

وزارة التربية و التعليم
كلية المعلمين بالرياض
قسم العلوم

الفيزياء النووية العملية

إعداد

أ.د/ محمد علي البرعي

أستاذ الفيزياء النووية
قسم الفيزياء- كلية المعلمين بالرياض

التجارب المعملية:-

- 1- دراسة الخواص الأساسية لعداد جيجر ميللر.
- 2- دراسة التوزيع الإشعاعي الزاوي لمصدر مشع .
- 3- تعيين قيمة الفاصل الزمني لأنبوبة جيجر ميللر .
- 4- تعيين كفاءة أنبوبة جيجر لقياس جسيمات بيتا .
- 5- الكفاءة النسبية لأنبوبة جيجر ميللر لقياس β/γ .
- 6- تعيين القيمة العظمى لطاقة جسيمات β^\pm وكذلك تعيين أقصى مدى لها خلال عدة ألواح من الألومونيوم .
- 7- التوزيع الزاوي لجسيمات β المشتتة و تحقيق العلاقة التي تربط بين شدة جسيمات β المشتتة والعدد الذرى للمادة المعدنية المستخدمة.
- 8- تعيين معاملي الإمتصاص الخطي والكتلي لمادة الرصاص.
- 9- تحقيق قانون التربيع العكسي لأشعة γ .

مقدمة و تعريفات:-

المصادر المشعة المتوفرة في المعمل:-

في الحقيقة يوجد لدينا العديد من المصادر المشعة. وتختلف شدتها تبعاً لنوع العنصر أو النظير المشع. وتعرف الشدة الإشعاعية (R) للعنصر بأنها عدد الانحلال الحادثة لكل ثانية. وترتبط الشدة مع عدد أنوية العنصر المشع بالعلاقة التالية:-

$$R = \lambda N \quad \text{decays/s} \quad (1)$$

حيث λ ثابت الانحلال و N عدد الأنوية المشعة وتقاس الشدة الإشعاعية بوحدة تعرف بالكوري (Curie) وتساوي:-

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ decay/s} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq} \quad (2)$$

$$1 \text{ mCi} = 3.7 \times 10^7 \text{ Bq}$$

$$1 \mu\text{Ci} = 3.7 \times 10^4 \text{ Bq} = 37 \text{ kBq} \quad (3)$$

فترة نصف العمر (العمر النصفى) للعنصر المشع:-

تعرف فترة نصف العمر ($T_{1/2}$) للعنصر المشع بأنها الفترة الزمنية التى تستغرقها نواة العنصر لكى تفقد أو تنحل نصف عدد الأنوية بها. وترتبط فترة نصف العمر بثابت انحلال النواة بالعلاقة التالية:-

$$T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} \quad \text{sec} \quad (4)$$

الإشعاعات التلقائية:-

تصنف الإشعاعات المنبعثة من المواد النشطة إشعاعياً حسب شحنتها و قدرة نفاذها فى المادة وقد وجد أنها تتكون من ثلاثة أنواع أساسية و هى:-

(1) جسيمات ألفا (α) :- وهى عبارة عن نواة ذرة الهليوم ${}^4_2\text{He}$ و شحنتها موجبة و تساوى $+2e$ و مداها فى الهواء قصير (3 cm).

(2) جسيمات بيتا (β) :- و هى جسيمات مشحونة و تخترق مسافة طويلة فى الهواء (3 m). وتصنف جسيمات β إلى نوعين هما:-

(أ) جسيمات بيتا السالبة (β^-) و هي عبارة عن جسيمات مشحونة بشحنة سالبة مساوية لشحنة الإلكترون و كتلتها تساوى كتلة الإلكترون. و تختلف جسيمات بيتا السالبة عن الإلكترونات من حيث أن جسيمات β^- مصدرها النواة أما الإلكترونات فلا يمكن لها أن توجد فى النواة و لكن مصدرها مدارات الذرات.

(ب) جسيمات بيتا الموجبة (β^+) و هي جسيمات مشحونة بشحنة موجبة و تساوى عددياً شحنة الإلكترون و كتلتها تساوى كتلة الإلكترون.

(3) اشعاعات جاما (γ) :- و هي عبارة عن إشعاعات كهرومغناطيسية ليس لها شحنة أو كتلة و طول موجاتها قصير جداً ومداها فى الهواء طويل جداً.

الجدول رقم (1) يوضح إسم المادة المشعة (${}_Z^AX$) – الشدة الإشعاعية (بيكريل) – نوع الجسيمات أو الإشعاع الصادر من العنصر المشع وأخيراً فترة نصف العمر ($T_{1/2}$).

جدول (1) العناصر المشعة المتوفرة فى المعمل

$T_{1/2}$ Year	نوع الجسيمات أو الإشعاع الصادر	الشدة الإشعاعية A (بيكريل Bq)	المصدر المشع ${}_Z^AX$
1600	α, β^-, γ	3 k	${}_{88}^{226}\text{Ra}$
458	α, γ	74/740 k	${}_{95}^{241}\text{Am}$
2.6	$\beta^+, \gamma, \text{EC}$	74 k	${}_{11}^{22}\text{Na}$
28.8	β^-	74 k	${}_{38}^{90}\text{Sr}$
5.27	γ	74 k	${}_{27}^{60}\text{Co}$
30.1	β^-, γ	37 k	${}_{55}^{137}\text{Cs}$
30.1	β^-, γ	400 k	Isotopes

التجربة رقم (1)

