الفصـــــــل الثاني: بنية الذرة

تتألف الذرة من نواة مركزية وغمامة الكترونية تحتوي على عدد من الالكترونات مشحونة بشحنة سالبة تدور حول النواة، ويختلف هذا العدد من ذرة عنصر إلى اخر. أما النواة المركزية فتتألف من جسيمات مشحونة بشحنة موجبة تدعى بالبروتونات ومن جسيمات أخرى معتدلة تدعى بالنترونات. وسوف نأخذ في هذا الفصل بعض التجارب التي أدت إلى إيضاح تركيب الذرة.

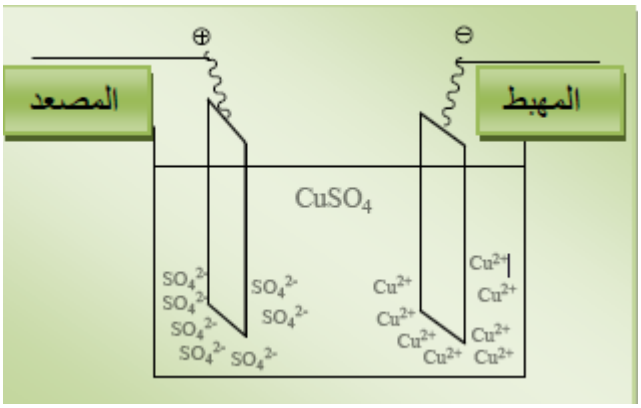
I. اكتشاف مكونات الذرة

1. الالكترون

تجربة التحليل الكهربائي لفراداي 1833م

قام العالم فرداي بعملية التحليل الكهربائي لمركب كبريتات النحاس $CuSO_4$ حيث وضع هذا المحلول في كاس زجاجي ثم غمس به قطبين كهربائيين مصعد (+) ومهبط (-) فلاحظ:

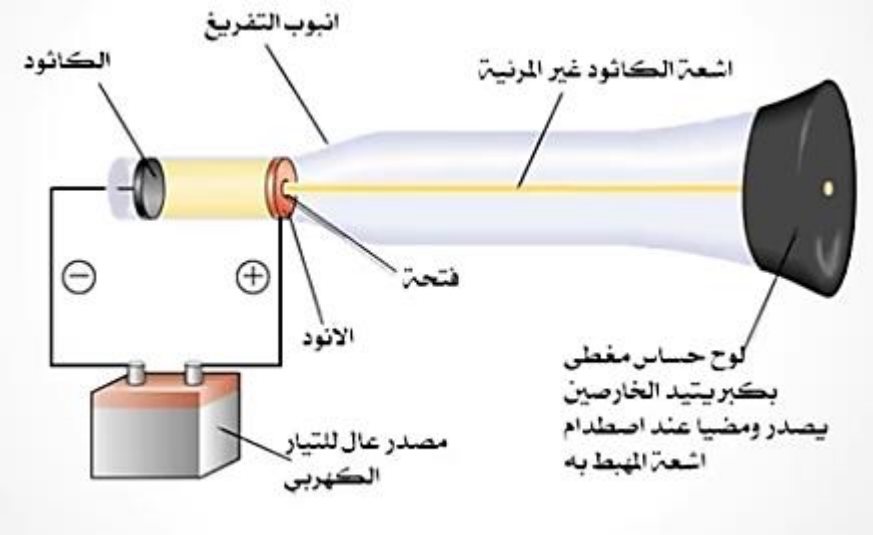
- ترسب ذرات النحاس عند المهبط (-)
- عند المصعد (+) يتصاعد غاز الاكسجين
- اختفاء اللون الأزرق للمحلول وتحوله إلى سائل مائل للحمرة



توصّل فارداي إلى أن الذرات تحتوي على جسيمات سالبة و موجبة تنتظم حسب شحنتها في التيار الكهربائي. لذلك خالف نظرية دالتون بأن الذرة كرة مصمتة حيث برهن أنها تحوي شحنات.

تجربة كروكس William Crookes 1879م

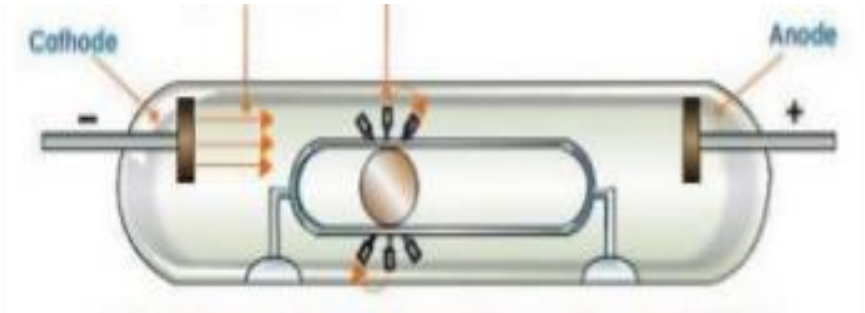
أجرى وليام تجاربه باستخدام أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء تقريباً (تحت ضغط منخفض جدا 10^{-6} atm) يدعي أنبوب التفريغ الكهربائي. وقد ثبت بداخله قطعتين معدنيتين تسميان قطبين تم توصيلهما بمنبع كهربائي له كمون عالي. عندما يصل فرق الجهد إلى 15000 فولط تصبح الشاشة متوهجة.



الاستنتاجات:

- عند فرق جهد منخفض الغاز غير موصل للكهرباء لأن ذرات الغاز تكون متعادلة ولكن تصبح موصلة تحت ضغط منخفض إذا تعرضت لفرق جهد عالي.
- عند فرق جهد مرتفع و ضغط منخفض داخل الأنبوب يرسل أحد القطبين دقائق صغيرة يؤدي اصطدامها بجزيئات الغاز إلى حدوث وميضاً على جدار أنبوبة التفريغ وسميت بأشعة المهبط (Cathode Rays).
- عند وضع جسيم معدني في طريق الاشعة المهبطية لاحظ تشكل خيال هذا الجسم على الشاشة. و هذا يعني أنها تتحرك في خطوط مستقيمة و تنتقل من المهبط إلى المصعد لأن الظل تكون عند المصعد.

