طيف ذرة الصوديوم
وحساب المسافة بين خطي الصوديوم " D "

*الهدف من التجربة: دراسة مستويات الطاقة لذرة الصوديوم .

*النظرية:

إن الطيف الضوئي للصوديوم يعتبر نموذجا لأطياف جميع الذرات القلوية. تتركب ذرة الصوديوم في حالتها الاعتيادية من عشرة إلكترونات في قلب مغلق وإلكترون إضافي في الحالة (3S) ولما كان القلب المغلق لا يشارك في قيمة الزخم الزاوي للذرة فإن حالات الإلكترون الحادي عشر أو الإلكترون الضوئي هي وحدها التي يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار في بحث طيف ذرة الصوديوم المتعادل.

يمكن رفع ذرات الصوديوم من الحالة الاعتيادية إلى حالة أعلى في الطاقة بقصفها بالإلكترونات السريعة أو بتعريضها إلى حرارة عالية من لهب أو قوس كهربائي أو بجعلها تمتص الطاقة الإشعاعية من مصدر خارجي. ويقال عن الذرة التي تكون في واحدة من حالات الطاقة العالية بأنها في حالة تهيج وعندما تعود الذرة إلى حالة أوطأ من الطاقة ينبعث منها الإشعاع على هيئة فوتون ذي تردد يقرره شرط بوهر. عند فحص الخطوط الطيفية لذرة الصوديوم بجهاز قوة تفريقه كبيرة نجد إن كثيرا من الخطوط هي ثنائية التركيب أي أنها تتكون من خطين قريبين جدا من بعضهما ويقال لمثل هذه الخطوط أن لها تركيبا رقيقا (Fine Structure) فخط الصوديوم الأصفر مثلا والذي كثيرا ما يسمى بخط D للصوديوم يتكون من خطين قريبين من بعضهما بمقدار 6 انكستروم تقريبا.

وقد فسرت هذه الظاهرة بعد اكتشاف تدويم الإلكترون حيث اصبح الزخم الزاوي الكلي للإليكترون يساوي المجموع الكلي المتجهي للزخم الزاوي للحركة المدارية وللحركة التدويمية ولما كان التدويم الإليكتروني في حركة المدارية موازيا لاتجاه محور الدوران أو بعكس اتجاهه لذلك يضاف أو يطرح من الحركة المدارية.

Scanned by CamScanner

تنتج المتسلسلة الرئيسية للصوديوم بسبب الانتقال من حالات 2P إلى الحالات الاوطا 3S وجميع هذه الخطوط ثنائية لأنها تبدأ بالمستويات $P_{3/2}$, $P_{1/2}$ وتنتهي في المستوى $S_{1/2}$.

وتسبب خطوط الصوديوم الصفراء الانتقالات التالية.

(خط D_1)	$3\,^2S_{1/2} - 3\,^2P_{1/2}$	$\lambda = 5895.93\ A^\circ$
(خط D_2)	$3\,^2S_{1/2} - 3\,^2P_{3/2}$	$\lambda = 5889.96\ A^\circ$

والعدد الموجي لأي خط من خطوط المتسلسلة الرئيسية ينتج من

$$\nu = 3\,^2S_{1/2} - n^2\,^2P_{1/2} \qquad (n=3,4,5,.....)$$

$$\nu = 3\,^2S_{1/2} - n^2\,^2P_{3/2} \qquad (n=3,4,5,.....)$$

خطوات العمل:

ثبت محزز الحيود على منضدة المطياف بعد إعداد جهاز المطياف للعمل. قس زوايا كل لون من ألوان طيف الصوديوم عندما تكون رتبة الأهداب n=1 ثم رتب جدولا يتضمن الألوان والزوايا.

الحسابات والنتائج:

1- اقرأ قيمة d لمحزز الحيود الذي تستعمله في التجربة.

2- احسب الطول الموجي لكل لون من العلاقة

$$n\lambda = d \sin\theta \qquad \text{حيث } n=1$$

3- احسب فرق الطول الموجي لخطي اللون الأصفر

$$\lambda_2 - \lambda_1 = d/n\,(\sin\theta_2 - \sin\theta_1)$$

Scanned by CamScanner

امتصاص الأشعة السينية

هدف التجربة: 1- إيجاد معامل امتصاص الألمنيوم

2- دراسة تأثير العدد الذري (Z) على نفاذية الأشعة.

النظرية:

ترتبط شدة الأشعة السينية النافذة (I) في شريحة سمكها (X) بشدة الأشعة الساقطة (I_0) بالمعادلة الآتية

$$I = I_0 e^{-ux}$$

حيث (u) معامل الامتصاص. ويكون الامتصاص داخل المواد بثلاث طرق ونسب مختلفة لكل منها تعتمد على طاقة الفوتون الساقط ونوع مادة الامتصاص.

1- الظاهرة الكهروضوئية photoelectric effect

يمتص الفوتون نتيجة تصادمه مع أحد الإلكترونات في المدارات الداخلية للذرة ويتم تحرير هذا الإليكترون وتاين الذرة. ويعرف الإليكترون المتحرر بهذه الطريقة بالإليكترون الضوئي (photo electron) والمعادلة رقم (1) تمثل الامتصاص الكهروضوئي.

$$h\upsilon = w + E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث أن ($h\upsilon$) هي طاقة فوتون الأشعة السينية الساقط، (w) طاقة ترابط الإليكترون داخل الذرة، (E) الطاقة الحركية للإليكترون المتحرر.

2- ظاهرة كومبتون Compton effect

هو تصادم غير مرن (non elastic collision) بين الفوتون وأحد الإليكترونات في المدارات الخارجية لذرات المادة الممتصة. ويشترط في هذا النوع من التفاعل أن يكون الإليكترون حرا تقريبا (free electron) أو أن تكون طاقة ترابطه ضعيفة.

3- ظاهرة إنتاج الثنائي pair production

في هذه العملية فان الطاقة تتحول إلى مادة إذ يتحول الفوتون إلى زوج من الدقائق هي الإليكترون والبوزترون (إليكترون موجب).

Scanned by CamScanner

ان معامل الامتصاص الكتلي للمادة المشعة يعتمد على العدد الذري في حالة الامتصاص بهذه الطريقة لان هذه العملية تتم بالتفاعل مع المجال الكهربائي للذرات الذي يعتمد على العدد الذري.

طريقة العمل:

1- حدد زمن تشغيل جهاز الأشعة السينية بواسطة ضابط الوقت وليكن في حدود (30) دقيقة.

2- جهز الكاشف بجهد يتراوح ما بين (490 – 530) فولت وذلك بواسطة مجهز القدرة.

3- تأكد من وجود شرائح الألمنيوم في الشق المخصص لها في اتجاه مسار الأشعة السينية الساقطة.

4- تأكد من وضع مرشح الزركونيوم في مكانه الملائم في مسار الأشعة السينية للحصول على طول موجي (0.71A).

5- احسب تأثير الإشعاعات الخلفية (Bach ground) لمدة (100) ثانية.

6- اجعل تيار الفتيلة واحد ملي أمبير وجهد الأنود (21) كيلو فولت.

7- أوجد عدد النبضات في (100) ثانية بدون مادة الامتصاص في مسار الأشعة المباشرة (I٠).

8- أوجد التغير في معدل عدد النبضات (I) مع تغير سمك شرائح الألمنيوم.

9- ارسم العلاقة بين معدل عدد النبضات (I) مع تغير سمك شرائح الألمنيوم.

10- احسب قيمة معامل الامتصاص (u) من الرسم.

11- استبدل شرائح الألمنيوم بشرائح عناصر أخرى مختلفة بالعدد الذري.

12- اجعل تيار الفتيل واحد ملي أمبير وجهد الأنود (42) كيلو فولت لأنبوبة الأشعة السينية.

13- أوجد العلاقة بين معدل عدد النبضات (I) والعدد الذري (Z) للعناصر المختلفة المتوفرة في المختبر.

14- ارسم العلاقة بين معدل عدد النبضات (I) والعدد الذري (Z).

Scanned by CamScanner

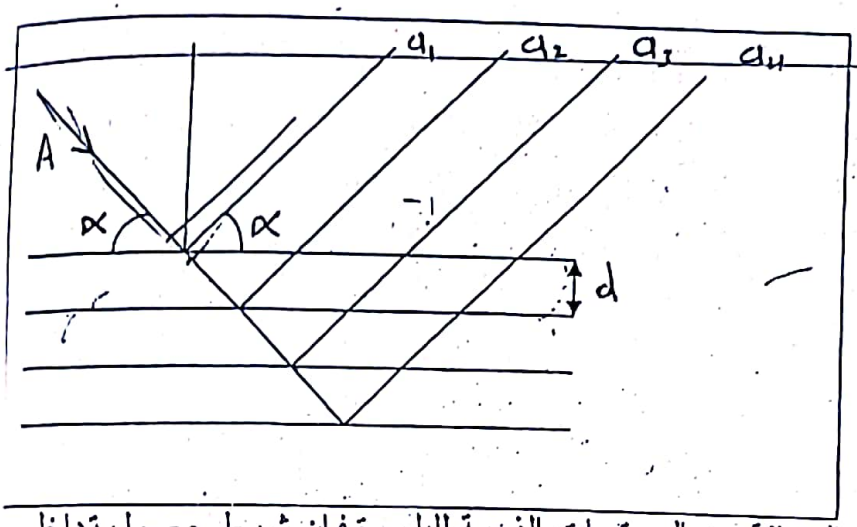
حيود الأشعة السينية

(انعكاس براغ على بلورة أحادية)

هدف التجربة:

تحقيق قانون براغ للأشعة السينية المنعكسة على المستويات الذرية لبلورة كلوريد الصوديوم الأحادية.

النظرية:



إذا كانت (d) تمثل المسافة بين المستويات الذرية للبلورة فان شرط حصول تداخل بناء للأشعة السينية المنعكسة على المستويات الذرية يخضع للعلاقة التالية.

$$n\lambda = 2d \sin \alpha_B$$

حيث (n) رتبة الهدب. (λ) تمثل وحدة طول (الطول الموجي) للأشعة السينية الساقطة. (α_B) تمثل زاوية براغ التي تكون عندها شدة الأشعة المنعكسة اكبر ما يمكن.