Characteristics of a Geiger-Muller tube

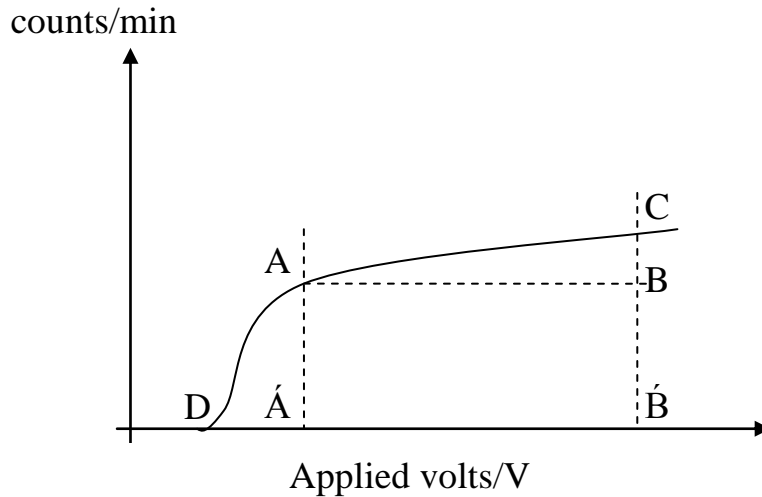
دراسة الخواص الأساسية لعداد جيجر- ميللر

الأجهزة المستخدمة :-

أنبوبة جيجر - ميللر - مصدر مشع (β^- or γ) وشدته في حدود $1-5\mu\text{Ci}$ - أدوات خاصة لمسك ونقل المصدر المشع (وليكن قفاز من الرصاص) - عداد رقمي (scalar) أو عداد النبضات (pulse-rate meter).

نظرية التجربة :-

تعتبر أنبوبة جيجر- ميللر من أهم أجهزة القياس الإشعاع (α, β, γ) وأكثرها شيوعاً . وهي عبارة عن إسطوانة رقيقة وحساسة جداً (الكاثود) وبداخلها سلك رفيع ويعتبر القطب الموجب للأنبوبة (الأنود) . وتنتهي بنافاذة رقيقة من الميكا تسمح بدخول الجسيمات إلى الأنبوبة . وتملأ الأنبوبة بغاز الأرجون تحت ضغط منخفض ويوضع مع الأرجون غاز آخر لتقليل عملية التفريغ . وعندما توصل طرفي الأنبوبة بفارق جهد كبير (0 - 500 VDC) فإننا نحصل على الشكل رقم (1) :-



شكل رقم (1) المنحنى المميز لأنبوبة جيجر- ميللر

ويسمى الجزء AC ببلاطوه جيجر (Geiger plateau) ويعرف بأنه الجهد الذي يسمح لنا باستخدامه خلال أنبوبة جيجر . ويكون لهذا الجهد بداية (النقطة A) ونهاية (النقطة C). ولا يسمح إطلاقاً بزيادة فرق الجهد بعد النقطة C وتسمى نقطة الكسر (Breakdown) حيث تكون بعدها الأنبوبة في حالة تفريغ مستمر وتؤدي إلى تلف الأنبوبة. ونلاحظ من الشكل (1) أن الجزء AC لا يمكن أن يكون خط أفقي ولكن يميل قليلاً إلى أعلى . و الجزء AB يعرف أيضاً بأنه مدى جهد التشغيل و النقطة D هي قيمة الجهد الابتدائي للأنبوبة.

خطوات التجربة:-

- 1- باستخدام الماسك الوقائي نضع المصدر المشع (Am^{241} أو Na^{22}) على الحامل الخاص به.
- 2- نثبت أنبوبة جيجر في وضع أفقي تماماً أمام المصدر المشع (Line - 0) وعلى مسافة مناسبة (5 - 10 cm).
- 3- تأكد أن الجهد المتصل بعدد النبضات عند أقل قيمة له 120V .
- 4- إبدأ في تشغيل العداد النبضي لبضع دقائق قبل إجراء التجربة.
- 5- إبدأ في زيادة فرق الجهد ولاحظ فيها قراءة العداد الرقمي.
- 6- زوّد من قيمة فرق الجهد (بمعدل 25V) ونسجل القيمة المناظرة للعداد الرقمي لكل دقيقة ونضع ما نسجله في الجدول المعد لذلك.
- 7- كرر الخطوة السابقة عدة مرات حتى نصل إلى أقصى جهد 550V وبعدها يجب أن يفصل الجهد فوراً بعد آخر قراءة حتى لا يؤدي إلى تلف الأنبوبة.
- 8- إرسم العلاقة بين فرق الجهد المستخدم كمحور أفقي ومتوسط القراءات الرقمية كمحور رأسي نحصل على المنحنى المميز لأنبوبة جيجر - ميلر كما بالشكل (1) .

