التجربة الخامسة

معامل امتصاص بعض المواد للإشعاع النووي

Absorption Coefficient

الغاية من التجربة

1- قياس معامل الامتصاص الخطي والكتلي للرصاص لاشعه كاما

2- قياس معامل الامتصاص الخطي والكتلي لالمنيوم لاشعه كاما ولدقائق بيتا

النظرية:-

عندما تمر اشعة كاما خلال ماده ما, فأنها تعاني امتصاصا نتيجة تفاعلها مع المادة بواسطه ثلاث طرق رئيسية وهي ظاهرة كومبتن ,الظاهرة الكهروضوئية ,توليد الازدواج .وبذلك تكون شدة الاشعة الخارجة اقل من شدة الاشعه الساقطة على المادة ويتوقف مقدار النقص الحاصل في شدة الاشعة dI بعد قطعها سمكا صغيرا (dx) من المادة على هذا السمك وعلى شدة الاشعة ,اي ان

$$-dI = \mu I\, dx \dots\dots\dots (1)$$

حيث يرمز μ لثابت التناسب ويسمى معامل الامتصاص الخطي ($linear\ Absorption\ Coefficient$)والذي يمثل جزء الطاقة النسبي الذي يحذف من الاشعة في كل سنتمتر واحد من مسارها ويمكن كتابة المعادله (1) على النحو التالي :

$$dI/\ I = -\mu\, dx \dots\dots\dots\dots (2)$$

وعند تكاملها تتخذ الشكل التالي :

$$I = I_0\, e^{-\mu dx} \dots\dots\dots\dots (3)$$

حيث I_0 تمثل شدة الاشعة الساقطه و I شدة الاشعه بعد قطعها مسافة X من المادة الماصة .

اذا رمزنا للسمك المتوسط ($Half\ value\ layer$) للماده الماصة $X_{1/2}$ هو مقدار السمك اللازم لجعل شدة الاشعه النافذة مساوية لنصف الشدة الساقطة اي ان :

$$I = I_0/2 \dots\dots\dots\dots (4)$$

وعند التعويض في المعادله 3 نجد ان

$$X_{1/2} = 0.693/\mu$$

$$\mu = 0.693/X_{1/2} \qquad (cm^{-1}) \dots\dots\dots (5)$$

ويمكن قياس شدة الأشعة بواسطة عداد كايكر لان قراءته تتناسب طرديا مع شدة الاشعه وبذلك يمكن كتابة معادلة 3 على الشكل التالي

$$N = N_0 e^{-\mu x} \dots\dots\dots\dots\dots (6)$$

حيث N_o تمثل قراءه العداد بدون وجود المادة الماصة .و N تمثل قراءه العداد بوجود المادة الماصة .وسمكها X موضوعه بين المصدر والعداد .ويأخذ اللوغاريتم الطبيعي لطرفي معادلة (6) وينتج

$$LnN = -\mu x + LnN_0 \dots\dots (7)$$

وهذه تمثل معادلة خط مستقيم ميله يساوي $(-\mu)$ ونقطة تقاطعة مع محور LnN يساوي LnN_0.

