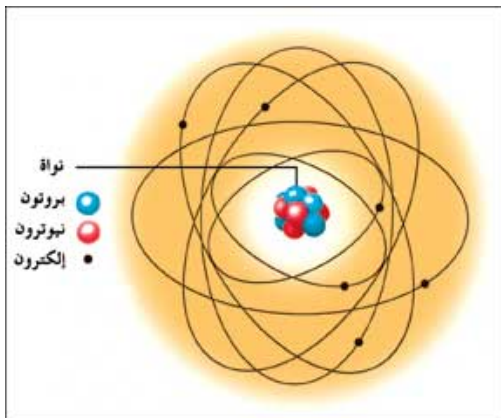
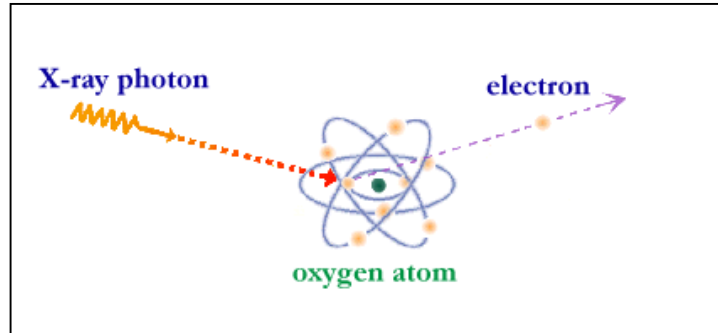
مختبر الفيزياء الحديثة والذرية

2.500

المرحلة الثانية

الفصل الاول

العام الدراسي 2017-2018



رسالة المختبر

طرح المادة العلمية بصيغة تتلائم والتطور الحاصل في المسيرة التعليمية وينسجم مع متطلبات الجودة والاداء، ويتمشى مع التطور العلمي والعملية مع المنهاج العالمي في الجامعات الاخرى.

الرؤيا:

المساعدة في تدريب الطلاب على تجارب واساسيات الفيزياء الحديثة والذرية والتطلع لمعرفة تطبيقاتها. والتحقيق والتأكد من معلومات سبق ان تعلمها الطالب ، حيث يزود بخطوات اجراء التجربة سلفاً كما توضح له النتيجة التي سيحصل عليها وبذلك يقارن ما تعلمه نظرياً مع ما توصل اليه عملياً ويشجع الطلبة على اكتشاف المفاهيم الفيزيائية واكتساب مهارات التفكير العلمي الاساسية ويعمل على تعميق الفهم.

الهدف من المختبر:

- 1- ترسيخ المفاهيم النظرية الحديثة في الفيزياء بتجارب ثبوتية يجريها الطالب بنفسه.
- 2- تنمية المهارات التجريبية لدى الطلاب وتعميق روح البحث والاكتشاف.
- 3- تدريب الطلاب على التعامل مع الاجهزة والتعامل مع فرق جهد عالي، اضافة الى تدعيم الافكار النظرية التي يدرسونها في مقررات الفيزياء الحديثة والذرية.

المقدمة:

في هذا الفصل الدراسي سوف يتعلم الطالب عند عمل التجربة الطرق المختبرية في كيفية قياس معطيات ظاهرة فيزيائية باستخدام 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.

تعليمات عامة

1. ان معظم الاجهزة المستخدمة في هذا المختبر حساسة وتعطيها بسبب تعطيل المختبر وهو بالتاكيد ليس هدفنا .
2. لا تشغل اي جهاز قبل ان يتأكد 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 تاريخها ومكتشفيها وعن اهميتها في الفيزياء .

نظرية التجربة (Theory)

المطلوب هنا هو شرح مختصر وواف للنظرية المراد دراستها مع وصف الاجهزة المستخدمة والرسومات 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)

شرح توافق النتائج العملية او عدمه مع النتائج المتوقعة.

اسماء تجارب الفصل الدراسي الاول

رقم التجربة	اسم التجربة	رقم الصفحة
تجربة رقم (1)	حيود الالكترونات	5
تجربة رقم (2)	حساب ثابت محرز الحيود بأستخدام مصدر الكادميوم	12
تجربة رقم (3)	ايجاد الشحنة النوعية للالكترون بطريقة ثومسن	16
تجربة رقم (4)	قانون موزلي	20
تجربة رقم (5)	تعيين ثابت بلانك بأستخدام الخلية الكهروضوئية	25
تجربة رقم (6)	ظاهرة زيمان	33
تجربة رقم (7)	فرانك هرتز للنيون	42
تجربة رقم (8)	خواص (λ_{min}) لطيف الاشعة السينية المستمرة	46
تجربة رقم (9)	تقدير حجم جزيئات الزيت	50
تجربة رقم (10)	توهين الاشعة السينية	53

تجربة (1)

حيود الإلكترونات

Electron Diffraction Experiment

الهدف من التجربة (Objects of the experiment)

1. تحقيق الخاصية الموجية للإلكترون من خلال إيجاد الطول الموجي له.
2. حساب المسافة البينية بين المستويات في بلورة الكرافيت.

نظرية التجربة (Theory)

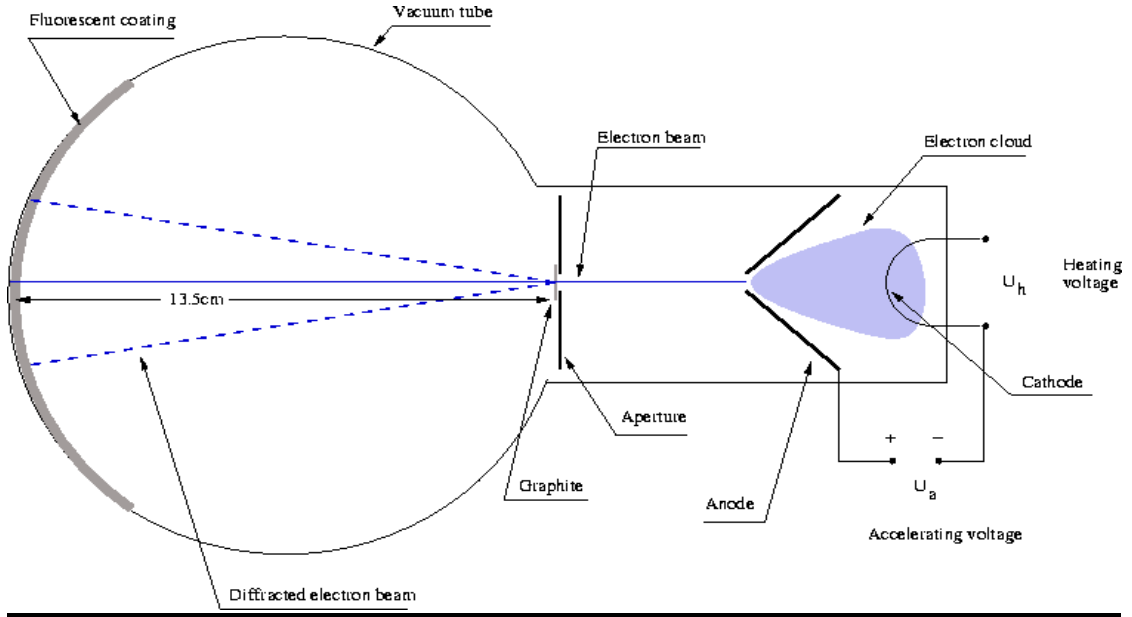
تعد الخاصية الجسيمية-الموجية للإلكترون أحد أهم الدعائم التي تركز عليها الفيزياء الكمية. ولقد تم التحقق من الخاصية الجسيمية للإلكترون من خلال سلسلة من التجارب كان أهمها تلك التي قام بها العالم تومسن في تتبع مسار الإلكترونات أثناء مرورها بين مجالين كهربائي ومغناطيسي. أما الخاصية الموجية للإلكترون فقد كان للعالم دي برولي (De Broglie) السبق في بلورة فكرة أن الإلكترونات المتحركة ربما تمتلك الخاصية الجسيمية والخاصية الموجية في آن واحد. وبناءً على هذا الفرض، فإن الطول الموجي للجسيم سيتناسب عكسياً مع زخمه الخطي، أي أن

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

حيث: h ثابت بلانك

$(p = mv)$ الزخم الخطي للجسيم.

وفي هذه التجربة سنطبق المعادلة (1) لإثبات الخاصية الجسيمية للإلكترون وذلك من خلال دراسة حيود الإلكترونات المعجلة التي تسقط على عينة من الكرافيت متعدد البلورات (سداسية التركيب البلوري)، ومنها إلى شاشة عرض screen الشكل (1).



يبين الشكل (1) انبعاث الإلكترونات

وخلال عملية التعجيل الناتجة عن تطبيق جهد V ، سيكتسب الإلكترون طاقة حركية تعطى بالعلاقة:

$$\frac{p^2}{2M} = eV \quad \dots (2)$$

حيث ان:

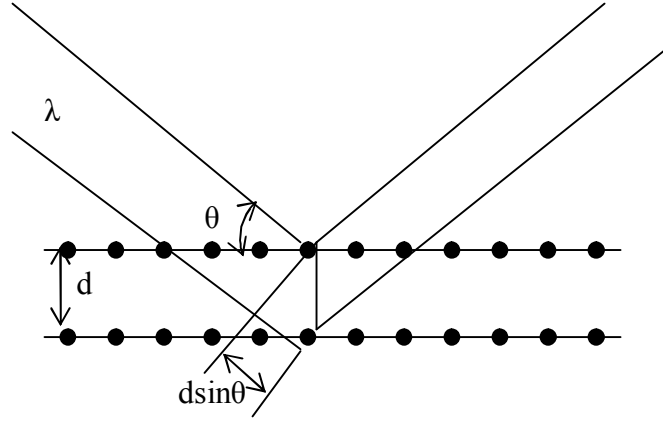
$$M=9.1 \times 10^{-31} \text{kg} , e=1.6 \times 10^{-19} \text{C}$$

ثم باستخدام العلاقتين (1) و (2)، يمكن حساب الطول الموجي للإلكترون، أي أن

$$\lambda_{th} = \frac{h}{\sqrt{2MeV}} \quad \dots (3)$$

فإذا كانت الإلكترونات المعجلة تمتلك الصفات الموجية فستظهر على الشاشة ظاهري الحيود والتداخل اللتان تعدان من أهم خصائص الموجة.

وبناءً عليه فإن حزمة الإلكترونات سوف تصطدم ببلورات الكرافيت، التي تشكل محرز حيود عالي الدقة ومن ثم تنعكس، الشكل (2).



شكل (2) يبين مستويات بلورة الكرافيت

ويوجد شرطان للحصول على التداخل البناء للموجات

1. أن تتساوى زاويتا السقوط والانعكاس.
 2. أن يساوي طول فرق المسار عدد صحيح من الطول الموجي.
- ومن الشكل (2)، وطبقاً لقانون براك فإن

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

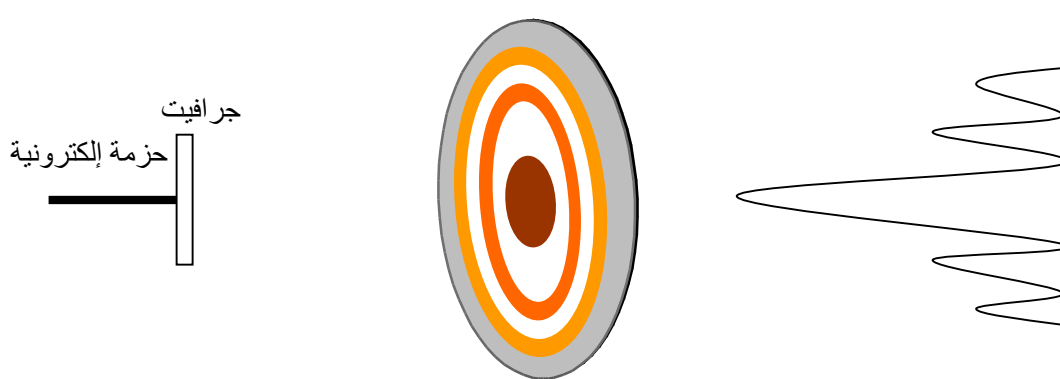
حيث ان:

(d) المسافة بين المستويات الشبكية للكرافيت

(θ) الزاوية بين الحزمة الإلكترونية الساقطة وطبقة الذرات

(n) رتبة الحيود

فإذا كانت الإلكترونات تمتلك الصفات الموجية، فيمكننا في هذه الحالة استخدام المعادلة (4) لوصف حيود الإلكترونات. فعند سقوطها على بلورت الكرافيت ستعكس لتستقبل على شاشة فسفورية فتتأين نتيجة لسقوط الإلكترونات عليها مما يتيح لنا الفرصة لرؤيتها كحلقات مركزها نقطة مضيئة، شكل (3).



