

جامعة سبها

كلية العلوم

قسم الفيزياء

قياس مدى جسيمات ألفا في (الهواء والالومنيوم) باستخدام
عداد جايجر_مولر

Measurement of alpha particle Range in air &Al
by using Geiger_Muller counter

بحث تخرج لاستكمال متطلبات الحصول على درجة البكالوريوس

إعداد الطالبتين :

نجية سعيد أمحمد

فتحية محمد الساكت

إشرافه

د.يوسف أبوبكر عبد الله

العام الدراسي

2013 - 2012

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ

أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ

صَافٍ اللَّهُ الْعَالَمِ الْعَظِيمِ

كلمة الشكر

الشكر والحمد لرب السماوات والأرض الذي اعاننا على اظهار هذا البحث
بهذه الصورة

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا لإستكمال أحد المراحل الجامعية من وقفة نعود
إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا
الكثير باذلين بذلك جهوداً كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد
...وقبل أن نمضي نقدم آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة إلى
الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة... إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم
والمعرفة... إلى جميع أساتذتنا الأفاضل... [قسم الفيزياء]

ونخص بجزيل الشكر، والعرفان للدكتور الذي تفضل بالإشراف على هذا
البحث فجزاه الله عنا كل خير فله منا كل التقدير والاحترام.

[د. يوسف أبوبكر عبد الله]

الإهداء

إلى منارة العلم والأمام المصطفى... إلى الأمي الذي علم المتعلمين... إلى سيد الخلق... إلى رسولنا الكريم.

محمد صلى الله عليه وسلم

إلى من كلله الله بالهبة والوقار... إلى من علمني العطاء دون انتظار... إلى من جرع الكأس فارغاً ليسقي قطرة حب... إلى من كَلَّت أنامله ليقدّم لنا لحظة سعيدة... إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم... إلى من أحمل اسمه بكل افتخار... أرجو من الله أن يسكنه فسيح الجنان

والذي رحمه الله

إلى ملاكي في الحياة... إلى من ركع العطاء أمام قدميها... إلى رمز الحب وبلسم الشفاء... إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي... بارك الله في عمرها.

أمي الحبيبة

إلى من أحببتهم وأحبوني... إلى رفقاء دربي... إلى القلوب الطيبة والنوايا الصادقة... إلى من عشت معهم أجمل لحظات عمري حلوها ومرها.

أخوتي وأخواتي

إلى من تحلو بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء... إلى ينباع الصدق الصافي... إلى من معهن سعدت، وبرفقتهن في الدروب الحياة الحلوة والحزينة سرّت... إلى من كنّ معي على طريق النجاح والخير... إلى من عرفت كيف أجدهن وعلمني أن لا أضيعهن.

صديقاتي

إلى الشموع التي ذابت في كبرياء... لتنير كل خطوة في دربنا... لتذلل كل عائق أمامنا... فكانوا رسلاً للعلم والأخلاق... شكراً لكم جميعاً.

عواطف سعيد، فاديه جمعه، مدلّة على، صدام حسين، عبد العالي على

فهرس الموضوعات

الصفحة	الموضوعات	الرقم
—	الآية القرآنية	1
—	كلمة الشكر	2
—	الإهداء	3
1	الملخص	4
2	المقدمة	5
الفصل الأول		
4	جسيمات ألفا	1
4	مدى جسيمات ألفا	1.1
7	قياس طاقة جسيمات ألفا	1.1.1
10	تفاعلات الجسيمات المشحونة مع المادة	2.1
11	مدى الجسيمات المشحونة الثقيلة فى المادة	3.1
13	متوسط الطاقة المتأينة	1.3.1
14	التأين النوعي	2.3.1
15	قوة الايقاف	3.3.1
18	تفاعلات جسيمات ألفا	4.1
18	فقد الطاقة بالتصادمات اللامرنة	1.4.1
20	فقد الطاقة بالإشعاع	2.4.1
20	كواشف الإشعاعات النووية	5.1
21	تقسيم الكواشف الغازية	1.5.1
21	عداد جايجر_مولر	2.5.1
23	عدادات جايجر ذات الإطفاء الخارجي	3.5.1
23	عدادات جايجر ذات الإطفاء الذاتي	4.5.1

	الفصل الثاني	
26	قياس مدى جسيمات ألفا باستخدام عداد جايجر-مولر	1.2
26	خطوات العمل	1.1.2
27	النتائج والمناقشة	2.1.2
29	قياس مدى جسيمات ألفا في الهواء عمليا	3.1.2
31	قياس مدى جسيمات ألفا في الالومنيوم عمليا	4.1.2
36	الخاتمة	
37	المصادر والمراجع	

قائمة الأشكال

الصفحة	الشكل	ر.ت
5	توزيع مدى جسيمات α المتماثلة الطاقة	1.1
9	وجود ثلاثة مجموعات من جسيمات ألفا حسب مقدرة الكاشف	2.1
13	مدى جسيمات ألفا في الهواء والمنحنى النفاذلي للتبعثر	3.1
13	مدى جسيمات ألفا في وسط غازي	4.1
14	التأين النوعي لجسيمات ألفا	5.1
15	منحنى براغ للتأين النوعي	6.1
17	العلاقة بين عدد الأيونات الناتجة كدالة في المسافة المقطوعة داخل المادة	7.1
22	كاشف جايجر_مولر	8.1
29	كيفية قياس المدى في الهواء باستخدام أنابيب متغيرة الطول	1.2
30	العلاقة بين الطول ومتوسط العد في الهواء عملياً	2.2
31	كيفية قياس المدى باستخدام شرائح الالومنيوم	3.2
32	العلاقة بين السمك الكتلي للشريحة ومتوسط العد في الالومنيوم عملياً	4.2
33	العلاقة بين المدى والطاقة لجسيمات ألفا في الهواء نظرياً	5.2
34	العلاقة بين المدى والطاقة لجسيمات ألفا في الالومنيوم نظرياً	6.2

