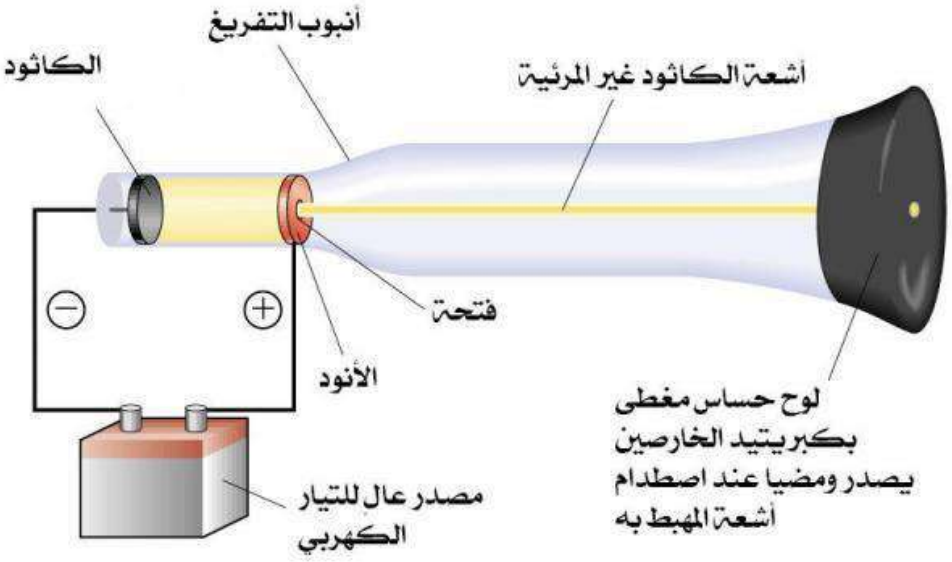
حيث تتألف هذه الانبوبة الموضحة في الشكل 1-1 من قطبين احدهما موجب والاخر سالب، مربوطين بمصدر للتيار الكهربائي ذي جهد عال يبلغ حوالي 20000 فولت. هذة الاقطاب مثبتة داخل انبوبة من الزجاج، لها فتحة يمكن من خلالها تفريغ الهواء. ان القطب السالب يبعث بالالكترونات، والتي تتسارع باتجاه اليمين، وتمر من خلال فتحة موجودة في الانود، على شكل حزمة ضيقة، تسقط في النهاية على حاجز كاشف من مادة مفسفرة موجودة في نهاية الانبوبة، وتنتج بقعة مضيئة.

توصل تومسون إلى أن هذه الجسيمات السالبة الصغيرة هي أقل كتلة من الذرة وتحمل شحنة سالبة. سماها "كوربوسكولات سالبة" في البداية، ولكن فيما بعد أطلق عليها اسم "الإلكترون". هذا الاكتشاف كان محورياً في تطور النموذج الذري وفهمنا للهيكل الذري.



J.J. Thomson, measured mass/charge of e

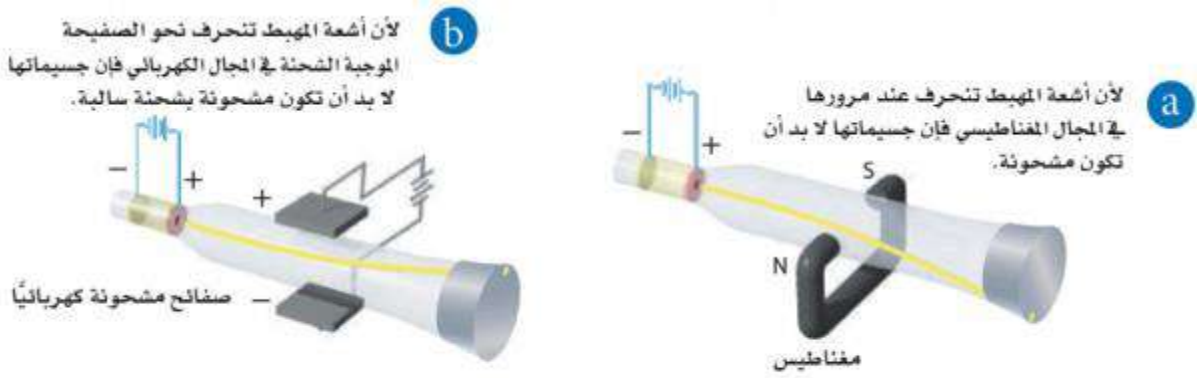
(1906 Nobel Prize in Physics)

