وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة القادسية / كلية التربية

حساب الحصيلة النيوترونية لمركبات البريليوم المتفاعلة مع جسيمات الفا

بحث مقدم الى مجلس كلية التربية /قسم الفيزياء كجزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في علوم الفيزياء من

قبل الطلبة

عباس كتاب نعمه

عباس مدلول حسين

عبد الحسين هادي عناد

بأشراف ومتابعة من الدكتور

م.م اسامة نوفل عودة

١٤٣٩هـ 2018م

الآية

انيي توكلت على الله ربيي وربكم وما من دابة الا هو

اخذ بناصيتها انـ ربيي على صراط مستقيم

صدق الله العلي العظيم

٥٦ هود

الاهداء

الى الخالق العظيم الذي احيانا وانشرنا الى الله مولانا خالصا لوجهه تعالى.....

والى الرسول الكريم محمد صلى الله عليه واله وسلم

والائمة الطاهرين ..

والى.....

والدتي ووالدي واخوتي وأعزائي....

الشكر والعرفان

في البداية.....

نحمد الله ونشكره الذي منح الاوهام ان تنال وجوده وحجب العقول ان تتخيل ذاته .لما له من الفضل وكمال الكمال .ويبقى الشكر والحمد له وحده ..

وبعد الحمد لله .نتقدم بالشكر الجزيل الى استاذنا الدكتور الفاضل اسامة نوفل عودة التدريسي في جامعة القادسية /كلية التربية / قسم الفيزياء والمشرف على بحثنا هذا.

ومن ثم الشكر موصول الى كل اساتذتنا الاجلاء .

الخلاصة

في العمل الحالي تم اعتبار المركبات الكيميائية البريليوم كمنتج للنيوترونات مع نسبة مئوية مختلفة من الكتلة، كما تم تحديد عوائد النيوترون باستخدام نتائج حسابات ASTARلكل وحدة شحنة ساقطة. تم حساب عوائد النيوترونات من أكسيد البريليوم، كربيد البريليوم، البريليوم هيدريد، هيدروكسيد البريليوم ونيتريد البريليوم كما

3.1006e-005، 3.0365e-005، 2.2866e-005، 2.0464e-005 و

3.0386e-005 على التوالي. وأظهرت النتائج أن أكسيد البريليوم هو مادة مناسبة لاستخدامها في مصدر النيوترون ^{238}Cm-^{9}Be.

المركبات الكيميائية للبريليوم استخدمت في تفاعل (α، n) كمواد هدف. ولهذا السبب، كان البريليوم عموما هي المادة التي يتم اختيارها عند تصنيع مصدر نيوتروني. مركبات البريليوم لها تأثير كبير على مخطط وتصنيع مصدر النيوترون ^{238}Cm-^{9}Be.

الفهرس

	الفصل الاول	
التسلسل	العنوان	الصفحة
1-1	المقدمة	8
1-2	النيوترون	8
1-3	خواص النيوترونات	9
1-4	مصادر النيوترونات وتفاعلاتها	9
1-5	المصادر النيوترونية	9
1-6	البريليوم	13
1-7	الوفرة الطبيعية للبريليوم	13
1-8	خواص البريليوم	14
1-9	مركبات البريليوم	14
	الفصل الثاني	
2-1	المقدمة	16
2-2	البرنامج الرياضي الماتلاب	16
2-3	برنامج ASTAR	18
2-4	قدرة الايقاف	18
2-5	حساب الحصيلة النيوترونية من خلال تفاعل $\alpha.n$	18
2-6	النتائج والمناقشة	21
	المصادر	

الفصل الأول

المقدمة

الفصل الاول

1-1: المقدمة

سنتناول في هذا الفصل بعض الحقائق عن النيوترونات. وخواص النيوترونات ومصادر النيوترونات وسنعرض مصادر النيوترون بأنواعها.

