



جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة/ ابن الهيثم

قسم الفيزياء

مختبر الفيزياء النووية للدراسات الاولية

تجارب الفصل الدراسي الاول للعام 2019 – 2020

- 1- دراسة خواص حجرة التآين وتعيين مدى دقيقة الفا في الهواء
- 2- دراسة خواص الصمام الوميضي (تعيين طول الهضبة وجهد التشغيل وميل الهضبة)
- 3- احصائيات العد للاشعاع النووي
- 4- تحقيق قانون التربيع العكسي
- 5- حساب معامل الامتصاص الخطي والكتلي للالمنيوم لاشعة كاما ودقائق بيتا
- 6- تعيين زمن الخمود لعداد كايكر
- 7- دراسة كفاءة عداد كايكر لاشعة كاما

التجربة الأولى

خواص حجرة التآين وتعين مدى جسيمة دقيقة الفا في الهواء

الغاية من التجربة

- 1- تعيين منطقة الأشباع لحجرة التآين
- 2- قياس مدى دقيقة الفا في الهواء في الظروف الاعتيادية .

النظرية:

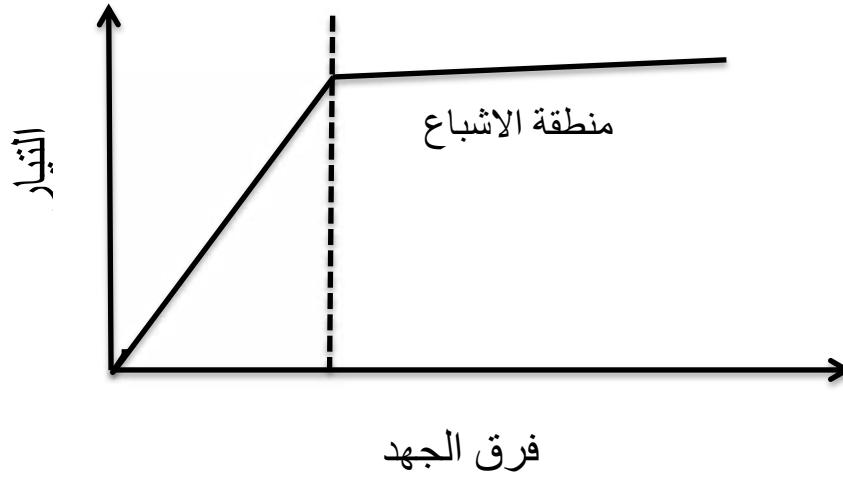
حجرة التآين كانت احدى اولى اجهزة قياس الأشعاع النووي قبل ان يحل محلها عداد كايكر لأن حساسيته أعلى بكثير منها للاشعاعات ضعيفة التآين وهو اكثر ملائمة للعمل حيث انه لا يحتاج الى مضخات عالية التكبير للتيار .

تتكون حجرة التآين من قطبين معزولين عن بعضهما عزلا جيدا حيث الاسطوانة المعدنية تكون احد القطبين بينما السلك الوسطي يكون القطب الاخر .

عند دخول دقيقة مشحونة في الحيز الموجود بين القطبين فأنها تولد ازواجا من الأيونات الموجبة والسالبة عند اصطدامها بجزيئات الغاز (في هذه التجربة يستعمل الهواء تحت الضغط الجوي الاعتيادي).

وعند عدم تسليط مجال كهربائي بين قطبي حجرة التآين فان الأيونات الموجبة والسالبة تتحرك داخل الحجرة وتتحد مرة اخرى منتجة ذرات وجزيئات متعادلة وعند تسليط مجال كهربائي فان الأيونات الموجبة تتحرك نحو القطب السالب والأيونات السالبة تتحرك نحو القطب الموجب .

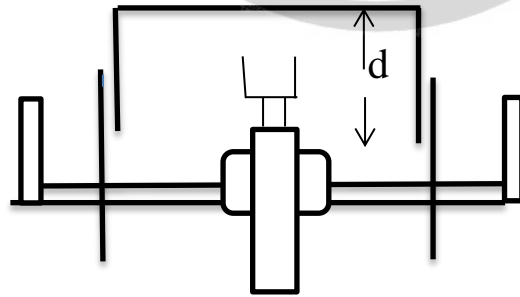
ان شدة التيار الايوني المتولد من حركة الايونات يعتمد على شدة المجال الكهربائي . فعندما يكون المجال ضعيف فان بعض الايونات الموجبة والسالبة تكون لها فرصة الاتحاد مما يؤدي الى مرور تيار ايوني ضعيف في دائرة حجرة التآين . وعند زيادة شدة المجال الكهربائي تدريجيا فان عدد الايونات المتحددة يقل وبذلك يزداد التيار المار الى ان يصل الى حالة الاشباع . وعند هذه الحالة تكون شدة المجال كافية لتمنع اتحاد الايونات مختلفة الشحنة مرة اخرى , ولذا فان جميع الايونات تتجه نحو القطبين ويقال ان غرفة التآين تعمل بمنطقة الاشباع , كما هو موضح في شكل (1) . اي ان عند زيادة فرق الجهد المسلط على قطبي حجرة التآين لا تسبب بزيادة مناظرة للتيار الايوني المار .



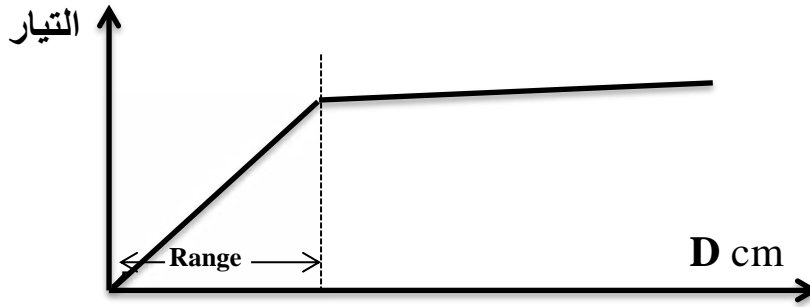
شكل (1): يوضح منطقة الاشباع في حجرة التأين

عند تشغيل حجرة التأين بمنطقة الاشباع فإن التيار المار يعتمد على التأين النوعي للدقيقة وعلى فعالية المصدر المشع وعلى طاقة الدقيقة بشرط ان الدقيقة تقف نهائيا ضمن المنطقة الحساسة من حجرة التأين .

ولذا فعند وضع مصدر لاشعة الفا داخل حجرة التأين ذات طول متغير (شكل 2) فإن التيار الايوني المار يزداد عندما يزداد طول الحجرة الى ان تصل قيمة التيار الى قيمته العظمى وان اي زيادة اخرى بالطول لا تؤدي الى زيادة التيار, ونحصل على قيمة عظمى للتيار عندما يكون طول الحجرة مساوي أو اكبر من مدى دقيقة الفا (Range) بالغاز الموجود داخل حجرة التأين وفي هذه الحالة فإن الدقيقة تقف كليا ضمن الحساس للحجرة . شكل (3).



شكل (2) حجرة التأين



شكل (3)

توجد طريقتان للعمل على تحقيق الغاية من التجربة (تختلف كل منها عن الأخرى بكيفية قياس التيار الأيوني تبعاً للأجهزة المستخدمة).

تعتمد الأولى قياس التيار الأيوني الضعيف مباشرة بعد تضخيمه باستخدام مضخم للتيار المستمر أما الثانية فتعتمد استخدام كشاف كهربائي خاص لقياس التيار الأيوني بصورة غير مباشرة حيث يتم حساب عدد نبضات ورقة الكشاف في وحدة الزمن بدلاً من التيار ويمكن توضيح ذلك كما يلي :

عندما تتجمع الشحنة الأيونية على ورقة الكشاف فإنها تنجذب نحو قطب الكشاف المخالف لها بالشحنة متنافرة مع ماسكها وعند ملامستها لقطب الكشاف فإنها تفرغ الشحنة المتجمعة عليها والتي مقدارها $q' = cV'$ حيث c تمثل السعة الكهربائية بين الورقة وقطب الكشاف و V' تمثل الجهد الذي عنده تلامس الورقة القطب . وعندما تقل المسافة s بين الورقة والقطب يقل الجهد V' وبذلك تزداد حساسية الجهاز .

فإذا كانت الفترة الزمنية لتمامين متعاقبين لورقة الكشاف مع القطب تساوي t' فإن التيار الأيوني I المار خلال دائرة الكشاف يعبر عنه بالعلاقة التالية :

$$I = q' / t' = cV' / t' = cV' f'$$

ولمسافة معينة s بين الورقة والقطب يكون

$$I = \text{constant} \times f'$$

وعليه فإن تردد النبضات f' (تساوي $1/t'$) يمثل مقياساً للتيار الأيوني I . ولا يمكن في هذه الطريقة قياس قيمة التيار المطلقة ، وعليه فلا نستطيع حساب عدد أزواج الأيونات المتولدة عن دقائق الفا .

الاجهزة المستخدمة :

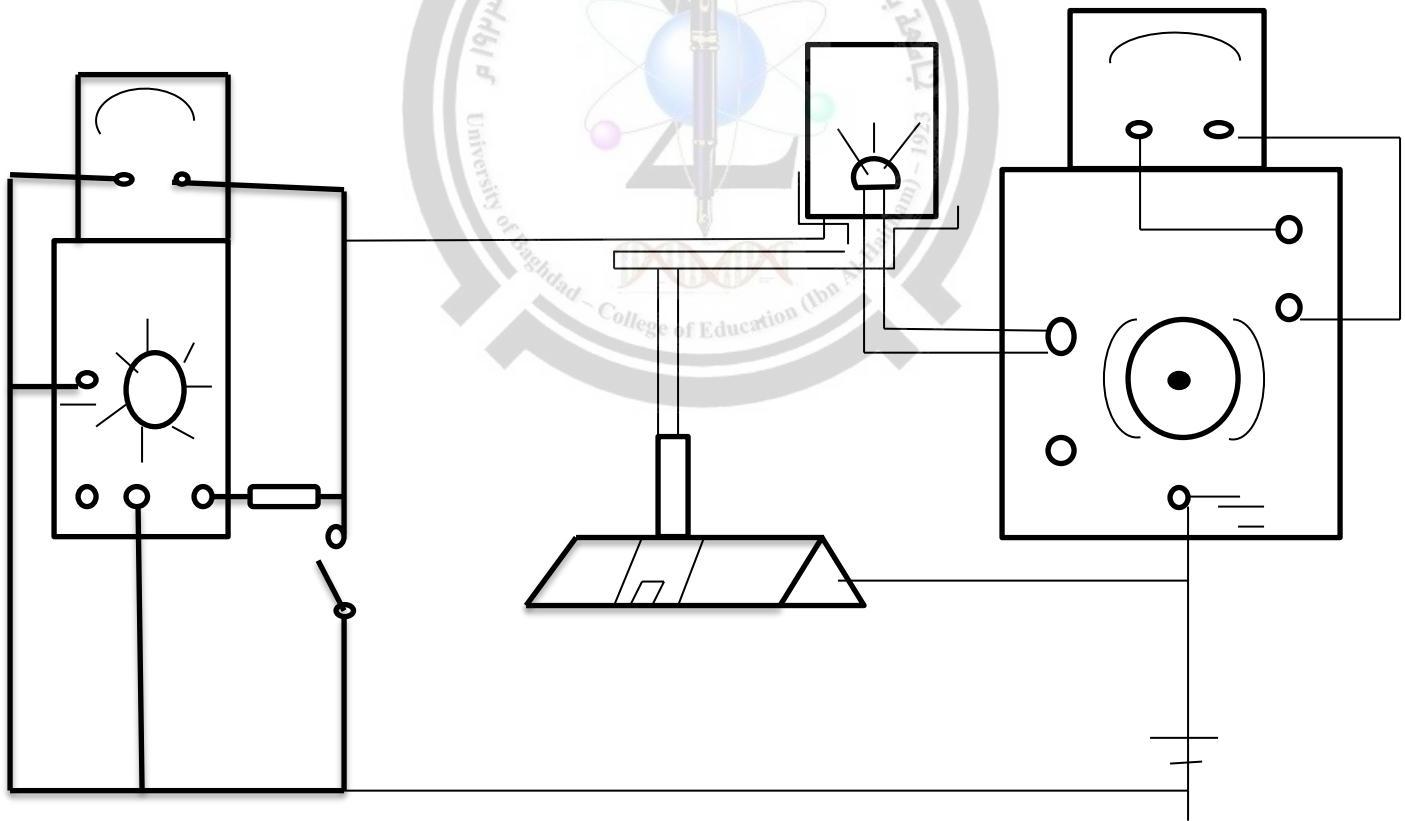
حجرة التأين ذات الحجم المتغير , مصدر مشع امريشيوم ^{241}Am , او بولونيوم ^{210}Po او ^{209}Po , مضخم للتيار المستمر مع مقياسه المناسب , مصدر للقدرة بفرق جهد مستمر (0-6) كيلو فولت , مفتاح تفريغ واخر ذو طريقين , مقاومة 10 ميكا اوم , فولتميتز ستاتيكي ذو مدى (1.5) كيلو فولت واخر ذو مدى (6) كيلو فولت , كشاف وولف الكهربائي (Wulf Electroscopie) , مسطرة ضوئية , مصباح ضوئي مع محولته الخاصة , عدسة لامة بعدها البؤري 10 cm واخرى 15 cm , شاشة نصف شفافة .

خطوات العمل :

الطريقة الاولى : (استخدام المضخم لقياس التيار)

أ - دراسة خواص حجرة التأين .

1- أربط الدائرة كما في الشكل (4) :



الشكل (4)

يستخدم في هذه التجربة مضخم للتيار المستمر لقياس التيار الايوني الضعيف المتولد نتيجة دقائق الفا الصادرة من المصدر المشع الموضوع داخل حجرة التآين . أجعل حساسية المضخم على القيمة 3×10^{-9} امبير مثلا .

تتكون حجرة التآين المستعملة في هذه التجربة من اسطوانتين احدهما مفتوحة الطرفين واسطوانة اخرى قصيرة مسدودة من طرف واحد فقط . اجعل طول حجرة التآين اكبر ما يمكن ولا تلمسها الا بعد تأكد من تصفير جهاز الجهد العالي .

2- غير قيمة فرق الجهد المسلط على قطبي حجرة التآين من (0-3) كيلو فولت على خطوات وسجل قيمة التيار المناظرة في كل حالة مرتبا قراءاتك كما في الجدول (1) .

ملاحظة

V volt	(A) ^I

يجب وضع حساسية المضخم اعلى ما يمكن لكي تكون اعلى قراءة للامپتر المربوط بالمضخم تساوي العدد الذي يشير له مؤشر حساسية المضخم (3×10^{-10}) امبير مثلا كما يجب تصفير المضخم قبل البدء باخذ القراءات

جدول (1)

الحسابات والنتائج :

1- ارسم خطا بيانيا بين قيمة I وفرق الجهد V ومنه نستخرج قيمة شدة تيار الاشباع ووفر فرق الجهد اللازم لتشغيل حجرة التآين في منطقة الاشباع .

2- احسب عدد ازواج الايونات الكلي في الثانية الواحدة الناتج من مرور دقائق الفا في الهواء بقسمة تيار الاشباع على شحنة الالكترين وعند معرفة عدد ازواج الايونات التي تنتجها دقيقة الفا واحدة على طول مسارها يمكن حساب عدد دقائق الفا المنبعثة عن المصدر المشع والمسببة لتيار الاشباع الايوني , قارن هذا العدد مع قيمة النشاط الاشعاعي للمصدر (عدد دقائق الفا المشعة بالثانية الواحدة) وناقش النتيجة .

ملاحظة مهمة :

لا تلمس حجرة التآين عند تسليط فرق جهد عليها , وعندما يراد لمسها يجب جعل فرق الجهد من مصدر القدرة الكهربائية (صفر) , ويجب توصيل قطبي حجرة التآين بالمفتاح الخاص لذلك .

ب- قياس مدى دققة الفا في الهواء في الظروف الاعتيادية :

- 1- ادفع الجزء العلوي المتحرك لحجرة التاين الى ان تحصل على اضغر حجم ممكن للحجرة مع ملاحظة عدم حدوث تماس بين المصدر المشع وجدار الحجرة العلوي المتحرك . ثم قس المسافة (d) بين المصدر المشع والسطح العلوي للحجرة .
- 2- سلط فرق جهد عالي على قطبي حجرة التاين لتشغيل الحجرة في منطقة الاشباع (2500) فولت مثلا , وسجل قراءة التيار.

d cm	I (A)

الجدول (2)

- 3- اجعل قيمة فرق الجهد المسلط مساوي للصفر ووصل قطبي حجرة التاين باستخدام المفتاح الخاص لذلك ثم غير المسافة بين المصدر المشع وسطح الحجرة العلوي بمقدار 1/2 سم , ثم اعد فرق جهد قطبي الحجرة الى القيمة السابقة وسجل قيمة شدة التيار.
- 4- استمر بزيادة الطول الى ان تصل الى اكبر طول ممكن لحجرة التاين مع تسجيل قيمة شدة التيار في كل حالة. رتب قراءاتك كما في الجدول رقم (2).

