الفصل الاول

مكونات المادة

I. مقدمة :

كان يعتقد بالاعتماد على المظهر الخارجي للمادة بأنها ذات بنية مستمرة. حتى جاء العالم دالتون Dalton في أواخر القرن 19 و اثبت بان المادة منقطعة مهما كان المظهر الذي تبدو عليه و أن المادة النقية تتألف من مجموعة من الدقائق المتطابقة متناهية الصغر تسمى **الجزيئات** والتي تتكون بدورها من دقائق اصغر تسمى **الذرات**.

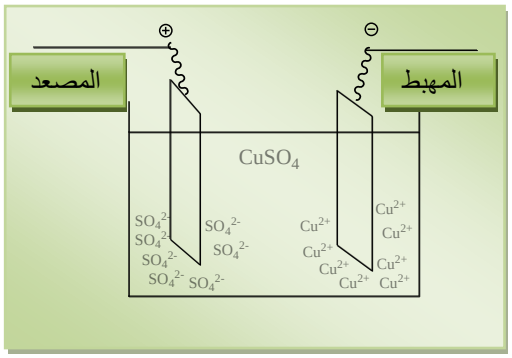
II. الذرة : (l'atome)

الذرة هي اصغر دقيقة يمكن أن تنقسم إليها مادة ما دون أن تتحول إلى مادة أخرى و هي التي تميز خواصها. و الذرة تتكون من دقائق اصغر منها و هي : **الالكترونات**, **النيترونات** و **البروتونات**.

III. اكتشاف مكونات الذرة :

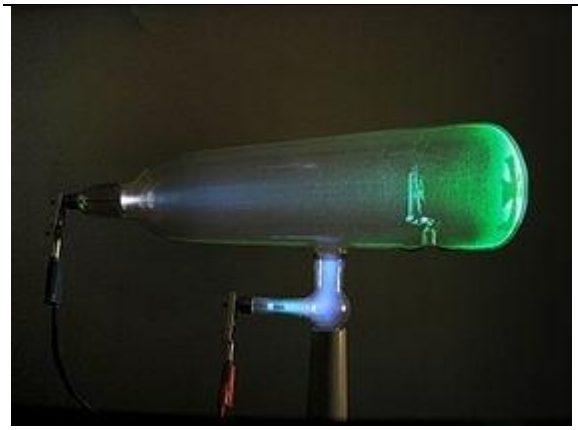
1. الإلكترون :

اثبت Faraday عام 1833 أن للمادة طبيعة كهربائية و أن الكهرباء تحتوي دقائق عنصرية مشحونة و الذرات تحتوي هذه الدقائق. و ذلك بملاحظته خلال تجاربه في التحليل الكهربائي أن وزن المادة المترسبة على احد المسريين ثابتة بفعل كمية معينة من الكهرباء.



❖ **تجربة Crookes :**

عام 1879, Crookes أعطى البرهان القاطع على وجود الالكترونات و ذلك من خلال تجاربه عن قابلية النقل الكهربائي من طرف الغازات.



تعتبر الغازات مواد عازلة للكهرباء في الظروف العادية ولكن عندما أخضعها Crookes لتوتر عالي (50000v) و تحت ضغط اقل من 1mmHg تنهار مقاومتها و تسمح بمرور التيار الكهربائي فتصدر أشعة تسمى **الأشعة المهبطية** عند ضغط يساوي **0.01mmHg** .

فاستنتج هذا العالم أن المادة تحمل دقائق صغيرة جدا و هي المسؤولة على هذه الأشعة و تتميز بأنها :

- تنتشر حسب مسارات مستقيمة تمتصها وتوقفها المادة.
- لها طاقة ميكانيكية وبالتالي تتميز بكتلة.
- تنحرف عند تأثير المجال الكهربائي أو المغناطيسي نحو القطب الموجب، أي أنها ذات شحنة سالبة.

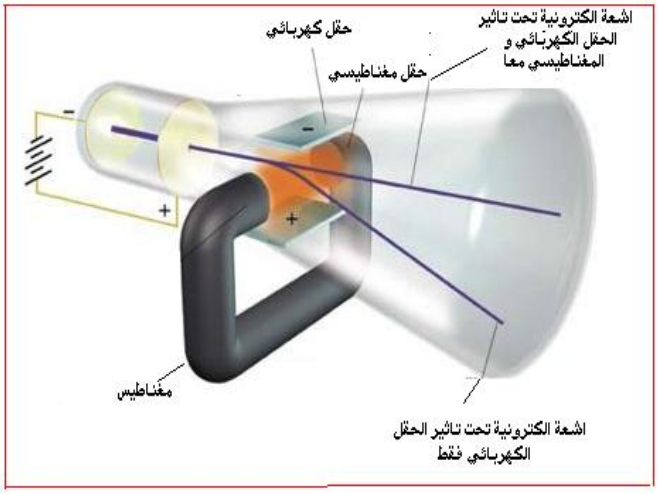
توجد هذه الدقائق في جميع الأجسام مهما كان نوع الغاز المستعمل في أنبوب التفريغ و هي من مكونات المادة التي دعاها **Stoney** عام **1894** **الالكترونات**.