شكل 1-1 انبوبة اشعة المهبط

تتمثل التجربة في استخدام أنبوب فراغي مليء بالغاز ومجهز بكاثود (سلبي) وأنود (إيجابي). عند توجيه تيار كهربائي عبر الأنبوب باستخدام فولتية عالية، لاحظ تومسون أن هناك أشعة تنبع من الكاثود (الأقطاب السالبة) وتتجه نحو الأنود (الأقطاب الموجبة).

قام بتسميتها بـ "أشعة كاثودية"، ولاحظ أن هذه الأشعة كانت تنحرف بفعل المجال المغناطيسي. حيث قام تومسن بحساب النسبة بين شحنة الالكترون وكتلته e/m من مقدار المجال الكهربائي والمجال المغناطيسي، وذلك من خلال تسليط مجال مغناطيسي معلوم، وحدد مدى انحراف شعاع الالكترونات، ثم سلط بعد ذلك تيارا كهربائيا من خلال اللوحتين حتى عاد

الشعاع الى مساره الاصلي المستقيم، حيث وجد ان القيمة e/m تساوي $1.76x10^{-8}$ كولوم/غم.



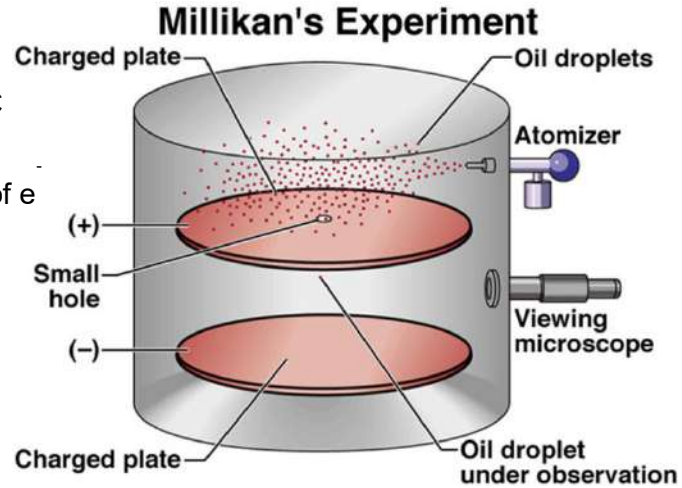
تأثر أشعة المهبط بالمجال المغناطيسي والمجال الكهربي

باستخدام هذه المعلومات، قام بحساب نسبة الشحنة إلى الكتلة لهذه الأشعة واكتشف أنها تحمل شحنة سالبة صغيرة جدا.هذا الاكتشاف كان أساسياً في فهم هيكل الذرة وأظهر وجود جسيمات أصغر من الذرة نفسها، وهي الإلكترونات.

شحنة الالكترون Charge of Electron

الإلكترون هو إحدى الجسيمات الأساسية في الذرة. يحمل الإلكترون شحنة سالبة كهربائياً ويتواجد حول نواة الذرة. يُرمز للإلكترون بالرمز"e-" ، وهو أحد الكتل النووية الخفيفة. يُعتبر الإلكترون واحدًا من ثلاث جسيمات أساسية في الذرة، إلى جانب البروتونات والنيترونات.

تمكن العالم مليكان Millikan عام 1917 من تحديد شحنة الالكترون ومن ثم كتلته، وذلك من خلال تجربة قطرة الزيت الموضحة في الشكل 1-2. حيث سلط رشاشا من قطيرات زيتية فوق لوحين معدنيين مثبتين بصورة متوازية في وعاء، واللوح فيه ثقب صغير لمرور قطرات الزيت .



