



جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الهيثم

قسم الفيزياء

مختبر الفيزياء النووية للدراسات الأولية

تجارب الفصل الدراسي الاول للعام 2019 – 2020

- 1- دراسة خواص حجرة التأين وتعيين مدى دقة الفا في الهواء
- 2- دراسة خواص الصمام الوميضي (تعيين طول الهضبة وجهد التشغيل وميل الهضبة)
- 3- احصائيات العد للاشعاع النووي
- 4- تحقيق قانون التربع العكسي
- 5- حساب معامل الامتصاص الخطى والكتلى لالامنيوم لأشعة كاما ودقائق بيتا
- 6- تعيين زمن الخمود لعداد كايكر
- 7- دراسة كفاءة عداد كايكر لأشعة كاما

التجربة الأولى

خواص حجرة التأين وتعيين مدى جسيمة دقة الفا في الهواء

الغاية من التجربة

- 1- تعين منطقة الأشباع لحجرة التأين
- 2- قياس مدى دقة الفا في الهواء في الظروف الاعتيادية .

النظرية:

حجرة التأين كانت اولى اجهزة قياس الاشعاع النووي قبل ان يحل محلها عداد كايكير لأن حساسيته أعلى بكثير منها للأشعاعات ضعيفة التأين وهو أكثر ملائمة للعمل حيث انه لا يحتاج إلى مضخمات عالية التكبير للتيار .

ت تكون حجرة التأين من قطبين معزولين عن بعضهما عزلًا جيدا حيث الاسطوانة المعدنية تكون احد القطبين بينما السلك الوسطي يكون القطب الآخر .

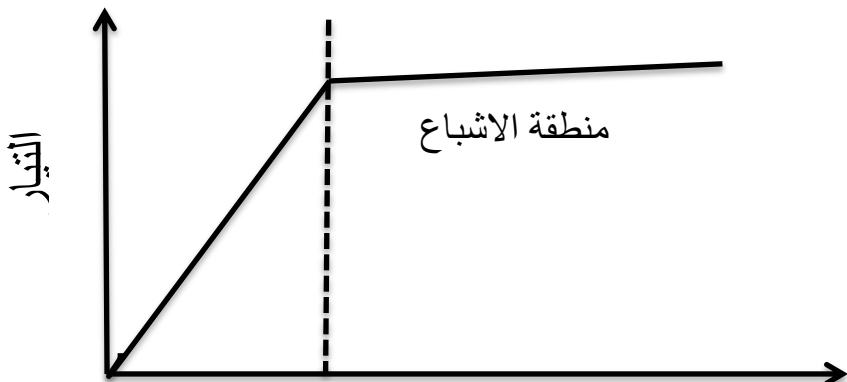
عند دخول دقيقة مشحونة في الحيز الموجود بين القطبين فأنها تولد ازواجا من الأيونات الموجبة والسلبية عند اصطدامها بجزيئات الغاز (في هذه التجربة يستعمل الهواء تحت الضغط الجوي الاعتيادي) .

و عند عدم تسلط مجال كهربائي بين قطبي حجرة التأين فان الأيونات الموجبة والسلبية تتحرك داخل الحجرة وتتحدد مرة اخرى منتجة ذرات وجزيئات متعادلة و عند تسلط مجال كهربائي فأن الأيونات الموجبة تتحرك نحو القطب السالب والأيونات السلبية تتحرك نحو القطب الموجب .

ان شدة التيار الابيوني المتولد من حركة الايونات يعتمد على شدة المجال الكهربائي . فعندما يكون المجال ضعيف فأن بعض الايونات الموجبة والسلبية تكون لها فرصه الاتحاد مما يؤدي

إلى مرور تيار ابيوني ضعيف في دائرة حجرة التأين . و عند زيادة شدة المجال الكهربائي تدريجيا فأن عدد الايونات المتحدة يقل وبذلك يزداد التيار المار الى ان يصل الى حالة الأشباع .

و عند هذه الحالة تكون شدة المجال كافية لمنع اتحاد الايونات مختلفة الشحنة مره اخرى ، ولذا فأن جميع الايونات تتوجه نحو القطبين ويقال ان غرفة التأين تعمل بمنطقة الأشباع ، كما هو موضح في شكل (1) . اي ان عند زيادة فرق الجهد المسلط على قطبي حجرة التأين لا تسبب بزيادة مناظرة للتيار الابيوني المار .

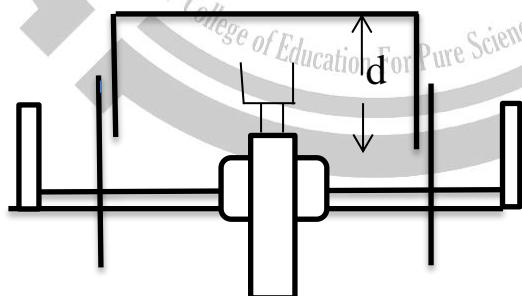


فرق الجهد

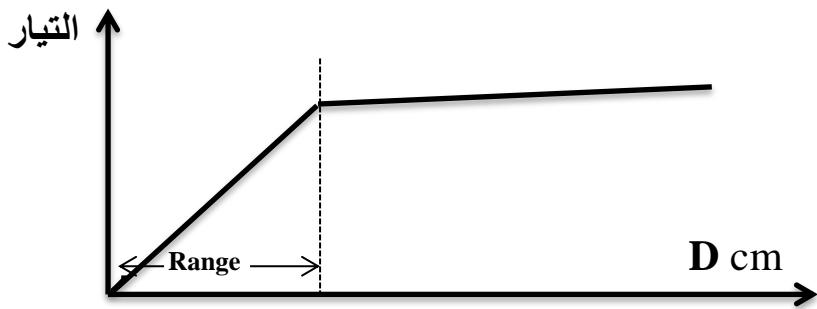
شكل (1): يوضح منطقة الاشباع في حجرة التأين

عند تشغيل حجرة التأين بمنطقة الاشباع فأن 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 لأشعة الفا داخل حجرة التأين ذات طول متغير (شكل 2) فان 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 او اكبر من مدى دقة الفا (Range) بالغاز الموجود داخل حجرة التأين وفي هذه الحالة فأن الدقيقة تقف كليا ضمن الحجم الحساس للحجرة بشكل (3) .