قائمة الجداول

الترقيم	الجداول	الصفحة
1.1	مدى جسيمات ألفا في المواد المختلفة	7
2.1	بعض مصادر جسيمات ألفا	9
1.2	المشاهدات لكل وحدة طول باستخدام عداد جايجر عملياً	30
2.2	المشاهدات بالنسبة الشرائح الألومونيوم باستخدام عداد جايجر عملياً	31
3.2	مدى جسيمات ألفا في الألومونيوم نظرياً	33
4.2	مدي جسيمات ألفا في الهواء نظرياً	34
5.2	مدى جسيمات ألفا في بعض المواد	35

فهرس الرموز

الرمز	الاسم
α	ألفا
E	طاقة الجسيم
X	المسافة
R	المدى
R_m	المدى المتوسط
R_{ex}	المدى الامتدادي
FWHM	الاتساع الكلي عند المنتصف
A	العدد الكتلي
ρ	كثافة المادة
W	الطاقة
Ze	شحنة جسيم α
M_e	كتلة الإلكترون
n	مراكز الاستطارة
σ	المقطع العرضي
\bar{I}	متوسط الطاقة المتأينة
S	التأين النوعي
S	قوة الإيقاف
Z	العدد الذري
N	عدد الذرات/وحدة الحجم
I	متوسط جهد التأين
C	سرعة الضوء

المخلص

جسيمات ألفا هي عبارة عن نواة ذرة الهليوم حيث تعتبر من أكثر انويه العناصر استقرارا وتماسكا ، ولهذا فجسيم ألفا ينتج كثيرا من التفاعلات النووية .

وتتخذ جسيمات ألفا مساراً خطياً وذلك لكبر حجمها وعلى الرغم من الفوائد المتعددة لهذه الأشعة إلا أن لها تأثيرات بيولوجية واطاراً على الكائن الحي بصفه عامة.

لقد اجريت العديد من الدراسات العلمية في مجال قياس مدى جسيمات ألفا باستخدام بعض أجهزة الكشف و منها علي سبيل المثال عداد جايجر _موللر .

في هذا البحث تم تقدير مدى جسيمات ألفا في الهواء والألومنيوم عملياً باستخدام عداد جايجر فكانت قيمة المدى في الهواء تساوي 4cm وأيضاً قيمة المدى في الألومنيوم تساوي

$$2.629 * 10^{-3} \text{ cm}$$

كما تم تقدير مدى جسيمات ألفا نظرياً وذلك استخدام المعادلات الرياضية فكانت قيمة المدى في الهواء تساوي 3.96cm وقيمة المدى في الألومنيوم تساوي 6.69 mg/cm^2 ومن الممكن أن نعبر عن السماكة بوجه عام (المدى) المقاسة بالسنتيمتر حيث تساوي 0.0024 cm وهذه القيمة تكون قريبة من النتيجة المدونة في الكتب والمراجع التي تساوي 0.0047cm ولقد بينت النتائج لهذا البحث أن القيم المتحصل عليها من العداد عملياً تكون مقاربة جداً من القيم التي تم الحصول عليها من المعادلات الرياضية.

ومن هذا نستخلص القول عندما تقترب جسيمات ألفا من نهاية المسار تكون قد فقدت الكثير من طاقتها وتبدأ في التباطؤ وهنا قد تستطيع الإلكترونات أن تتجنب التصادم مع جسيمات ألفا ويرجع ذلك الي سرعة هذه الإلكترونات في مداراتها التي تفوق كثيرا سرعات جسيمات ألفا.

المقدمة

الفيزياء 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.

وعلى الرغم من هذه الأهمية لهذا المجال فإنه يوجد اهتمام واسع لهذا المجال وذلك لما تسببه من أمراض وتلوث للبيئة، ولهذا صنعت أجهزة خاصة للكشف عنها ومن هذه الأجهزة المستخدمة في الكشف عن الإشعاعات النووية ما يسمى بعداد جايجر_مولر، وكاشف الحاجز السطحي وغيره من الأجهزة.

فالنشاط الإشعاعي عبارة عن اضمحلال أو تفكك تلقائي لنواة نظير معين ومصحوب بإعطاء إصدارات لجسيمات نووية مثل جسيم ألفا - بيتا - بروتون - نيوترون، وعادة ما يتبع هذه الإشعاعات جاما ولكل من هذه الجسيمات كيفية وألية تتفاعل بها مع المواد التي تمر من خلالها.

وعند تفاعل جسيمات ألفا مع الإلكترونات فإنه ينتج عن ذلك فقدان في طاقة هذه الجسيمات ألفا وتوقفها عند اختراقها مسافة معينة داخل الوسط حيث هذه المسافة تعرف بالمدى (Range).

ويعرف المدى على أنه أقصى مسافة بتحركها الإشعاع داخل الوسط قبل أن يتم إيقافها داخل هذه المادة.