ويعرف معامل الامتصاص الكتلي $(Mass\ Absorption\ Coefficient)$ μ_m ويساوي

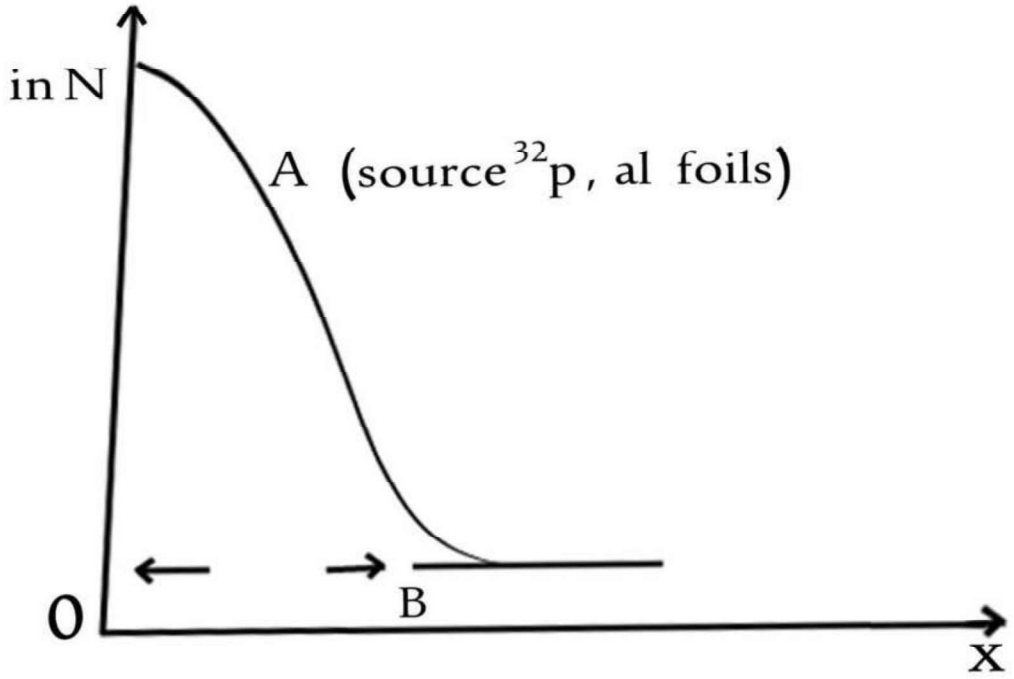
$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} \qquad \left(\frac{cm^2}{gm} \ or \frac{mm^2}{mg}\right) \dots\dots\dots (8)$$

حيث ρ هي كثافة المادة الماصة .

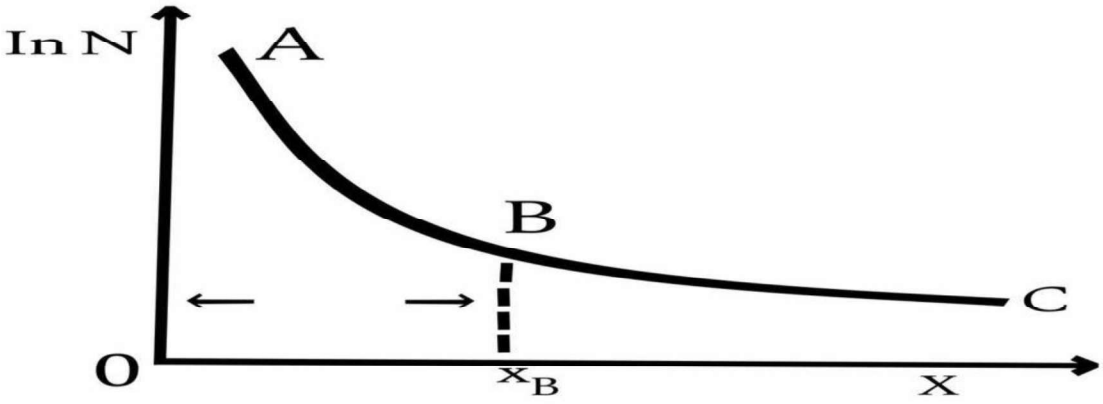
ان امتصاص دقائق بيتا من قبل مادة مثل الالمنيوم يتبع بصورة تقريبية العلاق الاسية المذكورة في المعادلة (3) او العلاقة الاسية المذكورة في المعادلة (6) ولكن عمليا وفي حالة استعمال مصدر باعث لدقائق بيتا فقط مثل ^{204}Ti و^{90}Sr و^{32}P و^{14}C.