شكل (2) حجرة التأين



شكل (3)

توجد طريقتان للعمل على تحقيق الغاية من التجربة (تحتفل كل منها عن الآخرى بكيفية قياس التيار الأيوني تبعاً للاجهزة المستخدمة).

تعتمد الاولى 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 تجتمع الشحنة الأيونية على ورقة الكشاف فإنها تتجلب 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 لتماسين متsequيين 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 ازواج الايونات المتولدة عن دقائق الفا .

الاجهزه المستخدمة :

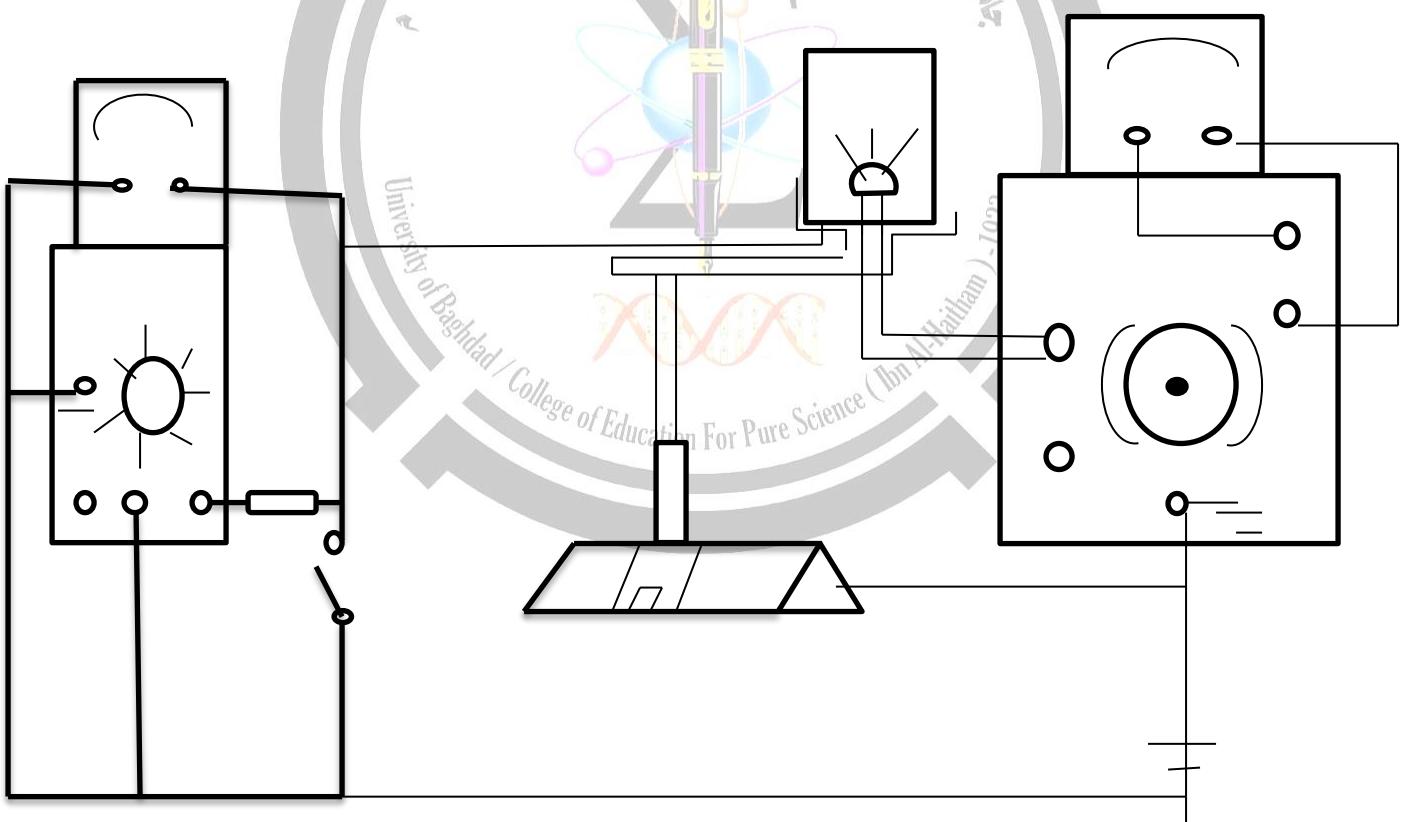
حجرة التأين ذات الحجم المتغير ، مصدر مشع امريشيوم ^{241}Am ، او بولونيوم ^{210}Po او ^{209}Po ، مضخم للتيار المستمر مع مقاييسه المناسب ، مصدر للقدرة بفرق جهد مستمر (6-0) كيلوفولت ، مفتاح تفريغ واخر ذو طريقين ، مقاومة 10 ميكا اوم ، فولتميتر ستاتيكي ذو مدى (1.5) كيلو فولت واخر ذو مدى (6) كيلو فولت ، كشاف وولف الكهربائي (Wulf) (Electroscope) ، مسطبة ضوئية ، مصباح ضوئي مع محولته الخاصة ، عدسة لامة بعدها البوري 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 التأين . أجعل حساسية المضخم على القيمة $10^{-9} \times 3$ امبير مثلا .