الحسابات والنتائج :

- 1- ارسم خطا بيانيا بين شدة التيار والمسافة (d) بين سطح المصدر المشع والسطح العلوي لحجرة التاين ومنه احسب معدل مدى دققة الفا (R) في الهواء تحت الضغط الجوي الاعتيادي راجع الشكل (3) .
- 2- جد طاقة دققة الفا (E) بصورة تقريبية بوحدات مليون الكترون - فولت (Mev) من العلاقة:

$$R = 0.318E^{3/2} \text{ (OR) } E = 2.15R^{2/3}$$

حيث R تقاس بالسنتيمتر (في درجة 15° وتحت ضغط 760 ملي زئبق) .
ناقش وقارن نتائج التجربة بالطريقتين مبينا ايها اكثر دقة مع ذكر السبب .

الأسئلة:

- 1- ان عدد دقائق الفا المحسوبة لا تمثل القيمة المطلقة لفعالية المصدر المشع بيبين سبب ذلك ؟
- 2- اي نوع من المصادر المشعة يفضل استخدامه في التجربة ؟ ولماذا ؟
- 3- ما هي فائدة المقاومة العالية المربوطة مع مجهز القدرة ؟
- 4- هل تؤثر الرطوبة الجوية على القراءات ؟ وضح ذلك ؟
- 5- كيف يعمل تغير طول حجرة التآين على تغير التيار ؟ ولماذا ؟



التجربة الثانية

دراسة خواص الصمام الوميضي (تعيين طول الهضبة وجهد التشغيل وميل الهضبة)

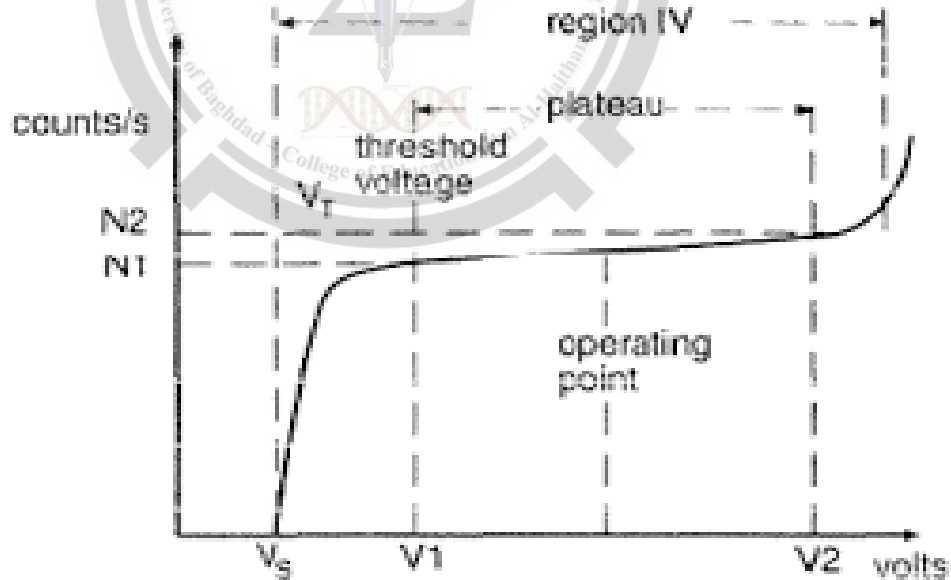
الغاية من التجربة

- 1- تعيين هضبة (Plateau) العداد الوميضي وايجاد طول وميل الهضبة .
- 2- تعيين جهد تشغيل (Operating Voltage) للعداد الوميضي

النظرية

تركيب العداد الوميضي وعمله موضح في ملزمة الكواشف

ان عدد النبضات في وحدة الزمن التي يسجلها العداد تتغير بتغير فرق الجهد على المضاعف الضوئي. كما في الشكل (1)



الشكل (1) منحنى العداد الوميضي

AB	Proportionality Region of the Counter	منطقة تناسب العداد
V_S	Starting Voltage	جهد البداية
V_1	Threshold of the Plateau	عتبة الهضبة
V_2	Breakdown Voltage	جهد الانهيار
BC	Geiger Plateau	هضبة كايكر
CD	Continuous Discharge Region	منطقة التفريغ الكهربائي المستمر
V_0	Operating Voltage	جهد التشغيل

- يؤخذ جهد التشغيل عادة في منتصف الهضبة لكي يكون تغير العد في وحدة الزمن قليلا جدا عند حدوث تغير في الجهد المسلط ويمكن حسابه من المعادلة التالية :

$$V_0 = \frac{1}{2} (V_1 + V_2) \dots \dots \dots (1)$$

اما ميل الهضبة فيعرف كما يلي

$$Slope = \frac{100(N_2 - N_1)}{N_1(V_2 - V_1)} \% \text{ per Volt} \dots \dots (2)$$

حيث ان

N_2 تمثل العد في وحدة الزمن عند الجهد V_2

N_1 تمثل العد في وحدة الزمن عند الجهد V_1

اما طول الهضبة L فيقاس من المعادلة التالية :

$$L = (V_2 - V_1) \dots \dots \dots (3)$$

يعتبر العداد جيدا في حالة كون طول الهضبة حوالي (150 Volt) وميلها اقل من 0.1% لكل فولت .

الاجهزة المستخدمة :

- 1- العداد الوميضي
- 2- مجهر قدرة
- 3- مصدر لاشعة كاما

خطوات العمل :

- 1- ضع مصدر كاما على مسافة 4 سم تقريبا من نافذة العداد الوميضي
- 2- تأكد من كون مؤشر القدرة نو الجهد العالي مشيرا للصفر . ثم شغل مجهر القدرة الواطئة
- 3- قم بزيادة فولتية العداد حتى يقوم بالتسجيل هذه النقطة تسمى فولتية البداية
- 4- اختر الفترة الزمنية 10 ثانية ثم قم بالعد لمدة 10 ثانية . سجل قراءة العداد ثلاث مرات مدة كل منها 10 ثانية واحسب معدل العد في الثانية الواحدة
- 5- استمر بزيادة الجهد العالي بخطوات 25 فولت في كل خطوة وسجل قراءة العداد لنفس الفترة الزمنية ولثلاث مرات , واحسب مقدار العد في الثانية الواحدة الى ان تصل الى منطقة التفريغ الكهربائي المستمر حيث تحصل زيادة مفاجئة في قراءة العداد (عند الوصول الى هذه النقطة خفض الجهد العالي مباشرة الى قيمة اقل من V_2 والا يتعرض العداد للتلف) .
- 6- رتب قراءاتك كما في الجدول التالي :

T=10 second

V(volt)	Count / 10 sec			Count / sec
	N_1	N_2	N_3	N_{ave}
500				
550				
600				
650				
↓				
1400				

النتائج والحسابات

1- ارسم خطا بيانيا بين العد في الثانية الواحدة وقيم الجهد العالي المقابلة لها لاحظ

الشكل (1)

2- عين قيم V_1 و V_2 من الخط البياني ثم احسب جهد التشغيل من المعادلة (1)

3- قيم العداد الوميضي بقياس ميل المنطقة المستقرة Plateau من المعادلة (2)

الاسئلة

1- قارن بين عداد كايكر والعداد الوميضي

2- يفضل استخدام العداد الوميضي بدل عداد كايكر في قياسات اشعة كما

3- لماذا تطعم بلورة ايوديد الصوديوم المستعملة في هذا العداد بالثاليوم

4- تحفظ بلورة ايوديد الصوديوم داخل علبة محكمة الغلق من الالمنيوم

لماذا ؟

التجربة الثالثة

احصائيات العد للاشعاع النووي

الغاية من التجربة

دراسة التبدلات (Fluctuations) او التغيرات في قيم العد (الواطئة نسبيا) في وحدة الزمن . والتحقق من قوانين الاحصاء التي تتحكم في انبعاث الاشعاع عن مصدر مشع .

النظرية

من المعلوم ان كل قياس من القياسات التي تعمل لعينة من مادة مشعة يكون مستقلا عن جميع القياسات السابقة وذلك لان عملية الانحلال الاشعاعي (Radioactive Decay) تحدث بطريقة عشوائية (Random Process) . ولكن عند اخذ عدد اكبر من القياسات الفردية او المستقلة (Individual Measurements) فان انحراف قيم العد في وحدة الزمن عن قيمة معدل العد في وحدة الزمن (Average count Rate) يمكن التنبؤ به. تكون الانحرافات الصغيرة عن معدل العد اكبر من الانحرافات الكبيرة . ان معدل العد في وحدة الزمن ل n من القياسات الفردية او المستقلة يحسب من المعادلة الآتية :

$$N_{ave} = \frac{N_1 + N_2 + N_3 + \dots \dots N_n}{n} \dots \dots (1)$$

حيث N_1 يمثل العد بوحدة الزمن للقياس الاول الخ.
و n يمثل عدد القياسات المستقلة .

يمكن كتابة المعادلة (1) على الشكل التالي :

$$N_{ave} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} N_i}{n} \dots \dots \dots (2)$$

وواضح من تعريف المعدل ان

$$\sum_{i=1}^{i=n} (N_i - N_{ave}) = 0 \dots \dots \dots (3)$$

حيث يمثل الحد $(N_i - N_{ave})$ انحراف كل قيمة مستقلة عن قيم العد في وحدة الزمن عن المعدل .

يمكن حساب القيمة النظرية للانحراف القياسي σ_{th} (Theoretical Standard Deviation) من المعادلة

$$\sigma_{th} \cong \sqrt{N_{ave}} \dots \dots (4)$$

والقيمة العملية لمتوسط مربع الانحراف (Experimental mean square Deviation) σ_{exp} يمكن حسابها من المعادلة

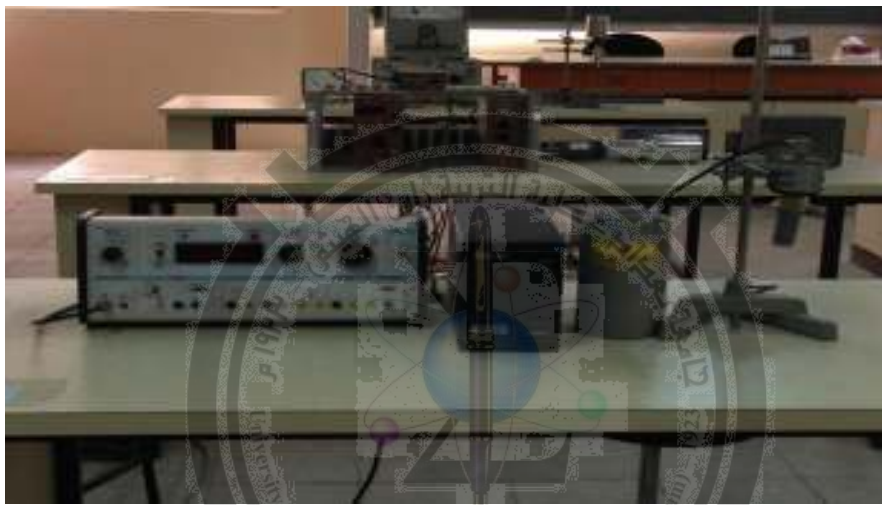
$$\sigma_{exp} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} (N_i - N_{ave})^2}}{n - 1} \dots \dots \dots (5)$$

الاجهزة المستخدمة

صمام كايكر , مقياس المعدل ,عدادلا, مصدر مشع (ضعيف) داخل الاسطوانة من الرصاص ذات جدران سميكة .

خطوات العمل

1- رتب الاجهزة كما مبين في الشكل (1)



الشكل رقم (1) يوضح ترتيب الاجهزة في التجربة

2- تأكد من ان فرق الجهد العالي مساوي للصففر وشغل الجهاز ثم اجعل قيمة فرق

الجهد المسلط على صمام كايكر مساوي الى جهد تشغيله .

3- ضع المصدر المشع على بعد مناسب عن نافذة صمام كايكر بحيث تحصل على

حوالي 10-20 عدة في الثانية

4- خذ 100 قراءة مستقلة كل منها لفترة 10 ثوان بدون ان تحرك المصدر او

صمام كايكر مرتبا قراءاتك في جدول

النتائج والحسابات

1- احسب معدل العد N_{ave} من المعادلة (1). لسهولة الحسابات اضع او اطرح اقل عدد ممكن من مجموع القراءات لجعل المعدل عددا صحيحا وذلك بأضافة واحد الى عدد من القراءات او طرحه منها دون ان يغير ذلك من مدى القراءات .

2- رتب النتائج كما مبين في الجدول التالي :

محاولة	N_i	$(N_i - N_{ave})$	$(N_i - N_{ave})^2$
1.			
2.			
3.			
4.			
.			
.			
.			
.			
.			
.			
.			
.			
.			
.			
100.			

ملاحظة : ان قيم $(N_i - N_{ave})$ تكون موجبة او سالبة او صفرا ولذا يجب اخذ الاشارة بنظر الاعتبار .

3- احسب القيمة النظرية للانحراف القياسي σ_{th} من المعادلة (4)

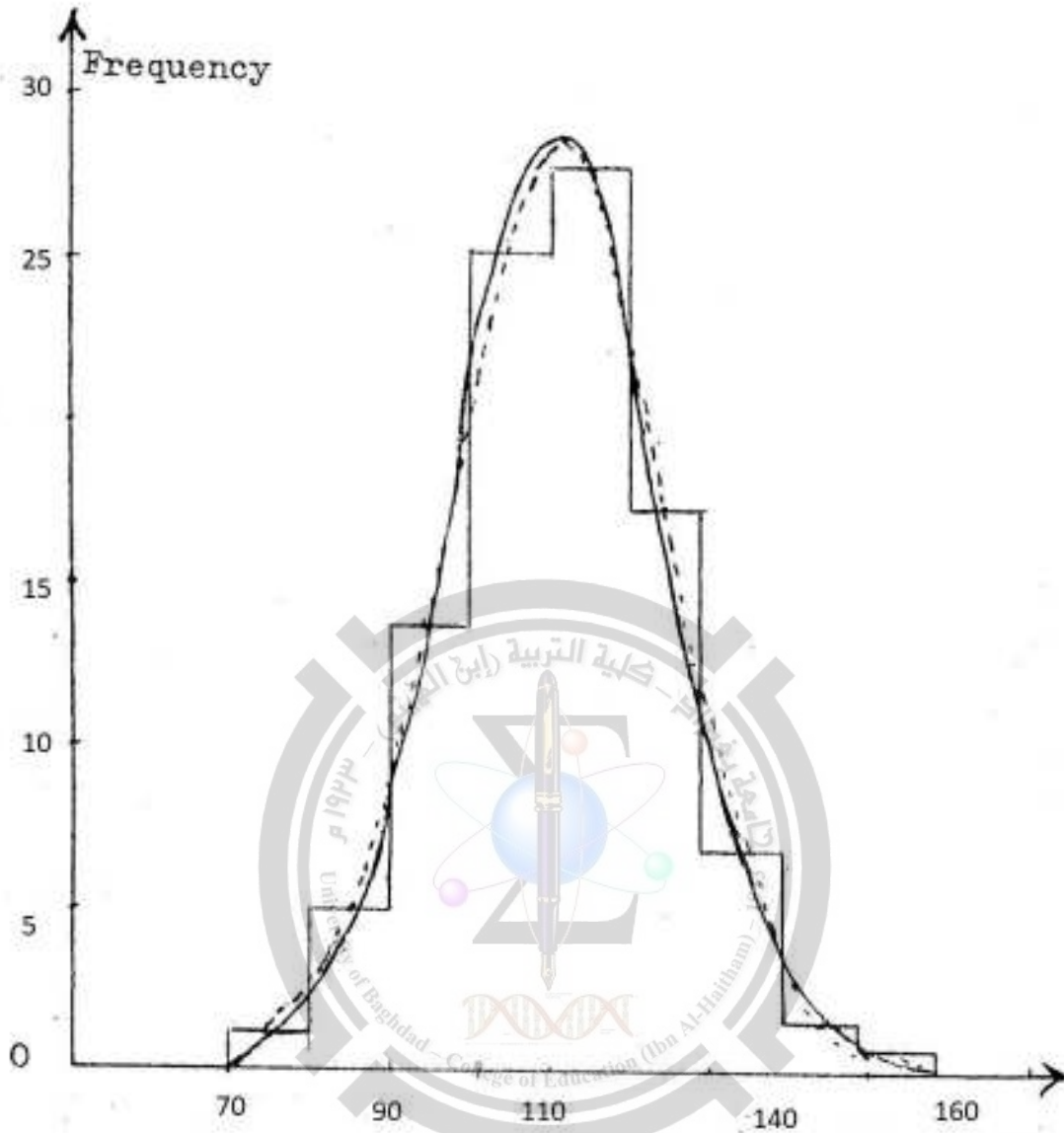
4- احسب القيمة العملية لمتوسط مربع الانحراف σ_{exp} من المعادلة (5) وقران النتيجة مع القيمة النظرية σ_{th} .