وجد ان الخط البياني بين LnN وسمك الالمنيوم X لايكون خطا مستقيما حسب المعادلة (7)انما يظهر منحنيا في البداية الى نقطة A كما في الشكل (1)ثم يستمر على شكل خط مستقيم تقريبا الى ان يبلغ سمك الالمنيوم حدا معينا (نقطة B).وعنده تثبت قيمه LnN

وهذه القيمه الثابته تنتج من الاشعه السينية المتولدة نتيجه للتوقف المفاجيء لدقائق بيتا داخل مادة الالمنيوم وتسمى بأشعه التوقف($Bremsstrahlung$). اما في حالة استعمال مصدر لدقائق بيتا مصحوبا بأنبعاث اشعة كاما (مثل,^{60}Co ^{137}Cs) فأن الخط البياني بين $Ln\ N\ ,X$ يكون مؤلفا من جزئين AB , BC كما في الشكل (2).



Education For Pure Science (Ibn Al-Haitham



في هذا الخط البياني الجزء الاول AB ناتج عن قراءه العداد لكل من دقائق بيتا واشعة كاما والجزء الثاني المستقيم BC ناتج عن قراءه العداد لأشعه كاما فقط. حيث ان سمك الالمنيوم بعد النقطة B يكون كافيا لأمتصاص دقائق بيتا كليا, فالنقطة B تمثل اكبر سمك للالمنيوم يمكن لدقائق بيتا ان تخترقه. بتعين هذه النقطة يمكن معرفة مدى دقائق بيتا في الالمنيوم (R) بأستعمال القانون التجريبي

$$E = 0.185\,R + 0.245 \quad \ldots\ldots\ldots(9)$$

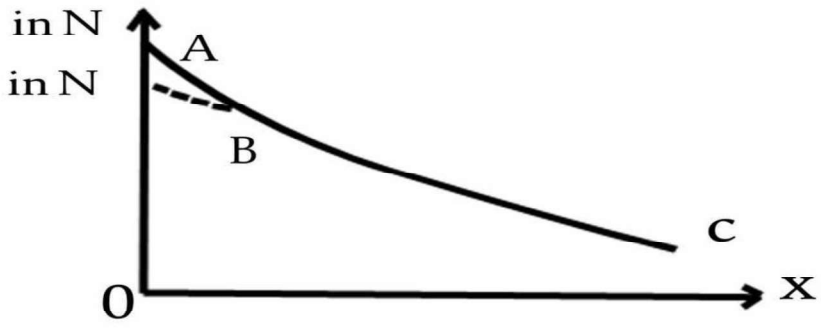
يمكن حساب طاقة نقطة النهاية (End Point Energy) E لدقائق بيتا بوحدات Mev. على ان تكون Rمقاسة بوحدات (mg/mm^2)ويتم الحصول على هذه الوحدات من المعادلة التالية

$$R = \rho X_\beta \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(10)$$

حيث ρ تمثل كثافة الالمنيوم بوحدات, (mg /mm3)

X_βسمك الالمنيوم عند النقطة B المقاسة بوحدات mm.

اما عند استعمال رقائق من الرصاص كمادة ماصة مع مصدر باعث لدقائق بيتا واشعة كاما فأن الخط البياني بين Ln N وسمك الرصاص X يكون خطا مستقيما B C كما في الشكل (3) وهذ الخط يكون ناتجا عن قراءة العداد لاشعة كاما فقط حيث ان سمك رقاقة واحدة من الرصاص يكون كافيا لامتصاص دقائق بيتا امتصاصا تاما



الاجهزه المستخدمة :-

عداد كايكر مع مجهز قدرة ,رقائق من الالمنيوم ,رقائق من الرصاص ,مصدر لدقائق بيتا واشعة كاما $^{60}Co, ^{137}Cs$

خطوات العمل:

1- اربط الاجهزه واجعل فولتية عداد كايكر مساوية لفولطية اشتغاله

2- ابعد المصدر المشع وسجل قراءة العداد الخلفية لمدة دقيقتين ولثلاث مرات .