ت تكون حجرة التأين المستعملة في هذه التجربة من اسطوانتين احداهما مفتوحة الطرفين واسطوانة اخرى قصيرة مسدودة من طرف واحد فقط . اجعل طول حجرة التأين اكبر ما يمكن ولا تلمسها الا بعد تأكيد من تصفير مجهز الجهد العالي .

- غير قيمة فرق الجهد المسلط علىقطبي حجرة التأين من (0-3) كيلو فولت على خطوات وسجل قيمة التيار المناظرة في كل حالة مرتبًا قراءاتك كما في الجدول (1) .

V volt	(A) ^I

ملاحظة

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

جدول(1)

الحسابات والنتائج :

- رسم خطاب بيانيا بين قيمة I وفرق الجهد V ومنه نستخرج قيمة شدة تيار الاشباع وفرق الجهد اللازم لتشغيل حجرة التأين في منطقة الاشباع .
- احسب عدد ازواج الايونات الكلي في الثانية الواحدة الناتج من مرور دقائق الفا في الهواء بقسمة تيار الاشباع على شحنة الالكترون وعند معرفة عدد ازواج الايونات التي تنتجهها دققيقة الفا واحدة على طول مسارها يمكن حساب عدد دقائق الفا المنبعثة عن المصدر المشع والمسببة لتيار الاشباع الايوني , قارن هذا العدد مع قيمة النشاط الشعاعي للمصدر (عدد دقائق الفا المشعة بالثانية الواحدة) وناقش النتيجة .

ملاحظة مهمة :

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

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

1- ادفع الجزء العلوي المتحرك لحجرة التأين الى ان تحصل على اصغر حجم ممكن لحجرة مع ملاحظة عدم حدوث تماس بين المصدر المشع وجدار الحجرة العلوي المتحرك . ثم قس المسافة (d) بين المصدر المشع والسطح العلوي لحجرة .

2- سلط فرق جهد عالي علىقطبي حجرة التأين 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 ووصلقطبي حجرة التأين باستخدام المفتاح الخاص لذلك ثم غير المسافة بين المصدر المشع وسطح الحجرة العلوي بمقدار $\frac{1}{2}$ سم , ثم اعد فرق جهدقطبي الحجرة الى القيمة السابقة وسجل قيمة شدة التيار .

4- استمر بزيادة الطول الى ان تصل الى اكبر طول ممكن لحجرة التأين مع تسجيل قيمة شدة التيار في كل حالة. رتب قراءاتك كما في الجدول رقم (2).

الحسابات والنتائج :

1- ارسم خطابيبانيا بين شدة التيار والمسافة (d) بين سطح المصدر المشع والسطح العلوي لحجرة التأين ومنه احسب معدل مدى دقة الفا (R) في الهواء تحت الضغط الجوي الاعتيادي راجع الشكل (3) .

2- جد طاقة دقة الفا (E) بصورة تقريرية بوحدات مليون الكترون - فولت (Mev) من العلاقة :

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

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

الأسئلة:

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



التجربة الثانية

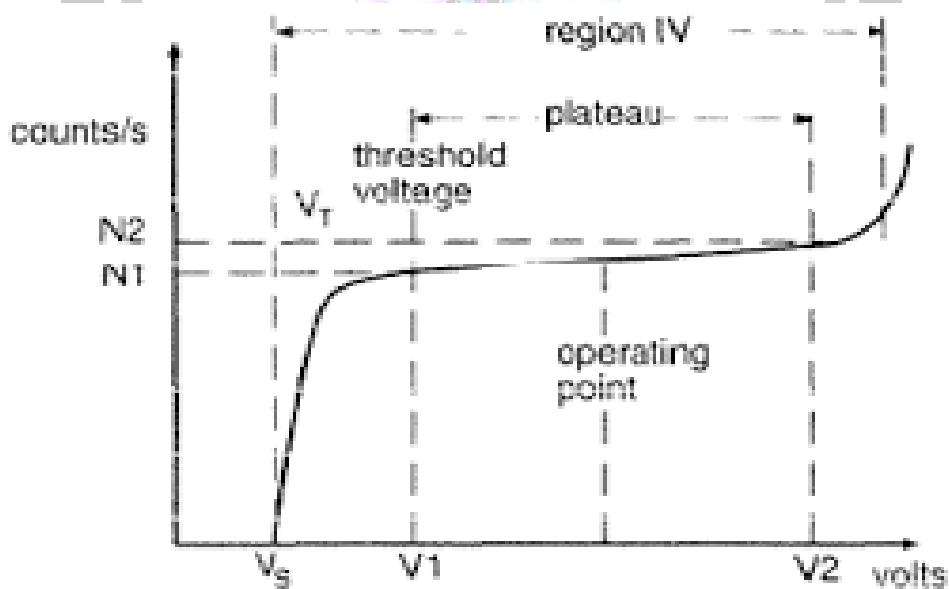
دراسة خواص الصمام الوميسي (تعيين طول الهضبة وجهد التشغيل وميل الهضبة)

الغاية من التجربة

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

النظرية

تركيب العداد الوميسي وعمله موضح في ملزمة الكواشف
ان عدد النبضات في وحدة الزمن التي يسجله العداد تتغير بتغير فرق الجهد على
المضاعف الضوئي كما في الشكل (1)



الشكل (1) منحني العداد الوميسي

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 كاير
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 قليلاً جداً 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

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

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 جيداً في حالة كون طول الهضبة حوالي (150 Volt) وميلها أقل من 0.1% لكل فول特 .