5- خذ فواصل صنفية (class intervals) مناسبة لتقسيم القياسات العملية الى اجزاء ثم عين التكرار او التردد الذي يقع به كل قياس ضمن المدى المختار (الفاصلة) لاحظ المثال الاتي

Selected Range	Frequency
70-79	2
80-89	5
90-99	13
100-109	25
110-119	27
120-129	17
130-139	8
140-149	2
150-159	1

العدد الكلي للقياسات = 100 الفاصل الصنفي هنا = 10

6- ارسم مخطط توزيع الترددات (Histogram) بين تردد ظهور كل مدى ومقدار المدى المختار . ثم ارسم مضلع (Polygon) التردد لاحظ الشكل (2).



الشكل (2) مخطط توزيع الترددات

المساحة $A =$ الفاصل الصنفي x العدد الكلي للقياسات وفي المثال التوضيحي A تساوي 200×10

7- مستعملا قانون التوزيع الكاوسي (Gaussian Distribution Law)

$$Y = A(2\pi\sigma^2)^{-1/2} \exp\left(-\left(N - \frac{N_{ave}}{2\sigma^2}\right)^2\right) \dots \dots \dots (6)$$

حيث ان Y يمثل التردد وان $\sigma = \sigma_{th} \cong \sqrt{N_{ave}}$

خذ قيم مناسبة ل N من الرسم البياني ويفضل ان تساوي منصفات المدى واحسب قيم Y المناظرة لها ثم ارسم منحنى كاوس النظري لهذه القيم في نفس محاور مخطط توزيع الترددات التجريبي لاحظ الشكل (2)

الاسئلة

- 1- خذ العشر قراءات الاولى واحسب لها القيمة العملية لمتوسط الانحراف وقارن النتيجة مع القيمة النظرية للانحراف القياسي لها .هل هنالك اختلاف بين هذه المقارنة والمقارنة السابقة في الخطوة (4) من الحسابات والنتائج ؟ بين سبب ذلك
- 2- ماهو تأثير زيادة عدد القراءات في التجربة على قيمة المعدل والقيمة العملية لمتوسط مربع الانحراف ؟
- 3- لماذا نفضل استخدام مصدرا مشعا ضعيفا في هذه التجربة ؟

التجربة الرابعة

Inverse Square Law **قانون التربيع العكسي**الغاية من التجربة :-

تحقيق قانون التربيع العكسي باستخدام مصدر مشع

النظرية :-

إذا وضع مصدر نقطي مشع يبعث S من الدقائق أو الفوتونات في الثانية الواحدة بأسلوب متجانس (متساوي في جميع الاتجاهات) على بعد D من عداد كايكر مساحة نافذته A ونصف قطر نافذته R فإن عدد الأشعاعات الساقطة على مساحة النافذة في الثانية الواحدة N يعطى بالمعادلة التالية:

$$\frac{N}{S} = \frac{\Omega}{4\pi} \dots \dots \dots (1)$$

حيث Ω تمثل الزاوية المجسمة (Solid Angle) المقابلة لنافذة العداد ورأسها عند المصدر المشع .

S تمثل فعالية المصدر المشع .

بأخذ جزء من المساحة dA على شكل حلقة وعلى بعد r من المصدر (لاحظ الشكل 1) يمكن البرهنة أن

$$dA = 2\pi r \sin\theta (rd\theta)$$

أو

$$dA = 2\pi r^2 \sin\theta d\theta$$

$$\Omega = \int_A dA/r^2 = \int_0^\beta 2\pi \sin\theta d\theta$$

$$\Omega = 2\pi [-\cos\theta]_0^\beta$$

$$\Omega = 2\pi(1 - \cos\beta)$$

$$\Omega = 2\pi(1 - D/\sqrt{D^2 + R^2}) \dots \dots (2)$$

عندما يكون $R \ll D$ فإن

$$\Omega = (2\pi R^2/D^2)(1 - \frac{3R^2}{4D^2}) + \dots \dots (3)$$

وبالتعويض في المعادلة (1) ينتج

$$N = SR^2/4D^2(1 - \frac{3R^2}{4D^2}) + \dots \dots (4)$$

وفي حالة كون بعد المصدر كبيرا جدا فإن الحد الاول فقط يؤخذ بنظر الاعتبار

اي ان

$$N = \frac{SR^2}{4D^2} \dots \dots (5)$$

بما ان SR^2 كمية ثابتة لمصدر وعداد معينين فإن

$$N \propto \frac{1}{D^2} \dots \dots (6)$$

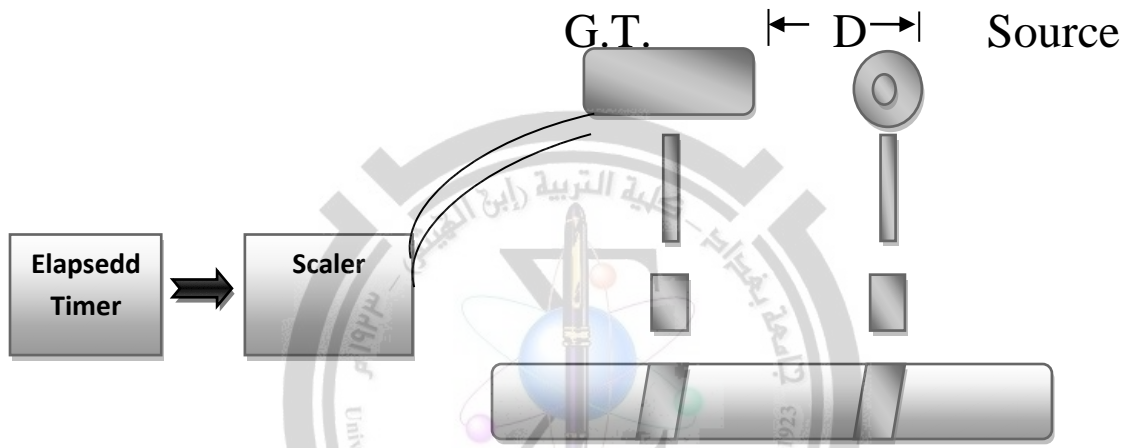
وهذه العلاقة تمثل قانون التربيع العكسي والخط البياني بين N و D^2 يكون خطا

مستقيما ميله يساوي $\frac{1}{4}SR^2$ ويمر من نقطة الأصل .

الاجهزة المستخدمة :-

صمام كايكر , عداد كايكر مع مجهز القدرة , وساعة التوقيت الخاصة له , مصدر مشع ^{137}CS , مسطبة ضوئية مع مواسك للحداد والمصدر المشع .
خطوات العمل :-

(1) رتب الاجهزة كما في الشكل (2)



شكل رقم (2)

- (2) اجعل جهد صمام كايكر مساويا الى جهد اشتغاله
- (3) ضع المصدر المشع على بعد 4سم من نافذة العداد واحسب مقدار العد لفترة زمنية (من 2 الى 5 دقائق) ولثلاث مرات , ثم احسب معدل العد في الثانية الواحدة .
- (4) كرر الخطوة (3) لمسافات اخرى تزيد كل منها مسافة 2 سم عن سابقتها ثم جد معدل العد في الثانية الواحدة لكل مسافة .
- (5) احجب او ارفع المصدر المشع ثم احسب معدل العد في الثانية الواحدة للقراءة الخلفية (N_b) ورتب قراءاتك كما في الجدول (1)

$$R = (\quad) \text{ cm} \quad , \quad N_b = (\quad) \text{ counts/sec}$$

	D	Counts per Second				$N = N_{av} - N_b$
		N_1	N_2	N_3	N_{av}	
1						
2						

جدول (1)

(6) قس نصف قطر نافذة الصمام (R)

(7) أبدل المصدر المشع بمصدر مشع آخر وكرر الخطوات 3, 4, 5

الحسابات والنتائج :- ارسم خطا بيانيا بين D^{-2} و N لكل مصدر على نفس الورقة البيانية ناقش مدى تحديد كل من الخطين لقانون التربيع العكسي ثم عين فعالية كل من المصدرين S من ميل الخطين البيانيين (انظر المعادلة 5)

الأسئلة :-

1- يفضل وضع قطعة مناسبة السمك من الالمنيوم أمام المصدر المشع قبل أخذ

القراءات اشرح سبب ذلك ؟

2- ايهما تفضل لتحقيق قانون التربيع العكسي

أ- صمام كايكر ذو نافذة مساحتها صغيرة أم كبيرة ولماذا ؟

ب- أن يكون بعد المصدر المشع عن نافذة العداد كبيرا أم صغيرا ولماذا؟

التجربة الخامسة

معامل امتصاص بعض المواد للإشعاع النووي

Absorption Coefficient

الغاية من التجربة

- 1- قياس معامل الامتصاص الخطي والكتلي للخصائص لاشعه كما
- 2- قياس معامل الامتصاص الخطي والكتلي لالمنيوم لاشعه كما ولدقائق بيتا

النظرية:-

عندما تمر اشعة كما 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 سنتيمتر واحد من مسارها ويمكن كتابة المعادله (1) على النحو التالي :

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

وعند تكاملها تتخذ الشكل التالي :

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

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 :

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

وعند التعويض في المعادلة 3 نجد ان

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

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

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

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

حيث N_0 تمثل قراءه العداد بدون وجود المادة الماصة و N تمثل قراءه العداد بوجود المادة الماصة وسمكها X موضوحه بين المصدر والعداد .ويأخذ اللوغاريتم الطبيعي لطرفي معادلة 6 وينتج

$$\ln N = -\mu x + \ln N_0 \dots \dots \dots (7)$$

وهذه تمثل معادلة خط مستقيم ميله يساوي $(-\mu)$ ونقطة تقاطعه مع محور $\ln N$ يساوي $\ln N_0$.

ويعرف معامل الامتصاص الكتلي μ_m (Mass Absorption Coefficient) ويساوي

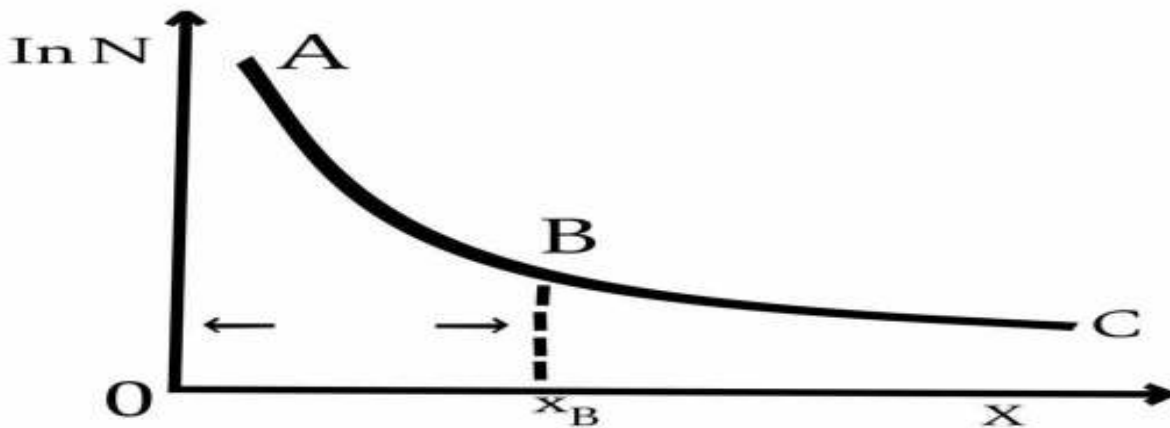
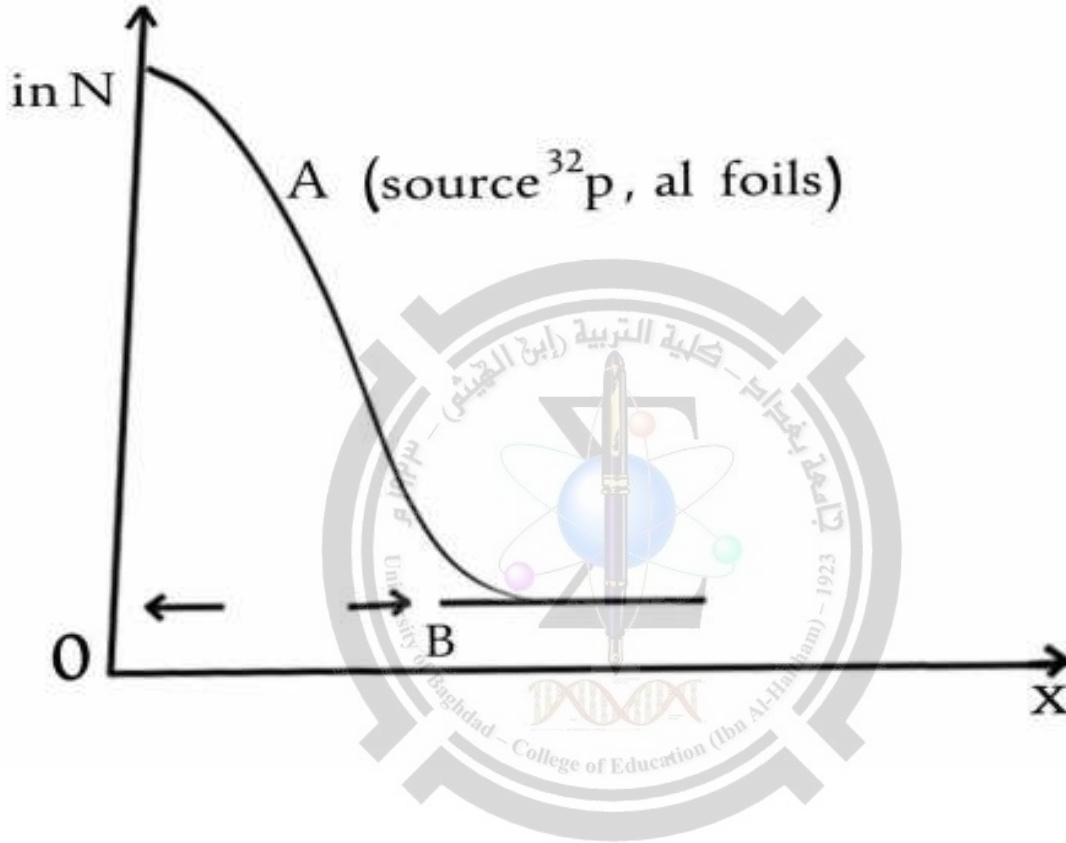
$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} \quad \left(\frac{cm^2}{gm} \text{ or } \frac{mm^2}{mg} \right) \dots \dots \dots (8)$$

حيث ρ هي كثافة المادة الماصة .

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

وجد ان الخط البياني بين $\ln N$ وسمك الالمنيوم X لا يكون 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 معيناً (نقطة B). وعنده تثبت قيمه $\ln N$

وهذه القيمة الثابتة تنتج من الإشعاع السينية المتولدة نتيجة للتوقف المفاجيء لدقائق بيتا داخل مادة الالمنيوم وتسمى بأشعاع التوقف (*Bremsstrahlung*). اما في حالة استعمال مصدر لدقائق بيتا مصحوبا بأنبعاث اشعة كاما (مثل ^{60}Co ^{137}Cs) فإن الخط البياني بين $\ln N, X$ يكون مؤلفا من جزئين AB, BC كما في الشكل (2).



في هذا الخط البياني الجزء الاول AB ناتج عن قراءه العداد لكل من دقائق بيتا واشعة كما والجزء الثاني المستقيم BC ناتج عن قراءه العداد لأشعه كما فقط. حيث ان سمك الالمنيوم بعد النقطة B يكون كافيا لامتصاص 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

$$E = 0.185 R + 0.245 \dots \dots \dots (9)$$

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

$$R = \rho X_{\beta} \dots \dots \dots (10)$$

حيث ρ تمثل كثافة الالمنيوم بوحدات (mg/mm^3),

X_{β} سمك الالمنيوم عند النقطة B المقاسة بوحدات mm.