الشكل (3) يبين صورة لحيود الالكترونات كحلقة مركزها نقطة مضيئة

وبالنسبة لبلورات الكرافيت فإن الإلكترونات المنعكسة تنتشر على شكل مخروط قاعدته على الشاشة، الشكل (4)

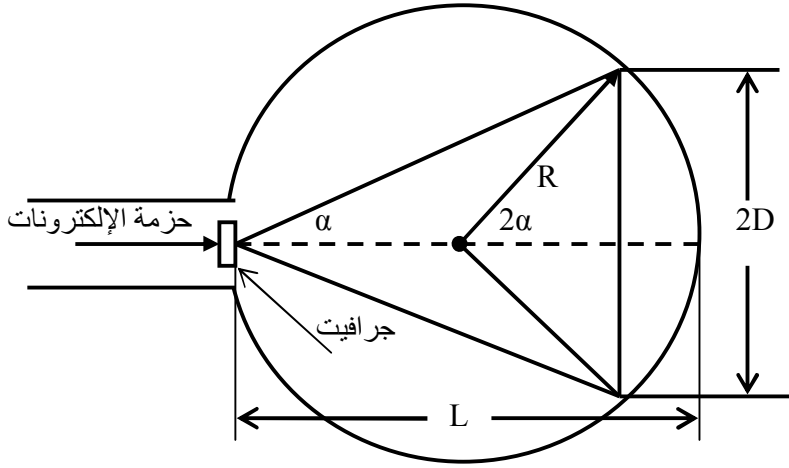
$$\tan 2\alpha = \frac{D}{2L} \quad \dots \dots (5)$$

حيث ان:

(α) زاوية الحيود وتساوي ضعف زاوية السقوط (θ).

(L) طول الأنبوبة الزجاجية وهي كمية ثابتة (13.5cm).

(D) نصف قطر حلقة الحيود.



شكل (4) يبين زاوية الحيود ونصف قطر الأنبوبة الزجاجية

بما ان

$$\sin 2\alpha = 2\sin \theta \quad \dots \dots (6)$$

$$2\sin \theta = \frac{D}{2L}$$

وبأستخدام معادلة (4) نحصل على

$$d = \frac{2Ln\lambda}{D} \quad \dots \dots (7)$$

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1. انبوبة حيود الالكترتون
2. حامل انبوبة حيود الالكترتون
3. مجهز قدرة (0-10Kv)

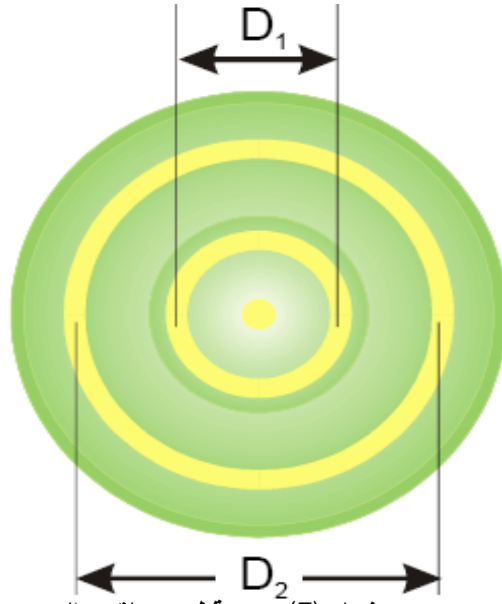


شكل (6) يبين جهاز حيود الالكترونات

طريقة العمل (Experimental)

1. طبق جهد تعجيل بقيمة (5KV)
2. غير جهد التعجيل بين (2-5KV) بمقدار (0.5Kv) وفي كل مرة قم بقياس كل من D_1 و D_2 من على شاشة انبوبة الحيود، كما في شكل (7) ومن ثم سجل النتائج في جدول (1).
3. نأخذ المسافة بين بلورة الكرافيت والشاشة ($L=13.5cm$).
4. ارسم العلاقة بين D_1, D_2 على المحور الصادي و λ على المحور السيني كما في الشكل (8).

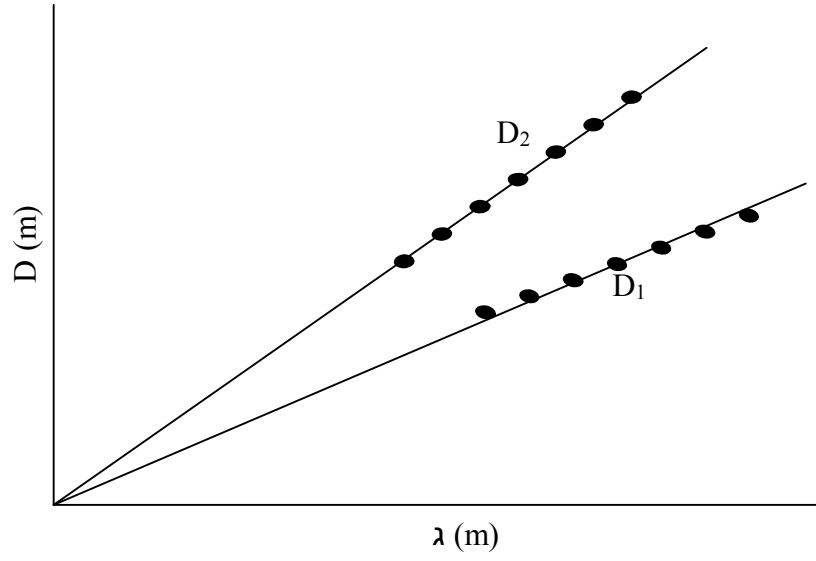
5. أستخدم معادلة (7) لحساب d_1, d_2



شكل (7) يبين قطري حلقتي الحيود

V (kV)	D_1 (cm)	D_2 (cm)	λ_{th} (nm)
2.0			
2.5			
3.0			
3.5			
4.0			
4.5			
5.0			

جدول رقم (1)



شكل (8) يبين العلاقة بين D والطول الموجي λ

الاسئلة:-

1. ماذا نقصد بحيود الالكترن؟
2. اذكر شروط حدوث الحيود؟
3. ماهي العلاقة بين الطول الموجي وطاقة الاليكترون eV ؟

تجربة (2)

ايجاد ثابت محرز الحيود بأستخدام مصدر الكاديوم

Determining diffraction grating constant by using (Cd) source

الهدف من التجربة (Objects of the experiment)

ايجاد ثابت المحرز (d)

نظرية التجربة (Theory)

الحيود هو انحراف الضوء عن مساراته المستقيمة عندما يصطدم بمحزر او يمر خلال فتحة ضيقة ينشا عن ذلك اعادة توزيع شدة الاستضاءة نتيجة لتراكب الموجات الثانوية التي انقسم اليها الجزء الغير مقيد من مصدر الموجة.

محزر الحيود هو عبارة عن عنصر بصري ذو طراز منتظم يقسم الضوء ويحيده الى عدة حزم ضوئية بعدة اتجاهات وتتحدد اتجاهات تلك الحزم الجديدة وفق تباعد التخزين وطول الموجة للضوء الساقط، فالمحزر يقوم بعمل عنصر مشتت للضوء. عندما يكون الضوء احادي فان جميع الموجات الحائدة بزوايه معينه (θ) من كل الفتحات المعرضة للضوء تقوي بعضها البعض اذا تحقق شرط التداخل البناء.

$$n \lambda = d \sin \theta \quad (1)$$

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

حيث ان:-

n : الرتب الطيفية (رتبة الحيود) تقل شدتها كلما زادت الرتبة من الجانبين

λ : الطول الموجي

d: ثابت محزر الحيود (المسافة الصغيرة الفاصلة بين حزين متجاورين) وتعطى بالعلاقة :-

$$N = \frac{1}{d}$$

N: عدد الحروز او الشقوق

المطياف: هو جهاز يستعمل لقياس الخواص الضوئية عبر نطاق معين من طيف الموجات الكهرومغناطيسية، وبصفة خاصة يقوم بالتحليل الضوئي للتعرف على مكونات المواد. قد تقاس مباشرة من شدة الضوء او استقطاب الضوء.

وهو يقوم بقياس الاطوال الموجية للضوء حيث تتناسب طول الموجة تناسباً عكسياً مع طاقة الفوتون.

ويستعمل المطياف لدراسة التحليل الطيفي الذي يظهر في هيئة خطوط ضوئية ملونة نظراً لاختلاف طول الموجة لكل خط عن الاخر. ويمكن بمعرفة مجموعة الخطوط الضوئية الناتجة عن مادة معينة تعيين أنواع المادة بدقة، لان كل عنصر كيميائي يتميز ببصمة خاصة به (أي بطيف معين خاص به).

- 1- يتألف المطياف من الأجزاء التالية :-
 - أ- عنصر بصري (محرز حيود او موشور)
 - ب- عدسة مجمعة
 - ج- مصدر ضوئي
 - د- مقرص مدرج
- 2- وظيفة المطياف : تحليل الضوء الناتج عن مصدر معين الى مكوناته أحادية اللون.
- 3- وظيفة العدسة المجمععة : تجميع الضوء وتحويله الى حزمة ضوئية متوازية ليدخل الى العنصر البصري.
- 4- وظيفة المحرز في المطياف : انتشار الضوء وانحراف الضوء بزوايا مختلفة حسب الطول الموجي
- 5- وظيفة القرص المدرج : مشاهدة خطوط الهدية المضيئة ومقياس زوايا انحرافها وحساب الطول الموجي
- 6- استخدامات المطياف وفوائده : دراسة التركيب الكيميائي للمصدر الضوئي وتحديد نوع المادة

وفي الجدول الآتي الأطوال الموجية لطيف الكاديوم

Colour	Wave length nm
Red	667.8
Yellow	587.6
Green	501.9
Greenish blue	492.2
Bluish green	471.3
Blue	447.1
Violet	407.8

(Apparatus) الاجهزة المستخدمة

1. مطيف (spectrometer)

2. قاعدة مصباح

3. مصباح كاديوم Cd

4. مجهز قدرة

5. محرز حيود



شكل (2) يبين جهاز المطياف

طريقة العمل (Experimental)

1. ضع المصدر الضوئي للكاديوم امام سبكتروميتر
2. استخرج زوايا الحيود (θ_R) من جهة اليمين (θ_L) من جهة اليسار للمرتبة الاولى
3. رتب النتائج كما في الجدول ادناه وجد قيمة ($\sin\theta$)
4. ارسم علاقة بيانية بين (λ) على المحور (Y) و ($\sin\theta$) على محور (X) وجد (d) من الميل.

Colour	θ_R	θ_L	$\theta_{av} = \frac{\theta_R - \theta_L}{2}$	$\sin\theta_{av}$	$n_\lambda = d \sin \theta_{av}$

الاسئلة:-

1. ما نوع الطيف الناتج وكيف يمكن الحصول عليه باستخدام مصدر (Cd)؟
2. ما سبب ظهور خطوط حادة باطوال موجية مختلفة؟
3. عند استخدام مصدر الصوديوم هل تظهر لك اطوال موجية مختلفة؟ وما السبب في ذلك؟

تجربة (3)

ايجاد الشحنة النوعية للالكترون بطريقتة ثومسن

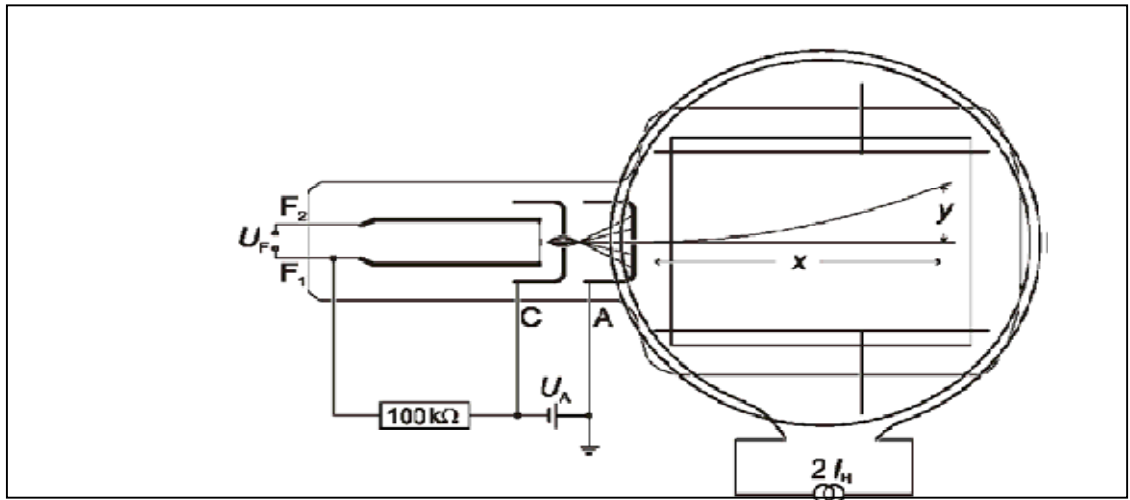
Determining the specific charge by Thomson tube

الهدف من التجربة (Objects of the experiment)

ايجاد نسبة شحنة الالكترون الى كتلته (e/m)

نظرية التجربة (Theory)

ان اول من اكتشف الاشعة الكاثودية وبرهن على انها الكترونات وعين نسبة شحنتها الى كتلتها (e/m) هو العالم ثومسن (j.j.thomson) والشكل (1) يوضح انبوبة الاشعة الكاثودية المستخدمة في هذه التجربة والتي تتكون من قاذفة للالكترونات وهي عبارة عن كاثود على شكل خويط من التتكستن الساخن المتوهج و انود اسطواني وصفيحتين متوازيتين المسافة بينهما ($d=5.5\text{cm}$) يوجد بينهما حاجز منفلور من كبريتيد الخارصين مدرج بالسنتيمترات طوليا وعرضيا. وعند تسليط فرق جهد ملائم بين الانود والكاثود وتتعمل الالكترونات المتحررة من الكاثود بالتسخين باتجاه الانود ويصطدم القسم الاعظم به غير ان قسماً من هذه الالكترونات تمر داخل الشق الافقي الموجود وسط الانود وتخرج منه متحركة بسرعة منتظمة مقدارها (v) مارة بالحاجز المنفلور تارك خط مستقيم افقي متوهجاً عليه.



