الجم-هورية الجزائري-ة الديمقراطية الش-عبية

وزارة الت-عليم العالي والبحث العلم-ي

جـــامعة الـــــــوادي

كـــلية العــلوم والتكنولوجــيا

رقم الترتيب :

رقم التسلسل :

مذكرة تخرج لنيل شهادة

لـيســـــانس أكـــاديمي

مجال : علوم المادة

فرع : فيزياء

تخصص : فيزياء الإشعاع

من اعداد : شراحي محمد العيد - حويتي العروسي - صلاح عبد الرحمان

المـــوضـــوع :

الكـــشافات الوميـــضية النووية
تطبيق الأنبـــوب المضـــاعف الفـــوتـــوني

نوقشت يوم : 2014/06/04

أمام لجنة المناقشة المكونة من :

- **لتيم فتحي** — **رئيس**
- **بن حميدة سفيان** — **مناقش**
- **عطية محمد الهادي** — **مؤطر**

الموسم الجامعي 2014/2013

الفهرس

مقدمة عامة

الفصل الأول : التفككات النووية

1-1 مقدمة.....3

2-1 تعريف التفكك الإشعاعي:.....3

3-1 الذرة و النواة.....4

1-3-1 النواة.....4

1-3-1-1 البروتونات:.....4

2-1-3-1 النيترونات :.....4

2-3-1 الإلكترون:.....4

4-1 الترميز الذري للنواة:.....4

1-4-1 العدد الذري (Z):.....5

2-4-1 العدد الكتلي (A):.....5

5-1 وحدة الكتلة الذرية:.....5

6-1 طاقة الربط للنواة :.....5

7-1 النظائر : 6

1-7-1 الأيزوبارات: 6

2-7-1 الايزوتونات:.....6

3-7-1 الايزومرات: 6

8-1 تعريف العنصر المشع :.....7

1-8-1 العناصر المشعة الطبيعية:.....7

2-8-1 العناصر المشعة المصطنعة.....7

9-1 سلاسل التفككات النووية.....8

1-10 استقرار النواة:.....8
1-11 قانون التفكك الإشعاعي:.....9
1-12 عمر النصف $T_{1/2}$ و تعيين ثابت التفكك λعمليا:.....10
1-12-1 عمر النصف التفكك $T_{1/2}$:.....10
1-12-2 ثابت التفكك الإشعاعي:.....11
1-13 التأريخ بالكربون المشع.....11
1-14 النشاط الإشعاعي:.....11
1-15 التفكك بواسطة ألفا:.....11
1-15-1 طاقة طيف ألفا :.....12
1-15-2 خصائص أشعة ألفا :.....13
1-16 التفكك بواسطة بيتا β:.....13
1-16-1 التفكك الالكتروني (β^-):.....14
1-16-2 التفكك البوزيتروني (β^+):.....14
1-16-3 الأسر الالكتروني: 15
1-16-4 خصائص الإشعاع β:.....16
1-17 التفكك بواسطة أشعة غاما (γ):.....16
1-17-1 التفكك البسيط: 16
1-17-2 التفكك المركب:.....16
1 -17-3 التفكك بالتنشيط:.....16
1-17-4 خصائص أشعة غاما:.....17

الفصل الثاني: الكشافات الوميضية النووية

2-1 مقدمة.....19
2-2 مبدأ الكشف.....19
2-3 مكونات الكاشف الوميضي.....20
2-4 أنواع المواد الوميضة.....21
2-5 القدرة التحليلية للطاقة الزمن للكواشف الوميضية.....22

6-2 استخدام الكواشف الوميضية:.....23
1-6-2 استخدام الكواشف الوميضية للكشف عن الجسيمات ألفا و الجسيمات الثقيلة:.....23
2-6-2 استخدام الكواشف الوميضية للكشف عن الإشعاعات غاما و الإشعاعات السينية:.....23
3-6-2 استخدام الكواشف الوميضية للكشف عن جسيمات بيتا:.....24
4-6-2 استخدام الكواشف الوميضية للكشف عن النيوترونات:.....24
7-2 مميزات الكواشف الوميضية: 25
9-2 الأنبوب المضاعف الفوتوني:.....25
خلاصة عامة
قائمة المراجع

فهرس الأشكال

الفصل الأول: التفككات النووية

الشكل (1-1): انشطار اليورانيوم عند اصطدامه بنيترون, ينتج عن الانشطار طاقة قدرها 200 ميجا إلكترون فولت..... 3
الشكل (1-2): رسم توضيحي يمثل مختلف نظائر الهيدروجين 7
الشكل (1-3): حزام الثبات الذي يوضح العلاقة بين عدد النيوترونات والبروتونات..... 9
الشكل (1-4): رسم توضيحي يوضح الإشعاع ألفا..... 12
الشكل (1-5): طيف الطاقة لجسيمات ألفا عبارة عن قيم محددة للطاقة..... 13
الشكل (1-6): تحلل النظير وتولد جسيمات بيتا السالب..... 14
الشكل (1-7): تحلل النظير وتولد جسيمات بيتا الموجب..... 15

الفصل الثاني: الكشافات الوميضية النووية

الشكل (2-1): الكاشف الوميضي..... 20
الشكل (2-2): رسم تخطيطي يوضح مكونات الأنبوب المضاعف الفوتوني..... 25
الشكل (2-3): تغير معامل التضاعف كدالة من فرق الجهد في الأنبوب المضاعف الفوتوني..... 27

مقدمة عامة

مقـــدمة عـــــامة

يظن الكثير أن فكرة الفيزياء النووية بدأت مع بداية الفيزياء الحديثة، وهي في الحقيقة بدأت منذ أن تم اكتشاف النواة من قبل العالم روذرفورد 1907م، ولكنها بدأت تتضح أكثر مع بداية ظهور عصر الفيزياء الحديثة, و هذه الأخيرة كانت سببا في ظهور ما يعرف بفيزياء الجسيمات (الدقائق).

و لكن للأسف في بادئ الأمر لم تستغل التطبيقات المعروفة للفيزياء النووية في ما يفيد البشرية , بل كانت سبب دمار و هلاك و معانات الملايين حيث استغلت في الطاقة النووية والأسلحة النووية، ولكن الأبحاث فتحت مجال أوسع للتطبيقات المختلفة، فمنها في المجال الطبي (الطب النووي)، والتصوير بالرنين المغناطيسي، وفي مجال علم المواد زرع الأيونات (Ion implantation) وتحديد العمر باستخدام الكربون المشع.

فالفيزياء النووية أصبحت في هذه الأيام ضرورة للعالم المتطور، فقد أصبحت إحدى الأسس الكبرى لبناء المستقبل، نظراً لما توفره من إمكانيات جبارة وطرق سهلة للتحكم بالطاقة الكامنة.

ويعود سبب هذه الطاقة الكامنة إلى ظاهرة التفكك النووي, الناتجة عن عدم استقرار الأنوية لأغلب العناصر حيث تكون محملة بعدد غير متكافئ من النيترونات و البروتونات , وتعمل على التخلص من هذه الطاقة الزائدة عن طريق إصدار الأشعة, وهذه الظاهرة لا تتأثر بأي عامل من العوامل الخارجية, كالتغيرات في درجة الحرارة أو الضغط أو أي ظروف تحيط بالعنصر المشع, لذلك فهي من أكثر الظواهر الطبيعية ثباتاً من ناحية معدل حدوثها.

سنتطرق في بحثنا هذا إلى دراسة الكواشف النووية الوميضية, و يتضمن بحثنا فصلان:

الفصل الأول: سنتطرق إلى ما يعرف بالتفكك النووي, هو عبارة عن تفكك (انشطار) تلقائي للنواة النظير مع صدور جسيمات نووية و دراسة مكونات الذرة عبارة, كما سنتطرق في هذا الفصل إلى أنواع و أشكال الانحلالات (γ,β,α) و طبيعتها و طاقاتها.

الفصل الثاني: سنتطرق فيه إلى دراسة الكشافات الوميضية, و مبدأ عملها و مكوناتها و استخداماتها في الكشف عن جسيمات ألفا و بيتا وإشعاعات غاما و مميزاتها وأنواع المواد الوميضية, و سنركز في هذا الفصل إلى التطرق إلى الأنبوب المضاعف الفوتوني و مكوناته و مبدأ عمله .

الفصل الأول

التفككات النووية

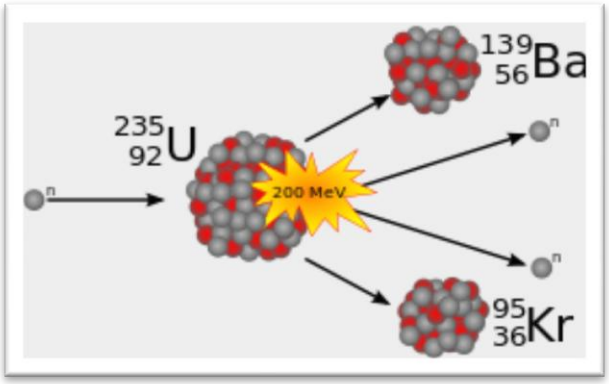
1-1 مقدمة:

في عام 1896م بدأت قصة اكتشاف النشاط الإشعاعي (التفكك الإشعاعي) على يد العالم الفرنسي هنري بيكريل. ثم بدأت تتوالى الاكتشافات العلمية فكان إنريكو فيرمي أول من قام بتصويب النيترونات على اليورانيوم عام 1934م ولكنه لم ينجح في تفسير النتائج. و قام العالم الكيميائي الألماني أوتوهان وزميلته ليزا مايتنر وزميلهما شتراسمان بتلك الأبحاث و قاموا بتحليل المواد الناتجة عن التفاعل. وكانت مفاجأة لم يستطيعوا تفسيرها أولاً، إذ أنهم وجدوا عناصر جديدة تكونت من خلال التفاعل. و كان أن أعادوا التجربة باستخدام يورانيوم عالي النقاوة، فكانت النتيجة هي ما وجدوه من قبل وتكوّن عنصر الباريوم. والعدد الذري للباريوم نصف العدد الذري لليورانيوم تقريباً. كان ذلك عام 1938م. وفي مطلع عام 1939م فطن أتوهان وشتراسمان إلى تفسير التفاعل الذي حدث على أنه انشطار لنواة ذرة اليورانيوم وتكون الباريوم. وفي نفس الوقت استطاعة مايتنر بمساعدة فريتش في تفسير تجربة اليورانيوم على أنها انشطار نووي, واستطاع الإثنان إكمال التفسير بأنه من خلال انقسام نواة اليورانيوم يحدث فقد في الكتلة بين وزن اليورانيوم و وزن الباريوم و المنتجات الأخرى الناتجة عن الانقسام، والتي من خلالها أمكن الكشف عن الكثير من الأسرار والتركيب الذري للعناصر المختلفة وكذلك التعرف على التركيب الداخلي للذرات و تفسير الظواهر الكيميائية التي تحدث بين الإلكترونات التي تدور في المدار الأخير (الخارجي) للذرة [1].

2-1 تعريف التفكك النووي:

التفكك النووي هي عملية تفكك (انشطار) نواة ذرة ما إلى قسمين أو أكثر و تتحول بهذه العملية مادة معينة إلى مواد أخرى وينتج عن عملية التفكك هذه نيترونات وفوتونات عالية الطاقة، ودقائق نووية مثل جسيمات ألفا و بيتا وإشعاعات غاما, يؤدي انشطار العناصر الثقيلة إلى تولد كميات ضخمة من الطاقة الحرارية والإشعاعية [2].