الاجهزه المستخدمة :

- 1- العداد الوميضي
- 2- مجهز قدرة
- 3- مصدر لأشعة كاما

خطوات العمل :

- 1- ضع مصدر كاما على مسافة 4 سم تقريبا من نافذة العداد الوميضي
- 2- تأكيد من كون مؤشر القدرة ذو الجهد العالي مشيرا للصفر . ثم شغل مجهز 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 خطاب بياني بين العد في الثانية الواحدة وقيم الجهد العالي المقابلة لها لاحظ

الشكل (1)

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

3- قيم العداد الوميسي بقياس ميل المنطقه المستقرة Plateau من المعادلة (2)

الاسئلة

1- قارن بين عداد كايكير والعداد الوميسي

2- يفضل استخدام العداد الوميسي بدل عداد كايكير في قياسات اشعة كما

3- لماذا تطعم بلوره ايوديد الصوديوم المستعملة في هذا العداد بالثاليلوم

4- تحفظ بلوره ايوديد الصوديوم داخل علبة محكمة الغلق من الالمنيوم لماذا ؟

التجربة الثالثة

احصائيات العد للأشعاع النووي

الغاية من التجربة

دراسة التبدلات (Fluctuations) او التغيرات في قيم العد (الواطئة نسبيا) في وحدة الزمن . والتحقق من قوانين الاحصاء التي تتحكم في انباع 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 لأن عملية الانحلال الاشعاعي (Radioactive Decay) تحدث بطريقة عشوائية (Random Process) . ولكن عند اخذ عدد اكبر من القياسات الفردية او المستقلة (Individual Measurements) فإن 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 :

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

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

يمكن كتابة المعادلة (1) على الشكل التالي :

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

و واضح من تعريف المعدل ان

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

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

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

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

والقيمة العملية لمتوسط مربع الانحراف (Experimental mean square) يمكن حسابها من المعادلة

σ_{exp} (Deviation)

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

الاجهزه المستخدمة

صمم كايكر ، مقياس المعدل ، عداد لا ، مصدر مشع (ضعيف) داخل الاسطوانة من الرصاص ذات جدران سميكة .

خطوات العمل

1- رتب الاجهزه كما مبين في الشكل (1)



الشكل رقم (1) يوضح ترتيب الاجهزه في التجربة

2- تأكيد من ان فرق الجهد العالي مساوي للصغر 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 عده في الثانية

4- خذ 100 قراءة مستقلة كل منها لفترة 10 ثوان بدون ان تحرك المصدر او صمام كايكر مرتبًا قراءاتك في جدول

النتائج والحسابات

1- احسب معدل العد N_{ave} من المعادلة (1). لسهولة الحسابات اضف او اطرح اقل عدد ممكن من مجموع القراءات لجعل المعدل عددا صحيحا وذلك بالإضافة واحد الى عدد من القراءات او طرحة 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 صفراء ولذا يجب اخذ الاشارة بنظر الاعتبار .

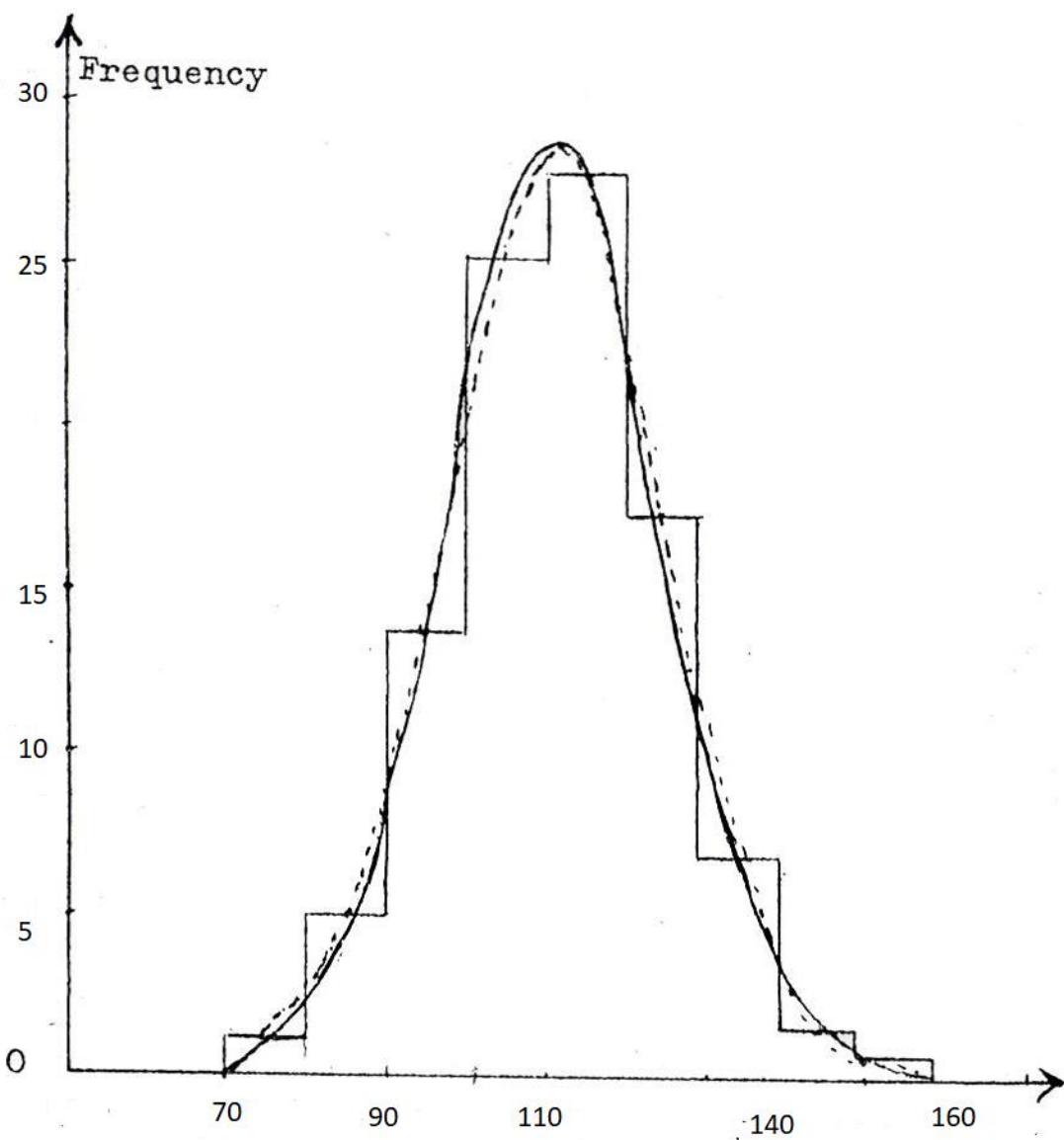
- 3- احسب القيمة النظرية لانحراف القياسي σ_{th} من المعادلة (4)
- 4- احسب القيمة العملية لمتوسط مربع الانحراف σ_{exp} من المعادلة (5) وقرأن النتيجة مع القيمة النظرية σ_{th}