شكل (1) يبين انبوبة الاشعة الكاثودية

وفي الشكل (1) صورة لتجربة ثومسن وفيها انبوبة الكاثود وحوله ملفات هولمهورتز المستخدمة لتوليد مجال مغناطيسي منتظم يتم التحكم في اتجاهه من خلال اتجاه التيار المار في الملفات كما نلاحظ ايضا لوحي المجال الكهربائي في داخل الانبوبة والاجهزة الخارجية هي مصدر الطاقة الكهربائية في اجهزة القياس، عندما نقوم بتعريض الالكترونات الى مجال مغناطيسي من خلال ملفات هولمهورتز (عبارة عن ملفين متوازيين يمر فيهما التيار الكهربائي بحيث يكون المجال المغناطيسي منتظم في مركز الملفين) فتتحرف حزمة الالكترونات نتيجة القوة المغناطيسية ونلاحظ ذلك على البقعة المضيئة على لوحة الفلوريسنت، ويمكن التحكم في انحراف الالكترونات بزيادة المجال المغناطيسي عن طريق زيادة التيار الكهربائي المار فيه ولدراسة تأثير المجال الكهربائي على حزمة الالكترونات نقوم بفصل التيار الكهربائي المار في ملفات هولمهورتز فيصبح المجال المغناطيسي صفر وتعود حزمة الالكترونات الى المسار المستقيم مرة اخرى.

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

$$r = m\vartheta / eB \quad (1)$$

ولما كانت

$$\frac{1}{2} m\vartheta^2 = eV \quad (2)$$

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

$$\therefore \vartheta = (2eV/m)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

بالمعادلة (1) وبعد تربيعها نحصل على: (ϑ) وبالتعويض عن قيمة

$$\frac{e}{m} = \frac{2V}{r^2 B^2} \quad (4)$$

ان كثافة الفيض المغناطيسي بملفي هولمهورتز يعطى بالمعادلة التالية:-

$$B = \frac{8\mu_0 NI}{\sqrt{125R}} \quad (5)$$

حيث ان :-

(N) تمثل عدد لفات كل ملف ويساوي 320 لفة

(R) نصف قطر الملف (6.7 cm)

(I) تمثل التيار المار في كل ملف بوحدات الامبير

(μ_0) كمية ثابتة وتساوي ($4\pi \times 10^{-7}$)

ومن هذه المعلومات نجد ان ($B=4.234 \times 10^{-3} I$ Tesla)

وبتعويض قيمة (B) بالمعادلة (4) نحصل على

$$\frac{e}{m} = \frac{1.12 \times 10^5 V}{r^2 I^2} \quad (6)$$

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1. انبوبة الاشعة الكاثودية
2. قاعدة مزودة بملفي هولمهولتز
3. مجهر قدرة
4. افوميتر لقياس التيار المار بالملفات



شكل (2) يبين جهاز تومسن

طريقة العمل (Experimental)

1. اربط دائرة انبوبة الاشعة الكاثودية كما في الشكل (2)
2. سخن الكاثود وذلك بتسليط فرق جهد مقداره (4KV) على طرفي الخويط
3. امرر تيار (I) خلال ملفي هولمهولتز (ناخذ I تساوي 0.1A مثلا) ثم قس الانحراف العمودي (Y) للحزمة الالكترونية وكذلك المسافة الافقية (X) المناظرة
4. كرر الخطوة الثالثة لقيم مختلفة من التيار (I) ثم احسب قيمة نصف قطر مسار الحزمة الالكترونية (r) لكل قيمة من قيم التيار من العلاقة التالية:

$$r = \frac{(x^2 + y^2)}{2y}$$

5. ثم رتب قرائك كما في الجدول ادناه
6. ارسم خطا بيانيا بين (r^2) على المحور السيني و ($1/I^2$) على المحور الصادي ثم اوجد قيمة الميل، احسب (e/m) بتطبيق المعادلة (6)

V kv	I amp	X cm	Y cm	$r = \frac{(x^2 + y^2)}{2y}$ (cm)	$1/I^2$ (amp ²)	r^2 (cm ²)

الاسئلة:-

1. ما تأثير المجال المغناطيسي على الاشعة الكاثودية في تجربة ثومسن؟
2. لماذا يتم استخدام مجال كهربائي ومغناطيسي؟
3. لماذا يتم تفريغ انبوبة ثومسن من الهواء تقريبا؟
4. كيف يتم معرفة مسار حزمة الاليكترون في انبوبة الاشعة الكاثودية

تجربة (4)

قانون موزلي

Moseley's law

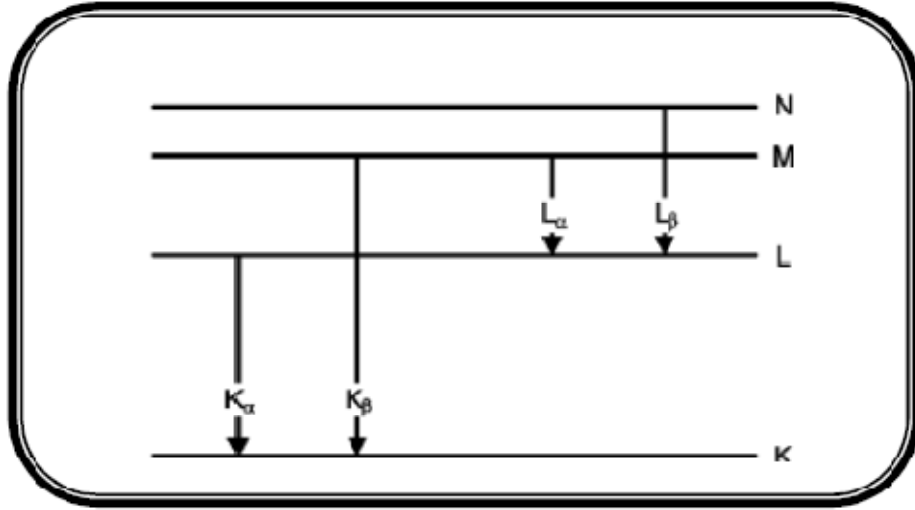
الهدف من التجربة (objects of the experiment)

1. حساب ثابت رايدبرك وثابت الحجب

2. ايجاد الطول الموجي

نظرية التجربة (Theory)

في حالة الذرات التي يكون عددها الذري كبيرا فان طاقة المدار (k) تكون أكبر مايمكن. وتكون هذه الطاقة كبيرة جدا مقارنة مع طاقة ذرة الهيدروجين وطاقة ربط الكترونات التكافؤ التي ينتج عنها الاطيف الضوئية. ويولي المدار (k) المدارات (N, M, L, \dots) على التوالي. الالكترونات السريعة الساقطة على الهدف تفقد طاقتها بتصادمها مع نوى الهدف مما يؤدي الى صدور الطيف المستمر. وهناك احتمال اخر للتفاعل وخاصة اذا كانت طاقة الالكترونات الساقطة كبيرة جدا وأكبر من طاقة ربط المدارات الداخليه للذرة. ويمكن في هذه الحالة ان يحصل الالكترون الذري من الالكترون الساقط على طاقة كافية للتححرر من الذرة فيترك مكانه فيها وتصبح الذرة في حالة مثارة. ويمكن ان تعود الى حالتها الأرضية بانتقال الكترون اخر من مدار أكثر بعداً من النواة ليشغل مكان الالكترون المتحرر وينطلق فرق الطاقة بين المدارين على صورة فوتون اشعة سينية. فاذا كان الفراغ في المدار الاول (k) فان الالكترون الذي يحل محله يكون من مدار عدده الكمي ($n > 1$) والاحتمال الأكبر ان ينتقل الالكترون من المدار الأقرب للمدار (k) اي ينتقل من المدار الثاني (L) ويسمى الخط الطيفي الناتج في هذه الحالة (K_α). وتؤدي عملية الانتقال هذه لحدوث فراغ في المدار (L) وينتقل الكترون من المدار (M) ليحل مكانه ويسمى الخط الطيفي في هذه الحالة بالخط (L_α) وهكذا يتوالى صدور الخطوط الطيفية. اما اذا انتقلت الالكترونات من المدارات (M, N) للمدار الاول فتسمى الخطوط الطيفية المميزة (K_α, K_β) بمتسلسلة (k) وهكذا يمكن ان تنتج بقية المتسلسلات الطيفية كما موضح في الشكل ألاتي:-



شكل (1) يبين مستويات المتسلسلات الطيفية

ويتحدد الطيف الخطي الصادر بمستويات الطاقة لمادة الهدف وتعرف بالخطوط الطيفية المميزة. ويمكن تطبيق نتائج ذرة الهيدروجين على الطيف الخطي للأشعة السينية مع ملاحظة الفرق بين الحالتين. ففي حالة ذرة الهيدروجين يكون الألكترون واقفا تحت تأثير النواة (البروتون) بصورة مباشرة. أما في حالة المدارات الداخلية للذرات الثقيلة التي تعطي أطيف الأشعة السينية فتكون شحنة النواة محجوبة بصورة جزئية عن الألكترونات المنقلبة من مدار آخر. ففي حالة المدار (k) مثلا يوجد الكترون آخر في نفس المدار ويعمل كحاجب أو ساتر بين النواة والألكترونات المنقلبة. وتزداد أهمية ظاهرة الحجب في حالة المدار (L) حيث يوجد الكترونان في المدار (k) وبعض الكترونات نفس المدار التي تعمل على حجب الألكترونات المنقلبة عن النواة. وهكذا يزداد تأثير الحجب مع الابتعاد عن النواة و زيادة عدد الكترونات التي تعمل على حجب الألكترونات المنقلبة من مدار آخر عن النواة قياساً على طاقة ذرة الهيدروجين يمكن كتابه المدارات الداخلية للذرات الثقيلة على الصورة الآتية:-

$$E_n = -\frac{m}{2\hbar^2} (Ke^2)^2 (Z - \sigma_n)^2 \left(\frac{1}{n^2}\right) \quad (1)$$

حيث ان:-

(C) ثابت الحجب ويكون ($\sigma_n \ll Z$) ويمثل المقدار ($e(z - \sigma_n)$) الشحنة الفعلية المؤثرة على الألكترون.

درس موزلي الطيف الخطي للأشعة السينية الصادرة من كثير من العناصر ووجد تشابهاً وانتظاماً كبيراً في الخطوط الطيفية الناتجة، فعند رسم الجذر التربيعي لتردد أحد الخطوط

الطيفية (وليكن الخط K_α) كدالة للعدد الذري لمختلف العناصر فالنتيجة هي خط مستقيم. ولقد استخدم موزلي نظرية بور لتفسير نتائج تجاربه وقد ادخل فكره الحجب التي اشرنا اليها سابقاً. وقياساً على طيف ذرة الهيدروجين فانه يمكن كتابة تردد الخطوط الطيفية للاشعة السينية كالآتي :-

$$f_n = CR_0(Z - \sigma_0)^2 \left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right] \quad (2)$$

حيث (n_f, n_i) عددا الكم لكل من المدار الأبتدائي والنهائي.

(R_0) هو ثابت رايدبرك.

وكتقريب اولي فان (f_{K_α}) للخط (K_α) (الخط الاكبر شده) يعطى بالمعادلة الآتية:-

$$f_{K_\alpha} = CR_0(Z - 1)^2 \left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right] \quad (3)$$

وتردد (f_{L_α}) للخط (L_α) يكون بالصيغة الآتية :-

$$f_{L_\alpha} = CR_0(Z - 7.4)^2 \left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right] \quad (4)$$

المعادلة التي سنستخدمها في حسابات هذه التجربة ستكون بالصيغة الآتية:-

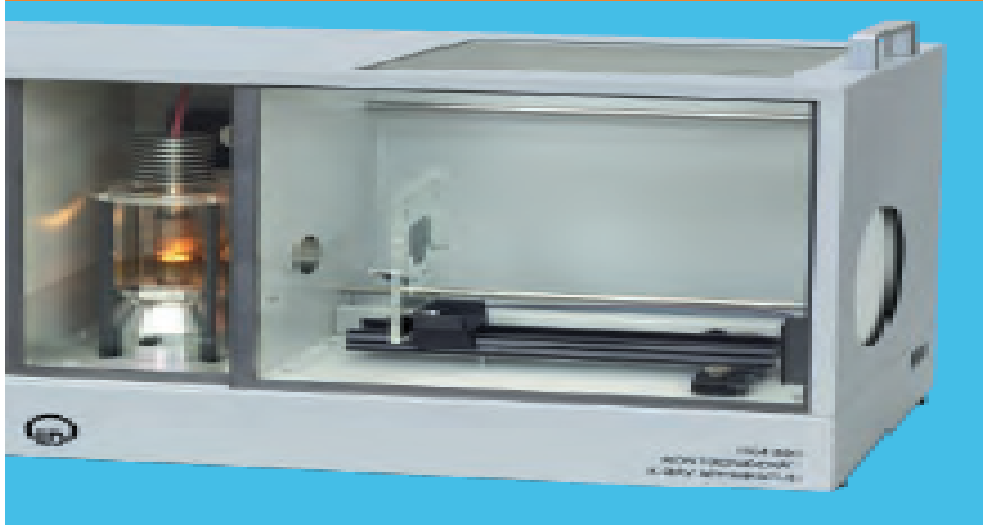
$$\frac{1}{\lambda_K} = R_0(Z - \sigma_n)^2 \quad (5)$$

وبتطبيقها سنحصل على قيمة ثابت رايدبرك (R_0) ومعدل ثابت الحجب.

