الفصل الاول

اساسيات الفيزياء الاشعاعية

obeikandl.com

١ - ١المقدمة:

كان لفلاسفة الاغريق افكارهم العلمية الفلسفية في مكونات المادة حيث أطلقوا على القطعة الصغيرة جداً من المادة والتي لا يمكن تقسيمها إلى ما هو أصغر منها اسم (الذرة Atom أي الذي لا يتجزأ) . وتتضمن الذرة بنية معقدة ، حيث يوجد في مركز الذرة النواة ذات الكثافة العالية جداً والمؤلفة من البروتونات والنيترونات ، وتحمل النواة شحنة موجبة وتدور حولها الإلكترونات بسرعة فائقة وتحمل هذه الإلكترونات الشحنات السالبة وهي خفيفة الوزن مقارنة مع النواة.

اوضح الفيلسوف الإغريقي ديموقريطس في القرن الخامس قبل الميلاد بفكرة أن المادة تتكون من جسيمات أولية غير قابلة للتجزئة ، خالفة الفيلسوف الشهير أرسطو وأقر أن المادة تتكون من اربع اجزاء هي الماء،النار،التراب،الهواء.. وبعد حوالي ٢٠٠٠ قام الفيلسوف بيكون بمهاجمة آراء أرسطو في بنية المادة ، وأيد فكرة ديموقريطس ، بعدها إقتراح العالم بويل أن الغازات تتكون من جسيمات صغيرة جداً ، يوجد بينها فراغات تقل وتزداد حسب الضغط

وفي عام ١٨٠٨م تصور جون دالتون ان الذرة بأنها عبارة كرات صلدة صغيرة و ، فلاقت افكارة موافقة كثير من العلماء لمدة ١٠٠ عام .،ثم اثبتت تجارب فارداي في أنبوبة التفريغ الكهربائي بأن هناك جسيمات سالبة الشحنة توجد في الذرة ، وسميت هذه الجسيمات فيما بعد بالإلكترونات، ولوجود أجسام سالبة الشحنة فيجب أن تكون هناك جسيمات موجبة كي تتعادل الذرة .، في عام ١٩١٠م اوضح العالم تومسون بأن الذرة جسيم مشحون بشحنة موجبة يتواجد داخلها جسيمات سالبة ، وأن قصف الذرات بجسيمات ألفا لايؤدي لانحرافها .لكن تجارب رذرفورد عام1911 م أثبتت عمليا بأن قصف ذرات الذهب بجسيمات ألفا والذي ادي لانحرافها بزوايا كبيرة .

مما يدل على أن هناك جسيمات موجبة الشحنة موجود في داخل الذرة تسمى النواة وهي جسيم مركزي تتركز فيه كتلة الذرة والشحنة الموجبة بينما تتواجد الإلكترونات على مسافات بعيدة عن النواة ، إلا أن نموذج رذرفورد فشل أيضاً ، ،

تتكون جزيئات العناصر من وحدات متشابهة ، ومتناهية في الصغر تسمى الـــذرات وتختلف العناصر باختلاف ذراتها. تتكون ذرة العنصر من النواة ويدور حولها عدد من الالكترونات

١ – ٢ الـــذرة (Atoms):

تتكون العناصر من وحدات متشابهة ، ومتناهية في الصغر تسمى الذرات وتختلف العناصر باختلاف ذراتها وتتركب ذرة العنصر من النواة ويدور حول النـــواة عـــدد من الالكترونات . والإلكترون وهو أحد أهم دقائق الذرة ، عبارة عـــن جســـيم ذري يحمل شحنة كهربائية سالبة مقدارها ١.٦ × ١٠ $^{-١٩}$ كولوم وكتلته ٩.١١ × 10^{-31} كغم ويقوم الإلكترون بدورانين ، فهو يدور في مدارات معقدة حول النـــواة بســـرعة الضوء تقريباً ضمن أحد مستويات الطاقة للذرة. وفي نفس الوقت يدور حول نفسه باتجاه يعاكس اتجاه دوران الإلكترون الثاني على المدار نفسه ، ويحـــدد الالكتـــرون االخواص الكيميائية والفيزيائية للعنصر.

تعرف الذرة بأنها اصغر جزء في المادة ويحمل الخواص الكيميائية لتلك المادة وان اتحاد الذرات يولد الجزيئات والمركبات الكيميائية .

وضعت عدة نماذج للذرة فقد وضع العالم رذرفورد عام ١٩١١ و كان حينئذ فـــي جامعة مانشستر ، أساس الصورة التي مازالت في جوهرها سائدة حتى الآن ؛ فقـــد أثبت بتجارب أجراها حينئذ بأن الشحنات الموجبة في الذرة تتركز في حيز صـــغير جدا في وسط الذرة ؛ و أن الالكترونات السالبة الشحنة متحركة بسرعة حول النواة علي مسافات كبيرة منها ؛ هذا النموذج يوضح أن الذرة تشابة المجموعة الشمســـية

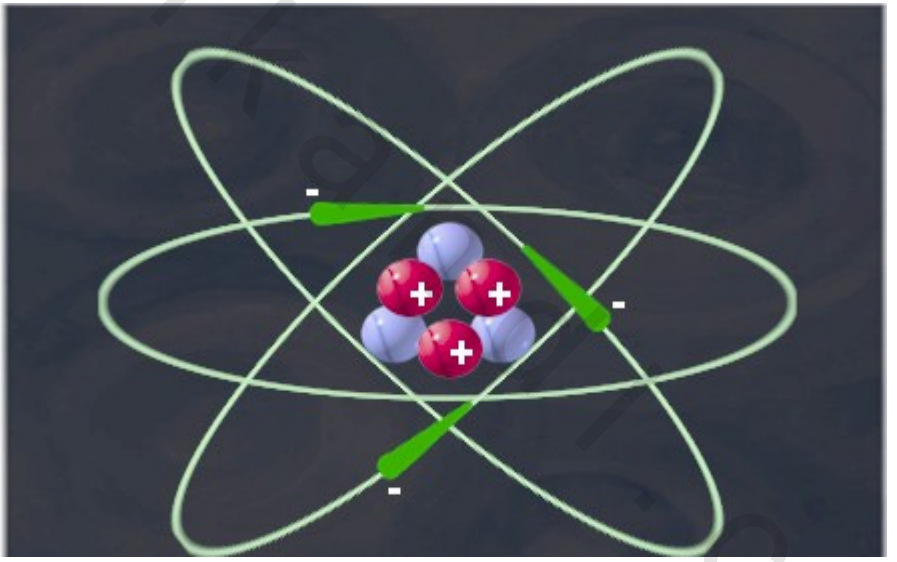
obeikandi.com

حيث تكون فالنواة هي الشمس و تكون الالكترونات فيها هي الكواكب التي تـــدور حولها .

وهو اول نموذجا تجريبيا عن الذرة عندما قصف رقائق الـــذهب بجســـيمات الفـــا ، فلاحظ انحراف هذه الجسيمات في مركز الرقائق. فاستنتج بان الذرة تتكون من جزء مركزي موجب

الشـــحنة يسمى بالنواة تحاط بغيمة من الجســـــيمات ســـالبة الشـــــحنة تســـــمى الالكترونات شكل(1-1).

شكل(1-1). مكونات الذرة



ولقد فشل نموذج رذرفورد للذرة لسببين:\

الاول: فقد كانت تفترض الكهرومغناطيسية الكلاسيكية أن لا الإلكترون عندما يدور يشع طاقة لذلك يقترب من النواة بطريق الذرة ثابت .

الثاني: عندما تتناقص طاقة الإلكترونات تدريجيا يتولد طيف مستمر بينمـــا أثبتـــت التجارب إن طيف ذرة الهيدروجين هو طيف خطي براق .