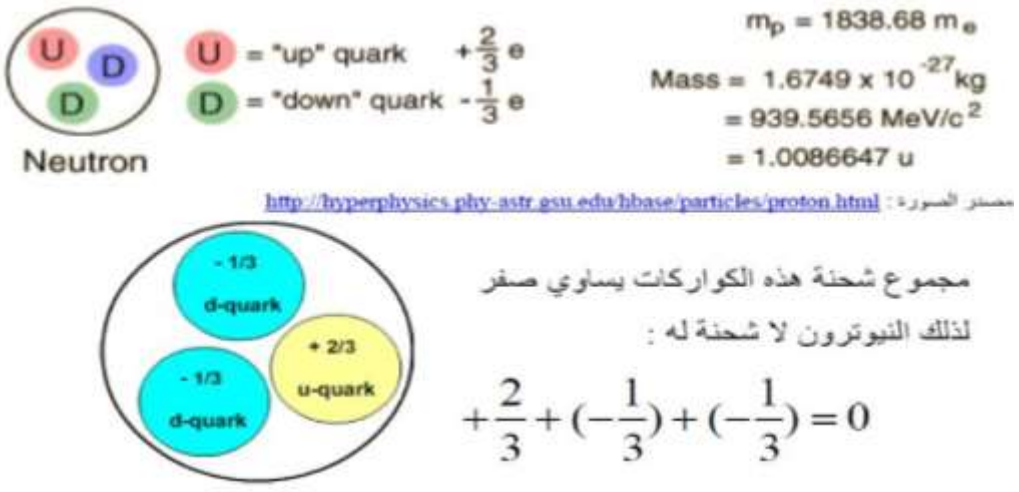
1-2: النيوترون

النيوترون جسيم اولي من الهادرون لا شحنة له ويرمز له بالحرف (°n) وهو احد مكونات النواة، وكتلته اكبر من كتلة البروتون ،النيوترون الحر غير مستقر ويتحلل ال بروتون بانبعاث جسيم بيتا ونيوترينو مضاد ،يتولد النيوترون الحر في الانشطار النووي ،او الاندماج النووي عند توليد الطاقة النووية ،النيوترون هو منطلق التفاعلات في سلسلة التفاعلات النووية

معادلة اضمحلال النيوترون تكون بالشكل التالي :

$$n \rightarrow p + \bar{e} + \bar{\nu}_e$$

العزم المغناطيسي للنيوترون لا يساوي صفر لأنه مركب ثلاثة كواركات مشحونة، بناء النيوترون المتكون من ثلاثة كواركات كما في الشكل:



الشكل(1-1) يوضح التركيب الداخلي للنيوترون

[1] [2]

1-3: خواص النيوترونات

النيوترون هو جسيم متعادل الشحنة (z=0) واللف المغزلي له sn=1/2 والعزم المغناطيسي له n =1.9 μB (μB هو الماجنتون للنيوترون)

Tz=1/2.كما يتميز النيوترون بندبة زوجية (موجبة) Pn=+1 وكتلة النيوترون mn=1.00867 a.m.u وهي تساوي 939.6MeV او 1838.6 me

(Me هي كتلة الالكترون) وتزيد كتلة النيوترون بمقدار 1.3MeV عن كتلة البروتون.

ويضمحل بأبعاث جسيمات بيتا السالبة بزمن نصف عمر T1/2=11min .[1]

1-4: مصادر النيوترونات وتفاعلاتها

لا يوجد مصدر طبيعي يبعث النيوترونات ولكن توجد مصادر صناعية لتوليد النيوترونات ، يتم الحصول على النيوترونات من خلال تفاعلات مختلفة .وبخلاف الجسيمات المشحونة التي من الممكن تعجيلها واكتسابها طاقة بعد انتاجها من تفاعلاتها فان النيوترون لا يمكن آن يسرع ويكتسب طاقة بعد انتاجه من تفاعلاته .[1][2]

1-5: المصادر النيوترونية وتقسم :

- المصادر النيوترونية الصغيرة

قسمت الى اربعة اقسام هي :

أ/ مصدر الكالفورينوم-252

الكالفورينوم -252 هو من العناصر ما بعد اليورانيوم عمر النصف له مقداره 2.65 سنة، ويتحلل بالانشطار انحلالا واحدا لكل 31 انحلال لجسيمات الفا .الانشطار الحاصل بالنواة يكون مصحوبا بانبعاث عدد قليل من النيوترونات والذي يختلف لكل انشطار ،ومعدل عدد النيوترونات المنبعثة لكل انحلال هو 3.76 نيوترون .ويمتاز بصغر حجمه اذ يتراوح قطره بين 0.8 - 1.2 سم وطوله بين - 5 2.5 سم ،وعدد النيوترونات المنبعثة منه يتراوح بين10^8-10^7 نيوترون /ثانية [1]