حيث تتم عملية الفقد في طاقة جسيمات ألفا عندما يتحرك الجسيم في الوسط نتيجة للتصادمات المتتالية بين الجسيم الإشعاعي ألفا (α) مع إلكترونات المدار للمادة المخترقة، وبالتالي تقل سرعاتها التي ينتج عنها تأين أو إثارة في الوسط، وهكذا تتناقص طاقة الجسيمات باستمرار حتى تصل إلى

الصفحة . [1]، [2]، [5]

الفصل الأول

Alpha particles

1- جسيمات ألفا

جسيم ألفا هو عبارة عن نواة ذرة الهليوم وتتكون من بروتونين ونيوترونين، تتحد في داخل النواة بقوة نووية كبيرة، بحيث تعتبر أشد نوايا العناصر استقراراً وتماسكاً، وذلك لتكونها من 2 عدد بروتون و 2 نيوترون وهذه العناصر الأربعة تتميز بأكثر فاقداً للطاقة عند اندماجها لتكوين نواة الهليوم، ولهذا فـجسيم ألفا ينتج كثير في التفاعلات النووية حيث ليس من السهل تحلله أو تفككه، حيث قوة اختراقها ضعيفة مع قدرة ضعيفة على النفاذ لتقلها وانخفاض سرعتها، وكتلتها أكبر من كتلة الإلكترونات؛ وعليه عندما تتحرك في الهواء أو الفراغ فإنها تؤين كل شيء تمر خلاله وبناء على ذلك فإن جسيمات ألفا تتحرك بطاقة أكبر من طاقة بيتا ولكن يتم تباطؤها وإيقافها بشكل أسرع من بيتا ونجد أن معظم الجسيمات لديها طاقة أقل من 10 MeV وتظهر على شكل أطياف خطية.

وبما أن جسيمات ألفا لديها شحنة كهربائية فإنها باستمرار متأثرة بواسطة الإلكترونات المواد التي تمر خلالها، ولهذا السبب فإنها باستمرار تفقد طاقتها وتتباطأ في أي مادة تمر خلالها ولهذا السبب أيضاً لديه مدى محدد ومحصور وتتحرك في مسارات مستقيمة والسبب يعود إلى أن كتلتها الكبيرة نسبياً. [1] و [2]

alpha particles Range

1.1 - مدى جسيمات ألفا

عند دراسة تفاعل الإشعاع مع المواد المختلفة وجد أنه من الضروري تعيين طول المسار path length للجسيم وهو المسافة التي يقطعها الجسيم داخل المادة، حيث وجد أن طول المسار يتناسب مع طاقة الجسيم ويستخدم أحياناً لمعرفة هذه الطاقة بصورة تقريبية.

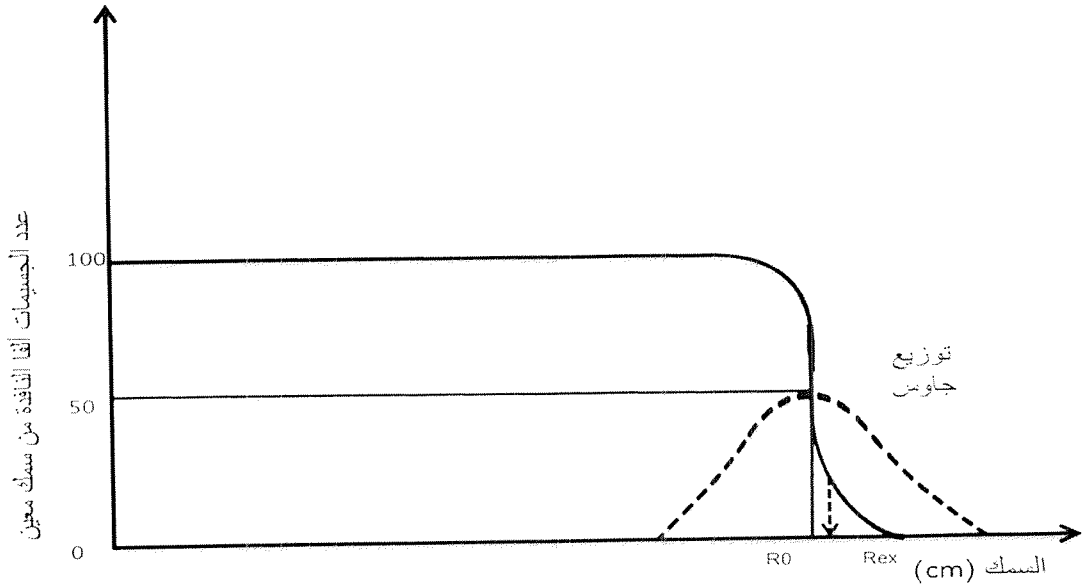
هذا الطول يعرف أحيانا بالمدى (Range) وهو يعرف على أنه أقصى مسافة يقطعها الجسيم في المادة الممتصة له قبل أن يسكن (يمتص).

ويمكن قياس المدى بتحديد طول المسار نفسه (مثلما يحدث في قياسات المستحلب النووي). ثم يقسم المسار إلى أطوال صغيرة، ويكون المدى هو المجموع الجبري لتلك الأطوال وقد وجد أن المدى يعطي بالعلاقة التالية:

$$R(E_0) = \int_0^{E_0} \frac{dE}{-dE/dx}$$

حيث E_0 هي طاقة الجسيم الابتدائية.

وحيث يعرف المدى المقاس هنا بتقريب التباطؤ المستمر (CSDA) ويمكن تعيين المدى عمليا برسم العلاقة بين عدد جسيمات α المقاسة عند سمك مختلف من المادة الممتصة وبين السماكات أو السمك فتحصل على شكل مماثل (1.1). [2]



الشكل (1.1) يوضح توزيع مدى الجسيمات α المتماثلة الطاقة

حيث يبين الشكل (1.1) أن هناك قيمة تسمى المدى المتوسط (Mean Range) ويرمز لها بالرمز R_m وهذا المدى هو قيمة السمك عندما يهبط عدد الجسيمات α إلى نصف قيمته الأصلية 50%.