شكل 1-2 تجربة قطرة الزيت لمليكان

e^- Charge = -1.60×10^{-19} C

Thomson's charge/mass of e^- = -1.76×10^{8} C/g

e^- Mass = 9.10×10^{-28} g

Measured mass of e^- (1923 Nobel Prize in Physics)

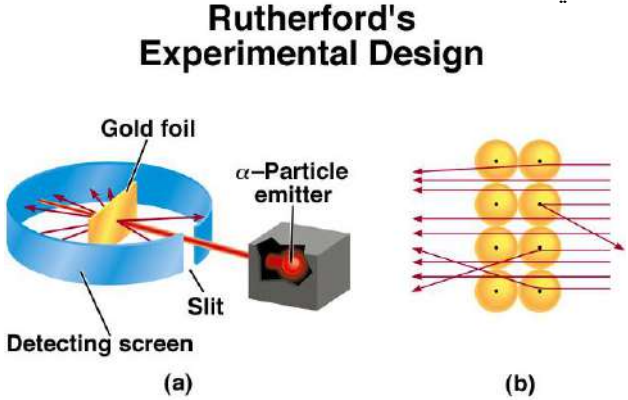
عند هبوط قطرات الزيت ومرورها من خلال الفتحة في اللوح العلوي ، تسلط أشعة أكس X-Rays لفترة قصيرة من الزمن، لاخراج الالكترونات من ذرات الغاز. تقوم قطرات الزيت بألتقاط الالكترونات وبذلك تتشحن بشحنة سالبة. وعند شحن اللوحة العليا بشحنة موجبة والسفلى بشحنة سالبة، يمكن ايقاف حركة قطرات الزيت السالبة الشحنة، الى الاسفل ، بسبب انجذابها الى الشحنة الموجبة في اللوح العلوي وتنافرها مع اللوح السفلي. ومن خلال ايجاد الكتلة المقاسة من معدل الهبوط في غياب المجال الكهربائي، وايجاد كمية شحنة اللوحتين، والتي تعبر عن كمية الشحنة اللازمة لابقاء القطرة معلقة، حسب مليكان كمية شحنة القطرة، فوجد ان شحنة قطرة الزيت تكون دائما مضاعفا للمقدار $1.60x10^{-19}$ كولوم. وعلل ذلك بأن قطرة الزيت بأمكانها التقاط اعداد صحيحة من الالكترونات، لهذا فأن الشحنة الكلية للقطرة لا بد وان تكون مضاعفا لشحنة الالكترون المنفرد. واقترح مليكان من خلال هذه التجربة، بأن شحنة الالكترون تساوي $1.60x10^{-19}$ كولوم. وبعد معرفة شحنة الالكترون، أصبح بالامكان التعرف على كتلته والتي هي $9.10x10^{-28}$ غرام وذلك من خلال المقدار e/m المعلوم سابقا.

البروتون Proton

البروتون هو إحدى الجسيمات الأساسية التي تشكل النواة في الذرات. يحمل البروتون شحنة موجبة، ويُرمز له بالرمز "p" أو"+p" ، ويتمثل في قلب الذرة إلى جانب النيوترونات يعتبر البروتون إحدى الجسيمات الهادئة، ويتأثر بالقوى النووية مع النيوترونات، التي لا تحمل شحنة. ويشكل البروتون جزءًا من النواة الذرية، وهو المركز الكثيف والمشحون إيجابياً في الذرة. عدد البروتونات في النواة يحدد العنصر الكيميائي، ويُعرف بالعدد الذري. و للبروتون شحنة مساوية لشحنة الالكترون وكتلة أثقل من كتلة الالكترون ب 1836 مرة.

تجربة رذرفورد Rutherfords Experiment

قدم العالم أرنست رذرفورد Ernest Rutherford في عام 1919 ومساعداه، مفاهيم مهمة عن تركيب الذرة، عند دراستهم أثر أشعة ألفا على صفيحة رقيقة من الذهب والذي أختير لكونه مرنا ويمكن طرقه على شكل صفائح رقيقة. يوضح الشكل 1-3 تجربة رذرفورد حيث تنطلق اشعة α من عنصر البولونيوم المشع وتمر على لوح سميك من الرصاص به ثقب يقوم بتهيئة حزمة من جسيمات الفا التي تسقط على لوح رقيق من الذهب ومن ثم تمر الجسيمات الناتجة على لوح فوتوغرافي مطلي بمادة كبريتيد الزنك ZnS، فيؤدي الى ظهور تفلور على سطح اللوح الفوتوغرافي.



شكل 1–3 تجربة رقيقة الذهب لرذرفورد