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1. جهاز أشعة سينية

2. عداد كايكر



شكل (2) يبين جهاز الاشعة السينية

طريقة العمل (Experimental)

خذ مقدار الجهد بين الكاثود والانود بمقدار (35 Kv)، والتيار ($I=1mA$).

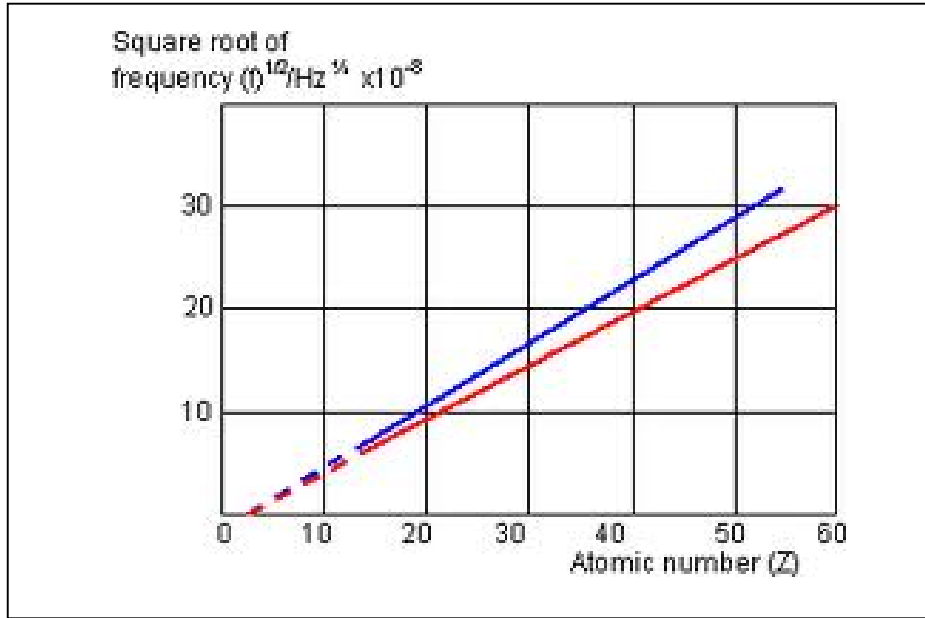
1. التغيير في الزمن ($\Delta t = 10 sec$).

2. احسب مقدار ($\lambda_{k\alpha}$) من خلال قانون براك لكل مادة هدف علما ان ($d=2.28A^0$) لبلورة (NaCl) المستخدمة في التجربة.

3. رتب الحسابات حسب الجدول الاتي:

Z(atomic no.)	K_{α}	$\lambda_{k\alpha}$	f (Hz)	\sqrt{f} (Hz)

4. ارسم العلاقة البيانية بين $\left(\frac{1}{\sqrt{\lambda k \alpha}}\right)$ على المحور الصادي والعدد الذري (Z) على المحور السيني، حيث يكون ميل المستقيم يساوي $(\sqrt{R_0})$ بينما القطع يساوي الكمية $(\sqrt{R_0} \sigma_n)$.



شكل (2). العلاقة بين التردد والعدد الذري

الاسئلة

1. عرف قانون موزلي.
2. ماذا نقصد بثابت الحجب.

تجربة (5)

تعيين ثابت بلانك

Determining Planks Constant

الهدف من التجربة (Objects of the experiment)

1. حساب ثابت بلانك (h) (plank constant)

2. ايجاد تردد العتبة (f_0)

3. ايجاد دالة الشغل (w)

نظرية التجربة (Theory)

يمكن تحرير الالكترونات من سطح معدن عند تشعيه بضوء (التاثير الكهروضوئي) ويعتمد عدد الالكترونات الضوئية على شدة الضوء.

تعتمد طاقة الإلكترون المتحررة فقط على تردد الضوء. لقد تم اكتشاف هذه الظواهر العلمية بواسطة اينشتاين عام (1905) عندما فرض إن الضوء يتكون من زوبعة من الجسيمات (التي تسمى الفوتونات) ولقد فرض إن كل إلكترون ضوئي متحرر بواسطة فوتون منفرد تتناسب طاقته مع التردد وفق العلاقة التالية :

$$E = hv \quad (1)$$

تصف علاقة اينشتاين مصونية الطاقة لهذه العملية .يأخذ كل إلكترون متحرر الطاقة (hv) للفوتون (Photon) وان كمية الطاقة التي تزيد عن دالة الشغل (work function ,W).

يعبر عنها بواسطة الإلكترون كطاقة حركية ($E_{K.E}$) (kinetic energy)

$$E_{K.E} = \frac{1}{2}mv^2 = hv \quad (2)$$

يمكن تعيين ثابت بلانك (h) من خلال تعريض خلية ضوئية الى ضوء احادي اللون، اي ضوء

نو طول موجي معين . وقياس الطاقة الحركية ($E_{K.E}$) لالكترونات المتحررة .

يسقط الضوء من خلال أنود حلقي الشكل (سلك بلاتنيوم) على سطح من البوتاسيوم. تصل

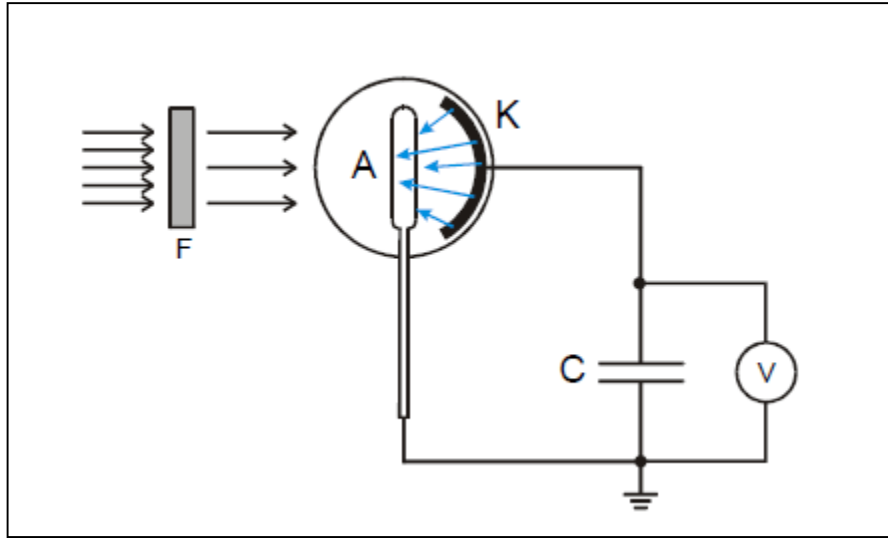
الالكترونات الضوئية الى الانود وتقاس على شكل تيار ضوئي (I). إذا قذفت الالكترونات

الضوئية بالضد من جهد سالب يزداد تدريجيا فان التيار الضوئي تتناقص قيمته وان الفولتية التي يصل عندها التيار الضوئي صفر تماما تسمى بفولتية الحد V_0 (Limit voltage). عند هذه الفولتية لم يعد حتى اضعف الالكترونات ترابطا، اي تلك الى تمتلك أوطى دالة شغل (W) وبذلك أعظم طاقة حركية ($E_{K.E}$) قادرا على التغلب على جهد الانود.

في هذه التجربة تم توليد فولتية الانود باستعمال مكثف يتم شحنه بواسطة الالكترونات الساقطة وصولا لفولتية الحد (V_0). يمكن استعمال فولتية الحد في حساب الطاقة الحركية للالكترونات ذات الترابط الضعيف .

$$eV_0 = hv - w \quad (3)$$

اذ ان (e) هي الشحنة الأساسية للإلكترون ، W هي دالة الشغل، إذا قمنا بزيادة تردد الضوء الساقط بمقدار (ΔU) فان طاقة الإلكترون تزداد بالمقدار ($h\Delta v$)



شكل (1) يبين مخطط الخلية الكهروضوئية

الشكل رقم (1) هو مخطط لقياس ثابت بلانك بمساعدة التأثير الكهروضوئي حيث يتم إنتاج ضوء أحادي اللون بواسطة مرشح الطول الموجي F يسقط على كاثود الخلية الضوئية K . تتقدم الالكترونات الضوئية الى الانود وتقوم بشحن المكثف C وصولا الى فولتية الحد (V_0).

يجب زيادة الفولتية المحددة بالمقدار (ΔV_0) لتعويض التيار الضوئي ولهذه الحالة تطبق المعادلة

التالية :

$$e\Delta V_0 = \Delta h\nu \quad (4)$$

أي إن زيادة الطاقة ($h\Delta\nu$) قد تم تعويضها بواسطة فقدان الطاقة (eV_0).

إذا قمنا برسم فولتية الحد (V_0) كدالة للتردد (ν) فالمعادلة (5) تعطينا خط مستقيم ميله يساوي

$$\frac{\Delta V_0}{\Delta\nu} = \frac{h}{e} \quad (5)$$

وبمعرفة الشحنة الأساسية للإلكترون يمكن حساب ثابت بلانك h من ميل الرسم البياني (V_0)

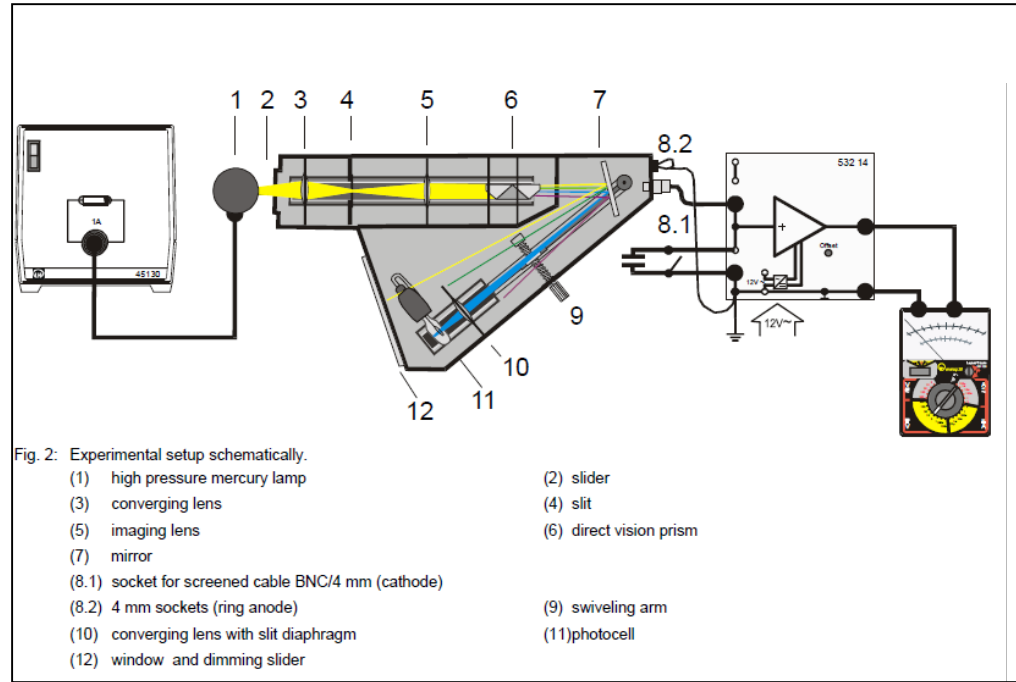
إعداد الدارة الكهربائية : Setup electrical assembly

تشحن الالكترونات الضوئية الساقطة على الانود الحلقي المعدني للخلية الضوئية المكثف ،

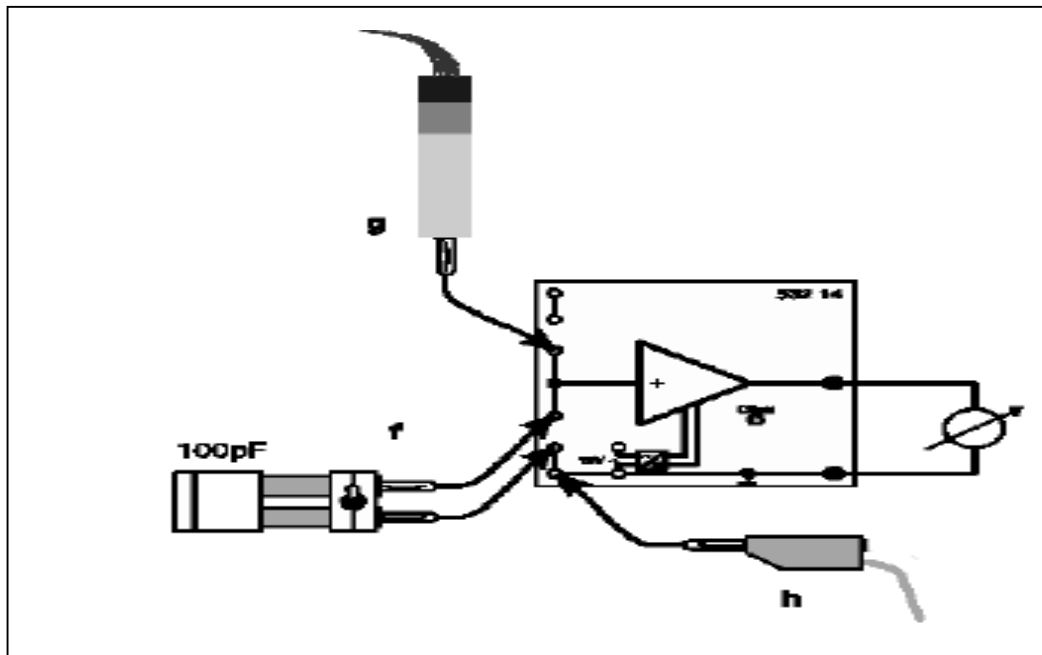
وبذلك تولد جهد الحد (V_0) اللازم في تعيين الطاقة الحركية . يستخدم المضخم في قياس فولتية

المكثف

اربط دارة المضخم كما في الشكل (2) والشكل (3).