العالم الدناماركي بوهر اثناء دراسة في انجلترا و بعد أن قضي سنة في كامبردج مضي إلي مانشستر حيث راذرفورد يواصل تجاربه و أبحاثه ؛ في سنة (١٩١٣) استند بور الى نظرية الكم للعالم ماكس بلانك ولم يطبق القوانين الكلاسيكية التي كانت سائدة قبلا ، و التي ما نزال حتى الآن نطبقها علي الأجسام الكبيرة. اقترح بورأن الإكترون يدور في مدارات ثابت حول النواة و عندما ينتقل من مدار لآخر يشع أو يمتص إشعاع ،كما أنه لا يستمر في إطلاق الإشعاع إلى مالا نهاية كما افترضت الكهرومغناطيسية الكلاسيكية ، بل يشع إلى حد معين

سمي هذا بنموذج بور والذي ينص على ان الالكترون في أي مستوى يملك طاقة محددة في ذلك المستوى وعندما يكتسب طاقة فانه يقفز من ذلك المدار الى مدار اعلى . تسمى مدارات الالكترونات N ،M, L, K, من الاقرب الى الابعد عن النواة.حيث ان K المدار الاول و L المدار الثاني و هكذا .. وفي معظم الذرات المستقرة فأن الالكترونات المدارية تحتل المدارات القريبة من النواة فمثلا الكاربون يتكون من ستة الكترونات اثنان منهما في المدار K واربعة في المدارL . ولكي يتحرر الالكترون من مداره يجب ان يجهز بطاقة مساوية الى طاقة ربطه مع النواة والتي تسمى طاقة الربط النووي (binding energy) لذلك المستوى،عندما ينتقل الالكترون من مستوى عالي للطاقة الى مستوى أوطأ فأنه يبعث فوتونات طاقتها تساوي الفرق بين طاقة المدارين. ويحصل ذلك عند اكتساب احد الالكترونات الداخلية للذرة طاقة فأنه يزاح من مداره ويبقى مكانه فارغا فينتقل الكترون من مدار اعلى ليحل محل الالكترون المزاح والفرق بالطاقة يظهر بشكل فوتونات للاشعة السينية تسمى بالاشعة السينية المميزة . او ان الطاقة الفائضة نتيجة لانتقال الكترون من مدار اعلى الى المستويات القريبة من النواة تنتقل الى احد الالكترونات وتقلعه من مداره وتسمى هذه العملية بتأثير اوجي (Auger Eeffect) والالكترون يسمى الكترون اوجي (Auger Electron). وبذلك يحصل تأين مضاعف للذرة .

١ – ٣ النواة

النواة هي عبارة عن جسيم مشحون كتلته أكبر بكثير من كتلة الإلكترونات الذي هي عبارة جسيم صغير يدور حول النواة بسرعة كبيرة ،أي ان النواة الجزء المركزي المتناهي بالصغر من الذرة ، وقد أثبتت التجارب على أن النواة تتكون من نوعين من الجسيمات:

١– **البروتونات(P) وهي جسيمات** تحمل شحنة كهربائية موجبة تساوي ة شحنة الإلكترون وتعاكسها بالإشارة .كتلة البروتون تساوي ١.٦ × ١٠$^{-٢٧}$ كغم ، وهذه القيمة أكبر بـ ١٨٣٦ مرة من كتلة الإلكترون وهي موجودة داخل النواة (مع النيوترونات) وتشكل مايسمى بالنواة. وهي التي تكسب النواة الشحنة الموجبة وشحنتها الموجبة تكافئ الشحنة السالبة للإلكترونات خارج النواة مما يجعل الذرة متعادلة كهربائياً. وفي الذرة المتعادلة، دائماً يكون عدد البروتونات يساوي عدد الإلكترونات ويرمز له بالرمز Z ويسمى العدد الذري. وللبروتونات استخدامات عديدة منها إنتاج بعض العناصر أو بعث بعض الجسيمات النووية مثل النيوترونات من خلال تفاعلها مع بعض العناصر الخفيفة مثل الليثيوم – ٧.

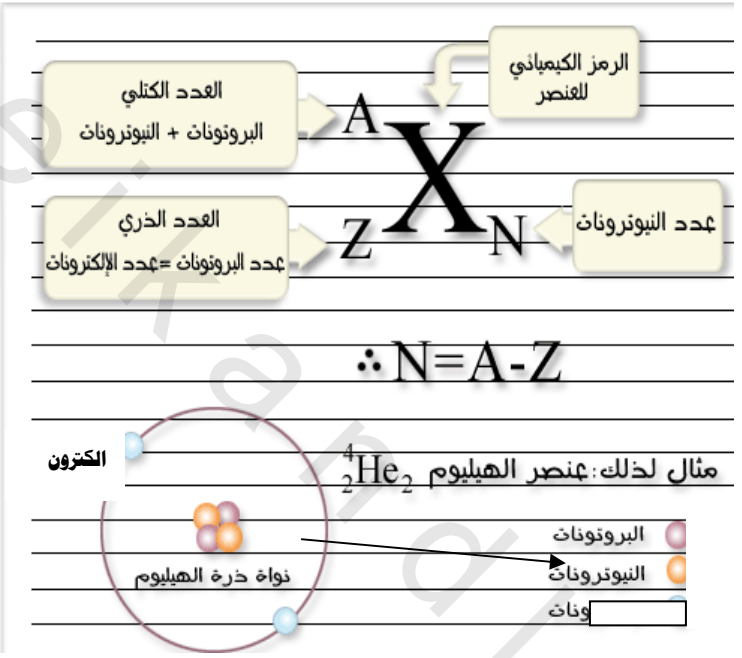
٢ –**النيوترونات(n) Neutrons اكتشافها العالم** شادويك عام ١٩٣٢م حيث قذف البيريليوم بجسيمات ألفا الناتجة عن تحلل البولونيوم ، فنتج عن ذلك جسيمات جديدة لم تكن معروفة من قبل، فهي متعادلة الشحنة ، ولذلك أسماها بالنيوترونات. هذه الجسيمات ذات سرعة كبيرة تتفاعل مع المادة وتؤينها كما تفعل الجسيمات المشحونة α و β ولكن هذا التأين هنا هو تأين غير مباشر. حيث أنها عند تصادمها مع أنوية الذرات يتحرر نيوكلون (بروتونات، نيوترونات) أو أكثر هذه النيوكلونات تقوم بإحداث التأين في المادة خلال مسارها، وتسمى هذه العملية بعملية التأين الثانوي (الغير مباشر).**النيوترون** لة مدى كبير وذلك ناتج عن تعادل شحنتة فلا تؤثر علية

قوة تنافر كولوم لذلك لا تفقد طاقتها بشكل سريع كجسيمات α- عند التأين، وكتلتها قريبة من كتلة البروتونات ولكنها اكبر من كتلة الالكترون بمقدار ١٨٣٦ مرة تقريبا. يـــــــدخل **النيوترون** في تركيب النواة إلى جانب البروتون .لذلك فأن وزن الـــذرة يتمركز في نواتها تقريباً ، حيث لا يتجاوز مجموع وزن الإلكترونات ٠.٠٥ % من مجمل وزن الذرة ، لذا تكون كثافة المادة النووية عالية جداً ، وتـــدل هـــذه الكثافـــة العالية للمادة النووية على الطاقة الهائلة للقوى النووية الداخلية. لذلك تتكون النواة من البروتونات والنيترونات التي تسمى (بالنيكلونات.). بما أن الطاقة التي تـــربط بـــين جسيمات النواة أقوى بكثير من أي قوة مؤثرة خارجية ،لذلك تميل النواة إلى الشـــكل الكروي .

ولأن هذين النوعين من الجسيمات يتشابهان بشـــكل كبيـــر فيطلـــق عليهمـــا لفـــظ (النيوكلونات) و عدد النيوكلونات في النواة يسمى بالعد الكتلي (عدد النيوترونات + عدد البروتونات)، ويقاس العد الكتلي بوحدة الكتل الذرية .امـــا العـــدد الـــذري فيساوي عدد البروتونات في النواة والذي يساوي عدد الإلكترونات ،والعدد الـــذري يحدد ترتيب العنصر في الجدول الدوري ويحدد الخصائص الكيميائية للعنصر ، وإذا علمنا العد الكتلي A لنواة عنصر معين والعدد الذري Z فإننا نستطيع أن نســـتنتج عدد النيوترونات (N) تساوي الفرق بينهما . N=A-Z .ويكتب العدد الذري Z في جهة اليسار لرمز العنصر ونحو الاسفل اما العدد الكتلي A فيكتب في جهة اليســـار لرمز العنصر ونحو الاعلى،و ويكتب عدد النيوتروناتN في جهة اليمـــين لرمـــز العنصر ونحو الاسفل. شكل (١ – ١) . الوحدة الاعتيادية للكتل هي الكيلو جـــرام ولكن هذه الوحدة كبيرة في لتقدير كتل مكونات النوة لذلك تســـتخدم وحـــدة الكتـــل الذرية(**amu**) والتي تساوي ١٢/١ من كتلة ذرة الكربون-12 المستقر(^{12}C) والمكونة من النواة وستة إلكترونات. علما ان (amu) = ١.٦٦٠٥× 10^{-27} كغم.وعلـــى هـــذا

الاساس فان كتلة كل مـــن البروتـــون والنيـــوترون والالكتـــرون =00783. ١، 1.00866، 0.00055 على التوالي.