النتائج :-

المتوسط c p m	القياسات المسجلة c p m	فرق الجهد المستخدم Volt
		125
		150
		175
		200
		225
		250
		275
		300
		350
		400
		450

من الشكل يمكن إستنتاج الخواص الأساسية لأنبوبة جيجر - ميللو:-

- الجهد الابتدائي لأنبوبة جيجر OD starting voltage = فولت
- عتبة جهد التشغيل OÁ Threshold voltage = فولت
- مدى جهد التشغيل ÁB Geiger plateau = فولت
- حساسية الأنبوبة plateau slope = $\frac{BC \times 100}{AA' \times AB'}$
- = % / فولت
- جهد تشغيل الأنبوبة (Operating voltage) ويعرف بأنه منتصف جهد التشغيل

$$= \frac{A'B'}{2} \text{ فولت}$$

التجربة رقم (2)

Counting and monitoring exercises using a Geiger-Muller tube and scalar

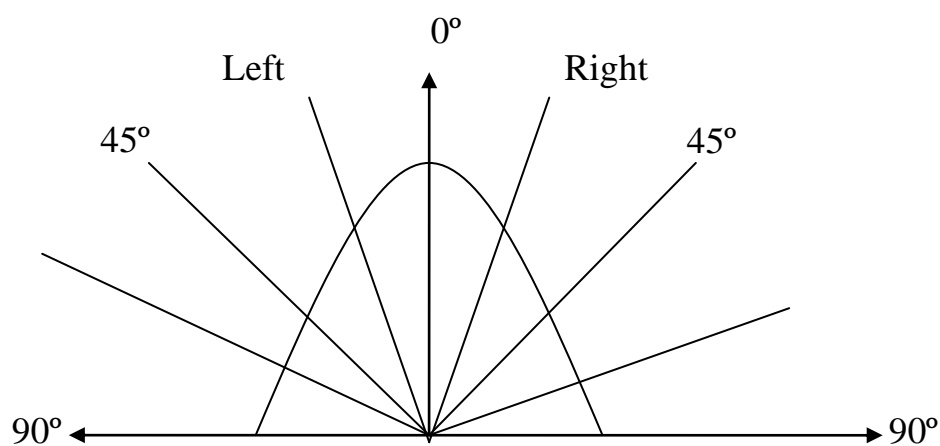
دراسة التوزيع الإشعاعي الزاوي لمصدر مشع

الأدوات المستخدمة:

أنبوبة جيجر ميللر - عداد رقمي لعد الجسيمات وبه ساعة إيقاف - مصدر مشع (β or γ) وشدته في حدود $5\mu\text{Ci}$ - قاعدة معدنية لتثبيت الحوامل الممغنطة للمصدر والعداد - ماسك وقائي من الرصاص.

خطوات التجربة:

- 1- نبدأ في تشغيل العداد الرقمي بضعة دقائق قبل إجراء التجربة وتأكد أنه ليس هناك أى مصدر مشع بالقرب من العداد أو أنبوبة جيجر ولاحظ القيمة الابتدائية للعداد.
- 2- نسجل القيمة الابتدائية المسجلة للعداد n (cpm) وهي القيمة المسجلة بدون استخدام أى مصدر مشع وتسمى Background counting أى الخلفية الإشعاعية للجسيمات المنتشرة فى الهواء.
- 3- نثبت المصدر المشع على اللوحة المعدنية أمام أنبوبة جيجر تماماً (0-line) وعلى مسافة مناسبة.
- 4- نسجل قراءة العداد الرقمي N لكل دقيقة وهي القيمة المتوسطة لثلاثة قراءات متتالية.
- 5- كرر الخطوة السابقة مع تحريك أنبوبة جيجر بمعدل 15° يمينا ويسارا بالتدريج كما في الجدول المعد لذلك. ونسجل القيمة المتوسطة لكل دقيقة مع ثبات المسافة بين المصدر والعداد في كل مرة.
- 5- ضع النتائج السابقة في الجدول مع تصحيح القراءات المسجلة $R=N-n$ وتعرف R بأنها القراءة الحقيقية أو عدد الجسيمات الحقيقى المقاس بواسطة العداد.
- 6- إرسم العلاقة بين R كمحور رأسي والزاوية θ كمحور سيني. و إستنتج الشكل المبين وهو التوزيع الإشعاعي الزاوي للمصدر المشع.



الشكل (1) التوزيع الإشعاعي الزاوي لمصدر مشع

النتائج :-

The background counting $n =$ c/m

R = N-n c/m		N c/m		الزاوية θ
Left	Right	Left	Right	
				15°
				30°
				45°
				60°
				75°
				90°

التجربة رقم (3)

Dead time of a Geiger-Muller tube

تعين قيمة الفاصل الزمني لأنبوبة جيجر - ميللر

الأدوات المستخدمة:-

أنبوبة جيجر ميللر - عداد رقمى Scalar- مصدرين مشعّين (β و γ) في حدود $1-5 \mu\text{Ci}$ - أدوات خاصة لمسك ونقل المصدرين.

نظرية التجربة:-

يعرف الفاصل الزمني τ (dead time) لأنبوبة جيجر ميللر بأنه الفترة الزمنية بين تسجيل جسمين متتاليين داخل الأنبوب. وهناك معامل آخر يسمى الزمن التحليلي للأنبوب (resolving time) ويعرف بأنه أقل فترته زمنية لتفاعل و تسجيل الجسيمات داخل الأنبوبة.

بفرض R هو العدد المسجل باستخدام العداد الرقمى لكل دقيقة و R' هو العدد الفعلي للجسيمات التي دخلت أنبوبة جيجر لكل دقيقة و τ هو الفاصل الزمني للعداد الرقمى فتكون العلاقة بين R و R' هي:-

$$R' = \frac{R}{1 - R\tau}$$

حيث R' هي القيمة الصحيحة الفعلية المسجلة.

خطوات التجربة:-

1- نصل العداد الرقمى مع أنبوبة جيجر ميللر ونبدأ في التشغيل لفترة خمسة دقائق ونعين القيمة الابتدائية المسجلة n (background) ونتأكد من عدم وجود أى مصدر مشع قريب.

2- باستخدام الماسك الوقائى نضع المصدر الأول (S_1) على يسار أنبوبة جيجر ونسجل القيمة المتوسطة لكل دقيقة N_1 .