الأجهزة المستعملة: جهاز الأشعة السينية مع جهاز براغ، بلورة كلوريد الصوديوم صمام كايكر، عداد إليكتروني.

خطوات العمل:

1. أوصل جهاز الأشعة السينية بمصدر الجهد المتناوب ثم اجعل الجهد للأنبوب الأنبوبة الأشعة السينية عاليا والتيار المار بها عند اقل قيمة ممكنة ثم ادر مفتاح التشغيل و لاحظ إضاءة المصباح.

Scanned by CamScanner

2. ابدأ بتسليط جهد عالي بحدود (30) كيلو فولت.

3. إذا تركت أنبوبة الأشعة السينية دون تشغيل لفترة زمنية طويلة نسبيا (اكثر من ستة أسابيع) فان هذه الأنبوبة قد تحتوي على بعض جزيئات التيار المتحرر من سطح الزجاج الداخلي والمكونات المعدنية ولتخلص من هذه الغازات التي يظهر أثرها كنقص مستمر في تيار الأنبوبة عند تشغيلها اتبع الخطوات التالية:

أ. إبداء بتشغيل أنبوبة الأشعة السينية عند اقل جهد ممكن للأنود.

ب. اضبط تيار الأنبوب عند واحد ملي أمبير مستعينا بمقياس تيار خارجي وسيطر على التيار باستخدام مجهز جهد.

ج. ارفع جهد التشغيل بعد ذلك إلى أعلى قيمة ممكنة (30) كيلو فولت وكرر الخطوة السابقة وذلك بتحديد قيمة التيار عند واحد ملي أمبير.

4. اضبط جهد التشغيل لعداد كايكر عند قيمة (500) فولت.

5. حدد زاوية سقوط حزمة الأشعة السينية الضيقة على سطح البلورة (α) واضبط وضع عداد كايكر بزاوية تساوي (2α) حتى يستقبل الأشعة المنعكسة من المستويات الذرية للبلورة.

6. ابدأ بأقل زاوية انعكاس ممكنة ($\alpha=4^{\circ}$) للبلورة وسجل عدد النبضات كل مائة ثانية باستخدام العداد الإلكتروني.

7. كرر الخطوة السابقة عند زواية سقوط مختلفة (كل درجة) مع الاحتفاظ دائما بوضع عداد كايكر عند زاوية تساوي (2α).

الحسابات والنتائج:

ارسم خطا بيانيا بين زاوية السقوط وعدد النبضات واستنتج من الرسم زاوية براغ المقابلة للأول رتبة تداخل بناء (أعلى شدة ممكنة).

إذا علمت أن الطول الموجي للأشعة السينية المستخدمة مع مرشح الزركونيوم يساوي (0.71 A) احسب المسافة بين المستويات الذرية (d).

Scanned by CamScanner

طيف الأشعة السينية

هدف التجربة:

1. دراسة طيف الأشعة السينية
2. إيجاد الحد الأدنى لطول الموجي الناشئ
3. حساب ثابت بلانك

النظرية:

عندما تصطدم الإليكترونات المتحركة بسرعة كبيرة بذرات أي عنصر عند آذن تتولد الأشعة السينية وذلك برفع الإليكترونات الواقعة داخل الذرة والحائمة حول النوات بمدارات خاصة هي (K,L,M) عن مداراتها حيث تصبح في حالة تحفز تسقط بعدها راجعة إلى محلها الأصلي أو إلى مدار ذو طاقة أقل عندئذ يصدر عنها قدرا من الطاقة الإشعاعية وهي الأشعة السينية تكون الأنابيب المولدة للأشعة السينية مفرغة من الهواء ويكون المهبط الأنبوب (Cathode) حاوي على صفيحة رقيقة من معدن التنكستين (Filament) والقطب الموجب (Anode) مكون من أحد المعادن الفلزية وعندما تسخن الصفيحة الرقيقة من خلال تمرير تيار كهربائي تتحرر الإليكترونات وعند زيادة الفولتية تتسارع هذه الإليكترونات وتصطدم بالهدف القطب الموجب فتتولد الأشعة السينية.

طبيعة الأشعة السينية المتولدة تعتمد على المعدن الفلزي الذي يمثل الهدف وعلى فولتية التيار الكهربائي المستخدم ولا تنتج الأشعة السينية الا إذا وصلت فولتية التيار الكهربائي المستخدم إلى الحد الأدنى المعين وهذا يعتمد على مادة الهدف (Target) في هذه الحالة يتولد الطيف المستمر للأشعة السينية (Continuous X-ray Spectrum) وبعدها تزداد شدة الموجات ويقل الطول الموجي فيتولد إشعاع مشابه إلى الإشعاع الأبيض (White Radiation) وعند زيادة الفولتية يحصل تعاقب في الإشعاع الأبيض فيتكون خط الطيف (Line Spectrum) أو الإشعاع المميز (Characteristic radiation) خاص حسب نوع مادة الهدف. وهذا الإشعاع المميز له شدة أكبر بعدة مرات من شد

Scanned by CamScanner

الإشعاع الأبيض ويحوي على عدد من الأطوال الموجية المفصولة والتي يمكن عزل أي طول موجي باستخدام مرشح (Filter).

طريقة العمل:

1. حدد زمن التشغيل وليكن أكثر من ساعة.
2. جهز الكاشف بفولتية تتراوح ما بين (490 - 530) فولت وذلك بواسطة مجهز القدرة.
3. تأكد من أن البلورة تحت الدراسة موجودة داخل الجهاز في المكان المناسب.
4. خذ تأثير الإشعاع الخلفي لمدة (100) ثانية.
5. تأكد من عدم وجود المرشحات في مسار الأشعة السينية.
6. اضبط جهاز الأشعة السينية بحيث إذا دارت البلورة بزاوية مقدارها(θ) فان الكاشف يدور بزاوية مقدارها (2θ).
7. حدد تيار الانبعاث (1mA)وخذ قيمة جهد الأود.
8. أبتدأ بزاوية مقدارها (3°) وحسب عدد النبضات لمدة (100) ثانية.
9. أعمل على زيادة زاوية البلورة بنصف درجة كل مرة مسجلا عدد النبضات حتى تصل زاوية البلورة إلى (12°).

لتحديد موقع القمم اعمل على زيادة زاوية البلورة ب (0.2°) ابتدأ من زاوية مقدارها (9°) ولغاية (10°).

الحسابات والنتائج: صحح القراءات وذلك بطرح تأثير الإشعاعات الخلفية.

- احسب الطول الموجي لكل زاوية بتطبيق القانون التالي

$$n\lambda = 2d \sin\theta$$

حيث $n = 1$ و $d = 2.01$ لبلورة فلوريد الليثيوم

- ارسم العلاقة بين عدد النبضات على المحور الصادي و الطول الموجي على المحور السيني ومن الرسم استنتج الحد الأدنى لطول الموجي(λ_{min}).
- بتطبيق العلاقة ($E = h\,c / \lambda$) جد قيمة ثابت بلانك (h) المقابلة لأعلى طاقة (E_{max}).

Scanned by CamScanner

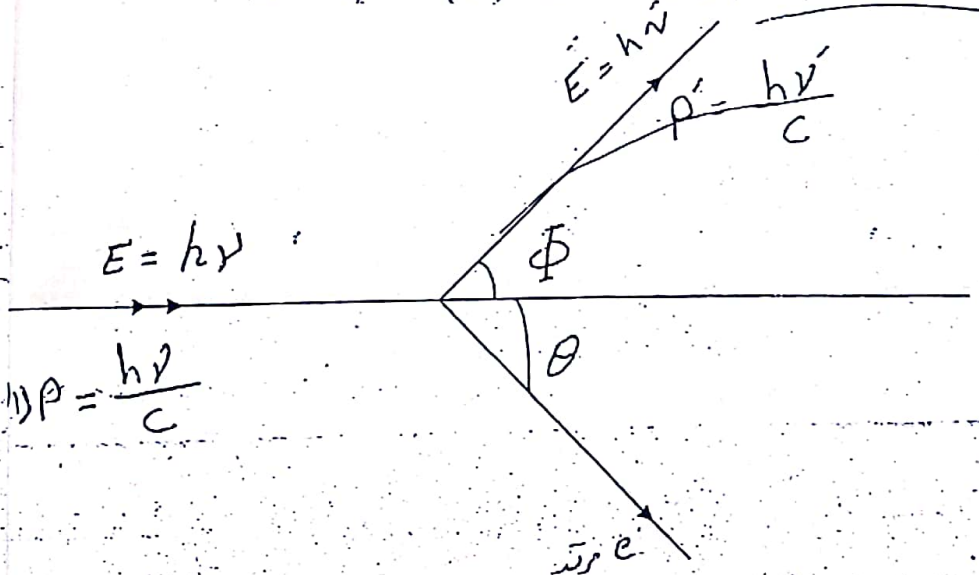
ظاهرة كومبتن

هدف التجربة:

دراسة ظاهرة كومبتن للتشتت وايجاد الفرق في الطول الموجي (عمليا ونظريا).

النظرية:

لاحظ كومبتن (A. H. Compton) عام 1923 من جراء تجاربه على تشتت الأشعة السينية إن طول موجة الأشعة المتشتتة من قطعة من البزافين تصنع زاوية قائمة مع أتجاه الحزمة الساقطة وبطول موجي أطول من الطول الموجي للأشعة الساقطة. نفرض أن الأشعة الساقطة على شريحة مادة معينة تتألف من فوتونات ذات طاقة مقدارها ($h\upsilon$) وسرعة مقدارها (c) كما في الشكل.