مثال: تفكك اليورانيوم ($^{235}_{92}U$) إلى $^{139}_{56}Ba$ و $^{95}_{36}Kr$



الشكل (1-1): انشطار اليورانيوم عند اصطدامه بنيترون. ينتج، عن الانشطار طاقة قدرها 200 ميجا إلكترون فولت [1].

3-1 الذرة والنواة (The Atom and Nucleus):

الذرة هي الوحدة الأساسية التي تكون المادة, و تتكون من جسيم صغير يسمى النواة و يحيط بالنواة جسيمات صغيرة تسمى الإلكترونات تدور حولها في مدارات معينة [3].

وقد ظلت محاولة معرفة تركيبها التحدي الأكبر الذي واجه العديد من العلماء في العصور القديمة حتى أوائل القرن العشرين حين وضعت النظرية الذرية الحديثة [3].

1-3-1 النواة (The Nucleus):

فيها تتمركز كتلة الذرة ويبلغ نصف قطرها حوالي 10^{-13}cm، في حين يصل نصف قطر الذرة حوالي 10^{-8}cm والنواة بدورها تتركب من نوعين من الجسيمات المتناهية الصغر تعرف بالبروتونات والنيترونات، ويعود تعادل الذرة إلى تساوي عدد البروتونات مع عدد الإلكترونات واختلافهما في الشحنة [3].

1-1-3-1 البروتونات (The Proton):

البروتون عبارة عن جسيم صغير تبلغ كتلته $1.67x10^{-27}$kg وهو أكبر من الإلكترون بحوالي 1839 مرة ويحمل شحنة كهربائية مساوية لشحنة الإلكترون ولكنها موجبة، و يرمز له بالرمز P [3].

1- 2-1-3 النيترونات (The Neutron) :

النيترون عبارة عن جسيم صغير متعادل الشحنة مساوي تقريبا للبروتون في الكتلة وغالبا ما يعتبر النيترون عبارة عن إتحاد بروتون وإلكترون [3].

2-3-1 الإلكترون (The Electron):

جسيم نووي يرمز له بالرمز e^-، يحمل شحنة كهربائية سالبة، وكتلة الإلكترون أصغر من كتلة البروتون بحوالي 1839 مرة حيث تبلغ كتلته 9.11×10^{-31}kg [3].

4-1 الترميز النووي للنواة الذرية:

يقصد به طريقة كتابة العناصر بطريقة توضح العدد الذري وعدده الكتلي والطريقة كما هو موضح أعلاه تتم بكتابة عدد الكتلة إلى أعلى يسار رمز العنصر ويكتب العدد الذري أسفل يسار رمز العنصر كما يلي [4]:

$$^{A}_{Z}X$$

1-4-1 العدد الذري(Z) (The Atomic Number):

هو عدد البروتونات ويساوي عدد الإلكترونات للذرة المتعادلة ويرمز له بالرمز Z ويعين العدد الذري الخصائص الكيميائية للذرة وبالتالي يحدد العنصر [3].

2-4-1 العدد الكتلي (A) (The Mass Number):

هو مجموع أعداد البروتونات و النيترونات المكونة لنواة أي عنصر وهو عدد صحيح ويرمز له بالرمز A [3].

1-5 وحدة الكتلة الذرية (a.m.u) (Atomic Mass Unit):

تستخدم لقياس كتل الأنوية و تساوي كتلة ذرة الهيدروجين، وهي تساوي 1/12 من كتلة ذرة الكربون, بما أن الوزن الذري للهيدروجين يساوي واحد وبما أن الوزن الذري للعنصر يحتوي على عدد أفو غادرو من الذرات إذا [4]:

$$1 \text{ gram contain } 6.203x10^{23} \text{ atom}$$

$$\text{إذا وزن ذرة الهيدروجين} = 1/6.023x10^{23}$$

$$= 1.661x10^{-24} \text{ g} = 1 \text{ a.m.u.}$$

1-6 طاقة الربط للنواة :

تحتوي النواة على عدد معين من البروتونات موجبة الشحنة مما تتولد بين هذه البروتونات قوى كهروستاتيكية تتناسب مع مربع المسافة بينها، و حيث أن المسافة بين البروتونات في النواة صغيرة للغاية فانه من المتوقع أن تكون قيمة قوة التنافر كبيرة للغاية، وإذا تكونت فإنها سرعان ما تتفكك و لكن بقاء النواة متماسكة يعني إن هناك قوى أخرى للجذب أقوى من قوى التنافر. و هذه القوى تعرف بالقوى النووية و هي تؤثر بين كل من بروتون و بروتون أو نيترون و نيترون, و كذلك بين البروتون و النيترون إذا وجدت ه ذه الجسيمات بجوار بعضها, و قد ثبت فيما بعد أن القوى بين كل هذه الجسيمات مهما يكون نوعها متكافئة، و لذلك فانه من الناحية النووية يمكن اعتبار كل من البروتون و النيترون جسيما واحدا يطلق عليه اسم نيوكلون.

وهكذا تجذب النيكلونات بعضها البعض مادامت المسافة بين النيكلونات صغيرة اقل من (10^{-13}cm) فيؤدي ذلك الى ترابط هذه النيكلونات و يكون البناء المرتبط المعروف باسم النواة, و لكي تتفكك النواة إلى النيكلونات المكونة لها فانه يجب منحها كمية معينة من الطاقة. إذ أنه نتيجة لوجود طاقة الترابط لنقل كتلة النواة عن مجموع كتل النيكلونات المكونة لها و يمكن حساب طاقة الربط حسب العلاقة التالية:

$$B = \left(NM_n + ZM_p - M\right)C^2 \qquad (1\text{-}1)$$

حيث إن:

B: طاقة الربط النووية M: كتلة النواة

M_n: كتلة النيترون M_P: كتلة البروتون
N: عدد النيترونات Z: عدد البروتونات

وتعتبر قيمة طاقة الترابط للنيكلون الواحد بمثابة مقياس لمدى تماسك و استقرار النواة، فكلما زادت هذه القيمة فان النواة متماسكة و مستقرة، وكلما قلت هذه القيمة فان هذا يعني أن النواة أكثر تفككا و غير مستقرة [5].

7-1 النظائر (Isotopes):

هي أشكال مختلفة من ذرات العنصر نفسه يكون لها نفس العدد من البروتونات (العدد الذري) ولكنها تختلف في عدد النيترونات, ومن أمثلتها [3]:

نظائر الهيدروجين وهي: $^{3}_{1}H, ^{2}_{1}H, ^{1}_{1}H$
نظائر الصوديوم وهي: $^{22}_{11}Na, ^{23}_{11}Na, ^{24}_{11}Na$
كما تنقسم النظائر إلى:

1-7-1 الأيزوبارات (Isobars):

هي عناصر مختلفة لها نفس عدد الكتلة ولكنها تختلف في العدد الذري أي في عدد البروتونات , ومن أمثلتها: $^{40}_{19}K$, $^{40}_{20}Ca$ وكذلك $^{14}_{6}C$, $^{14}_{7}N$

ويطلق اسم أنوية المرآة على زوج الأيزوبارات التي تختلف في قيم N و Z بمقدار الوحدة كما في الأمثلة الآتية [3]:

$^{23}_{11}Na_{12}$,$^{23}_{12}Mg_{11}$ وكذلك $^{13}_{6}C_{7}$, $^{13}_{7}N_{6}$

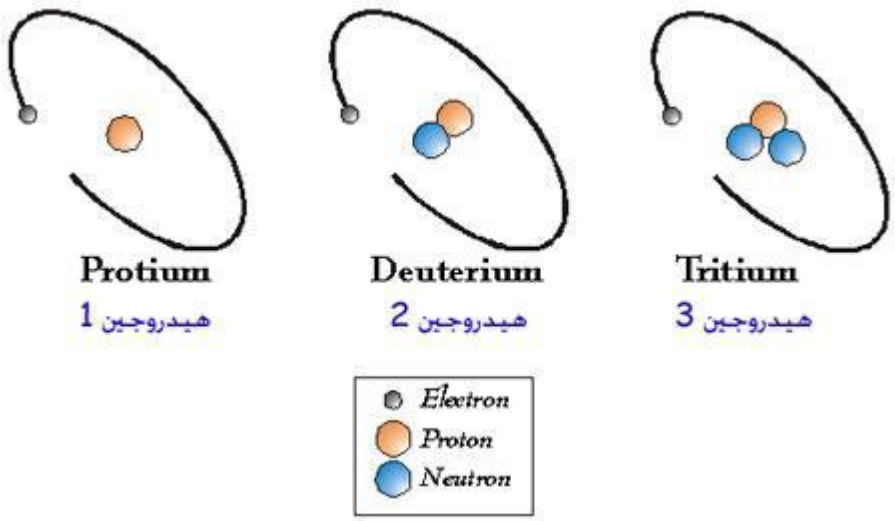
2-7-1 الأيزوتونات (Isotones):

وهي عناصر مختلفة لها نفس عدد النيترونات و تختلف في العدد A و Z, ومن أمثلتها [3]:

$^{23}_{11}Na_{12}$,$^{24}_{12}Mg_{12}$ وكذلك $^{85}_{40}Zr_{45}$, $^{83}_{38}Sr_{45}$

3-7-1 الأيزومرات(Isomers):

وهي أنوية لها نفس العدد الذري وعدد الكتلة (أي أن لها نفس العدد من النيترونات أيضا) ولكنها تختلف في مقدار الطاقة الداخلية التي تحملها أو بعبارة أخرى أنها تشغل مستويات طاقة مختلفة. وبذلك فإن النواة التي تشع مستوى الطاقة الأعلى هي النواة غير المستقرة. وفي ترميزها النووي يضاف الحرف الصغير m بجانب عدد الكتلة إلى جهة اليمين [3].



الشكل(1-2): رسم توضيحي يمثل مختلف نظائر الهيدروجين [5].

1-8 تعريف العنصر المشع:

يعرف العنصر المشع بأنه عنصر يحتوي على نواة غير مستقرة تضمحل بإنبعاث جسيمات نووية (ألفا – بيتا – غاما) لتصل إلى حالة الاستقرار [3].
يوجد نوعان من العناصر المشعة:

1-8-1 عناصر مشعة طبيعية:

توجد هذه العناصر في القشرة الأرضية وتشمل كل المواد التي تحمل عدد ذري أكبر من 83، وتنتمي هذه المواد إلى السلاسل طويلة العمر ومن أهم هذه السلاسل سلسلة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ وسلسلة الثوريوم $^{234}_{90}Th$ ، بالإضافة إلى البوتاسيوم ^{40}K الذي يوجد في القشرة الأرضية بنسبة 0.0117% من البوتاسيوم المستقر ^{39}K [1].