$$^{252}_{98}Cf \longrightarrow {}^{251}_{98}Cf + {}^{1}_{0}n$$

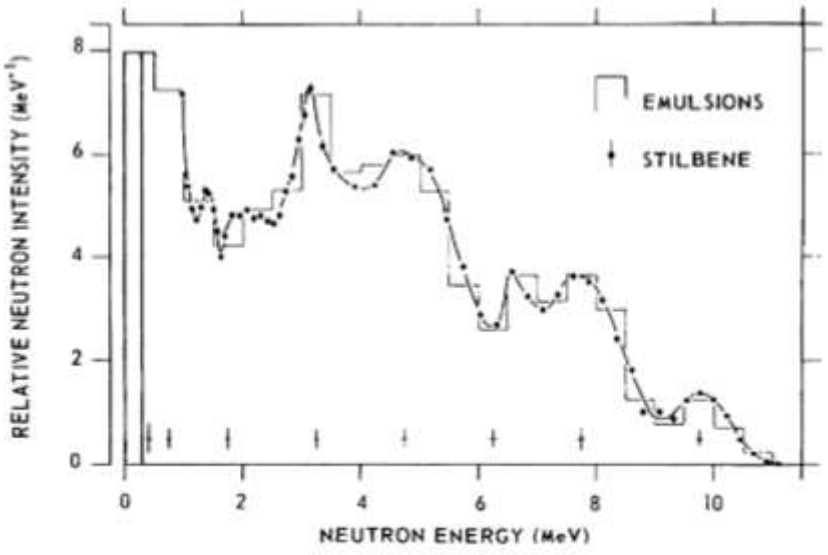
ب/ مصادر النظائر المشعة لجسيمات α $(\alpha.n)$:

يخلط مصدر باعث لجسيمات α مثل نظائر البولونيوم -*210* ، والراديون - *226* ،الامريشيوم -*241* والبلوتونيوم-*239* مع مسحوق من عنصر يكون كهدف لقصف هذه الجسيمات حسب التفاعل $(n،\alpha)$. ويعتبر البريليوم *Be* كعنصر خفيف افضل تلك العناصر فهو يمتلك نيوترون مرتبط بطاقة ارتباط ضعيفة نسبيا *1,67 MeV* مما يسمح له بالانطلاق بعد تفاعله مع احد جسيم الفا بطاقة *5-6MeV* والذي ينتج عنه انبعاث احد نيوترونات الهدف الضعيفة الارتباط .

كما في المعادلة التالية :

$$\alpha + {}^{9}_{4}Be \rightarrow {}^{12}_{6}C + n + 5.7\ MeV$$

عند خلط البريليوم مع نظير الراديوم *Ra* الذي يطلق جسيمات الفا بطاقة تتراوح بين *5-8 MeV* سينتج تدفق ثابت من النيوترونات التي تصل طاقتها *13MeV*، وسيكون هذا الطيف مستمرا كما في الشكل ،ويعزى وجود القمم في طيف النيوترونات الى حالات الاثارة التي من الممكن ان تترك فيها نواة نظير الكاربون C^{13}.



طيف النيوترونات الصادر عن مصدر البلوتونيوم-بريليوم

عند استبدال النظير الراديوم Ra بنظائر اخرى مثل الامريشيوم Am وذلك بسبب اشعة كاما ذات الطاقات العالية التي يصدرها. فعند خلط الامريشيوم Am مع البريليوم سينتج تدفق نيتروني يساوي $10^6 \times 2.2\ \mathrm{n/s}$ لكل وحد كوري من ال Am^{241} .

يتم تقاسم الطاقة Q الناتجة من التفاعل ، من قبل النيوترون والنواة المرتدة التي هي في هذه الحالة الكاربون C^{12} ،

يعطي الجدول التالي امثلة على اهم المصادر النيوترونية من النمط (n, α) [1][2]

Source	Half Life	Source	Half Life
$^{210}Po / Be$	138 d	$^{239}Pu / Be$	2400 Y
$^{241}Am / Be$	433 Y	$^{244}Cm / Be$	18 Y
$^{242}Cm / Be$	162 d	$^{238}Pu / Be$	87.4 Y
$^{227}Ac / Be$	21.6 Y	$^{226}Ra / Be$	1602 Y

ج /المصادر الناتجة عن تفاعل الفوتونات

يمكن توليد النيوترونات من تفاعل اشعة كاما مع العناصر الخفيفة بحيث تكون طاقة جسيمات كاما أكبر من طاقة ربط النيوترونات مع بعضها البعض في ذرات الهدف. كما في حالة تفاعل جسيمات كاما مع ذرات الديتريوم والبورون.[1]

د/مولد نيتروني صغير :

يعتمد عمل المولد على الاندماج بين احزمة ايونات الديتريوم او التريتوم

وهدف من معدن مهدرج (يحتوي على نظائر الهيدروجين)

- المصادر النيوترونية المتوسطة [1]

قسمت الى ثلاثة اقسام هي:

أ/ مصدر التوجيه البلازمي

ب/منظومات الانشطار الفوتوني

ج/المولد النيوتروني :

المصادر النيوترونية المهمة والتي تولد نيوترونات سريعة طاقتها $14MeV$ تتولد نتيجة لقصف هدف من التريتيوم بسيل من نوى الديتريوم التي تصل طاقتها الى $150\ KeV$ تتميز هذه المصادر بكفاءتها الواطئة نسبيا او يمكن الحصول على النيوترونات بتعجيل بعض الجسيمات مثل البروتون الى طاقة معينة تمكنه من احداث التفاعل عند سقوطه على هدف الليثيوم -7 .