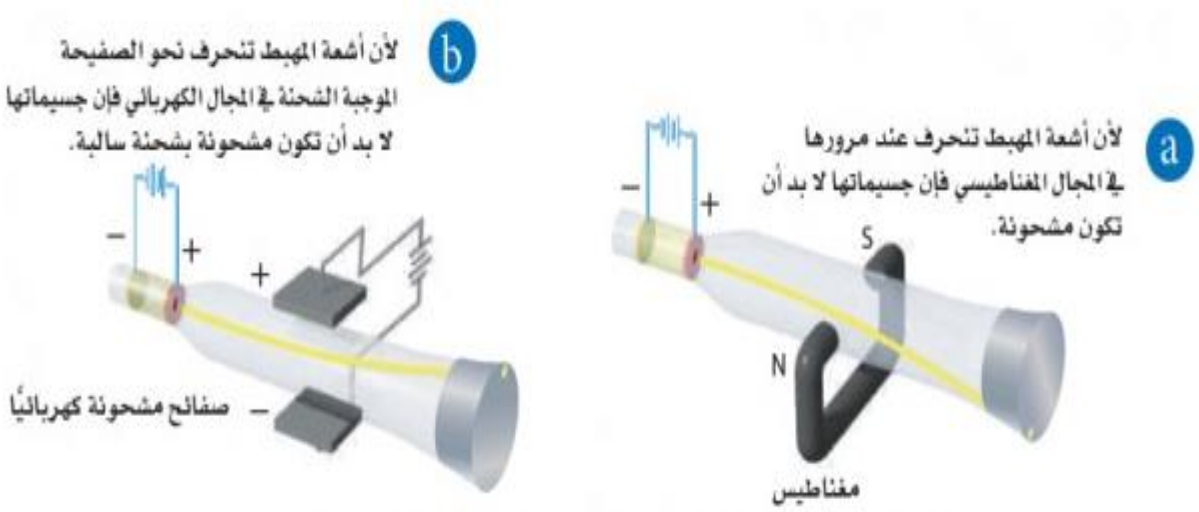
- عند وضع مروحة أو دولاب بين القطبين في مسار الإشعاع المهبطي تبدأ هذه الأخيرة في الدوران فاستنتج ان هذا الإشعاع يتكون من جسيمات ذات طاقة حركية وعليه تكون ذات كتلة.



- عند استبدال الغاز بغاز اخر (يتغير لون الحزمة الضوئية ولا يتغير) تحافظ الأشعة المهبطية على سلوكها مما يثبت أنها تدخل في تركيب جميع المواد.

تجربة طومسون J.J.Thomsom 1895 م

استخدم طومسون نفس جهاز كروكس و قام بعدة تجارب منها:

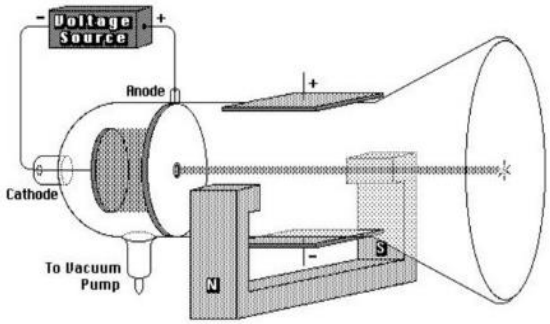


تأثر أشعة المهبط بالمجال المغناطيسي والمجال الكهربي

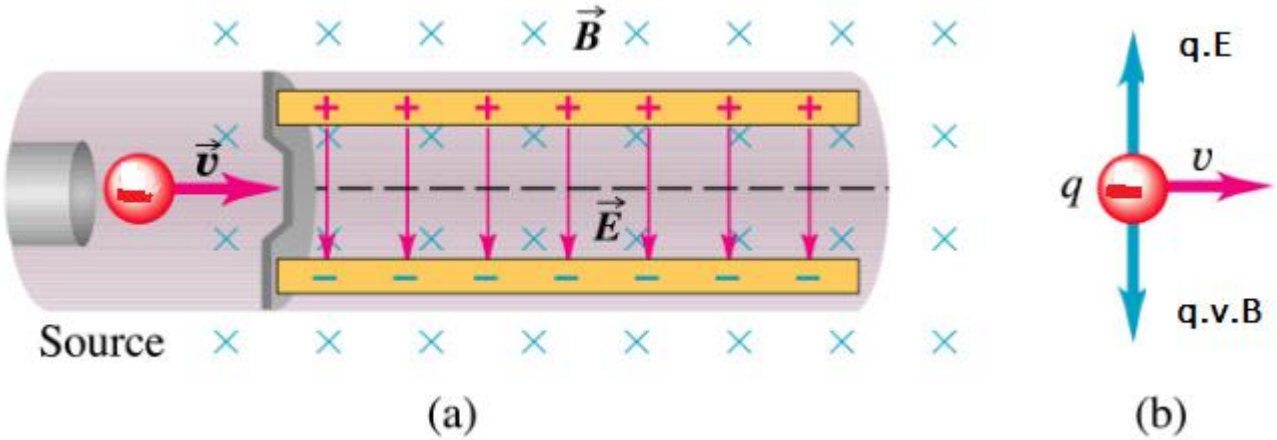
a) استخدم طومسون حقل مغناطيسي تحريضه $\vec{\beta}$ فانحرفت حزمة الالكترونات إلى الأسفل نتيجة للقوة المغناطيسية $\vec{F}_m$ ($F_m = \beta . q . \vartheta$). حيث e الشحنة الكهربية وϑ سرعة الشحنة و β شدة الحقل المغناطيسي.

b) أضاف تعديل بسيط حيث وضع لبوسي مكثف داخل هذا الجهاز من خلال هذه التجربة لاحظ طومسون أن الأشعة المهبطية تنحرف عن طريقها نحو اللبوس الموجب للمكثف بفعل القوة الكهربائية $\vec{F}_e$ ($F_e = q.E$) مما يدل على أنها تحمل شحنة سالبة. حيث q الشحنة الكهربية و E شدة الحقل الكهربائي.

- عند اخضاع الحزمة الالكترونية إلى حقل كهربائي E ومغناطيسي β في نفس الوقت فتتعرض الالكترونات إلى قوة للأعلى وقوة للأسفل وبضبط قيمة المجال المغناطيسي يمكن أن نوازن القوتين معا لتكون محصلتهما تساوي صفر وهذه القيمة نحصل عليها عندما تعود حزمة الالكترونات إلى مسارها المستقيم ونستدل على ذلك من خلال البقة المضيئة في وسط الشاشة.



وهذا الشكل يوضح ما سبق:



باستخدام قانون لوزنتز حيث إن القوة المغناطيسية تساوي القوة الكهربية إذا يكون لدينا :

$$q.\vartheta.\beta = q.E$$

حيث إن الشحنة q هي شحنة الإلكترون فإننا نستبدلها في المعادلة بـ e ، و تسمح هذه العلاقة بحساب سرعة الالكترون:

$$\vartheta = \frac{E}{\beta}$$

وبالتعويض عن المجال الكهربي E بقيمة فرق الجهد V على المسافة d بين اللوحين نحصل على:

$$e.\vartheta.\beta = \frac{e.V}{d}$$

ومن معرفتنا للطاقة الحركية التي زودت بها الالكترونات عن طريق فرق الجهد من خلال المعادلة:

$$eV = \tfrac{1}{2}\, m\, \vartheta^2$$

بالتعويض في المعادلة السابقة نحصل على:

$$e.\vartheta.\beta = \frac{m.\vartheta^2}{2d}$$

وباختصار ما يمكن اختصاره نحصل على :

$$e.\beta = \frac{m.\vartheta}{2d}$$

وبإعادة ترتيب المعادلة يكون لدينا :