شكل (١ - ٢) الرمز الكيمياوي



النظائر (**Isotopes**): هي العناصر التي لها نفس العدد الذري(Z) ولكنها تختلـــف في العدد الكتلتي (A) .وهذا يعني انها تتساوى في عدد البروتونات وتختلف في عدد النيوترونات(N) الموجودة في النواة ونتيجة لذلك يكون لها نفس الخواص الكيميائية ولكن تختلف في الخواص الفيزيائية.والنظائر اما ان تكون طبيعيـــة مثـــل نظـــائر الهيدروجين ^1H ، ^2H ، ^3H العدد الذري لجميع هـــذه النظـــائر= ١ . و نظـــائر اليورانيوم ^{235}U . ^{236}U . ^{238}U العدد الذري لجميع هذه النظائر= ٩٢. وإما تكـــون صناعية يتم الحصول عليها من التفاعلات النووية.وبعض العناصر لها نظيـــرين أو ثلاثة ، بينما يصل عدد النظائر في عناصر أخرى إلى نحو ٣٠ لبعض العناصر مثل

السيزيوم والباريوم. والخواص الكيميائية لجميع نظائر العنصر الواحد متشابهة لكن الخواص الفيزياوية تختلف. فالماء الاعتيادي يتكون **من ذرة من** الهيدروجين ^{1}H متصلة بذرتين من الاوكسجين اما عند اتصال الهيدروجين (التريتيوم) ^{3}H وذرتين من الاوكسجين فيتكون مايسمى بالماء الثقيل والماء في الحالتين لة نفس الخواص الكيميائية لكنهما لايختلفان في والخواص الفيزياوية.

ألايزوبارات (Isobars): هي العناصر التي لها نفس العدد الكتلي (A) وتختلف في العدد الذري (Z) أي تختلف بعدد البروتونات (p) الموجودة في النواة.

مثل $^{40}Ca_{19}$ و $^{40}K_{18}$ او $^{11}B_5$ ، $^{11}N_7$ ، $^{11}C_6$

ألايزوتونات (Isotones):هي العناصر التي لها نفس عدد النيوترونات (N) وتختلف في العدد الذري (Z) .مثال ذلك: $^{133}Cs_{78}$, $^{132}X_{78}$, $^{131}I_{78}$

١ – ٤ المصادر النيوترونية :

لا يوجد مصدر طبيعي يبعث النيوترونات.ولكن توجد مصادر صناعية لتوليد النيوترونات من اهم طرق الحصول على النيوترونات ما يلي:

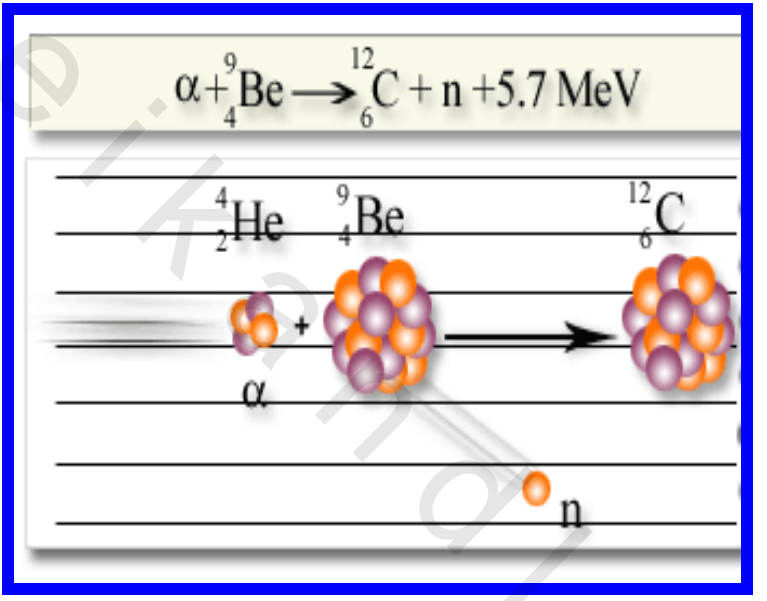
١–المصادر الصناعية للنيوترونات:

من أهم هذه المصادر هو مصدر الكالفورينوم–٢٥٢ هو من العناصر ما بعد اليورانيوم لة عمر نصف مقدارة ٢.٦٥ سنة. ويتحلل بالانشطار انحلالا واحد لكل ٣١ انحلال لجسيمات الفا .أن الانشطار الحاصل بالنواة يكون مصحوبا بانبعاث عدد قليل من النيوترونات والذي يختلف لكل انشطار . وان معدل عدد النيوترونات المنبعثة لكل انحلال هو ٣.٧٦ نيوترون.

٢– مصادر النظائر المشعة:

يخلط مصدر باعث لجسيمات -α مثل نظائر البلونيوم-٢١٠ ،الراديوم-٢٢٦، الامريشبوم٢٤١ و البلوتونيوم ٢٣٩ مع مسحوق من عنصر مستقر يكون كهدف لقصف هذه الجسيمات حسب التفاعل نوع (α,n) والذي ينتج عنة انبعاث أحد نيوترونات الهدف الضعيفة الارتباط، كما في الشكل (١ – ٣).

الشكل (١ - ٣). الحصول على النيوترونات من مصادر مشعة

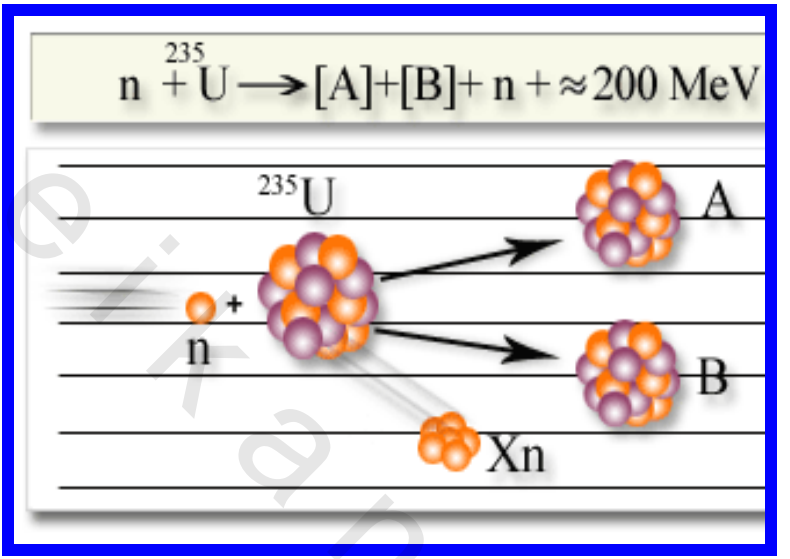


٣ – المفاعلات النووية :

عندما يمتص الوقود النووي للمفاعل (ليورانيوم -٢٣٥) احد النيوترونات تحصل عملية الانشطار النووي. والذي ينتج عنه ذرتين متماثلتين (تقريباً) في الكتلة ومجموع كتلتيهما اقل من كتلة النواة الأم. (ليورانيوم -٢٣٥) بالاضافة الى عد من النيوترونات معدلهايساوي تقريبا 1.5 من النيوترونات ينطلق أثناء عملية الانشطار النووي كما في الشكل (١ – ٤).