لإحداث تفاعل مع نواة الهدف وتنبعث احد نيوترونات الهدف كما يلي :[1]

$$P + {}^{7}_{3}L \rightarrow {}^{7}_{4}Be + n + 1.63\ Mev$$

- المصادر النيوترونية الكبيرة

وتقسم الى :

أ/المفاعلات النووية

ب/ منظومة الاندماج

ج/ مصدر نيوتروني بعملية التشظي

[1]

1-6 :البريليوم

هو عنصر كيميائي يرمز له بالرمز *Be* والعدد الذري له *4* يقع البريليوم في الجدول الدوري ضمن الدورة الثانية وفي المجموعة الثانية كأول الفلزات القلوية الترابية وهو عنصر ثنائي التكافؤ سام ،ان وفرة هذا العنصر في الكون قليلة وذلك بسبب قصر عمر تشكيله في النجوم . اما على سطح الارض فغالبا ما يكون مرتبطا مع عناصر اخرى على شكل معادن مختلفة.

ان عنصر البريليوم بشكله الحر يكون على شكل فلز صلب. له لون رمادي قريب الى لون الفولاذ لكنه خفيف وهش بسبب خواصه المميزة من حيث انخفاض الكثافة والعدد الذري. وله تطبيقات في مجال ابحاث الاشعة والطاقة النووية وكذلك يستعمل بكثره في تركيب السبائك المختلفة التي تستخدم في العديد من التطبيقات الهندسية والتقنية

1-7: الوفرة الطبيعية للبريليوم

ان وفرة البريليوم في الكون قليلة جدا وسبب ذلك ان التخليق النووي للبريليوم في النجوم قصير العمر. فعلى سبيل المثال تبلغ نسبة البريليوم في الشمس *(0.1)* جزء من البليون بالمقابل تتفاوت نسبة البريليوم في القشرة الارضية من *2*الى *6* جزء من المليون. وذلك حسب المكان وسطيا تبلغ هذه النسبة *5.3* جزء من المليون. وهو يقع بذلك في المركز *48* من حيث وفرة العناصر الكيميائية في الغلاف الارضي يوجد البريليوم في أكثر من *100* معدن لكن اغلبها نادر.

1- بيرتراندات *$Be4Si2O7(OH)2$*

2- بيريل *$Al\ 2Be3\ Si\ 6O18$*

3- كريوبيريل *$Al2BeO3$*

*4-*فيناكيت *$Be2SiO4$*

هنالك احجار كريمة حاوية على عنصر البريليوم في تركيبها مثل الزمرد الازرق او البيريل الأحمر توجد الخامات الرئيسية للبريليوم وهي البيريل والبيرتراندات موزعة في كل من الارجنتين والبرازيل والهند ومدغشقر والصين وروسيا وامريكا. ان الاحتياطي العالمي الاجمالي من خامة البريليوم يبلغ اكثر من *400* الف طن.[11]

1-8 :خواص البريليوم

1-8-1 الخواص الفيزيائية

البريليوم فلز لونه رمادي فولاذي. وهو صلب لكنه هش وله بنية بلورية متراصة حسب النظام البلوري السداسي للبريليوم إحدى اعلى درجات الانصهار بين الفلزات الخفيفة طما انه له جساءه كبيرة جدا. حيث ان معامل المرونة الطويلة معامل يونك له يبلغ 287 باسكال وهو بذلك أكبر بحوالي الثلث من قيمة الفولاذ. كما ان تخميد الاهتزازات لديه مرتفع. من الخواص الاخرى المميزة هي ارتفاع قيمة السعة الحرارية 1825J والفاعلية الحرارية 216 watt التي تجعل البريليوم أكثر الفلزات التي لها تبدد حراري لكل وحدة وزن.[11]

1-8-2: الخواص النووية

ان البريليوم المتوفر طبيعيا. عدا بعض النسب الضئيلة من نظائر اخرى عبارة عن بريليوم -9 والذي له لف مغزلي مقداره 3/2 ويمتاز بان قيمة المقطع العرضي للتبعثر بالنسبة للنيوترونات عالية الطاقة تصل الى 6 بارن وذلك من اجل طاقات اعلى من 10kev من اجل ذلك يستخدم كعاكس و كمهدئ للنيوترونات وذلك بشكل تصل فيه طاقة النيوترون الحرارية اقل من 0.03 ev .