1-8-2 العناصر المشعة المصنعة:

لقد تم في السنوات القليلة الماضية صنع مئات العناصر المشعة وذلك بواسطة قذف عناصر غير مشعة بواسطة قذائف مختلفة مثل النيترون أو البروتون لتتحول إلى عنصر مشع يستخدم في أغراض مختلفة مثل الطب والصناعة والزراعة وفي الحروب. ومن أمثلتها [5]:

(الروبيديوم) $_{81}Ru$, (الإنديوم) $_{111}In$, (اليود) $_{123}I$, (الثاليوم) $_{201}Th$, (الجاليوم) $_{67}Ga$,
(السيزيوم) $_{134}Cs$, (الفلور) $_{18}F$, (النيتروجين) $_{15}N$,

1-9 سلاسل التفككات النووية :

تتميز جميع النوى ذات العدد الذري الأكبر من (82) بالنشاط الإشعاعي . و يرجع السبب في ذلك إلى زيادة عدد البروتونات في النواة، مما يجعل قوى التنافر الكهروساكن ة كبيرة. و يؤدي هذا التنافر إلى تفكك بعض النوى مع إصدار جسيمات ألفا، و نتيجة لإصدار هذه الجسيمات تزداد نسبة النيترونات إلى البروتونات في النوى الوليدة، مما يؤدي إلى تفككها مع إصدار جسيمات بيتا، فتصل النسبة إلى نسبة الاستقرار، و لكنها تكون غير مستقرة بالنسبة لإصدار جسيمات ألفا و هكذا، تستمر السلسلة إلى أن تصل في النهاية إلى نواة غالبا ما تكون هي نواة الرصاص و توجد في الطبيعة ثلاث مجموعات تعرف بالسلاسل النووية الطبيعية وهي سلسلة الثوريوم، و سلسلة اليورانيوم، و سلسلة الاكتينيوم، وهناك سلسلة رابعة هي سلسلة النبتونيوم و لكنها لا توجد في الطبيعة حاليا، حيث إن العمر النصفي لأطول عناصرها هو $2.2 \times 10^{6}\text{yers}$ [a].

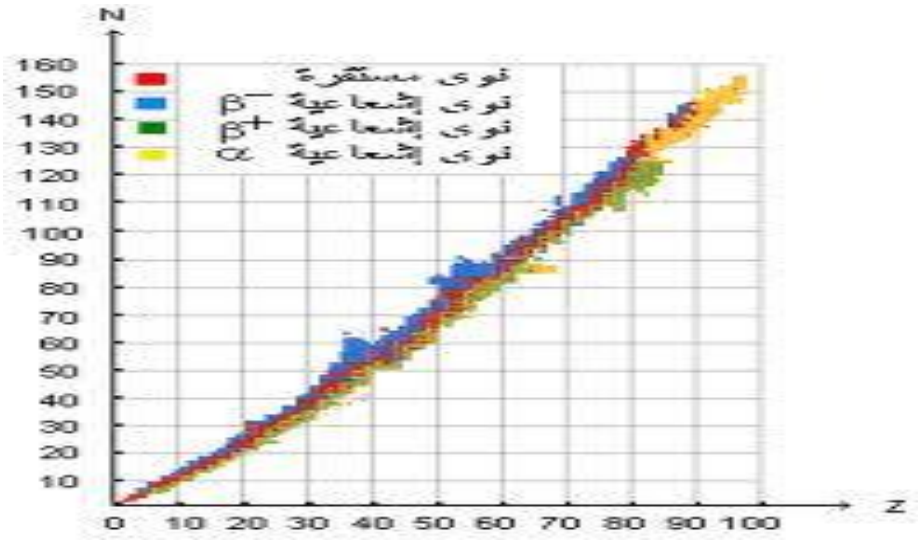
و هذا اصغر بكثير من عمر الكون الذي يقدر بحوالي ($(4 - 5) \times 10^{9}\text{yers}$)، اي انها تحولت الى نوى مستقرة هي نوى البسموت منذ مئات الملايين من السنين [1].

اسم السلسلة	النواة النهائية المستقرة للمجموعة	نصف عمر النواة الأطول عمرا في السلسلة (Years)
الثوريوم	الرصاص- 208	الثوريوم-232، 1.39×10^{10}
اليورانيوم راديوم	الرصاص-206	اليورانيوم238، 1.47×10^{10}
الاكتنيوم	الرصاص- 207	اليورانيوم235، 8.12×10^{10}
النبتونيوم	.....	.....

الجدول(1-1):بعض أهم خصائص هذه السلاسل، و المعروفة أحيانا بسلاسل التفكك للعناصر الثقيلة [2].

1-10 استقرار النواة :

يوجد في أنوية العناصر الخفيفة الثابتة عدد متساوي تقريبا من البروتونات والنيترونات، إلا أنه بإزدياد كتلة العنصر تزداد نسبة النيترونات إلى البروتونات، وتظهر هذه الحقائق في الشكل (1-3) [7].



شكل (1-3):حزام الثبات الذي يوضح العلاقة بين عدد النيوترونات والبروتونات [5].

نلاحظ في هذا الشكل أن النقط الواقعة على المنطقة المتعرجة أو حزام الثبات تمثل نظائر ثابتة، أما النقط التي تقع خارج هذه المنطقة فتمثل عناصر مشعة، فإذا كانت نسبة N/Z للنواة عالية جدا يقال أنها غنية بالنيترونات، لذلك يجب أن تمر بانحلال (تفكك) الإشعاعي بالأسلوب الذي تقلل فيه نسبة النيترونات إلى البروتونات لتصل إلى قيمة قريبة جدا من قيمة الاستقرار (N/Z = 1) في هذه الحالة يجب على النواة أن تقلل من قيمة N وتزيد من قيمة Z ، إذ يمكن عمل ذلك بتحويل النيترونات إلى بروتونات وذلك بانبعاث جسيمات β^-. أما إذا كانت N/Z صغيرة جدا للاستقرار حدث انحلال للنشاط الإشعاعي الذي يقلل من قيمة Z ويزيد من قيمة N بتحويل البروتونات إلى نيترونات وذلك بانبعاث بوزيترون β^+ أو امتصاص النواة للإلكترون المداري. ونلاحظ أن جميع الأنوية تكون غير مستقرة تجاه انحلال النشاط الإشعاعي بانبعاث جسيمات ألفا في حين أن يكون بعضها غير مستقر أيضا تجاه انحلال بيتا [2].

أي يمكن تقسيم المنحنى إلى ثلاث مناطق:

1- الأنوية التي لها Z = 20 هنا تكون النسبة N/Z للأنوية المستقرة مساوية للقيمة 1 أو 1.1 .

2- الأنوية التي لها Z = 20-83 تزداد النسبة N/Z للأنوية المستقرة لتصل للقيمة 1.5 أي أننا في هذه الحالة نحتاج إلى عدد أكبر من النيترونات لزيادة القوى النووية الجذب حتى تتغلب على قوى التنافر الكولومية التي تنشأ نتيجة للعدد الكبير من البروتونات [3].

3-الأنوية التي لها Z > 83 هنا تزداد قوى التنافر الكولومية بين البروتونات بحيث يستحيل الحصول على أنوية ثابتة للعناصر ذات العدد الأكبر من 83 [3].

11-1 قانون التفكك الإشعاعي:

عند ملاحظة التفكك الإشعاعي للعناصر المشعة وجد أن معدل التفكك في وحدة الزمن يتناسب مع العدد الكلي للذرات المشعة الموجودة. وعلى ذلك فإن ΔN عدد الذرات التي تتفكك في زمن قدره Δt يتناسب مع

عدد الذرات المشعة N الموجودة عند الزمن t أي أن:

$$-\Delta N/\Delta t \; \alpha \; N$$
$$-\Delta N/\Delta t = \text{Const.} \times N$$
$$-\Delta N/\Delta t = \lambda N \qquad (2\text{-}1)$$

حيث : λ ثابت التناسب ويسمى ثابت التفكك الإشعاعي وهو خاص بكل عنصر وتختلف قيمته من عمر لآخر, وبإعادة ترتيب المعادلة نجد أن:

$$\Delta N/N = -\lambda \Delta t$$

و بالتكامل:

$$\int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = -\lambda \int_0^t dt$$

نجد:

بالتعويض نجد:

$$\ln N - \ln N_0 = -\lambda t$$
$$\ln (N/N_0) = -\lambda t$$
$$N/N_0 = e^{-\lambda t}$$
$$N = N_0 e^{-\lambda t} \qquad (3\text{-}1)$$

حيث: $N(t)$ هو عد النوى النشطة المتبقية دون تفكك حتى اللحظة t, وتعرف هذه العلاقة بقانون التفكك الإشعاعي، وتعرف الكمية λ بثابت التفكك [1].

1- 12 عمر النصف $T_{1/2}$ و تعيين ثابت التفكك λعمليا:

1-12-1 عمر النصف التفكك $T_{1/2}$:

يعرف عمر النصف بأنه الزمن اللازم لتفكك نصف الذرات المشعة الموجودة أي عندما يكون الزمن $t = T_{1/2}$ فإن فترة عمر النصف هي عبارة عن قيمة ثابتة لكل عنصر وتستعمل للتعرف على النظائر المشعة [8].

$$N = 1/2 N_0$$
$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$
$$N_0/2 = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}$$
$$1/2 = e^{-\lambda T_{1/2}}$$
$$1/2 = e^{-\lambda T_{1/2}}$$
$$\ln 2 = \lambda T_{1/2}$$
$$T_{1/2} = \ln 2/\lambda = 0.693/\lambda \qquad (4\text{-}1)$$

2-12-1 ثابت التفكك الإشعاعي :

يعرف المعامل λ بثابت التفكك الإشعاعي و هو عبارة عن احتمال تفكك نواة واحدة معينة في ثانية واحدة, و وحدة قياس هذا المعامل هي مقلوب الثانية (S^{-1}) حيث إنها تعبر عن احتمال تفكك النواة في الثانية كلما كانت λ كبيرة كلما كان معدل التفكك اكبر [8].

13-1 التأريخ بالكربون المشع:

هي عملية تستخدم لتحديد عمر الشيء القديم عن طريق قياس محتواه من الكربون المشع، و قد طور هذا الأسلوب الكيميائي ويلايرد ليبي في أواخر أربعينيات القرن العشرين، وقد استخدم علماء الآثار والجيولوجيا طريقة ليبي ليعرفوا كثيرا عن الحياة الإنسان ما قبل التاريخ و حيواناته و نباتاته منذ 50000 سنة.

و ذرات الكربون مثل جميع الكائنات المشعة تنحل (تتفكك بإطلاق جسيمات) بمعدل دقيق و منتظم و تختلف نصف كمية الكربون المشع بعد نحو 5700 سنة و معنى هذا إن الكربون المشع له نصف عمر يعادل تلك الفترة ويبقى ربع الكمية الأصلية من الك ربون المشع بعد 11400 سنة، و بعد 5700 عام أخرى يبقى ثمن، وهكذا يضمحل الكربون المشع في أنسجة الكائن باستمرار مادام الكائن يعيش و بعد أن يموت الكائن، لا يتناول الغذاء أو الهواء و بالتالي لا يمتص الكربون المشع. و يستمر الكربون المشع الموجود فعلا في الجسم في النقصان بمعدل ثابت، و يساعد هذا الانحلال الثابت، الذي يسير بمعدل معروف (نصف عمر 5700 سنة), العلماء على تحديد عمر الشيء.

و في إحدى طرق تحديد العمر بالكربون المشع، يحرق العلماء قطعة من الجسم قيد الدراسة و يحولونها إلى غاز ثاني أكسيد الكربون. و ينقى غاز ثاني أكسيد الكربون، و تقاس كمية الكربون المشع في ثاني أكسيد الكربون النقي بعدادات الإشعاع، و تكتشف هذه الأجهزة الالكترونات التي تطلقها ذرات الكربون المشع، و تتحول ثانية إلى ذرات نيتروجين. و يشير عدد الالكترونات المنبعثة إلى محتوى الكربون المشع [8].

