

التجربة رقم 1 : قانون التربيع العكسي

الهدف : تحقيق قانون التربيع العكسي

1. الجانب النظري

ينص قانون التربيع العكسي للأشعة (كانت فوتونات أو جزيئات) على أن كمية الأشعة الساقطة عموديا على مساحة معينة يتعلق بالمسافة الفاصلة بين المصدر المشع و المساحة. كما يمثله الشكل 1 كلما ابتعد مصدر الأشعة عن الكاشف كلما قلت كمية الأشعة الساقطة على مساحة الكاشف.
لنضع مصدر نقطي مشع و موحد الخواص (أي يبعث الأشعة بالتساوي في كل اتجاه) على مسافة d من عداد جايجر (أنظر الشكل 1) , مساحة و نصف قطر نافذة عداد جايجر هما على التوالي A و R . في هذه الحالة عدد الإشعاعات الساقطة في الثانية الواحدة على نافذة العداد يكتب كما يلي :

$$N = E_f \frac{\Omega}{4\pi} \quad (1)$$

حيث :

Ω هي الزاوية المجسمة المقابلة لنافذة العداد و E_f هي فعالية المصدر المشع.
استنادا إلى الشكل 2 نستطيع حساب عبارة الزاوية المجسمة كما يلي :

$$d\Omega = \frac{dA}{r^2} = \frac{2\pi r^2 \sin\theta d\theta}{r^2} \quad (2)$$

بعد تكامل طرفي المعادلة (2) نتحصل على ما يأتي :

$$\Omega = 2\pi(1 - \cos\beta) = 2\pi\left(1 - \frac{d}{\sqrt{d^2 + R^2}}\right) \quad (3)$$

من أجل $d \ll R$, العلاقة (3) تصبح:

$$\Omega = 2\pi \frac{R^2}{d^2} \left(1 - \frac{3R^2}{4d^2} + o\left(\frac{R^2}{d^2}\right)\right) \quad (4)$$

من العلاقتين (1) و (4) نكتب عبارة N كما يلي :

$$N = \frac{E_f R^2}{2d^2} \left(1 - \frac{3R^2}{4d^2} + o\left(\frac{R^2}{d^2}\right)\right) \quad (5)$$

إذا كان بعد المصدر كبير جدا أمام نصف قطر العداد فعلاقة N تصبح كما يلي :

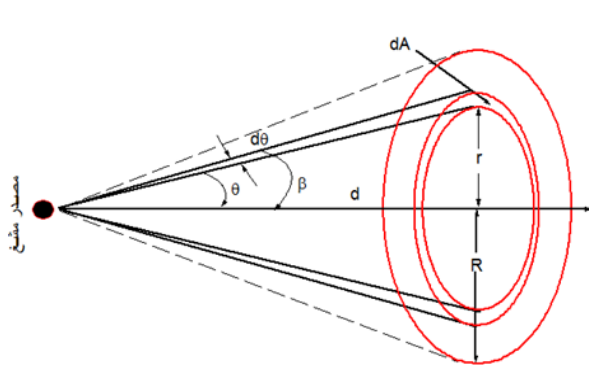
$$N = \frac{E_f R^2}{2d^2} \quad (6)$$

SR^2 كمية ثابتة بالنسبة لمصدر و عداد معينين, في هذه الحالة نقول أن N يتناسب طرديا مع $\frac{1}{d^2}$ و نكتب ما

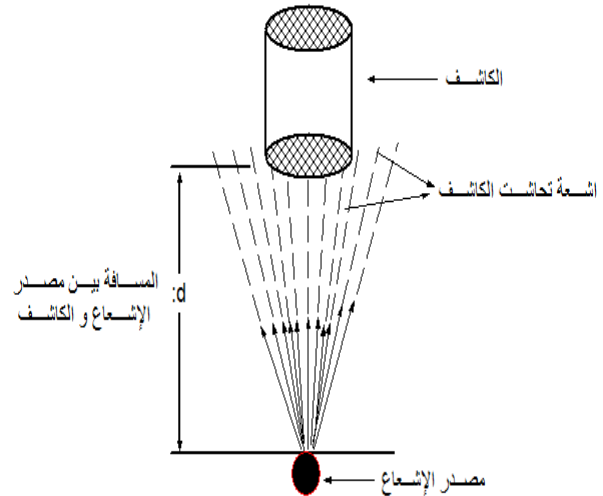
يلي :

$$N = \frac{\alpha}{d^2}, \quad \alpha = \frac{E_f R^2}{2} \quad (7)$$

تمثل العلاقة (7) قانون التربيع العكسي. يكون تمثيل N بدلالة $\frac{1}{d^2}$ عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ.