❖ مميزات الإلكترون:

تجربة Thomson لتعيين النسبة e/m_e : (1897)

قام العالم طومسون **Thomson** في مختبر كافندش في كامبردج ببريطانيا بإجراء تجربة ناجحة تمكن فيها من قياس النسبة بين شحنة الإلكترون إلى كتلته، حيث اعتمد في ذلك على قياس انحراف الإلكترون في وسط فيه مجال كهربائي ومجال مغناطيسي.

* في المرحلة الأولى من التجربة طبق على الحزمة الالكترونية حقل كهربائي وحقل مغناطيسي معا :



- بفعل الحقل الكهربائي فقط تخضع الحزمة الالكترونية لتاثير القوة الكهربائية F_e حيث :

$$F_e = q.E$$

q الشحنة الكهربية و E المجال الكهربائي

- بفعل الحقل المغناطيسي فقط تنحرف الحزمة الالكترونية تحت تأثير القوة المغناطيسية F_m

حيث : $F_m = q.v.B$

q الشحنة الكهربية و v سرعة الشحنة و $\vec{B}$ المجال المغناطيسي.

تعدل شدة الحقل الكهربائي و الحقل المغناطيسي بحيث تتخذ الحزمة مسارها الأفقي الابتدائي فيصبح مجموع القوى المؤثرة في الحزمة معدوم.

$$\|\vec{F_e}\| = \|\vec{F_m}\|$$

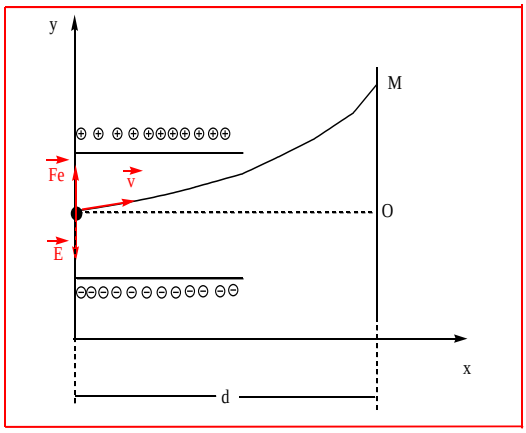
و منه : $q.B.v = q.E \Rightarrow$ **$v = E/B$**

*و في المرحلة الثانية يحذف الحقل المغناطيسي ثم يقاس الانحراف الناتج بفعل الحقل الكهربائي E . عند خروج الحزمة الالكترونية من الحقل الكهربائي تصطدم بالشاشة في النقطة M .

مجموع القوى المؤثرة على الحزمة تعطى كما يلي :

$$\sum F_{ex} = m_e.\gamma = F_e \quad \Rightarrow \quad q.E = m_e\gamma \qquad \boxed{\gamma = \frac{q.E}{m_e}}$$

حيث m_e كتلة الإلكترون و γ تسارع حركته.



- الحركة على المحور (ox) مستقيمة منتظمة :

$$x = v.t \quad \Rightarrow \quad \mathbf{t = x/v}$$

- الحركة على المحور (oy) متسارعة بانتظام :

$$y = oM = \frac{1}{2}\gamma.t^2 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{y = \frac{1}{2}.\frac{q.E}{m_e}.\frac{X^2}{V^2}}$$

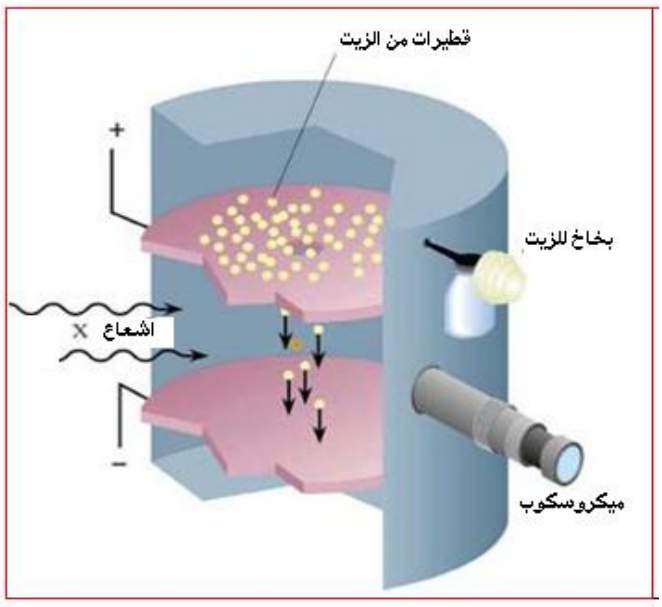
بتعويض القيم : y=OM ; x=d ; q=e نجد :

$$\boxed{\frac{e}{m_e} = \frac{2.OM.v^2}{E.d^2}}$$

و من معرفة سرعة الإلكترون و المعطيات الهندسية للجهاز استطاع طومسون أن يحدد القيمة العددية لهذه النسبة و هي :