14-1 النشاط الإشعاعي (Radioactivity):

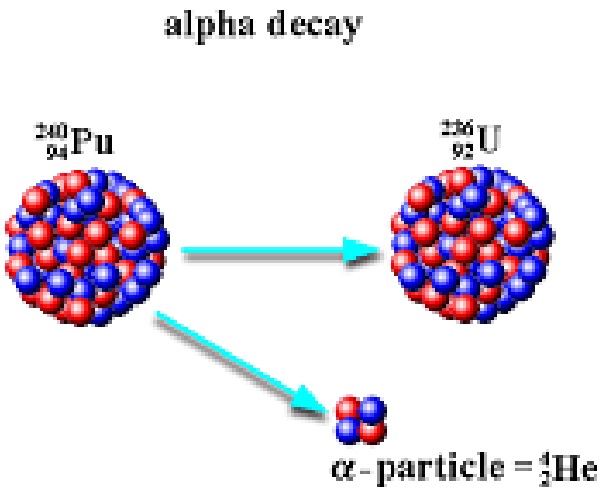
يتميز العديد من النظائر سواء الطبيعية أو الصناعية بخاصية النشاط الإشعاعي، وهي عبارة عن تفكك (اضمحلال) نواة النظير تلقائيا إلى نواة أصغر بإصدار جسيمات نووية مثل جسيمات ألفا أو بيتا أو إشعاعات غاما، وتعرف هذه النظائر بالنظائر المشعة تميزا لها عن تلك النظائر المستقرة والتي لا تتعرض للتفكك (Decay) ولا تعتمد عملية التفكك على أي من الظروف الطبيعية مثل: الحرارة والرطوبة والضغط، كما أنها لا تعتمد أيضا على الظروف الكيميائية مثل: نوع المركب الكيميائي أو حالة النظير صلبة أو سائلة أو غازية [1].

15-1 التفكك بواسطة ألفا (α-Decay) :

إن النوى الثقيلة (أثقل من الرصاص) تكون قيمة الترابط للنيكل يين فيها ضعيفة، لذلك فإنها تعتبر غير مستقرة فتلجأ إلى أن تتفكك إلى أنوية أخف وأكثر استقرارا.

فمثلا: تتفكك نواة اليورانيوم $^{238}_{92}U$ إلى نواة الثوريوم $^{234}_{90}Th$ الأخف وينطلق نتيجة لذلك جسيم ألفا، كما هو موضح في الشكل (1-4)، يمثل هذا التفكك بالمعادلة [2].

$$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + ^{4}_{2}He \qquad (5\text{-}1)$$



الشكل(1-4): رسم توضيحي يوضح الإشعاع ألفا [9].

$$(^{238}_{92}U \longrightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}H)$$

وقد وجد أن جسيمات ألفا الصادرة من نظير معين لها تقريبا نفس الطاقة إذا كان النظير ينتقل من الحالة المثارة (Exited State) إلى الحالة المستقرة (Ground State) مباشرة أو تكون جسيمات ألفا الصادرة من نظير معين لها أكثر من طاقة وذلك لانتقال النظير من الحالة المستقرة إلى حالة غير مستقرة أخرى قبل الوصول لحالة الاستقرار حيث ينبعث فرق الطاقة في صورة أشعة غاما لكي تصل النواة إلى حالة الاستقرار وعند انبعاث جسيمات ألفا يقل العدد ال كتلي للعنصر بأربعة ويقل العدد الذري بإثنين، ويمكن حساب طاقة جسيمات ألفا المنبعثة كالتالي [1].

$$E_{\alpha}=[M_p - M_d - M_{\alpha}] \times C^2 \qquad (6\text{-}1)$$

حيث أن:

M_p: كتلة النواة الأم.

M_d:كتلة النواة الوليدة.

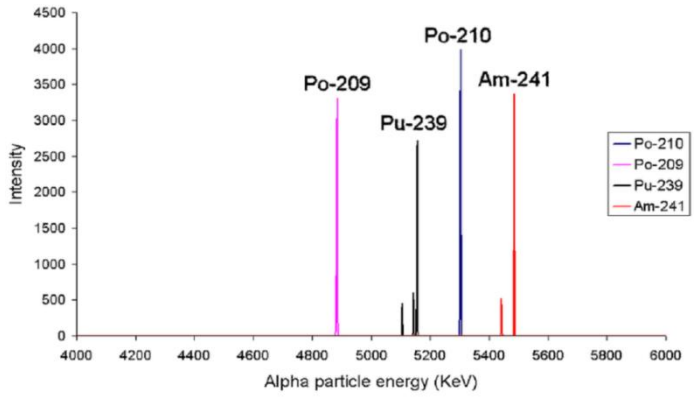
M_{α}: كتلة جسيم ألفا.

C: سرعة الضوء.

1-15-1 طيف طاقة ألفا:

بما أن الناتج عن انحلال ألفا هو نواة جسيم واحدة و طاقة جسيم ألفا واحدة دائما فعند تحليل جسيمات ألفا في

مقياس ألفا الطيفي فنلاحظ مجموعة الطاقة الأساسية التي تتمتع بأكثر شدة و أخرى من الجسيمات ألفا طاقات أقل، و كل منها تنتمي لقيمة الطاقة خاصة بها، و إن طيف ألفا الطاقي هو طيف خطي و ينتج نتيجة لتحول الداخلي ولجسيمات ألفا ذات الطاقة الأقل مدى للمجموعة الأساسية في المادة و تسمي بجسيمات القصيرة المدى التي تنبعث حين تكون النواة الناتجة في الحالة المثارة [1].



الشكل (1-5): طيف الطاقة لجسيمات ألفا عبارة عن قيم محددة للطاقة [5].

1-15-2 خصائص أشعة ألفا:

* تسير ببطء (سرعتها تساوي عشر(1/10) من سرعة الضوء).
* لها قدرة كبيرة على تأين ذرات الوسط الذي تسير فيه (حيث يمكنها تكوين عشرات الأل وف من الأيونات في السنتيمتر الواحد).
* مدى أشعة ألفا في الهواء قصير يصل إلى بضع سنتيمترات (من 3cm إلى 5cm).
* يمكن إيقاف أشعة ألفا بواسطة ورقة أو رقائق الالمينيوم سمكها 1/1000 من البوصة.
* أثناء مرور دقائق ألفا بالمادة فإنها تحدث تصادمات غير مرنة مع إلكترونات جزيئات المادة مسببة الإثارة والتأين لذرات تلك المادة.
* تأخذ دقائق ألفا مسارا مستقيما وتفقد جزء قليل من طاقتها بفعل تلك التصادمات.
* جميع دقائق ألفا لها نفس المدى من الطاقة وتتراوح طاقتها ب ين (4 و 9 ميجا إلكترون فولت) وذلك لأن دقائق ألفا الصادرة من العنصر الواحد لها نفس الطاقة [6].

1-16 التفكك بواسطة بيتا (β-Decay):

لكي تكون نواة نظير معين مستقرة يجب أن تكون النسبة N/2 تتراوح بين واحد للنظائر الخفيفة وتزداد حتى تصل إلى واحد ونصف للنظائر الثقيلة. فإذا كانت النسبة بين عدد النيترونات والبروتونات تقع على منحنى الاستقرار كان النظير مستقرا. وبالنسبة لتفكك بيتا إذا كانت النسبة غير ذلك فإن النظير يكون نشط بالنسبة لتفكك بيتا. وينقسم تفكك بيتا إلى ثلاثة أنواع [1].

1-16-1 التفكك الإلكتروني (النيجاترون) (β^- Decay):

إذا قل عدد البروتونات عن عدد النيترونات فإن هذا يعني أن النواة تحاول أن تصل إلى حالة الإستقرار وذلك عن طريق تحول النيترون إلى بروتون كالتالي:

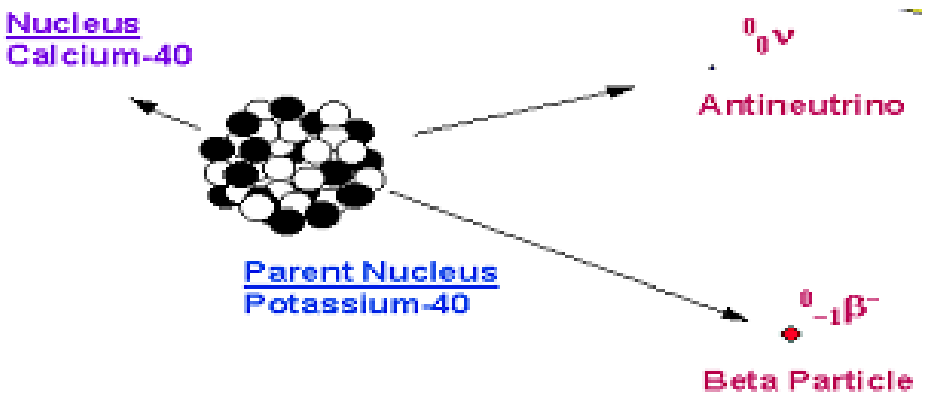
$$ {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{1}_{1}P + {}^{0}_{-1}e^{-} + \bar{\nu} \qquad (7\text{-}1) $$

ونتيجة لذلك ينطلق إلكترون سالب الشحنة خارج النواة بسرعة تساوي سرعة الضوء و ينطلق معه جسيم β^- أو النيجاترون، وعلى ذلك فإن النواة الوليدة يزداد عددها الذري Z بمقدار واحد عن النواة الأم أما العدد الكتلي فلا يتغير. وتخرج جسيمات بيتا من المادة المشعة بطاقات مختلفة ولكنها مميزة بمقدار معين وهو الطاقة العظمى و يحدث التفكك الالكتروني وفق العادلة التالية [1].

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^{-} + \bar{\nu} \qquad (8\text{-}1) $$

حيث أن الطاقة المحررة من التفاعل هي:

$$ E_{\beta-} = (M_X + M_Y)C^2 \qquad (9\text{-}1) $$



الشكل (1-6): تحلل النظير وتولد جسيمات بيتا السالب [5].

2-16-1 التفكك البوزيتروني (Positron Decay) (β^+) :

إذا قل عدد النيترونات عن عدد البروتونات فإن النواة تحاول أن تستقر عن طريق تحول أحد البروتونات إلى نيترون وينطلق نتيجة لهذا التحول جسيم موجب الشحنة يعرف باسم البوزيترون.

$$ {}^{1}_{1}P \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e^{+} + \nu \qquad (10\text{-}1) $$

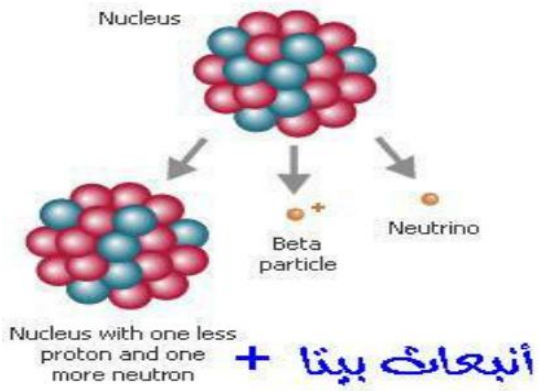
وعند خروج البوزيترون من النواة يفقد طاقته وذلك باصطدامه بالذرات الأخرى وحينئذ يتحد مع أحد الإلكترونات خارج النواة ويتحول الاثنان إلى أشعة غاما (فوتونين متساويين في الطاقة وطاقة كل منهما تساوي 0.511Mev) [1].