شكل 2 : الزاوية المجسمة



شكل 1 : تغير شدة الإشعاع بدلالة المسافة d

2. التجربة

1.2. الأجهزة و الأدوات المستعملة

عداد ST-360 أنبوبية جايجر, حاسوب و مصدر مشع ^{90}Sr .

2.2. خطوات التجربة

- أول خطوة قس نصف قطر نافذة أنبوبية جايجر ,
- قم بتشغيل الحاسوب, أنبوبية جايجر و العداد,
- من سطح الحاسوب افتح برنامج STx ثم قم بما يلي :
- اذهب إلى **setup** و اختر **HV Setting** ثم ثبت جهد أنبوبية جايجر على القيمة 900 V.
- اذهب إلى **preset** ثم إلى **preset time** واختر 30 ثانية. اذهب إلى **number of run** واختر 6.
- دون أن تضع المصدر المشع, اضغط على الزر الأخضر لحساب الخلفية الإشعاعية N_b .
- ضع المصدر المشع على بعد 1 سم من نافذة أنبوبية جايجر ثم اضغط على الزر لبداية الحساب.
- غير المسافة من 1 سم إلى 7 سم و كرر نفس الحسابات.
- ضع النتائج المتحصل عليها و رتبها في الجدول أدناه.
- ملاحظة: عند الانتهاء من التجربة, اذهب إلى **setup** و اختر **HV Setting** ثم ثبت الجهد في القيمة 0 V و اقر على **ok**.

هي القيمة المتوسطة لمجموع القياسات $\bar{N} / s$												
$d(cm)$	$\frac{1}{d^2}$	Logd	N_1/s	N_2/s	N_3/s	N_4/s	N_5/s	N_6/s	$\bar{N} / s$	$\bar{N}_b / s$	$N = \bar{N} - N_b$	LogN
1												

3. الأسئلة

1. ناقش نتائج القياسات.
2. ارسم المنحنى البياني $N = f(d)$
3. ارسم المنحنى البياني $\text{Log}N = f(\text{Log}d)$ و احسب ميل المنحنى. هل قانون التربيع العكسي محقق.
4. ارسم المنحنى البياني $N = f(\frac{1}{d^2})$ ، من البيان احسب فعالية المصدر ^{90}Sr .

التجربة رقم 2: توزيع غاوس في النشاط الإشعاعي

الهدف

- التعرف عن الطبيعة العشوائية للنشاط الإشعاعي
- التحقق من توزيع غاوس

1. عشوائية النشاط الإشعاعي

التفكك الإشعاعي هو عبارة عن ظاهرة طبيعية تتميز بالتحول التلقائي لنواة ذرية إلى أخرى. يصاحب هذه العملية انبعاث جسيمات أو إشعاعات، مثل جسيمات ألفا، بيتا، أو أشعة غاما. إن عملية التفكك الإشعاعي تعد من العمليات العشوائية تمامًا. أي لا يمكننا التنبؤ بال لحظة التي تتحول فيها نواة معينة إلى نواة أخرى. و مع ذلك، عند النظر في عدد كبير من النوى، يمكننا وصف احتمال تفكك عدد معين منها خلال فترة زمنية معينة.

2. نظرية التجربة

إن معرفة عدد النوى الذي يتفكك في لحظة معينة من الزمن يتطلب قياس عدد الجسيمات المنبعثة من هذه النوى في هذه اللحظة من الزمن. و لمعرفة معدل العد يجب تكرار عدد أكبر من القياسات الفردية حتى نستطيع الحصول على مجموعة من القياسات التي من خلالها نتمكن من استخراج معدل العد. حينها يصبح لدينا مجموعة من المعدودات التي ندرسها بطريقة احصائية. لنفرض أنه لدينا مجموعة من القياسات المتعلقة بقياس عدد الجسيمات المنبعثة من عينة مشعة. هذه القياسات هي قياسات فردية و مستقلة عن بعضها البعض و التي تم قياسها في نفس الشروط و من أجل مجال زمني ثابت. لتكن مجموعة القياسات الآتية:

$$N_1, N_2, \dots, N_i, \dots, N_n \quad (1)$$

N_i هو عدد الجسيمات المسجلة بوحدة الزمن أو القياس الفردي المستقل رقم i , أو العد رقم i .
 n هو عدد القياسات المستقلة أو عدد المعدودات.
لنكتب الخواص الأساسية لهذه المجموعة من القياسات :