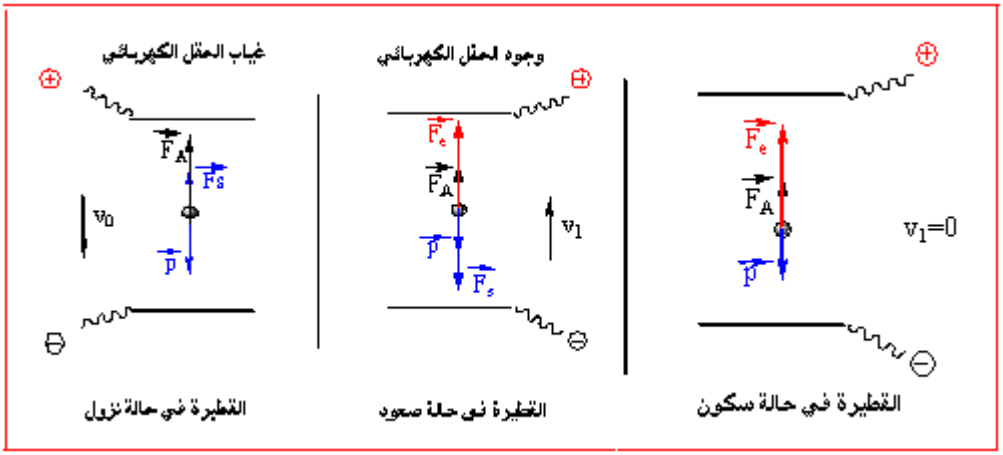
$$\boxed{e/m_e = 1.6589 \times 10^{11} \text{ coulomb/kg}}$$

تجربة Millikan لتعيين قيمة e و m_e : (1909)



يحتوي جهاز ميليكان على زوج من الصفائح المعدنية الأفقية المتوازية. عند تطبيق فرق جهد V على الصفائح، ينشئ بينهما حقلا كهربائيا في الفراغ حيث E = V / d و d المسافة بين اللوحين . توجد باللوح العلوية فتحة عند المركز لإدخال قطرات من الزيت عن طريق رشاش و يمكن رؤيتها عن طريق مصدر ضوئي وميكروسكوب. تشحن القطرة باستخدام أشعة X .

يمكن تمييز ثلاث حالات :



➢ عند انعدام الحقل الكهربائي تسقط القطيرة تحت تأثير ثلاث قوى :

- **قوة الثقل (اتجاهها إلى أسفل): $\vec{p}$**

حيث : $p = m\,g$

m: كتلة القطيرة و g: الجاذبية الأرضية

بفرض أن القطيرة دائرية الشكل حجمها V و نصف قطرها r وكثافة الزيت ρ فتصبح كتلتها تساوي

$m = \rho.V = \rho.\frac{4}{3}\pi r^3$ ومنه نجد : $p = (4/3)\pi r^3.\rho.g$

- **قوة دفع الهواء (اتجاهها إلى أعلى): (دافعة ارخميدس) $\vec{F_A}$**

حيث $F_A = m'g$

m' كتلة الهواء المزاح و تساوي حجم القطرة V في كثافة الهواء ρ_0 و منه : $F_{A\uparrow} = (4/3)\pi r^3.\rho_o.g$

- **قوة اللزوجة (قوة ستوكس): $\vec{F_S}$**

واتجاهها أيضا ضد حركة القطرة و تتناسب مع سرعة القطرة v_0 ومعامل لزوجة الهواء η (Kg/m.s) ونصف قطرها r حيث :

$$F_s = 6\pi\eta r v_o$$

➢ في وجود الحقل الكهربائي تصعد القطيرة تحت تأثير أربعة قوى ,القوى الثلاث السابقة مع وجود:

- القوة الكهربائية: $\vec{F_e}$

حيث $F_e = q\,.\,E$

➢ في الحالة الأخيرة تعدل شدة الحقل الكهربائي بحيث تصبح القطيرة ثابتة : أي أن السرعة معدومة إذن قوة سطوكس معدومة $\vec{F_s} = 0$

. ومنه تخضع القطيرة لثلاث قوى : قوة الثقل, قوة ارخميدس و القوة الكهربائية.

- تتحرك القطيرة بسرعة ثابتة و ذلك بفعل مقاومة الوسط إذن التسارع معدوم فنطبق المبدأ الأساسي في التحريك في كل مرحلة

$$\sum \vec{F_{ex}} = \vec{0}$$

- تسمح كل هذه المعطيات بحساب المجهولين : نصف قطر القطيرة r و الشحنة q فنجد :

$$r = 3\sqrt{\frac{\eta v_0}{2(\rho-\rho_0)g}}$$ و $$q = \frac{6\pi\eta r}{E}(v_1 + v_0)$$

قيم الشحنة q المحددة هي دائما أضعاف تامة للقيمة e التي هي اصغر شحنة كهربائية يمكن أن تحملها قطرة الزيت و هي تسمى الشحنة الكهربائية العنصرية و قيمتها العددية

$$e = 1.6 \times 10^{-19} coulomb$$

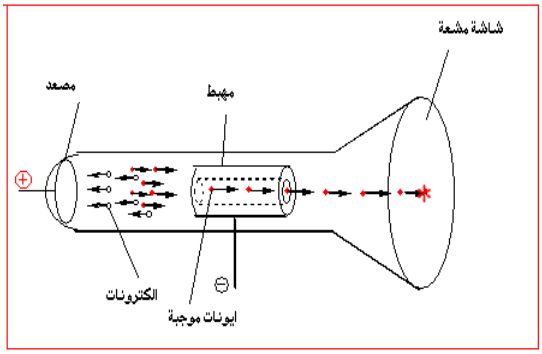
وبمعرفتنا قيمة e و e/m_e أمكننا تحديد كتلة الإلكترون حيث :

$$m_e = 9{,}108 \times 10^{-31} Kg$$

2. نواة الذرة :

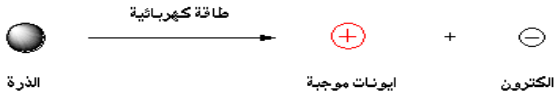
بصفة عامة و حسب قوانين الطبيعة كل شيء مشحون متوازن كهربائيا هذا ما أدى إلى التفكير أن وجود جسيمات سالبة (الالكترونات) داخلة في تركيب المواد يستلزم وجود جسيمات موجبة أيضا.