شكل (2) يبين دائرة الخلية الكهروضوئية



الشكل (3) دائرة المضخم لقياس جهد الحد

1. أوصل المقابس (f) واربط المكثف ذو القيمة (100pF) ومفتاح التبديل كما في الشكل (3).
2. أوصل الكابل $BNC/4mm$ الى مقبس BNC (8.1 في الشكل 2) والى المضخم (g) اربط توصيلة الأرضية للكابل BNC الى الارض على المضخم (h في الشكل 3)..
3. أوصل المقبسين (4mm) (8.2 - حلقة الكابل في الشكل 2) بواسطة الكابل ذو الطول (25cm)
4. أوصل المقياس متعدد الأغراض الى مخرج المضخم باستعمال الكابلات ذات الطول (50cm) في الشكل (2) .
5. أوصل أرضية المضخم مع توصيلة الأرضية لصندوق التوزيع مستعملا الكابل الأصفر المخضر.

(Apparatus) الاجهزة المستخدمة

1. خلية ضوئية
2. مصباح زئبقي ذو ضغط عالي
3. مضخم تيار
4. مجهز قدرة AC
5. اوفوميتر
6. مكثف
7. مفتاح



شكل (4) يبين جهاز الخلية الكهروضوئية

(Experimental)

طريقة العمل

1. قم بتعتيم الغرفة جزئياً . سترى صورة الشق الغشائي للعدسة (10) على نافذة الانبعاث.
2. شغل الفولتميتر ونظمه على مدى (3volt D.C) .
3. عين جهد الحد (V_0) للضوء الأصفر . عن طريق تنظيم ذراع الدوران مستعملاً المنظم (9) بحيث يكون ظل الخط الأصفر مرئياً على نافذة الانبعاث .
4. غلف نافذة الانبعاث (12) مستعملاً منزلقة التعتيم في حال لم تجرى التجربة في غرفة مظلمة.
5. فرغ المكثف مستعملاً مفتاح التبديل حتى يقرأ الفولتميتر صفراً .
6. أبدأ القياس من خلال رفع مفتاح تبديل وانتظر (30sec) الى دقيقة حتى يسخن المكثف الى جهد الحد (V_0) .
7. سجل القيمة المقاسة لجهد الحد (V_0) .
8. اعد هذه الخطوات بالنسبة لخطوط الطيف الأزرق والبنفسجي والأخضر .

9. ارسم علاقة بيانية بين (f) على المحور السيني و (v) على المحور الصادي كما في الشكل (4)

10. احسب دالة الشغل (w) باستخدام العلاقة التالية:

$$W = e \times \text{القطع}$$

Colour	Wave length nm	f Hz	V volt
Yellow	578		
Green	546		
Blue	436		
Violet	405		

جدول (1) يبين حساب الفولتية كدالة للطول الموجي وتردد الالوان

11. احسب تردد العتبة (f_0) من الخط البياني.

12. احسب الطول الموجي للون الاحمر من الرسم البياني من خلال معرفتك للجهد

المسلط على الخلية الكهروضوئية.

يتم إيجاد ميل الخط المستقيم لقيم جهد الحد (V_0) المرسومة بالضد مع التردد (ν) لخطوط

طيف المصباح الزئبقي ذو الضغط العالي.

$$\frac{\Delta U_0}{\Delta \nu} = \text{slope}$$

وباستعمال العلاقة (6)

$$\frac{\Delta U_0}{\Delta \nu} = \frac{h}{e} \quad (6)$$

و بمعرفة الشحنة الأساسية للإلكترون ($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{c}$) يمكن حساب ثابت بلانك (h).

علما ان القيمة النظرية لثابت بلانك هي، ($h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ j} \cdot \text{sec}$) . تعتمد الطاقة الحركية للالكترونات الضوئية المتحررة على التردد، . وبذلك يمكن تعيين ثابت بلانك من خلال قياس جهد الحد (V_0) لترددات مختلفة فوقها لم تعد الالكترونات قادرة على الهروب.

الاسئلة:-

1. وضح ما المقصود بدالة الشغل وتردد العتبة ؟
2. فسر الظاهرة الكهروضوئية وعلام تعتمد؟
3. على ماذا يعتمد عدد الاليكترونات المتحررة من سطح المعدن؟
4. اذكر العوامل المؤثرة على التيار الكهروضوئي.

تجربة (6)

ظاهرة زيمان

Zeeman Effect

الهدف من التجربة (Objects of the experiment)

1. ملاحظة انقسام زيمان بأستخدام مقياس التداخل فابري-بروت (Faby-perot etalon)
2. حساب مقدار μ_B (Bohrs Magneton).
3. حساب مقدار (e/m) .
4. ملاحظة الخط الثلاثي لتأثير زيمان المستعرض العادي .

نظرية التجربة (Theory)

عندما تتعرض الذرات الى مجال مغناطيسي خارجي فأن مستويات الطاقة الذرية تنقسم الى عدد من المستويات اعتمادا على شدة هذا المجال لقد كان فرادي اول من اشار الى وجود هذا التأثير ومن ثم تنبأ به لورنتز معتمدا على النظرية الكلاسيكية. اجريت اول تجربة عملية لهذا الغرض من قبل العالم زيمان (Pieter-Zeeman) سنة 1896 حيث شاهد هذا الانقسام وسميت الظاهرة هذه باسمه.

ولقد اكدت التجارب اللاحقة عند تعرض الذرات الى مجال مغناطيسي ينتج عنه ما يلي :

1. عند تطبيق مجال مغناطيسي ضعيف ينتج عنه نوعين من الانقسام:
 - a. انقسام المستوي الذري الى ثلاث خطوط طيفية وهذا مايعرف بتأثير زيمان العادي (Normal Zeeman Effect) والذي يمكن تفسيره بأستخدام مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية .
 - b. انقسام المستوي الذري الى اكثر من ثلاث خطوط طيفية وهذا مايعرف بتأثير زيمان الشاذ (Anomalous Zeeman Effect) ويتم تفسير هذا النوع بأستخدام مفاهيم الفيزياء الكمية.

2. عند تطبيق مجال مغناطيسي قوي سوف يؤدي الى تأثير باشن باك (paschen-Back).

ويعد تأثير زيمان من اهم التطبيقات المستخدمة في معرفة تركيب الذرة. من مبادئ الفيزياء الكمية اثبات ان الالكترونات الذرية تمتلك مستويات طاقة محددة ،وحسب مبدأ باولي لايمكن لألكترونين متمائلين ان يحتلا نفس المستوي في ان واحد. وعند انتقال الالكترون من مستوي طاقة الى مستوي اخر وجب ان يبعث او يمتص طاقة على شكل موجات كهرومغناطيسية (فوتونات) تساوي الفرق بين طاقتي المستويين اي ان :

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \quad \dots (1)$$

حيث ان :

λ : اطول الموجي

h : ثابت بلانك

c : سرعة الضوء في الفراغ

f : التردد

E : طاقة الفوتون

ومن خلال معادلة (1) يمكن وصف تركيب المادة تحت الدراسة وبشكل كامل وذلك ان كل ذرة تمتلك طيفا خاصا بها.

ويتعلق تأثير زيمان بخاصية برم الالكترونات كما ان مستوى طاقة الالكترون يوصف بواسطة اعداده الكمية وبالتالي فان الكترونين يمكن ان يكون لهما نفس المستوى طالما اختلفا في اعدادهما الكمية. سنهتم فقط بأول ثلاثة اعداد كمية وهي العدد الاساسي (n) والمداري (l) والمغناطيسي (m) والتي تعرف بالاعداد الكمية . فالعدد الكمي الاساسي (n) يصف مستوى طاقة الالكترون والعدد الكمي (l) يعني الزخم الزاوي للالكترون (L) حيث ان :

$$L^2 = l(l + 1) \hbar^2 \quad \dots (2)$$

ويعتمد الزخم الزاوي المداري (l) على العدد الكمي (n) من خلال العلاقة :

$$l = 0, 1, 2, \dots (n - 1) \quad \dots (3)$$

بينما يصف العدد الكمي المغناطيسي (m_l) تكميم مركبة الزخم الزاوي المداري للإلكترون في اتجاه (Z) أي (L_z) حيث أن:-

$$L_z = m_l \hbar \quad \dots (4)$$

ويعتمد (m_l) على (l) من خلال العلاقة التالية :

$$l = -l, (-l + 1), \dots, l \quad \dots (5)$$

سوف ندخل العدد الكمي للزخم الزاوي (s) والذي يعرف ببرم الإلكترون، ومن خلال العلاقة نحصل على :

$$S^2 = s(s + 1)\hbar^2 \quad \dots (6)$$

وتقودنا العلاقة (6) إلى تعريف عدد كمي جديد (m_s) والذي يصف مسقط الزخم الزاوي الكلي على محور (Z) حيث أن:-

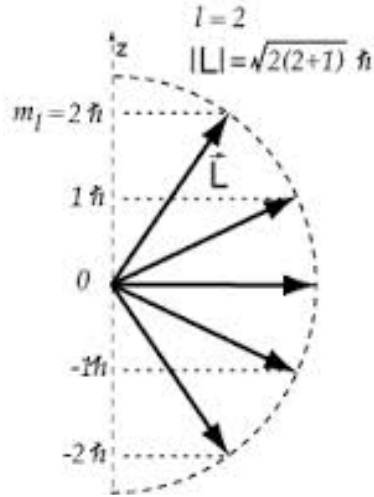
$$S_z = m_s \hbar \quad \dots (7)$$

$$m_s = \pm s \quad \dots (8)$$

ولحساب قيم (n, l, m_l) توجد فرصتان لتداخل المستويات فرصة واحدة لكل قيمة للعدد (s).