يخضع النضير الابتدائي بريليوم -9الى التفاعل النيوتروني (n,2n) وذلك للنيوترونات ذات الطاقة الاعلى من 1.9mev ليعطي النظير بريليوم - 8والذي يتفكك الى جسيمتي الفا. بالنسبة الى النيوترونات ذات الطاقة العالية فان البريليوم يصبح مضاعفا اي انه يعطي نيوترونات اكثر من التي يمتصها. .[11]

1-9 : مركبات البريليوم

يوجد هنالك بعض العناصر مثل (اكسيد البريليوم، BeO هدريد البريليوم Be^2H, كربيد البريليوم BeC , هيدروكسيد البريليوم $Be(OH)^2$, نتريد البريليوم $^3Be^2H$)

الفصل الثاني

النظرية والحسابات

والمناقشة

الفصل الثاني

2-1: المقدمة

سنتناول في هذا الفصل الجزء العملي للبحث حيث تم حساب النواتج لتفاعل $\alpha - n$ من خلال البرنامج الرياضي الماتلاب وبرنامج ASTAR

2-2: البرنامج الرياضي Mat lab

Matrix-Laboratory مختبر المصفوفات

هو برنامج رائد في التطبيقات الهندسية والرياضية من إنتاج شركة ماثووركس

MATLAB يسمح بالتلاعب حسابياً بالمصفوفات، بالرسم البياني للتوابع الرياضية، بتنفيذ الخوارزميات المختلفة، إنشاء واجهات المستخدم الرسومية، والتواصل مع البرامج المكتوبة بلغات أخرى، بما في ذلك C - C++، جافا، وفورتران.

يستخدم البرنامج مع العديد من التطبيقات والأدوات المساعدة الأخرى مثل (Simulink)

الإضافات التي تنتجها الشركة تنقسم قسمين إضافات خاصه بماتلاب وإضافات خاصة بسميولينك الإضافات الخاصة بالماتلاب تُسمى صناديق عده (Toolbox) هذه الصناديق تختلف عن بعضها البعض إذا لكل صندوق تخصص علمي تعالجه فهي تحوي بداخلها تعليمات برمجية تؤدي إلى حل المسائل العلمية في التخصص الذي أُنشئت من أجله الأداة

مثل أداة معالجة الصور فهي تعالج تخصص تحليل الصور وكتابة خوارزميات لترتيب البكسلات وهكذا.

أما الإضافات الخاصة بسميولينك فهي تُسمى كُتل (block set) تقوم بتطبيق النظريات الفيزيائية أو الرياضية على نموذجك الذي أنشئته لتعطيك محاكاة لوضع نموذجك في حال تم خضوع نموذجك لهذه النظريات الفيزيائية أو الرياضية في الواقع الحقيقي لنأخذ كتله كأمثال يوجد في برنامج سميولينك كتله تحاكي الطائرات والسفن الفضائية وأنظمة الدفع تسمى (Aerospace Blockset) تستفيد الشركات المصنعة للطائرات من هذه الكتلة في إخضاع طائراتهم لعوامل جوية معينة

كالضغط الجوي وتأثيره على هيكل الطائرة بشكل افتراضي ورؤية نتائج أداء طائراتهم على الحاسب بمساعده برنامج المحاكاة سميولينك وهذه الكتلة. يستخدم الأطباء و المهندسون الطبيون أيضا هذا البرنامج في رسم الأحماض النووية التي يكون لها أشكال معقدة و متداخلة.

يسمح برنامج ماتلاب برسم أشكال ثلاثية الأبعاد بعد كتابة معادلاتها الرياضية في نافذة معينة. بعد رسم الأشكال يمكن تغيير لون و حجم الجسم المرسوم بواسطة شريط خاص للأدوات. عند رسم أشكال معقدة، يمكن جعل أجزاء معينة نصف شفافة حتى يستطيع المستخدم رؤية الأجزاء الأخرى التي تقع خلفها. يستخدم هذا البرنامج أيضاً في رسم الخطوط البيانية ثنائية الأبعاد و في حل المعادلات الرياضية الصعبة [12]