❖ إثبات وجود النواة: (تجربة غولدشتاين Goldstein 1886)



اخذ Goldstein نفس تجربة Croockes واستبدل مكان المهبط و المصعد كما استبدل المهبط بآخر مثقوب . فلاحظ بجانب إصدار الأشعة المهبطية الناتجة عن الالكترونات , انتشار إشعاع خلف المهبط (في اتجاه معاكس لمسار الالكترونات) و الذي يبدو من خلال لمعان في نهاية الأنبوب و قد نسبت إلى دقائق شحنتها موجبة لأنها تنحرف بفعل الحقل الكهربائي في اتجاه القطب السالب و سميت **الأشعة القنوية** . كما تتعلق هذه الأشعة بنوعية الغاز المستعمل.

إذن المادة تتكون من الكترونات و جسيمات مشحونة بشحنة موجبة و يمكن تمثيلها بالشكل:

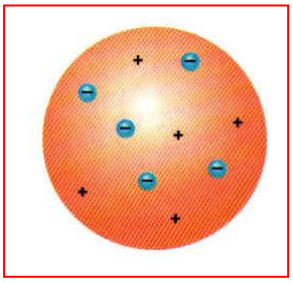


اصطدام الالكترونات الآتية من المهبط مع ذرات الغاز تنتج هذه الايونات الموجبة . الالكترونات المتجهة إلى المصعد تأتي من المهبط و من ذرات الغاز.

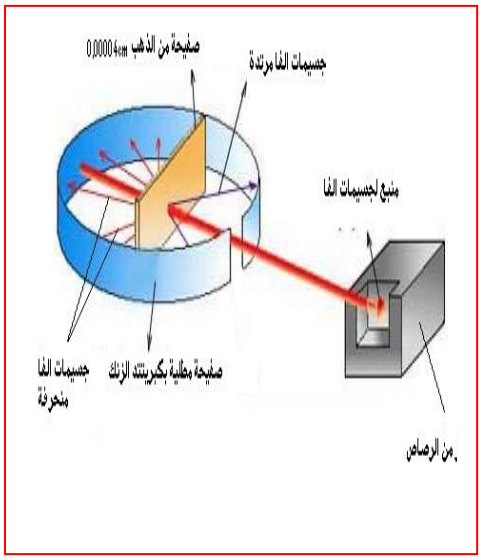
النماذج الذرية المقترحة:

➢ نموذج طومسون : (Thomson)

وضع طمسون تصوره للذرة فقال بأن الذرة عبارة عن جسيم كروي موجب الشحنة تتخلله الكترونات سالبة الشحنة.



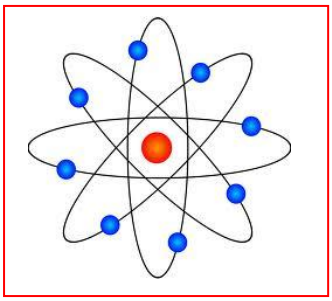
➢ نموذج رذرفورد : (Rutherford)



في عام **1911 أجرى رذرفورد** و مرافقيه تجربة أدت إلى التأكد من وجود النواة حيث قام بإسقاط جسيمات α والتي مصدرها عنصر البولونيوم المشع على صفيحة رقيقة جداً من الذهب وقام بتتبع هذه الجسيمات بعد سقوطها على الصفيحة باستخدام لوح مطلي بمادة كبريتيد الزنك (مادة تتوهج عند سقوط جسيمات α عليها) فوجد التالي :

معظم الجسيمات نفذ ت دون أن تعاني أي انحراف وبعض الجسيمات نفذت ولكنها انحرفت عن مسارها، وجزء قليل من الجسيمات انعكس وارتد عن مساره للخلف. مع عدم إتلاف الورقة الذهبية . وقد استطاع رذرفورد تفسير هذه الملاحظات كالتالي:

مرور جزء كبير من جسيمات α يعني أن هناك فراغ كبير في الذرة والجسيمات المرتدة عن مسارها لابد وأن تكون قد صادفت جزء في الذرة صغير الحجم عالي الكتلة وموجب الشحنة فاصطدمت به وارتدت للخلف ، وهذا معناه أن البروتونات متجمعة في جزء صغير في وسط الذرة. أما الجزء الذي انحرف فنتيجة مروره بالقرب من هذه النواة .



كما قام رذرفورد بحساب النسبة بين نصف القطر الذري R_A ونصف القطر النووي R_N فوجد $R_A/R_N = 10^4$ و هذا يعني أن النواة تحتل جزء صغير من الذرة.