من خلال معادلة (5) فإن لكل قيمة للعدد الكمي (l) توجد ($2l + 1$) قيمة ممكنة للعدد الكمي (m_l). وبما أن العدد الكمي المغناطيسي (m_l) يصف مسقط (\vec{L}) على محور (Z). فلكل قيمة للعدد الكمي (l) يوجد عدد محدد من الاتجاهات التي يمكن أن يشير إليها (\vec{L}) كما في الشكل (1).

$$|L| = \sqrt{2(2 + 1)h} \quad , (l = 2)$$



شكل (1) يبين مسقط الزخم الزاوي للإلكترون على محور z

ومن الناحية الكلاسيكية، يمكن تصور الإلكترون أثناء دورانه حول النواة كما لو أنه يحمل تيار صغير مقداره (I) مما يؤدي إلى توليد عزم مغناطيسي مداري قدره (μ_l) من خلال العلاقة :-

$$\mu_l = IA \quad \dots (9)$$

ويمكن إعادة كتابة المعادلة بصيغة أخرى :

$$I = \frac{-e}{T} = \frac{-ev}{2\pi r} \quad \dots (10)$$

حيث أن :-

e : شحنة الإلكترون

T : زمن الدوري حول المسار

r : نصف قطر المدار

v : سرعة الإلكترون

بضرب مقام وبسط معادلة (10) بكتلته (m_e) ونصف قطر المدار وتعويضها بالمعادلة (9)

نحصل على :-

$$\mu_l = \frac{-e}{2m_e} L \quad \dots (11)$$

حيث ان :

L : الزخم الزاوي

m_e : كتلة الالكترون

عند وضع الالكترون في مجال مغناطيسي (B) سوف يؤدي توليد عزم تدوير على الالكترون. وفي هذه الحالة تعطي طاقة وضعه بالعلاقة :

$$U_B = \vec{\mu}_L \cdot \vec{B} \quad \dots (12)$$

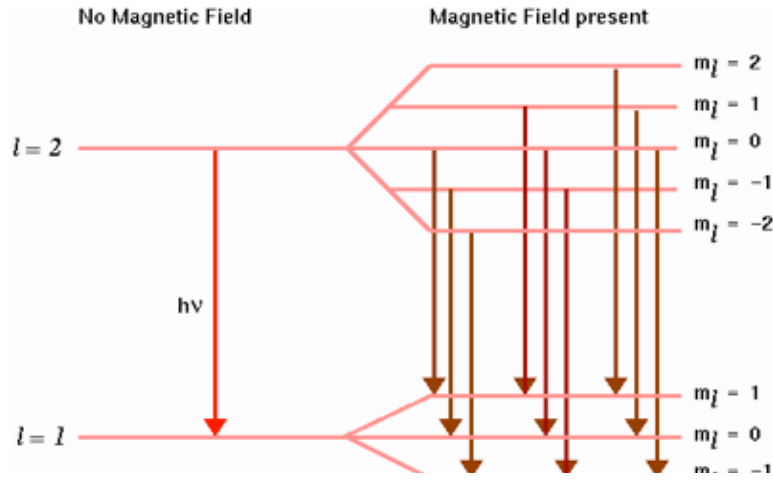
اذا كان الاتجاه الموجب لمحور (Z) يشير في اتجاه المجال المغناطيسي يمكننا استخدام معادلة (11) لاعادة كتابة (12) كما يلي :

$$U_B = \frac{-e}{2m_e} L_z B \quad \dots \dots (13)$$

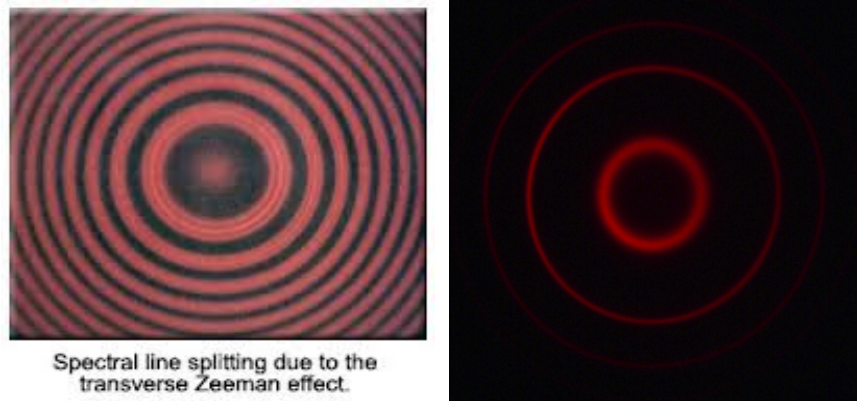
ما تجدر الاشارة اليه هو وجود قواعد معينة تطبق على الانتقالات الالكترونية مما يعني وجود انتقالات معينة ممنوعة . وتعطى الانتقالات بقواعد الانتقال الاتية :

$$\Delta l = \pm 1 \quad , \Delta m_l = 0, \pm 1$$

هذا يفسر كيف انه في حالة الانتقال من ($l=2$) الى ($l=1$) كما في الشكل (2) ، حصلنا فقط على ثلاثة خطوط طيفية عند تطبيق المجال المغناطيسي. والخط المركزي عند ($\Delta m_l=0$) يسمى الخط الاساسي او خط (π) اما الخطين عند ($\Delta m_l = \pm 1$) فيسميان بالتابعين او خطي ($+\sigma, -\sigma$).



شكل (2) يبين مخطط الانتقالات الالكترونية



شكل (3) يبين خطوط الطيف بوجود مجال مغناطيسي وعدمه

في هذه التجربة يتم استخدام مقياس فابري - بيروت يحدث تداخل عندما يتحقق شرط :-

$$m\lambda = 2d \cos\theta \quad \dots \dots (14)$$

فاذا كان معامل انكسار الزجاج (n) فتكون معادلة كالآتي :

$$m\lambda = 2d \cos\theta$$

m : رتبة التداخل

λ : طول موجي

n : معامل انكسار الزجاج

$$m = \frac{2nd}{\lambda} \quad \dots \dots (15)$$

فأذا كان لدينا مركبتين من الخط الطيفي (انقسام الخط مركزي الى مركبتين) بطولين موجيين (λ_b, λ_a) بحيث كانا قريبين جدا من بعضهما فأف الفرق في الاعداد الموجيه لهاتين المركبتين يعطي بالعلاقة الاتية:

$$\Delta k = \frac{1}{2nd} \frac{\delta}{\Delta} \quad \dots\dots (16)$$

حيث ان:-

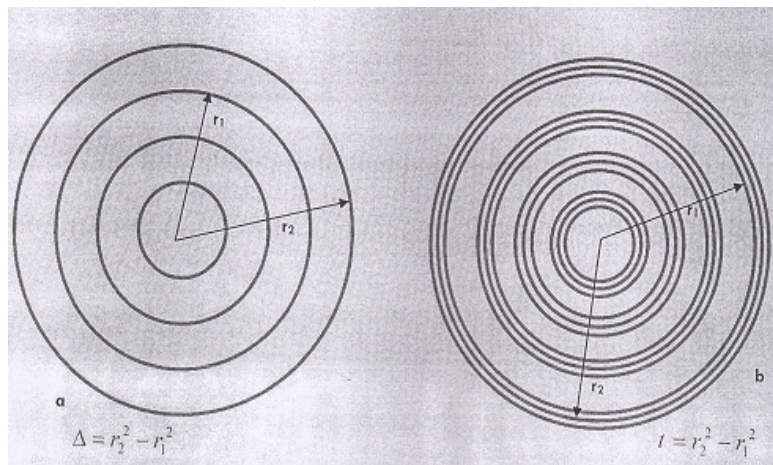
(δ) تمثل الفرق بين مربعات انصاف الاهداب الدائرية لنفس رتبة التداخل $(\delta = r_2^2 - r_1^2)$.

(Δ) تمثل الفرق بين مربعات انصاف اقطار الاهداب الدائرية لرتب مختلفة $(\Delta = r_2^2 - r_1^2)$ كما في الشكل (4).

(n) معامل انكسار مقداره (1.46).

(d) المسافة بين لوحى مقياس التداخل ومقداره (4mm).

(Δk) التغيير في العدد الموجي.



شكل (4) يبين اهداب التداخل

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1. مسطرة متريية
2. عدسات، فلترا حمر
3. جهاز فابري بيروت
4. ملفات مغناطيسية مع قلب حديدي
5. مجهز قدره
6. مصباح كادميوم



طريقة العمل (Experimental)

1. لاحظ الهدب الدائري على الحاجز بدون تيار.
2. ببطاً ارفع قيمة التيار المغناطيسي الى حوالي ($I=3A$) بحيث تستطيع رؤية عملية انفصال الاهداب بوضوح .
3. للتمييز بين مركبات (π, σ) نضع مرشح الاستقطاب في طريق الشعاع ونضعه على زاوية (90^0) حتى تختفي المركبتين الخارجيتين للبناء الثلاثي .
4. ضع مرشح الاستقطاب على زاوية صفر حتى تختفي المركبة غير المزاحة الموجودة في الوسط.

5. نقيس انصاف اقطار الاهداب الدائرية لنفس رتبة التداخل، ثم نجد مقدار (δ) و (Δ) حسب الجدول (1).

6. من خلال المعادلة التالية يمكن حساب (Δk) (التغير في العدد الموجي (λ))

$$\Delta k = \frac{1}{2nd} \frac{\delta}{\Delta}$$

من خلال الجدول التالي يتم حساب مقدار (δ) و (Δ) و (Δk) كما موضح ادناه.

I(A)	B(mT)	r_{a2}	r_{a3}	r_{b3}	r_{a2}^2	r_{a3}^2	r_{b3}^2	$\delta = r_{a3}^2 - r_{b3}^2$	$\Delta = r_{a3}^2 - r_{a2}^2$	$\Delta k = \frac{\delta}{\Delta}$
3	373									
4	479									

7. ارسم العلاقة البيانية بين (B) على المحور السيني و $(\Delta k/2)$ على المحور الصادي واحسب الميل.

8. احسب مقدار (μ_B) من خلال المعادلة التالية $(\mu_B = \frac{1}{hc(slope)})$.

9. احسب مقدار $(\frac{e}{m})$ من خلال المعادلة التالية $(\frac{e}{m} = \frac{2\mu_B}{\hbar})$.

الاسئلة

1. عرف ظاهرة زيمان؟

2. لماذا تم استخدام مصباح كادميوم؟

3. ما الفرق بين (δ) و (Δ) ؟

تجربة (7)

فرانك هيرتز للنيون

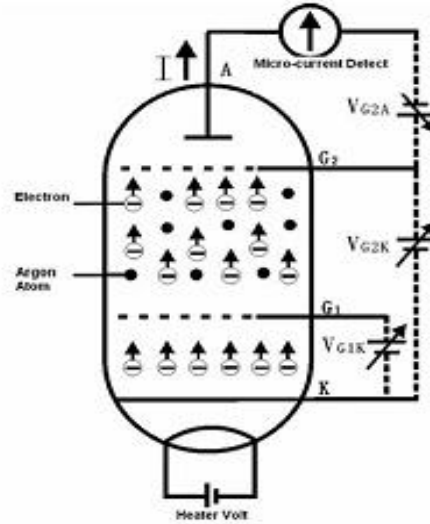
Frank-Hertz with Ne-tube experiment

الهدف من التجربة (Objects of the experiment)

1. التحقق من تكتم الطاقة
2. ايجاد طاقة الاثارة

نظرية التجربة (Theory)

تجربة قام بها العالمان (جيمس فرانك وجستاف هيرتز نموذج بور)، وكانت نتيجتها مؤيدة لذرة تحتوي على مستويات طاقة منفصلة وساهمت في ابتكار ميكانيك الكم. وخلاصة تجربة فرانك هيرتز تبين نموذج ذري تشغل فيه الالكترونات مستويات طاقة منفصلة، وعند انتقال الالكترون بين مستوى طاقة اسفل الى مستوى طاقة اخر اعلى منه فيتم ذلك عن طريق امتصاص الالكترونات لكمية كمومية من الطاقة.

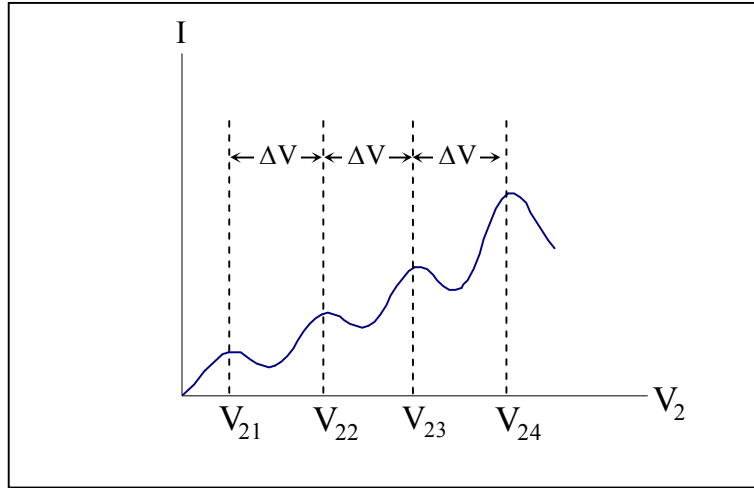


شكل (1) يبين مخطط لانبوبة فرانك هيرتز للنيون

يتكون الجهاز من أنبوب زجاجي مغلق يوجد به غاز (في الغالب بخار الزئبق أو غاز النيون عند ضغط منخفض). ويوجد كاثود K (مهبط) يمكن تسخينه على إحدى أطراف الأنبوب

وموصل بجهد كهربائي V يمكن تغييره وجعل شحنته سالبة بالنسبة إلى الشبكة (G). ويوجد خلف الشبكة لوح معدني (A) يمكن شحنه بشحنة سالبة بالنسبة لجهد الشبكة بمقدار (1 volt) والغرض من ذلك التنظيم هو تسريع الإلكترونات بين الكاثود والشبكة لكي تصنطم بذرات الزئبق الموجودة في الأنبوب.