اما عند استعمال رقائغ من الرصاص كمادة ماصة مع مصدر باعث لدقائق بيتا واشعة كما فان الخط البياني بين $\ln N$ وسمك الرصاص X يكون خطا مستقيما BC كما في الشكل (3) وهذا الخط يكون ناتجا عن قراءه العداد لاشعة كما 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

لدرقائق بيتا واشعة كما $^{60}Co, ^{137}Cs$

خطوات العمل:

- 1- اربط الاجهزه واجعل فولتية عداد كايكر مساوية لفولتية 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 وابدأ العد من الخطوة التالية.
- 4- ضع رقايقه 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 رقايقه 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- ابعده 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

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

$$N_0 = n_0 - n_b = \dots \dots \dots \frac{\text{Counts}}{2} \text{ min}$$

جدول (1)

المادة	السماك $X \text{ mm}$	قراءه العداد			معدل العدد n Counts/2min	$N = n - n_b$	N
		n_1	n_2	n_3			
الرصاص							
الالمنيوم							

الحسابات والنتائج :

1- في حالة الرصاص

1- ارسم خطا بيانيا بين $\ln N$ وسماك 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

وعند $\ln N$ وعند نقطه التقاطع احسب N_0 . ثم عين متوسط السمك $X_{1/2}$

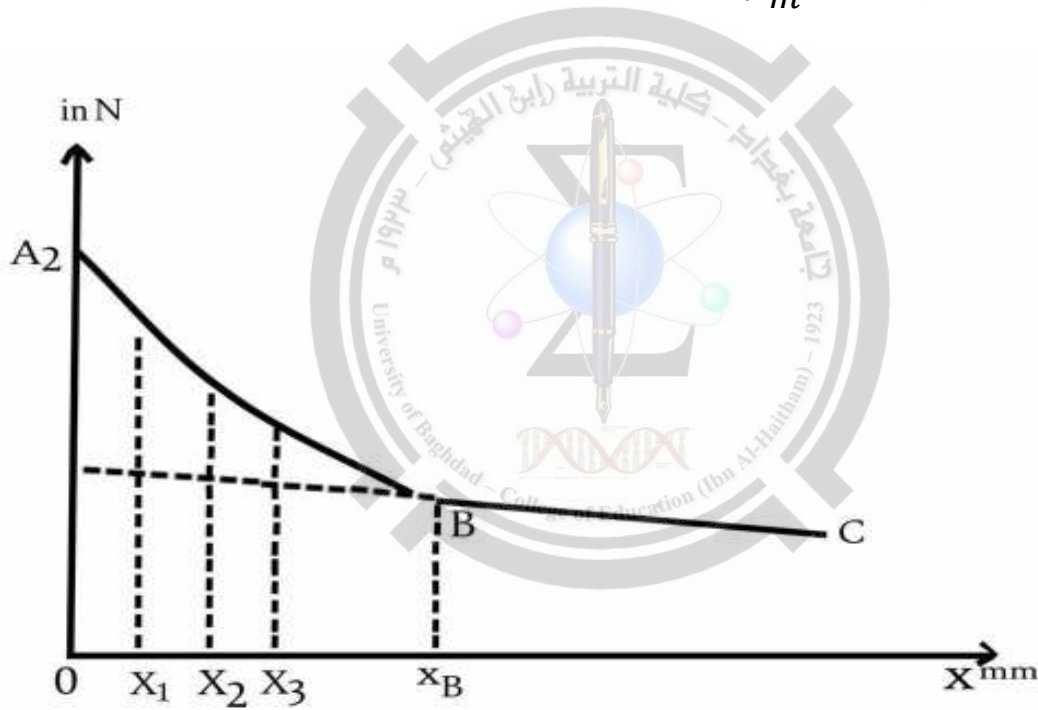
واحسب μ , استخدم المعادلتين 8 و 9 على التوالي

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

ثانياً: في حالة الالمنيوم

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

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



3- عين X_B من الخط البياني ثم احسب مدى دقائق بيتا (R) بوحدات

$$\text{mg/mm}^2 \text{ من المعادله (10)}$$

3- لحساب معامل امتصاص الالمنيوم لدقائق بيتا اتبع الخطوات التالية

1-مد الجزء المستقيم CB على استقامته الى ان يقطع محور lnN في نقطه مثل A_1 وكذلك جد النقطه A_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 الخطوه 2 عند سمك X_2, X_3, \dots 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	$Ln N(\beta, \gamma)$	$Ln N(\gamma)$	$N(\beta, \gamma)$	$N(\gamma)$	$N(\beta) =$ $N(\beta, \gamma) - N(\gamma)$	$Ln N(\beta)$
0.0	A_2	A_1				
0.5						
1.0						
1.5						
2.0						
.						
.						
.						

4- ارسم خطا بيانيا بين $LnN(\beta)$ وسمك الالمنيوم (x) من الجدول رقم(2) ثم

احسب μ لدقائق بيتا من ميل الخط البياني استخدم هذه القيمه لحساب μ_m .

الاسئلة :-

- 1- هل يعتمد معامل امتصاص مادة ما لاشعة كما على طاقة هذه الاشعة ؟ كيف ؟
- 2- لماذا يكون معامل امتصاص الرصاص لاشعة كما 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؟



التجربة السادسة

تعيين زمن الخمود لعداد كايكر

الهدف من التجربة

تعيين زمن الخمود لعداد كايكر واستخدامه لتصحيح قراءة العداد وحساب المعدل الحقيقي لهذه القراءة .

نظرية التجربة :

ان عداد كايكر يعتبر جهازا بطيئا ولذا فعند استخدامه لتحليل العدادات التي تزيد عن حوالي (5000) عدة بالدقيقة فمن الضروري القيام بتصحيح العد ليأخذ بالنسبة لزمن الخمود للحصول على القراءة الحقيقية له لان عددا من الدقائق يمر خلال العداد اثناء فترة الخمود دون ان يسجلها العداد . وزمن الخمود لعداد كايكر هو الفترة الزمنية تلي كل حالة تأين من التأينات التي تحدث داخل العداد نتيجة مرور الاشعة او الدقائق المشحونة المنبعثة من المصدر ويكون العداد خلال هذه الفترة غير حساس (خامد , خامل) . ويمكن ايجاد زمن الخمود لعداد كايكر بطريقة المصدر المزدوج او مصدرين مشعين وذلك كما يلي :

اذا فرضنا ان N_{1b} تمثل العد في وحدة الزمن مع القراءة الخلفية الذي يسجله العداد عند استعمال المصدر الاول فقط و N_{2b} تمثل العد في وحدة الزمن مع القراءة الخلفية الذي يسجله العداد عند استعمال المصدر الثاني فقط , و N_{12b} تمثل العد في وحدة الزمن مع القراءة الخلفية الذي يسجله العداد عند استعمال المصدرين معا و N_b تمثل القراءة الخلفية العد الذي يسجله العداد في وحدة الزمن بدون وجود اي مصدر , فعندئذ يمكن حساب زمن التحليل (زمن الخمود) للعداد المستعمل بصورة تقريبية من المعادلة التالية :

$$T = (N_1 + N_2 - N_{12}) / 2N_1N_2 \dots \dots \dots (1)$$

حيث ان T تمثل زمن الخمود وان

$$N_1 = N_{1b} - N_b \dots \dots \dots (2)$$

وهكذا بالنسبة لبقية القراءات وبصورة عامة فإن القيمة الحقيقية (n) لمقدار العد الذي يسجله العداد N يمكن ايجادها من المعادلة الاتية :

$$n = \frac{N}{1-NT} \dots \dots \dots (3)$$

ادوات التجربة

- 1- عداد كايكر
- 2- مصدر لاشعة كاما
- 3- مجهر قدرة

خطوات العمل

- 1- اضبط فولتية عداد كايكر عند جهد التشغيل (القيمة المعينة للعداد)
- 2- يوضع المصدر المشع امام نافذة العداد
- 3- يغطي النصف الايمن من المصدر بقطعة من الرصاص ويتم تسجيل قراءة العداد لمدة عشرة ثواني ولثلاث مرات ويؤخذ المعدل ويمثل N_{1b}
- 4- يغطي النصف الايسر من المصدر بقطعة من الرصاص ويتم تسجيل قراءة العداد لمدة عشرة ثواني ولثلاث مرات ويؤخذ المعدل ويمثل N_{2b}
- 5- يرفع الغطاء عن المصدر ويتم تسجيل قراءة العداد لمدة عشرة ثواني ولثلاث مرات ويؤخذ المعدل ويمثل N_{12b}
- 6- يرفع المصدر من امام العداد المصدر ويتم تسجيل قراءة العداد لمدة عشرة ثواني ولثلاث مرات ويؤخذ المعدل ويمثل N_b وهي القراءة الخلفية الاشعاعية
- 7- رتب النتائج في الجدول الاتي

المعدل	3	2	1
N_{1b}			
N_{2b}			
N_{12b}			
N_b			

ملاحظة : يجب عدم تحريك المصدر المشع اثناء اجراء التجربة

الحسابات والنتائج

1- صحح معدل القراءات بطرح القراءة الخلفية كما يلي

$$N_1 = N_{1b} - N_b$$

$$N_2 = N_{2b} - N_b$$

$$N_{12} = N_{12b} - N_b$$

2- احسب زمن الخمود للعداد من المعادلة (1)

3- احسب القيمة الحقيقية لكل من القراءات N_1 و N_2 و N_3 بأستخدام المعادلة (2)

الاسئلة

تكون N_{12} اكبر من مجموع N_1 و N_2 وضح سبب ذلك .



التجربة السابعة

كفاءة عداد كايكر للكشف عن اشعة كاما

الهدف من التجربة :

تعيين الكفاءة المطلقة لعداد كايكر

نظرية التجربة :

اذا تمكن العداد من عد جميع الاشعاعات التي تسقط عليه يقال بأن كفاءته 100%.
الاشعاعات ذات الطبيعة الجسيمية المشحونة مثل جسيمات الفا وبيتا تحدث تأينات مباشرة في الغاز عند اصطدامها بذراته, اما الاشعاعات غير المشحونة مثل اشعة كاما فأنها تتفاعل عدة تفاعلات داخل العداد قبل ان يتم الكشف عنها , ونظرا لان هذه الاشعاعات تتحرك مسافة اطول داخل الكاشف فأن كفاءة العداد تكون اقل من 100 % وبصفة عامة يكون من المفيد التعرف على كفاءة العداد , ويتضح ان كفاءته تعتمد على نوع الاشعاع الساقط .

ان قراءة العداد تعتمد على

1- نوع وطاقة الاشعاع النووي الساقط عليه

2- الطريقة التي يمكن بها الكشف

3- مساحة سطح النافذة لهذا العداد

4- كثافة المادة الكاشفة

هنالك نوعان من الكفاءة بشكل عام وهي كفاءة مطلقة وكفاءة ذاتية

1- الكفاءة المطلقة : هي نسبة العد الذي يسجله العداد الى العدد الحقيقي الذي يشعه المصدر

وتسمى هذه الكفاءة بالمطلقة بسبب انها تعتمد على كل العوامل التي ذكرت من قبل

$$Efficiency\% = \left(\frac{N}{A} \times K \right) \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

حيث ان

 $N = \text{صافي معدل القراءات لكل مسافة بوحدة (count/60 sec)}$ $K = \text{عامل التحويل (} 1\mu\text{Ci} = 2.22 \times 10^6 \frac{\text{dis}}{60 \text{ sec}} \text{)}$ $A = \text{فعالية المصدر المشع بعد تصحيح الزمن بوحدة } \mu\text{Ci} \text{ وتحسب من المعادلة الاتية :}$

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

حيث ان

❖ عمر النصف للمصدر المشع هو (5.27y)

❖ تاريخ تصنيع المصدر المشع هو 2010-4-1

❖ $A_0 = 1\mu\text{Ci}$

2- الكفاءة الذاتية : عي نسبة العد الذي يسجله العداد الى ماقيددخل العداد من جسيمات

مشحونة (العدد الفعلي للجسيمات الذي دخلت العداد)

ادوات التجربة

1- عداد كايكر مع عداد

2- حامل لعداد كايكر

3- مصدر لاشعة كاما

4- مجهز قدرة

5- صفيحة من الرصاص او النحاس سمك 3 ملم

خطوات العمل

1- اضبط مصدر الجهد العالي على جهد التشغيل (900) فولت

2- اضبط الزمن على 60 ثانية

3- سجل ثلاث قراءات بدون مصدر مشع (لحساب الخلفية الاشعاعية) واحسب متوسطها

- 4- ضع صفيحة من الرصاص او النحاس سمك 3 ملم بين المصدر والعداد بحيث يتم امتصاص جسيمات بيتا المنبعثة من المصدر المشع
- 5- ضع مصدر باعث لاشعة كاما على بعد 2 سم من عداد كايكر ثم سجل ثلاث قراءات واحسب متوسطها ثم اطرح الخلفية الاشعاعية منها
- 6- غير المسافة بين عداد كايكر والمصدر المشع ثم سجل ثلاث قراءات واحسب متوسطها ثم اطرح الخلفية الاشعاعية منها
- 7- احسب الكفاءة المطلقة لكل مسافة من معادلة (1)
- 8- دون النتائج في الجدول الاتي

$$N_{B.G} = \frac{N_1 + N_2 + N_3}{3} \text{ count /60sec}$$

T=60 sec

D(cm)	Count /60sec				$N = N_{ave} - N_{B.G}$	Efficiency%
	N_1	N_2	N_3	N_{ave}	Count /60sec	

الاسئلة :

- 1- هل تختلف كفاءة عداد كايكر باختلاف نوع الاشعاع النووي ؟ لماذا ؟
- 2- لماذا تستخدم صفيحة من الرصاص او النحاس لامتصاص جسيمات بيتا المنبعثة من المصدر المشع ؟ هل يمكن ان نستخدم مواد اخرى ؟ اذكرمثالا

تجربة رقم (1)

دراسة خواص حجرة التأين وتعيين مدى دققة ألفا في الهواء

أولاً:- دراسة خواص حجرة التأين

- 1- ارسم خطأً بيانياً بين قيم I وفرق الجهد ومنه استخراج قيمة شدة التيار (تيار الإشباع) (Is) وفرق الجهد اللازم لتشغيل حجرة التأين في منطقة الإشباع (Vo)

V volt	I x 10 ⁻⁹ Amp
100	
200	
300	
.	
.	
.	
1200	

$$V_o = V_s + 1000 \text{ فولتية التشغيل}$$

- 2- احسب عدد الأزواج الأيونية الكلي في الثانية الواحدة الناتج عن مرور دقيقة ألفا في الهواء ومنها استنتج فعالية المصدر المشع مستخدماً القيم التالية :-

$$\frac{I_s}{e} = \text{ion pairs}$$

$$1\alpha = 1.5 \times 10^5 \text{ ion pairs}$$

$$1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ dis/sec}$$

ثانياً- تعيين مدى دققة ألفا في الهواء:-

من الرسم البياني الأول استخراج فولتية التشغيل , ثم دون قراءات التيار لكل مسافة d كما في الجدول الآتي :

d (cm)	I x 10 ⁻⁹ (Amp)
0.5	
1	
1.5	
.	
.	
3.5	

ارسم مخططاً بيانياً بين شدة التيار (I) والمسافة (d) ومنه حدد مدى دققة ألفا في الهواء

$$E=2.15(R)^{\frac{2}{3}} \text{ MeV}$$

تجربة رقم (2)

دراسة خواص الصمام الوميضي (تعيين طول الهضبة وجهد التشغيل وميل الهضبة)

1- رتب نتائجك كما في الجدول الآتي :-

V volt	N ₁ count /10 sec	N ₂ count /10 sec	$\frac{N_{ave}}{10}$ count / sec
500			
550			
600			
.			
.			
.			
1500			

2- ارسم مخططا بيانيا بين معدل العد والفولتية المسلطة ومنه احسب كل من جهد التشغيل وطول الهضبة وميل الهضبة:

$$\text{جهد التشغيل} \quad V_0 = \frac{V_1 + V_2}{2}$$

$$\text{طول الهضبة} \quad L = V_2 - V_1$$

$$\text{ميل الهضبة} \quad \text{Slope} = \frac{100(N_2 - N_1)}{N_1(V_2 - V_1)} \%$$

تجربة رقم (3)

احصائيات العد للاشعاع النووي

المحاولة	N_i	$(N_i - N_{av})$	$(N_i - N_{av})^2$
1			
2			
3			
.			
.			
100			

مجموع القراءات $\sum N_i$

$$N_{av} = \frac{\sum N_i}{n}$$

حيث $n =$ عدد المحاولات

القيمة النظرية للانحراف القياسي تساوي

$$\sigma_{th} = \sqrt{N_{av}}$$

القيمة العملية للانحراف القياسي

$$\sigma_{exp} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (N_i - N_{av})^2}{n-1}}$$

المدى المختار Range	التردد frequency
70 - 79	
80 - 89	
90-99	
.	
.	
.	