$$\frac{e}{m} = \frac{\vartheta}{2.\beta.d}$$

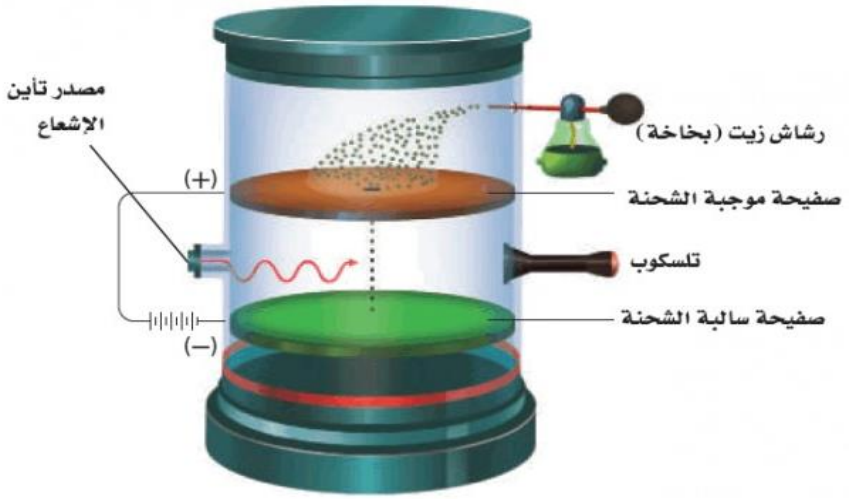
حيث إن e شحنة الإلكترون و m كتلته و ϑ سرعة الالكترونات و B قيمة المجال المغناطيسي و d المسافة بين اللوحين المولدين للمجال الكهربي.

تمكن طومسون أن يحسب قيمة النسبة بين شحنة الإلكترون إلى كتلته والتي تساوي

$$\frac{e}{m} = 1.758.10^8 C/g$$

تجربة مليكان Millikan 1911 م

في عام 1911 م تمكن العالم مليكان من تقدير شحنة الالكترون بواسطة الجهاز التالي:



-في هذا الجهاز تم رش الزيت باستعمال بخاخ فوق صفحتين متوازيتين ومشحونتين .

-تحتوى الصفيحة العليا على ثقب صغير يستطيع الزيت المرور من خلاله .

-تمرر حزمة من اشعة X فيتأين الهواء الموجود في الغرفة و الأيونات الناتجة تلتصق بقطيرات الزيت و عليه تكتسب قطيرة الزيت شحنة موجبة أو سالبة على حسب اصطدامها بالأيون الموجب أو السالب.

-استعمل مليكان التلسكوب لمراقبة القطيرات ، وعندما نطبق حقلا كهربائيا بين الصفيحتين تتغير حركة القطيرة وفقا للقوى المؤثرة عليها.

القوى التي تؤثر في القطيرة المشحونة:

1- قوة الثقل P:

$$P = m.g = \frac{4}{3}.\pi.r^3.\rho.g$$

حيث:

ρ: الكتلة الحجمية للزيت.

g: تسارع الجاذبية.

2- قوة ستوكس R: اتجاهها يكون دائما عكس حركة انتقال القطيرة

$$R = 6.\pi.r.\eta.\vartheta$$

حيث:

ϑ : سرعة القطيرة

η : معامل لزوجة الهواء

r: نصف قطر القطيرة

3- دافعة ارخميدس A : اتجاهها يكون دائما نحو الأعلى و غالبا ما تهمل.

$$A = \frac{4}{3}.\pi.r^3.\rho.g$$

حيث:

ρ: الكتلة الحجمية للهواء.

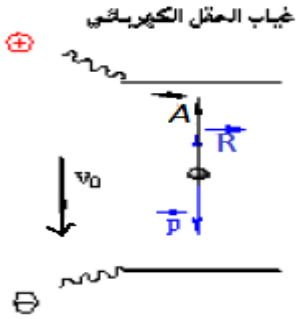
g: تسارع الجاذبية.

4- القوة الكهربائية F_e : اتجاهها يتعلق باتجاه الحقل الكهربائي و شحنة القطيرة.

$$F_e = q.E$$

يمكن تمييز ثلاث حالات :

- في حالة عدم وجود المجال الكهربائي: تسقط القطيرة نحو الأسفل بفعل الجاذبية.



القطيرة في حالة نزول

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{\gamma}$$

$$\Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{A} = m.\vec{\gamma}$$

تبلغ القطيرة في وقت قصير جدا سرعة قصوى و منه تكون سرعة القطيرات ثابتة.

$$\Rightarrow P - A - R = 0$$

$$\frac{4}{3}.\pi.r^3.\rho.g - \frac{4}{3}.\pi.r^3.\grave{\rho}.g - 6.\grave{\pi}.r.\eta.\vartheta_0 = 0$$

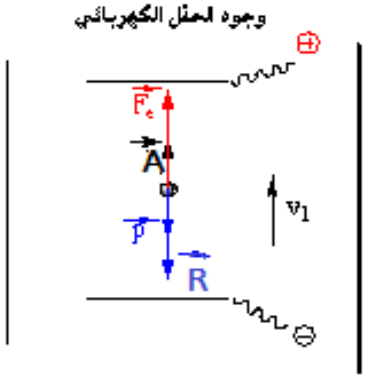
$$\Rightarrow \frac{4}{3}.\pi.r^3.g(\rho - \grave{\rho}) - 6.\pi.r.\eta.\vartheta_0 = 0$$

$$\Rightarrow \frac{4}{3}.\pi.r^2.g(\rho - \grave{\rho}) - 6.\pi.\eta.\vartheta_0 = 0$$

$$\Rightarrow r^2 = \frac{6.\pi.\eta.\vartheta_0}{\frac{4}{3}.\pi.g(\rho - \grave{\rho})} = \frac{9.\eta.\vartheta_0}{2.g(\rho - \grave{\rho})}$$

$$\Rightarrow r = 3.\sqrt{\frac{\eta.\vartheta_0}{2.g(\rho - \grave{\rho})}} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots (1)$$

- <u>في وجود الحقل الكهربائي:</u> تصعد القطيرة نحو اللبوس الموجب (شحنة القطيرة سالبة) بسرعة جديدة ϑ_1 . و تتأثر القطيرة بالإضافة الى القوى السابقة بقوة كهربائية F_e.



القطيرة في حالة صعود

تتحرك القطيرة بسرعة ثابتة إذن التسارع معدوم.

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{\gamma}$$

$$\Rightarrow \vec{P} + \vec{F}_e + \vec{R} + \vec{A} = m.\vec{\gamma}$$

$$\Rightarrow -P + F_e - R + A = 0$$

$$\Rightarrow P - A + R = F_e$$

$$\Rightarrow \frac{4}{3}.\pi.r^3.g(\rho - \grave{\rho}) + 6.\pi.r.\eta.\vartheta_1 = q.E$$

$$\Rightarrow q = \frac{\frac{4}{3}.\pi.r^3.g(\rho - \grave{\rho}) + 6.\pi.r.\eta.\vartheta_1}{E} \ldots\ldots\ldots\ldots..(2)$$

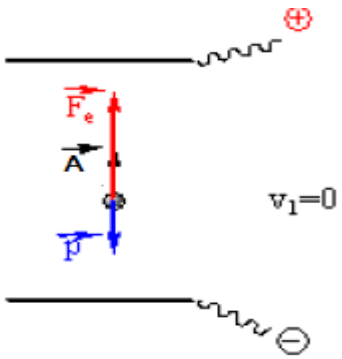
نعوض (1) في (2) نجد:

$$q = \frac{\frac{4}{3}.\pi.r.\frac{9.\eta.\vartheta_0}{2.g(\rho - \grave{\rho})}.g(\rho - \grave{\rho}) + 6.\pi.r.\eta.\vartheta_1}{E}$$

$$\Rightarrow q = \frac{\frac{2}{3}.\pi.r.9.\eta.\vartheta_0 + 6.\pi.r.\eta.\vartheta_1}{E}$$

$$\Rightarrow q = \frac{6.\pi.r.\eta}{E}(\vartheta_0 + \vartheta_1)$$

- في الحالة الأخيرة تعدل شدة الحقل الكهربائي بحيث تصبح القطيرة ثابتة : أي أن السرعة معدومة إذن قوة سطوكس معدومة . ومنه تخضع القطيرة لثلاث قوى : قوة الثقل, قوة ارخميدس و القوة الكهربائية.