2-3 :برنامج ASTAR

برنامج ASTAR يحسب قدرة ايقاف ومدى ايونات الهيليوم في مختلف المواد

حيث يتم ادخال مدى الطاقة المفترض والمطلوب حسابه بحيث يكون المدى في نطاق

0.001- 1000 MeV

2-4: قدرة الايقاف

هي عبارة عن معدل فقدان الجسم المعين ذي الطاقة المعينة لطاقته داخل المادة والاشارة السالبة تعني فقدان الطاقة كلما زادت مسافة التغلغل في المادة وترتبط قدرة الايقاف بالتأين النوعي S بالعلاقة التالية :

$$-dE/dX = \bar{w}.s$$

حيث $\bar{w}$ هي القيمة المتوقعة للطاقة اللازمة لتكوين زوج الكتروني – ايوني ومن هذا العلاقة الاخيرة تعرف قدرة الايقاف على انها كمية الطاقة التي يفقدها الجسم في ملليمتر واحد من الاثر ولما كانت s تعتمد على الجسم ونوعه ،w تعتمد على نوع المادة فأن قدرة الايقاف تعتمد على كل من نوع الجسيم وطاقته ونوع المادة

2-5: حساب الحصيلة النيوترونية من خلال تفاعل $\alpha - n$:

عندما تتفاعل جسيمات الفا مع أي من النظائر التي تمتلك وزن ذري قليل (مثل البريليوم) فان النيوترونات تنبعث، واحد من تفاعلات جسيمات (α) مع النواة هو التفاعل الذي فيه جسيم α يعاني من الاندماج مع النواة الخفيفة لإنتاج النواة المركبة والنواة المركب تنخفض إلى المستوى الأرضي من خلال انبعاث النيوترون [3]. يتم التوصل إلى أكبر حصيلة

للنيوترونات وفقا للدراسات عند استخدام البريليوم في تفاعل (α، n) كهدف. لذلك، كان البريليوم عموما مادة مختارة في مصادر النيوترون [4]. بداية التفاعل من خلال مزج عدد قليل من البريليوم مع بولونيوم، الراديوم أو باعثات الفا المختلفة. إن إطلاق جسيمات α يبدأ من خلال الاضمحلال النووي، جزيئات α من هذا الاضمحلال هي سبب الافراج عن النيوترونات من البريليوم عندما يخضع البريليوم لعملية التحويل إلى الكربون -12.[5].

هذا التفاعل هو: $^{9}_{4}\mathrm{Be}\ (\alpha, \mathrm{n})\ ^{12}_{6}\mathrm{C}$. على سبيل المثال، يمكن أن يكون مصدر النيترونات α- البريليوم في احتمال لتوليد حوالي 30 النيوترونات في كل مليون جزيئات α [6]. من الناحية النظرية، فإن أي نويدات اعلى من الهيليوم تكون عرضة للتفاعل (α، n)، ولكن النظائر التي تعتبر طاردة للحرارة أو لها عتبة منخفضة للطاقة لتفاعل (α، n) هي فقط مثيرة للاهتمام. في أفضل حالة من الاحتمالات احتمال تفاعل (α، n) صغير تماما. على سبيل المثال قصف البريليوم مع 8 MeV ألفا الجسيمات، المقطع العرضي (α، n) في هذه الحالة حوالي 0.6 بارن.

وعادة ما يعتمد المقطع العرضي لتفاعل (α، n) على (زيادة) طاقة الجسيمات α [4]. عندما يتفاعل جسيم ألفا مع نواة الهدف، فإن هذا يجعل النواة المركبة في مستوى متهيج. سيتم إطلاق النيوترون إذا كانت الطاقة المضافة تكفي لتجاوز ظروف الطاقة العتبة لتفاعل (α، n). في بعض الأحيان الجسيمات سوف تحمل ما يكفي من الطاقة (الطاقة الحركية في الغالب) حيث نواة المركب سيكون في حالة متهيجة بعد أن يتم انبعاث النيوترون. ويتم تمييز الانبعاثات النيوترونية عن حالة الطاقة التي تترك فيها النواة. يتم تحديد هذه المجموعات من النيوترونات بواسطة n0، n1، n2، الخ التي تتوافق مع حالة الطاقة للنواة [7].

باعثات الفا هي جزء أساسي من مصادر النيوترونات (α، n). جسيمات α تمثل عملية انحلال طبيعية للعديد من النوى التي لديها عدد ذري أكبر من عنصر الرصاص. اللانثانيدات هي أيضا عرضة للمعاناة α الاضمحلال.

ويلاحظ أن جميع هذه النويدات عموما لديها نصف العمر الطويل والطاقة الاضمحلال منخفضة. إن طاقة الاضمحلال للنظائر تتناسب عكسيا مع نصف عمرها. وفي الواقع، فإن

احتمال حدوث تفاعل (α، n) يصبح أكبر مع طاقة الجسيمات الفا وتكون أعداد انبعاثات α للنظائر متناسبة عكسيا مع نصف عمرها، بواعث الفا التي لها نصف عمر قصير نسبيا تعتبر من البواعث المثالية.