وهنا وضع رذرفورد تصوره عن الذرة وذكر بأن الذرة عبارة عن جسيم يتألف من نواة صغيرة الحجم ثقيلة الوزن موجبة الشحنة تحوي البروتونات الموجبة وحولها يوجد فراغ كبير يحوي الالكترونات السالبة.

❖ مكونات النواة:

A. البروتون: (Rutherford 1919)

لاحظ راذرفورد أنه عندما يتم قذف جسيمات ألفا خلال غاز النيتروجين، فإنه تنتج نواة الأكسجين مصحوبة بدقائق تنحرف نحوى اللبوس السالب عند تعريضها لمجال كهربائي أي أنها تحمل شحنة موجبة كما لا تختلف عن نواة الهيدروجين في تركيبها. تسمى **بروتون (P)**، من الكلمة الإغريقية بروتوس والتي تعنى الأول.

$$^{14}_{7}N + {}^{4}_{2}\alpha \longrightarrow {}^{17}_{8}O + {}^{1}_{1}H$$

و مميزات البروتونات هي: شحنته : $q_P = +1.6\times10^{-19}c$

كتلته: $m_P = 1.6726\times10^{-27}Kg$

B. النترون: (Chadwick 1932)

اكتشف العالم شاوديك (Chadwick) النيترون حيث قذف هدفا من البربليوم بجسيمات ألفا مستخدما لوح من البرافين لتعمل على تقليل سرعة الجسيمات المتحررة و نتج عن ذلك جسيمات لها قدرة نفاذ عالية وأثبت أن هذه الجسيمات هي عبارة عن جسيمات غير مشحونة لأنها لا تنحرف عن مسارها بفعل الحقل الكهربائي أو المغناطيسي . كتلتها مساوية لكتلة البروتون سماها **النيترونات (N)**. مميزاتها هي:

شحنتها معدومة و كتلتها:

$$M_N = 1.6744\times10^{-27}Kg$$

ملاحظة:

كان يعتقد أن البروتونات و النيترونات هي جسيمات أولية حتى عام **1964** أين كان ظهور **نموذج الكوارك** بواسطة فرضية **موري جيلمان وجورج سويج**، وقد كان هناك دليل ضعيف على وجودها المادي حتى سنة **1968** . للكوارك ست أنواع وتسمى بالنكهات وهي :العلوي، السفلي، الساحر، الغريب، القمي، والقعري .؛ وقد كان الكوارك القمي هو آخر ما تم اكتشافه من الكواركات وذلك سنة **1995** عندما تمت ملاحظته لأول مرة في معهد فيرميلاب.

الكوارك هو جسيم أولي وأحد المكونين الأساسيين للمادة وهي مترابطة مع بعضها بقوى شديدة . تجتمع الكواركات معا لتشكل جسيمات مركبة تسمى هادرونات، الأكثر استقرارا منها البروتونات والنيوترونات.

- ويتم تصنيف البروتونات على أنها بايرون وتتكون من 2 كوارك أعلى و 1 كوارك أسفل.
- و النيترونات على انه بايرون و تتكون من 2 كوارك أسفل و 1 كورك أعلى.

IV. الكتابة الرمزية للعناصر:

تكتب العناصر الكيميائية على شكل : $^{A}_{Z}X$

حيث :

- X يمثل العنصر الكيميائي;
- Z يمثل العدد الذري و يساوي عدد الالكترونات و يساوي عدد البروتونات أو يسمى العدد الشحني.
- A يمثل العدد الكتلي ويعبر عن عدد النيكليونات أي عدد النترونات N + عدد البروتونات : A=Z+N

V. النظائر: (les isotopes)

هي عناصر لها نفس العدد الذري Z و تختلف في عددها الكتلي A . لهذه العناصر نفس الخواص الكيميائية.

مثال: نظائر الهيدروجين : بروتون $^{1}_{1}H$; دوتيريوم (D) $^{2}_{1}H$; تريتيوم (T) $^{3}_{1}H$

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

ملاحظة : العناصر التي لها نفس العدد الكتلي تسمى **الايزوبارات**. اما العناصر التي لها نفس عدد النيترونات تسمى **الايزوتونات**.

1) الكتلة الوسطية للنظائر:

كتلة ذرة عنصر هي كتلة وسطية لخليط طبيعي من نظائر هذا العنصر بحيث:

$$\text{الكتلة الوسطية} = \frac{\sum A_i M_i}{100}$$

A_i نسبة النظير i

M_i الكتلة الذرية للنظير.