الشكل يمثل ظاهرة كومبتن

من العلاقة بين الكتلة والطاقة المستخرجة من النظرية النسبية نعلم إن الفوتون الذي طاقته ($h\upsilon$) له كتلة مقدارها ($h\upsilon/c^2$) ولما كان زخم الدقيقة هو حاصل ضرب كتلتها في سرعتها فأن زخم الفوتون يساوي ($h\upsilon/c$). ولنفترض أن هذا الفوتون يصطدم بإلكترون ساكن وحر نسبيا (قليل التماسك بالمدار) وبفرض إن قوانين حفظ الطاقة والزخم صحيحة في هذه العملية فأن الإليكترون يكتسب سرعة

Scanned by CamScanner

مقدارها (υ) في اتجاه يصنع زاوية مقدارها (θ) مع اتجاه حركة الفوتون الساقط. ويتشتت الفوتون بطاقة مقدارها ($h\upsilon'$) وبزاوية مقدارها (Φ) مع الاتجاه الأصلي. وبتطبيق مبدأ حفظ الطاقة نجد.

$$h\upsilon = h\upsilon' + m_o c^2 (k-1) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث أن ($m_o c^2 (k-1$) هي الطاقة الحركية للإليكترون حسب النظرية النسبية الخاصة وكذلك.

$$k = (1- v^2/c^2)^{1/2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

ويتحليل موجات الزخم إلى مركبتين متعامدتين أحدهما في اتجاه الفوتون الساقط والأخرى في الاتجاه المتعامد، وباستعمال قانون حفظ الزخم نحصل على ما يأتي.

$$h\upsilon/c = (h\upsilon'/c) \cos \Phi + (k m_o v)\cos \theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$0= (h\upsilon'/c) \sin \Phi - (k m_o v)\sin \theta \; \Phi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

وعند حل هاتين المعادلتين نحصل على النتائج التالية:-

$$\lambda' - \lambda = h/m_o c (1-\cos \Phi) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

$$\cot \Phi/2 = (1+ \alpha) \tan \theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

$$E = m_o c^2 (k-1) = (h\upsilon \, 2\alpha \cos^2 \theta)/((1+ \alpha)^2-(\alpha^2 \cos \theta)) \quad \ldots (7)$$

حيث أن ($\alpha = h\upsilon/ m_o c^2$) ، (E) هي الطاقة الحركية للإليكترون المرتد، (λ) و (λ') طول الموجتين المناظر للترددين (υ) و (υ').

وتنص المعادلة (5) على أن طول موجة الأشعة السينية المتشتتة في أي زاوية مثل (Φ) يجب أن يكون دائما اكبر من طول الموجة للأشعة الساقطة. وبالإضافة إلى ذلك فان الفرق بين طولي الموجتين لا يعتمد على طبيعة المادة المتشتتة بل يتوقف على زاوية التشتت وحدها.

وتعطينا المعادلة (6) العلاقة بين اتجاه حركة الإليكترون المرتد والفوتون المتشتت، بينما تعطينا المعادلة، (7) الطاقة الحركية للإليكترون المرتد بدلالة طاقة الفوتون الساقط والزاوية (θ).

Scanned by CamScanner

طريقة العمل:

1. ضع عداد كايكر بزاوية مقدارها (145°) بالنسبة لمسار الأشعة الساقطة على شريحة الألمنيوم المشتتة وثبت الوسط المشتت بزاوية مقدارها (20°) بالنسبة لمسار الأشعة الساقطة.
2. سجل شدة الإشعاعات الخلفية الطبيعية أي بدون تشغيل وحدة الأشعة السينية مستخدما عداد كايكر فقط.
3. اجعل تيار الفتيل وجهد أنبوبة الأشعة السينية أعلى ما يمكن.
4. أوجد شدة الأشعة السينية.

- قبل وضع شريحة النحاس الماصة (I_0).
- بعد وضع شريحة النحاس الماصة أمام المادة المشتتة (I_1).
- بعد وضع شريحة النحاس الماصة خلف المادة المشتتة (I_2).

ملاحظة:

في كل حالة من الحالات السابقة احسب الزمن اللازم لتسجيل (4000) نبضة على الأقل.

الحسابات والنتائج:

بعد طرح تأثير شدة الإشعاعات الخلفية من النتائج.

1. احسب معامل النفاذ للأشعة الساقطة ($T_1 = I_1/I_0$)، ومعامل النفاذ للأشعة المتشتتة ($T_2 = I_2/I_0$).
2. أوجد مقدار التغير ($\Delta\lambda$) في التجربة مستعينا بالرسم.
3. أوجد مقدار التغير ($\Delta\lambda$) باستخدام المعادلة (5).
4. قارن بين النتيجتين وجد النسبة المئوية للخطأ.

Scanned by CamScanner

إشعاع الجسم الأسود

Black Body Radiation

تحقيق قانون ستيفان ـ بولتزمان

هدف التجربة: دراسة العلاقة بين كمية الإشعاع المنبعث في الجسم الأسود ودرجه حرارته ودراسة قانون ستيفان في الإشعاع وإيجاد ثابت ستيفان .

مبدأ التجربة:

ان احد اسباب ظهور الفيزياء الكميه هو فشل الفيزياء الكلاسيكية في تفسير الأشعة الحرارية المنبعثة من الأجسام الساخنة . أننا نعرف جيدا أن الأجسام المصنوعة من مواد مختلفة بنفس الحجم والشكل تبعث طاقات مختلفة إذا ما سخنت لنفس درجات الحرارة .وبالرغم من هذا الاختلاف فاننا يمكن تفسير الأشعة الحرارية بصورة عامه اعتمادا على الحقيقة القائلة إذا سمح للأشعة داخل الأجسام الجوفاء بالمرور من خلال ثقب صغير بالجدار فاننا نجد أن توزيع شده وطيف الأشعة نفس درجات الحرارة تكون تقريبا متساوية لجميع المعادن ولا تعتمد على شكل وحجم التجويف هذه الأشعة تسمى إشعاع الجسم الأسود (Black Body Radiation) واحدى الطرق الناجحة نحو التفسير الدقيق بشعاع الجسم الأسود جاءت سنه 1900 من خلال تطبيقات قوانين الثرموداينمك إذا تم معالجة الأشعة الحرارية المتساوية للأجسام المغلقة على أنها تشابه الموائع الحرارية المتحركة (thermodynamic fluid) التي تملك مسافة وتسلط ضغط وتشغل حجم مثل المعادن السائلة .خواص هذه الموائع استنتجت من القوانين الكهرومغناطيسيه ، لذلك فان خواص إشعاع الجسم الأسود يمكن تفسيرها اعتمادا على هذه القوانين

- قانون كر تشوف (kirchoffs low)

Scanned by CamScanner

عند تعرض الأجسام غير الشفافة (nontransparent body) إلى أشعه طولها الموجي (λ) فأنها سوف تمتص جزء من طاقه هذه الأشعة وتبعثها ثانيه وتكون كميه الأشعة الممتصة تساوي كميه الأشعة المنبعثة .

(2) العلاقة بين الضغط وكثافة الطاقة للأشعة المتناظرة Isotropic هي :

$$P = 1 \setminus 3\ u$$

هذه المعادلة جاءت من العلاقة الكلاسيكية بين الطاقة والزخم للموجات المستوية .

3- القدرة الكلية المنبعثة لوحده المسامية للجسم الأسود تعتمد على كثافة طاقه أشعه التجويف(U)

$$E_B(T) = 1 \setminus 4\ cu(T)$$

حيث C سرعة الضوء .

4- قانون ستيفان _ بولتز مان The Stefan Boltzman Law

القدرة الكلية المنبعثة لوحده المساحة للجسم الأسود تتناسب مع الأس الرابع لدرجه الحرارة المطلقة .

$$E(T) = \sigma\ T^4$$

حيث (σ) ثابت ستيفان ويساوي $0.566x10^{-7}$ $Wm^{-2}k^{-4}$

(5) قانون وين Wien's displacement Low

إذا تم تغير حجم ودرجه حرارة التجويف المشع فان الأشعة المنبعثة بطول موجي قدره (λ) سوف تبعث بطول موجي جديد مقداره ($\acute{\lambda}$) نتيجة لظاهرة دوبلر Doppler effect حيث : $\lambda T = \acute{\lambda} \acute{T}$

هذه التفسيرات لمميزات إشعاع الجسم الأسود ناجحة جداً ولكن غير ممكن الاعتماد على تلك القوانين من تميز التوزيع الطيفي للأشعة لذا يمكن القول بأن قوانين الثرموداينمك تعطي بعض المعلومات المهمة ولكن ليس جميعها في ما يخص حركة الجزيئات وكمثال على ذلك فان اعتماد معدل طاقة الجزيئات على الحرارة يمكن إيجادها من قوانين الثرموداينامك ولكن توزيع السرع للجزيئات ليمكن إيجادها بنفس القوانين لذلك فاننا يجب أن نلجأ إلى الميكانيك الإحصائي لتفسير مثل هذه النقاط.

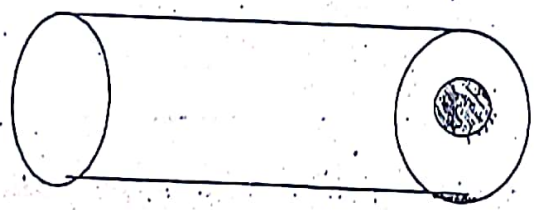
Scanned by CamScanner

ومما تقدم يمكن ان نستنتج أن كل الأجسام تشع إشعاعات كهرومغناطيسية ولكن كمية وخواص هذه الإشعاعات تعتمد على درجة الحرارة لجسم وطبيعته. في نفس الوقت تتفاوت هذه الأجسام الامتصاص فمثلا الأجسام اللامعة تعتبر رديئة الإشعاع وكذلك رديئة الامتصاص على عكس الأجسام الخشنة أو السوداء حيث تعتبر جيدة الامتصاص والإشعاع. لذلك يعرف الجسم الأسود بانه ذلك الجسم الذي يمتص كل الإشعاعات الساقطة عليه حيث تعتبر مقدرته على الإشعاع ومقدرته على الامتصاص تساوي وحدة واحدة.