الفاصل الصنفي = 10

العدد الكلي للقراءات = 100

المساحة (A) لمخطط توزيع الترددات =

العدد الكلي للترددات X الفاصل الصنفي

قانون التوزيع الكاوسي

$$Y = A(2\pi \sigma_{th}^2)^{-1/2} \exp \left[-\frac{(N_i - N_{av})^2}{2\sigma_{th}^2} \right]$$

N_i منتصف المدى	Y
75	
85	
95	

تجربة رقم (4)

تحقيق قانون التربيع العكسي

أولاً : أوجد القراءة الخلفية (قراءة عداد كايكر بدون وجود المصدر المشع) ثلاث مرات وإحسب المعدل كما يأتي :

$$\text{معدل القراءة الخلفية } N_b (\text{count / sec}) = [N_1 + N_2 + N_3] / 3 \times 50$$

ثانياً : رتب النتائج كما مبين في الجدول الآتي :

D (cm)	(count / 50 sec)			N_{av} (count/50sec)	$N_{ave} / 50$ (count /sec)	$N = N_{ave} - N_b$ (count/sec)	D^{-2} (cm ⁻²)
	N_1	N_2	N_3				
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							

$$N = SR^2 / 4D^2 \longrightarrow [N / D^{-2}] = SR^2 / 4 \longrightarrow \text{slope} = SR^2 / 4$$

ثالثاً : إرسم الرسم البياني الآتي :



رابعاً : إحسب فعالية المصدر المشع (S) بوحدات dis / sec بعد إيجاد ميل الخط المستقيم في الرسم أعلاه وتطبيق المعادلة الآتية :

$$S = 4 \times \text{slope} / R^2$$

حيث أن R هو نصف قطر نافذة العداد ويساوي 1.05 mm . ثم إحسب نفس فعالية المصدر المشع بوحدات Ci و μCi حيث أن :

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ dis / sec}$$

تجربة رقم (5)

حساب معامل الإمتصاص الخطي والكتلي للألمنيوم لأشعة كاما و دقائق بيتا

أولاً : أوجد القراءة الخلفية (قراءة عداد كايكر بدون وجود المصدر المشع) ثلاث مرات وإحسب المعدل كما يأتي :

$$\text{معدل القراءة الخلفية } N_b (\text{count / sec}) = [N_1 + N_2 + N_3] / 3 \times 10$$

ثانياً : رتب النتائج كما مبين في الجدول الآتي :

X (mm)	(count / 10 sec)			N_{ave} (count / 10 sec)	$N_{ave} / 10$ (count / sec)	$N = N_{ave} - N_b$ (count / sec)	ln N
	N_1	N_2	N_3				
0							
1							
2							
3							
4							
6							
8 ↓ 14							

ثالثاً : إرسم الرسم البياني الآتي :

رابعاً : أوجد ميل الخط المستقيم في الرسم أعلاه لحساب :

1- معامل الإمتصاص الخطي لأشعة كاما : (cm^{-1}) $\mu_\gamma = \text{slope}$

2- معامل الإمتصاص الكتلي لأشعة كاما : $(\text{cm}^2 / \text{gm})$ $\mu_m = \mu_\gamma / \rho$

و أن ρ هي كثافة مادة الألمنيوم وتساوي $2.733 \text{ gm} / \text{cm}^3$

خامساً : إحسب مدى دقيقة بيتا (R_β) وطاقة بيتا (E_β) بتطبيق المعادلتين الآتيتين :

$$R_\beta = \rho \cdot X_\beta \dots\dots\dots (\text{gm} / \text{cm}^2) , \quad E_\beta = 0.185 R_\beta + 0.245 \dots\dots\dots (\text{MeV})$$

سادساً : رتب النتائج كما مبين في الجدول الآتي :

X (mm)	Ln $N_{\beta, \gamma}$	Ln N_γ	$N_{\beta, \gamma}$	N_γ	$N_\beta = N_{\beta, \gamma} - N_\gamma$	Ln N_β
0.5						
1						
1.5						
.						
.						
X_β						

سابعاً : إرسم الرسم البياني الآتي :

ثامناً : أوجد ميل الخط المستقيم في الرسم أعلاه لحساب :

1- معامل الإمتصاص الخطي لدقائق بيتا : (cm^{-1}) $\mu_\beta = \text{slope}$

2- معامل الإمتصاص الكتلي لدقائق بيتا : $(\text{cm}^2 / \text{gm})$ $\mu_m = \mu_\beta / \rho$

تجربة رقم (6)

حساب زمن التحليل لعداد كايكر - مولر

G-M dead time

خطوات العمل :

- 1- صل الدائرة كما في الشكل.
- 2- اضبط فرق جهد العداد على جهد التشغيل.
- 3- خذ قراءة العداد للخلفية الإشعاعية (3 قراءات لمدة دقيقة واحدة وخذ المتوسط وذلك بدون وجود مصدر مشع) ولتكن R_{bg} .
- 4- ضع النصف الأيمن للمصدر على بعد 2 سم من نافذة العداد.
- 5- خذ قراءة العداد للنصف الأيمن (متوسط ثلاث قراءات) واطرح منها الخلفية الإشعاعية ولتكن R_1 .
- 6- ضع النصف الأيسر مع النصف الأيمن وخذ قراءة العداد (متوسط ثلاث قراءات) مع طرح الخلفية الإشعاعية ولتكن R_t .
- 7- اخرج النصف الأيمن وخذ القراءة للنصف الأيسر فقط (متوسط ثلاث قراءات) مع طرح الخلفية الإشعاعية ولتكن R_2 .
- 8- دون النتائج في جدول (1) كما هو موضح.
- 9- طبق العلاقة الآتية لحساب زمن التحليل للعداد.

$$T_r = \frac{(R_1 + R_2) - R_t}{2 R_1 R_2}$$

حيث:

T_r زمن التحليل, R_1 العدادات لنصف المصدر المشع الأيمن, R_2 العدادات لنصف المصدر المشع الأيسر, R_t العدادات للنصفين معاً.

10- استخدم قيمة هذا الزمن لتصحيح قراءة العداد باستخدام العلاقة التالية:

$$R = \frac{R_o}{1 - R_o T_r}$$

حيث:

R القراءة المصححة, R_o القراءة الأصلية.

11- صحح 10 قراءات على الأقل وفسر النتائج (جدول 2).

النتائج:

أولاً: حساب الخلفية الإشعاعية بدون مصدر مشع

$$R_{bg} =$$

ثانياً: حساب زمن التحليل

جدول (1)

R_1	متوسط R_1	R_t	متوسط R_t	R_2	متوسط R_2

$$R_1 =$$

$$R_t =$$

$$R_2 =$$

$$T_r =$$

ثالثاً: تصحيح القراءات

جدول (2)

R_0	المصحح (R)

تجربة رقم (7) دراسة كفاءة عداد كايكر لاشعة كاما

خطوات العمل :

1. اضبط مصدر الجهد العالي على جهد التشغيل (900 Volt).
2. اضبط الزمن على (60 sec) .
3. سجل ثلاث قراءات بدون مصدر مشع (لحساب الخلفية الإشعاعية) واحسب متوسطها.
4. ضع صفيحه من الرصاص او النحاس سمك 3 ملم بين المصدر والعداد بحيث يتم امتصاص جسيمات بيتا المنبعثة من المصدر المشع .
5. ضع مصدر باعث لاشعة كاما على بعد (2 cm) من عداد كايكر ثم سجل ثلاث قراءات واحسب متوسطها ثم اطرح الخلفية الإشعاعية منها.
6. غير المسافة بين عداد كايكر والمصدر المشع ثم سجل ثلاث قراءات واحسب متوسطها ثم اطرح الخلفية الإشعاعية منها.
7. غير الزمن الى (300 sec) ثم كرر الخطوات 3 و 5 و 6 .
8. احسب الكفاءة النسبية لكل مسافة من القانون الاتي :-

$$\text{Efficiency (\%)} = \frac{N}{A \cdot K} \times 100$$

حيث $N =$ صافي معدل القراءات لكل مسافة بوحدة (count / 60 sec) .

$K =$ عامل التحويل ($1 \mu\text{Ci} = 2.22 \times 10^6 \text{ dis}/60\text{sec}$) .

$A =$ فعالية المصدر المشع بعد تصحيح الزمن بوحدة μCi ويحسب من المعادلة الاتية :

$$A = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

اذا علمت ان

- ❖ عمر النصف للمصدر المشع هو (5.27 y) .
- ❖ تاريخ تصنيع المصدر المشع هو (2010 - 04 - 00) .
- ❖ ($A_0 = 1 \mu\text{Ci}$)

9- دون النتائج في الجدول الاتي .

$$N_{B.G} = (N_1 + N_2 + N_3) / 3 \quad (\text{count} / 60 \text{ sec})$$

Time = 60 sec

D (cm)	Count / 60 sec				$N = N_{ave} - N_{B.G}$	Efficiency (%)
	N_1	N_2	N_3	N_{ave}	Count / 60 sec	
2						
4						
6						
8						
10						

$$N_{B.G} = (N_1 + N_2 + N_3) / 3 \quad (\text{count} / 300 \text{ sec})$$

Time = 300 sec

D (cm)	Count / 300 sec				$N = N_{ave} - N_{B.G}$	N (count/60 s)	Efficiency (%)
	N_1	N_2	N_3	N_{ave}	(Count / 300 sec)		
2							
4							
6							
8							
10							



جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة/ ابن الهيثم

قسم الفيزياء

مختبر الفيزياء النووية للدراسات الاولية

انواع الاشعاعات النووية والكواشف

المستعملة في الكشف عنها

2020 - 2019

أنواع الإشعاعات النووية

أن الإشعاع النووي له عدة أنواع، وبصفة عامة فإنه يمكن تقسيم الإشعاع إلى قسمين رئيسيين:

الإشعاع المؤين:

سمي بذلك لأن هذا النوع من الإشعاع له القدرة على تأيين الذرات التي يمر خلالها وذلك بإخراج جسيم (أو عدة جسيمات) ذو شحنة معينة من الذرة المتعادلة الشحنة وتبقى بقية الذرة تحمل شحنة معاكسة لهذا الجسيم (أو الجسيمات) المنطلق من الذرة.

الإشعاع الغير مؤين:

ليس لديه المقدرة على تأيين الذرات.

1- جسيم ألفا أو أشعة ألفا

عرفت أشعة ألفا أو جسيمات ألفا عن طريق اكتشاف ظاهرة النشاط الإشعاعي للعناصر الثقيلة فوق اليورانيوم والبولونيوم.

على الرغم من تسميتها أشعة إلا أنها عبارة عن نواة ذرة الهليوم وتتكون من بروتونين ونيوترونين، تتحد في داخل النواة بقوة نووية كبيرة، بحيث تعتبر أشد نوايا العناصر استقرارا وتماسكا، ذلك لتكونها من 2 بروتون و 2 نيوترون:

$$\alpha = 2n + 2p \quad \text{----(1)}$$

هؤلاء الأربعة يتميزون بأكبر فقد في الكتلة عند اندماجهم لتكوين نواة الهيليوم. ولهذا فجسيم ألفا ينتج كثيرا في التفاعلات النووية حيث ليس من السهل تحلله أو تفككه.

وهو ذو شحنة كهربائية موجبة مقدارها 2 وحدة لاحتوائه على 2 من البروتونات، أي أن شحنتها ضعف شحنة البروتون وبالتالي ضعف شحنة الإلكترون وكتلتها أربعة أمثال كتلة الهيدروجين تقريبا. تتحرك بسرعة كبيرة 10/1 سرعة الضوء التي تصل إلى 300.000

كيلومتر/ثانية. ونظراً لثقل هذه الجسيمات وانخفاض سرعتها فإنها ذات قوة اختراق ضعيفة مع قدرة ضعيفة على النفاذ، أي أنها لا تنفذ بسهولة خلال الأجسام، ويمكن إيقافها بقطعة من الورق المقوى. وتمتاز أيضاً بقدرة كبيرة على تأيين المواد حيث أن معدل التأين في المواد التي تتخللها جسيمات ألفا تتناسب تناسباً طردياً مع مربع شحنة الجسيم. وعندما تسقط على لوح مغلي بطبقة من كبريتيد الخارصين يحدث وميض يمكن ملاحظته.

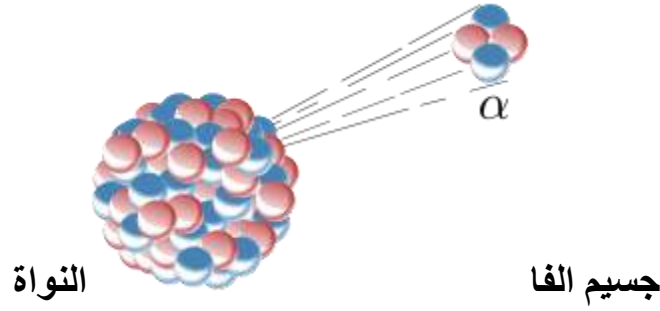
وجسيمات ألفا وهي نواة ذرة الهيليوم-4 تتكون بكميات هائلة في الشمس والنجوم، حيث تندمج أربعة من ذرات الهيدروجين مكونين نواة ذرة الهيليوم-4، وخلال ذلك التفاعل يتحول 2 من البروتونات ليصبحا نيوترونين ويتولد جسيم ألفا. هذا التفاعل الذي يتم في الشمس بمعدل بالغ العظمة هو الذي يعطي الشمس تلك الطاقة الهائلة التي تسمح لاستمرار الحياة على الأرض. فبدون تولد الهيليوم من الهيدروجين في الشمس ما وجدت تلك الطاقة الهائلة التي تجعلنا على قيد الحياة.

يحدث انحلال ألفا لأنوية العناصر الثقيلة (الأثقل من الرصاص) بشرط أن تكون غير مستقرة، وتتميز أنوية تلك العناصر بانخفاض مقدار طاقة الربط النووية ولذلك يحدث لها اضمحلال ذاتي بدون مؤثرات خارجية، مثال على ذلك:



جسيمات ألفا لا تخترق بعيداً في مادة ويمكن وقفها بسهولة تامة. ولكنها قادرة على كسر الروابط الكيميائية التي يمكن أن تسبب الضرر أو البيولوجية عندما يضربه لاجزء ما وحجمها وكتلتها هما المسؤولان على ذلك. معظم الضرر لبواعث ألفا إذا ما تناولها الإنسان أو استنشاقها ودخلت إلى الرئتين.

تتفاعل جسيمات ألفا بصورة رئيسية من خلال القوى الكولومية مع الإلكترونات المدارية للذرات المادة.



الشكل (1): انبعاث جسيم الفا من النواة

تمتص جسيمات ألفا بسهولة من قبل المواد فجسيمات الفا المنبعثة من المصادر المشعة يمكن ان تمتص من قبل ورقة او صفيحة من الالمنيوم سمكها (4 mm) او بضع سنتمترات من الهواء .

ان الطريقة الرئيسية التي تفقد بواسطتها الجسيمات المشحونة شحنتها هي تفاعلها مع الكترولونات المادة عن طريق قوى كولوم مسببة التهيج والتأين لذرات المادة، لذلك تستطيع جسيمة ألفا انتاج ازواج ايونية بهذه العملية ، ويعبر عن شدة التأين الذي تسببه جسيمات ألفا بالتأين النوعي Specific ionization . ويعرف التأين النوعي بانه عدد ازواج الايونات لكل وحدة مسار . والشكل ادناه يمثل التأين النوعي كدالة للمسافة التي تقطعها الجسيمة داخل المادة.

ان ما تفقده الجسيمة من طاقة لكل وحدة مسار في بداية دخولها المادة يكون قليلا والتأين النوعي الذي تسببه يكون ثابت المقدار تقريبا ، بينما في نهاية المسار حيث تصبح سرعة الجسيمة قليلة ستزداد احتمالية التصادم فيزداد التأين النوعي عن قيمته الثابتة ، لكنه سرعان ما ينخفض وبشكل سريع للصفير بعد فقدان جسيمة ألفا لكل طاقتها.

2-جسيم بيتا

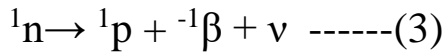
وهي عبارة عن إلكترون أو بوزيترون ذو سرعة وطاقة عاليتين وينبعث من نوى ذات نشاط إشعاعي مثل البوتاسيوم-40. وجسيمات بيتا المنبعثة هي شكل من الإشعاعات المتأينة وتعرف أيضاً باسم أشعة بيتا. وتسمى عملية إنتاج جسيمات بيتا بتحلل بيتا. ويُرمز لجسيم بيتا بالحرف الإغريقي بيتا (β).

تمتاز جسيمات بيتا بقدرة ضعيفة على تأيين المواد الموجودة في مسارها إلا أن نفاذيتها للمواد ضعيفة نسبياً بحيث أنها تخترق صفيحة من الألمنيوم بسماك 3 ملم. كما يمكن تسريع الإلكترونات في معجل جسيمات فتزيد سرعتها إلى ما يقرب من سرعة الضوء.

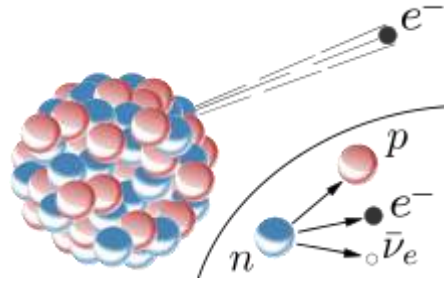
تحللات بيتا الرئيسية :

أ- تحلل β^- انبعاث الإلكترون

عند وجود نواة ذرية غير مستقرة مع فائض من النيوترونات قد يعرضها لتحلل بيتا حيث يتحول النيوترون إلى بروتون وإلكترون وضديد نيوتريينو وهو (الجسيم المضاد للنيوتريينو) كما في المعادلة:



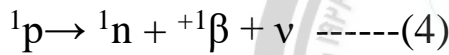
ان نواة الذرة الغير المستقرة والنيوترونات الزائدة تؤدي إلى حدوث اضمحلال بيتا β^- (يسمى الاضمحلال الإلكتروني) حيث يتحول النيوترون إلى بروتون وينتج الإلكترون والأنتي نوترينو (ضديد النيوتريينو).



الشكل (2): انبعاث بيتا السالبة β^-

ب- تحلل β^+ (انبعاث البوزترون)

ان نواة الذرة غير المستقرة والبروتونات الزائدة هي التي تؤدي إلى حدوث اضمحلال بيتا β^+ ويسمى بالاضمحلال البوزتروني، تحول البروتون إلى نيوترون وينتج البوزترون و النيوترينو:



ان فقدان الطاقة بالنسبة لجسيمات بيتا خلال مرورها بالمواد تسببها نفس العمليات التي تؤثر على جسيمات الفا ، ولكن بما ان هناك اختلاف كبير في الكتل فان عددا من الفروق المهمة يمكن ملاحظتها وكما يلي:-

1- الالكترونات ، وخاصة تلك التي تنبعث من انحلال بيتا ، تسير بسرعة عالية بسبب صغر كتلتها.