3- ضع المصدر ^{137}Cs على بعد 3 سم تقريبا من نافذة العداد (يبقى هذا الموقع ثابتا طيلة اجراء التجربة) .وسجل قراءة العداد بعد فترة زمنية مناسبة (دقيقتين مثلا) . خذ ثلاث قراءات لنفس الفترة الزمنية ثم احسب معدل العد .

ملاحظه :

في حالة كون العد كبيرا جدا مما يجهد العداد توقف عن العد بسرعه واهمل هذه القراءة وابدا العد من الخطوة ا لتاليه.

4- ضع رقاقه اخرى من الرصاص بعد قياس سمكها بين المصدر المشع والعداد وسجل مقدار العد لنفس الفترة الزمنية ولثلاث مرات ثم احسب معدل العد n

5- ضع رقاقة اخرى من الرصاص بعد قياس سمكها ملاصقة للأولى وسجل العد لنفس الفترة الزمنية ولثلاث مرات ثم احسب معدل العد. سمك الرصاص في هذه الحالة هو سمك القطعتين معا

6- استمر بإضافة رقائق من الرصاص الى ان يبلغ مقدار العد حوالي 20 % من العد الاصلي وفي كل حالة عين سمك الرصاص الكلي وسجل مقدار العد لنفس الفترة الزمنية ولثلاث مرات أيضا ثم احسب معدل العد .

7- كرر الخطوات (4 - 7)مستخدما رقائق من الالمنيوم بدلا من رقائق الرصاص

8- ابعد المصدر المشع والرقائق عن العداد وسجل القراءه الخلفية لنفس الفتره الزمنية ولثلاث مرات ثم احسب معدل العد n_b للقراءات المأخوذة لهذه القيمه قبل نهاية التجربة وبعدها.

9- رتب قراءاتك كما في الجدول رقم 1

$$t = 2\ \min, n_b = \cdots \ldots \text{count}/2\ \min$$

$$N_0 = n_0 - n_b = \cdots \ldots \frac{Counts}{2} min$$

جدول (1)

المادة	السمك $X\ mm$	قراءه العداد n_1	n_2	n_3	معدل العدد n Counts/2min	$N = n - n_\beta$	N
الرصاص							
الالمنيوم							

الحسابات والنتائج :

1- في حالة الرصاص

1-ارسم خطا بيانيا بين Ln N وسمك الرصاص x ثم احسب μ من ميله مستعينا بالمعادلة (7) استخدم هذه القيم لحساب μ_m في المعادلة(8)

2-مد الجزء المستقيم من البياني على استقامته الى ان يقطع محور $Ln\ N$ وعند نقطه التقاطع احسب N_0. ثم عين متوسط السمك $X_{1/2}$

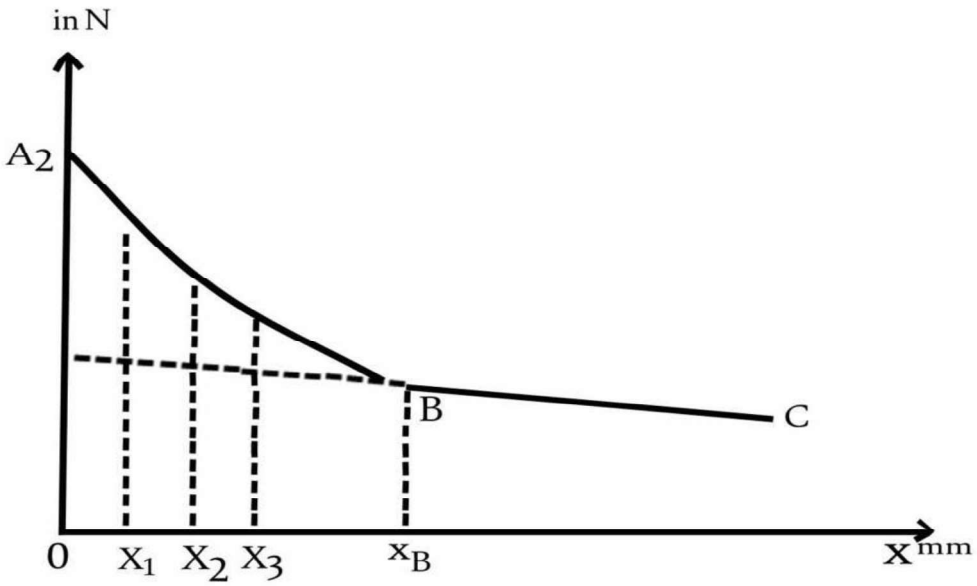
واحسب μ , μ_m استخدم المعادلتين 8 و9 على التوالي