أما المدى الامتدادي (R_{ex}) فهو قيمة السمك عندما يقابل المستقيم المماس لمنحني المدى محور السمك أو تسمى النقطة التي يلتقي فيها المستقيم المرسوم من نقطة منتصف القراءات 50% مع منحني المدى بمنطقة (H.M). [2] ، [7]

وتسمى سعة المنطقة بين نقطة الـ H . M ونقطة M على منحنى المدى بمنطقة منتصف القراءة القصوى (F.W.H.M)، حيث توجد علاقة رياضية تربط بين المدى المتوسط وال المدى الامتدادي R_{ex} ، R_m بدلالة تلك المنطقة يمكن كتابتها كما يلي :

$$R_{ex} = R_m + 1.06 (FWHM) \quad (1)$$

وايضا يمكن وضع علاقة رياضية لمعرفة مدى دقائق ألفا R_α في حالة الهواء التي تم تقدير طاقتها بين $4 \text{ Mev} < E_\alpha < 8 \text{ Mev}$

$$R_{Air} = 0.309 E^{3/2} \text{ cm} \quad (2)$$

حيث E: هي طاقة الشعاع (Mev)

وبصورة عامة صاغ براغ - كليمان علاقة تصلح لمعظم المواد حيث

$$R = 0.173 E^{3/2} A^{1/3} \text{ mg/cm}^2 \quad (3)$$

حيث E : هي طاقة الشعاع (Mev)

A : هي العدد الذري للمادة الممتصة

وأيضا يمكن مقارنة مدى جسيمات α في المواد المختلفة.

$$\frac{R_1}{R_2} \cong \frac{\rho_2 \sqrt{A_1}}{\rho_1 \sqrt{A_2}} \quad (4)$$

A_2, A_1 هما أوزانها الذرية .

وتبلغ نسبة الخطأ في العلاقة السابقة حوالي 15%

كما ويمكن مقارنة مدى جسيمات α في الهواء (R_a) حيث:

$$R = 3.2 \times 10^{-4} (\sqrt{A} / \rho) R_a \quad (5)$$

حيث:

R هو مدى جسيم α في مادة كثافتها ρ ووزنها الذري A .

نلاحظ من خلال العلاقتين (4) و(5) أن كثافة الوسط مضروبة في متوسط المدى، ولذلك أصبح من المعتاد أن تعبر عن المسافة (أو السماكة بوجه عام) المقاسة بالسنتيمتر، وهناك مسافة أو سماكة أخرى تسمى سماكة الكتلة، وهي حاصل ضرب كثافة الوسط والسماكة وتكون وحدتها g/cm^2 .

يبين جدول رقم (1.1) مدى جسيمات α في بعض المواد المعروفة.

جدول رقم (1.1) مدى جسيمات α في المواد المختلفة . [1], [2]

$R(\text{mg/cm}^2)$ in pb	$R(\text{mg/cm}^2)$ in Al	$R(\text{cm})$ in Air	$W(\text{ev/in pair})$	$E(\text{Mev})$
3.7	1.5	1		2
6.7	3.1	2		3.5
13.7	5.6	3.7	35.6	5.3
18.0	7.6	5		6.3
25.2	10.8	7.3	35.1	7.8
34.5	14.8	10		9.7

1.1.1- قياس طاقة جسيمات ألفا α

Measuring The energy of alpha particles

جسيمات α جسيمات مشحونة لأنها عبارة عن أنوية الهليوم وبالتالي فهي تحمل شحنة كهربائية موجبة قدرتها $+2e$ (ضعف شحنة الإلكترون)، ومن الممكن قياس طاقة هذه الجسيمات إذا تركت للحركة في المجالات الكهربائية أو المغناطيسية.

وقد تم تصميم مطاييف مغناطيسية لقياس طاقات جسيمات α إلى جانب طرق أخرى منها على سبيل المثال.

1- المستحلب النووي.

2- تحليلات إرتفاع النبضة.

واستخدمت أصناف كثيرة من الكاشفات الإشعاعية لقياس الأشعة.