2- عند التصادم مع الكترونات الذرات فان الالكترونات الساقطة تعاني من انحرافات كبيرة ولهذا فانها ستسير بمسار متعرج وليس بخط مستقيم كما هو الحال بالنسبة للجسيمات الفا .

3- اثناء مرور جسيمة بيتا بالقرب من النوى داخل المادة يمكن ان يتعرض الى تعجيلات سريعة ومفاجئة مما يؤدي الى احداث تغيرات في اتجاهه وسرعته وبسبب ذلك يتوجب على الالكترون التخلص من الطاقة المكتسبة على شكل اشعاعات كهرومغناطيسية تسمى باشعة الكبح (Bremsstrahlung).

3- أشعة كاما

هي أشعة كهرومغناطيسية وهي تحمل أثناء انتشارها مجالين متعامدين، أحدهما كهربائي والآخر مغناطيسي تنبعث على شكل فوتونات (وهي عبارة عن كمات من الطاقة ليس لها كتلة ولها خواص تشبه خواص الضوء العادي) .

ان التحلل بانبعث اشعة كاما هو عملية انبعث اشعة كهرومغناطيسية من النواة عند انتقالها من حالة متهيجة الى حالة اخرى اقل تهيجا او الى الحالة الارضية .

تنتج أيضا من العناصر المشعة مثل اليورانيوم وباقي النظائر المشعة. و هي تنتشر في الفراغ والهواء، بسرعة تساوي سرعة الضوء، ولها طاقة أعلى، وقدرة أكبر على النفاذ من الأشعة فوق البنفسجية والأشعة السينية وموجاتها قصيرة جداً. وأشعة كاما ذات تأثير ضار جداً على الخلايا الحية، ولولا وجود الغلاف الهوائي حول الأرض الذي يمتص ويشتمت هذه الأشعة ذات التردد الموجي العالي (الطول الموجي القصير) والطاقة الكبيرة، لأنعدمت الحياة على سطح الأرض. لأن أشعة كاما لها قدرة فائقة على النفاذ واختراق الأجسام. وترجع قدرتها على تدمير الخلايا الحية أنها أشعة مؤينة، أي أنها تسبب التأين في المادة، وتأين المادة الحية يعني إضرار قد يؤدي إلى موت الخلية.

- وتعتبر أشعة كاما من أخطر الإشعاعات في المجال الكهرومغناطيسي، إذ أنها تمتلك الطاقة الأعلى بسبب ارتفاع ترددها.
- أما عن استخداماتها، فهي تستخدم في المجالان الطبي والصناعي، ولكن بكميات صغيرة جداً، حيث جرعات الأشعة التي تعطى للمريض محسوبة بدقة كبيرة بحيث تدمر الخلايا السرطانية، وأما خلايا الجسم السليمة فهي تستعيد صحتها بعد فترة نقاهة وتستطيع متابعة سير العمليات الحيوية في الجسم.

وفي العلاج الطبي فتستخدم غالباً لقتل الخلايا السرطانية، وأما في المجال الصناعي فهي تستخدم لتصوير أنابيب البترول لمعرفة جودة الأنابيب وسلامة اللحام، إضافة إلى قتل

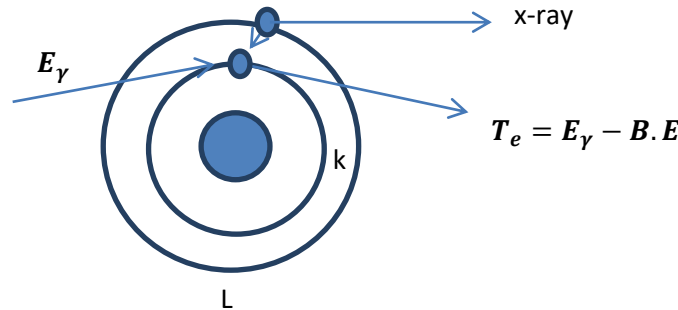
الجراثيم في المواد الغذائية المعلبة وتعقيم الحبوب، وبما أنها نتاج للتفاعلات النووية، فإنها دون شك تستخدم في المفاعل والقنابل النووية.

- وكما نعلم فإن خطورة الشيء تكمن في قوته، والتعرض الكثيف لأشعة الشمس التي بالتالي تنتج أشعة غاما إلا أن نسبتها في أشعة الشمس قليل جدا، وخطورة التعرض لإشعاع الشمس يكمن في الأشعة فوق البنفسجية ذات الترددات العالية، والتي قد يؤدي للإصابة المباشرة بسرطان الجلد.
- يعتني الفيزيائيون والعاملون في مجالات استخدام أشعة كاما، بوقاية أنفسهم من التعرض لتلك الأشعة. فهم يستخدمون تلك الأشعة والمواد التي تصدرها من وراء حائل من الرصاص بسمك 1 سم.

الاليات الرئيسية الثلاث التي تستقطب الاهتمام تتمثل بالظاهرة الكهروضوئية واستطارة كومبتون وانتاج الزوج.

1-التأثير الكهروضوئي (Photoelectric effect):-

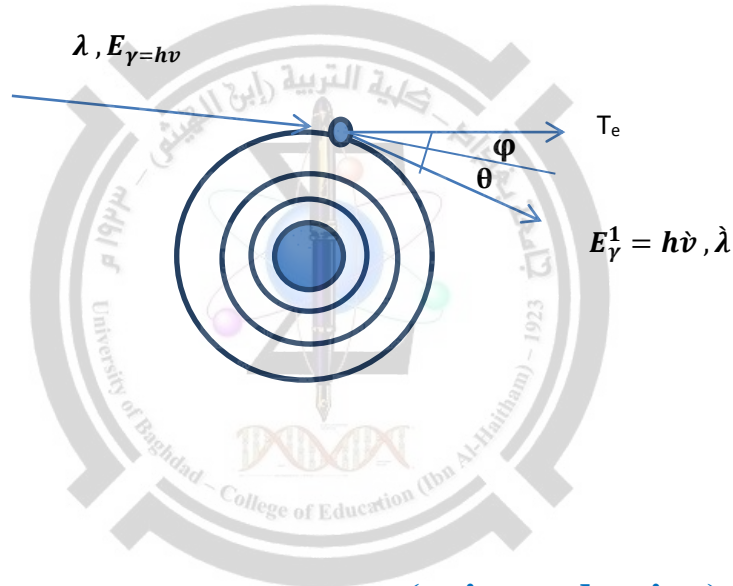
في هذه الظاهرة تمتص طاقة الفوتون (اشعة كاما) الساقط كليا من قبل الكترون مرتبط بالمدارات الداخلية للذرة ، وبهذا سوف يختفي الفوتون وينفصل الالكترن عن الذرة تاركا اياها ايونا موجبا وكما موضح بالشكل ادناه :



ان احتمالية التفاعل بهذه الظاهرة تتناسب عكسيا مع طاقة الفوتون الساقط وطرديا مع العدد الذري للمادة الماصة حيث ان هذه الظاهرة تسود ضمن طاقات الفوتون الواطئة وللمواد ذي الاعداد الذرية الكبيرة. (التناسب يكون مع Zn حيث $n=3-5$).

2- استطارة كومبتون Compton scattering :-

وهي استطارة تحدث بين الفوتون الساقط والكترونات المدارات الخارجية للذرات اذ تكون تلك الالكترونات ضعيفة الارتباط بالنواة مما يسبب فقدان جزء من طاقة الفوتون حيث تعطى الى الالكترون مسيبا انبعائه خارج حيز الذرة بزاوية ϕ وبطاقة حركية T_e .

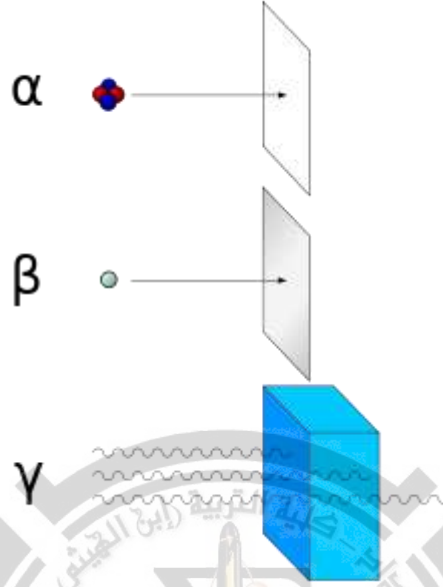


3- انتاج الزوج (pair production):

يمكن للفوتون ان يتحول الى مادة على شكل زوج الكترون - بوزترون . ان مثل هذا التفاعل يحدث بجوار المجال الكولومي للنواة وذلك لكي يكون الزخم الخطي محفوظا بمساعدة النواة التي تأخذ جزءا من زخم الفوتون في عملية التحويل . ان الطاقة السكونية m_0C^2 لكل من الالكترون والبوزترون تساوي 0.511 MeV ، لذلك فان انتاج زوج الكترون - بوزترون يتطلب في الاقل فوتونا طاقته تساوي $2 \times 0.511 = 1.022$ MeV واي زيادة في طاقة الفوتون عن هذا المقدار تظهر بشكل طاقة حركية للالكترون والبوزترون حيث :-

$$T_{\bar{e}} + T_{e^+} = E_{\gamma} - 1.022 \text{ MeV}$$

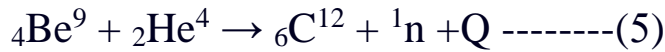
مقارنة بين قدرة أجسام ألفا وبيتا وأشعة كاما على الاختراق



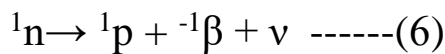
الشكل (3): مقارنة بين قدرة أجسام ألفا وبيتا وأشعة كاما على الاختراق

4- النيوترون

النيوترون جسيم نووي تم اكتشافه من قبل العالم شادويك عام 1932م عندما قذف البيريليوم بجسيمات ألفا الناتجة عن تحلل البولونيوم. فكان الناتج جسيمات جديدة متعادلة الشحنة لم تكن معروفة من قبل أطلق عليها النيوترونات كما في المعادلة التالية:



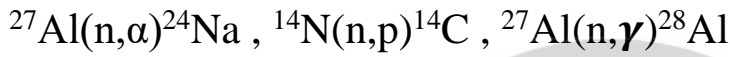
اما كتلة النيوترون تقارب لحد كبير الى كتلة البروتون. النيوترونات تكون متعادلة الشحنة إذ لا قدرة لها على إحداث التأين المباشر. يمتاز النيوترون (الحر) بأنه يتحلل منتجا بروتون وجسيمات بيتا السالبة وضديد النيوترينو كما في المعادلة التالية:



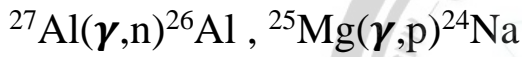
وقد دلت التجارب على أن عمر النصف للنيوترون تقدر ب 12 دقيقة. وتصنف النيوترونات حسب طاقتها.

ان احتمالية التفاعل بهذه الظاهرة تتناسب مع مربع العدد الذري Z^2 ، حيث تسود هذه الظاهرة ضمن طاقات الفوتون العالية وللمواد ذي الاعداد الذرية الكبيرة .

تمتاز النيوترونات بكونها عديمة الشحنة لذا فقد امتازت النيوترونات بانها لا تعاني من التنافر الكولومي عند اقترابها من النواة مما يعني نفوذها في النواة اسهل من نفوذ الجسيمات المشحونة. ومن تفاعلات النيوترونات:-



ج-التفاعلات النووية الضوئية : (تفاعل اشعة كما مع النواة) مثل :



ويمكن الحصول على طاقات عالية لاشعة كما من التفاعلات النووية باستخدام المعجلات، ومن الامثلة على تفاعلات كما ذلك الذي يتم به تجزئة الديوترون :



ثانيا : طاقة التصادم : اي الطاقة الحركية للقذيفة ، حيث تصنف التفاعلات النووية الى:

- 1- تفاعلات حرارية (thermal) $E=0.025 \text{ eV}$
- 2- تفاعلات فوق الحرارية (Epithermal) $E=1 \text{ eV}$
- 3- تفاعلات نيوترونات بطيئة (Slow- neutron) $E\sim 1\text{KeV}$
- 4- تفاعلات نيوترونات سريعة (Fast- neutron) $E\sim 0.1 - 10 \text{ MeV}$
- 5- تفاعلات الجسيمات المشحونة البطيئة (low-energy charged) $E\sim 0.1 - 10 \text{ MeV}$
- 6- تفاعلات ذات طاقة عالية (high – energy reactions) $E>10 \text{ MeV}$

كواشف الاشعاع النووية

تعتبر الإشعاعات النووية التي تصدر من أنوية الذرات من الظواهر الفيزيائية ذات التطبيقات الواسعة في حياتنا المعاصرة ورغم أن هذه الأشعاعات مفيدة إلا أن لها مضار صحية لذلك يجب قياسها وتحديد كمياتها باستخدام الكواشف الاشعاعية .

❖ العوامل التي يتوقف عليها نوع الكاشف المستخدم

1- نوع الجسيمات او الاشعاعات المطلوب الكشف عنها (جسيمات مشحونة ثقيلة , جسيمات مشحونة خفيفة , اشعة سينية , اشعة كاما , نيوترونات).

2- طاقة هذه الاشعاعات

3- شدة الاشعاعات او كثافة تدفقها

❖ مبدأ الكشف عن الاشعاع

يعتمد مبدأ الكشف عن الاشعاع على طبيعة تفاعل الاشعاع مع المادة . المخطط الاتي يوضح مبدأ الكشف في الكواشف النووية

مبدأ الكشف عن الاشعاع (يعتمد على طبيعة تفاعل الاشعة مع المادة)

تفاعل الاشعة مع المادة بطريقة غير مباشرة

تفاعل الاشعة مع المادة بطريقة مباشرة

(الاشعة السينية , اشعة كاما)

مبدأ الكشف : تفاعل الاشعة التي لاتحمل شحنة مع المادة بثلاث طرق هي الانبعاث الكهروضوئي واستطارة كومبتن وتولد الأزواج وجميعها تؤدي الى تولد الكترونات ثانوية تؤدي الى تأين ذرات المادة واثارتها وبالتالي توليد الأزواج الايونية .

الجسيمات المتعادلة الشحنة مثل النيوترونات

مبدأ الكشف : تفاعل النيوترونات المتعادلة الشحنة مع المادة فيتحرر من عملية التفاعل جسيمات مشحونة مثل البروتونات او الفا تسمى الجسيمات الثانوية وهذه الجسيمات سوف تعمل على تأين ذرات المادة وبالتالي تولد أزواج الكترونية - ايونية

(الجسيمات المشحونة)

مبدأ الكشف يعتمد على عملية التأين او الاثارة لذرات المادة التي يسقط عليها الاشعاع فتتولد أزواج الكترونية - ايونية

المخطط (1) مبدأ الكشف عن الاشعاع في الكواشف النووية

❖ حركة الالكترونات والايونات في الغازات

عند مرور الاشعة المؤينة في الغاز سوف تتكون ازواج الالكترونات -ايونات حركتها عشوائية عند عدم تسليط مجال كهربائي

❖ **الحركة الانسيابية**: عند تسليط مجال كهربائي فان الايونات الموجبة والالكترونات سوف تتحرك حركة انسيابية (اي ان الايونات الموجبة والالكترونات سوف تتسارع تحت تاثير المجال الكهربائي وعندما تصطدم بذرات المادة سوف تفقد كل طاقتها او جزء منها ثم تتسارع من جديد)

❖ **الالتصاق**: هي عملية التصاق الالكترون الحر اثناء حركته في الغاز مع ذرة من ذرات الغاز مكون جزيء سالب.

❖ **اعادة الالتحام**: هي عملية اتحاد الالكترون الحر الحركة مع ايون موجب لتكوين ذرة متعادلة

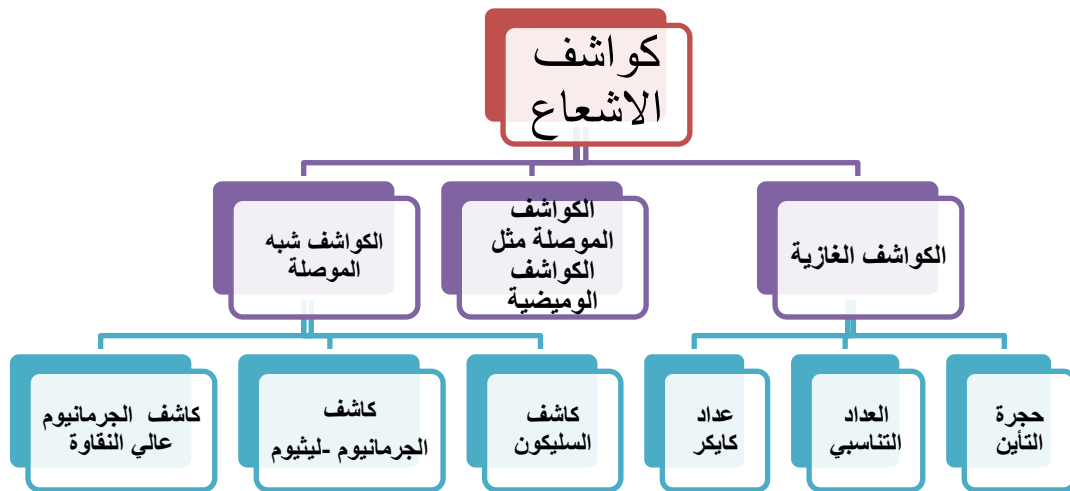
❖ انواع الكواشف النووية:

1- الكواشف الغازية

2- الكواشف الصلبة

3- الكواشف شبة الموصلية

المخطط (2) يوضح انواع الكواشف النووية



المخطط (2) انواع الكواشف النووية

1- الكواشف الغازية:

• **مبدأ عمل الكواشف الغازية:** عند مرور الاشعة المؤينة في الغاز يؤدي الى تأين جزيئات الغاز اي تكون ازواج الكترون -ايون موجب هذا يعني تكون شحنات والشحنات تعني تيار وبذلك نستطيع الكشف عن الاشعاع بقياس مقدار الشحنة او التيار .