ويحدث التفكك البوزيتروني وفق المعادلة التالية:

$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e^{+} + \nu \qquad (11\text{-}1) $$

ويمكن حساب الطاقة المحررة لهذا التفاعل بالعلاقة التالية:

$$ E_{\beta+} = (M_X - M_Y - 2m_e)C^2 \qquad (12\text{-}1) $$



الشكل (1-7): تحلل النظير وتولد جسيمات بيتا الموجب [5].

1-16-3 الأسرالإلكتروني (Electron Capture) (EC) :

عندما يكون النظير غني بالبروتونات ولكن الطاقة الناتجة عن تحويل بروتون إلى نيترون أقل من (1.022 Mev) فلا يمكن حدوث تفكك بوزيتروني ولكن تأسر نواة أحد الإلكترونات الذرية في المدار الأول ثم يتحد مع أحد البروتونات داخل النواة فيتحول هذا البروتون إلى نيترون دون إنطلاق أي جسيمات بيتا خارج النواة.

$$ {}^{1}_{1}P + {}^{0}_{-1}e \longrightarrow {}^{1}_{0}n + \nu \qquad (13\text{-}1) $$

حيث أن الطاقة المحررة من التفاعل هي:

$$ E_C = (M_X + M_Y)C^2 \qquad (14\text{-}1) $$

وأقرب إلكترون للنواة هو الإلكترون الذي في المدار K ولهذا يطلق عليه الأسر (K-K Capture) ، وينزل الإلكترون في المدار الأعلى ليملأ فراغ هذا الإلكترون. وهكذا حتى تصل إلى المدار الأخير. وتخرج أشعة نتيجة لترتيب الإلكترونات في المدارات هي أشعة إكس (x-ray) ويمكن الإستدلال على الأسر الإلكتروني في النظائر بواسطة أشعة إكس الناتجة [1].

4-16-1 خصائص الإشعاع بيتا (β-Decay):

*أشعة بيتا عبارة عن إلكترون ذو شحنة سالبة ينبعث من النواة غير المستقرة نتيجة لتحول النيترونات إلى بروتونات.
* تسير بسرعة تساوي تقريبا سرعة الضوء.
* تنبعث دقائق بيتا بطاقات مختلفة تأخذ قيما تتراوح بين الصفر إلى أعلى قيمة لها وتعتبر سرعتها صفة خاصة للعنصر المشع.
* تفقد دقائق بيتا معظم طاقتها عند مرورها من خلال المادة نتيجة التصادمات غير المرنة من إلكترونات تلك المادة، ونتيجة لذلك يكون مسار دقائق بيتا أكبر بكثير من مدى (مسار) اختراق دقائق ألفا لهذه المادة.
* يختلف مدى أشعة بيتا في الهواء حسب طاقتها، حيث يبدأ من بضعة سنتيمترات إلى متر تقريبا.
* يمكن إيقاف أشعة بيتا تماما بواسطة ورق سميك أو لوح من الزجاج أو من المعدن.
* يعتمد امتصاص أشعة بيتا على طاقتها.
* لها قدرة على تأيين الهواء ولكنها أقل بكثير من قدرة أشعة (جسيمات) ألفا على تأيين الهواء وذلك لصغر وزنها الذي يتراوح (1/1838 a.m.u) من ذرة الهيدروجين وشحنتها تساوي الوحدة [1].

17-1 التفكك بواسطة أشعة غاما $(\gamma - decay)$:

رأينا فيما سبق أن إنبعاث جسيمات ألفا أو بيتا يعطي نواة الإبنة في حالة غي ر مستقرة وعلى هذا فإن النواة تفقد طاقة مساوية لفرق الطاقة بين الحالة المستقرة والح الة الغير المستقرة. وهذه الطاقة تفقد على هيئة أشعة ذات طول موجي قصير تسمى أشعة غاما [2].
ويوجد نوعان من التحلل (التفكك):

1-17-1 التفكك البسيط:

وفيه تشع جسيمات ألفا أو بيتا ذات طاقة واحدة ويصاحبها إنبعاث لأشعة غاما ذات طاقة واحدة أيضا , مثل تفكك الذهب [2].

2-17-1 التفكك المركب:

وفيه يشع العنصر أكثر من جسيمات بيتا أو ألفا ذات طاقات مختلفة وهذا يؤدي إلى أكثر من حالة لعدم إستقرار النواة الإبنة وهذا يحتاج إلى إنبعاث أكثر من أشعة غاما بطاقات مختلفة لكي تصل إلى حالة الإستقرار, مثل تفكك اليود [2].

3-17-1 التفكك بالتنشيط:

كل النظائر الموجودة في الطبيعة لا تتفكك تلقائيا إلا بالطرق السابقة إنبعاث (ألفا أو بيتا أو غاما)، لكن

بعض النظائر المصنعة من العناصر الإنتقالية وجد أنها تنشطر تلقائيا (أي أن النواة تنقسم إلى جزيئين) مثال ذلك [2].

تحلل الكليفورنيوم $^{252}_{98}Cf$ حيث يتحلل وينبعث منه نيترونات ولذلك يستخدم كمصدر للنيترونات وأيضا اليورانيوم $^{235}_{92}U$ و كذلك البريليوم $^{9}_{4}Be$:

$$^{252}_{98}Cf \longrightarrow {}^{140}_{54}Xe + {}^{108}_{44}Ru + 4n + Energy$$

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow \text{Fission Products} + 25\ {}^{1}_{0}n + Energy$$

$$^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}\alpha \longrightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$$

1-17-4 خصائص أشعة غاما:

كما ذكرنا سابقا تنبعث أشعة غاما من النوى المشعة على شكل حزمات من الطاقة تدعى الفوتونات وعادة يصاحب إطلاق جسيمات بيتا في نفس المستوى وتكون لها طاقات في نفس المجال .
أن أشعة غاما تبلغ عدة آلاف من الإلكترون فولت إلى بضعة ملاين، ولكنها مخالفة لجسيمات بيتا التي تبطئ عند فقدها الطاقة وينتهي الأمر بارتباطهما بالذرة بينما تسير أشعة غاما بكافة طاقتها بسرعة الضوء أن أشعة غاما تفقد الطاقة خلال الالتقاء التصادفي الذي ينتج عن قذف الإلكترونات من النواة وهي قد تفقد جميع طاقتها أو جزء منها خلال الإلتقاء وإذا ما تم فقد جزء من الطاقة فإن الباقي يستمر في السير خلال الفضاء بسرعة الضوء بصفة فوتونات ذات طاقة أقل وكلما زادت طاقة فوتونات غاما زادت طاقة الإلكترونات المتحركة والإلكترونات التي تم إنتقال الطاقة لها من قبل فوتونات أشعة غاما تولد التلف في الوسط (بواسطة تأين وتهيج الذرات) ومتى ما تحرر الإلكترون بواسطة الفوتون فإن الحدث الذي يلي ذلك يعتمد فقط على خواص الإلكترون وليس على فوتون غاما الذي حرره. وأشعة غاما لا تملك كتلة لأنها فوتونات، لذلك فإن انبعاثها لا يؤثر على العدد الكتلي أو العدد الذري [1].

الفصل الثاني

الكشافات
الوميضية النووية

1-2 مقدمة:

تتطلب جميع القياسات النووية (سواء في مختبرات البحوث أو المحطات النووية أو القياسات الخاصة بالوقاية من أخطار الإشعاعات المؤينة أو غيرها) توفر الأجهزة الخاصة بالكشف عن الأنواع المختلفة من الإشعاعات النووية وتسجيلها، وتعرف هذه الأجهزة بكواشف الإشعاعات. وتستخدم هذه الكواشف عموما, لتحديد نوع الإشعاعات وقياس كمياتها وتحديد طاقتها. وتسمى المواد التي تتأثر بالإشعاع بشكل يمكن معه الإستفادة من الأثر الناتج (كواشف الإشعاعية). فعندما تتفاعل الأشعة على إختلاف أنواعها سواء ان كانت جسيمات مشحونة أم جسيمات غير مشحونة مثل النيترونات ، أو حتى الأشعة الكهرومغناطيسية مع الكاشف, فإن الحصيلة النهائية لتبادل التأثير بالنسبة لأغلب أنواع الكواشف هي تشكل كمية من الشحنات الكهربائية ضمن مادة الكشف التي تتجمع عند قطب معاكس [11] .

وهناك أنواع أخرى من الكواشف تعتمد في عملها على حدوث بعض التغيرات الكيميائية في مادتها. وبقياس هذه التغيرات الناتجة يمكن الكشف عن كمية الإشعاعات. وتتميز مثل هذه الأنواع من الكواشف بحساسية ضعيفة. لذلك، فإنها تستخدم إلا في المجالات الإشعاعية شديدة الكثافة مثل كواشف قياس جرعات الإشعاعية للمنتجات المعالجة بالإشعاع والأغذية. يتوقف نوع الكاشف المستخدم على عدة عوامل أهمها[v]:

- نوع الجسيمات أو الإشعاعات المطلوب الكشف عنها (جسيمات مشحونة ثقيلة أو الإلكترونات أو أشعة سينية أو إشعاعات جاما أو نيترونات).
- طاقة هذه الإشعاعات.
- شدة الإشعاعات أو كثافة تدفقها.
- طبيعة المكان الذي سيوضع فيه الكاشف المعين.

ويقوم مبدأ الكشف عن الإشعاعات في كثير من الكواشف على إستخدام ظاهرة تأين أو إثارة الإشعاعات لذرات أو جزيئات مادة الكاشف عند المرور فيها. ولا تعتمد هذه الظاهرة على نوع الإشعاعات أو طاقتها فقط وإنما تعتمد على نوع المادة [11].

2-2 مبدأ الكشف:

يعد كشف الأشعة المؤينة بإستعمال ومضان الضوء الناتج عن مواد معينة من أقدم الطرائق المسجلة، و هي أيضا إحدى الطرائق الأكثر فعالية في الكشف و المطيافية لشريحة واسعة من الأشعة [10].

تعمل الكواشف الوميضية على مبدأ الإثارة، فعندما تعبر الأشعة الكاشف تثير ذرات الوسط إلى سويات طاقية أعلى، وبعودتها إلى حالتها الطاقية الأساسية تصدر فوتونات تقع أطوالها الموجية في مجال الضوء المرئي، ويتناسب عدد الفوتونات الضوئية مع طاقة الإشعاع المودعة في الكاشف. يمكن تحويل تلك الإصدارات الضوئية إلى نبضات كهربائية بوساطة ما يسمى المهبط الضوئي وأنبوب المضاعف الفوتوني الذي يعمل على تضخيم الإشارة الكهربائية. وتتناسب سعة نبضة الخرج طرداً مع طاقة الأشعة المودعة في الكاشف؛ وبذلك يمكن إستخدام هذا النوع من الكواشف في تطبيقات قياس طاقة الإشعاع للتمييز بين الإشعاعات المختلفة [13].