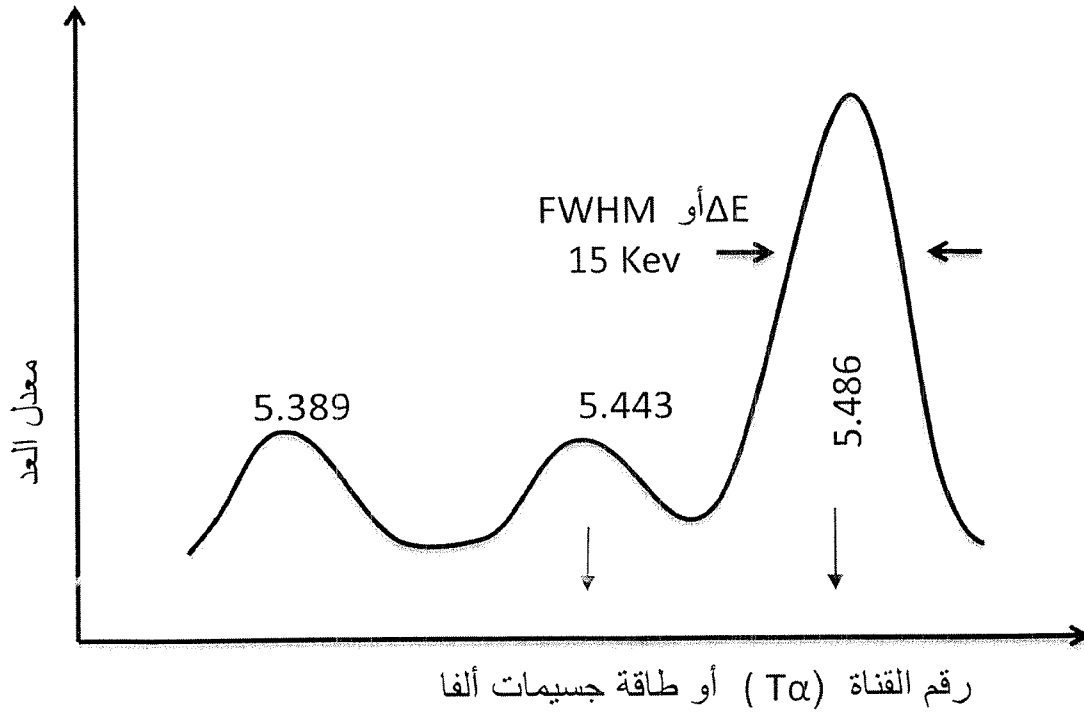
يناسب كلا منها نوع معين من أنواع الإشعاع وتستخدم كاشفات الجوامد لقياس طاقة جسيمات α ، وتعرف باسم كاشفات الحاجز السطحي حيث تسقط جسيمات α على الكاشف، وتمتص بحيث تتحول طاقتها إلى طاقة الكترونية، وتنتج نبضة كهربية يتناسب ارتفاعها مع طاقة الجسيمات الساقطة، وتسجل هذه النبضات وتظهر على شاشة جهاز محلل متعدد القنوات.

وبيين الشكل الآتي (2.1) طيف طاقة جسيمات α الناتجة من عنصر الأامريسيوم حيث تظهر في هذا الطيف الذي أخذ بواسطة كاشف الحاجز السطحي طاقات القيم الثلاث لجسيمات α حسب نسب تفرعها الأصلية.

ويتضح وجود ثلاثة مجموعات من جسيمات α في الشكل (2.1) وذلك حسب مقدرة تمييز

الكاشف للطاقة.

ولملاحظ أن نسب التفرع هذه يمكن تقديرها بمقارنة مسافات القمم في الشكل (2.1) المقابلة لكل مجموعة من الجسيمات.



الشكل (2.1) يوضح ثلاث مجموعات من جسيمات α حسب مقدرة الكاشف

الجدول التالي (2.1) يوضح بعض مصادر جسيمات ألفا [8]

التظير	عمر النصف	الوحدة	طاقة ألفا (MeV)
$^{210}_{Bi}$	5.013	Days	4.687, 4.650
$^{206}_{Po}$	8.8	Days	5.2237
$^{208}_{Po}$	2.898	Years	5.1149
$^{210}_{Po}$	138.4	Days	5.30433
$^{222}_{Rn}$	3.8235	Days	5.48948
$^{241}_{Am}$	432.2	Years	5.5445, 5.48556, 5.44280

الشكل (2.1) طيف طاقة الجسيمات α الناتجة من عنصر الأمريسيوم-241 كما يبينه كاشف الحاجز السطحي (الأرقام تبين طاقات أشعة α مقدره بوحدهات Mev) ، FWHM أو (ΔE) تبين أوسع القمة عند منتصف قيمتها العظمى وتساوي (15keV) المحور الأفقي يبين عدد القناة أو طاقة جسيمات (α) أما المحور الرأسي فيبين معدل العد بتدرج اختياري . [1]

2.1- تفاعلات الجسيمات المشحونة مع المادة

Interactions of charged particles with Mater

عندما تعبر جسيمات مشحونة وسريعة مثل البروتون والديوترون، أو دقائق ألفا (α) وسطاً مادياً معيناً، فإن هذه الجسيمات، وبسبب شحنتها سوف تتفاعل مع إلكترونات ذرات هذه المادة، بحيث تفقد هذه الجسيمات جزءاً صغيراً من طاقتها .

بشكل عام تفقد الجسيمات المشحونة طاقتها خلال المواد أو من خلال بعض أو كل العمليات والتأثيرات الآتية :

1- التفاعل الحاصل بين الجسيمات الساقطة والإلكترونات المحيطة بالنواة الهدف الذي يعمل على تزويد هذه الإلكترونات بالطاقة ورفعها الي مستويات طاقة اعلى أو إفلاتها كلياً من قوة جذب النواة وهذا ما يسمى بعمليات التأين أو الإثارة .

2- إبطاء الجسيمات المشحونة من قبل المادة الموقفة الذي ينتج عنه انبعاث أمواج كهرومغناطيسية، حيث أن الشحنات المتحركة داخل المادة الموقفة تسبب استقطاباً للذرات بجانب مسار الجسيم .

3- القوة الكهربائية الكولومية المؤثرة بين الجسيمات الساقطة والنواة الهدف، حيث يؤدي ذلك الي تغير موقعها في البلورة أو استبعادها من سلسلة الجزئي، وإحداث تدمير بلوري. وأيضاً يؤخذ بنظر الاعتبار عملية فقدان الطاقة في الفقرتين 1 ، 3 ومن الممكن كتابة معدل الفقدان الكلي للطاقة كما في المعادلة (6)

$$\left[\frac{dE}{dX}\right]_{total} = \left[-\frac{dE}{dX}\right]_{nucl} + \left[-\frac{dE}{dX}\right]_{ele} + \left[-\frac{dE}{dX}\right]_{rad} \quad (6)$$

علماً بأن الحدود الثلاثة في الطرف الأيمن من المعادلة السابقة تعود إلى التفاعل النووي الإلكتروني والإشعاعي على الترتيب.