ان الإلكترونات المنبعثة من الكاثود تعجل باتجاه الشبكة بواسطة فرق جهد معين، وبزيادة فرق الجهد هذا تزداد الطاقة الحركية للقذائف الالكترونية وعندما تكون طاقتها اقل من الطاقة اللازمة لتثيغ الإلكترونات المدارية في الذرات فان الاصطدام بين القذائف الالكترونية والذرات يكون مرنا (اي ان الفقدان في الطاقة الحركية يكون قليل جدا بحيث يمكن اهماله) كما مبين في الشكل:-



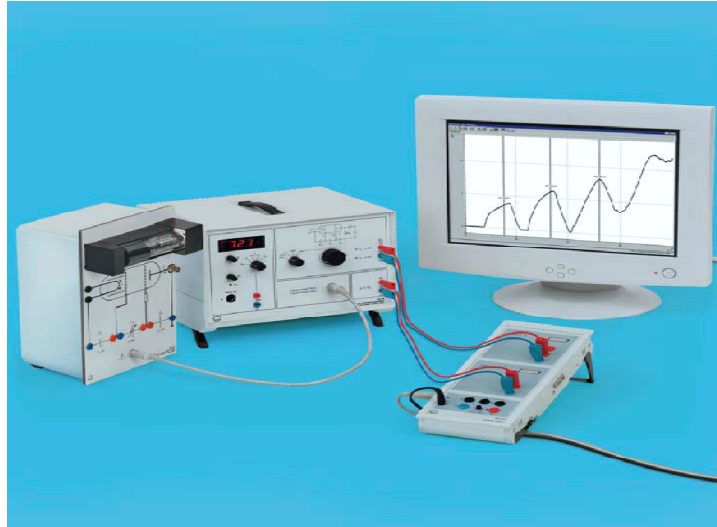
شكل (2) يبين العلاقة بين التيار وفرق الجهد

تمثل العلاقة بيانياً بين (I) و (V) اذ نحصل على قيم عظمى وصغرى في التيار وعليه فإن 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 التثيغ الاولى للذرة يحدث تصادم غيرمرن بين بعض القذائف الالكترونية وذرات الغاز فتمتص الذرات طاقة التثيغ الاولى وترتفع إلكتروناتها المدارية من الحالة الارضية الى الحالة المثيجة الاولى (first excited state) فاذا كانت طاقة القذائف الالكترونية بعد هذا التصادم غير المرن لا تكفي للتغلب على فرق الجهد العائق (V_3) وللوصول الى الجامع يبدأ التيار بالانخفاض عند فرق الجهد (V_{21})

وبزيادة فرق الجهد المعجل (V_2) فإن القذائف الالكترونية التي كانت قد تصادمت تصادماً غير مرن تكتسب طاقة مرة اخرى تستطيع التغلب على فرق الجهد العائق وبذلك 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 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 السرعة الابتدائية للقذائف الالكترونيه المنبعثة، واختلاف الجهد على طول نقاط الخويط وبسبب جهد التماس فأن فرق الجهد (V_{21}) لا تمثل القيمة المظبوطة لجهد التهيج الاول وانما جهد التهيج الاول يساوي الفرق بين الجهد الاول والثاني.

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1. مصدر كهربائي
2. انبوبة مفرغة بها غاز النيون، وفي داخلها الاقطاب الثلاثة
3. اسلاك كهربائية



شكل (3) يبين جهاز فرانك هرتز للنيون

طريقة العمل (Experimental)

1. اربط الدائرة كما موضح بالشكل
2. ضع مفتاح التشغيل على man.
3. ثبت فولتية التشغيل (driving potential) على $(V_1=2.06\text{volt})$ وفولتية الايقاف (Braking potential) على $(V_3=7.94\text{volt})$
4. غير فولتية التعجيل (acceleration voltage) بحدود $(V_2=0-80\text{volt})$
5. ارسم علاقة بيانية بين (I) على المحور الصادي و (V_2) على محور السيني من القراءات التي حصلت عليها سابقا.
6. استخراج مواقع القمم من الرسم البياني اي حدد قيم الجهد التي تحصل عندها على قمم واحسب جهد التهيج من العلاقة الاتية :

$$U_{totl} = \frac{(u_2 - u_1) + (u_3 - u_2) + (u_4 - u_3)}{3}$$

الاسئلة:-

1. عرف جهد الـلرنين ؟ وهل ان الجهد متساوي لجميع الذرات ؟
2. مافائدة الشبكة الموجودة في داخل انبوبة هيرتز؟
3. لماذا في الرسم البياني نلاحظ ان التيار ياخذ قيما عالية واخرى منخفضة ؟

تجربة (8)

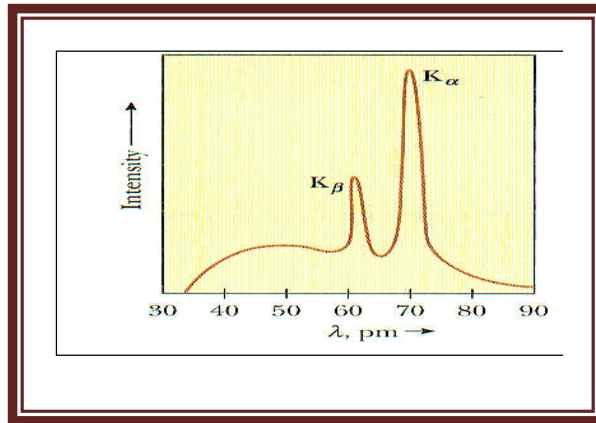
خواص (λ_{\min}) لطيف الاشعة السينية المستمرة

الهدف من التجربة (objects of the experiment)

حساب ثابت بلانك باستخدام الطول الموجي القصير للاشعة

نظرية التجربة (Theory)

تنبعث الاشعة السينية عندما تضرب الالكترونات ذات الطاقة العالية أو أية جسيمات مشحونة اخرى هدفاً معدنياً. يتكون طيف الاشعة السينية النموذجي من حزمة عريضة مستمرة تحتوي على متتالية من خطوط حادة كما موضح في الشكل (1). ان الشحنة الكهربائية المتسارعة كما نعلم تبعث اشعاعاً كهرومغناطيسياً. ان الاشعة السينية التي نراها في الشكل (1) هي نتيجة لتباطؤ الالكترونات ذات الطاقة العالية عند اصطدامها بالهدف وتنفذ الالكترونات عدداً من التفاعلات مع ذرات الهدف قبل ان تفقد كل طاقتها الحركية . ان كمية الطاقة الحركية المفقودة في اي تفاعل معطى يمكن ان تتغير من صفر وصولاً الى كامل الطاقة الحركية للالكترون . لذلك تقع الاطوال الموجية المنبعثة من هذه التفاعلات بمدى مستمر من قيمة صغرى وصولاً لللانهاية . ان هذا التباطؤ للالكترونات هو المسؤول عن المنحنى المستمر في الشكل (1) الذي يبين قطعاً للاشعة السينية (λ_{\min}) تعتمد على الطاقة الحركية للالكترونات الواردة. الاشعة السينية التي مصدرها تباطؤ الالكترونات تسمى باشعة الفرملة (bremsstrahlung) .



شكل (1) يبين طيف الاشعة السينية

تسمى الخطوط المميزة في الشكل (1) بالأشعة السينية المميزة characteristic x-rays لكونها تعبر عن ميزات مادة الهدف ولقد اكتشفت عام 1908 وتمتلك مناشيء مختلفة وبقي امر منشأها ليس واضحاً حتى تم استيعاب تفاصيل التركيب الذري وبالذات التركيب الغلافي للذرة. يحدث انبعاث الأشعة السينية المميزة عندما تمتلك الإلكترونات الضاربة التي تصطدم بالهدف الطاقة الكافية كي تقلع الكترون قشرة داخلية من الذرة، ويتم ملاً الفراغ الناشء في القشرة عندما يسقط الكترون من مستوي طاقة اعلى في المستوي الذي يحتوي على الفراغ. ان الفترة الزمنية لحدوث ذلك تكون قصيرة جداً (اقل من $10^{-9} s$) ويصاحب هذا الانتقال كالعادة انبعاث فوتون تكون طاقته مساوية لفرق الطاقة بين المستويين. ان طاقة انتقال كهذه تكون في العادة اكبر من 10000eV وتمتلك فوتونات الأشعة السينية المنبعثة اطوال موجية تقع في مدى 0.001nm الى 0.1nm.

لقد طور Kramers نظرية لتفسير الطيف المستمر للأشعة السينية واستخدم فيها معالجة تشبه معالجة بور لذرة الهيدروجين اذ استخدم النظرية الكلاسيكية لدراسة تصادم الإلكترونات السريعة مع ذرات الهدف وحسب الطاقة الإشعاعية الصادرة. ثم ادخل الافكار الكمية بان ساوى هذه الطاقة بطاقة الفوتون الصادر كما تعطيها ميكانيكا الكم (hf). لقد بين هذا العالم انه في حالة الطاقات المنخفضة فان التصادم يكون بصورة اساسية بين الإلكترونات السريعة الساقطة والإلكترونات الذرية لمادة الهدف حيث يكون التصادم مع النواة نادراً. ويحدث خلال هذه التصادمات تحول للطاقة والزخم من الإلكترونات الساقطة لمادة الهدف فتظهر على صورة طاقة حرارية تؤدي لارتفاع كبير بدرجة حرارة الهدف. اما في حالة الطاقات العالية (وخاصة عندما يكون العدد الذري للهدف كبيراً) فتصدر الأشعة السينية نتيجة لانحراف الإلكترونات عن مسارها تحت تأثير المجال القوي للنواة.

في هذه التجربة سنحاول ايجاد ثابت بلانك بأسلوب مختلف عن الطريقة السابقة، اذ نستخدم قيم الأطوال الموجية الأقصر (λ_{min}) التي نجدها من خلال المعادلة الآتية :

$$\lambda_{min} (meter) = (1.24 \times 10^{-6}) \div V \quad (1)$$

وسنتحقق من هذه القيمة بايجاد الموقع الزاوي للطول الموجي الأقصر ومقارنتها بقيمته بالشكل (1) وبرسم المعادلة الآتية نجد مقدار ثابت بلانك :

$$hf_{max} = eV \quad (2)$$

$$\frac{hc}{\lambda_{min}} = eV \quad (3)$$

الأجهزة المستخدمة apparatus

1. جهاز الأشعة السينية
2. عداد كايكر



طريقة العمل (Experimental)

1. حدد قيمة فرق الجهد بين الكاثود والآنود على (30kv).
2. نضع التيار على مقدار (1mA).
3. اجعل زمن البوابة (Gate time) على مقدار ($\Delta t = 10\text{sec}$).
4. غير قيم زاوية البلورة (θ_t) (target) درجة درجة من (1 - 14).
5. غير قيم زاوية العداد (θ_s) (senser) بحيث تكون زاوية العداد ضعف زاوية البلورة.
6. أضغط على زر (scan) لبدأ العدخلال زمن مقدارة (5sec).
7. أضغط على زر (replay) لمعرفة مقدار قيمة العد.
8. رتب النتائج كما في الجدول ادناه.
9. ارسم العلاقة البيانية بين العد (R) وبين زاوية العداد (θ_s).
10. احسب مقدار (λ_{min}) من معادلة براك.
11. احسب ثابت بلانك من خلال معادلة رقم (3).

θ_t زاوية البلورة	(θ_s) زاوية العداد	R count/ sec
1	2	
2	4	
3	6	
14	28	

الاسئلة

1. ماهي انواع طيف الاشعة السينية؟
2. ماهي تفاعلات الاشعة السينية مع المواد ، عددها؟
3. اذكر قانون براك، مع الوحدات الفيزيائية.
4. اذكر ثلاث مميزات للاشعة السينية.
5. لماذا تستخدم بلورة (NaCl) للحيود في تجربة الاشعة السينية ولا نستخدم محرز عادي؟

تجربة (9)

تقدير حجم جزيئات الزيت

Estimating the size of ole molecules

الهدف من التجربة (Objects of the experiment)

1. تحديد حجم قطرة الزيت .
2. تحديد مساحة قطرة الزيت.
3. حساب سمك طبقة الزيت أحادي الجزيئ.

نظرية التجربة (Theory)

ان تحديد حجم الذرة من المبادئ المهمة في الفيزياء الذرية ويساعد تحديد حجم الجزيئات في تحقيق ادراك اكبر للحجوم الجزيئة بالوسائل التجريبية. يمكن الوصول الى الحجم التقريبي للجزيئة باستخدام تجربة قطرة الزيت. يمكن حساب قطر الجزيئة كما يلي:

$$d_m = \frac{V}{A} = \frac{V}{\pi r^2}$$

حيث ان :-

(V) هو حجم قطرة واحدة من الزيت التي كونت البقعة.

(d) قطر بقعة الزيت ($r = \frac{d}{2}$).