- التكرار هو عدد مرات تكرار القيمة N_i
- المجموع القياسات هو:

$$S_n = \sum_{i=1}^n N_i = N_1 + N_2 + \dots + N_n \quad (2)$$

- القيمة التجريبية المتوسطة (معدل العد) هي:

$$\bar{N} = \frac{N_1 + N_2 + \dots + N_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n N_i \quad (3)$$

- انحراف القياسات عن القيمة التجريبية المتوسطة (معدل العد) هي:

$$d_i = N_i - \bar{N} \quad (4)$$

- القيمة العملية أو التجريبية للانحراف المعياري هي:

$$\sigma_{\text{exp}} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (N_i - \bar{N})^2} \quad (5)$$

- القيمة النظرية للانحراف المعياري:

$$\sigma_{th} \cong \sqrt{N} \quad (6)$$

عبارة توزيع غاوس هي:

$$F(N) = \frac{A}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(N-\bar{N})^2}{2\sigma^2}} \quad (7)$$

حيث: $\sigma = \sigma_{th} = \sqrt{N}$, $A =$ عدد القياسات في عرض المجال.

3. التجربة

1.3. الأجهزة و الأدوات المستعملة

- عداد جايجر - ميلر مرتبط بحاسوب
- منبع الأشعة $^{60}_{27}Co$ أو $^{90}_{38}Sr$

2.3. خطوات التجربة

- قم بتشغيل عداد جايجر - ميلر و الحاسوب,
- من سطح الحاسوب افتح برنامج STx ثم قم بما يلي :
- اذهب إلى setup و اختر HV Setting ثم ثبت جهد أنبوبة جايجر على القيمة 900 V,
- اذهب إلى preset ثم إلى preset time واختر 10 ثانية و بعدها اذهب إلى number of run واختر 60,
- ضع المصدر المشع في الرف الثاني (يبقى المصدر في هذا الرف خلال كل التجربة),
- اضغط على الزر الأخضر لبداية الحساب ثم سجل النتائج.

الأسئلة

1. رتب تصاعديا قيم N_i ثم املأ الجدول الأسفل.
2. احسب كل من $\bar{N}$, σ_{th} و σ_{exp} .
3. قارن بين σ_{th} و σ_{exp} .
4. ارسم مخطط توزيع التكرارات بدلالة المجال مع تحديد عرض المجال.
5. باستعمال العلاقة (7), احسب قيمة $F(N)$ عند منتصف المجال لكل المجالات ثم مثل القيم المتحصل عليها في نفس رسم مخطط توزيع التكرارات و اجمع هذه النقاط بمنحنى. اعطي تعليقاتك.

N_i	التكرار	المجالات	$d_i = N_i - \bar{N}$	$(N_i - \bar{N})^2$	F(N=المنصف)

ملاحظة: يجب تحديد مجالات مناسبة (لها نفس المدى) لتقسيم قيم N_i بحيث في كل مجال تنتمي إليه قيمة واحدة من قيم N_i .

التجربة رقم 3 : توهين اشعة غاما في المادة

الهدف : قياس معامل التوهين الخطي في مادة الألومنيوم

1. ضاهرة التوهين

عند تمرير حزمة من أشعة غاما شدتها الابتدائية I_0 عبر صفيحة معدنية سمكها x , فإن الشدة الابتدائية I_0 تتناقص و هذا راجع لامتصاص جزء من أشعة الحزمة أثناء تفاعلها مع ذرات الصفيحة المعدنية. فبعد عبور فوتونات الحزمة الصفيحة المعدنية, تتغير شدة الحزمة و تصبح شدة أخرى تختلف عن الشدة الابتدائية. كلما تقدمت حزمة الفوتونات داخل الصفيحة فإن شدةها تتناقص. لتكن I_x شدة الحزمة بعد خروج الفوتونات من الصفيحة. يمكن تمثيل هذا التناقص بدالة أسية بدلالة المسافة المقطوعة على النحو الآتي :

$$I_x = I_0 e^{-\mu x} \quad (1)$$

تدل العلاقة (1) على أن شدة الإشعاع الخارج أقل من شدة الإشعاع الساقط.