5- خذ فوائل صنفية (class intervals) مناسبة لتقسيم القياسات العملية الى اجزاء ثم عين التكرار او التردد الذي يقع به كل قياس ضمن المدى المختار (الفاصل) 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

$$\text{الفاصل الصنفي هنا} = 10 \quad \text{العدد الكلي للقياسات} = 100$$

- 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- مستعملاً قانون التوزيع الكاوسي (Gaussian Distribution Law)

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

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

خذ قيم مناسبة L من الرسم البياني ويفضل ان تساوي منصفات المدى واحسب قيم Y المناظرة لها ثم ارسم منحني كاوس النظري لهذه القيم في نفس محاور مخطط توزيع الترددات التجريبية 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- ما هو 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 العكسيالغاية من التجربة :-

تحقيق قانون التربيع العكسي بإستخدام 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 عدد كايكير مساحة نافذته A ونصف قطر نافذته R فإن عدد الاشعاعات الساقطة على مساحة النافذة في الثانية الواحدة N يعطى بالمعادلة التالية:

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

حيث Ω تمثل الزاوية المجمدة (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

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

او

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

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

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

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

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

عندما يكون $R << D$ فأن

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

وبالتعويض في المعادلة (1) ينتج

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

وفي حالة كون بعد المصدر كبيرا جداً فإن الحد الأول فقط يؤخذ بنظر الاعتبار

اي ان

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

بما ان SR^2 كمية ثابتة لمصدر وعدد معينين فأن

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

وهذه العلاقة تمثل قانون التربع العكسي والخط البياني بين N و D^2 يكون خطأ

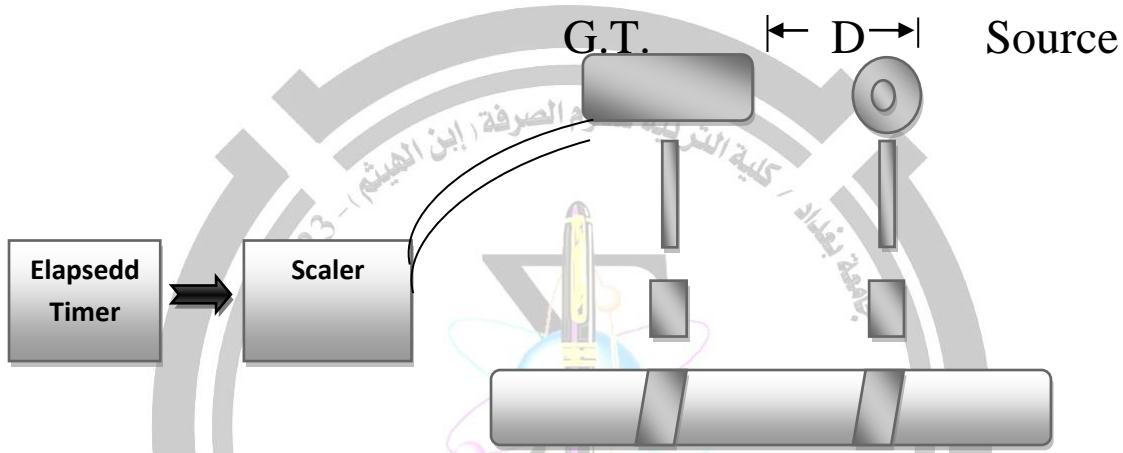
مستقيماً ميله يساوي $\frac{1}{4} SR^2$ ويمر من نقطة الأصل.

الاجهزه المستخدمة :-

صمام كايكير ، عداد كايكير مع مجهز القدرة ، وساعة التوقيت الخاصة له ، مصدر مشع ^{137}CS ، مسطبة ضوئية مع مواسك للحداد والمصدر المشع .