3- نضع المصدر الثاني بجانب المصدر الأول على يمين أنبوبة جيجر ونسجل القيمة المتوسطة لكل دقيقة N_3 .

4- نرفع المصدر الأول ونسجل قيمة قراءة العداد الرقمى للمصدر الثاني N_2 .

5- نصحح القراءات المسجلة السابقة (N_1, N_2, N_3) وذلك بطرح القيم المسجلة من قيمة الخلفية الإشعاعية و نعين (R_1, R_2, R_3) .
5- نحسب قيمة الفاصل الزمني من العلاقة:-

$$\tau = \frac{R_1 + R_2 - R_3}{2R_1R_2} \quad \text{min}$$

النتائج:

القيمة الابتدائية المسجلة	c/m	n =
القيمة المتوسطة المسجلة باستخدام المصدر الأول	c/m	$N_1 =$
القيمة المتوسطة المسجلة باستخدام المصدر رين	c/m	$N_3 =$
القيمة المتوسطة المسجلة باستخدام المصدر الثاني	c/m	$N_2 =$
القيم الصحيحة المناظرة:-		

$$R_1 = N_1 - n = \quad \text{c/m}$$

$$R_2 = N_2 - n = \quad \text{c/m}$$

$$R_3 = N_3 - n = \quad \text{c/m}$$

ويكون الفاصل الزمني :-

$$\tau = \frac{R_1 + R_2 - R_3}{2R_1R_2} = \quad \text{sec}$$

التجربة رقم (4)

Efficiency of a Geiger-Muller tube for β counting

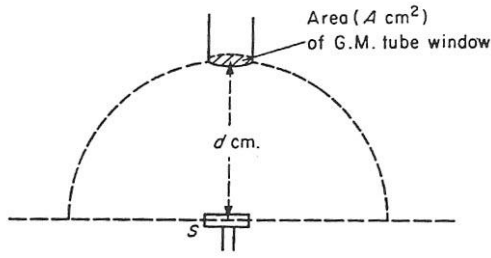
دراسة كفاءة أنبوبة جيجر في قياس جسيمات بيتا

الأجهزة المستخدمة:-

أنبوبة جيجر ميللر - مصدر مشع لجسيمات

β^- (الالكترونات) - عداد رق مي - أدوات

خاصة لمسك ونقل المصدر المشع (Sr^{90}).



شكل رقم (1)

نظرية التجربة:-

من الشكل رقم (1): بفرض $A \text{ cm}^2$ هي مساحة فوهة أنبوبة جيجر وبالتالي نسبة

جسيمات β^- المسجلة والمتفاعلة داخل الأنبوبة هي $\frac{A}{4\pi d^2}$ حيث d هي المسافة بين

المصدر المشع وأنبوبة جيجر.

وبفرض أن المصدر المشع شدته تساوي $2\mu\text{Ci} = 2 \times 3.7 \times 10^4 \text{ dis/s}$ فتكون شدته

في الدقيقة $2 \times 3.7 \times 10^4 \times 60 \text{ dis/m}$. وبالتالي عدد ال جسيمات التي يمكن قياسها

باستخدام أنبوبة جيجر في الدقيقة الواحدة يساوي $\frac{A}{2\pi d^2} \times 2 \times 3.7 \times 10^4 \times 60$

وتعرف كفاءة أنبوبة جيجر ($\eta \%$) لقياس جسيمات β^- :

عدد الجسيمات المسجلة الصحيحة لكل دقيقة

الكفاءة = $\frac{\text{عدد الجسيمات الفعلية في الدقيقة}}{\text{عدد الجسيمات المسجلة الصحيحة لكل دقيقة}}$

\dot{R}

$\eta = \frac{\frac{A}{2\pi d^2} \times 2 \times 3.7 \times 10^4 \times 60}{\dot{R}}$

خطوات التجربة:

- 1- نصل العداد الرقمي بأنبوبة جيجر ونبدأ في التشغيل لمدة خمسة دقائق ونعين القيمة الابتدائية $n \text{ cpm}$.
- 2- باستخدام الماسك الوقائي نضع المصدر المشع وليكن ($\text{Sr90}; 2\mu\text{Ci}$) أمام أنبوبة جيجر (0-line) وعلى بعد مناسب (5 cm).
- 3- نسجل القيمة المتوسطة للعداد الرقمي وليكن N .
- 4- نسجل القيمة الصحيحة المقاسة باستخدام المصدر المشع فقط $R=N-n$.
- 5- نستنتج القيمة الفعلية بعد تصحيح الفاصل الزمني.