القطيرة في حالة سكون

بتغيير شدة الحقل الكهربائي E تحصل مليكان على عدة قيم للشحنة واستنتج أنها من مضاعفات العدد $1.6.10^{-19}$ C والتي اعتبرت كأصغر شحنة وسميت بالشحنة العنصرية e. ولا تتغير هذه القيمة مهما كانت طبيعة أو ضغط الغاز المستعمل وطريقة تأينه.

وبمعرفة:

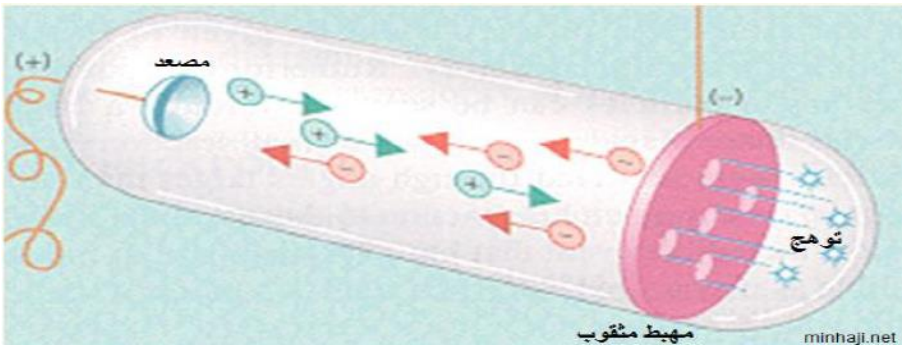
$$\begin{cases} \frac{e}{m_e} = 1.758.10^8 C/g \\ e = 1.6.10^{-19} C \end{cases}$$

$$\Rightarrow m_e = \frac{e}{e/m_e} = 9.1.10^{-28} g$$

2- النواة

❖ اثبات وجود البروتون (تجربة غولد شتاين Goldstein 1886)

-أدت التجارب التي أجراها اولاً العالم غولدشتاين عام 1886 ،إلى اقتراح أن الجسيمات الموجبة تتكون أيضاً في أنابيب التفريغ الكهربائي.



-

استعمل نفس جهاز كروكس لكن عكس وضعية المصعد والمهبط مع استعمال مهبط به ثقوب. كما أضاف كمية قليلة من غاز الهيدروجين في الأنبوب. عند إمرار تيار كهربائي لاحظ أن هناك اشعاع على الشاشة يمكن تفسير مصدره كما يلي: تنجذب الالكترونات المنبعثة من الكاثود(-) نحو الانود (+) وحيث أنه يوجد غاز الهيدروجين في الانبوبة تصطدم الالكترونات بالذرات المتعادلة للغاز ، وإذا كان للإلكترونات طاقة كافية ، فانه يمكنها طرد الالكترونات الأخرى بعيداً عن الذرات المتعادلة ، فيتخلف عن هذا الطرد للإلكترونات السالبة جسيمات موجبة متبقية في هذا المكان يلتقط أغلبها الالكترونات وتصبح متعادلة وقسم قليل من هذه الجسيمات الموجبة تنزلق من خلال الثقب الى منطقة خلف الكاثود (لذا تسمى بأشعة القناة أو الأشعة الموجبة) مكونة حزمة من الجسيمات تتأثر بالمجال الكهربائي حيث أنها تنحرف باتجاه الصفيحة ذات الشحنات السالبة وكذلك تتأثر بالمجال المغناطيسي ايضاً.

أهم خواص هذه الاشعة (البروتونات):

- تنجذب نحو القطب السالب مما يؤكد انها موجبة الشحنة.

- لها كتلة وسرعة مما يدل على انها دقائق مادية وتكون عادة اثقل من الالكترون وكتلتها تعتمد على نوع الغاز الموجود في انبوب التفريغ الكهربائي.

- نسبة $\frac{e}{m}$ لهذه الجسيمات كانت أقل بألاف المرات من تلك التي حسبت مع الجسيمات السالبة مما يدل أن كتلة البروتون أكبر بكثير من كتلة الإلكترون.

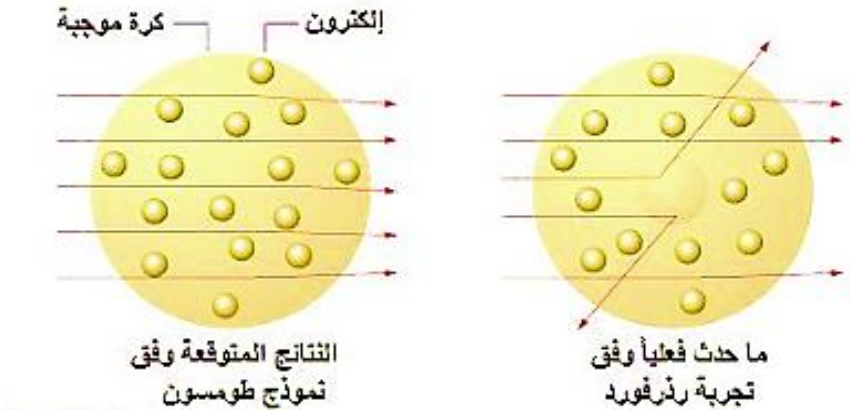
- تتأثر بالمجالين الكهربائي والمغناطيسي.