خطوات العمل :-

(1) رتب الاجهزه كما في الشكل (2)



شكل رقم (2)

- (2) اجعل جهد صمام كايكير مساويا الى جهد اشتغاله
- (3) ضع المصدر المشع على بعد 4 سم 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)

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

	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 اخر وكرر الخطوات 3,4,5

الحسابات والنتائج :- ارسم خطاب بيانياً بين D^2 و N لكل مصدر على نفس الورقة البيانية نقش مدى تحديد كل من الخطين لقانون التربيع العكسي ثم عين فعالية كل من المصادر S من ميل الخطين البيانيين (انظر المعادلة 5)

الأسئلة :-

1- يفضل وضع قطعة مناسبة السمك من الالمنيوم أمام المصدر المشع قبلأخذ القراءات اشرح سبب ذلك ؟

2- ايهما تفضل لتحقيق قانون التربيع العكسي

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

ب- أن يكون بعد المصدر المشع عن نافذة العداد كبيراً أم صغيراً ولماذا ؟

التجربة الخامسة

معامل امتصاص بعض المواد للإشعاع النووي

Absorption Coefficient

الغاية من التجربة

- 1- قياس معامل الامتصاص الخطى والكتلى للرصاص لأشعه كما
- 2- قياس معامل الامتصاص الخطى والكتلى لالمنيوم لأشعه كما ولدقائق بيتا

النظرية:-

عندما تمر أشعة كاما خلال ماده ما، فإنها تعانى امتصاصا نتىجة تفاعلها مع المادة بواسطه ثلاث طرق رئيسية وهي ظاهرة كومبتن ،الظاهرة الكهروضوئية ،توليد الأزدوج .وبذلك تكون شدة الاشعة الخارجيه اقل من شدة الاشعة الساقطه على المادة ويتوقف مقدار النقص الحاصل في شدة الاشعة I بعد قطعها سماك 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 ويسى معامل الامتصاص الخطى (*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 الاشعة 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 الاشعة النافذه مساوية لنصف الشدة الساقطه اي ان :

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

و عند التعويض في المعادله 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 كايكير لأن قراءته تتناسب طردياً مع شدة الأشعه وبذلك يمكن كتابة معادلة 3 على الشكل التالي

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

حيث N_0 تمثل قراءة العداد بدون وجود المادة الماصلة . و N تمثل قراءة العداد بوجود المادة الماصلة . و سمعها X موضوعة بين المصدر والعداد . ويأخذ اللوغاريتم الطبيعي لطيفي معادلة (6) وينتج

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

و هذه تمثل معادلة خط مستقيم ميله يساوي (μ) و نقطة تقاطعه مع محور LnN يساوي

ويعرف معامل الامتصاص الكتلي (*Mass Absorption Coefficient*) μ_m

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

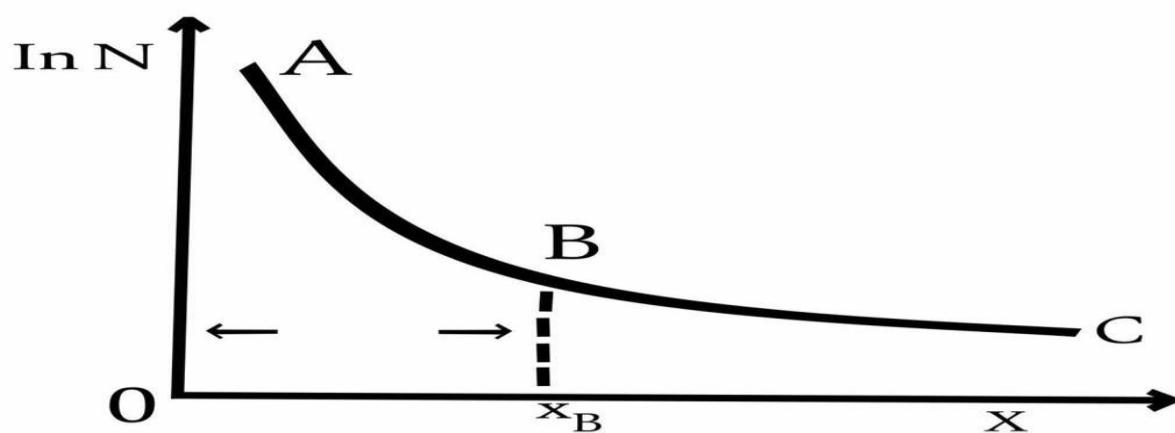
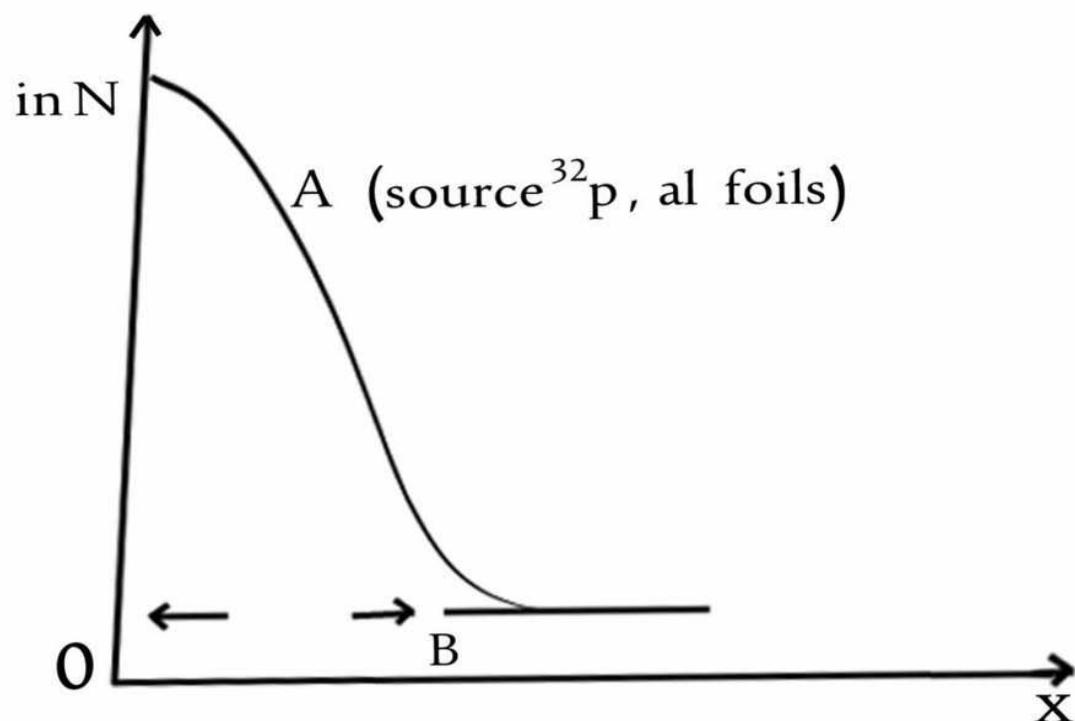
حيث ρ هي كثافة المادة الماصة.