حيث A و Bهما نواتج الانشطار : X_n. عدد X من نيوترونات الانشطار.n بالاضافة الى طاقة مقدارها ٢٠٠ .MeV لكل عملية انشطار

الشكل (١ - ٤). الحصول على النيوترونات في المفاعلات

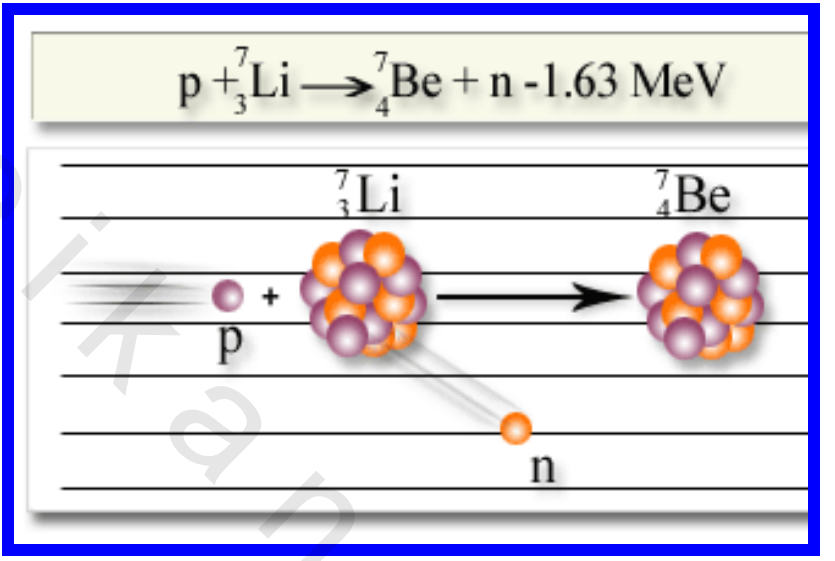


٤- المولد النيوتروني:

المصادر النيوترونية المهمة والتي تولد نيوترونات سريعة طاقتها ١٤ تتولد نتيجة لقصف هدف من التريتيوم بسيل من نوى الديتيريوم التي تصل طاقتها إلىkeV ١٥٠.تتميز هذة المصادر بكلفتها الواطئة نسبيا.او تعجيل بعض الجسيمات مثال البروتون إلى طاقة معينة تمكنه من إحداث التفاعل عند سقوطة على هدف من الليثيوم – ٧. لإحداث تفاعل مع نواة الهدف وتنبعث إحد نيوترونات الهدف كما في الشكل (١ – ٥)

obeikandl.com

الشكل (١ - ٥). الحصول على النيوترونات في المولدات



1 – 5 قوة الربط النووية

تحتوي النواة على البروتونات و النيترونات ومن حجم صغير جدا.وتكون متقاربة جدا ويفترض ان تحصل قوة تنافر بين البروتونات حسب قانون كولوم وتتهشم النواة ولكن ذلك لايحصل لوجود قوة نووية تربط مكونات النواة مع بعضها .هذه القوى ناتجة عن الفرق بين كتل مكونات النواة المحسوبة والمقاسة عمليا .فمثلا نواة ذرة الهليوم تحتوي على بروتونين و نيترونين.أي ان الكتلة الكلية للنواة = 1.00783 x2 +1.00866x2 = 4.03298 amu التجارب العملية برهنت ان كتلة نواة الهليوم اقل من ذلك و = 4.00260 amu. ولان ١amu = ٩٣١.٥ MeV أي ان الفرق

في الكتلة والذي مقدارة (0.00055) سوف يتحول الى طاقة حسب معادلة انشتاين لتكافئء اكتلة والطاقة التالية: $E=mc^2$

$$E=931.5 \quad mc^2 \quad MeV$$

$$E=931.5x0.00055x(3x10^8)^2$$

$$= ٢٨ \quad MeV$$

هذة الطاقة تصرف لربط النيوكليونات الاربع مع بعضها وتسمى بطاقة الربط النووية وهي على نوعين :

1 ــ قوى نووية :هائلة هذة القوى تكسب ازواج النيوكليونات تماسكاً داخل النواة ولا يظهر تأثيرها إلا على مسافات قصيرة جدا وتحصل ً مابين البروتونات مع بعضها من جهة ومع النيترونات من جهة أخرى. القوة النووية هى قوة التجاذب المؤثرة بين أي زوج من النيوكليونات بغض النظر عن شحنة النيوكليونات.

٢ – قوة تنافر كولوم :في حال وجود عدد قليل من البروتونات في النواة فإن تأثير قوى التنافر الكولومية على متانة النواة يكون معدوماً ، وعلى العكس من القوى النووية فإن القوى الكهروستاتيكية تؤثر على مسافات بعيدة ، فإذا كانت القوى النووية تتناقص حسب الاس السادس للمسافة، فإن قوى التنافر الكولومية الكهروستاتيكية تتناقص بازدياد مربع المسافة، وبلاضافة لذلك فإن هذه القوى الكهربائية الساكنة غير مهيأة للإشباع ، أي أن كل بروتون يؤثر ويتأثر بكل بروتونات النواة في النوى الثقيلة (حيث توجد كمية كبيرة من البروتونات) تتقارب قيمة قوى التنافر الكولومية الكهروستاتيكية وقيمة قوى الترابط النووي وهذا ما يضعف متانة النواة ، ولكن إذا

زاد عدد البروتونات(العدد الذري) عن ١١٥ فإن قوى التنافر الكولومية الكهروستاتيكية سوف تتغلب على قوى الربط النووية وسوف تنهار هذه النواة عندها ولذلك فإن نوى مثل هذه الذرات تكون غير مستقرة على الإطلاق ولايمكن أن تتواجد في الطبيعة ، وهذا يدل على أن تأثير القوى الكهربائية على متانة النواة يضع حداً نهائياً لعدد العناصر الكيميائية في الطبيعة أو حتى تلك التي يمكن انتاجها بواسطة التفاعلات النووية. بعد اكتشاف مكونات النواة وهي النيوترونات والبروتونات ، لاحظ العلماء أن القوة التي تربط هذه الجسيمات قوة هائلة لايمكن تفسيرها بالقوانين المعروفة مثل قانون الجاذبية لنيوتن(قوة التجاذب بين أي جسمين تتناسب تناسبا طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما وعكسياً مع مربع المسافة بين مركزيهما). او قانون كولوم بين الشحنات الكهربائية ,ومن اجل تفسير القوة التي تجعل الإلكترون يدور في مداره حول النواة بتطبيق القانونين اعلاة ، فعندما نستعمل قانون الجاذبية ، تكون محصلة القوة ضعيفة للغاية لاتستطيع أن تحفظ الإلكترون في مساره ، وعندما نستعمل قانون كولوم في أن الأجسام ذات الشحنات الكهربائية المتماثلة يجب ان تتنافر والمختلفة تتجاذب فان الالترونات لايمكن ان تبقى في مدارها. ولغرض تفسير الطاقة النووية التي تمسك النيوترونات والبروتونات نبدأ بقانون الجاذبية لنيوتن ولان كتلة مكونات النواة صغيرة جدا فان محصلة القوى ستكون قيلة جدا وتدل على أن الجاذبية لا تفسر هذه القوة. وإذا أستخدمنا قانون كولوم في الكهربائية كمفسر لقوة الترابط ، لوجدنا أنها ليست مقبول أبداً لأننا إذا أخذنا مثلاً ذرة الهيليوم المكونة من نيوترونان عديمي الشحنة وبروتونان موجبي الشحنة ، نجد أن قوة كولوم لو كانت هي االقوة الوحيدة المتحكمة في النواة فسوف يتنافر البروتونان حسب هذه القوة ويندفعان الى خارج النواة ، مما دل على أن هناك قوة جديدة أكبر من قوة تنافر كولوم تجعل البروتونات متماسكة في المديات الصغيرة التي أسميت فيما بعد بالقوة النووية القوية ة. هذه القوة لها خصائص مختلفة عن باقي القوى ، فهي قوة تجاذب

عند المدى ٢ فيرمي تقريباً، وبعدها تختفي هذه القوة ، وعندما يقترب الجسم تزيد القوة النووية لجذبه ، ولكن إذا وصلت المسافة بين النيوكلونين لأقل من ٠.٥ فيرمي فإن قوى الجذب تتحول إلى قوى تنافر فجأة ، وذلك لتجنب الأندماج ، كما أن هذه القوة لا علاقة لها بقوة كولوم حيث أن التجاذب بين النيوترونات يساوي التجاذب بين البروتونات . أن القوة النووية غير متساوية في كل الأنوية ، مع أن جميع الأنوية تحتوي على نفس البروتونات والنيوترونات إلا أن هناك مؤثرات تؤثر على القوة النووية في أنوية العناصر ، فمعدل القوة النووية (٠.٠)Mevعند الهيدروجين ذو النيوكلون الواحد و (٢.٥)Mevعند نواة الهيلوم ذو البروتونين والنيترون ، ويقفز المعدل إلى (٧)Mevعند الهيليوم ذو البروتونين والنيوترونين ثم يستمر المعدل في الإرتفاع تدريجياً كلما تقدمنا في ترتيب العناصر حتى يصل إلى عنصر الحديد (٨.٨ Mev)ثم يعود بالإنخفاض تدريجياًإلى (7.3Mev) في آخر الجدول الدوري، وهكذا يكون معدل معظم العناصر مابين(٧ و 8.8 Mev) ، لذلك فان نواة الحديد هي أقوى الأنوية من ناحية طاقة الإرتباط.