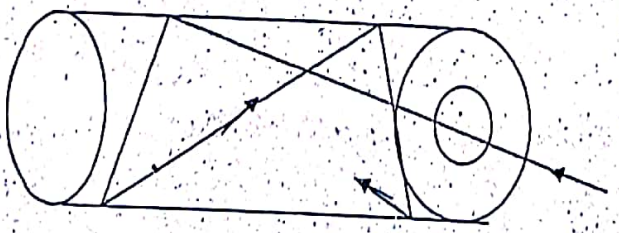
القدرة على الامتصاص = طاقة الإشعاع الممتص من قبل الجسم / طاقة الإشعاع الساقط على الجسم

يصمم الجسم الأسود لغرض التجربة بشكل اسطوانة فارغة وله فتحة ضيقة كما في الشكل (1) عندما تصل حزمة إشعاع يتم حصرها داخل فراغ الأسطوانة وذلك بالانعكاسات المتكررة داخل الفراغ إلى إن يتم امتصاصها كاملة بواسطة جدران الجسم كما في الشكل (2).

الشكل (1)



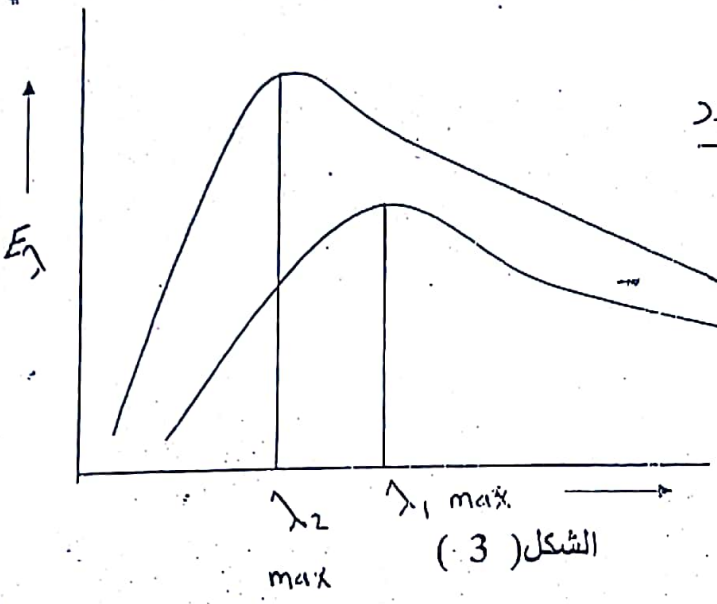
الشكل (2)



و إذا حدث تغير في درجة حرارة الجسم فان الاتزان الحراري (thermal equilibrium) يحدث بعد فترة بين الإشعاعات داخل الفراغ وجدار الجسم عند

Scanned by CamScanner

و إذا حدث تغير في درجة حرارة الجسم فان الاتزان الحراري (thermal equilibrium) يحدث بعد فترة بين الإشعاعات داخل الفراغ وجدار الجسم عند درجة حرارة مثل (T.). شكل (3) يوضح العلاقة بين طاقة الإشعاع الصادر من الجيم الأسود و الطول الموجي له في درجة حرارة معينة. هذه العلاقة بين طاقة الإشعاع والطول الموجي تعتبر من أهم الظواهر التي فشلت القوانين الكلاسيكية في تفسيرها مما دعي ماكس بلانك سنة 1955 للاقتراح بان الإشعاعات الكهرومغناطيسية عبارة عن كميات من الطاقة وهذا الاقتراح هو حجر الأساس في مبادئ الميكانيك الكمي



الشكل(3)

الأجهزة المستعملة:

1. الجسم الأسود عبارة عن اسطوانة نحاسية طولها (10 سم) وقطرها (3,6 سم) ولها فتحة صغيرة من الطرف الخلفي لقياس درجة الحرارة.
2. فرن كهربائي يستعمل لتسخين الجسم الأسود مزود بفتحة تتناسب مع قطر الأسطوانة وطولها ويربط مباشرة إلى مجهز قدرة بحدود (200 واط) ليسخن إلى درجة (600 °).
3. مبردة لعزل تسرب الطاقة توضع أمام فتحة الفرن وهي عبارة عن قرص نحاسي قطره (12 سم) ووجهه المقابل للفرن مغطى بطبقة عازلة من الأسبستوس يتصل به دورة مائية. وبهذه الطريقة فان الإشعاعات لا تنفذ إلا من خلال فتحة ضيقة قطرها (2 سم) في وسط القرص.

Scanned by CamScanner

4. جهاز مول لقياس الطاقة الحرارية Moll 's Thermopiles

يستخدم للكشف عن الطاقة حيث يتصل بكلفانومتر حساس مقدار انحرافه يتناسب طرديا مع مقدار الطاقة الساقطة على الكاشف.

5. كلفانومتر حساس

6. مقاومة صغيرة

7. اميتر وفولتميتر

8. مصباح يستخدم لتدريج الكلفانومتر

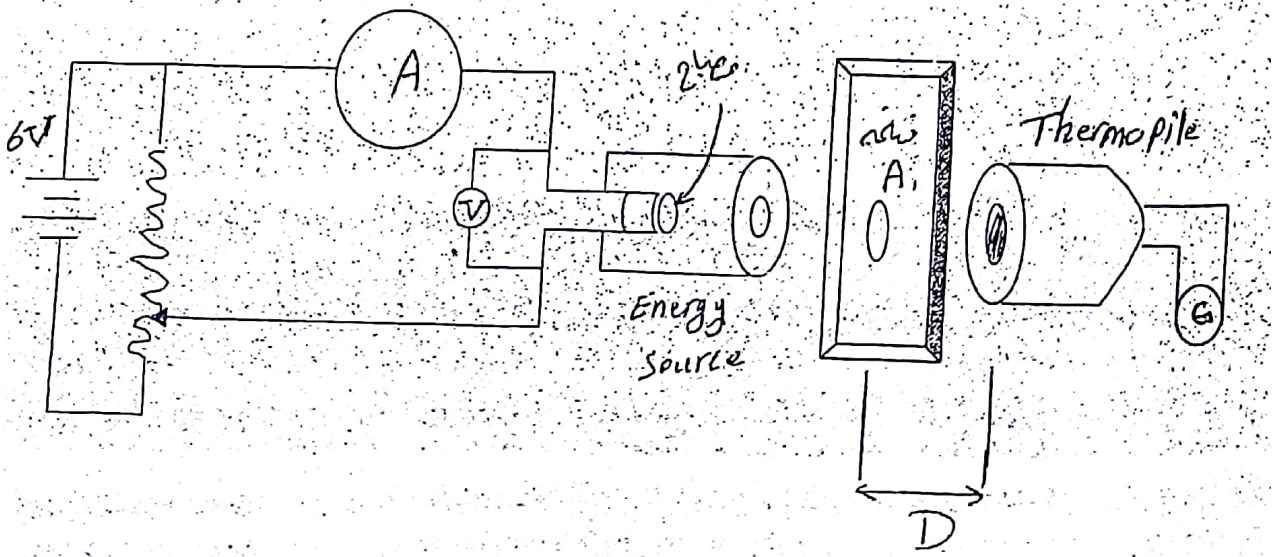
9. مجهز قدرة (6 V)

تدريج الكلفانومتر:

انحراف الكلفانومتر لا يعطي قيمة الطاقة مباشرة بل هو مقياس تناسب مقدار الطاقة مع انحراف الكلفانومتر. وللحصول على مقياس للطاقة يجب تدريج الكلفانومتر كما يلي.

1. جهز الدائرة كما مبينة في الشكل (4).
2. سجل المسافة بين الفتحة الأولى للمصدر A_1 والفتحة الثانية A_2 لمستقبل الطاقة كاشف الطاقة وكذلك سجل أنصاف أقطار الفتحتين.
3. غير الجهد المسلط على المصباح الكهربائي بواسطة المقاومة المتغيرة و لاحظ قراءة التيار (I) والفولتية (V) وانحراف الكلفانومتر (D) وسجل القراءات.

واحسب القدرة ($W = I * V$).

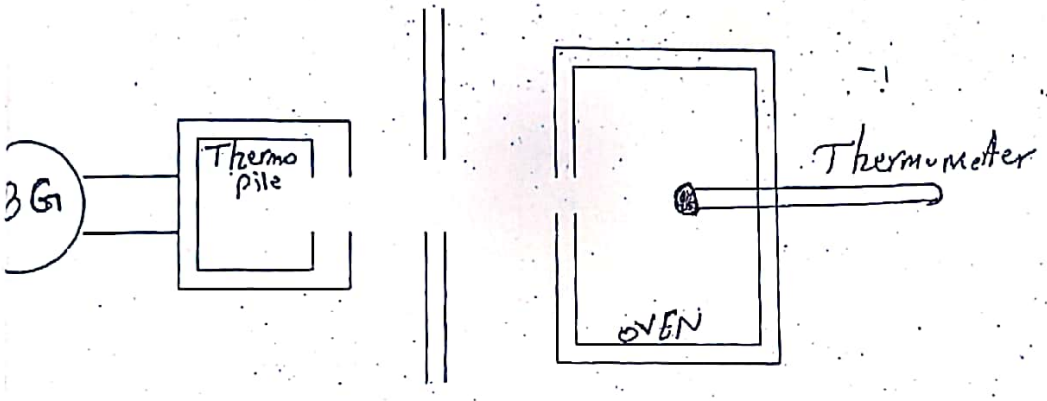


Scanned by CamScanner

رسم منحنيا بيانيا بين (W) على محور الصادات وانحراف الكلفانومتر (d) على محور السينات من الخط البياني احسب الميل الذي يمثل مقداره القدرة لكل وحدة انحراف.

استخدام الجسم الأسود:

بعد الانتهاء من تدريج الكلفانومتر. يمكن إعداد الفرن والجسم الأسود في موضعهما كما يوضح الشكل التالي. متبعا الخطوات التالية:-



1. جهز الجزء المبرد بحيث يتدفق الماء من أعلى فتحة القرص المبرد وعودة الماء إلى المغسلة من الجزء السفلي للقرص. ثبت المسافة (D) وكذلك الفتحتان (A_2 , A_1) كما في الجزء السابق.
2. جهز الفرن الكهربائي بتوصيله بمحول كهربائي وثبت الجهد على مقدار (250 فولت) و انتظر حتى يحصل الاتزان الحراري (يمكن حصول ذلك بمراقبة درجات الحرارة بفترات منتظمة).
3. جهز الكاشف بوصله بالكلفانومتر مع مراعاة حساسية الجهاز بحيث تبقى كما كانت في حالة تدريج الكلفانومتر.