إذا كان هناك جسيم شحنة Z ، وطاقته E ، وكتلته M فإذا التقى بوسط إيقاف يحوي على عدد n من مراكز الاستطارة (scattering centers)، فإن الطاقة W التي تكتسبها مراكز الاستطارة تعطي العلاقة : $nd\sigma(E, W)dx$

حيث أن $d\sigma(E, W)$ يمثل المقطع العرضي التفصيلي ، وبهذا فإن مقدار الطاقة الكلي يمكن أن نحصل عليه من خلال التكامل على جميع قيم W بين W_{max}, W_{min} :

$$\left[-\frac{dE}{dX}\right] = n \int_{W_{min}}^{W_{max}} d\sigma(E, W) \quad (7)$$

وبهذا فإن الشكل الصحيح للكمية $d\sigma(E, W)$ يعتمد على شكل جهد التفاعل بين الأيون المتحرك ومراكز الاستطارة المختلفة . [3] ، [4] .
3.1- مدى الجسيمات المشحونة الثقيلة في المادة .

Range of heavy charged particles in mater

إن مدى الجسيم المشحون في مادة ما ، هو عبارة عن طول المسافة التي يقطعها الجسيم في المادة.

ولما كان أثر هذا الجسم الثقيل عبارة عن خط فإن مدى الجسيم الثقيل هو نفسه عبارة عن أثر هذا الجسيم في المادة، وأيضاً إن طول الأثر للجسيمات المعنية يكون واحداً طالما كانت طاقتها الابتدائية واحدة ولكن يجب التذكر أن التصادم مع الإلكترونات عملية إحصائية بحتة، فقد تختلف المسافة بين التصادمات وعليه يختلف طول الأثر اختلافاً طفيفاً مما يؤدي إلى حدوث اختلاف طفيف في مدى الجسيمات من النوع نفسه ذات الطاقة الواحدة.

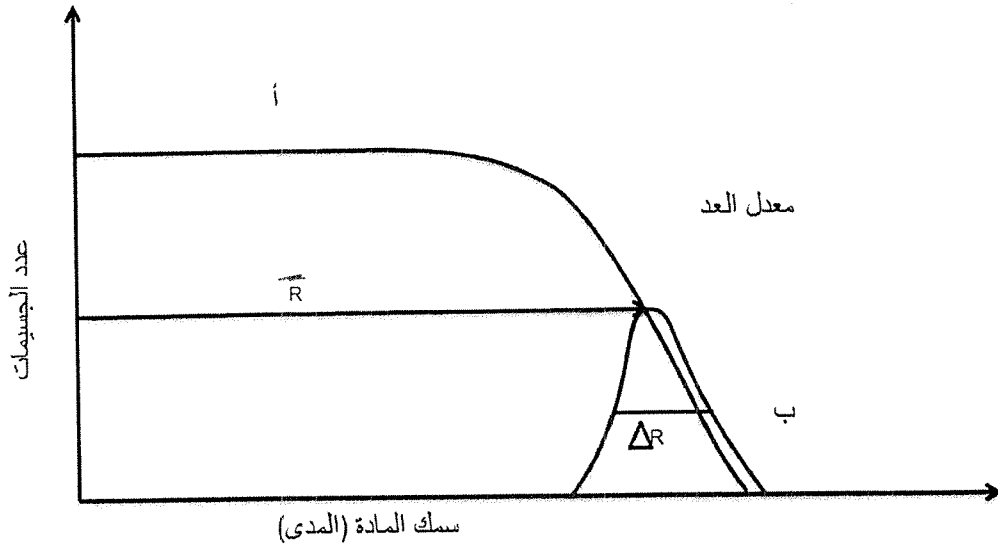
ويعرف هذا الاختلاف في المدى للجسيمات ذات الطاقة الواحدة بالتبعثر في المدى (Stragglings).

عند قياس مدى جسيمات ألفا في الهواء (وذلك بقياس عدد جسيمات ألفا التي تسجل عند مسافات مختلفة من مصدر هذه الجسيمات شريطة أن تكون جسيمات ألفا الخارجة من المصدر في شكل شعاع ضيق ومتوازي نلاحظ المنحنى (أ) كالمبين في الشكل (3.1)، وبتفاضل هذا المنحنى ينتج منحنى جديد (ب) يعرف باسم المنحنى التفاضلي للتبعثر وهو يوضح طبيعة التبعثر في المدى ويسمى المقدار \bar{R} المبين بالشكل بالمدى المتوسط (*mean range*) ويعد نصف العرض ΔR للمنحنى (ب) الذي قياسه عبارة عن $\frac{1}{e} = \frac{1}{2.71}$ من أقصى ارتفاع لهذا المنحنى يعدّ وسيطاً مهماً لقياس قيمة التبعثر، فكلما زاد \bar{R} كان Δ التبعثر في المدى كبيراً والعكس صحيح. [3] و [4]

ولقياس مدى الجسيمات الثقيلة في الغازات أو الأجسام الصلبة فإنه يفضل تثبيت كل من المصدر والكاشف على مسافة مناسبة في حيز مفرغ من الهواء الجوي ثم يتم إدخال الغاز بضغوط مختلفة وبحسب عدد الجسيمات التي يسجلها الكاشف عند كل ضغط، ويزداد الضغط حتى يتوقف الكشف عن تسجيل الجسيمات، وعند رسم العلاقة بين معدل العد وضغط الغاز يتم الحصول على منحنى مشابه للمنحنى (أ) الموضح في الشكل (3.1)، ثم تستخدم مسافات مختلفة عند ضغط واحد ثابت مساوٍ للظروف الطبيعية القياسية.