• **انواع الكواشف الغازية الرئيسية:** يوجد الكثير من انواع الكواشف الغازية ولكن هنالك ثلاث انواع رئيسية منها هي :

1 - حجرة التأين

2 - العدادات التناسبية

3 - عدادات كاير -مولر

❖ ميكانيكية الكشف عن الاشعاع في الكواشف الغازية

1- **المنطقة الاولى ($V_2 - V_1$):** تحدث في هذه المنطقة عمليات التأين الرئيسية وتنتج

الكترونات ابتدائية. ويكون الجهد في هذه المنطقة كافي فقط لمنع حدوث عملية اعادة الالتحام

2- **المنطقة الثانية ($V_2 - V_3$):**

أ- يكون فرق الجهد اعلى من جهد حجرة التأين

ب- تكتسب الالكترونات الابتدائية طاقة وتزداد سرعتها فتنصدم مع ذرات اخرى في

الغاز مما يؤدي تأينها (ازواج الكترونية -ايونية) تسمى عملية التأين بهذه الحالة بعملية

التأين الثانوي وتسمى الالكترونات الناتجة بالالكترونات الثانوية. ويزداد اتساع هذه المنطقة

بأزيداد طاقة الالكترونات الابتدائية (الرئيسية) لانها تؤدي الى زيادة الالكترونات الثانوية

وبالتالي زيادة سعة النبضة الناتجة عن الاشعاع ويكون اتساعها بشكل خطي وهذا يعني ان

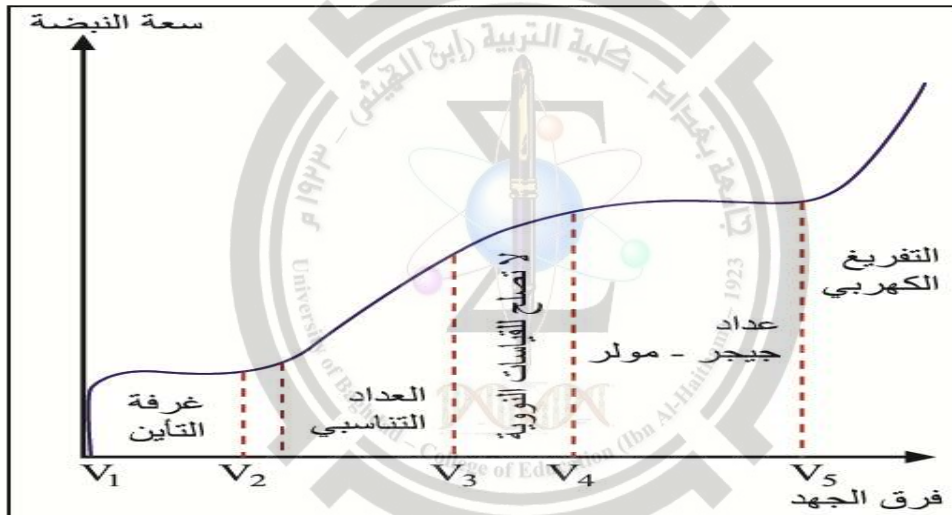
سعة النبضة ضمن هذه المنطقة ينتاسب مع طاقة الشعاع الساقط وبهذه الحالة يسمى العداد

بالعداد التناسبي

3- **المنطقة الثالثة** ($V_3 - V_4$): عند ازدياد فرق الجهد عن V_3 سوف يزداد تكبير الغاز نتيجة لتضاعف عدد الالكترونات ولكن العلاقة بين فرق الجهد وسعة النبضة لا يكون خطي تسمى هذه المنطقة بمنطقة التضاعف .

4- **المنطقة الرابعة** ($V_4 - V_5$): عند ازداد فرق الجهد عن V_4 سوف يزداد تكبير الغاز الى اقصى قيمة له ويصبح التأين شامل لجميع ذرات الغاز وتصبح سعة النبضة ثابتة مهما كانت طاقة الشعاع الساقط تسمى هذه المنطقة بعداد كاير -مولر .

5- **المنطقة الخامسة**: عند ازدياد فرق الجهد بشكل كبير يحدث تفريغ كهربائي لجميع جزيئات الغاز مما يؤدي الى اتلاف العداد تسمى هذه المنطقة بمنطقة التفريغ المستمر .



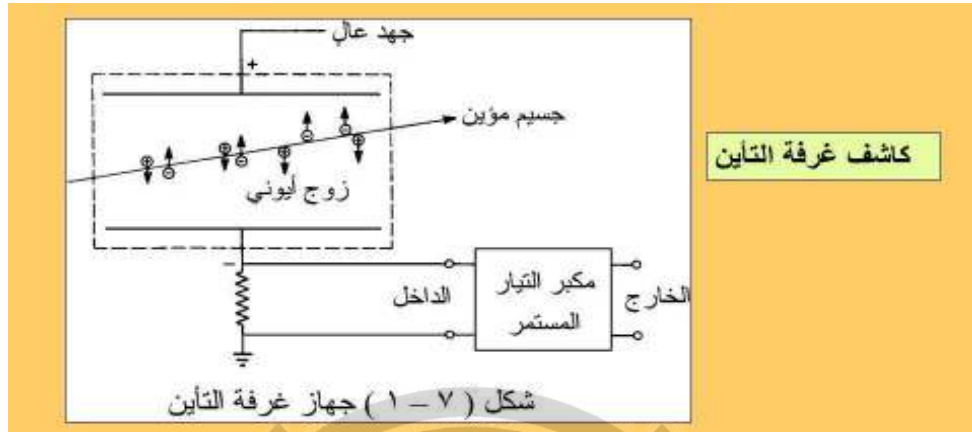
الشكل (1) ميكانيكية الكشف عن الاشعاع في الكواشف الغازية

• **حجرة التأين :**

▶ **مبدأ العمل :** عند دخول الاشعة المؤينة الى الحجرة سوف تتكون ايونات موجبة وسالبة فالايونات الموجبة تتجه نحو القطب السالب والايونات السالبة تتجه نحو القطب الموجب وسوف يتكون تيار التأين يتم قياسه للكشف عن الاشعاع .

▶ **تركيب حجرة التأين :** تتكون من قطبين مستويين (اواشكال اخرى) فلزيين موصلين بطرفي مصدر جهد عالي يوضع القطبان في اناء مفرغ من الهواء ويملى بالغاز ولكن اكثر الاحيان يكون الغاز الموجود في الحجرة هواء. القطب الذي يتصل بجهاز

قياس التيار (الاميتر) يسمى المجمع او الانود والقطب الاخر يقع تحت تأثير جهد عالي يسمى قطب الجهد العالي . ويثبت القطبان باستخدام مواد عازلة كهربائيا في الاناء الخارجي للغرفة .



الشكل (2) حجرة التاين

▶ استخدام غرفة التاين للكشف عن الاشعاعات المختلفة

▶ 1- جسيمات الفا والجسيمات المشحونة الثقيلة : بسبب القدرة الاختراقية الصغيرة لجسيمات الفا لذلك فان الفا تمتص من قبل جدار الغرفة ولا تصل الى الداخل لذلك يجب وضع نافذة رقيقة في جدار الغرفة تسمح بدخولها . هذه الغرفة تمتاز بحساسيتها الكبيرة للكشف عن التلوث الاشعاعي الضعيف الذي لايزيد نشاطه عن جسيم واحد بالدقيقة .

▶ 2-جسيمات بيتا : القدرة الاختراقية لجسيمات بيتا كبيرة تصل عدة امتار (5 امتار) في الهواء . لذلك يجب ان يكون ضغط الغاز داخل الغرفة كبير حتى تتوقف هذه الجسيمات داخل الغرفة ويجب ان تصنع نوافذ ذات سمك كبير

▶ 3- اشعة كاما : القدرة الاختراقية لاشعة كاما عالية لذلك لاداعي لوضع نافذة في جدار الغرفة . لكن عمليات تفاعل اشعة كاما مع المادة (التأثير الكهروضوئي واستطارة كومبتن وتولد الازواج) تكون احتمالية حدوثها صغيرة لذلك يبطن السطح الداخلي للغرفة بعنصر عدده الذري كبير مثل الرصاص ليزيد من احتمالية التفاعل وحدوث عملية التاين ,ولكن يجب ان يكون سمك الطبقة الداخلية صغير وذلك لكي لا تمتص الالكترونات الناتجة من العمليات الثلاثة .ان الجزء القليل من كاما هو الذي يولد الالكترونات والباقي يمر دون ان

يسجل اي اثر لذلك تتميز جميع كواشف اشعة كاما بمعامل يسمى الكفاءة الذاتية للكاشف .
التي تمثل النسبة بين عدد الاشعاعات المسجلة في الكاشف الى العدد الكلي للاشعاعات
الساقطة عليه. تعتمد الكفاءة الذاتية للكاشف على عدة عوامل :

1 - طاقة الاشعة الساقطة حيث تتناسب تناسب عكسي مع كفاءة الكاشف

2- حجم الغرفة

3- نوع الغاز

4- ضغط الغاز

5- نوع المادة المبطنة للغرفة .

► **4- النيوترونات** : عند مرور النيوترونات في المادة فانها لاتحدث اي تأين بطريقة
مباشرة . لذلك وجب وضع مادة داخل الكاشف يمكنها ان تطلق احدى الجسيمات (الفا ,
بروتونات) اذا سقطت عليها النيوترونات مثل غاز فلوريد البوريوم الذي ينتج جسيمات الفا
التي تسبب التأين . ولايوضع نافذة للكاشف بسبب قدرة النيوترون العالية

● **العدادات التناسبية**

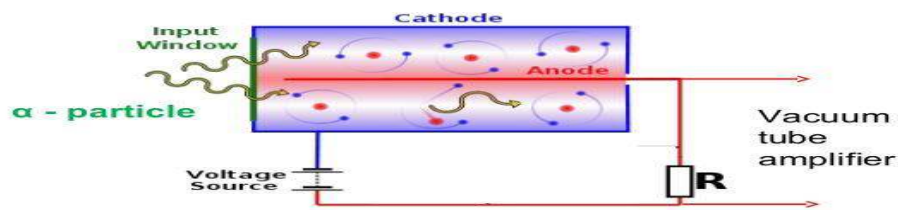
تكون العدادات التناسبية على شكل اسطوانة التي توصل بالارض (القطب السالب للجهد
العالي) وتتجمع عليه الايونات الموجبة . في داخل الاسطوانة يوجد سلك رفيع يمثل القطب
الانود تتجمع عليه الالكترونات . في حالة زيادة الجهد بشكل اكبر بعد منطقة التشبع فان
الأيونات المتكونة ستكتسب طاقة حركية عالية تحت تأثير فرق الجهد العالي وتصبح هذه
الإلكترونات قادرة على تأين ذرات أخرى منتجة أزواج ايونية ثانوية جديدة وهذه بدورها
ستكتسب طاقة حركية وتسبب تأينا جديدا وهكذا لغاية وصوله الى المجمع وتكون خلالها
شلال من الإلكترونات وتسمى هذه المنطقة بمنطقة التناسب وهذه المنطقة تكون منطقة
عمل العداد التناسبي .

• عداد كاير

يتكون من أسطوانة مملوءة بغاز الأرجون تحت ضغط 40 ضغط جوي وأنود بشكل سلك من التنجستن والكاثود وهو الأسطوانة الخارجية ويصنع عادة من الحديد المقاوم للصدا أو الألمونيوم ويطلبي من الداخل بالكربون ليصبح موصلا للكهرباء . القطب الكهربائي الموجب عبارة عن سلك رفيع يمر عبر مركز الأسطوانة والقطب الكهربائي السالب هو جدار الأسطوانة ويملاً بغاز خامل وتغلق نهايتي الأنبوب . تطبق فولتية عن طريق مجهز فولتية يتصل بمقاومة خارجية.

► **مبدأ العمل :** عند زيادة فرق الجهد بين قطبي العداد التناسبي الى مابعد منطقة التناسب يؤدي الى ازدياد معامل التضاعف زيادة هائلة وبذلك يزداد التيار زيادة طارئة لان السبب الرئيسي في توليد الالكترونات الثانوية هي الفوتونات وتنتشر حالة التاين الثانوي الى جميع انحاء العداد فيحصل التفريغ الكهربائي . فينتج تيار عالي جدا هذا يعني ان جهد النبضة لايعتمد على عدد الالكترونات الاولية الناتجة عن الجسيم النووي . اذيكفي تكون زوج الكتروني -ايوني لبدء عملية التفريغ اي ان جهد النبضة لايعتمد على طاقة الجسيم النووي المسبب لها لذلك لا يستخدم عداد كاير لتحديد طاقة الجسيمات النووية وانما فقط لتسجيل عدد هذه الجسيمات .. : بمجرد حدوث التاين ويحدث تفريغ لايتوقف مرور التيار داخل العداد ذاتيا واما يستمر حتى في حالة عدم وصول جسيمات نووية جديدة لذلك يجب ايقاف عملية التفريغ الكهربائي داخل العداد حتى يكون قادرا على استقبال جسيمة نووية جديدة وتسجيلها

Geiger-Muller Counter



الشكل (3) عداد كاير مولر

الزمن الميت وزمن الاسترجاع لعداد كايكر: عند تجمع الالكترونات الرئيسية والثانوية حول السلك المحوري داخل الاسطوانة (الانود) تتكون سحابة ايونية حوله ,وتبدأ بالانتقال الى الكاثود(جدار الاسطوانة) فينخفض لذلك المجال الكهربائي بين القطبين اقل من جهد كايكر-مولر وبذلك يكون العداد غير حساس لاستقبال اي جسيم نووي جديد وبمجرد وصول هذه السحابة الايونية الى الكاثود سوف سترجع العداد جهده بسرعة وتعود شدة المجال الكهربائي الى قيمتها الاصلية .ان بالفترة الزمنية بين لحظة دخول الجسيم النووي الجديد ووصول الجهد الى عتبة كايكر (اقل جهد لازم لتشغيل عداد كايكر) تسمى بالزمن الميت . اما الفترة الزمنية بين وصول الجهد الى عتبة كايكر والقيمة القصوى بزمن الاسترجاع .