3-قارن بين قيمة N_0 . المحسوبة من الخط البياني مع القيمة المحسوبة من قراءه العداد وكذلك قارن بين قيمتي μ_m , μ المحسوبتين من الخطوة 1و2.

ثانيا:في حالة الالمنيوم

1-ارسم خطا بيانيا بين $Ln\ N$ وسمك الالمنيوم X فيكون شكلة مشابها الى الخط البياني المرسوم في الشكل(5)

2- احسب معامل الامتصاص الخطي μ للالمنيوم لأشعه كاما من ميل الخط المستقيم BC ثم احسب μ_m.



3-عين X_β من الخط البياني ثم احسب مدى دقائق بيتا R))بوحدات mg/mm^2من المعادله (10)

3- لحساب معامل امتصاص الالمنيوم لدقائق بيتا اتبع الخطوات التالية

1-مد الجزء المستقيم CBعلى استقامته الى ان يقطع محور lnN في نقطه مثل A_1وكذلك جد النقطهA_2 التي يقطع فيها المنحني AB محور lnN كما في شكل(5).

في هذه الحاله

$$A_1 = LnN_0(\gamma)_0$$

$$A_2 = LnN_0(\beta,\gamma)_0$$

10- عين قيم $LnN(\gamma)_1, LnN(\beta,\gamma)_1$ عند سمك معين X_1 (اجعل X_1 مساويه لنصف ملم مثلا ثم احسب $N(\gamma)_1$,$N(\beta,\gamma)_1$ باستخدام الجداول

11- كرر الخطوه2 عند سمك X_2, X_3.....الخ بخطوات كل منها تساوي ملم الى ان تصل قريبا من النقطه X_β .ثم رتب النتائج كما في الجدول رقم (2)

جدول (2)

X mm	$Ln\,N(ß,ɣ)$	$Ln\,N(ɣ)$	$N(ß,ɣ)$	$N(ɣ)$	$N(ß) = N(ß,ɣ) - N(ɣ)$	$Ln\,N(ß)$
0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 . . .	A_2	A_1				

4-ارسم خطا بيانيا بين$LnN(\beta)$ وسمك الالمنيوم(x)من الجدول رقم(2)ثم احسبμ لدقائق بيتا من ميل الخط البياني استخدم هذه القيمه لحسابμ_m .

الاسئلة :-

1- هل يعتمد معامل امتصاص مادة ما لاشعة كاما على طاقة هذه الاشعة ؟ كيف ؟

2- لماذا يكون معامل امتصاص الرصاص لاشعة كاما اكبر من معامل امتصاص الالمنيوم لنفس الاشعة ؟

3- يجب ان يكون موقع المصدر بالنسبة للعداد في التجربة ثابتا؟ فسر سبب ذلك باختصار

4- ماالغاية من ايجاد معامل الامتصاص الكتلي للمواد ؟ اشرح ذلك استنادا الى قيم معامل الامتصاص لكل من الالمنيوم والرصاص؟

جامعة بغداد / كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم) - 1923 م
University of Baghdad / College of Education For Pure Science (Ibn Al-Haitham) -1923