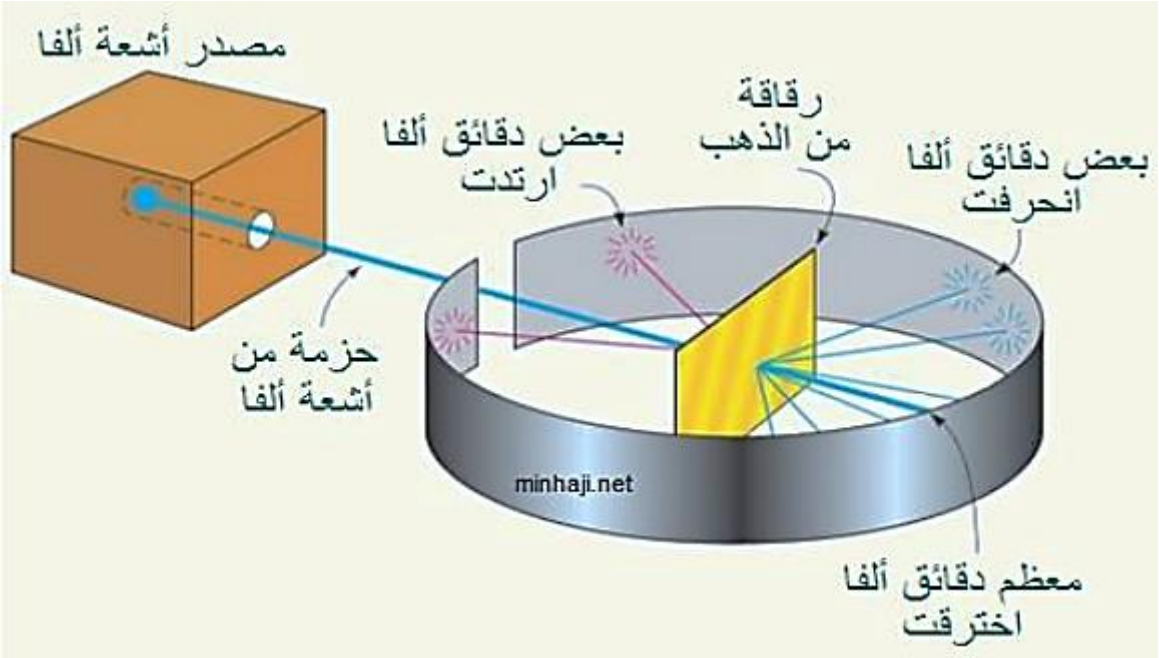
❖ اثبات وجود البروتـــون (تجربة رذرفورد 1909م)

تجربة رذرفورد أو تجربه رقاقة الذهب أو تجربة جيجر و مارسيديان (نسبة لمن قام بها تحت إشراف رذرفورد عام 1909م) هي تجربة تعتمد على تسليط أشعة من جسيمات ألفا (عبارة عن أيونات هليوم He^{++})على رقاقة من ذهب (سمكها $10^{-3}\ mm$) . وقد كان يتوقع أن تخترق جسيمات α صفيحة الذهب لسرعتها العالية وقد يحدث انحراف بسيط لمسارات جسيمات α الموجبة نتيجة تنافرها مع الشحنة الموجبة للذرة.

ولاحظ أن:

- معظم أشعة ألفا أخترقت صفيحة الذهب
- جزء منها انحرف عن مساره
- جزء آخر أرتد عن الصفيحة

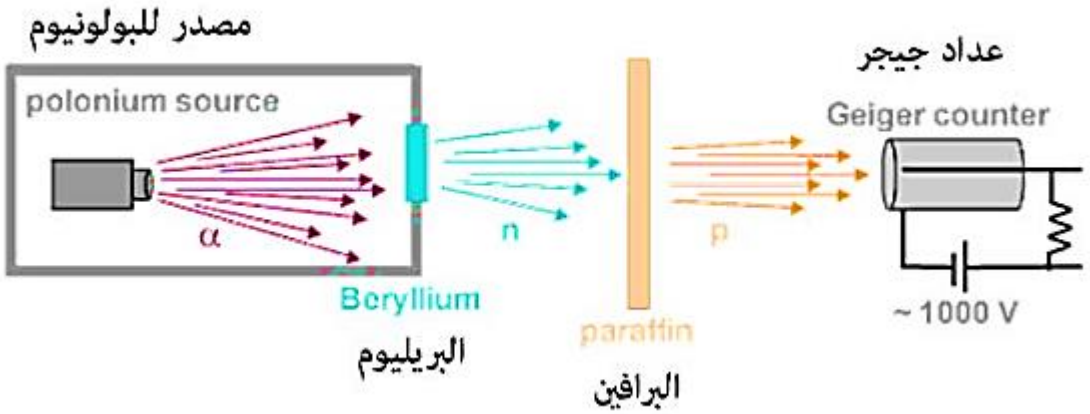




❖ اثبات وجود النيتـــــرون (تجربة شادويك Chadwick 1932)

كان الاعتقاد السائد بأن كتلة الذرة تساوي كتلة البروتونات الموجودة في نواتها تقريباً، الا أن مطياف الكتلة أثبت أن كتلة الذرة هي ضعف كتلة النواة التي نتحصل عليها بطريقة حسابية ($m_{\text{النواة}} = Z.m_{\text{البروتون}}$) لذلك افترضوا وجود جسيمات متعادلة الشحنة في النواة بالإضافة الى البروتونات موجبة الشحنة.

تمكن العالم شادويك من اثبات وجود النيوترونات عملياً من خلال تجربة قام فيها بقذف شريحة رقيقة من البيريليوم $^{9}_{4}Be$ بدقائق α . ونتج عن ذلك جسيمات لها قدرة نفاذ عالية، إذا سلطت هذه الجسيمات بحيث تسقط على لوح من البرافين فإنها تسبب في جعله يطلق بروتونات بسرعة عالية .واستطاع شادويك أن يثبت أن الجسيمات المنطلقة من البيريليوم هي عبارة عن جسيمات غير مشحونة(لا تتأثر بالمجال الكهربائي أو المغناطيسي)، كتلتها تساوي كتلة البروتون تقريبا سماها النيوترونات.



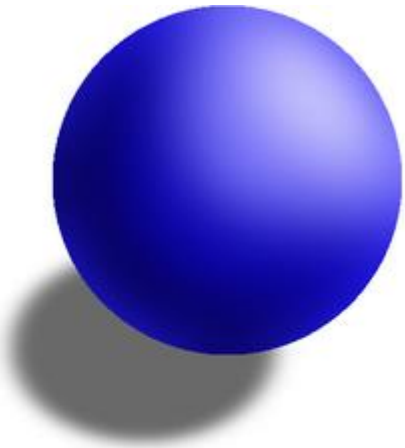
وجدير بالذكر أن استخدام لوح البرافين في تجربة شادويك كان لتبطئة سرعة النيوترونات المتحررة، حيث تم تصادم النيوترون بذرة الهيدروجين (بروتون) المساوية له في الكتلة فيسكن النيوترون ويتحرر البروتون (تصادم مرن بين جسمين متساويين في الكتلة أحدهما ساكن).

عداد "جيجر" هو أداة تستخدم لاكتشاف الإشعاعات "المؤينة."

II- النماذج الذرية المقترحة

نموذج دالتون

في عام 1803 م وضع دالتون نموذجا ذريا افترض فيه أن المادة تتكون من دقائق صغيرة غير قابلة للانقسام تسمى الذرات وهي عبارة عن كرة مصمتة متجانسة تشبه الكرة الزجاجية الصغيرة.



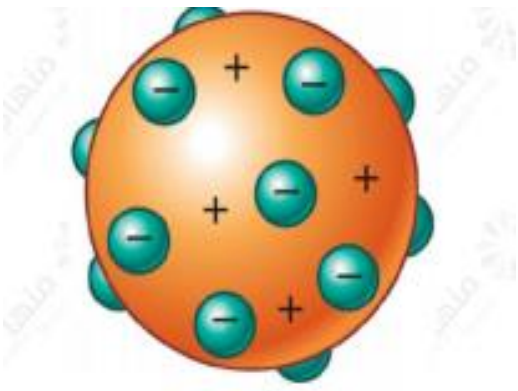
تصور دالتون عن الذرة

عيوب نموذج دالتون

- ذكر نموذج دالتون للذرة أنّها غير قابلةٍ للانقسام، ولكن تبيّن فيما بعد أن ذلك ليس صحيحًا، وأن الذرّة تتألف من وحداتٍ أصغر هي الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات.
- طِبقًا لما تشير إليه نظرية دالتون، فإن ذرات العنصر الكيمائي نفسه تكون متشابهةً تمامًا بالشكل والكتلة والخصائص الكيميائية والفيزيائية. ولكن تبيّن أن هذه الفرضيّة ليست صحيحةً أيضًا، حيث اكتشف العلماء أن هنالك ذرّاتٍ من العناصر الكيميائيّة نفسها لها كثافات وأوزان وخصائص مختلفة، وهي ما أطلق عليه العلماء اسم النظائر.