Scanned by CamScanner

4. اضبط الكلفانومتر بحيث يكون الانحراف صفرا على درجة حرارة الغرفة (يمكن التأكد من وضع الصفر بوصل طرفي الكلفانومتر بساك مباشر وملاحظة موقع المؤشر).

5. ابدأ بتسجيل قراءة انحراف الكلفانومتر على درجات حرارة مختلفة وسجل نتائجك في جدول

الميل * الانحراف (d)	انحراف الكلفانومتر (d)	الحرارة (T°)

الحسابات والنتائج:

1. بعد أن حصلت على ميل المستقيم الأول والجدول الثاني حاول أن تضرب ميل المستقيم في انحراف الكلفانومتر عندها تحصل على جدول بين درجات الحرارة بالمقياس المطلق والطاقة.

T المطلق	$E = d * slop$	Log T	Log E

2. من قانون ستيفان

$$E = C T^{n}$$

حيث T درجة الحرارة بالمقياس المطلق

$$\log T = \log C + n \log T$$

وهي تمثل معادلة من الدرجة الأولى ولو رسمنا بين $\log E$ على محور الصادات و $\log T$ على محور السينات يمكن أن نستخرج قيمة (n , C).

Scanned by CamScanner

الأطياف الذرية

الهدف من التجربة:

1. دراسة الطيف الحزمي لجزيئه الهيدروجين (H_2) وحساب ثابت رايد برك.
2. دراسة الطيف الخطي لذرات بعض العناصر النبيلة مثل (Ne , Ar).
3. ملاحظة طيف ذرة الزئبق (Hg) ومقارنته مع الأطياف السابقة.

النظرية: ينتج الطيف الخطي والجزيئي من تهيج ذرات المادة بتعرضها إلى حرارة عالية أو قوس كهربائي أو قصفها بإليكترونات سريعة أو تسليط طاقة إشعاعية حيث تقفز إليكترونات المدارات الخارجية إلى مستويات طاقة أعلى وتكون الذرات في هذه الحالة غير مستقرة وبرجوع إليكترونات إلى مستوياتها الأصلية تبعث بطاقتها الزائدة على شكل إشعاع بأطوال موجية مختلفة سواء كانت مرئية أو أشعة فوق بنفسجية أو أشعة تحت الحمراء وغيرها من أجزاء الطيف حسب نوع الانتقالات الإليكترونية بين مختلف المستويات الذرية وطبقا لقواعد الاختيار وبما لا يعارض مبدأ باولي للاستبعاد حيث لا يمكن لإليكترونين أن يشغلا نفس المدار الجزيئي الا إذا كان تدويمهما متعاكسا وضمن قواعد الانتقاء لباولي وهي

$$(\Delta J = \pm 1, 0)" \quad (\Delta I = \pm 1)$$

طيف جزيئه الهيدروجين H_2 :- تحتوي ذرة الهيدروجين على إليكترون واحد في المدار (1S) والذي بإمكانه أن يستوعب إليكترونين لهذا فان ذرة الهيدروجين تميل إلى الاتحاد مع ذرة أخرى لتكوين جزيئة H_2 حيث تكون مستويات الطاقة في الجزيئات على شكل حزم ولهذا سمي الطيف الحزمي أو الجزيئي ويكون اكثر تعقيدا من الطيف الخطي أو الذري وتكون مستويات الطاقة أكثر تقاربا وهذا ما يلاحظ من نموذج الطيف خلال حيوده من محزز الحيود حيث تكون الألوان متقاربة جدا ويزداد تعقيد الطيف بزيادة العدد الذري. وبتهيج ذرة الهيدروجين ورجوعها إلى الحالة المستقرة تبعث بمختلف السلاسل الطيفية.

Scanned by CamScanner

ويمكن حساب الأطوال الموجية من علاقة رايدبرك للسلاسل الطيفية المختلفة وكما يلي:

- **سلسلة لايمن:** وتقع في المنطقة فوق البنفسجية.

$$\upsilon = 1/\lambda = R\,(1/1^2 - 1/n^2)\,, \qquad n = 2,3,4,.....$$

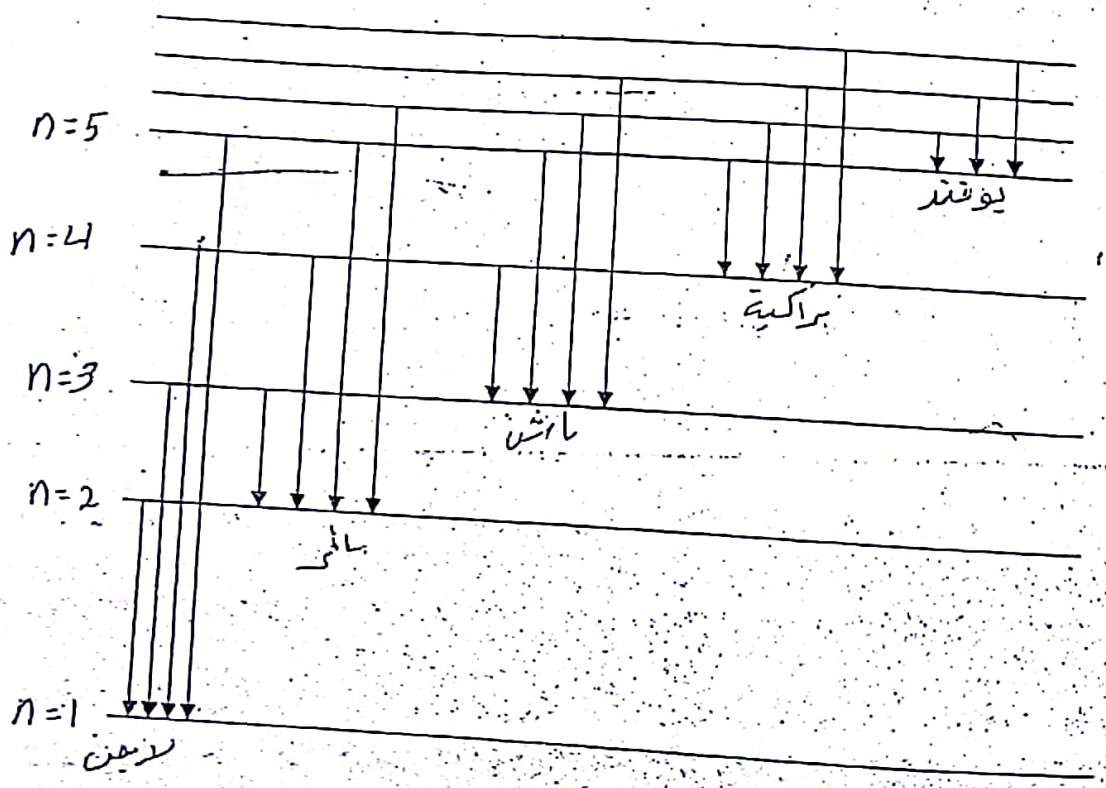
- **سلسلة بالمر:** وتقع في المنطقة المرئية

$$1/\lambda = R\,(1/2^2 - 1/n^2), \qquad n = 3,4,.....$$

هذا بالإضافة إلى سلسلة باشن وسلسلة براكت وبوفنر على التوالي وتقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء ويمثل (R) ثابت رايدبرك الذي يساوي ($1.097 * 10^{-3}\ \text{A}^{\circ}$)

ومن خلال التجربة يمكن ملاحظة فقط سلسلة بالمر التي تقع ضمن المنطقة المرئية

والشكل (1) يبين السلاسل الطيفية المختلفة.



الشكل (1)

Scanned by CamScanner

طيف ذرتي النيون ^{10}Ne والأركون ^{18}Ar :-

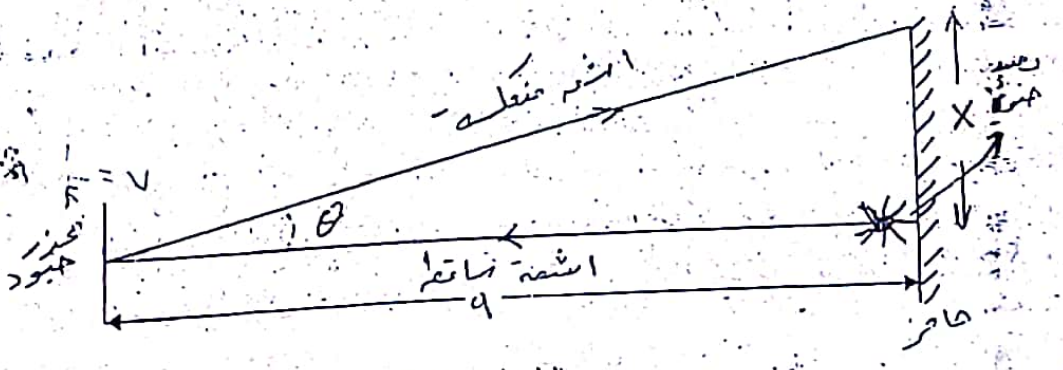
ينتمي هذان العنصران إلى مجموعة العناصر النبيلة (الخاملة) حيث يمكن تكوين جزيئات من هذه العناصر بسبب الترتيب الإليكتروني المغلق للمدار الأخير في كل ذرة إذ تحوي ذرة (Ne) على عشر إليكترونات في المدار الأخير وموزعة بشكل ($1S^2, 2S^2, 2P^6$) أما ذرة الأركون (Ar) فعددها الذري (10) ويكون المدار الأخير بشكل ($3S^2, 3P^6$) ولا يمكن الحصول على الطيف الخطي الخاص بهذه العناصر إلا بتسليط فولتية عالية.

طيف ذرة الزئبق ^{80}Hg :-

العدد الذري لزئبق (80) ويكون المستوي الأخير لها بشكل ($6S^2$) وهو مشابه لجزيئة الهيدروجين ويكون الطيف الخطي الخاص بالزئبق معقد جدا بسبب العدد الذري الكبير حيث تكون الخطوط الطيفية متقاربة جدا ولا يمكن تميزها بسهولة إلا باستخدام محزز عرض الشق (ثابت المحزز d) له صغير جدا، ولهذا فان الأطوال الموجيه اقل مما عليه لذرات العناصر الخفيفة (عددها الذري صغير).