ان امتصاص دقائق بيتا من قبل مادة مثل الالمنيوم يتبع بصورة تقريبية العلاق الاسية المذكورة في المعادلة (3) او العلاقة الاسية المذكورة في المعادلة (6) ولكن عملياً وفي

حالة استعمال مصدر باعث لدقائق بيتا فقط مثل $i^{204}Ti$ و Sr^{90} و P^{32} و C^{14} .

وُجِدَ ان الخط البياني بين LnN وسمك الالمنيوم X لا يكون خطًا مستقيماً حسب المعادلة
 (7) انما يظهر منحنى في البداية الى نقطة A كما في الشكل (1) ثم يستمر على شكل خط
 مستقيم تقريباً الى ان يبلغ سماكة الالمنيوم حداً معيناً (نقطة B). وعنده تثبت قيمته LnN

وهذه القيمة الثابتة تنتج من الاشعه السينية المتولدة نتيجه للتوقف المفاجيء لدقائق بيتا داخل مادة الالمنيوم وتسمى بأشعه التوقف (*Bremsstrahlung*). اما في حالة استعمال مصدر لدقائق بيتا مصحوبا بأنباع اشعة كما (مثل ^{60}Co , ^{137}Cs) فأن 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 واسعة كما والجزء الثاني المستقيم BC ناتج عن قراءه العداد لأشعه كاما فقط. حيث ان سمك الالمنيوم بعد النقطة B يكون كافياً لأمتصاص دقائق بيتا كلها، فالنقطة B تمثل اكبر سمك للالمنيوم يمكن لدقائق بيتا ان تخترقه. بتعين هذه النقطة يمكن معرفة مدى دقائق بيتا في الالمنيوم (R) بأسعمال القانون التجريبي

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

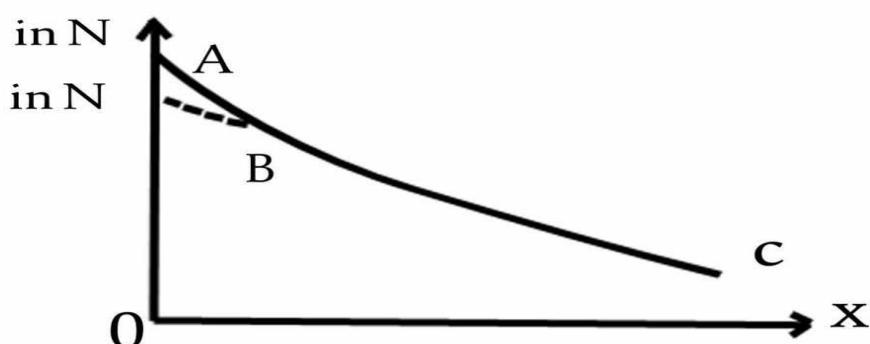
يمكن حساب طاقة نقطة النهاية (End Point Energy) E لدقائق بيتا بوحدات على ان تكون R مقاسة بوحدات Mev . ويتم الحصول على هذه الوحدات من المعادلة التالية

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

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

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

اما عند استعمال رقائق من الرصاص كمادة ماصة مع مصدر باعث لدقائق بيتا واسعة كما فأن الخط البياني بين $ln N$ وسمك الرصاص X يكون خط مستقيماً كما في الشكل (3) وهذا الخط يكون ناتجاً عن قراءة العداد لأشعه كاما فقط حيث ان سمك رقاقة واحدة من الرصاص يكون كافياً لأمتصاص دقائق بيتا امتصاصاً تاماً



الاجهزه المستخدمة :

عداد كايكير مع مجهز قدرة رقائق من الالمنيوم ، رقائق من الرصاص ، مصدر لدقائق بيتا واسعة كما ^{137}Cs :

خطوات العمل :

- 1- اربط الاجهزه واجعل فولتية عداد كايكير مساوية لفولطية اشتغاله
- 2- ابعد المصدر المشع وسجل قراءة العداد الخلفية لمدة دقيقتين ولثلاث مرات .
- 3- ضع المصدر ^{137}Cs على بعد 3 سم تقريبا من نافذة العداد (يبقى هذا الموقع ثابتا طيلة اجراء التجربة) . وسجل قراءة العداد بعد فترة زمنية مناسبة (دقيقتين مثلا) .خذ ثلاث قراءات لنفس الفترة الزمنية ثم احسب معدل العد .