نموذج طومسون

بما أن الذرة متعادلة الشحنة فقد افترض طومسون أن الذرة طالما احتوت على إلكترونات سالبة الشحنة، فلا بد أن تحتوي على جسيمات موجبة الشحنة تجعل منها ذرة متعادلة. وعليه فقد عدل طومسون نموذج دالتون الذري. فبدلا من أن تكون كرة مصمتة فقد اقترح طومسون أن تكون الذرة كرة من الشحنات الموجبة تنتشر فيها الإلكترونات السالبة.



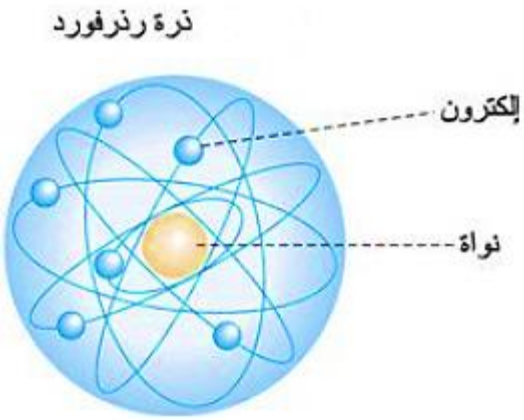
أو

عيوب نموذج طومسون

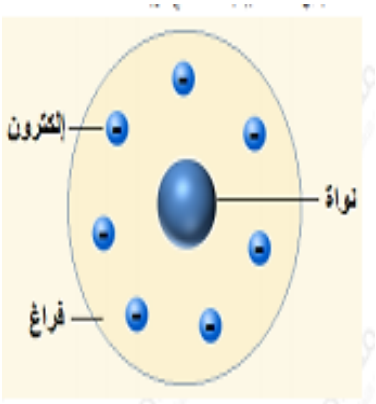
أن الالكترونات تنغمس في الذرة وهذا يدل على أنها ثابتة وهذا خاطئ . فشل نموذج طومسون في تفسير تشتت جسيمات ألفا بواسطة رقائق معدنية رقيقة.

نموذج رذرفورد

اقترح رذرفورد نموذج للذرة بعد تجربته الشهيرة حيث اثبت أن الشحنة الموجبة وكتلة الذرة تتركز في جزء صغير منها دعاه النواة المركزية و تدور الالكترونات السالبة حول النواة كالكواكب حول الشمس.

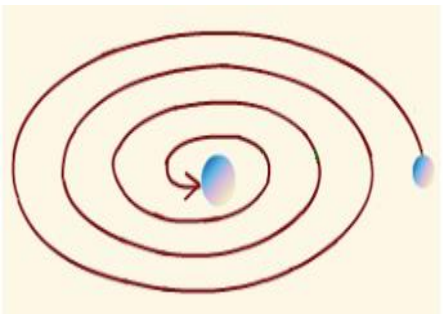


أو



عيوب نظرية رذرفورد

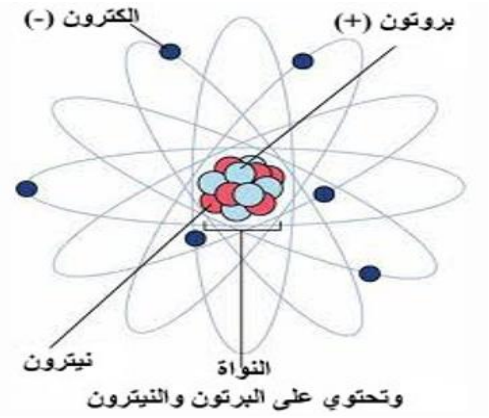
- تشير قوانين الفيزياء آنذاك إلى أن أي جسم يجب أن يفقد طاقة إذا تحرك، وبما أن الإلكترون أحد هذه الأجسام فإن حركته الدائرية حول النواة ستفقده طاقة باستمرار، عندما يفقد الإلكترون طاقته تدريجياً تتناقص سرعته باستمرار فيقترب من النواة تدريجياً في مسار حلزوني حتى يقع في النواة ويندمج معها وهذا ما لا يحدث فعلياً.



- هذا هو منطق الفيزياء الكلاسيكية لكن ذلك في الحقيقة لا يحدث ويتناقص مع الوضع الطبيعي للذرة لأن :ذرة الهيدروجين مستقرة لأن الكتروناتها مستقرة ولا تشع إلا في حالة الإثارة فقط.

IV- خلاصة التجارب

تتكون الذرة من نواة وإلكترونات.



النواة

توجد النواة بمركز الذرة ، و هي موجبة الشحنة ، تتكون من دقائق تسمى " النويات- Les nucléons " و هي البروتونات و النوترونات .

أ- البروتونات: Les protons (p) .	ب- النوترونات : Les neutrons (n).
دقائق لها : - شحنة : $e=1,6.10^{-19}C$. و كتلة : $m_p=1,672.10^{-27}kg$.	دقائق محايدة كهربائيا ، كتلتها : $m_n=1,675.10^{-27}kg$. $\boxed{m_n \approx m_p}$

الإلكترونات

جميع الإلكترونات متشابهة ، و تحمل شحنة كهربائية سالبة .

* شحنة الإلكترون : $-e=-1,6.10^{-19}C$. حيث $|-e|=e=1,6.10^{-19}C$ تمثل الشحنة الابتدائية (charge élémentaire).

* كتلة الإلكترون : $m_e=9,11.10^{31}kg$.

نرمز لنواة الذرة بالرمز التالي : $^{A}_{Z}X$ أو $^{Z+N}_{Z}X$

X : رمز العنصر الكيميائي .

Z : عدد البروتونات في النواة او العدد الذري ؛ أو عدد الشحنة (و هو كذلك عدد إلكترونات الذرة اذا كانت محايدة) $\left(e^-\right)$.

N : عدد النوترونات .

A : عدد النويات (عدد الكتلة) $\boxed{A=Z+N}$

- شحنة النواة هي: $Q=+Ze$
- شحنة الإلكترونات هي إذن: $Q'=-Ze$

أ- كتلة الذرة :

+ تساوي كتلة الذرة مجموع كتل الدقائق المكونة لها ":

$$m=Z.m_p+(A-Z)m_n+Z.m_e$$

+ باهمال كتلة الالكترونات امام كتلة البروتونات و النوترونات نكتب $\left(m_e \prec\prec m_p\right)$

$$m=Z.m_p+(A-Z)m_n$$

V- النظـــــــائر

هي ذرات مختلفة للعنصر الواحد تتشابه في العدد الذري وتختلف في العدد الكتلي.