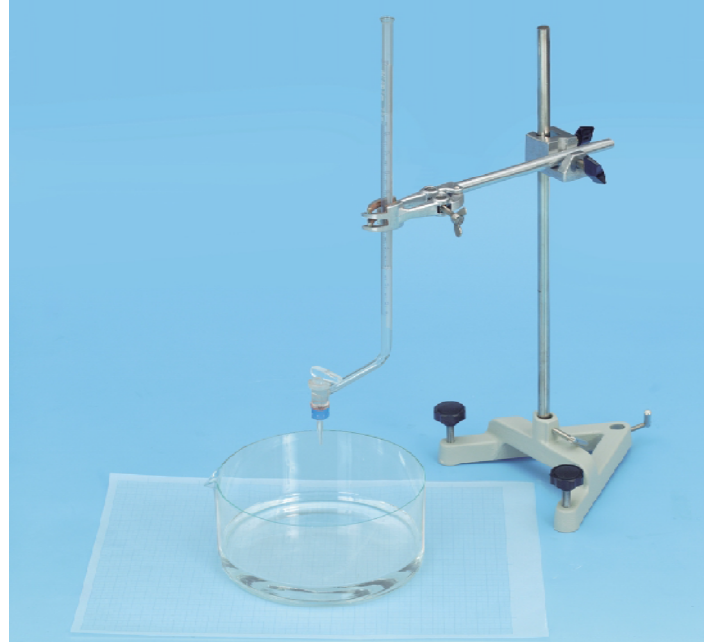
(d_m) سمك طبقة الزيت

(A) مساحة بقعة الزيت

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

1. صحن تبلور، ورق
 2. اسطوانه مدرجه ذو قاعدة بلاستيكيه
 3. سحاحه وحامل ذو قاعدة على شكل حرف (V) مع ماسك
 4. ماء مقط، ثلاثي الكليسرين، بنزين، مسحوق ابواغ الليكوبوديوم
- ملاحظة : ان نجاح التجربة يعتمد على نفاذ جميع الادوات الزجاجية المستخدمة (صحن التبلور ، الاسطوانة المدرجة، السحاحة، الحنفية) يجب ان تكون خالية تماما من الزيت.

ويتحقق ذلك عن طريق تنظيف هذه الادوات الزجاجية بغسلها جيدا بمسحوق تنظيف الاواني ثم بالماء المقطر ولازالة اي بقايا للزيت تغسل برفق بزيت الغاز.



شكل (1) يبين ادوات قطرة الزيت

ان الاعداد للتجربة مبين في شكل (1) :

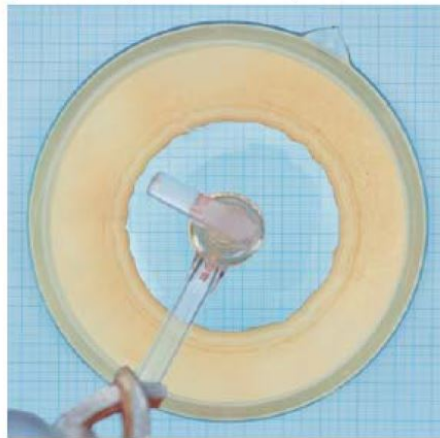
لتحديد قطر بقعة الزيت نضع ورق رسم بياني اسفل صحن التبلور.

يذوب الكليسرين في البنزين بنسبه (1:1000)

لتجنب ضياع المواد الكيميائيه يضاف (9ml) من البنزين الى (1ml) من الكليسرين، ثم

يضاف (99ml) من البنزين الى (1ml) من المحلول.

Fig. 2: Determining the diameter of the oil spot.



شكل (2) يبين طريقة تحديد قطر بقعة الزيت

طريقة العمل (Experimental)

1. يتم سكب المحلول المحضر سابقا في السحاحة
2. يتم سكب الماء المقطر في صحن التبلور لارتفاع (1cm).
3. نثر طبقة رقيقة من مسحوق (ليكوبوديوم سبورس) على سطح الماء المقطر عن طريق غمرها بالمسحوق.
4. توضع السحاحة فوق صحن التبلور كما مبين في شكل (1).
5. نضع دورق (50ml) بين السحاحة وصحن التبلور ثم نفتح الحنفية برفق الى ان يبدأ بالتقطير. ان عدد القطرات لكل سنتيمتر مكعب من المحلول يحدد مع سرعة القطرة (ما يقرب من قطرة لكل ثانية).
6. بدون تغيير لموقع الحنفية اسحب الدورق ودع قطرة من المحلول تسقط في صحن التبلور لتحديد حجم قطرة واحدة من الزيت.
7. يتم غلق الحنفية وقراءة قطر بقعة الزيت من مقياس ورقة الرسم البياني شكل (2).
8. تعاد التجربة مرة اخرى وناخذ معدل القيمة.

الاسئلة:-

1. لماذا اضيفت (99ml) من البنزين الى (1ml) من المحلول المستخدم في التجربة؟
2. ما فائدة المسحوق المستخدم اثناء التجربة؟
3. هل يمكن استبدال الماء المقطر بمادة اخرى؟ ولماذا؟
4. ما فائدة استخدام الماء المقطر في التجربة؟

تجربة (10)

توهين الأشعة السينية كدالة للمادة الممتصة والسماك الممتص

Investigation the attenuation of X-ray as a function of the absorber material and absorber thickness

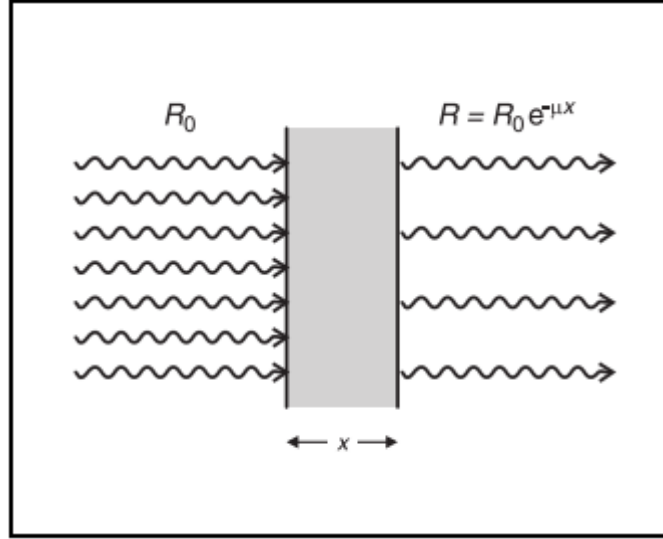
الهدف من التجربة (objects of the experiment)

1. دراسة توهين (attenuation) الأشعة السينية كدالة لسماك الممتص.
2. إثبات قانون لامبرت للاضمحلال.
3. دراسة توهين الأشعة السينية كدالة للمادة الممتصة (absorber material).

نظرية التجربة (Theory)

الذي نعنيه بتوهين الأشعة السينية هو تناقص شدتها عند مرورها خلال مادة. ويحصل هذا التوهين أو التضاؤل لسببين هما التشتت (scattering) والامتصاص (absorption). بالرغم من ان الامتصاص والتوهين ظواهر فيزيائية مختلفة فان الجسم المشع غالبا ما يسمى -بشكل خاطئ- بالامتصاص والصحيح يجب ان يسمى بالموهن (attenuator). على أي حال، هذا الوصف سيتبع الاستعمال التقليدي في بعض الأماكن ونشير الى الممتصات (absorbers) بدل الموهنات (attenuators).

ان تشتت كم الأشعة السينية (scattering of x-ray quanta) عند ذرات مادة الموهن تسبب تغيير اتجاه جزء من الإشعاع. وهذا يقلص الشدة (intensity) باتجاهها الأصلي . ان هذا التشتت يمكن ان يكون مرن (elastic) أو يستلزم فقد لطاقة أو انحراف في الطول الموجي أي تشتت غير مرن (inelastic) كما في الشكل (1).



شكل (1) توهين الأشعة السينية كدالة لسماك المادة الممتصه

في الامتصاص ينتقل كامل كم طاقة الأشعة السينية الى ذرات أو جزيئات المادة المشععة بشكل طاقة تهيج (excitation) أو تأين (ionizing) .

إذا كانت R_0 معدل العد (counting rate) الأصلي أمام الموهن وان R معدل العد خلفه، فيمكننا حساب نفاذية الإشعاع لوصف سماحية (permeability) موهن ما باستعمال:

$$T = \frac{R}{R_0} \quad (1)$$

كلما كانت نفاذية ممتص ما كبيرة، كلما كانت سعة توهينه (attenuating capacity) واطئة.

تعتمد النفاذية على سمك الموهن، إذا فرضنا إن خصائص الشعاع الساقط تبقى دائماً في تغير بالرغم من التوهين فان الزيادة في السمك x ، مقدارها dx تسبب نقصان النفاذية T بمقدار

dT . يتناسب التناقص النسبي للنفاذية مع الزيادة المطلقة للسمك كالأتي:

$$-\frac{dT}{T} = \mu \cdot dx \quad (2)$$

يعود عامل التناسب μ إلى معامل التوهين الخطي (linear attenuation coefficient).

تكون النفاذية $T = 1$ بالنسبة إلى $x = 0$ والتكامل في المعادلة (2) يعطينا :

$$T = e^{-\mu x} \quad (3)$$

أو

$$\ln T = -\mu x \quad (4)$$

وتدعى هذه العلاقة بقانون لامبرت للتوهين نسبة الى العالم جون هينريك لامبرت Johann (Heinrich Lambert) فيلسوف وعالم القرن الثامن عشر.

ان هدف هذه التجربة هو إثبات قانون لامبرت للتوهين وكذلك إثبات اعتماد التوهين على مادة التوهين والطول الموجي للأشعة السينية .

الاجهزة المستخدمة (Apparatus)

3. جهاز أشعة سينية

4. عداد كايكر

5. مادة ماصة متعددة السمك



شكل (2) يبين جهاز الاشعة السينية

طريقة العمل (Experimental)

التوهين كدالة لسمك الممتص بدون مرشح الزركونيوم (zirconium).

1. نظم فولتية الأنبوبة العالية الى.
2. نظم تيار الانبعاث على ($I = 0.05\text{mA}$).
3. اضغظ مفتاح الهدف.
4. نظم عرض الخطوة الزاوية (angular step width) بالمقدار $\Delta\beta = 0^\circ$ (راجع كتيب تعليمات جهاز الأشعة السينية).
5. نظم زمن القياس).

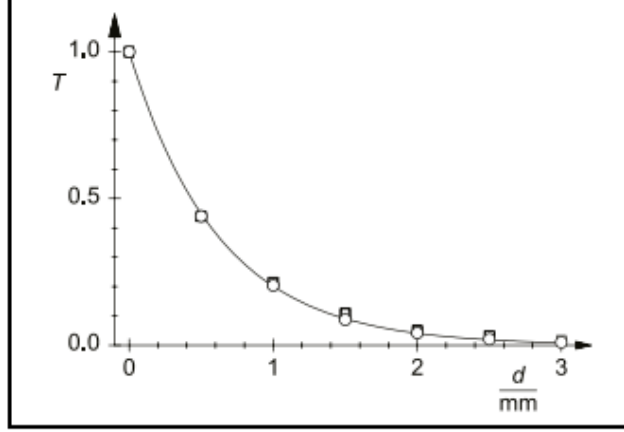
باستعمال مقبض التنظيم (adjust knob) نظم المواضع الزاوية للممتصات تقريبا الواحدة بعد الأخرى ($0^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ, 50^\circ, 60^\circ$)، مبتدءا القياس بمفتاح المسح key (Scan) واعرض متوسط معدل العد R بعد انقضاء زمن القياس بواسطة الضغظ على الإعادة (Replay). دون النتائج كما مبين في الجدول (1).

• **ملاحظة:** يجب ان لا يزيد معدل العد عن $1500/\text{s}$ ، لتجنب تصحيح

الزمن الميت (dead time).

d mm	R S ⁻¹
0.5	
1.0	
1.5	
2.0	
2.5	

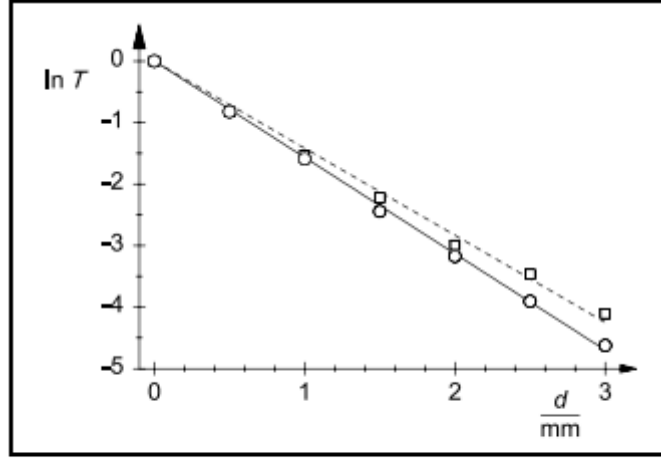
عند إدخال بيانات القياس في الجدول (1) ومن المعادلة (1) سنحصل على النفاذية T . والشكل (2) يبين كيفية اعتماد النفاذية على سمك الممتص d . الخط المنحني يوافق الدالة الأسية المتوقعة من المعادلة (3).



شكل (2) يبين العلاقة الأسية بين النفاذية وسمك الممتص

يوضح شكل (3) تمثيل النقطة العائمة (floating point) تبعا للمعادلة (4)، في هذا التمثيل يمكن وصف توهين إشعاع الأشعة السينية (أحادية الطول الموجي باستعمال مرشح الزركونيوم) ويمثل الخط المستقيم المار خلال نقطة الأصل الذي يعود لمعامل التوهين الخطي

$$\mu = 15.7 \text{ cm}^{-1}$$



شكل (4) يبين كيفية ايجاد معامل التوهين الخطي

الاسئلة

1. ما هو معامل التوهين وما هي وحداته ؟
2. ما هي العوامل التي تؤثر على معامل التوهين ؟
3. لماذا يستخدم الرصاص بدل الالمنيوم في صناعة الجدران الواقية من الاشعة ذات الطاقة العالية مثل اشعة اكس ؟