2- الكواشف الصلبة (الكاشف الومضي)

• مكونات الكاشف الومضي :

- 1- المادة الومضية
- 2- انبوب توصيل الضوء
- 3- العاكس الضوئي
- 4- انبوب المضاعف الضوئي

• مبدأ الكشف باستخدام الكواشف الومضية:

- 1- امتصاص طاقة الجسيم النووي داخل المادة الومضية مما يؤدي الى اثاره او تأين ذرات المادة
- 2- تحول الطاقة الممتصة في المادة الى ضوء خلال العملية الومضية
- 3- انتقال الفوتونات الضوئية الى المهبط الضوئي لانبوب المضاعف
- 4- امتصاص المهبط لطاقة الفوتونات الضوئية وانبعثت الكترونات منه
- 5- تضاعف عدد الالكترونات داخل انبوب التضاعف الفوتوني
- 6- تجمع هذه الالكترونات عند المصعد للانبوب الضوئي وتكون شحنة كهربائية كبيرة

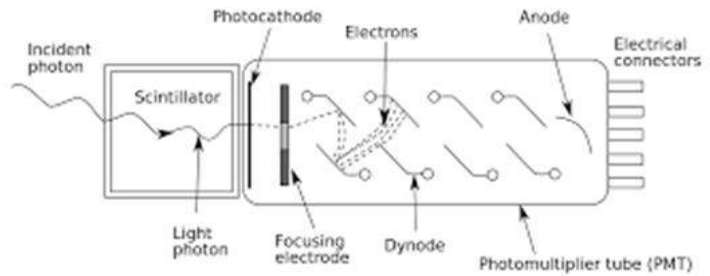
• مكونات الكاشف الومضي

يتكون انبوب المضاعف الضوئي من انبوبة زجاجية مفرغة من الهواء تفريغا جيدا ويتكون من اربع مكونات اساسية هي :

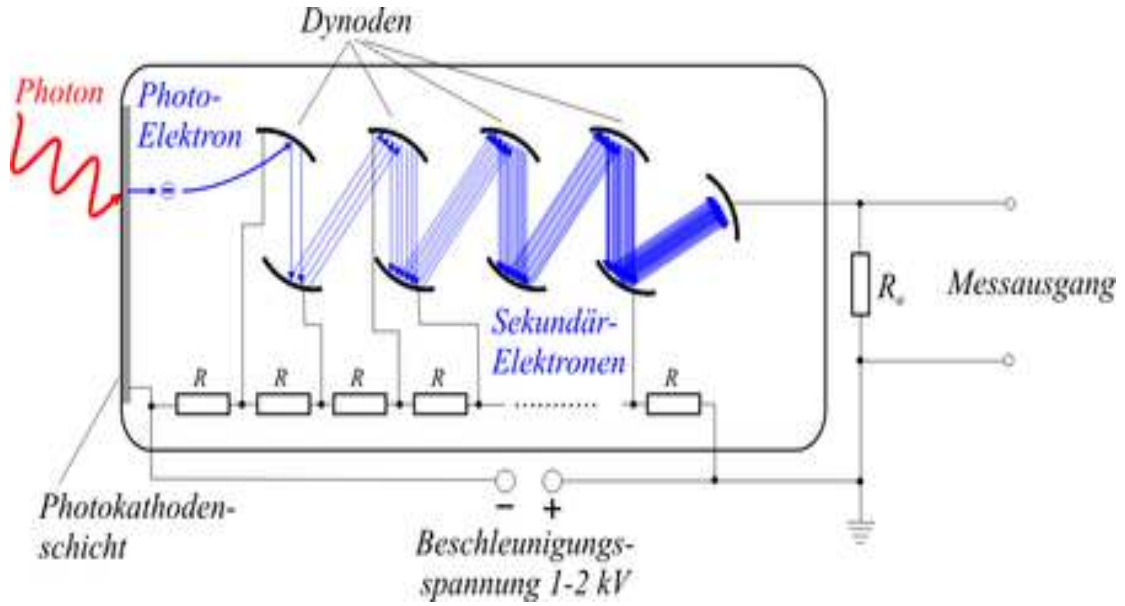
- ▶ 1- المهبط (الكاثود)
- ▶ 2- قطب تركيز الحزمة الالكترونية
- ▶ 3- الاقطاب الثانوية (الداينودات)
- ▶ 4- المجمع (الانود)

• آلية عمل الكاشف الومضي

تسقط الاشعة على المادة الومضية فتقوم المادة بامتصاص طاقة الجسيم النووي فتثار ذرات المادة فتحرر فوتونات ضوئية تمر هذه الفوتونات عن طريق النافذة الزجاجية الى المهبط ولان المهبط فلز سوف يحرر الكاتيونات بعملية التأثير الكهروضوئي تسقط هذه الالكترونات على قطب تركيز حزمة لالكترونات التي تعمل كعدسة لزيادة تركيزها فتسقط هذه الالكترونات على الداينود الاول فعندما تكون طاقتها عالية سوف تحدث عملية التأين الثانوي ويتضاعف عدد الالكترونات ثم تسقط على الداينود الثاني وتحدث نفس العملية وتستمر الى اخر داينود نكون قد حصلنا على عدد هائل من الالكترونات تسقط على الانود فتظهر نبضة كهربائية سالبة .



الشكل (4) الكاشف الومضي



الشكل (5) الية عمل الكاشف الومضي

• استخدام الكواشف الومضية للكشف عن الإشعاعات

1- جسيمات الفا والجسيمات المشحونة الثقيلة :

للكشف عن جسيمات الفا والجسيمات المشحونة الثقيلة نستخدم بلورة وميضية من كبريتيد الخارصين المنشط بالفضة $ZnS(Ag)$ لانها ذات كفاءة عالية لتحويل طاقة جسيمات الفا والجسيمات المشحونة الثقيلة الى طاقة ضوئية. ولكن من اهم عيوب هذه البلورة هو ضعف شفافيتها وبسبب صغر مدى الجسيمات المشحونة الثقيلة نستخدم هذه المادة بسمك صغير حوالي 1 ملم مما يجعل ضعف الشفافية غير ذي اهمية

2- اشعاعات كاما والاشعة السينية : نستخدم بلورة ايوديد الصوديوم المطعمة بالتاليوم

$NaI(Tl)$ كمادة وميضية بسبب كبر كثافتها وكبر العدد الذري للتاليوم واليود .

ملاحظة: الكواشف الومضية افضل في الكشف عن اشعة كاما من الكواشف الغازية بحوالي عشرات او مئات المرات .

3- جسيمات بيتا :

يفضل استخدام المواد الوميضية العضوية للكشف عن جسيمات بيتا للأسباب الآتية :

أ- الوزن الذري الكبير لبلورة يوديد الصوديوم يؤدي الى تشتت كبير لجسيمات بيتا للخلف في مادة البلورة .

ب- صعوبة استخدام بلورة يوديد الصوديوم المطعم بالثاليوم للكشف عن الالكترونات وذلك لانه يجب ان نحيط هذه البلورة بحافظة محكمة القفل لعزلها عن الهواء حتى لا تتميع وبالتالي صعوبة عمل النافذة

4-الكشف عن النيوترونات تتلخص عملية الكشف عن النيوترونات بأستخدام الكاشف الوميضي بالمخطط الآتي

الكشف عن النيوترونات باستخدام الكواشف الوميضية

النيوترونات
السريعة

النيوترونات
الحرارية

استخدام التفاعل
(n, γ) لمواد ذات مقاطع
عرضية عالية مثل الذهب
والانديوم
لانها تنتج الانديوم والذهب
ايضا والتي تشع جسيمات
بيتا وبقياس النشاط
الاشعاعي نكشف عن
النيوترونات

استخدام بلورة في
شكل خليط من
حبيبات كبريتيد
الخاصين مع
الشمع لاحتوائها
على نسبة عالية
من الهيدروجين

بلورة يوديد
الليثيوم
المطعمة
بالثاليوم

بلورة الليثيوم
حيث تتفاعل
النيوترونات معها
فتنتج الفا

مخطط (3) يوضح استخدام الكاشف الوميضي في الكشف عن النيوترونات

3- الكواشف شبه الموصلة

حدث في السنوات الاخيرة تحول كبير من الكواشف الغازية والومضية الى الكواشف المجهزة من اشباه الموصلات خاصة في مجال البحوث النووية عند الطاقات المنخفضة . ويرجع السبب في ذلك الى المزايا التي تتمتع بها الكواشف شبه الموصلة , وهناك تشابه كبير بين عمل الكواشف شبه الموصلة وغرفة التأين . ان الكواشف شبه الموصلة هي مادة صلبة شبة موصلة غالبا المادة الحساسة فيها تكون من مادة السليكون او الجرمانيوم . تشتغل هذه الكاشفات مثل الكاشفات الغازية , لكن هناك اختلاف بين الكواشف الغازية وشبه الموصلة هو ان حاملات الشحنة في الكواشف الغازية هي الالكترونات والايونات اما حاملات الشحنة في الكواشف شبه الموصلة فهي الالكترونات والفجوات . الطاقة اللازمة لتوليد ازواج ايوني في الغازات هي 35 الكترون فولت حوالي عشرة مرات الطاقة اللازمة لتوليد زوج الكتروني ثقب . جميع هذه الازواج في كلتا الحالتين يؤدي الى تكوين نبضة كهربائية متناسبة مع كمية وطاقة الاشعاعات الساقطة . خصائص الكاشفات شبة الموصلة تعتمد على نوع المادة المستعملة وعلى طريقة التصنيع والمعالجة وعلى حجم الكاشف .

خصائص المادة شبة الموصلة

تنقسم المادة بشكل عام من حيث التوصيل الكهربائي الى ثلاثة انواع منها (العازل وشبة الموصل والموصل الكهربائي) التيار الكهربائي الذي هو عبارة عن سريان الالكترونات داخل المادة يكون معدوما في المادة العازلة تحت اي جهد كهربائي الا عندما يصبح الجهد عالي جدا . تتحرك الالكترونات الحرة بسهولة داخل الموصل مكونة بذلك تيار كهربائي تحت تأثيرات جهد يختلف عن الصفر .

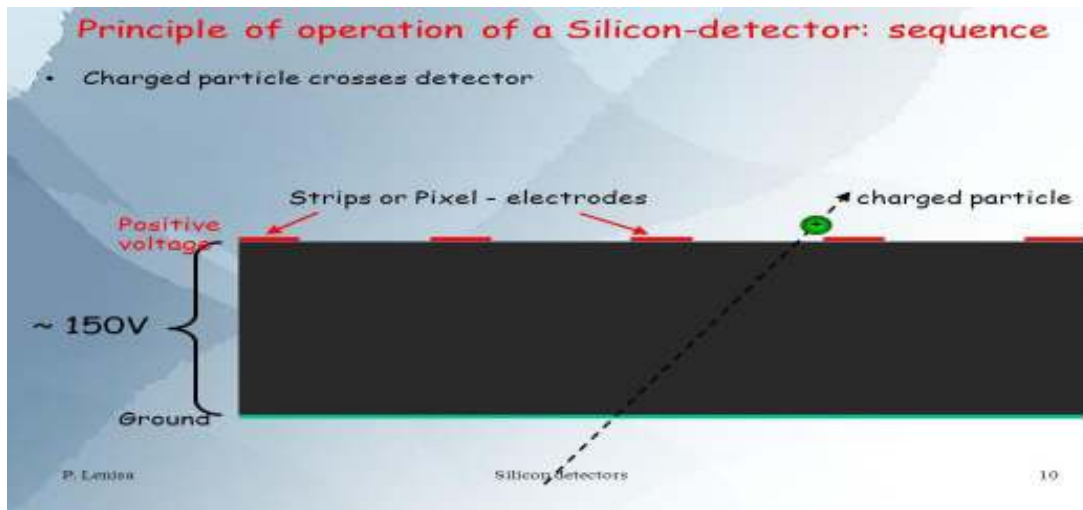
ملاحظة : عند رفع درجة حرارة أشباه الموصلات تزداد كمية حاملات الشحنة المتحركة وتقل المقاومة بشكل كبير ولكنها لا تتصف بقابلية التوصيل العالي والعكس صحيح حيث تزداد المقاومة بخفض درجة الحرارة وتصبح قريبة من مقاومة المواد العازلة , وهذا يعني ان المادة شبه الموصلة لا تسمح للالكترونات بالتحرك عندما تكون درجة حرارتها منخفضة وقريبة من الصفر المطلق.

• انواع الكواشف شبه الموصلة

1- **كاشف السليكون :** يستخدم للكشف عن الجسيمات المشحونة الثقيلة مثل الفا والبروتونات.

وهو عبارة عن ثنائي ملتي يتميز بالاتي :

عرض N-Type اقل من مايكرومتر حتى لاتفقد الاشعاعات الساقطة جزء كبير من طاقتها فيه .ويجب ان يكون تركيز الشوائب الخماسية عاليا لصغر عرض المادة. تعتبر منطقة الاستنزاف هي المنطقة الحساسة للكاشف . حيث ان عدد الازواج الالكترونية -الثقبية الناتج عن الجسيم النووي الساقط في هذه المنطقة تناسب طرديا مع الطاقة التي فقدها الجسيم , ويتم تسليط مجال كهربائي فتتحرك الالكترونات باتجاه المنطقة الالكترونية N-Type وتتحرك الثقوب نحو منطقة الثقوب P-Type مما يؤدي الى مرور تيار كهربائي وظهور نبضة كهربائية على مخرج الكاشف.



الشكل (6) مبدأ عمل كاشف السليكون

سبب جعل منطقة N-Type في الكاشف صغيرة وجعل منطقة الاستنزاف كافية بحيث يتوقف الجسيم النووي قبل الوصول الى نهايتها لانه عند اجتياز الجسيم النووي منطقة الاستنزاف ودخوله المنطقة P-Type سوف تتولد الازواج الالكترونية -الثقبية ولكن في هذه المنطقة غالبية حاملات الشحنة هي الثقوب يعني عدد الثقوب كبير جدا وعدد الالكترونات قليل جدا فتتحرك الثقوب ويحدث اتحاد بين الثقوب والالكترونات فيضيع جزء كبير من التيار وهذا يعني عدم تناسب طاقة الجسيم الساقط مع كمية الشحنة المتجمعة في هذه المنطقة . وكذلك عند المنطقة N-Type فعند اجتياز الجسيم الساقط منطقة الاستنزاف ودخوله الى منطقة الالكترونات N-Type سوف تتولد الازواج الالكترونية -الثقبية وبما ان عدد الالكترونات كبير جدا وعدد الثقوب قليل جدا تتحرك الالكترونات فتتحد معها الثقوب وبالتالي ضياع جزء من التيار .لذلك يجب جعل عرض منطقة الاستنزاف كافي للمحافظة على التناسب بين طاقة الجسيم النووي الساقط وبين عدد الازواج الالكترونية -الثقبية المتكونة وبالتالي المحافظة على التيار والنبضة الناتجة من الكاشف

2- كاشف الجرمانيوم - ليثيوم هو كاشف يستخدم للكشف عن جسيمات بيتا واشعة كاما . يستخدم فيه الجرمانيوم بسبب كثافته العالية وعدده الذري الكبير .

هو عبارة عن ثنائي ملتقى يتميز بالاتي :

عرض منطقة الاستنزاف كبير 1-3 ملم حتى تتوقف جسيمات بيتا او الالكترونات الناتجة عن اشعة كاما في عملية التأثير الكهروضوئي . يتم غرس ذرات الليثيوم في الجرمانيوم لزيادة مقاومة المادة شبه الموصلة عند غرس ذرات الليثيوم في الجرمانيوم P-Type يقل عدد الثقوب الغالبية فيها فتصبح توصيليتها قريبة من توصيلية المادة النقية مما يؤدي الى عرض منطقة الاستنزاف حتى عند الجهود العكسية الصغيرة .

• سبب حفظ الكاشف عند درجات حرارة منخفضة جدا 196 مئوية تحت الصفر (تحت تأثير حرارة النتروجين السائل)

لانه عندما تكون منطقة الاستنزاف عريضة فان التيار العكسي يزداد وهذا التيار يعتمد على درجة حرارة المادة شبه الموصلة لذلك يجب خفض درجة الحرارة الى درجة حرارة اقل من 196 درجة مئوية تحت الصفر . وعند ترك الجرمانيوم المغروس بالليثيوم في درجة حرارة الغرفة فانه حتى في حالة توصيل الجهد العكسي اليه يمكن ان تنساق ذرات الليثيوم وتتحرك نحو السطح فيفقد الجرمانيوم هذه الذرات ويتلف الكاشف في الحال .

3-كاشف الجرمانيوم عالي النقاوة :

▶ بسبب عيوب كاشف الجرمانيوم - ليثيوم وبعد ان تمكن العلماء من تحضير احجام مختلفة من بلورات الجرمانيوم عالي النقاوة وبالتالي زيادة مقاومة الجرمانيوم المحيز عكسيا لخفض التيار العكسي حلت كواشف الجرمانيوم عالية النقاوة محلها . ولم تعد درجة الحرارة المنخفضة (حرارة سائل النتروجين) مطلوبة الا قبل عدة ساعات من تشغيل الكاشف



الشكل (7) كواشف الجرمانيوم عالي النقاوة

• مزايا الكواشف شبه الموصلة

1- قدرة تحليلية فائقة للطاقة افضل بكثير من القدرة التحليلية لحجرة التأين والعدادات الوميضية لان عدد الازواج الالكترونية – الثقبية اكثر بعشر مرات من الازواج الالكترونية الايونية في حجرة التأين .

2- يوجد علاقة خطية بين طاقة الجسيم النووي وبين النبضة الكهربائية الناتجة .

3- قصر زمن النبضة الكهربائية الناتجة عن الجسيم النووي الساقط بسبب صغر حجم منطقة الاستنزاف وهذا يؤدي الى امكانية عد وتحليل عال للجسيمات يصل 1000000 جسيم/الثانية

4- امكانية التحكم بعرض منطقة الاستنزاف عن طريق التحكم بالجهد العكسي

5- له القدرة على فصل الأنواع المختلفة من الجسيمات المشحونة الثقيلة عن بعضها . مثلا اذا كانت الجسيمات الساقطة عبارة عن بروتونات وجسيمات الفا واردا ان فصلهما عن بعضهما نقوم بتغيير عرض منطقة الاستنزاف بحيث لايزيد عن مدى جسيمة الفا عن طريق تغيير الجهد العكسي عدة فولتات فسوف تمر البروتونات من هذا العرض دون ان تفقد جزء ملموس من طاقتها فيتم تسجيل جسيمات الفا دون البروتونات .

6- صغر حجم الكاشف وسهولة التعامل معه

7- عدم حساسيته لتغير المجال المغناطيسي

8- يمكن اعداده على اشكال هندسية مختلفة مثل الكواشف ذات الثقب المحوري لاجراء القياسات عند الزوايا القريبة من 180 درجة

• عيوب الكواشف شبه الموصلة

▶ 1- عدم القدرة على استخدامها للكشف عند الطاقات العالية

▶ 2- قصر عمر الكاشف نسبيا اما حدوث تغيرات في تركيب المادة عند السطح او التلف بسبب التعرض لاشعاعات كثيفة مثل النيوترونات

▶ 3- ضرورة تبريد الجهاز فلا يمكن تشغيله عند درجات الحرارة المرتفعة

▶ 4- عند الاحجام الكبيرة لها سوف يؤدي الى زيادة زمن النبضة اي تقل القدرة على العد والتحليل .