مثال: نظائر الأكسجين $^{15}_{8}O$; $^{16}_{8}O$; $^{18}_{8}O$

السلوك الكيميائي للنظائر متشابه ويعود ذلك لتشابهها في العدد الذري والذي يمثل عدد الالكترونات، ونحن نعلم أن التفاعل تشارك فيه الإلكترونات وليس للنواة علاقة به.

أما السلوك الفيزيائي لنظائر العنصر الواحد فهو حتما مختلف كدرجات الغليان والانصهار والكثافة .....ويعود ذلك إلى اختلاف كتل أنويتها.

وفرة النظير

هي النسبة المئوية لتواجد نظائر العنصر الواحد في الطبيعة.

مثال : يتكون اليورانيوم الموجود في الطبيعة من ثلاثة نظائر أساسية هي:

- $^{238}_{92}U$ بنسبة(99.2745%)
- $^{235}_{92}U$ بنسبة(0.72%)
- $^{234}_{92}U$ بنسبة(0.0055%)

لحساب الكتلة الذرية الوسطية للنظائر، التي تظهر في الجدول الدوري نعتمد على العلاقة التالية :

$$\bar{M}_x = \sum \frac{Y\% \times M_x}{100}$$

بحيث :

X: العنصر الكيميائي

$Y\%$: وفرة النظير

$\bar{M}_x$: الكتلة الذرية الوسطية للعنصر

مثال:

الكتلة الذرية للأرغون ^{40}Ar

يوجد الأرغون في الطبيعة على شكل خليط من النظائر التالية:

^{36}Ar نسبته 0.337% و كتلته 35,968

^{38}Ar نسبته 0.063% و كتلته 37,963

^{40}Ar نسبته 99.6% و كتلته 39,962

$$\text{كتلته الوسطية} = \frac{35,968\times0,337 + 37,963\times0,063 + 39,962\times99,6}{100} = 39.947$$

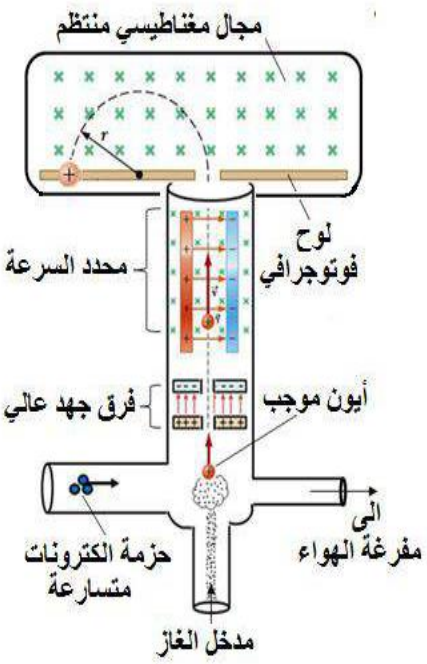
تعيين كتل الذرات

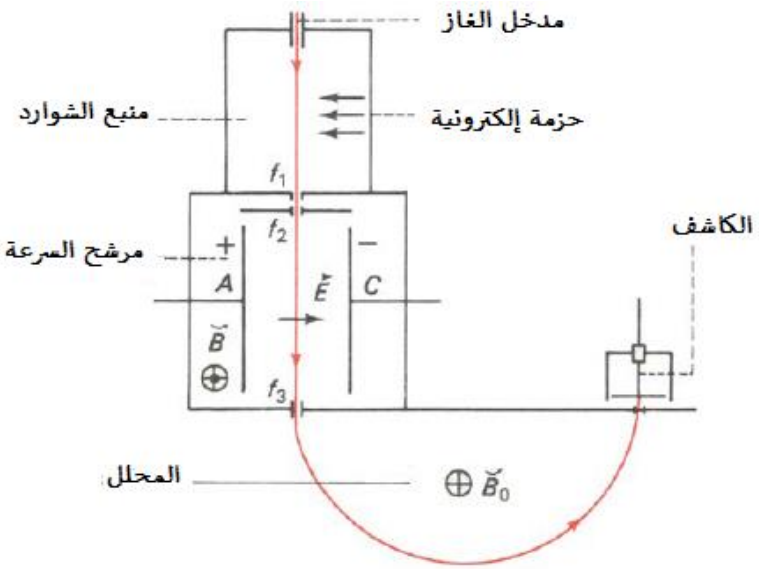
لقياس الكتلة الذرية للنظائر نقيس النسبة $\frac{q}{m}$ حيث: q هي شحنة الذرة وm كتلتها. الأجهزة المستخدمة لقياس الكتلة تدعى مطيافية الكتلة ومن أشهرها مطياف بامبـردج ويسمى أيضا مرشح السرعة (وهو تقنية تحليلية لتحديد العناصر المكونة لمادة أو جزيء ما).

مطياف بامبردج 1933 م

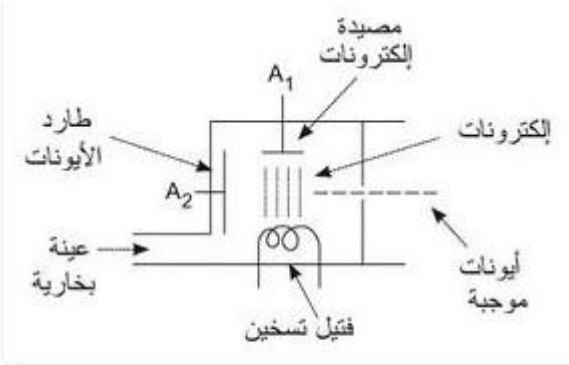
يتكون جهاز بامبردج من العناصر التالية:

منبع الشوارد- مرشح السرعة- المحلل والكاشف.





منبع الشوارد

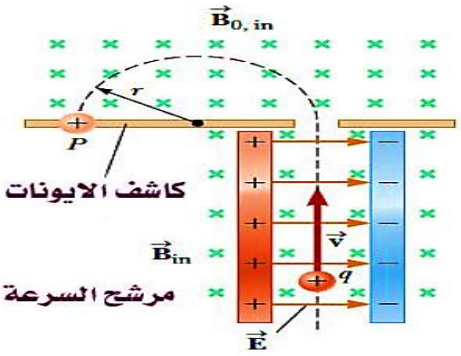


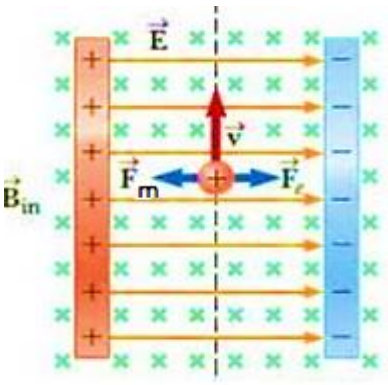
حجرة التأين في المطياف الكتلي

نرسل تيار من الغاز إلى حجرة التأين وهناك تصطدم ذرات الغاز بسيل من الإلكترونات سريعة الحركة الصادرة عن سلك متوهج فتتأين إلى أيونات موجبة.