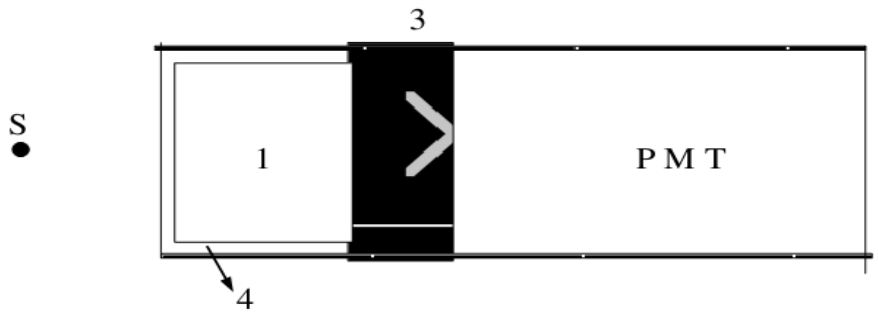
تستخدم الومضات اللاعضوية لكشف جميع أنواع الأشعة حيث يستخدم الوامض المصنوع من اليوديد و ومضان كبريت التوتياء للكشف عن جسيمات ألفا والصوديوم في الكشف عن أشعة غاما ووامض الأنتراسين لكشف جسيمات بيتا وقد مكنت سهولة صنع الكواشف الومضانية بأشكال هندسية مختلفة و بحجوم كبيرة و بكلفة منخفضة مما جعلها واسعة الانتشار في تطبيقات كشف التلوث وقياسه، إضافة إلى استخداماتها في التطبيقات الطبية [13].

3-2 مكونات الكاشف الوميضي:

يتكون الكاشف الوميضي من عدة أجزاء أساسية هي : المادة الوميضية و أنبوب توصيل الضوء و العاكس الضوئي و أنبوب التضاعف الفوتوني و عند سقوط الإشعاعات أو الجسيمات النووية على المادة تصدر هذه المادة ومضة ضوئية . وتنتقل الومضة الضوئية عبر أنبوب توصيل الضوء إلى المهبط الضوئي (الكاثود) لأنبوب التضاعف الفوتوني [1].

أما دور العاكس الضوئي فهو يقوم بعكس الضوء الواقع عليه و إعادته إلى المهبط الضوئي للأنبوب حتى لا يضيع جزئ من الضوء الناتج عن الجسيم و عند سقوط الضوء على المهبط تنطلق منه إلكترونات تبعا لظاهرة الإنبعاث الكهروضوئي, ثم يتضاعف عدد الإلكترونات تضاعفا فائقا داخل الأنبوب المضاعف الفوتوني. و تصل الإلكترونات في النهاية إلى مجمع (أنود) أنبوب التضاعف منتجتا بذالك نبضة كهربائية على مخرج الأنبوب. و هكذا يمكن تلخيص عملية الكشف بإستخدام الكواشف الوميضية في ستة مراحل كالآتي [1]:

- إمتصاص طاقة الجسيم النووي داخل المادة الوميضية مما يؤدي إلى إثارة أو تأين هذه المادة .
- تحول الطاقة الممتصة في المادة إلى ضوء خلال العملية الوميضية .
- إنتقال الفوتونات الضوئية إلى المهبط الضوئي لأنبوب التضاعف .
- إمتصاص المهبط لطاقة الفوتونات الضوئية و إنبعاث الإلكترونات منه.
- تضاعف عدد الإلكترونات داخل أنبوب التضاعف الفوتوني .
- تجميع هذه الإلكترونات عند مصعد الأنبوب وتكون شحنة كهربائية كبيرة.



الشكل (2-1): الكاشف الوميضي [1].

1-المادة الوميضية 2- أنبوب توصيل الضوء PMT : أنبوب التضاعف
3- الغلاف الخارجي 4- العاكس الضوئي S: المصدر المشع

و ترتبط الشحنة الكهربائية Q المتجهة على أنود الأنبوب بطاقة الجسيم الساقط E بالعلاقة التالية [1]:

$$Q=eMn_{ph} = e\ MC\ T\ F\ S\ E \qquad (1\text{-}2)$$

حيث e شحنة الإلكترون , M معامل التضاعف في الأنبوب , n_{ph} عدد الإلكترونات الصادرة من المهبط الضوئي, C هي كفاءة المادة الوميضية (أي نسبة الفوتونات الضوئية التي تخرج منها إلى الفوتونات المتكونة), F هي نسبة شفافية أنبوب التوصيل, S حساسية المهبط الضوئي (أي عدد الالكترونات الصادرة منه لكل إلكترون فولت من طاقة الفوتونات الساقطة). و تعتبر جميع المعاملات ثابتة للكاشف الواحد عند الجهد الواحد. لذلك يتضح أن الشحنة الكهربية المتكونة على مخرج أنبوب التضاعف تتناسب طرديا مع طاقة الجسيم الساقط [1].

4-2 أنواع المواد الوميضية :

يستخدم في الوقت الحالي العديد من المواد الوميضية. وتختلف خصائص هذه المواد إختلافا كبيرا. و يجب أن تتوفر في المواد الوميضية الجيدة الخصائص التالية :

- كفاءة عالية في تحويل طاقة الجسيم النووي إلى طاقة ضوئية .
- شفافية تامة للمادة بالنسبة للإشعاعات الصادرة منها .
- صغر زمن التفكك.

اسم المادة الوميضية	كثافتها ($غم/سم^3$)	طول موجة الضوء المنبعث (انجستروم)	زمن التفكك بالثانية τ
بللورة الأنثراسين (مادة عضوية)	1.25	4400	$10x2.7^{-8}$
بللورة الاستيلبين(مادة عضوية)	1.15	4100	$10x5-3^{-9}$
يوديد صوديوم مزود بالتاليوم NaI(Tl)	3.67	4100	$10x2.5^{-7}$
كبريتيد خارصين مزود بالفضة Zn S(Ag)	4.10	4500	10^{-5}

الجدول (2-1): خصائص بعض المواد الوميضية [1].

و بمجرد دخول الإشعاعات النووية إلى المادة الوميضية تثار المادة و تبدأ في إصدار الفوتونات الضوئية . و يتغير عدد الفوتونات من الزمن طبقا للعلاقة التالية :

$$n = n_0(1 - e^{-t}) \qquad (2\text{-}2)$$

حيث: n عدد الفوتونات الصادرة بعد زمن مقداره t من دخول الإشعاعات النووية.

n_0 : العدد الكلي للفوتونات الصادرة .

τ: فهو عبارة عن الزمن اللازم لإصدار $(1 - e^{-t})$ من الفوتونات أي 63% منها , و يعرف هذا الزمن بإسم زمن التفكك .

أما الخصائص الأخرى للمادة الوميضية كالكثافة و الشكل و الحجم و حالة المادة تختلف بإختلاف الغرض من الكاشف و الجسيمات النووية و طاقتها .

و توضع المادة عادة داخل حافظة محكمة القفل, و ذلك لحمايتها من الصدمات و منع الضوء إليها و منعها من التميع بواسطة الرطوبة الجوية. و تغطى المادة الوميضية (من جميع الجوانب عدا الجانب المتصل بالأنبوب الضوئي) بطبقة رقيقة من أكسيد المغنزيوم (MgO) تعمل كعاكس للضوء. أما الجوانب المتصل بالأنبوب الضوئي فيغط ى بطبقة متجانسة السمك من الزجاج النقي, و ذلك لوصول الضوء إلى المهبط الضوئي. و عند إستخدام المادة الوميضية للكشف عن الجسيمات المشحونة الثقيلة أو الجسيمات بيتا يجب عمل نافذة في الحافظة من ورقة رقيقة من الألمنيوم , و ذلك لمنع وصول الضوء من الخارج, وفي الوقت نفسه للسماح بمرور هذه الجسيمات [1].

5-2 القدرة التحليلية للطاقة الزمن للكواشف الوميضية:

عند ثبوت الجهد في أنبوب التضاعف عند قيمة معينة تكون قيمة معامل التضاعف ثابتة. و عندئذ يجب أن يتناسب إتساع نبضة التيار (أي القيمة القصوى للتيار) مع طاقة الجسيم النووي تناسبا طرديا, و مع ذلك فإنه يلاحظ أن إتساع نبضة التيار الناتجة عن الأنود تختلف إختلافا طفيفا للجسيمات نفسها ذات الطاقة الواحدة. و يرجع هذا الاختلاف الطفيف في القيمة القصوى للتيار و بالتالي في القيمة القصوى لجهد النبضة إلى الآتي :

1- إختلاف عدد الفوتونات التي تصل للمهبط الضوئي من المادة الوميضية بسبب إمتصاصها في المادة.
2- إختلاف التضاعف داخل الأنبوب اختلافا طفيفا و خاصة على الدينود الأول و ذلك لأن معامل الإنبعاث الثانوي يعتمد على زاوية سقوط الإلكترون على الدينود فضلا عن أن عملية الإنبعاث الثانوي تعتبر عملية إحصائية بحتة [1].

لذلك فأنه عند الكشف عن جسيمات ذات طاقة واحدة E يحدث توزيع في طاقتها مقداره ΔE, و يمكن إيجاد القدرة التحليلية r للكاشف الوميضي بالأسلوب نفسه المتبع للكواشف الأخرى, و هي:

$$r=(\Delta E /E)\times 100\% \qquad (3\text{-}2)$$

و تجدر الإشارة إلى أن زيادة القدرة التحليلية يعني إنخفاض قيمة r. فمثلا, إذا كانت r=0.25% فيقال إن هذا الجهاز ذو قدرة تحليلية عالية, و إما إذا كانت r=2.5% فيقال إن الجهاز ذو قدرة تحليلية أقل. و يمكن زيادة القدرة التحليلية للكواشف الوميضية و ذلك بإستخدام مادة وميضية عالية الشفافية , و توجد عناية خاصة إلى أنبوب توصيل الضوء, و عدم ترك أي فقاعات هوائية بين المادة الوميضية و أنبوب التوصيل الضوئي أو بين هذا الأنبوب و أنبوب التضاعف , حتى لا يتشتت الضوء على هذه الفقاعات, مما يؤدي إلى حدوث توزع كبير في عدد الفوتونات التي تصل المهبط. كذلك, فإنه لتقليل التوزع الناتج عن الأنبوب المضاعف الفوتوني, و بتالي لرفع تركيز الإلكترونات و زيادة حساسية المهبط الضوئي و زيادة معامل التضاعف لكل دينود على حدة, و خاصة الدينود الأول, حيث يكون عدد الإلكترونات مازال قليلا و إمكانية التوزع كبير. لذلك, فإنه يفضل إستخدام الجهود العالية التي تحقق معامل تضاعف كبير , بشرط ألا يتجاوز الجهد المطبق الحد الأقصى للجهد المسموح به على الأنبوب المعين لتلاشي حدوث شرارة كهربائية بين الدينودات, و

بالتالي تلف الأنبوب كله. كذلك, فإنه يفضل أن يكون فرق الجهد بين الدينود الأول و ما قبله أعلى بعدة مرات من فرق الجهد بين أي دينودين تاليين [1].

و تتراوح القدرة التحليلية, عموما, للكواشف الوميضية بين 2%, 20% وذلك تبعا لحجم المادة الوميضية, حيث تنخفض القدرة التحليلية للطاقة بزيادة حجم البلورة (المادة الوميضية) [1].