$$R' = \frac{R}{1 - R\tau}$$

- 6- تعيين قيمة كفاءة أنبوبة جيجر (η) لقياس جسيمات بيتا من المعادلة:-

$$\eta = \frac{R'}{\frac{A}{4\pi d^2} \times 2\mu\text{Ci} \times 60} = \%$$

النتائج:-

$$A = \text{cm}^2$$

$$d = \text{cm}$$

$$n = \text{c/m}$$

$$N = \text{c/m}$$

$$R = \text{c/m}$$

$$R' = \frac{R}{1 - R\tau} \quad \text{c/m}$$

$$\eta = \frac{R'}{\frac{A}{4\pi d^2} \times 2\mu\text{Ci} \times 60} \quad \%$$

التجربة رقم (5):-

Relative efficiency of a G-M tube for β/γ counting

الكفاءة النسبية لأنبوبة جيجر ميلر لقياس β/γ

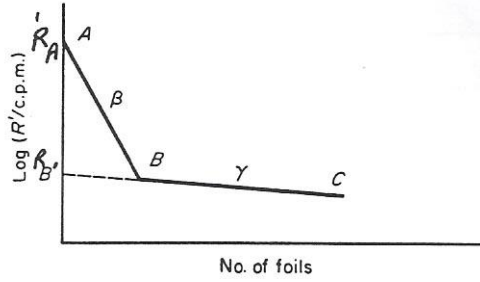
الأدوات المستخدمة:-

أنبوبة جيجر ميلر - مصدر مشع في حدود $2-5 \mu\text{Ci}$ وليكن Co^{60} أو Sr^{90} - عداد نبضات أو عداد رقم - مجموعة من ألواح الألومنيوم الرقيقة المتساوية السمك و ليكن 1 mm - أدوات خاصة لمسك ونقل المصدر المشع.

خطوات التجربة:

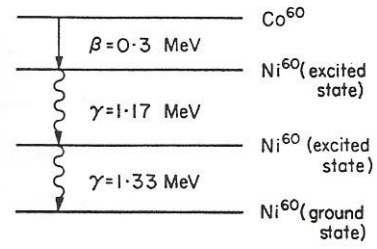
- 1- حدد قيمة background (n) كما سبق شرحه.
- 2- باستخدام الماسك الوقائي ضع المصدر المشع أمام أنبوبة جيجر تماماً وعلى استقامة واحدة (Line - 0) وبالطبع على مسافة مناسبة منه.
- 3- مع ثبات المسافة بين المصدر والأنبوبة نضع أحد ألواح الألومنيوم بينهم و ليكن في منتصف المسافة. ونسجل قيمة القرارة المتوسطة (N) لثلاثة قراءات متتالية (0-thickness).
- 4- نكرر الخطوة السابق عدة مرات لعدد من ألواح الألومنيوم وفي كل مرة نعين قيمة القراءة المتوسطة للعداد N.
- 5- نضع النتائج في الجدول المعد لذلك. ونستنتج القراءة المسجلة الصحيحة R وأيضاً الفعالية \dot{R} .
- 6- يرسم العلاقة بين $\text{Log } \dot{R}$ كمحور صادي وعدد الألواح المستخدمة كمحور س نبي لنحصل على الشكل المبين رقم (1). حيث الجزء AB يمثل القراءات المسجلة لامتصاص جسيمات β وأشعة γ معاً، أما الجزء BC فيمثل القيم المسجلة لامتصاص أشعة γ فقط بعد امتصاص جسيمات β تماماً.
- 7- من الشكل رقم (1) نعين \dot{R}_A وهي القيمة الابتدائية المرسلة لجسيمات β و γ معاً. أما النقطة \dot{R}_B فهي القيمة المسجلة للأشعة γ فقط.

8- نعين الكفاءة النسبية لأنبوبة جيجر من العلاقة:-
$$\eta = \frac{\beta}{\gamma} = \frac{2(\dot{R}'_A - \dot{R}'_B)}{\dot{R}'_B}$$



شكل (1)

Disintegration scheme of Co^{60}



شكل (2)

الشكل (2) يوضح كيفية انحلال Co^{60} حيث ينحل الكوبالت بخروج جسيمات β بطاقة $E_\beta = 0.3 \text{ MeV}$ ثم خروج أشعة γ بطاقة $E_\gamma = 2.5 \text{ MeV}$ وبعدها يتحول الكوبالت إلى نيكل.

النتائج:-

$$n = \text{cpm}$$

عدد الألواح	القراءة المسجلة N cpm	القراءة الصحيحة R cpm	القراءة الحقيقية \dot{R} cpm	Log \dot{R}
0				
1				
2				
3				
4				
5				

%

$$\eta = \frac{\beta}{\gamma} = \frac{2(R'_A - R'_B)}{R'_B} = \text{الكفاءة النسبية}$$

التجربة رقم (6)

Absorption of β^\pm particles

تعيين الطاقة العظمى لجسيمات β^\pm

وتعيين أقصى مدى لها خلال عدة ألواح من الألومنيوم

الأدوات المستخدمة:-

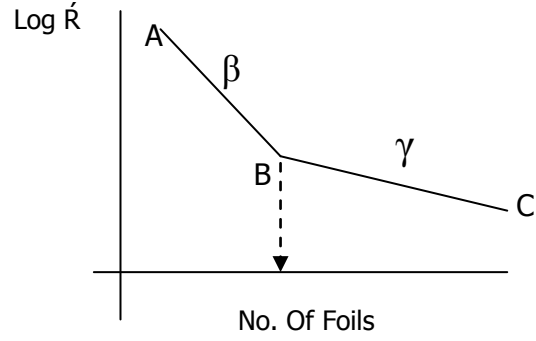
أنبوبة جيجر ميللر - مصدر مشع (β^\pm and γ) مثل Sr^{90} في حدود $2 \mu Ci$ - مجموعة من ألواح الألومنيوم المتساوية السمك - عداد النبضات - ماسك المواد المشعة.