عدم تساوي طاقة الربط النووية في جميع العناصر ، وذلك بسبب مؤثرات منها ما يزيد في طاقة الإرتباط النووي ومنها ماينقص منه ،من اهم هذه المؤثرات

١ – مؤثر الحجم :

تزداد القوة النووية كلما زاد عدد النيوكلونات ، وهذا المؤثر يكون فعال حتى نصل إلى ذرة الحديد ، وبعدها تغلب عليه المؤثرات الأخرى

٢– مؤثر مساحة السطح :

عندما يكون النيوكلون في سطح النواة فإنه يتبادل القوى مع جهة واحدة فقط ، لذلك تقل الطاقة الرابطة بسبب هذا الموقع ، وكلما زادت مساحة السطح كلما قلت الطاقة الرابطة بسبب هذا المؤثر السالب

٣ –مؤثر كولوم:

قانون كولوم له دور في تحديد طاقة النواة ، حيث أن أي بروتون في النواة يتنافر مع جميع بروتونات الذرة ، فكلما زاد عدد البروتونات قلت طاقة الإرتباط

٤ مؤثر التماثل

أثبتت التجارب أن النواة تميل إلى كون عدد النيوترونات يساوي عدد البروتونات ، وكلما زاد الفرق بين عدد النيوترونات وعدد البروتونات ، تقل الطاقة الرابطة ، وهذا المؤثر يكون غالباً في الأنوية الخفيفة التي عددها الذري اقل من٤٠ أما الأنوية الثقيلة فالنيوترونات فيها هي الأكثرية

5 – مؤثر التزاوج :

الأنوية التي تحتوي على اعداد زوجية من البروتونات و النيوترونات تكون أكثر استقراراً ،. ويليها الأنوية التي عدد نيوتروناتها فردي وعدد يروتوناتها زوجي أو العكس ، اما الأنوية التي عدد بروتوناتها وعدد نيوتروناتها فرديين ،فهي اقل استقرارا (وهي خمسة عناصر فقط في الطبيعة). وكلما كان عدد النيوترونات أو البروتونات مقارباً من أحد الأعداد السحرية فإن طاقة الرابط النووية تزيد

obeikandl.com

١ – ٦ نماذج النواة

لا يمكن تحديد شكل النواة بالضبط بسبب صغر حجمها ، فالذي يمكن تحديده من النواة هو طاقتها وكتلتها ، كما أن تصميم نموذج للذرة أسهل بكثير من تصميم نموذج للنواة ، فالطاقة التي تربط بين الإلكترونات و النواة و هي قوة، كهرمغناطيسية تربط الموجب بالسالب. ولكن الطاقة التي تربط بين جسيمات النواة لايعرف عنها سوى القليل وهي أقوى بكثير من أي قوة مؤثرة خارجية ،بالإضافة الى أن قطر النواة قليل جدا مقارنة مع قطر الذرة ، فمن الصعب تحديد شكل النواة الخارجي ، لذلك وضعت نماذج للنواة لغرض تحديد خواصها. من اهم هذه النماذج

أ–نموذج القشرة .

ومن النماذج البسيطة المقترحة للنواة أيضاً النموذج الغلافي (الطبقي) للنواة ، وبالإضافة إلى هذه النماذج توجد نماذج أخرى أكثر تعقيداً ، وإن دل تعدد هذه النماذج على شيء فإنما يدل على أن كثيراً من المعلومات عن بناء النواة مازال مجهولاً.

ظهرت نظرية لتركيب نواة الذرة علي أيدي العالمة الأمريكية ماريا مايرعام ١٩٥٠ وتسمي هذه النظرية بنظرية التركيب القشري للنواة ،يؤكد هذا النموذج على أن النواة تتكون من قشرات (مستويات) ، حيث تتسع كل قشرة لعدد محدد من النيوكليونات ، وينطبق هذا النموذج على النوى الخفيفة. وكل قشرة يدور فيها عدد معين من النيوكلونات ، وعندما يمتلئ مستوى فإن المستوى الثاني يبدأ بالإمتلاء وقد ازداد الدعم لنموذج المستويات عندما إكتشفت الدكتورة ماير فكرة الأعداد السحرية والتي تقول أن الأنوية التي يكون عدد نيوتروناتها أو عدد بروتوناتها أو كليهما ، أحد الأرقام التالية (٢،٨،٢٠،٢٨،٥٠،٨٢،١٢٦) فإنها تكون مستقرة نووياً .و هذه الأعداد التي سميت بالأعداد السحرية ؛ فمثلا يرمزلة العدد ٢ الى نواة الهيليوم و هي تحوي بروتونين و نيوترونين وهي من أكثر النوي المعروفة استقرارا، و الأكوسجين

الذي يرمزلة العدد ٨ يحتوي علـــى ٨ بروتونـــات ، و ٨ نيوترونـــات ؛ و كـــذلك الكالسيوم و له ٢٠ بروتونا ، و يكفي للدلالة علي شدة الاستقرار و الترابط في هذه الأنوية أن نلاحظ أن لها ٦ نظائر ثابتة تحتوي أعدادا من النيوترونات تتراوح بـــين ٢٠,٢٨ و هذا عدد كبير من التجمعات في النيوترونات بالنسبة لصغر حجم النواة و لكنه يدل دلالة قاطعة علي قوة التماسك في النواة . و إذا ما نظرنا الآن إلي العـــدد السحري ٥٠ وجدنا أن القصدير و تحتوي نواته علي ٥٠ بروتونا و له عشرة نظائر ثابتة و هي أكبر عدد من النظائر لأي عنصر أخر و كذلك يتوافر القصدير أكثر من آي عنصر يجاوره في الجدول الدوري للعناصر .و قد أثبتت التجارب علي أن نوي العناصر التي تحتوي ٥٠ أو ٨٢ أو ١٢٦ نيوترونا لا تحب أن تمسك بنيوترون إذا مر بها أو أقترب منها و احتمال قبولها لنيوترون واحد يقل بحوالي عشر مرات عن احتمال قبول النوى التي تجاورها أو تماثلها في الوزن للنيوترونات . لقد تم إضافة بعض الفرضيات إلى النموذج القشري من اهمها :

١ – الأعداد السحرية هي أرقام امتلاء هذة المستويات .

٢ – الذرات التي عدد إلكتروناتها (٢ ،١٠ ،١٨ ،٣٦، ٥٤، ٨٦) وهي علي التوالي غازات الهيليوم – نيون – أرجون – كريبتون – زينون ، تكون مستقرة كيميائياً.

٣ – تعتبر المستويات صلبة ومن الصعب الإنتقال بالطاقة من مستوى إلى آخـــر ، فاذا كان مستواها الأخير يحتوي نيترون وحيد فإنها تميل إلى فقدانة أكثر من ميلهـــا عندما يكون هذا النيوترون في قشرة متكاملة ، وقد حقق هذا النموذج نجاحات كبير واستطاع أن يتنبأ بالكثير من الخصائص . ولكنه أغفل نقطة مهمة وهـــي الشـــحنة الكهربائية ، مما جعل آخرين يفكرون بنموذج آخر ألا وهو نموذج قطرة السائل .