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

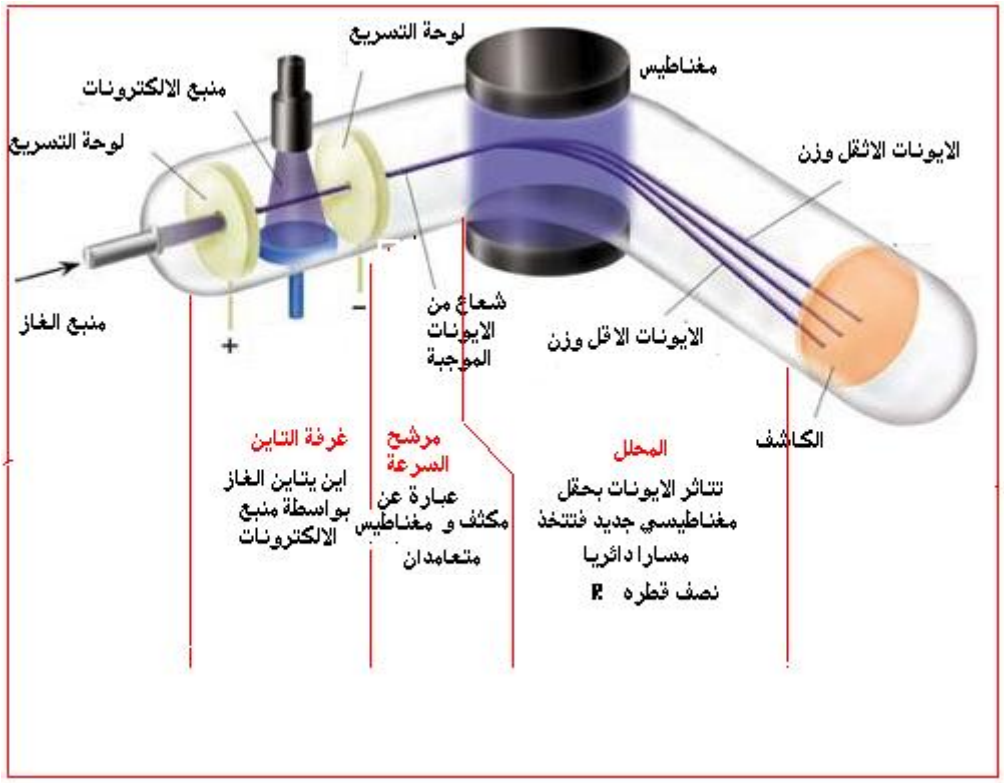
^{38}Ar نسبته 0.063% و كتلته 37,963

^{40}Ar نسبته 99.6% و كتلته 39,962

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

2) فصل النظائر: (مطيافية الكتلة Bainbridge 1933)

يتم فصل النظائر بواسطة جهاز بانبريدج حيث أن لكل نظير ذو كتلة m يرفق نصف قطر R .



- **في مرشح السرعة :** القوة المغناطيسية F_m تساوي القوة الكهربائية F_e لكي تتخذ الحزمة الأيونية مسارا مستقيما

$$Fe = Fm \Rightarrow qE = qvB \Rightarrow \mathbf{v = \frac{E}{B}}$$

- **في المحلل :** القوة المغناطيسية F_m تساوي القوة الطاردة المركزية F_c حيث $\mathbf{F_c = \frac{mv^2}{R}}$

$$qvB' = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{v}{RB'} \Rightarrow \boxed{\frac{q}{m} = \frac{E}{BB'R}}$$

q: قيمة الشحنة التي يحملها الايون (coulomb) ;

m : كتلة الايون (Kg) ;

R : نصف قطر المسار الدائري للايون (m) ;

E : شدة المجال الكهربائي (volt/m) ;
B:شدة المجال المغناطيسي داخل مرشح السرعة(tesla) ;
B':شدة المجال المغناطيسي داخل محل(tesla) .

VI. ضياع الكتلة ; طاقة الربط النووي; استقرار النواة :

a. ضياع كتلة النواة :

كتلة النواة المقاسة تجريبيا بمطيافية الكتلة هي دائما اقل من مجموع كتل الجسيمات التي تكونها يسمى هذا الفرق بـ**الضياع في الكتلة** و يعود هذا الضياع إلى تكوين النواة انطلاقا من النيكليونات كما يرافق هذا الضياع تحرير طاقة حسب النظرية النسبية **لاينشتاين** (Einstein 1905) :

كل جملة تتبادل طاقة مع الوسط الخارجي بالإشعاع أو بالتحويل الحراري، تتغير طاقتها ب ΔE وتتغير كتلتها في السكون بكمية

حيث:

$$\Delta E = \Delta m \times C^2$$

ΔE = الطاقة المتحررة (J)

Δm =الضياع في الكتلة (kg)

c = سرعة الضوء $c = 2{,}99792 \cdot 10^8$ m/s.

عندما يتخلى الجسم عن طاقة للوسط الخارجي، فإنّ كتلته تنقص(ΔE و mΔ سالبتان).
عندما يكتسب الجسم طاقة من الوسط الخارجي، فإنّ كتلته تزيد(ΔE و mΔ موجبتان).

وتعطى عبارة الضياع في الكتلة كمايلي :

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

- $M(^A_Z X)$: الكتلة التجريبية للنواة
- m_N : كتلة النترون
- m_P : كتلة البروتون
- Z : العدد الكتلي
- A : العدد الشحني

b. طاقة الربط النووي :

هي الطاقة الازمة لتفكيك النواة إلى نكليونات (بروتونات + نترونات).