خطوات التجربة :-

- 1- تعيين متوسط قيمة الخلفية الإشعاعية (n) background.
- 2- نضع المصدر المشع أمام أنبوبة جيجر وعلى خط مستقيم تماماً (0-line) وعلى مسافة مناسبة و 5 cm. ونسجل متوسط ثلاثة قراءات متتالية N.
- 3- نضع أحد ألواح الألومنيوم في طريقة الأشعة الصادرة من المصدر ونسجل متوسط ثلاثة قراءات N.
- 4- نكرر الخطوة السابقة مع زيادة عدد الألواح أى زيادة السمك وندون النتائج في الجدول المعد لذلك.
- 5- نرسم العلاقة بين $\log R$ لمحور صاى و عدد الألواح المستخدمة كمحور سينى نحصل على الشكل رقم (1).
- 6- من الشكل (1) الجزء AB يمثل امتصاص β و الجزء BC يمثل إمتصاص أشعة γ الصادرة من المصدر. وعلى هذا فالنقطة B تمثل الحد الأقصى لكي تخترق جسيمات β عدد معين من الألواح. من النقطة B نعين عدد الألواح n_f المناظرة لأقصى مدى لجسيمات β خلال عدة ألواح من الألومنيوم.
- 7- نعين أقصى مدى لجسيم β داخل ألواح الألومنيوم من العلاقة:- $R_\beta = n_f \times \omega$ حيث ω هي كتلة $1 cm^2$ من الألومنيوم.

8- نعين الطاقة العظمى لجسيمات β المنطلقة من المصدر المشع من العلاقة:-

$$E_{\max} = 0.0128 R_{\beta}^{0.725} \text{ MeV}$$



شكل (1)

النتائج:-

n = cpm

عدد الألواح	القراءة المسجلة N cpm	القراءة الصحيحة R cpm	القراءة الحقيقية \dot{R} cpm	Log \dot{R}
0				
1				
2				
3				
4				
5				

$$\omega = 56 \text{ mgm/cm}^2$$

$$R_{\beta} = nf \times \omega = \text{gm/cm}^2$$

$$E_{\max} = 0.0128 R_{\beta}^{0.725} \text{ MeV} = \text{KeV}$$

التجربة رقم (7):-

Back-scattering of β -particles

دراسة التوزيع الزاوي لجسيمات β المشتتة

أدوات التجربة:

أنبوبة جيجر ميللر - عداد رقمي أو وميضى - مجموعة من الألواح المعدنية (ألومنيوم - نحاس - رصاص - قصدير) - لوحة معدنية بها تدرج زوايا - ماسك من الرصاص - مصدر مشع (Sr^{90}).

نظرية التجربة:

عند سقوط جسيمات β^\pm على أحد الألواح المعدنية فإن بعض من تلك الجسيمات يتشتت بزوايا مختلفة وبعضها يتشتت للخلف وذلك لتفاعل جسيمات β مع أنوية والكترونات المادة المعدنية. ويعتمد مقدار زاوية التشتت θ على الطاقة الابتدائية لجسيمات β الساقطة وايضاً على عدد الالكترونات في ذرة المادة المعدنية وأخيراً العدد الذري للمادة المعدنية. والعلاقة التي تربط بين شدة (أو عدد) الجسيمات المشتتة \dot{R} والعدد الذري للمادة هي:

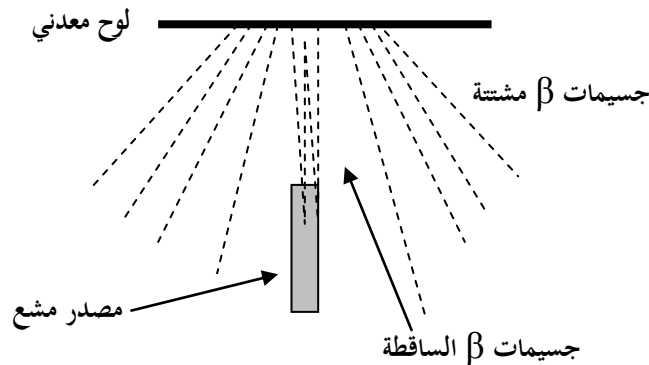
$$\dot{R} = a z^b$$

$$\text{Log } \dot{R} = \text{Log } a + b \text{ Log } z$$

حيث a, b ثوابت.

وهناك قوة تنافر كبيرة بين جسيمات β الساقطة والكترونات الذرة ويؤدي ذلك التشتت إلى ما نسميه التشتت الزاوي الخلفي أي أن جسيمات β تشتت محاولاً الرجوع إلى الخلف. كما في

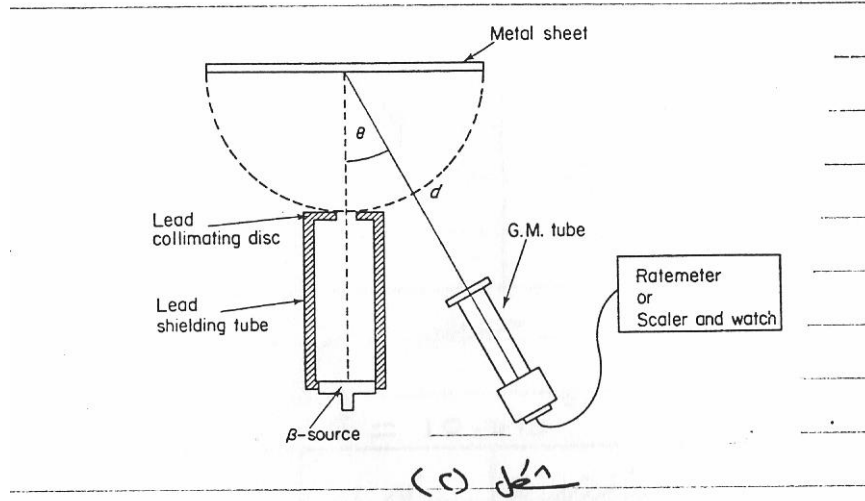
الشكل رقم (1):-



الشكل رقم (1)

خطوات التجربة:

- 1- عيّن القيمة المتوسطة للخلفية الإشعاعية (n cpm).
- 2- باستخدام الماسك الرصاصي نضع المصدر المشع أمام أحد الألواح وليكن لوح من الرصاص كما في الشكل رقم (2).