ب – نموذج قطرة السائل :

يعتبر نموذج قطرة السائل أبسط النماذج النووية وأكثرها وضـــوحاً وقـــد اقترحـــه الفيزيائي الروسي (فرينكل) والعالم الدنمركي (بور). وحسب هذا النموذج يمكـــن

تمثل النواة في هذا النموذج مثل قطرة السائل سمى بالسائل النووي جزيئاته هي النيوكليونات والتي تتحرك بشكل عشوائي داخل السائل فيصطدم بعضها ببعض ولهذا السائل كثافة هائلة موزعة بالتساوي على داخل قطرة السائل وتصبح هذه الكثافة صفر عند السطح. وكذلك تتوزع الشحنات بنفس الطريقة في لقطرة.وتختلف حجوم قطرات هذا السائل النووي باختلاف العنصر الكيميائي ،

وتتموج هذه القطرة (النواة) مع التأثيرات الخارجية ، كما أن غلاف النواة متماسك أكثر من الداخل، وذلك لأن النيكلون في داخل النواة يكون مرتبط مع بقية النيوكلونات من جميع الجهات ، أما النيوكلون الموجود على السطح فإنه يكون مرتبطاً مع النواة من جهة واحدة فقط وهي جهة مركز النواة أما الجهة الأخرى فتكون عبارة عن فراغ ، وهذا يشبه إلى حد ما الشد السطحي في السوائل ، وتتميز هذه القوى بالإشباع ، فلا يتأثر أو يؤثر النيوكليون إلا بعدد محدود من النيوكليونات المجاورة لة ولهذا فإن زيادة عدد النيوكليونات في النواة لا يؤدي إلى زيادة متانة النواة. تتاثر النيوكليونات بقوة التنافرالكولومي الكهروستاتيكي التي تحصل بين البروتونات المتماثلة الشحنة ، وتزيد قوى التجاذب النووي التي تظهر في حالة الابعاد الصغيرة وتزيد قوى التجاذب النووي بين بروتونين عن قوى التنافرالكولومي الكهروستاتيكي بينهما بمقدار ١٠٠٠ مرة. ان قطرة صغيرة من السائل تكون كروية الشكل و عندما تؤثر عليها قوة خارجية يتحور شكلها وتصبح ذات شكل بيضوي فإذا توقفت القوة الخارجية عن التأثير فإن قوة التوتر السطحي سترجع بالقطرة إلي شكلها الكروي الأصلي أما إذا استمرت القوة في التأثير فيزداد التخصر وتتكون القطرة من حزئي متصلين مع بعضهما و يصبح من المستبعد أن ترجع القطرة ثانية إلي الوضع البيضاوي و لكنها تنقسم إلي شطرين مع احتمال انفطال بعض القطرات الصغيرة من في الجزء الدقيق الذي يصل بين نصفي القطرة ؛ هذا هو ما يحدث لقطرة السائل عند انقسامها بتأثير شد و جذب ولكن هذا النموذج مع سهولته ودقة

نتائجه ، أخطأ في كثير من الأشياء وخاصة عن الإستقرار النووي ، وهذا النموذج مرتبط بشكل كبير مع طاقة الربط النووية. وينطبق هذا النموذج على النوى الثقيلة والوسطية ، وقد بُرهن على صحة هذا النموذج رياضياً وهو يعطي تفسيراً جيداً للظواهر التالية : استقرار النواة ،التفاعلات النووية ، ميكانيكية انشطار النوى الثقيلة وغيرها من الظواهر و ما يحدث للنواة لا يختلف كثيرا عن ذلك ؛ فعند قصف النواة بنيوترون تحدث بعض التذبذبات في سطح النواة (كما يحدث لقطرة السائل) و في خلال عملية التذبذب هذه قد يصبح شكل النواة بيضويا فإذا كانت الطاقة المكتسبة قليلة فإن قوة التجاذب بين مكونات النواة ترجع بها إلي شكلها الكروي الأصلي و تتخلص النواة من هذه الطاقة الزائدة بقذف جسيم آخر (أو أشعة جاما) إلي الخارج راجعة بذلك إلي حالة الاستقرار.و لكن إذا كانت الطاقة التي اكتسبتها القطرة كبيرة فإن تخصرها يزداد تدريجيا حتى تنشطرإلي قسمين وذلك بسبب التنافر بين البروتونات الموجودة في كلا نصفي النواة. تحدث عملية الانقسام إذا كانت كتلة النواة الأصلية أكبرمن كتلتي النواتين الناتجتين من الأنشطار .تسمى الطاقة الازمة لفصل النواة الى جزئين بالطاقة الحرجة للأنشطار.

ج – نظريه عن الحركة الجماعية.:

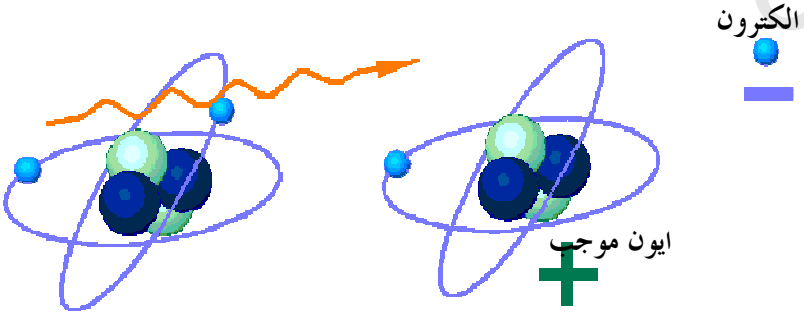
تفسير ظاهرة الأنشطار النووي علي أساس نظرية قطرة السائل لاقى نجاحا كبيرا لهذه النظرية. ظلت نظرية قطرة السائل مقرونة بظاهرة الأنشطار النووي فقط ، و كان لابد من إيجاد طريقة للربط بين نظريتي القشرة و قطرة السائل وجمع مميزاتهما ، و في منتصف الخمسينات طرح العالم الفيزيائي الشاب أيج بوهر (ابن نيلز بوهرالذي طرح النموذج الموحد للنواة) وعدد من زملائه ، نموذجه الموحد عن النواة ، وهذا النموذج دمج فيه نموذج القشرة مع نموذج قطرة السائل ، بحيث تكون النواة ذات القشور المليئة بالنيوترونات و البروتونات حركة جماعية دورانية بحيث يصبح سطح النواة الخارجي مشابه لسطح سائل في قابليته للاهتزاز أي ان القشرة متموجة وليست صلبة ، كما أنه اوضح ان هذا النموذج افترض أن النواة ليست

كروية دائماً ، فهي كروية في حالة الإستقرار النووي التام، ومشوهة في حالة عدم الإستقرار ، كما أنها ثابتة في حالة الإستقرار ومهتزة في حالة عدم الإستقرار ، فلاقى هذا النموذج أكبر الموافقة خاصة في التجارب

١ - ٧ الاشعاع

يعرف الإشعاع بأنه عملية انتقال الطاقة من المصدر إلى المادة بشكل دقائق او بشكل موجات وعندما تكون لهذه الإشعاعات القابلية على تأين ذرات المادة وذلك بفقدانها أو اكتسابها لإلكترون أو اكثر فتسمى هذه الإشعاعات بالإشعاعات المؤينة و يوضح الشكل (١-٦) عملية التأين. يتعرض كل ما هو موجود على سطح الأرض باستمرار لتأثير الإشعاعات المؤينة، التي يكون مصادرها طبيعيا، كالأشعة الكونية و المواد المشعة الطبيعية،او صناعيا وطبيا. والإشعاع على أنواع مختلفة، فبعضها على شكل إشعاعٍ حراري أو ضوءٍ من مختلف الأطوال يصدر عن الشمس أو لهب الاحتراق مثلاً و هو مصدر طبيعي، و بعضها الآخر موجي كالأمواج الكهربائية والراديوية المستخدمة في الاتصالات. هذا و يمكن تحسس بعض الإشعاعات بحواسنا مثل الضوء، و بعضها الآخر لا يمكن تحسسه مثل الإشعاع المؤين، و لكن يمكن كشفه و قياسه بأجهزة خاصة تسمى الكواشف كالإشعاعات الصادرة عن المواد المشعة الطبيعية أو الصناعية.

شكل(١ - ٦) تأين الذرات و تحولها الى الكترون و ايون موجب



أنواع الإشعاعات

يمكن تقسيم الإشعاع إلى قسمين رئيسين:

١ –الإشعاع المؤين:

الإشعاع الذي له القدرة على تأيين الذرات التـــي يمر خلالها وذلك بإقتلاع ألكترون او اكثر من الذرة (المتعادلة الشحنة) وتبقى بقية الذرة تحمل شحنة موجبة أي ايون موجب

٢ – الإشعاع الغير مؤين :

الإشعاع الذي ليس لديه المقدرة على تأيين الذرات التـــي يمر خلالها.

وتقسم الاشعاعات المؤينة الى :

١– جسيمات الفا :

وهي عبارة عن نواة ذرة الهيليوم شكل (١ –٧) والتي تكون أقل أنوع الإشعاعات نفاذاً في الأجسام وتنطلق بسرعة تتراوح ما بين١/١٠ إلى ١/١٠٠ من سرعة الضوء ولهـــا قـــدرة على تأيين الغازات .عند مرورها في مجال مغناطيسي فانها تنحرف عن الاتجاه العمودي ، ويدل اتجاه انحرافها على أنها مكونة من جسيمات تحمل وحدتي شحنة موجبة. وهـــي ذات مدى قصيـــر جداً، فهي تسير مسافة قصيـــــرة جـــداً فـــي الهـــواء لا تتـــــعدى بعـــض السنتيميترات تحت الظروف القياسية من الضغط ودرجة الحرارة. جسيمات الفا مرتبطة مع بعضها البعض بشدة بحيث تعامل كجسيم واحد كتلته تعادل اربع من وحدة الكتلة الذرية. في حين أنها تسير بضع من الميكروميترات في النسيج الحي ، وتكفي الورقة العادية لإيقافهـــا. ويرجع السبب في ذلك لكتلتها الثقيلة التي تجعلها تسير ببطء مما يمكنها من تـــأين المـــادة بشكل كبير، إضافةً لشحنتها العالية التي تساعد على التأيين بشكل كبير أيضاً، الأمر الـــذي يؤدي إلى فقدانها للطاقة فتتوقف بسهولة بعد مسافة قصيرة من مرورها في المادة.