مثال :

ما هي طاقة ربط نواة الحديد $^{56}_{26}Fe$ مع العلم ان : $m_p = 1.0072$ uma ; $m_N = 1.0086$uma ; $M(Fe) = 55.9375$uma

c. استقرار النواة:

نميز استقرار نواة ذرة ما بحساب طاقة الربط الوسطية a المعرفة كما يلي:

$$a = \frac{\Delta E}{A}$$

- **كلما كانت طاقة الربط الوسطية كبيرة كلما كان العنصر أكثر استقرار**

مثال :

قارن بين استقرار نواة الحديد $^{56}_{26}Fe$ و نواة ^4_2He $(M(^4_2He) = 4.0017$ uma$)$

❖ **تعريف الإلكترون فولط (ev):**

وحدة الطاقة **الجول** كبيرة جدا بالنسبة لتطبيقها على الإلكترونات و في دراسة الذرة لهذا اخترع الفيزيائيون وحدة للطاقة صغيرة لتسهيل الحسابات عند دراسة الجسيمات الأولية ،وكذلك في مجال فيزياء المواد الصلبة . ويستعمل الفيزيائيون والكيميائيون في عملهم وحدة **الإلكترون فولت ev** ، **ومفا إلكترون فولت Mev** .

الإلكترون فولط هو قدرة إلكترون خاضع لفرق جهد قدره 1 فولط .

طاقة شحنة خاضعة لفرق جهد U تعطى بالعلاقة : $E=q\times U$

شحنة الإلكترون $1,6\times10^{-19}c$ إذن

$$1ev = 1,6\times10^{-19}\ c \times 1\ volt \Rightarrow 1ev = 1,6\times10^{-91}\ c\times volt$$

$$\boxed{1\ ev = 1,6\times10^{-19}\ joule}$$

$$\boxed{1\ Mev = 10^{6}\ ev}$$

❖ **المكافئ الطاقوي لوحدة الكتل الذرية :**

هي الطاقة التي تحملها كتلة قدرها 1uma

$$\Delta E=\Delta m\times C^2$$

$$\Delta E= 1\times1.66\times10^{-27}\times(3\times10^{8})^2$$

$$\Delta E=14.94\times10^{-11}J$$

بتحويلها ل ev نجد : $\Delta E = \frac{14,94\times10^{-11}}{1,6\times10^{-19}} = 9,31\times10^{8}\ ev$

ومنه :

$$\boxed{\Delta E = 931\ Mev}$$

$$\boxed{1uma \longrightarrow 931Mev}$$

VII. التفاعلات التي تحدث داخل النواة : (النشاط الاشعاعي)

1- تعريف :

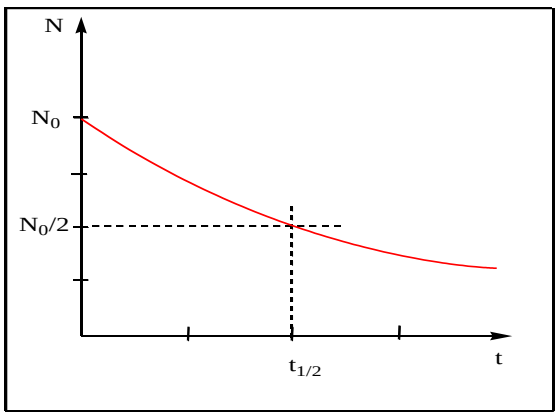
النشاط الإشعاعي عبارة عن تفتت تلقائي تدريجي يحدث لأنويه ذرات عناصر معينة تسمى مشعة أي أنها تصدر إشعاعات غير مرئية و يعود اكتشاف النشاط الإشعاعي الطبيعي إلى العالم **أنتوني هنري بيكريل (Henri Becquerel)** عام **1896** . يتوقف النشاط الإشعاعي للعناصر على عاملين :

❖ **طاقة الربط الوسطية :** كلما كانت هذه الطاقة كبيرة كلما كان العنصر مستقرا و العكس صحيح.

❖ **عدد النكليونات :** عندما تكون $Z\geq82$ العناصر تكون غير مستقرة أي أن النسبة $\frac{A-Z}{Z}\geq1.5$. و هذا لان قوى التنافر بين البروتونات داخل النواة تزداد.

2- قانون النشاط الإشعاعي :

من خلال دراسة النشاط الإشعاعي لوحظ أن تغير عدد الانوية المتبقية N (t) بدلالة الزمن t هو تغير غير خطي حسب الشكل المقابل.



تكتب المعادلة التفاضلية للتغير من الشكل : $\frac{dN}{dt} = -\lambda N$

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى حلها من الشكل :

حيث: $N(t)=N_0e^{-\lambda t}$

N(t) تمثل عدد الانوية المتبقية.

N_0 تمثل عدد الانوية الابتدائية.

λ ثابت النشاط الإشعاعي (s^{-1})

ملاحظات:

- تعطى عدد الانوية N في كتلة عينة m بالعلاقة : $N = \mathcal{N}\frac{m}{M}$

ومنه نستنتج قانون التهافت الإشعاعي بدلالة الكتلة المتبقية و الكتلة الابتدائية كما يلي: $m = m_0e^{-\lambda t}$

- عندما يصبح الزمن يساوي $t_{1/2}$ (زمن نصف العمر او الدور) فان نصف عدد الانوية الابتدائية يكون قد تهافت أي أن $N(t)=N_0/2$ نعوضها في قانون التهافت فنجد:

$$\frac{N_0}{2} = N_0e^{-\lambda t_{1/2}} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

3- الفعالية المطلقة : (النشاط الإشعاعي)

هي سرعة تهافت عنصر مشع و يرمز لها بالرمز A حيث : $A = \lambda N$

و منه نستنتج العلاقة التالية: $A_{(t)} = A_0\, e^{-\lambda t}$

حيث A_o النشاط الإشعاعي الابتدائي و $A_{(t)}$ النشاط الإشعاعي بعد مضي زمن قدره t .