طريقة العمل:

1. يثبت صمام غاز الهيدروجين في القاعدة الخاصة به بصورة جيدة وتسلط الفولتية المناسبة لتوليد الطيف المميز له.
2. يثبت محزز الحيود على قاعدة ثابتة يمكن تحريكها بسهولة أمام مصدر الضوء لمزيد من دراسته حيث يمكن عكس الخطوط الطيفية على حاجز خلف مصدر الضوء مباشر وكما مبين في الشكل (2).



الشكل (2)

Scanned by CamScanner

3. بعد الحصول على نموذج واضح للحيود وكما في الشكل (3) احسب المسافة X^+ و X^- وهي بعد احد الوان الطيف عن خط الطيف المركزي او المباشر وللمرتبة الأولى و كذلك وحساب المسافة (a) بين محزز الحيود والشاشة وتنظم كما في الجدول التالي.

اللون	X^+(يمين)	X^- (يسار)	X_{av} cm	a cm	λ A	n_i

4. تعاد الخطوات السابقة للمصادر الضوئية المختلفة وتحسب الأطوال الموجية لها.

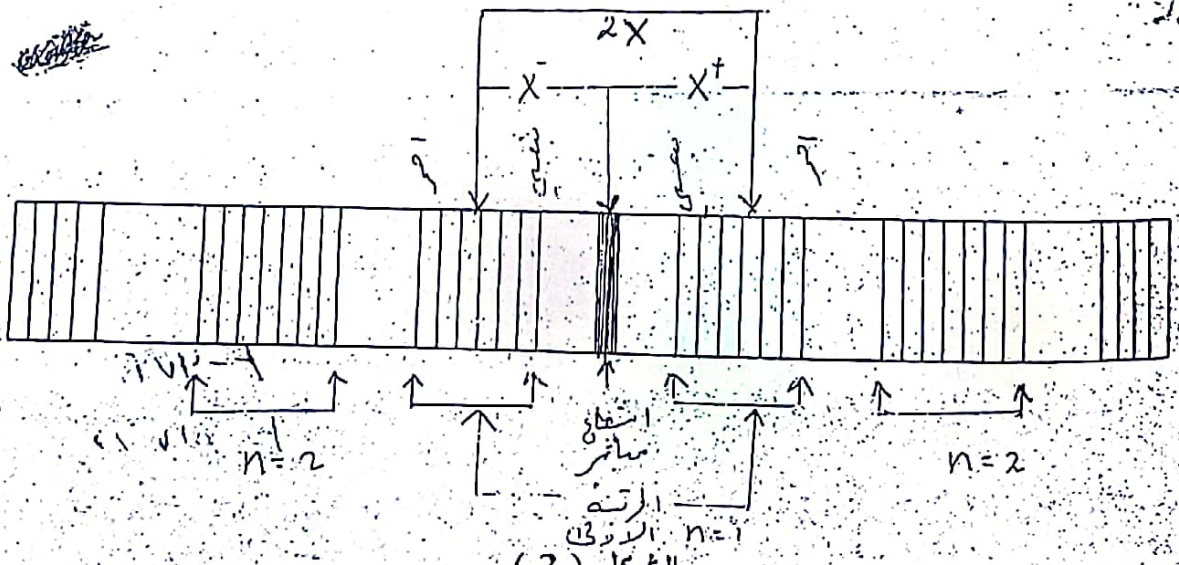
الحسابات والنتائج:

1. من علاقة براك للتداخل و الحيود يمكن الحصول على الأطوال الموجية المختلفة

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

$$\lambda = (d\,x)/(x^2 + a^2)^{1/2} \quad \ldots\ldots (2)$$

حيث ثابت المحزز $d = 1/(570\ \text{lin/min}) = 1754.4\ \text{nm}$



الشكل (3)

2. ومن مقارنة (λ) مع الجدول يمكن معرفة (n) تسلسل المدار المقابل لكل لون ضمن سلسلة بالمر وحساب ثابت رايدبرك.

Scanned by CamScanner

9/11

قياس نسبة شحنة الأليكترون الى كتلته (e/m)

الهدف من التجربة:

قياس نسبة شحنة الأليكترون الى كتلته (e/m) بستخدام مبدأ انحراف حزمة من الأليكترونات المنبعثة من فتيل مار في مجال مغناطيسي بواسطة ملفي هيليم – هولتز

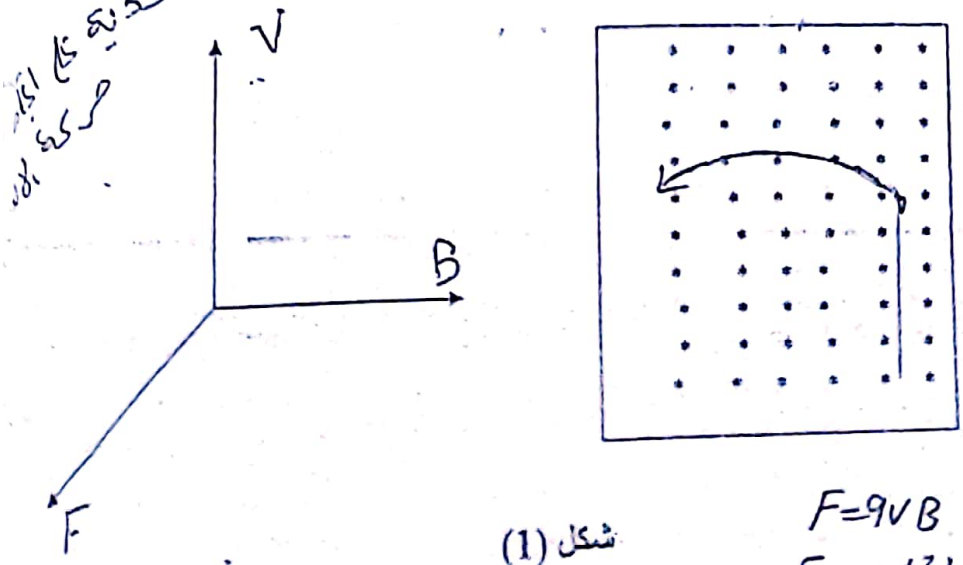
النظرية:

كان ثومسون (J. J. Thomson) اول من عين النسبة بين شحنة اشعة المهبط وبين كتلتها وهي النسبة التي يرمز لها بالرمز e/m. وقد امكن تعين e/m للألكترونات المنبعثة من مصادر اخرى (مثل الألكترونات المنبعثة من خويط ساخن والألكترونات التي تقذفها الصفائح المعدنية حينما تتعرض للضوء). وتعتمد طريقة تعين e/m على عملية قذف الأليكترونات وتحركها في مجال كهربائي او مجال مغناطيسي.

فلو تحرك جسيم كتلته m وشحنة q داخل مجال مغناطيسي قوته B بسرعة V فان القوة التي تؤثر على هذا الجسيم يمكن ان تحسب من المعادلة التالية:-

$$\vec{F}_1 = q\vec{v} * \vec{B} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

وأذا كان مسار الجسيم بصورة عمودية على اتجاه المجال المغناطيسي شكل (1)



شكل (1)

$F = qVB$

$F = mV^2/r$

(*) تعني ان المجال عمودي على مستوى الورقة.

وان القوة المسلطة على هذا الجسيم سوف تسبب تغير مستمر في اتجاه حركته بحيث يصبح مساره دائري وتكون القوة اللازمة لجعل هذا الجسيم يتحرك بهذا المسار تساوي

$$F_2 = mv^2 / r \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Scanned by CamScanner

حيث r نصف قطر التكور
هذه القوة تعادل القوة المغناطيسية المسلطة اي ان

$$F_1 = F_2$$

$$qBv = mv^2 / r$$

$$q/m = v/Br \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

وفي حالة كون الجسيم المشحون اليكترون فأن النسبة q/m تساوي e/m اي ان

$$e/m = v/Br \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

وتحسب قيمة e/m من خلال معرفة كلا من (v, B, r) ويتم تعجيل اللألكترونات المنبعثة من الفتيل بواسطة فرق جهد مقداره V .
ان الألكترونات التي تنبعث من الكاثود نتيجة لتسخينه من قبل الفتيل سوف تعجل بواسطة الجهد الموجب المسلط على الآنود لذلك فأن الطاقة الحركية للالكترونات عندما تترك المصعد (Anode) يمكن حسابها من المعادلة التالية:-

$$\frac{1}{2}mv^2 = eV \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

من المعادلتين (4, 5) ينتج ان

$$\frac{e}{m} = \frac{2V}{r^2B^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

حيث تحسب النسبة (e/m) اذا عرفت قيمة الجهد المسلط على الآنود V ونصف قطر التكور r لمسار الالكترون وشدة المجال المغناطيسي المسلط B.
وفي تجربتنا هذه يكون المجال المغناطيسي مسلط من ملفي هيلم – هولتز حيث والذي يمكن حساب مقدار شدته من المعادله التاليه التي سوف يترك للطالب أشتقاقها:-

$$B = \frac{INR^2}{(R^2 + X^2)^{3/2}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

حيث N عدد لفات كل ملف

Scanned by CamScanner

I التيار المار في الملف
R نصف قطر التكور X, منتصف المسافه بين مركزي الملفين
μ_0 السماحيه المغناطيسيه للهواء
وتكون المسافه X في ملف هيلم – هولتز تساوي R/2 ولذلك يمكن أختصار المعادله (6) بعد التعويض عن $X_1 = R/2$ والسماحيه المغناطيسيه للهواء التي تساوي 12.57×10^{-7} (وبير / مب. م)

$$B = \frac{12.57X10^{-7}INR^2}{(R^2 + R^2/4)^{3/2}}$$

$$B = 9X10^{-7}IN/R \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

لاحظ أن قيمة N و R تعتمد على الجهاز المستخدم .