- 3- نصل أنبوبة جيجر بالعداد الرقمي أو الوميضي ونضعه ما معاً خلف المصدر المشع ناحية اليمين وعلى مسافة مناسبة منه.
- 4- حرك أنبوبة جيجر يميناً 20° بالتتابع مع ثبات المسافة بين المصدر واللوح المعدني. وفي كرة مرة نسجل القيمة المتوسطة N cpm.
- 5- نكرر الخطوتين السابقتين ناحية اليسار وضع النتائج في الجدول رقم (1).
- 6- إرسم العلاقة بين زاوية التشتت θ كمحور أفقي ومقدار القراءة الحقيقية \dot{R} كمحور رأسى نحصل على المنحني الخاص بالتوزيع الزاوي لجسيمات β المشتتة من المصدر المشع ونلاحظ شدة التشتت في جميع الاتجاهات (وذلك من القراءات المسجلة).
- 7- نرفع لوح الألومنيوم ونضع بدلاً منه لوح آخر وليكن من الرصاص مع ثبات المسافة بين المصدر واللوح وثبات زاويتي التشتت ($\theta = 40^\circ$) و نسجل متوسط القراءة.

- 8- نكرر الخطوة السابقة على عدة ألواح أخرى مع ثبات سمك الألواح و ثبات زاوية التشتت وأيضاً ثبات المسافة. ونضع النتائج في الجدول المعد لذلك رقم (2).
- 9- نرسم العلاقة بين $\text{Log } \dot{R}$ محور سيني و $\text{Log } z$ كمحور صادي نحصل على مستقيم (شكل 2) محققاً بذلك العلاقة بين شدة الجسيمات المشتتة \dot{R} و العدد الذري للمادة المعدنية z و يكون ميل الخط المستقيم b والجزء المقطوع يساوى $\log a$.

النتائج:-

$n =$ cpm

أولاً:- التوزيع الزاوي لجسيمات β المشتتة

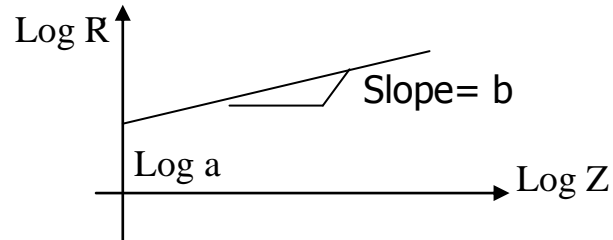
الجدول رقم (1)

\dot{R} cpm	R Cpm	N cpm	زاوية التشتت θ
			20°
			40°
			60°
			80°
			20°
			40°
			60°
			80°

ثانياً:- العلاقة بين شدة جسيمات β المشتتة و العدد الذري للمادة المعدنية المستخدمة:-
 لاحظ ثبات زاوية التشتت عند $\theta = 40^\circ$.

الجدول رقم (2)

نوع اللوح	العدد الذري Z	N	R	\bar{R}	Log \bar{R}
حديد	26				
رصاص	83				
ألومنيوم	13				



شكل (2)

قيمة الثابت b = ميل الخط المستقيم =
 قيمة الجزء المقطوع من محور الصادات $= \log a$ =
 قيمة الثابت a =

التجربة رقم (8) :-

Attenuation of γ -rays by matter

تعيين معاملى الامتصاص الخطى والكتلى لمادة الرصاص

الأدوات المستخدمة:

أنبوبة جيجر ميللو - مصدر مشع وليكن Co^{60} - مجموعة من ألواح الرصاص الرقيقة المتساوية السمك (1 mm) - عداد نبضات - ميكرومتر - ماسك من الرصاص.

نظرية التجربة:

بفرض حزمة من أشعة γ شدتها الابتدائية R_0 تسقط على أحد الألواح سمكه x . فتكون العلاقة بين شدة γ النافذة (R) وسمك اللوح :-

$$R = R_0 e^{-\mu x} \quad (1)$$

حيث μ معامل الامتصاص الخطى للوح. وبأخذ لوغاريتم الطرفين نحصل على العلاقة التالية:-

$$\log R = \log R_0 - \mu x \quad (2)$$

وتمثل المعادلة رقم (2) خط مستقيم ميله μ .

ويمكن لنا أيضاً تعيين معامل الامتصاص الكتلى η ويعرف بأنه النسبة بين معامل الامتصاص الخطى η إلى كثافة مادة الرصاص ρ :-