ومن الجدير بالذكر أن النظائر التي لها عمر نصف صغير جدا ستكون غير عملية جدا لتوليد وتوظيف بكفاءة كمصدر نيوترون (α، n). لذلك، يجب أن يكون نصف عمر مقبول لانبعاثات α، عندما نريد لاستخدامه كمصدر نيوتروني، في نطاق 1 إلى 25 سنة [4].

وبغية إيجاد الحصيلة النيوترونية لمصدر النيوترونات ^{238}Cm-^{9}Be، تم حساب المقطع العرضي التفاعلي $^{9}Be(\alpha,n)^{12}C$ عند طاقة الجسيمات المختلفة، وفقدان الطاقة، من حيث طاقة القذيفة. تم تحديد المقطع العرضي لمركبات البريليوم، حيث كانت نواة البريليوم هي الهدف الوحيد لانبعاث النيوترون لأكسيد البريليوم، كربيد البريليوم، البريليوم هيدريد، هيدروكسيد البريليوم و نيتريد البريليوم. وقد تم حساب فقدان طاقة الجزيئات α من حيث الطاقة المستقبلة في كل مركب من البريليوم بواسطة أستر

. تم حساب العائد النيوتروني من خلال[8] [9]:

$$\text{Neutron Yield} = N \int_0^E \frac{\sigma(E)}{dE/dx}\, dE \text{.....(1)}$$

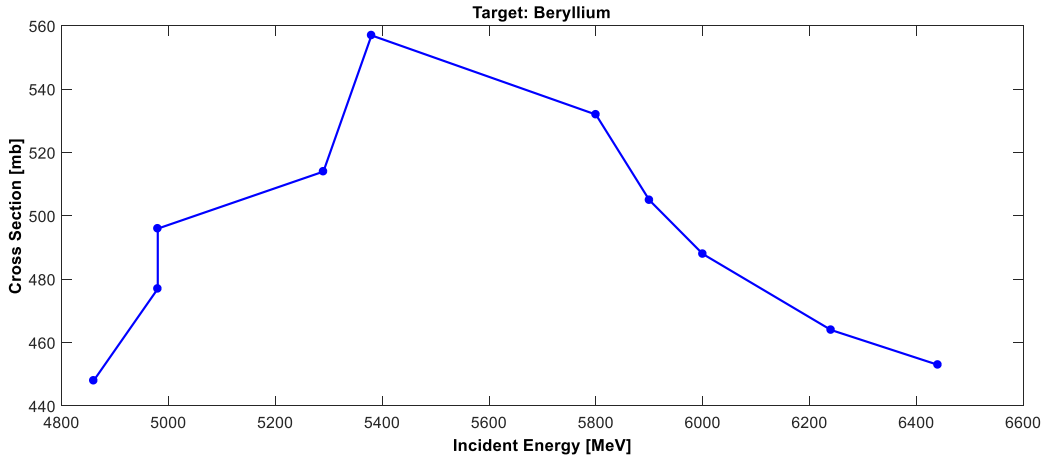
حيث، N هو العدد الذري من الهدف لكل وحدة حجم، والذي يعرف على النحو التالي:

$$N = \omega \rho N_a / A \quad \text{.....(2)}$$

حيث، ω هو وفرة البريليوم في المركب، ρ هو كثافة المركب، A هو عدد كتلة البريليوم، Na هو عدد أفوغادرو، σ (E) المقطع العرضي، dE/dx قدرة الايقاف للجسيمات الساقطة.

2-6: النتائج والمناقشة

إن اعظم قيمة للمقطع العرضي لتفاعل $^{9}Be(\alpha,n)^{12}C$ هي 5.380 MeVطاقة الجسيمات α هو 557 ميغابايت كما هو مبين في منحنى تفاعل Fig.1 9Be(α,n)12C ، المقطع العرضي من تفاعل $^{9}Be(\alpha,n)^{12}C$ في هذا المصدر هو 532 ميغابايت بسبب طاقة الجسيمات α للمصدر 238Cm-9Be تساوي 5.800MeV . إن فقدان الطاقة من الجسيمات α في المركبات الكيميائية المختلفة غير متساو بسبب التركيب الذري واختلافات الكثافة.



