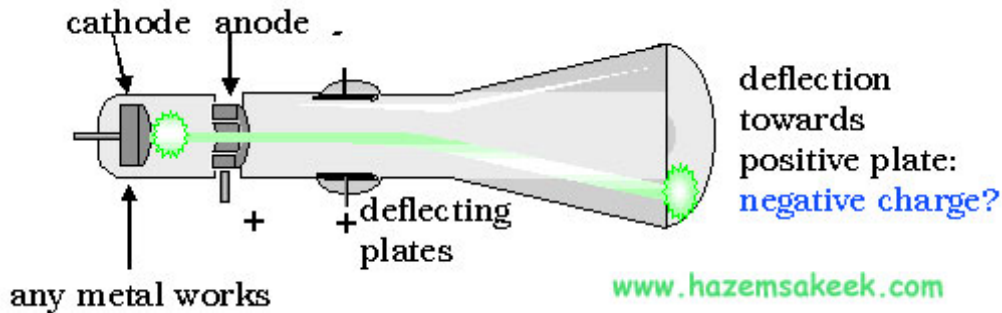


تجربة ثومسون لتعيين النسبة بين شحنة الإلكترون إلى كتلته

العالم ثومسون عالم كيميائي بريطاني عمل ككيميائي وفيزيائي في جامعة كامبردج وكان له دور كبير في الكشف عن الكثير من الحقائق المتعلقة بالذرة ومكوناته في الوقت الذي لم يكن يعرف عن الذرة سوى الكم الضئيل من المعلومات وقد وضع في نهاية مشواره العلمي نموذج للذرة عرف باسمه نموذج ثومسون وكان هذا أول نموذج تصوري للذرة ومحتوياتها.

ركز ثومسون على دراسة العلاقة بين الكهرباء والمادة وذلك عن طريق مليء أنبوبة زجاجية بغاز عند ضغط منخفض (مثل غاز الزئبق أو النيون أو الزينون) وطبق فرق جهد كهربائي كبير على طرفي الأنبوبة الزجاجية. يمر التيار الكهربائي بين طرفي (الكاثود والانود) الأنبوبة الزجاجية عبر الغاز وسمى هذا التيار بتيار الكاثود . أجرى ثومسون العديد من التجارب والتي حصل منها على النتائج التالية:



مخطط يوضح أنبوبة ثومسون التي استخدمها لدراسة تأثير الكهرباء على المواد

(1) إن وجود مجال كهربى او مغناطيسى يحيط بأنبوبة الكاثود يؤدي إلى انحراف أشعة الكاثود.

(2) بتطبيق مجال كهربى فقط او بتطبيق مجال مغناطيسى فقط أو بتطبيق المجالين معا فإنه تمكن من قياس النسبة بين الشحنة الكهربائية الحاملة لتيار المهبط وكتلتها (لم يكن الإلكترون معروفا في ذلك الوقت)

(3) اكتشف أيضا إن النسبة بين الشحنة إلى الكتلة لتيار الكاثود لا تتغير بتغير الغاز المستخدم أو بتغير مادة الكاثود.

استنتاجات

(1) استنتج أيضا إن أشعة الكاثود مكونة من جسيمات دقيقة جدا مشحونة بشحنات سالبة أطلق عليها الإلكترونات.

(2) استنتج أيضا إن هذه الإلكترونات تأتي من الذرات المكونة لغاز داخل الأنبوبة او من المادة المعدنية للكاثود أو الأنود.

(3) استنتج من خلال ثبات النسبة بين شحنة الإلكترون إلى كتلته في أكثر من مادة إنها المكون الرئيسي لذرات أي مادة.

(4) وبسبب أن النسبة بين شحنة الإلكترون إلى كتلته كبيرة جدا استنتج أن الإلكترونات صغيرة جداً.