فحصل على علاقة بين معدل العد والمسافة المبينة في نفس الشكل والسبب في إتباع ذلك الأسلوب هو المحافظة على قيمة زاوية الكاشف التي يجب أن تكون ثابتة.

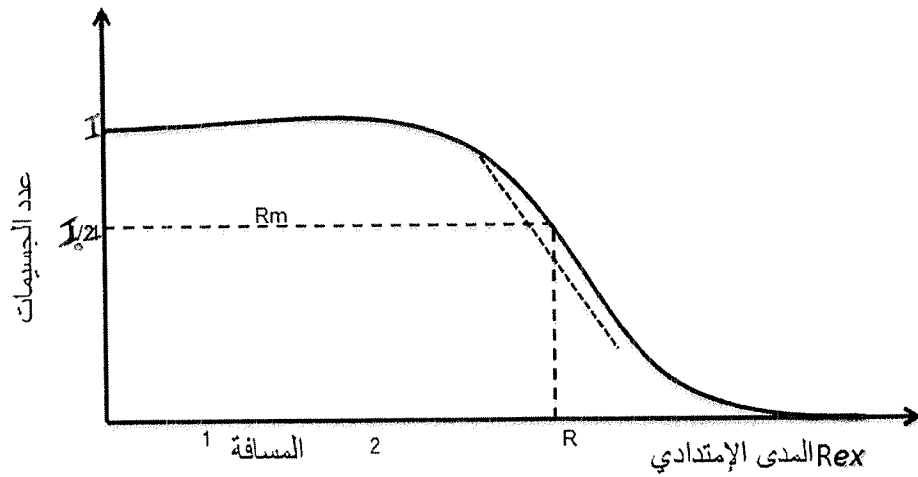
أما بالنسبة إلى المواد الصلبة فيقياس المدى بعد تثبيت كل من المصدر والكاشف في حيز مفرغ ثم يوضع سمك صغير من المادة أولاً ويزاد السمك بالتدرج إلى أن يتوقف الكاشف تماماً عن العد، ثم ترسم العلاقة بين معدل العد والسمك المقابل للمادة. [3] و [7]



شكل (3.1) يوضح (أ) مدى جسيمات ألفا في الهواء، (ب) المنحنى التفاضلي للتبعثر

1.3.1 - متوسط الطاقة المتأينة (\bar{I}):

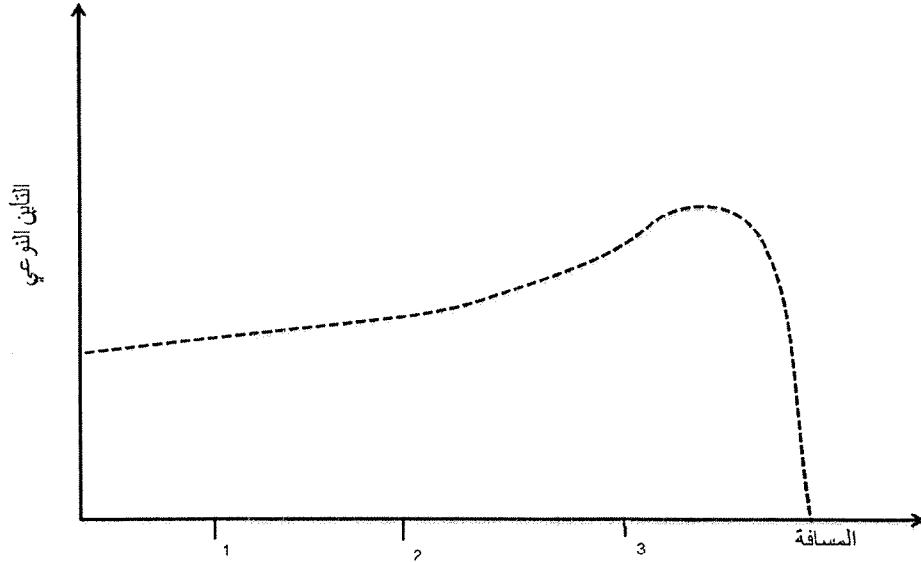
هي متوسط الطاقة التي نحتاج لها لتسبب تهيجاً أو تأيناً للذرة أو الوسط الذي تمر فيه الأشعة المارة وبمعرفته نستطيع أن نحسب المدى ومتوسط المدى .