الأجهزه المستعمله:-

1- أنبوب شوستر:- عباره عن أنبوب كروي مفرغ قطره 17,5 سم يحوي على غاز الهيدروجين تحت ضغط منخفض لرؤية مسار الألكترونات المنبعثه عندما تصطدم بذرات الهيدروجين وتتسبب في تهيجها ، كما يحتوي على قاذفات اليكترونات (كاثود) وأنود يسلط عليه جهد لتعجيل الألكترونات يتراوح بين (100-300) فولت كما توجد هناك صفيحتين لتغديل مسار الأليكترونات .

2- قاعده خشبيه مع ملف هولتز:- تحوي القاعده على صندوق فيه ست نقاط أتصال للخريط والأنود وملف هيليم هولتز ، أما ملفات هيليم هولتز فهي مجموعتين المسافه بينهما 15 سم دائريه نصف قطر كل مجموعه 15 سم وتحتوي على 130 لفه ويمكن ان تتحمل تيار قدره 5 أمبير.

3- مجهز قدره يعطي فولتيه متناوبه ثابته 8 فولت لتسخين الفتيل كما أنه يجهز فولتيه مستمرة (0 – 25) فولت.

4- فولتميتر يمكن أن يسجل فولتيه حتى 300 فولت

5- أميتر

6- مقاومه متغيره

7- تضيده أو مجهز قدره مستمر

خطوات العمل :-

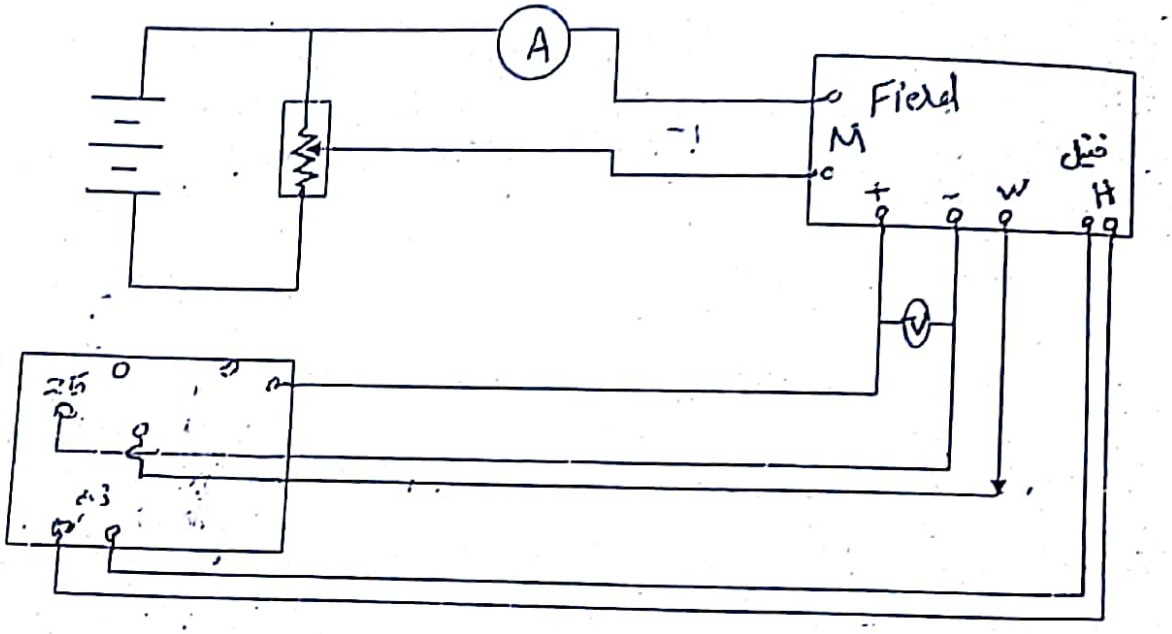
1- جهز الدائره الكهربائيه كما في الشكل(3)

2- تأكد من أن جهد الفتيل يكون ما بين (6.3 – 6) فولت

3- لاحظ أن قراءة الأميتر تعطي مقدار التيار المار في ملف هيلم – هولتز للحصول على مجال منتظم (شكل 3)

Scanned by CamScanner

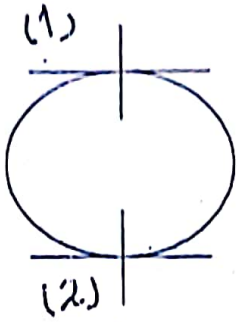
4- عند البدء بتشغيل جهد الفتيل وتسليط جهد معجل نفرض أن فرق الجهد يبين المصعد والمهبط حوالي (100- 150) فولت نلاحظ ظهور مسار الألكترونات المنبعثه عوديا الى الأعلى ، اذا سمحنا لتيار ما نفرض (I=1 امبير) ان يمر في ملف هيلم هولتز ، فاننا سنلاحظ بدايه تقوس المسار ويتم تغيير شكل هذا المسار باستعمال المقاومه المتغيره تعتبر التيار في بعض الأحيان يظهر شكل المسار غير دائري (شكل لولبي).
هل تستطيع تفسير سبب ذلك ؟ كيف يتم تعديل هذا الوضع ؟



شكل (3)

5- يتم قياس نصف القطر باستخدام ميكروسكوب متحرك مزود بشعرتين متقاطعتين يوضع الميكروسكوب بحيث يحصل تماس الشعيرتين للدائرة كما في وضع (1) شكل (4) وتؤخذ قراءة التدريج على القدحه المنفصله بالميكروسكوب ثم يغير موضع الميكروسكوب الى التماس .
6- في الوضع (2) شكل (4) وتؤخذ قراءة التدريج من جديد . فرق القرائتين يمثل قطر الدائرة .

Scanned by CamScanner



شكل (4)

7- ثبت قراءة الجهد المسجل V وغير في قراءة التيار I وسجل نصف قطر r الدائرة المقابل لكل تيار . حاول ان تحصل على خمس أو ست قراءات بين r و I .

ملاحظه:- لتجنب تفريغ البطاريه في وقت قصير عليك أن تفتح الدائرة المتصله بالبطاريه بأستعمال مفتاح ، أو أن تستعمل مجهز قدره مستمر .

الحسابات والنتائج :-

1- لاحظ أن المجال المغناطيسي يتناسب طرديا مع التيار أي أنه يمكن كتابه المعادله (8) كما يلي :-

$$B = KI$$

حيث K كميه ثابته تعتمد على نوع الجهاز المستخدم

$$K = 9X10^{-7} N/R$$

N= 130 لفه

R= 15 سم

2- حاول ان تحصل على المجال المغناطيسي المقابل لكل تيار ونظم نتائجك كما في الجدول التالي :-

نصف القطر r	التيار I	B المجال المغناطيسي	B^2	$1/B^2$

Scanned by CamScanner

3- من المعادله (6)

$$e/m = 2.v/r^2B^2$$

$$1/B^2 = e/2vm.r^2$$

ارسم العلاقه بين r^2 على محور السينات $1/B^2$ علىمحور الصادات سوف تحصل على خط مستقيم يمر بنقطه الأصل.

4- استخرج ميل المستقيم الذي يساوي $e/2Vm$

5- احسب e/m

$B = KI \Rightarrow B^2$

$\frac{1}{B^2}$

قطر مليكان لقياس شحنه الألكترون

هدف التجربه:-

قياس شحنه الألكترون باستخدام قطرات زيت السليكون الحامل للشحنات الكهربائيه.

مبدأ التجربه :-

كان تاونستد Townsend (سنه 1897) وثومسن Thomson سنه (1898) اول من اجرى التجارب لتعيين الشحنه الألكترونيه. وتتلخص طريقتهما بانهما تركا بخار الماء يتكاثف على بعض الأيونات مكونا سحابه ، ثم عينا الشحنه التي تحملها تلك السحابه . وقد قاما بعد الدقائق الموجوده في تلك السحابه وذلك بان وزنا الماء المتكاثف من السحابه ثم قسما وزنه على معدل وزن القطره الواحده . وقد عينا معدل وزن القطرة الواحده بان عينا سرعه سقوط تلك القطرات في الهواء، فارضين صحه قانون ستوكر Stokes وعلى فرض ان كل قطرة تتكاثف حول ايون واحد يمثل شحنه مقدارها e وجدا ان قيمه e تبلغ زهاء 3×10^{-10} شحنه كهربائيه ستاتيكيه وقد كان من النتائج العرضيه الهامه جدا لهذه الطريقه في تعيين الشحنه الألكترونيه ان اكتشف ولسن C.T .R. Wilson طريقه لتكوين هذه السحب.

وهي اننا متى شبعنا الهواء ببخار الماء ثم ابناه بطريقه من الطرق ثم جعلناه يتمدد تمددا فجائيا . برد الهواء وتكاثف بخار الماء على الأيونات الموجوده في الهواء . وقد ادخل ه.م. ولسن H. A. Wilson (1903) تحسينا كبيرا على طريقه تعيين الشحنه الألكترونيه بان كون السحابه بين صفيحتي مكثف يمكن ايصالهما الى قطبي بطاريه. وكانت طريقه العمل في هذه التجربه ان تعين سرعه سقوط السطح العلوي للسحابه تحت تاثير الجاذبيه الأرضيه وحدها ، ثم تكون سحابه ثانيه ونشحن صفيحتا المكثف بحيث تندفع القطيرات الى اسفل تحت تاثير كل من قوه الجاذبيه الأرضيه والقوة الناشئه عن المجال الكهربائي . الا ان النتائج العدديه لهذه التجارب كانت قريبه جدا من نتائج تاونستد وتوسن .

وقد كانت كافه تلك التجارب معرضه للخطا لان وزن قطره الماء لايبقى ثابتا اثناء الفترة الزمنيه التي ترصد خلالها ، ثم ان عدد الايونات التي تتكون حولها القطرة الواحده لم يكن معروفا بالضبط.

وبينما كان مليكان يعيد تجارب ه. م . ولسن لاحظ ان بالامكان ابقاء قطرة منفرده من الماء معلقه في موضع ثابت بين صفيحتي المكثف وذلك بالتحكم بفرق الجهد بين الصفيحتين بحيث يتوازن وزن القطرة مع القوة الناشئة عن المجال الكهربائي الموجود بين الصفيحتين وبينما كان يقوم باجراء تجاربه على هذه القطرات المتوازنه لاحظ انه يحدث احيانا ان القطرة ربما اخذت بالتحرك الى اعلى او الى الاسفل داخل المجال الكهربائي ، ففسر ذلك بان القطرة لابد وان تكون قد اقتنصت ايونا موجبا في احدى الحالتين وسالبا في الحاله الاخرى وبذلك اصبح بالامكان تعيين الشحنه التي يحملها الايون بصرف النظر عن الشحنه الاصليه التي كانت تحملها قطره الماء ولكي يتلافى ميليكا من الاخطاء التي تنجم عن تبخر الماء قرر ان يستعمل قطرات الزيت بدلا من الماء.