حيث أن :

I_0 : الشدة الابتدائية للحزمة الساقطة ,

I_x : الشدة الخارجة من الصفيحة, سمكها x ,

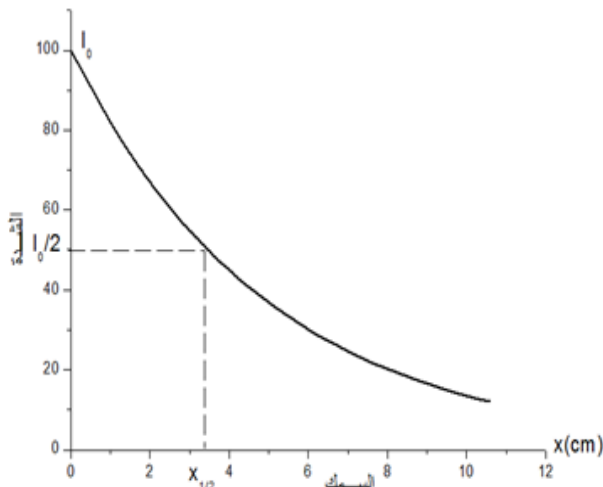
μ : معامل التوهين الخطي للوسط المادي (الصفيحة) و عبارته هي :

$$\mu(cm^{-1}) = \frac{1}{x} \ln \frac{I_0}{I_x} \quad (2)$$

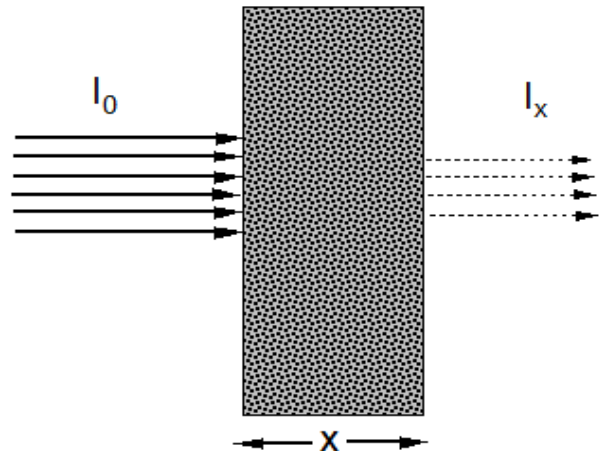
سمك النصف هو السمك الذي من اجله تنخفض شدة اشعة غاما إلى نصف قيمتها الابتدائية ($I_x = \frac{I_0}{2}$). عبارته

هي :

$$x_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu} \quad (3)$$



الشكل 2 : تناقص شدة حزمة من الفوتونات عابرة لوسط مادي



الشكل 1: توهين أشعة جاما في المادة

في هذه التجربة نستعمل فوتونات غاما المنبعثة من المصدر ^{137}Cs بطاقة 662 keV لقياس معامل التوهين الخطي في مادة الألومينيوم باستخدام عداد جايجر - مولر.

2. التجربة

1.2. الأجهزة و الأدوات المستعملة

- عداد جايجر مرتبط بحاسوب,
- منبع اشعة غاما $^{137}_{57}\text{Cs}$,
- صفائح الألومينيوم مختلفة السمك.

2.2. خطوات التجربة

- قم بتشغيل عداد جايجر و الحاسوب,
- من سطح الحاسوب افتح برنامج STX ثم قم بما يلي :
- اذهب إلى **setup** و اختر **HV Setting** ثم ثبت جهد أنبوبة جايجر عند القيمة 900 V ,
- اذهب إلى **preset** ثم إلى **preset time** واختر 120 ثانية. اذهب إلى **number of run** واختر 1,
- ضع المصدر $^{137}_{57}\text{Cs}$ في الرف الثاني للعداد (يبقى المصدر في هذا الرف خلال كل التجربة), ثم اضغط على الزر الأخضر,
- بعد توقف العداد عن العد, سجل النتيجة و ضع في الرف الأول صفيحة من الألومينيوم ذات أصغر سمك,
- اضغط على الزر الأخضر لبداية العد و بعد توقف العداد عن العد, سجل النتيجة,
- كرر نفس العملية السابقة بالنسبة لمختلف الصفائح.
- ضع و رتب النتائج المتحصل عليها في الجدول أدناه.
- **ملاحظة:** عند الانتهاء من التجربة, اذهب إلى **setup** و اختر **HV Setting** ثم ثبت الجهد في القيمة 0V و انقر على **ok**.

$x(\text{in})$	$x(\text{cm})$	I_0	I_x	$\ln \frac{I}{I_0}$	$\mu(\text{cm}^{-1})$	$\mu_{\text{moy}}(\text{cm}^{-1})$

3. الأسئلة

1. اكمل الجدول.
2. ارسم المنحنى البياني $I_x = f(x)$.
3. ارسم المنحنى البياني $\ln \frac{I}{I_0} = f(x)$.
4. بيانيا, احسب معامل التوهين μ_{graphe} و قارنه مع μ_{moy} .
5. بيانيا احسب سمك النصف, ثم استنتج معامل التوهين. أعطي تعليقاتك.