مبادئ وأساسيات

الشحنة والمجال الكهربى

نعلم إن المجال الكهربى يؤثر على الشحنة الكهربائية بقوة كهربية تعطى بالعلاقة

$$F_e = q E$$

حيث F_e هي القوة الكهربائية و q الشحنة الكهربائية و E المجال الكهربى

وعليه إذا وضعت شحنة كهربائية في مجال كهربائى فإنها سوف تتحرك في اتجاه المجال إذا كانت شحنتها موجبة وتتحرك في عكس اتجاه المجال إذا كانت شحنتها سالبة.

الشحنة والمجال المغناطيسي

نعلم إن المجال المغناطيسي يؤثر على الشحنة الكهربائية بقوة مغناطيسية إذا كانت الشحنة تتحرك بسرعة في المجال الكهربائي. وتعطى القوة المغناطيسية بالعلاقة

$$F_m = q v B$$

حيث F_m القوة المغناطيسية و q الشحنة الكهربائية و v سرعة الشحنة و B المجال المغناطيسي.

وعليه إذا أطلقت حزمة من الشحنات في اتجاه مجال مغناطيسي فإنه سوف تتحرك في مسار دائري ويمكن تحديد اتجاه القوة المؤثرة على حركة الشحنة باستخدام قاعدة اليد اليمنى وتكون حركة الشحنات السالبة عكس حركة الشحنات الموجبة في المجال المغناطيسي

إذا توفر وسط فيه مجال كهربائي ومجال مغناطيسي وأطلقت في اتجاهه حزمة من الشحنات فإن القوة المؤثرة على الشحنات في هذه الحالة هي محصلة القوة الكهربائية والقوة المغناطيسية وتعرف هذه القوة باسم قوة لورنتز Lorentz Force.

$$F = q E + q v \times B \quad \text{Lorentz Force}$$

التجربة

يوضح الشكل التالي الجهاز الذي استخدمه طومسون لتجربة تعيين النسبة بين شحنة الإلكترون وكتلته وهي عبارة عن أنبوبة أشعة المهبط مفرغة من الهواء وفيها على اليسار فتيلة حرارية تسخن عندما يمر فيها التيار الكهربائي فتنبعث منها الإلكترونات التي يتم تسريعها بواسطة فرق جهد لنحصل على حزمة مركزة من الإلكترونات تنطلق بسرعة إلى الجزء الأيمن من الأنبوبة.

تدخل الإلكترونات بعد ذلك في منطقة فيها مجال كهربائي ومجال مغناطيسي ويكون اتجاه المجال الكهربائي عمودي على اتجاه المجال المغناطيسي حتى تكون القوة الكهربائية مؤثرة على الإلكترونات للأسفل بينما تكون القوة المغناطيسية مؤثرة على الإلكترونات للأعلى.

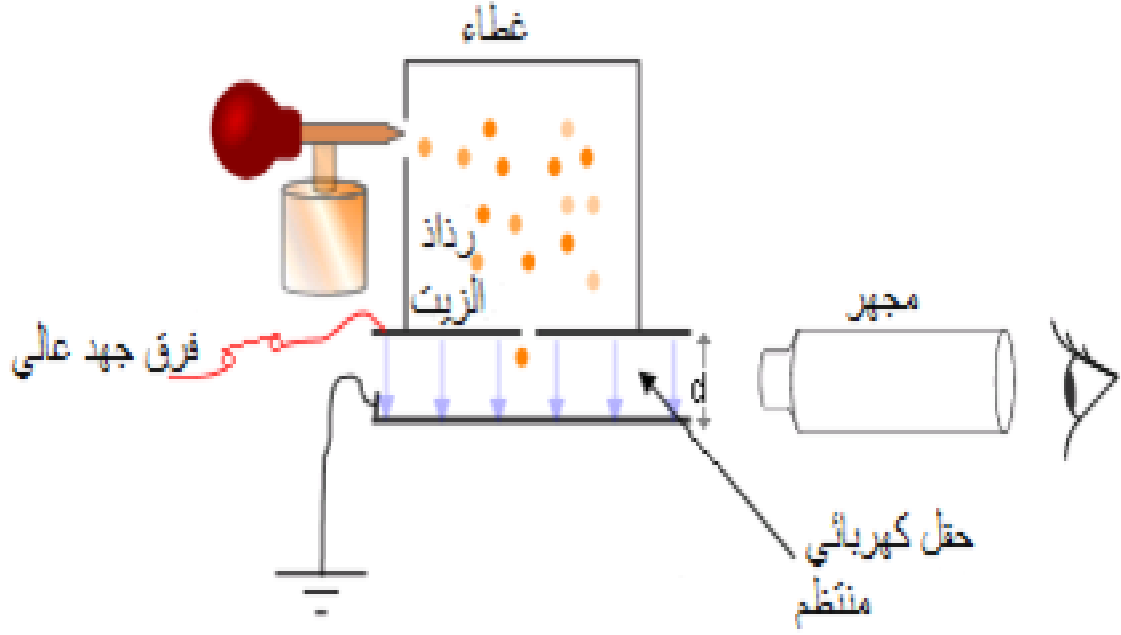
عندما لا يكون هناك مجال كهربائي أو مجال مغناطيسي فإن الإلكترونات تنطلق في مسار مستقيم وتصطدم في نهاية أنبوبة الكاثود على لوحة عليها مادة فلوريسنت (مثل شاشة التلفاز) تتوهج عندما تصطدم بها الإلكترونات فتعطي في هذه الحالة بقعة مضيئة في وسط اللوحة.