6-2 إستخدام الكواشف الوميضية:

تستخدم الكواشف الوميضية للكشف عن جميع أنواع الإشعاعات المؤينة و تسجيلها بالأسلوب النبضي و تحديد طاقاتها. و لهذا الغرض يستخدم كاشف وميضي مكون من مادة وميضية مناسبة للنوع المعين من الإشعاعات و أنبوب تضاعف الفوتوني. و يوصل مخرج الأنبوب و هو المجمع (الأنود), أو الدينود الأخير السابق مباشرة لمجمع بدارة إلكترونية تعرف بإسم التابع الباعثي أو المكبر الأولي (preamplifier). ويجب تجميع هذه الدارة على قاعدة الأنبوب مباشرة لمنع فقد نسبة من التيار عند سحبه لمس افات بعيدة. يتم تجميع دارة مقسمة الجهد (potential-divider), اللازم لتوزيع الجهد على الدينودات المختلفة على هذه القاعدة نفسها. و تؤخذ نبضات الجهد الخارجة من التابع الباعثي أو أنبوب التضاعف يمنع جهد عالي ذي إستقرارية عالية.

و تجدر الإشارة إلى أنه يؤخذ أحيانا مخرجان من أنبوب التضاعف, الأول من المجمع (الأنود), و يكون تياره سالبا نظرا لأنه ناتج عن وصول الإلكترونات السالبة للمجمع. و يؤخذ المخرج الآخر من أحد الدينودات الأخيرة و يكون تياره موجبا نظرا لأنه ناتج عن خروج الدينود السابق له. و يكون عادة جهد النبضة الموجبة من الدينود أصغر من جهد النبضة السالبة من المجمع [1].

1-6-2 إستخدام الكواشف الوميضية للكشف عن الجسيمات ألفا و الجسيمات المشحونة الثقيلة:

للكشف عن جسيمات ألفا و الجسيمات المشحونة الثقيلة بواسطة الكواشف الوميضية يفضل إستخدام بلورة وميضية من كبريتيد الخارصين المنشط بالفضة ZnS(Ag) . و تتميز هذه البلورة بكفاءة عالية لتحويل طاقة جسيمات ألفا و الجسيمات المشحونة الثقيلة الأخرى إلى طاقة ضوئية. و من الجانب الآخر فإن أهم عيوب هذه البلورة هو ضعف شفافيتها. إلاأنه نظرا لصغر مدى الجسيمات المشحونة الثقيلة ف إنه يستخدم سمك صغير من هذه المادة (حوالي 1mm) مما يجعل ضعف الشفافية غير ذي أهمية. و يمكن ترسيب مادة كبريتيد الخارصين مباشرة على زجاج أنبوب التضاعف الفوتوني, دون الحاجة لأنبوب توصيل الضوء [1].

2-6-2 إستخدام الكواشف الوميضية للكشف عن إشعاعات جاما و الإشعاعات السينية :

للكشف عن إشعاعات جاما أو الأشعة السينية بإستخدام الكواشف الوميضية تستخدم بلورة يوديد الصوديوم المنشطة بالثاليوم NaI(Tl) كمادة وميضية. و يفضل إستخدام هذا النوع من البلورات مع الأشعة السينية و إشعاعات جاما بسبب كفاءتها العالية نظرا لكبر كثافتها و كبر العدد الذري للثاليوم و اليود. و تعتمد كفاء الكاشف على كل من سمك البلورة و طاقة الإشعاعات. فعند الطاقة المعينة تزداد الكفاءة كلما زاد سمك

البلورة. و أما بالنسبة للسمك المعين فتقل الكفاءة بالنسبة لكل من الأثر الكهروضوئي و أثر كومبتون بزيادة الطاقة و تزداد الكفاءة بالنسبة لإنتاج الأزواج كلما زادت الطاقة, فأن كفاءة الكواشف الوميضية بالنسبة لإشعاعات جاما تعتبر أعلى من كفاءة العدادات الغازية لهذا النوع من الإشعاعات بحوالي عدة عشرات أو حتى عدة مئات من المرات [1].

3-6-2 إستخدام الكواشف الوميضية للكشف عن جسيمات بيتا :

على الرغم من أن جميع أنواع المواد الوميضية تعتبر حساسة بالنسبة لجسيمات بيتا بدرجات متفاوتة, إلا أنه يفضل دائما إستخدام المواد الوميضية العضوية لكشف عن هذه الجسيمات. و يرجع السبب في ذلك إلى الأتي:

1 -صعوبة إستخدام بلورة يوديد الصوديوم المنشطة بالثاليوم NaI(Tl) للكشف عن الالكترونات نظرا لضرورة عزل هذه البلورة عن الهواء الجوي بواسطة حافظة محكمة القفل حتى لا تتميع, و بالتالي صعوبة عمل النافذة.

2 - يعتبر الوزن الذري الكبير لبلورة يوديد الصوديوم من أهم عيوبها بالنسبة للكشف عن جسيمات بيتا حيث ينتج عنه نسبة عالية من تشتت هذه الجسيمات للخلف في مادة البلورة [1].

4-6-2 إستخدام الكواشف الوميضية للكشف عن النيوترونات:

يوجد في الوقت الحالي عدة مواد وميضية للكشف عن النيوترونات, و يتم الكشف عنها خلال الجسيمات المشحونة الناتجة عن تفاعل النيوتيونات مع مادتي الليثيوم Li أو البور B, حيث تتفاعل النيوترونات الحرارية مع أي من هاتين المادتين مع إنبعاث جسيمات ألفا بطاقة كبيرة. كما إن المقطع العرضي لهذه التفاعلات يعتبر كبيرا, مما يؤدي إلى زيادة كفاءة الكاشف.

لذلك تستخدم عادة بلورة يوديد الليثيوم المنشطة بالثاليوم Li(Tl) للكشف عن النيترونات الحرارية. و تتميز هذه البلورة بخواص مشابهة لخواص بلورة يوديد الصوديوم . و في بعض الكواشف النيوترونية الأخرى تستخدم بلورة مكونة من خليط من مركبات الليثيوم أو البور مع كبريتيد الخارصين.

أما بالنسبة للنيوترونات السريعة فإنه يفضل الكشف عنها بإستخدام البروتونات المرتدة عند تشتت هذه النيوترونات على الهيدروجين. و لهذا الغرض تجهز البلورة في شكل خليط من حبيبات كبريتيد الخارصين و الشمع لإحتوائه على نسبة عالية من الهيدروجين. و تعتبر هذه البلورة من أنسب البلورات للكشف عن النيوترونات السريعة.

وتوجد عدة أنواع من كواشف النيوترونات السريعة التي تعتمد أساسا في عملها على التفاعل (n , γ). ويستخدم لهذا الغرض عدة مواد ذات مقاطع عرضية عالية لهذا النوع من التفاعل مثل الإنديوم و الذهب حيث تحدث بينها و بين النيوترونات السريعة التفاعلات التالية:

$$^{115}_{49}In + n \longrightarrow ^{116}_{49}In + \gamma$$

$$^{197}_{79}Au + n \longrightarrow ^{198}_{79}Au + \gamma$$

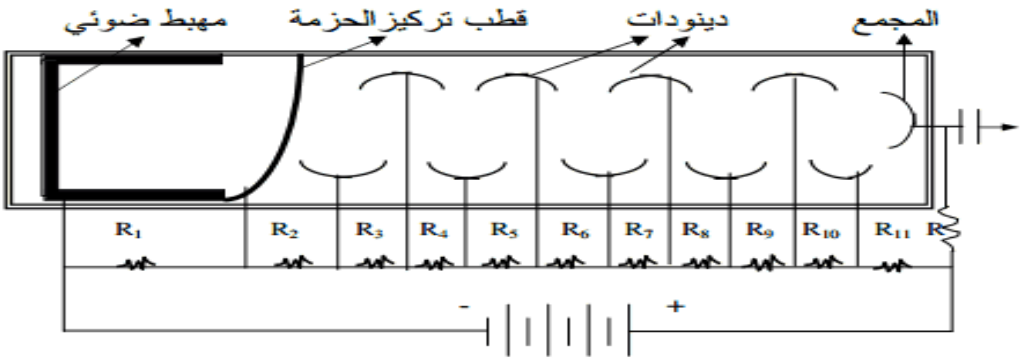
وتعتبر المواد الناتجة عن التفاعل و هي الإنديوم $^{116}_{49}I$ و الذهب $^{198}_{79}Au$ مصادر مشعة لجسيمات بيتا. و بقياس النشاط الإشعاعي لهذه المصادر يمكن الكشف عن النيوترونات السريعة و تحديد عددها [1].

7-2 مميزات الكواشف الوميضية:

1 - أنه مادة صلبة و بالتالي أكثر كفاءة من كواشف غرفة التأين.
2 - مكافئة للأنسجة البشرية على خلاف كواشف يوديد الصوديوم, و كونه صغير الحجم يمكنه قراءة إشعاعات متمركزة بدقة أكثر, و صغير حجمه يمكنه أيضا من أن يصل إلى أماكن لا يمكن لكواشف يوديد الصوديوم و غرفة التأين أن تصل لها, كالحاويات ذات الفتحات الصغيرة.
3 - الكاشف مفصول عن المضاعف الفوتوني بأنبوب ضوئي و ذلك يساعد على التخلص من إستجابة المضاعف الفوتوني, بالأضافة أن المضاعف الفوتوني هش و شديد الحساسية للمجال المغناطيسي و لا يعمل على درجات الحرارة المرتفعة على عكس الجهاز الذي تم إستحداثه.
4 - أكثر أمانا لأنه يساعد على ترك مسافة كبيرة بين المستخدم و مصدر الإشعاع, و من الأهداف الأخرى دراسة أداء الكاشف الوميضي عند طاقات مختلفة من أشعة جاما و أشعة إكس و مقارنة الإستجابة مع نتائج غرفة التأين وكانت إستجابة الكاشف الوميضي خطية مع نتائج غرفة التأين [12].

8-2 الأنبوب المضاعف الفوتوني:

الأنبوب المضاعف الفوتوني عبارة عن أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء تفريغا جيدا و يحتوي على عناصر رئيسية هي الكاثود (المهبط الضوئي)، و قطب تركيز الحزمة الإلكترونية، و مجموعة من الأقطاب تعرف بالدينودات (dynodes) و القطب المجمع (الأنود) [1].



الشكل (2-2): رسم تخطيطي يوضح مكونات الأنبوب المضاعف الفوتوني [1].

يبين الشكل (2-2) رسما تخطيطيا للأنبوب المضاعف الفوتوني. حيث يقوم المهبط الضوئي بإصدار إلكترونات عندما يسقط عليه الضوء المنبعث من المادة الوميضية (ظاهرة الإنبعاث الكهروضوئي) . لذ لك يصنع المهبط الضوئي من مادة شبه شفافة مغطاة من الداخل بطبقة رقيقة من مادة كهروضوئية، و عند إنطلاق الإلكترونات من المهبط يتم توجيهها و تركيزها بواسطة قطب تركيز حزمة الإلكترونات الذي يعمل كعدسة مجمعة بحيث تصل الإلكترونات من المهبط إلى الدينود الأول. وتقوم الدينودات بمضاعفة عدد

الإلكترونات. فعند سقوط إلكترون بطاقة كبيرة (عدة عشرات إلكترون فولت) يؤدي إلى حدوث إنبعاث ثانوي من الدينود. وبذلك يتضاعف عدد الإلكترونات على الدينود الأول و يتجه هذا العدد المضاعف إلى الدينود الثاني، فإذا كانت طاقة الإلكترونات عند وصولها للدينود الثاني كبيرة يحدث إنبعاث ثانوي عليه و يتضاعف عددها من جديد. و هكذا تستمر عملية التضاعف على كل الدينود. وفي النهاية يتم تجميع هذا العدد الهائل من الإلكترونات بعد التضاعف على المجمع (الأنود) فتظهر عليه نبضة كهربية سالبة .