وحدة النشاط الإشعاعي هي **البيكرل Becquerel (Bq)** ، وهو يساوي تفكك واحد في الثانية. كما يقدر النشاط الإشعاعي **بالكوري (Curie)** الذي كان يُعرَّف سابقاً على أنه النشاط الإشعاعي لغرام واحد من الراديوم 226 و لكنه معرف الآن على أنه يعادل $3.7X10^{10}$ dps (تفكك في الثانية (بيكرل)).

4- الطاقة النووية الناتجة :

عند حدوث تفاعل نووي نلاحظ تغير في كتلة الانوية بمقدار Δm حيث :

$$\Delta m = \sum \text{كتل الانوية المتفاعلة} - \sum \text{كتل الانوية الناتجة}$$

الطاقة المكافئة لهذا التغير في الكتلة يسمى الطاقة النووية و يعطى بالعلاقة :

$$\Delta E = \Delta m \times C^2$$

5- أنواع الإشعاع :

a) **الإشعاع** $^4_2\alpha$: تحمل شحنات كهربائية موجبة. ويتركب جسيم ألفا من بروتونين ونيوترونين، أي أنه يماثل نواة ذرة الهيليوم. تنطلق جسيمات ألفا بطاقات عالية، ولكنها سرعان ما تفقدها عند مرورها في المادة . تتميز بسرعة عالية و قدرة كبيرة على تايين الذرات بينما قدرة نفاذ ضعيفة.

$$^A_ZX \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\alpha$$

b) **الإشعاع** β : وهي إلكترونات تطلقها بعض النوى المشعة إلكترونات عادية تحمل شحنات كهربائية سالبة. لكن البعض الآخر يطلق بوزيترونات وهي إلكترونات ذات شحنة موجبة .وتنتقل جسيمات بيتا بسرعة تقارب سرعة الضوء . و تنتج للتخفيف من مختلف تبادلات الفعل داخل النواة وذالك بتحول نيترون إلى بروتون زائد نيقاتون. لها قدرة نفاذية كبيرة و لكن قدرة تأيين ضعيفة.

$$^1_0n \longrightarrow {}^1_1P + {}^0_{-1}\beta$$

$$^A_ZX \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^0_{-1}\beta$$

c) **الإشعاع** γ : أشعة غير مشحونة كهربائيًا. وتشبه هذه الأشعة الأشعة السينية، إلا أنها تكون في الغالب ذات طولٍ موجي أصغر. وهذه الأشعة هي فوتونات (جسيمات الإشعاع الكهرومغنطيسي)، وتنتقل بسرعة الضوء و هي ناتجة عندما تنتقل النواة من حالة مثارة إلى حالة اقل إثارة بعدما تصدر أشعة α أو الاشعة β . تخترق أشعة γ الأجسام بدرجةٍ كبيرة.

6- النشاط الإشعاعي الاصطناعي:

يمكن للنشاط الإشعاعي أن يكون طبيعيا أي أن التفاعلات النووية تحدث بطريقة تلقائية مصدرتا إشعاعات. كما يمكن له أن يكون صناعيا و ذالك بقذف انوية عناصر غير مستقرة بجسيمات مثل : البروتون $^1_1$P ; الدوتريوم $^2_1$D ; جسيمات $^4_2\alpha$; جسيمات $^0_{-1}\beta$; النترونات $^1_0$n .

تنقسم التفاعلات النووية الاصطناعية الى ثلاث :

تفاعلات الاستحالة : يتحول العنصر الكيميائي إلى عنصر آخر تماما و لكن ذو عدد كتلي مقارب للعنصر المتحول. أول تفاعل استحالة كان لـ**ذرفورد (1919)** :

$$^{14}_7\text{N} + {}^4_2\alpha \longrightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{P}$$

تفاعلات الانشطار : يحدث هذا التفاعل عند العناصر ذات عدد كتلي كبير $200 <$. تنقسم النواة الثقيلة عند قذفها بنترونات إلى انوية خفيفة.

$$^{235}_{92}U + {}^1_0n \longrightarrow {}^{87}_{35}Br + {}^{146}_{57}La + 3{}^1_0n + \text{طاقة}$$

بالإضافة إلى النواتين الناتجتين نحصل على نترونات قادرة على قنبلة نواة أخرى من اليورانيوم فنحصل على انشطار متسلسل غير مراقب زائد طاقة كبيرة تؤدي إلى الانفجار.

يمكن التحكم في هذا التفاعل باستخدام ممهلات مثل : الماء الثقيل (D_2O) ; الغرافيت او الباريليوم التي تمتص جزء من النترونات الناتجة.

تفاعلات الالتحام : (الانصهار) تلتحم نواتين خفيفتين لتعطي نواة أثقل مع تحرير طاقة اكبر من تلك المتحررة من تفاعل الانشطار . ويتم هذا التفاعل عند درجة حرارة عالية $(5\times10^7°C)$

$$^2_1\text{H} + {}^3_2\text{He} \longrightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_1\text{H}$$