٢– جسيمات بيتا:

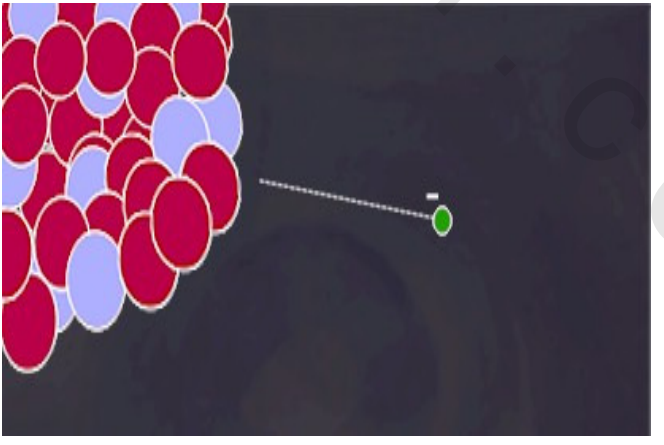
عبارة عن إلكترونات ذات سرعات فائقة تصل في بعض الأحيان إلى ما يقرب مـــن مـــن سرعة الضوء ، كما أن لها قدرة على تأيين الغازات ولكن بدرجة أقل من جســـيمات ألفـــا .واذا وضعت في مجال مغناطيسى فاها تنحرف في الاتجـــاه العمـــودي علـــى المجـــال

المغناطيسي ويدل اتجاه انحرافها على أنها مكونة من جسيمات مشحونة بشحنة ســـالبة،كما يدل مقدار الانحراف على أنها جسيمات خفيفة سالبة الشحنة وهي أكثر نفاذاً فـــي الأجســـام من جسيمات ألفا .

شكل (١ -٧) جسيمات الفا المنبعثة من النواة

تختلف عن الالكترونات الذرية بكونها اكثر سرعة ومنشائها من النواة ويصـــحبها انبعـــاث جسيمات تدعى النيوترينو .شكل (١ – ٨)

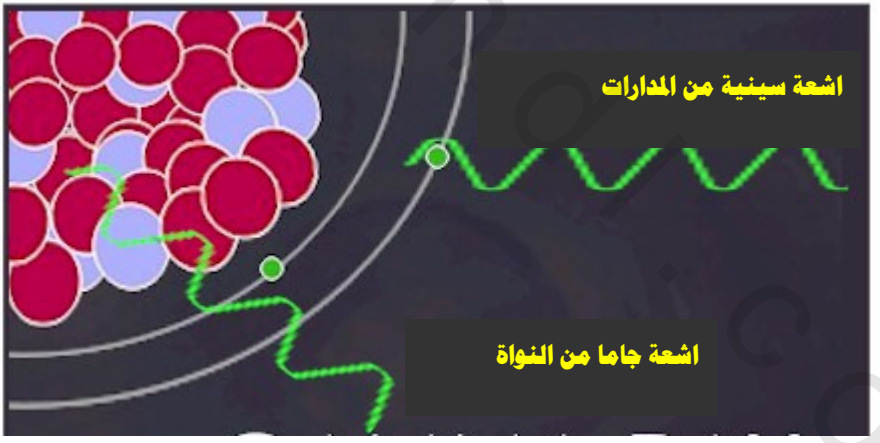
شكل (١ -٨) جسيمات بيتا المنبعثة من النواة



١- أشعة جاما :-

عبارة عن اشعاعات كهرومغناطيسية ذات طول موجي صغير جداً يتراوح بين . $١٠^{-٨}$ إلى $١٠^{-١٠}$ متر وهي شديدة النفوذ إذا ما قورنت بغيرها من الإشعاعات الطبيعية أو حتى الأشعة السينية. للأشعة جاما القدرة على تأيين الغازات ولكن بدرجة أقل من تأيين جسيمات ألفا أو بيتا . وسبب ذلك قوة نفوذها التي تفوق كل من أشعة بيتا وألفا حيث تتناسب قوة النفاذية للإشعاعات الثلاثة عكسياً مع قوة تأينها . وتتميز أشعة جاما بميزات الأشعة السينية فهي ذات طبعة موجيه وليس لها وزن أو شحنة.ولكن الفرق بين أشعة جاما والأشعة السينية هو المنشا حيث ان الأشعة السينية منشاها المدارات الالكترونية خارج النواة بينما منشا أشعة جاما هو النواة. شكل (١ – ٩)

شكل (١ -٩) اشعة جاما المنبعثة من النواة والاشعة السينية المنبعثة من المدارات الالكترونية خارج النواة

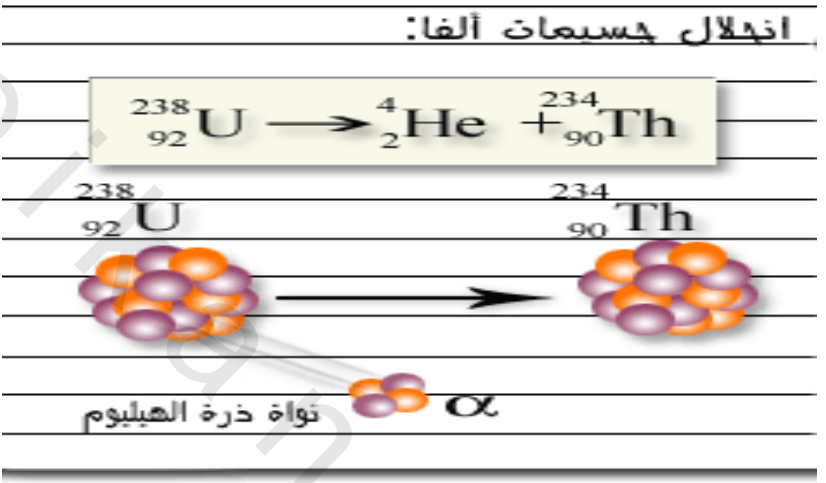


انحلال جسيمات الفا:-

في هذه العملية تفقد نواة النظير المشع (X) جسيم الفا المتكون من بروتونين ونيوترونين وهو عبارة عن نواة ذرة الهليوم ^{4}He تحاول الوصول الى حالة الاستقرار. شكل(١ – ١٠) .

انحلال اليرانيوم –٢٣٨ ببعث جسيمات الفا وتتحول النواة الام الى نظير الثوريوم–٢٣٤ وهذا يعني نقصان العدد الكتلي للنواة الام بمقدار أربع وحدات والعدد الـــذري بوحدتين وبذلك تكون النواة الناتجة مختلفة تماماً عن النواة الأم.