مرشح السرعة

هو عبارة عن مكثفة ومغناطيس عندما تدخل الايونات إليه تتأثر بالحقل الكهربائي $\vec{E}$ فتغير مسارها وبتطبيق الحقل المغناطيسي $\vec{B}$ العمودي عليه وبنفس الشدة يصحح الانحراف و تستطيع الأيونات المرور من الثقب f_3 إلى المحلل.





$$F_e = F_m$$

$$q.E = q.\vartheta.B$$

$$\Rightarrow \vartheta = \frac{E}{B} \ldots\ldots 1$$

المحلل

تدخل الأيونات عبر الفتحة f_3 و تكون تحت تأخير حقل مغناطيسي $\overrightarrow{B_0}$ ثابت و يكون عمودي لحركة الشوارد فتنحرف الأيونات عن مسارها المستقيم لترسم قوس دائري نصف قطره R. فتتساوى القوة المغناطيسية مع القوة الطاردة المركزية.

$$F_c = F_m$$

$$\frac{m.\vartheta^2}{R} = q.\vartheta.B_0$$

$$\Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{\vartheta}{R.B_0} \ldots\ldots 2$$

من (1) و(2) نجد :

$$\frac{q}{m} = \frac{E}{R.B.B_0}$$

q : شحنة الأيون (C)

m : كتلة الأيون (Kg)

R : نصف قطر المسار الدائري للأيون (m)

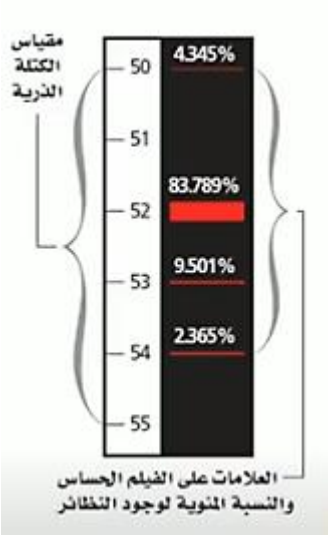
E: شدة الحقل الكهربائي (Volt/ m)

B_0, B: شدة الحقل المغناطيسي (Tesla)

الكاشف

هو عبارة عن لوحة فوتوغرافية توضح لنا بقع تماس الأيونات فيه. تصطدم النظائر بالكاشف في أماكن مختلفة. وتعتمد أماكن اصطدامها على كتلتها. كلما كان الأيون أخف كان نصف قطر مساره الدائري أقل.

تقاس وفرة كل نظير باتساع العلامة التي يخلفها على الكاشف.



ملاحظة

نظريا بمعرفة E, R, B, B_0 من الجهاز و q يمكننا و بسهولة حساب m للأيون. و لكنه وجد تجريبيا أنه من الصعب قياس m بدقة مقبولة بهذه الطريقة و لهذا يفضل قياس نسب كتل بإدخال مع الأيون المراد قياس كتلته أيون ذرة كربون ^{12}C كمرجع.

$$\begin{cases} R_1 = \dfrac{m_1.\vartheta}{q.B_0} \\ R_c = \dfrac{m_c.\vartheta}{q.B_0} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R_c} = \frac{m_1}{m_c}$$

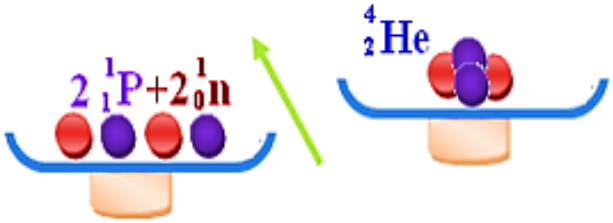
و منه :

$$\Rightarrow m_1 = \frac{R_1.m_c}{R_c}$$

V -طاقة الربط للنواة

النقص الكتلي (ضياع الكتلة)

تجريبيا يلاحظ أن كتلة نواة الذرة هي دائما أصغر من مجموع كتل النويات المكونة لها.



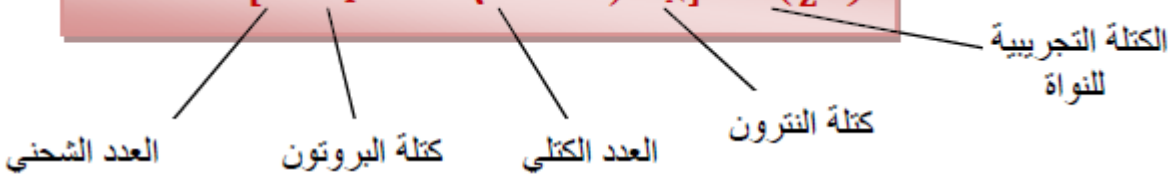
فمثلا كتلة نواة الهيليوم ^4_2He هو $m(^4_2He) = 6,6447.10^{-27}kg$ أما مجموع كتل نوياتها فيساوي

$$2m_p + 2m_n = 2 \times 1,6726.10^{-27} + 2 \times 1,6750.10^{-27} = 6,6952.10^{-27}kg$$

نستخلص إذن أن كتلة نواة الهيليوم أصغر من مجموع كتل نوياتها .

الفرق بينهما يسمى النقص الكتلي Δm للنواة وهو مقدار موجب و تعبيره :

$$\Delta m = [Z m_P + (A - Z) m_N] - M(^A_Z X)$$



أثبتت الدراسة ان النقص الكتلي يتحول الى طاقة. هذه الطاقة هي التي تجعل النواة متماسكة ومستقرة فسميت بطاقة الربط النووي.

طاقة الربط النووي (تخص نواة واحدة)

هي الطاقة اللازم منحها لنواة في حالة سكون ، لفصل نوياتها وتبقى في حالة سكون:

$$E_\ell = \Delta m.c^2$$

Δm: الضياع في الكتلة ب (kg)
E_ℓ: طاقة الربط(J)

c: سرعة انتشار الضوء c= $2.99792.10^8 \approx 3.10^8 m/s$

عكسيا حين تتكون نواة انطلاقا من نويات منفصلة تتحرر الطاقة E_ℓ .

مثال

ما هي طاقة ربط نواة الحديد $^{56}_{26}Fe$ مع العلم أن:

$m_p = 1.0072$ uma ; $m_N = 1.0086$uma ; $M_{exp} = 55.9375$uma

$$E_\ell = \Delta m.c^2 = [26 \times 1.0072 + (56 - 26) \times 1.0086 - 55.9375] \times 1.66 \times 10^{-27}.(3 \times 10^8)^2$$
$$= 7.58 \times 10^{-11} J$$

وحدة الطاقة في النظام الدولي هي الجول J لكن في الفيزياء النووية يفضل استعمال الإلكترون-فولط (eV) ومضاعفاته حيث:

$$1MeV = 10^6 eV \text{ و } 1eV = 1,602177.10^{-19} J$$

استقرار النواة

نميز استقرار النواة بحساب طاقة الربط الوسطية. و هي الطاقة الضرورية لانتزاع نوية واحد من النواة. يرمز لها بـ :

$$\xi = \frac{E_l}{A}$$

حيث :

ξ : طاقة الربط الوسطية لكل نيكليون.

A : العدد الكتلي

E_ℓ : طاقة ربط النواة

كلما كانت طاقة الربط بالنسبة للنوية كبيرة كلما كانت النواة أكثر استقرارا.