Scanned by CamScanner

يتالف جهاز ميليكان من حيث الاساس من صفيحتين متشابهتين B , A قطر كل منهما حوالي 8 سم بينهما مسافه قدرها 6 ملم تقريبا . وهاتين الصفيحتين موضوعتين داخل غلاف زجاجي الغرض منه منع حصول التيارات الهوائيه كما يوجد مصباح للاضاءة قوته (6 فولت ، 2.5 امبير) وميكروسكوب قوة تكبيره 10 مرات كي يتسنى لنا رؤيه قطرات الزيت . ولاجراء التجربه ترش قطرات صغيرة من الزيت بواسطه المرذاذ . وتدخل اعداد كبيرة من قطرات الزيت داخل المجال بين الصفيحتين في حاله انعدام المجال الكهرباني فان قطرات الزيت سوف تتحرك تحت تاثير فعل الجاذبيه الارضيه وتعاني من اعاقه جزيئات الهواء لها انه يمكن اعتبار قطرات الزيت كرات صغيره جدا ساقطه تحت تاثير الجاذبيه وتعاني من مقاومة الهواء لها . هذا النوع من السقوط يمكن ان يفسره قانون ستوك الذي ينص على ان كل جسم يتحرك في وسط مائع سرعه مقدارها V_1 تطبق عليه القوانين التاليه :-

-١

$$mg - 6\pi r v_1 \zeta = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$v\rho g - 6\pi r v_1 \zeta = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

$$4/3\pi r^2 \rho g - 6\pi r v_1 \zeta = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$r = \sqrt{\frac{9\zeta v_1}{2\rho g}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

حيث ζ معامل لزوجة الوسط ، r نصف قطر قطرة الزيت .

لو كانت n تمثل الفولتيه بين الصفيحتين في خلية ميليكان و d تمثل المسافه بين الصفيحتين و v_2 تمثل سرعه الصعود لقطرة تتحرك تحت تاثير المجال ولشدة مجال $E = \frac{v}{d}$ فان العلاقات التاليه

$$mg0 - QE + 6\pi r V_2 \zeta = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

$$\frac{3}{4}\pi r^3 \rho g - Q\frac{u}{d} + 6\pi r V_2 \zeta = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

لقطرة سابحه في الهواء داخل الخليه تحت تاثير المجال الكهرباني فان

$$mg - QE = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

$$4/3\pi r^3 \rho g - Q\frac{u}{d} = 0 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

Scanned by CamScanner

بتعويض 3و4 في 8 ينتج

$$Q = \frac{6\pi d \zeta V_1}{U}\sqrt{\frac{9\zeta V_1}{2\rho g}} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

حيث

$$\zeta = 1.81x10^{-5}\ \frac{\dot{v}s}{m^2}$$

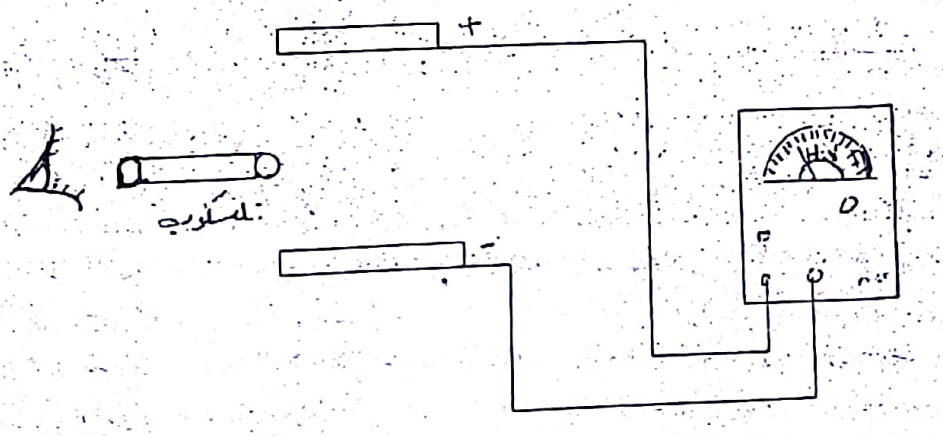
$$\rho = \rho_{ocl} - \rho_{air}$$

$$\rho_{oel} = 875^{-}.3\frac{Kg}{m^3}$$

$$\rho_{air} = 1.29\frac{Kg}{m^3}$$

خطوات العمل :-

1- جهز خليه مليكان للعمل وتاكد من وضعهافي مستوى افقي .
2- تاكد ان المرذاذ (البخاخ) يحوي كميه من زيت السليكون .
3- تاكد من فصل الدائرة الكهربائيه وان مجهز القدرة يعمل وان فرق الجهد يمكن تغييره من صفر فولت الى 100 فولت . (شكل 3)



شكل(3)

Scanned by CamScanner

4- ثبت المرذاذ امام فتحه الصفيحه العليا واضغط على مضخه المرذاذ بقوة وابدأ بملاحظة القطرات خلال التلسكوب التي ستبدو لامعه بسبب تشتت الضوء عنها ومتجه الى الاعلى بسبب انعكاس الصورة .

5- ابدأ بتغيير فرق الجهد بين الصفيحتين ولاحظ حركة القطرة بحيث تستدل فيما أذا كانت القطرة مشحونه امَ لا . (هنالك عدة قطرات في حقل الرؤيا حاول ان تختار أحدهما بحيث تكون مشحونه) أذا لم تكن هنالك قطرات مشحونه فيمكن الأستعانه بمصدر مشع للهواء المحصور بين الصفيحتين لفترة بسيطه ثم العودة لملاحظة القطرات من جديد (المصدر المشع يعمل على تأين الهواء المحصور بين الصفيحتين وبالتالي فانه ستكتسب القطرات بعض الشحنات) .

6- كرر المحاولات حتى تحصل على قطرة مشحونه .

7- بعد اختيار القطرة المشحونه غير فرق الجهد حتى تصبح القطرة ثابته وسجل الجهد اللازم لأيقاف القطرة ولنفرض V_0 .

8- اعد القطرة إلى أعلى نقطه في حقل الرؤيا (اسفل نقطه في الصورة) ثم اخفض الفولتيه الى صفر ـ عند ذلك تبدأ القطرة بالتحرك تحت تاثير الجاذبيه بفعل وزنها فقط . بعد ان تتحرك القطرة مسافه قصيرة فانها ستصل الى سرعة المنتهى المنتظمه V_g . ابدأ بأخذ زمن حركه القطرة من منصف حقل الرؤيا الى عدد من التدرجات وسجل المسافه المقطوعه والزمن المستغرق . من هذه المعلومات يمكنك حساب سرعه القطرة.

الحسابات والنتائج :-

أ- أحسب سرعه المنتهى لكل قطرة.

ملاحظه :- القطرة تتحرك مسافه مقدارها s من تقسيمات المؤشر x فأنها تساوي

$$s = \frac{x}{1.875} * 10^{-4} meter$$

ب- احسب Q لكل قطرة مستخدما العلاقه (9)

ج- هذه القيم للشحنات اما ان تساوي شحنه الألكترون او تساوي مضاعفاتها اي ان Q=ne جد قيمة n لكل قطرة.

Scanned by CamScanner

$$\overline{(x^2)} = \frac{2KT\tau}{F} = \frac{KT\tau}{3\pi\eta a} = \frac{RT\tau}{3N\pi\eta a}$$

حيث τ تمثل الفترة الزمنيه لقياس الازاحه و R يمثل ثابت الغاز العالمي و N يمثل عدد افوكادرو..

الأجهزة المستخدمه :-

الجهاز المستخدم لهذه التجربه هو نفس جهاز ميليكان لقياس شحنة الالكترون وهو عبارة عن خليه مكونه من صفيحتين تفصلهما مسافه صغيرة ويسلط عليهما فرق جهد معين .

خطوات العمل :-

1-سجل درجة الحرارة والضغط الجوي في بداية ونهاية التجربه (760 mm Hg)

2-اختر احدى القطرات المشحونه وراقب سقوطها الحر (بدون تأثير المجال الكهربائي) واحسب سرعه سقوط عدة مرات ثم احسب متوسط هذه الكميه .

3-عدل وضع العدسه العينيه بحيث يكون تدريجها افقيا ثم اضبط فرق الجهد الكهربائي (جهد الأيقاف) بحيث تثبت احد القطرات في مكانها دون ان تتحرك في اتجاه العمودي .

4-سجل مواقع القطرة الأفقيه خلال فترات متتابعه مثلا كل دقيقتين وخذ الفرق بين كل قرائتين متتابعتين لتمثيل الأزاحه .

5-تابع ذلك الى ان تحصل على ما يقارب خمسين قراءة

الحسابات والنتائج :-

1-احسب (Δx^2) متوسط القيم واحسب عدد افوكادرو بعد حساب نصف قطر القطرة (a) من المعادله التاليه :-

$$a = \frac{9}{2}\frac{\eta U}{g(\rho-\sigma)}\frac{b}{2p} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(10)$$

حيث η تمثل لزوجه الهواء ، U تمثل متوسط سرعه السقوط الحر و g تمثل الجاذبيه الارضيه ، $(\rho \, , \sigma)$ كثافة الزيت والهواء التتابع

$b = 6.17\times10^{-4}$ يمثل ثابت التصحيح عندما يكون الضغط الجوي (p) سم زئبق .

من المعادلة (9) يمكن حساب ثابت افوكادرو

$$N_o = \frac{RT\tau}{3\pi\eta a(\Delta x^2)}$$

أسئلة :-

1-ماهي خواص الحركه البراونيه ؟

2-كيف تحدث الحركه البراونيه ؟

Scanned by CamScanner