صورة لتجربة ثومسون التي تتوفر في الكثير من مختبرات الفيزياء في الجامعات وفيها أنبوبة الكاثود وحوله ملفات هولمهولتز المستخدمة لتوليد مجال مغناطيسي منتظم يتم التحكم في اتجاهه من خلال اتجاه التيار المار في الملفات، كما نلاحظ أيضا لوح المجال الكهربائي في داخل الأنبوبة والأجهزة الخارجية هي مصدر الطاقة الكهربائية وأجهزة قياس.

عندما نقوم بتعريض الإلكترونات إلى المجال المغناطيسي من خلال ملفات هولمهولتز (عبارة عن ملفين متوازيين يمر فيهما التيار الكهربائي بحيث يكون المجال المغناطيسي منتظم في مركز الملفين) فتنحرف حزمة الإلكترونات للأعلى نتيجة للقوة المغناطيسية ونلاحظ ذلك على البقعة المضيئة على لوحة الفلوريسنت ويمكن التحكم في انحراف الإلكترونات بزيادة المجال المغناطيسي عن طريق زيادة التيار الكهربائي المار فيه.

فيما بعد تقدم الفيزيائي الأمريكي روبرت ميليكان Robert Milikan بقياس دقيق لقيمة الشحنة الكهربائية للإلكترون. حيث يعد قياس شحنة الإلكترون من أهم التطبيقات على المجال الكهربائي المنتظم بين لوحين متوازيين . وأول من قاس شحنة الإلكترون بهذه الطريقة هو الفيزيائي الأمريكي روبرت ميليكان عام 1909 م .



الطريقة التي استخدمها مليكان لقياس الشحنة التي يحملها إلكترون مفرد :

1. يرش في الهواء قطرات زيت دقيقة بمرذاذ فتشحن هذه القطرات بسبب احتكاكها عند رشها ، وتؤثر الجاذبية الأرضية في هذه القطرات مسببة سقوطها إلى أسفل ، يدخل بعض هذه القطرات في الفتحة الموجودة في اللوح العلوي داخل الجهاز.
2. يسلط فرق جهد كهربائي بين اللوحين ، ليؤثر المجال الناشئ بين اللوحين بقوة في القطرات المشحونة .
3. يصبح اللوح العلوي موجباً بدرجة كافية تسبب القوة الكهربائية ارتفاع القطرات المشحونة بشحنة سالبة إلى أعلى .
4. يتم ضبط فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين ؛ لتعليق قطرة زيت مشحونة في الهواء بين اللوحين .
5. عند هذه اللحظة تكون قوة مجال الجاذبية الأرضية المؤثرة في هذه القطرة إلى أسفل مساوية في المقدار للقوة الناتجة عن المجال الكهربائي ، والمؤثرة في القطرة إلى أعلى