شكل(١ – ١٠) انحلال جسيمات الفا



انحلال جسيمات بيتا (β)-Decay))

في هذه العملية تفقد نواة النظير المشع (X) جسيمات تعرف بجسيمات بيتا وهذه الجسيمات عبارة عن إلكترون سالب الشحنة أو البوزترون (Positron) وهو عبارة عن جسم كتلته مساوية لكتلة الإلكترون ولكن شحنته موجبة . ويحدث هذا النوع من التفكك للأنوية في كثير من النظائر سواء كانت ثقيلة أم خفيفة . ويقسم الى ثلاثة انواع:

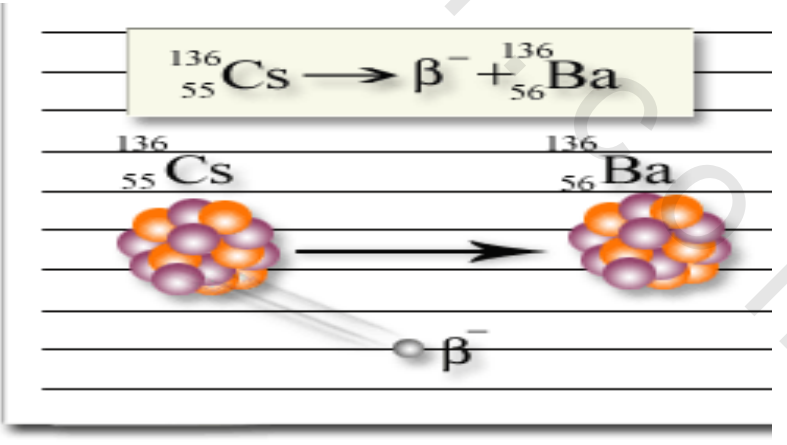
أ – الانحلال بانبعاث الاكترونات Eelectron decay

بعض النوى تحتوي على فائض من النيوترونات وتحاول الوصـــول الـــى جالـــة الاستقرار عن طرتق تحول نيوترون من نيوترونات النواة إلى بروتون والكتـــرون يقذف خارج النواة . وذلك لكي تصبح النسبة بين النيوترونات والبروتونات هي نسبة الاستقرار ويعبر عن هذا التفكك كالآتي :-

$$^{0}n \longrightarrow {}^{+}p + {}^{-}e$$

ويلاحظ من المعادلة ان الشحنات محفوظة.تسمى الالكترونات المنبعثة من النواة جسيمات بيتا السالبة هذه الجسيمات سريعة جداً لها كتلة تساوي كتلة الإلكترونات الذرية وتحمل وحدة واحدة من الشحنة السالبة. . وبالطبع تتفاعل جسيمات بيتا مع المادة، وقابليتها للتأيين أقل من قابليةجسيمات- α، مما يجعل مداها في الوسط أكبر من مدى جسيمات -α. ومن الممكن أن تنبعث من معظم المصادر الطبيعية مثل ^{136}C الذي يبعث β^- . شكل (١ – ١١) ويلاحظ من التفاعل بان العدد الكتلي للنواة الوليدة ثابت ولكن العدد الذري لها يزداد بمقدار ١.

شكل(١ – ١١) انحلال جسيمات ابيتا



ب) الانحلال بانبعاث البوزيترون Positron decay

في بعض الأحيان تكون نسبة البروتونات إلى النيوترونات في النظير المعين أكبر من النسبة التي تحقق الاستقرار . وفي هذه الحالة يتحول أحد بروتونات النواة إلى نيوترون وينطلق نتيجة لذلك الكترون موجب الشحنة يسمى البوزيترون اوجسيمات الموجبة β^+ ويعرف انحلال بيتا في هذه الحالة بالانحلال البوزيتروني ويعبر عنه كالآتي

$$p^+ \longrightarrow n^0 + e^+$$

والمثال على ذلك هو انحلال اصوديوم −٢٢ الى النيون −٢٢ وانبعاث البوزرون

$$_{١١}{}^{٢٢}Na \longrightarrow {}_{١٠}Ne + {}_{+1}{}^{0}e$$

ويلاحظ من التفاعل بان العدد الكتلي للنواة الوليدة ثابت ولكن العدد الذري لها يقل بمقدار ١.

جـ) الاسر الالكتروني : Electron Capture

احد إلكترونات المدارية القريبة من النواة (أي المدار k) للنوى غير المستقرة ياسر من قبل أحد بروتونات النواة ويتحول إلى نيوترون،لذلك تسمى هذه العملية من انحلال بيتا بالأسر الإلكتروني اوتسمى احيانا الاسر−k. كما في التفاعل التالي :

$$p^+ + e^- \longrightarrow n^0$$

وفي حالة الأسر الإلكتروني لا تبعث النواة أياً من جسيمات بيتا ولكن ينطلق من النواة جسيم يعرف باسم النيوترينو، والنيوترينو عبارة عن جسم متعادل الشحنة وكتلة السكون له مساوية للصفر. يبقى مكان الالكترون الموسر فارغا ويحل محلة الكترون من المدار الاعلى والفرق بين طاقة المدارين يظهر بانبعاث اشعة سينية

وهي صفة مميزة لهذا النوع من الانحلال . وقد تبعث النواة الوليدة اشعة جاما من نواتها.المثال على هذا النوع من الانحلال هو انحلال الحديد -٥٥ الى المنغنيز -٥٥ بعد اسر احد الالكترونات .

$$^{55}_{26}Fe + ^{0}_{-1}e \longrightarrow ^{55}_{25}Mn$$

ت) الانحلال ببعث اشعة جاما :

إشعاعات جاما هي عبارة عن موجات كهرومغناطسية ذات طاقة عالية . وتصدر إشعاعات جاما مصاحبة الى جسيمات الفا وبيتا الناتجةإ من النواة الوليدة التي تولت عن انحلال الفا أو انحلال بيتا لكي تعود الى حالة الاستقرار عن طريق التخلص من الطاقة في شكل إشعاعات جاما وبذلك فإنه في حالة الانحلال باشعة جاما تكون النواة الوليدة هي نفسها النواة الأم ولكنها أكثر استقراراً .وتجدر الإشارة إلى أن بعض النظائر المشعة تنحل إلى نظائر غير مستقرة يكون النظير الناتج مشعاً بدوره وبالتالي تنحل إلى نظير آخر .

وهكذا نجد أن هناك العديد من النظائر التي لها نشاط إشعاعي طبيعي و تنحل هذه النظائر مصدره إما جسيمات الفا أو بيتا أو كليهما معاً وقد يتبع ذلك مباشرة أو خلال فترة زمنية معينة إشعاعات جاما الصادرة نتيجة انتقال النويات الوليدة من الح الة المتهيجة إلى الحالة المستقرة (الأرضية)

وينقسم الانحلال ببعث اشعة جاما الى قسمين:

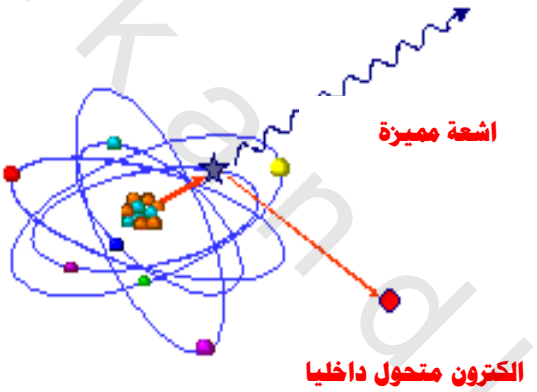
١ – التحول الايزوميري

بعض النوى المتهيجة تصل الى حاة الاستقرار نتيجة لبعثها اشعة جاما. والمثال على ذلك التكنيشيوم المتهيج (^{99m}Tc) والذي يكون شبة مستقر(metastable) يفقد الطاقة الفائضة عن طريق انبعاث اشعة جاما لكي يتحول الى التكنيشيوم -٩٩ المستقر.

٢ – الانحلال بالتحول الداخلي:

احد الطرق التي بواسطتها تفقد النوى المتهيجة طاقتها للوصول الى حالة الاستقرار . وفي هذا الانحلال يمتص احد الالكترونات الداخلية للذرة (في المدار k) طاقة تهيج النواة ويغادر الذرة. إن طاقة الإلكترون المتحرر تساوي الفرق بين طاقة فوتونات اشعة جاما المنبعثة من النواة المتهيجة وطاقة ارتباط الالكترون المتحرر بالذرة. يعتبر التحول الداخلي بأنه ظاهرة كهروضوئية داخلية حيث ان فوتونات اشعة جاما تتفاعل مع الالكترونات المرتبطة بقوة بالذرة وتعطيها جميع طاقتها لكي يتحرر الالكترون شكل (1-12)

شكل (12-1) الانحلال بالتحول الداخلي



التحول الداخلي يشبه الانحلال بواسطة جسيمات بيتا حيث ان كليهما ينتج في انبعاث الالكترونات ولكن الفرق الاساسي بين العمليتين هو:

١ــ في حالة الانحلال بواسطة جسيمات بيتا فان الالكترونات تبعث من النواة اما في حالة التحول الداخلي فان الالكترون المتحول يبعث من المدارات الخارجية .

٢- طيف جسيمات بيتا يكون طيف مستمر بينما طيف عملية التحول الداخلي يحتوي على طاقات محددة ان هذا التحول مفيد جدا في تطبيقات الطب النووي حيث

obeikandi.com

ان النويدات المشعة الشبه مستقرة لها عمر طويل نسبيا لذلك يمكن فصلها عــن الام والحصول على نويدات مشعة باعثة لاشعة جاما فقط

obeikandl.com