$$\eta = \mu / \rho = \text{cm}^2 / \text{gm}$$

خطوات التجربة:-

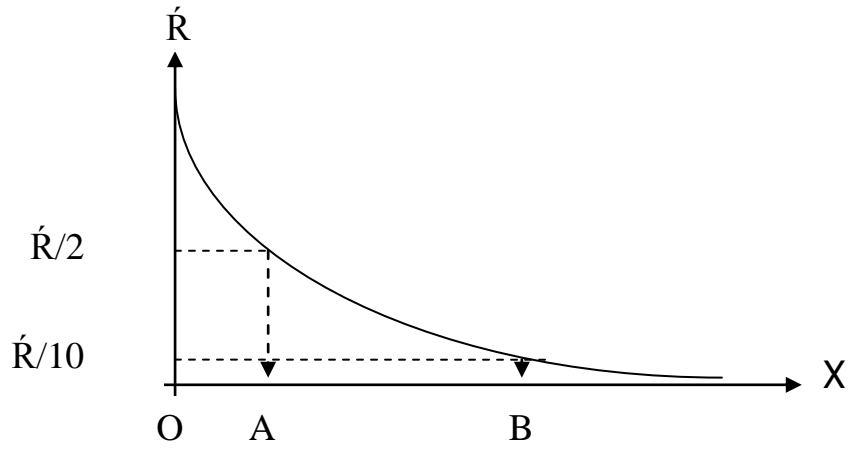
- 1- عين الخلفية الإشعاعية n كما سبق.
- 2- نضع المصدر المشع على بعد مناسب من أنبوبة جيجر ونسجل القيمة المتوسطة للعداد N لكل دقيقة.

- 3- نضع أحد ألواح الرصاص في طريق الأشعة γ الصادرة من المصدر ونعين شدة الشعبة النافذة N.
- 4- نكرر الخطوة السابقة مع إضافة لوح آخر من الرصاص ونسجل N في كل مرة ونضع النتائج في الجدول المعد لذلك.
- 5- برسم العلاقة بين R' كمحور رأسي و سمك الألواح كمحور أفقي نحصل على المنحنى رقم (1).
- 6- إستنتج $X_{1/2}$ وهو السمك المناظر لإمتصاص نصف أشعة γ الساقطة وايضا $X_{1/10}$ وهو السمك المناظر لإمتصاص 90% من أشعة γ الساقطة.
- 7- ارسم العلاقة بين $\log R'$ كمحور رأسي و x سمك الألواح كمحور سيني نحصل على خط مستقيم ميله μ معامل الإمتصاص الخطي.
- 8- عين قيمة معامل الامتصاص الكتلي ويساوي معامل الامتصاص الخطي مقسوما على كثافة مادة الرصاص.

النتائج:

$$n = \text{cpm}$$

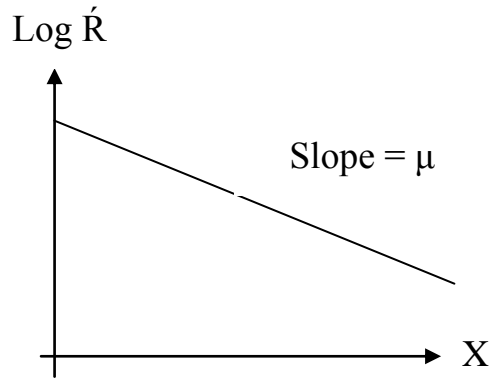
عدد الألواح	سمك الألواح x cm	N	R	R'	$\log R'$
0					
1					
2					
3					
4					
5					



شكل (1)

السّمك النصفى $X_{1/2}$ للرصاص = الجزء OA x سمك أحد ألواح الرصاص

$$X_{1/2} = \text{cm}$$



شكل (2)

ميل الخط المستقيم = معامل الإمتصاص الخطى للرصاص =

$$\mu = \text{cm}^{-1}$$

معامل الإمتصاص الكتلى

$$\eta = \text{cm}^2/\text{gm}$$

لتجربة رقم (9):-

Verification of inverse square law for γ -rays

تحقيق قانون التربيع العكسي لأشعة γ

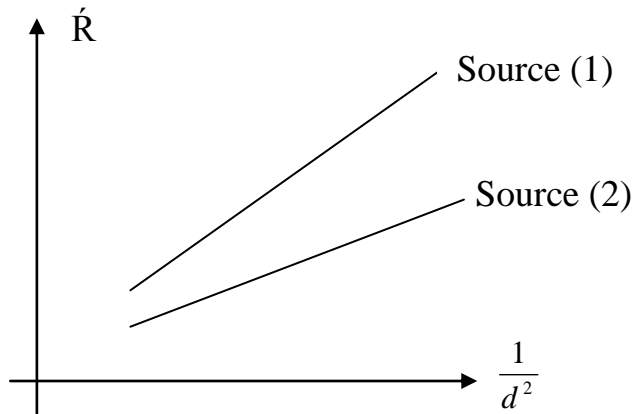
أدوات التجربة:-

أنبوبة جيجر ميللر - مصدر ان مشع ان (Co^{60}, Sr^{90}) و ليكن شدتهما S_1, S_2 dis/s على الترتيب - لوحة معدنية مثبت بها مسطرة مترية - عداد نبضات - ماسك من الواصلات .

خطوات التجربة:-

- 1- حدد قيمة n كما في التجارب السابقة .
- 2- نضع المصدر المشع على بعد مناسب (5cm) من أنبوبة جيجر وعلى خط مستقيم تماماً (0- line) ونسجل القيمة المتوسطة للعداد N .
- 3- نغير المسافة d بين المصدر المشع والأنبوبة وفي كل مرة نسجل N .
- 4- نرفع المصدر المشع ونضع بدلاً منه مصدر مشع آخر ونكرر الخطوات السابقة ويفضل على نفس الأبعاد ونسجل N ، d في كل مرة .
- 5- يرسم العلاقة بين \dot{R} كمحور رأسى و $\frac{1}{d^2}$ كمحور أفقي نحصل على خط مستقيم كما في الشكل رقم (1) محققاً بذلك قانون التربيع العكسي لأشعة γ .

- 6- قارن بين شدتي المصدران الأول والثاني S_1, S_2 من العلاقة :- $\frac{S_1}{S_2} = \frac{slope1}{slope2}$



شكل (1)