الشكل (4.1) يوضح مدى الجسيمات α في وسط غازي

2.3.1 - التآين النوعي Specific ionization

يعرف التآين النوعي S على أنه عدد الأزواج من الأيونات المتكونة خلال ملليمتر واحد من الأثر في الهواء الجوي عند درجة حرارة 15° وضغط مساوي إلى 760mmHg ، وتعتمد قيمة S عموماً على طاقة الجسيم ونوعه وتصل قيمة S بالنسبة إلى جسيمات ألفا عدة آلاف زوج لكل ملليمتر من الأثر وذلك عندما تكون طاقة جسيمات ألفا في حدود عدة (مليون الإلكترون فولت). وعند رسم العلاقة بين التآين النوعي S لجسيم واحد من جسيمات ألفا والمسافة التي يقطعها هذا الجسيم يتم الحصول على علاقة كالمبيّنة في الشكل (4.1) ويبين هذا الشكل أن التآين النوعي يكون صغيراً عندما يكون جسيم ألفا في بداية الأثر أي طاقته مازالت كبيرة، ويزداد التآين النوعي بالتدريج إلى أن يصل إلى أقصى قيمة له عندما يصبح جسيم ألفا في نهاية الأثر، أي عندما تصبح طاقته صغيرة جداً، ويرجع السبب في ذلك إلى أن زمن تعرض إلكترون المادة للمجال الكهربائي للجسيم يصبح كبيراً عندما تنخفض سرعة هذا الجسيم، أي عندما تقل طاقته، حيث أن زيادة زمن التعرض يؤدي أخيراً إلى زيادة احتمال التآين.

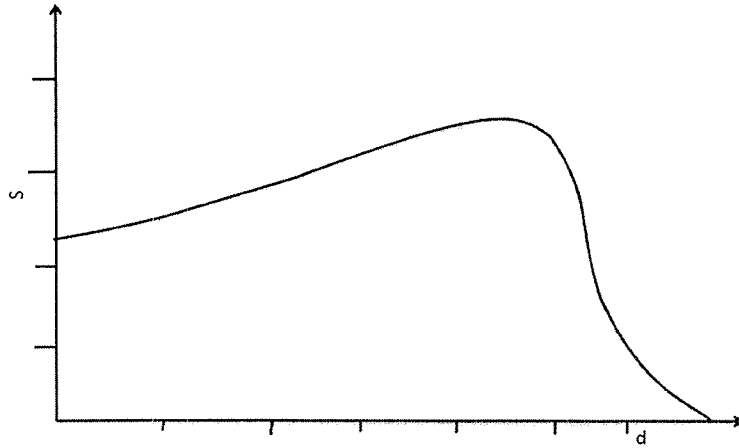


يوضح الشكل (5.1) التآين النوعي لجسيمات ألفا

أما إذا رسمت العلاقة بين التآين النوعي S والمسافة لحزمة متوازنة من جسيمات ألفا يصبح المنحنى كالمبين في الشكل (5.1).

وهذا المنحنى يختلف اختلافاً طفيفاً عن سابقه عند نهاية الأثر ويرجع السبب في هذا الاختلاف إلى نوع التبعثر.

ويعرف المنحنى الأخير بمنحنى براغ (*Bragg curve*) للتآين النوعي. [3]



شكل (6.1) يوضح منحنى براغ للتآين النوعي

3.3.1- قوة الإيقاف *Stopping power*

تعتبر قوة الإيقاف من الكميات المهمة الخاصة بامتصاص الجسيمات المشحونة في المادة حيث إن قوة الإيقاف الخطية لأي جسيم ثقيل مشحون عن طريق مادة معينة يمكن أن يعرف على أنه عبارة عن معدل فقد الطاقة بواسطة الجسيم أثناء مروره داخل المادة المحددة مقسوماً على طول الممر الذي سيدخل إليه.

$$S = -\frac{dE}{dx} \quad (8)$$

حيث S : قوة الإيقاف.

وبزيادة قوة الإيقاف الخطية نقل سرعة الجسيم.

هذا، وقد تعرف قوة الإيقاف على أنها الفقد النوعي للطاقة والفقد النوعي للطاقة يزيد بزيادة الشحنة على الجسيم المصادم للمادة وعليه نجد أن الفقد النوعي للطاقة لجسيمات ألفا أكبر من ذلك للبروتونات التي لها نفس طاقة جسيمات ألفا.

هذا، ويعتمد الفقد النوعي لطاقة الجسيمات المتصادمة بها وفي حالة الجسيمات المشحونة

ذات الطاقة فإن الشحنة هي العامل الهام في تحديد الفقد النوعي للطاقة لهذه الجسيمات.

إذا أن ما تحمله من شحنة موجبة سيجعلها تجذب إلكترونات من ذرات المادة التي ستصطدم بها وبالتالي نقل هذه الشحنة الموجبة بالتدريج ويحدث الفقد النوعي للطاقة .

وفي النهاية ستتحول هذه الجسيمات إلى ذرات متعادلة الشحنة بعد اتحادهما بعدد من الإلكترونات السالبة.

ويقدر معدل فقد الطاقة عمليا بعدد أزواج الأيونات التي تنتج خلال وحدة مسار الجسيم، ويقدر هذا العدد بعدد الأيونات الموجبة والسالبة معاً المنتجة بالإشعاع خلال وحدة المسافة أو المسار. وبالتالي فإن :

$$-\frac{dE}{dX} = Wi \quad (9)$$

حيث W : الطاقة اللازمة الإنتاج زوج من الأيونات (طاقة التأين).

حيث i : عدد أزواج الأيونات المنتجة لكل وحدة مسار وهي عبارة عن متوسط التأين النوعي.

أن W لا تعتمد على الطاقة ولكنها كمية خاصة بالمادة المعنية ويمكن تقدير $-\frac{dE}{dX}$ للجسيمات المشعة حيث تجد أن :

$$-\frac{dE}{dX} = \frac{4\pi Z^2 e^4 N Z}{m_0 V^2} \ln \frac{2m_0 V^2}{W} \quad (10)$$

حيث Ze شحنة جسيم α ، M كتلة الإلكترونات، Z العدد الذري للمادة الممتصة، V سرعة

الجسيمات، N عدد الذرات في المادة الممتصة لكل وحدة حجم .

حيث تبين المعادلة السابقة أن :