شكل (2-1). تغيير المقطع العرضي لتفاعل $^{9}Be(\alpha,n)^{12}C$ مقابل طاقة الجسيمات الساقطة. البيانات من مصدر [10]

تم حساب قدرة الايقاف لجسيمات ألفا بواسطة برنامج ASTAR لكل طاقة للقذيفة من الصفر إلى 5.800 MeV ولمختلف مركبات البريليوم. وترد في الجدول (1) نتائج ASTAR ولمختلف مركبات البريليوم ولطاقة جسيماتα 5800 MeV تم حساب العائد النيوتروني بأخذ نتائج جدول فقدان الطاقة (1) والمقطع العرضي (الشكل 1).

2الجدول

نتائج ASTAR

Target	Energy loos	Density kg/m^3
BeO	200.6	3010
Be_2C	129.30	1900
BeH_2	58.74	650
$Be(OH)_2$	139.88	1920
Be_3N_2	184.29	2710

طاقة جسيمة ألفا هو 5.48 MeV (وحدة = MeV/mm)

تم حساب عوائد النيوترونات لمختلف المركبات باستخدام المعادلة (1) وادراجها في جدول (2).

الجدول 3

الحصيلة النيوترونية لمركبات البريليوم

Target	**Yield n/α**
BeO	**3.1006e-005**
Be_2C	**3.0365e-005**
BeH_2	**2.2866e-005**
Be(OH)2	**2.8363e-005**
Be_3N_2	**3.0386e-005**

يمكننا أن نرى من الجدول (2) أن أكسيد البريليوم كهدف، مع (^{238}Cm) كمولد مقذوفات، له أكبر عائد النيوترون من خلال تفاعل $^{9}Be(\alpha,n)^{12}C$ و هيدريد البريليوم لديها أصغر حصيلة نيوترونات بالمقارنة مع المركبات أخرى. المقاطع العرضية هي نفسها لتفاعل $^{9}Be(\alpha,n)^{12}C$ مع مركبات البريليوم كمواد مستهدفة لجميع مركبات البريليوم في هذا البحث، في نطاق محدد من طاقة الجسيمات الفا .

تشير النتائج في الجدول (2) إلى أن الأهداف المتكونة من مركبات لها دور مهم في محصول النيوترون. بالمقارنة مع المركبات الأخرى فإن فقدان الطاقة من الجسيمات α في هيدريد البريليوم هو صغير، في حين أن نسبة الكتلة هي أكثر من المركبات أخرى. وهكذا،

فإن الحصيلة النيوترونية من هيدريد البريليوم من المعادلة (1) هي صغيرة من غيرها. في مقابل، أكسيد البريليوم لديه أعلى فقدان الطاقة وأعظم من غيرها. واستنادا إلى خصائص التركيبة الكيميائية وحاصلها النيوتروني، يعتبر أكسيد البريليوم هدفا مناسبا لتوليد النيوترونات باستخدام مصدر النيوترونات ^{238}Cm-^{9}Be الذي يبلغ عمره 18.1 سنة [3] من خلال تفاعل $^{9}Be(\alpha,n)^{12}C$، والذي يمكن استخدامها في مختلف المجالات مثل البحوث الطب النووي للتشخيص والعلاج

المصادر

[1] فاطمة عثمان، دراسة النيوترونات في مفاعلات الانشطار النووي، جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا كلية الدراسات العليا

[2]محمد فتاح دموم، توصيف جرعة النيوترونات وكاما واطياف كل منهما في مواضع التشعيع في حاوية مصدر المعايرة النيوترونية باستخدام MCNP-4C ، جامعة دمشق- كلية العلوم- قسم الفيزياء .

[3] William M. White, Isotope Geochemistry, John Wiley & Sons, 2015.

[4] Ryan Daniel Bechtel, Uraium-232 Beryllide Neutron Source, A Thesis, Georgia Institute of Technology, May 2007.

[5] Ian Hore-Lacy, Nuclear Energy in the 21st Century, World Nuclear University Press,2010.

[6] James Shipman, Jerry Wilson and Aaron Todd, Introduction to Physical Science, Revised Edition, twelfth edition, Cengage Learning, 2009.

[7] Geiger, K.W., Van der Zwan, L., Radioactive neutron source spectra from $^{9}Be(\alpha,n)$ cross section data. Nucl. Instrum. Methods 131, 315, (1975).

[8] Berger, M. J , ASTAR, International Atomic Energy Agency, nuclear data services, documentation series of the IAEA nuclear data section, Version 2, 1993.

[9] Beckurts, K. H. &Wirtz, K. Neutron Physics. New York, Springer Velag, (1964).

[10] A. W. Obst, T. B. Grandy, J. L. Weil, Physical Review, Part C, Nuclear Physics Vol.5, p.738, 1972.

[11] Beckurts, K. H. &Wirtz, K. Neutron Physics. New York, Springer Velag, (1964).

[12] كتاب الماتلاب خطوة بخطوة