ولكي تتحرك الإلكترونات الصادرة من الكاثود الضوئي إلى الدينود الأول، فالثاني، فثالث، .... ، فللمجمع (الأنود) فانه يجب أن يتزايد الجهد الموجب لهذه الأقطاب بالتتابع. ويتم تحقيق ذلك باستخدام منبع جهد عال V و مقسم للجهد مكون من عدة مقاومات (من R_1 حتى R_{11}) كما هو موضح في الشكل (2-2) بحيث يكون جهد المجمع مساويا لقيمة V ثم يتناقص الجهد بالتدريج إلى أن يصبح مساويا للصفر على المهبط (الكاثود). تجدر الإشارة إلى انه يمكن تحقيق النتيجة نفسها إذا كان جهد الأنود مساويا للصفر ثم يتناقص الجهد حتى يصبح مساويا (V-) على الكاثود . أي انه يتم تغذية الكاثود بمنع جهد سالب بدلا من تغذية الأنود بمنبع جهد موجب [1].

وهكذا ينتج تضاعف عدد الالكترونات على الدينودات بسبب ظاهرة الانبعاث الثانوي. فإذا كان معامل الانبعاث للدينود الأول هو δ_1 و على الثاني δ_2 وعلى الاخير δ_3، فإن معامل التضاعف الكلي لأنبوب التضاعف سيكون:

$$M= \delta_1 \delta_2 \dots \dots \delta_n \qquad (4\text{-}2)$$

معامل انبعاث الثانوي للدينود و نسبة عدد الالكترونات الصادرة منه إلى الالكترونات الساقطة عليه. فإذا كان عدد الدينودات في الأنبوب عشرة و كان معامل التضاعف المطلوب هو 10^6 فيجب أن يكون معامل الانبعاث الثانوي على كل دينود في حدود 3.95 أي أن :

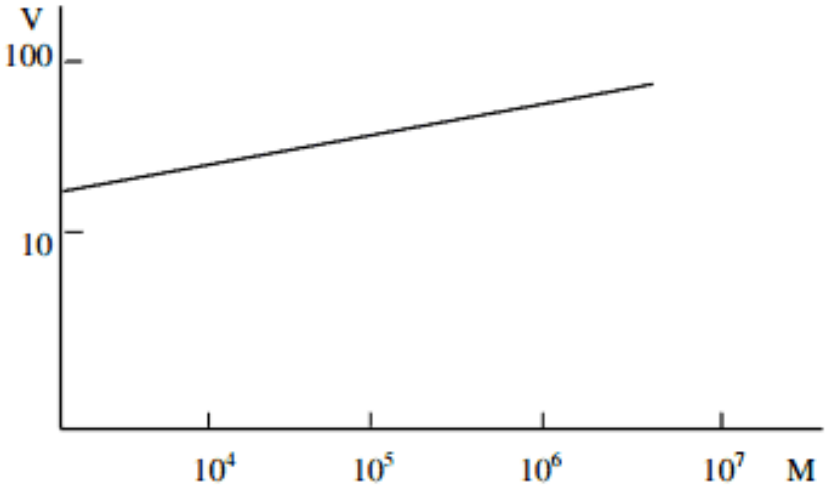
$$\delta_1 = \delta_2 = \cdots = \delta_n = 3.95 \qquad (5\text{-}2)$$

ويعتمد معامل الانبعاث الثانوي δ لكل دينود على طاقة الالكترونات الساقطة عليه حيث يزداد بزيادة الطاقة. و لما كانت الطاقة التي اكتسبتها الإلكترونات عند التحرك من دينود الى اخر تتناسب طرديا مع فرق الجهد بين الدينودين فان معامل الانبعاث يتناسب بالتالي طرديا مع فرق الجهد. لذا فإن معامل الانبعاث الفوتوني يعتمد اعتمادا كبيرا على قيمة الجهد V, أي انه يمكن التعبير عن معامل التضاعف رياضيا بالعلاقة التالية عند ثبوت عدد الدينودات [1].

$$M=KE^I \qquad (6\text{-}2)$$

حيث أن:

K: ثابت يعتمد على نوع الأنبوب.
E: شدة المجال الكهربائي بين كل دينودين.
I: عدد يساوي 5 تقريبا.



الشكل (2-3): تغير معامل التضاعف كدالة من فرق الجهد في الأنبوب المضاعف الفوتوني [1].

وهكذا, يلاحظ أن الأنبوب المضاعف الفوتوني يؤدي إلى تكبير النبضة الكهربية الناتجة عن الجسيم النووي في حدود تتراوح بين (حوالي10^3و10^7) مرة تبعا للجهد المستخدم لتغذية الأنبوب، و تعتبر هذه القيمة العالية التكبير (التضاعف) من أهم مزايا الكواشف الوميضية بال مقارنة بين الكواشف الغازية حيث يمكن الاستغناء عن المكبرات (المضخمات) الالكترونية المستخدمة مع غرف التأين و العداد التناس بي أو استخدام مكبرات ذات معامل منخفض للتكبير [1].

خلاصة عامة:

درسنا في الفصل الأول التفككات النووية و التي تعرف على أنها عدد الأنوية التي تتفكك في الثانية الواحدة لينتج من هذا التفكك إنبعاث جسيمات موجبة أو سالبة و إشعاعات كهرومغناطيسية, إن التفكك الإشعاعي للعناصر المشعة ينتج عنه ثلاث أنواع من التفككات : التفكك ألفا (إنبعاث نواة الهيليوم) والتفكك بيتا (بيتا السالب وبيتا الموجب والأسر الالكتروني) ثم تفكك غاما وهو عبارة عن إشعاعات كهرومغناطيسية.

أما الفصل الثاني فقد تطرقنا إلى دراسة الكشافات الوميضية النووية ويقوم مبدأ الكشف بإثارة الإشعاعات لذرات أو جزيئات مادة الكاشف حيث تقوم بتحويل الطاقة الممتصة إلى ضوء حيث تنتقل الفوتونات الضوئية إلى المهبط الضوئي للأنبوب المضاعف الفوتوني فيتضاعف عدد الالكترونات و تتجمع هذه الالكترونات عند المصعد وينتج عنه شحنة كهربائية كبيرة.

ونجد أن الكواشف الوميضية لها عدة استخدامات كإستخدامها في الكشف عن جسيمات ألفا و جسيمات بيتا والأشعة السينية و الكشف عن النيترونات كما نجد أن الكواشف الوميضية تتكون من عدة عناصر هي : المادة الوميضية وأنبوب توصيل الضوء و العاكس الضوئي و أنبوب المضاعف الفوتوني.

كما درسنا الأنبوب المضاعف الفوتوني و هو عبارة عن أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء ويحتوي على عناصر رئيسية هي المهبط الضوئي و قطب تركيز الحزمة الالكترونية والدينودات و القطب المجمع , حيث يقوم بتحويل الفوتونات الضوئية الصادرة عن المادة الوميضية إلى إشارات (نبضات) كهربائية.

قـــائـــمـــة المـــراجـــع

الكتب العربية:

[1] د.أحمد محمد سريع, أ. د.محمد فاروق أحمد, أسس الفيزياء الإشعاعية, سلسلة من النشرات المتخصصة تصدرها اللجنة الدائمة للوقاية من الإشعاعات بجامعة الملك سعود المملكة العربية السعودية, 2007م.

[2] د. مناف عبد الحسن, الفيزياء النووية, دار صفاء للنشر و التوزيع-عمان.

[3] د.عائشة محمود التركستاني, الكيمياء النووية و الإشعاعية.

[4] د.غازي ياسين القيسي, أساسيات الفيزياء الحديثة, الطبعة الأولى, دار المسيرة, الأردن, 2007.

[5] د.كمال إبراهيم عبد الفتاح, الإشعاعات النووية – المصادر و الاستخدامات و الأخطار .

[6] د.محمد قاسم محمد الفخار, الإشعاع و مصادره و تأثيراته البيولوجية, ايتراك للنشر و التوزيع, القاهرة-مصر, 2006م.

[7] د.فوزي عبد الكريم أكرم, د.محمد قاسم محمد فخار, الفيزياء النووية و الإشعاعية, دار الكتب الوطنية بنغازي- ليبيا.

[8] د.أحمد محمد سريع, أ.د. محمد فاروق أحمد, مبادئ الإشعاعات المؤينة و الوقائية منها, الطبعة الثانية, جامعة الملك سعود,2007, المملكة العربية السعودية .

[9] المهندس أزاد خسر و غفور, استخدامات الأشعة في البحوث و الطب و الصناعة و الحياة العامة, مديرية التقييس و السيطرة, العراق.

[10] د. رياض شوكاني, و موفق تقى الدين – هيئة الطاقة الذرية السورية.

المذكرات:

[11] منصور الهاشمي, مطيافية أشعة غاما (المسح الإشعاعي باستعمال مطيافية غاما المحمولة جوا), ماستر أكاديمي, جامعة الوادي ,2011.

مواقع الأنترنت:

[12] www.kau.edu.sa/Files/306/Researches/47985_19248. com

[13] www.arab-ency.com

ملخص:

توجد عدة طرق في الكشف عن الأشعة النووية و من بينها الكواشف الوميضية التي تعتمد على مبدأ الإثارة حيث عندما يتفاعل الإشعاع مع المادة الوميضية تتعرض لعملية إثارة وتتألف الكواشف الوميضية من عدة أجزاء من بينها المادة الوميضية وتصنف إلى مواد وميضية عضوية ولا عضوية كما تتألف من أنبوب توصيل الضوء و العاكس الضوئي حيث يمكن إستخدام الكواشف الوميضية للكشف عن جميع أنواع الإشعاعات وذلك حسب المادة الوميضية التي يصنع منها.

وهناك الأنبوب المضاعف الفوتوني وهو الجزء الذي يحول الفوتونات الضوئية الصادرة عن المادة الوميضية إلى إشارات (نبضات) كهربائية, و هو عبارة عن أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء ويحتوي على عناصر رئيسية هي المهبط الضوئي و قطب تركيز الحزمة الإلكترونية والدينودات و القطب المجمع.

Résumé :

Il ya plusieurs façons de détecter les radiations nucléaires et y compris les réactifs scintillateurs qui reposent sur le principe d'excitation que lors de l'interaction rayonnement à l'article scintillateurs exposée au processus d'excitation les réactifs scintillateurs consiste de plusieurs parties, y compris l'article scintillateurs qui est matériaux de Flash ROM ni adhésion comme étant constitué d'un tube classéaux relié de lumière et du réflecteur de lumière , où il peut être utilisé scintillateurs réactifs pour la détection de tous les types de rayonnement , en fonction de l' article qui le rend.

Un tube multiplicateur de photons , la partie qui convertit les photons de signaux article scintillateurs (impulsions) , électriques , et un tube de verre vide qui iontient des éléments clés sont le pôle de lumière cathodique et la concentration de faisceaux d'électrons et dynodes et le pôle composé.