ملاحظه :

في حالة كون العد كبيرا جدا مما يجده العداد توقف عن العد بسرعة واهمل هذه القراءة وابدا العد من الخطوة 1 التالية .

- 4- ضع رقاقة اخرى من الرصاص بعد قياس سmekها بين المصدر المشع والعداد وسجل مقدار العد لنفس الفترة الزمنية ولثلاث مرات ثم احسب معدل العد n
- 5- ضع رقاقة اخرى من الرصاص بعد قياس سmekها ملائمة للأولى وسجل العد لنفس الفترة الزمنية ولثلاث مرات ثم احسب معدل العد. سmk الرصاص في هذه الحالة هو سmk القطعتين معا

- 6- استمر بإضافة رقائق من الرصاص الى ان يبلغ مقدار العد حوالي 20 % من العد الاصلی وفي كل حالة عين سmk 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- أبعد 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

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

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

جدول (1)

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

الحسابات والنتائج :

1- في حالة الرصاص

1- ارسم خطاب بيانيا بين N و سمك الرصاص x ثم احسب μ_m 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 $N_{1/2}$ و عند نقطه التقاطع احسب N_0 . ثم عين متوسط السمك $X_{1/2}$ و احسب μ_m واستخدم المعادلتين 8 و 9 على التوالي

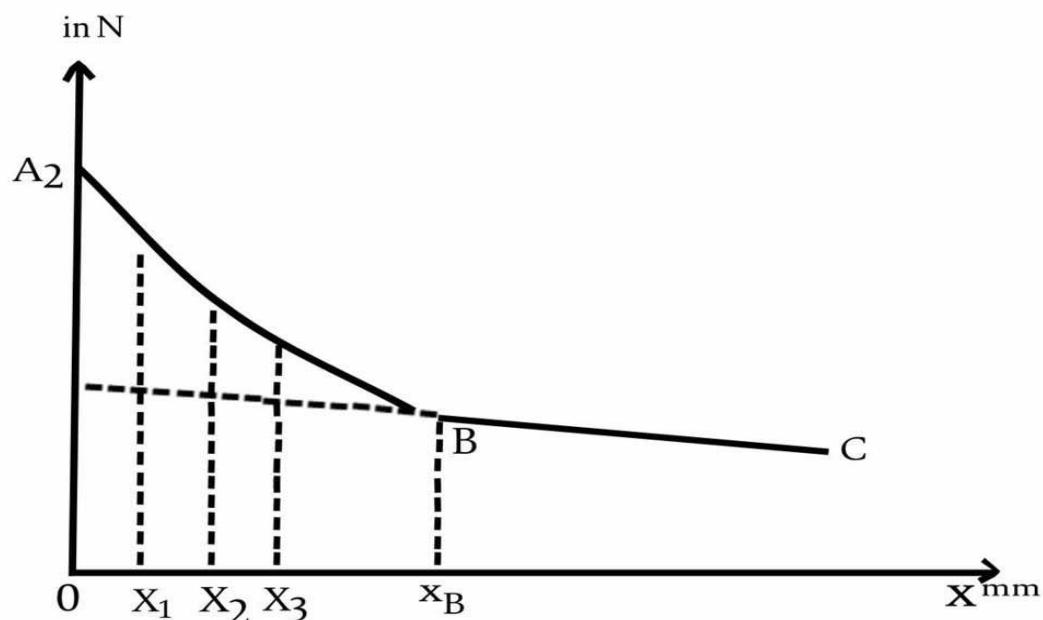
3- قارن بين قيمة N_0 . المحسوبة من الخط البياني مع القيمة المحسوبة من

قراءه العداد وكذلك قارن بين قيمتي μ_m , μ المحسوبتين من الخطوة 2.

ثانياً في حالة الألمنيوم

1- ارسم خطاب بيانياً بين $\ln N$ وسمك الألمنيوم X فيكون شكله مشابهاً إلى الخط البياني المرسوم في الشكل (5)

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



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

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

3- لحساب معامل امتصاص الألمنيوم لدقائق بيتا اتبع الخطوات التالية

1- مد الجزء المستقيم CB على استقامته الى ان يقطع محور $\ln N$ في نقطه مثل A_1 وكذلك جد النقطه A_2 التي يقطع فيها المنحني $\ln N$ محور AB كما في شكل(5).

في هذه الحاله

$$A_1 = \ln N_0(\gamma)_0$$

$$A_2 = \ln N_0(\beta, \gamma)_0$$

-10 عين قيم $\ln N(\gamma)_1, \ln N(\beta, \gamma)_1$ 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 $X_3, X_2, \dots, \text{الخ}$

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 خطاب بيانيا بين $\ln N(\beta)$ وسمك الالمنيوم(x) من الجدول رقم (2) ثم احسب m لدقائق بيتا من ميل الخط البياني استخدم هذه القيمه لحساب μ_m .

الاسئلة :-

- 1- هل يعتمد معامل امتصاص مادة ما لأشعة كاما على طاقة هذه الاشعة ؟ كيف ؟
- 2- لماذا يكون معامل امتصاص الرصاص لأشعة كاما اكبر من معامل امتصاص الالمنيوم لنفس الاشعة ؟
- 3- يجب ان يكون موقع المصدر بالنسبة للعداد في التجربة ثابتاً؟ فسر سبب ذلك باختصار
- 4- ما الغاية من ايجاد معامل الامتصاص الكتلي للمواد ؟ اشرح ذلك استنادا الى قيم معامل الامتصاص لكل من الالمنيوم والرصاص ؟



التجربة السادسة

تعیین زمان الخمود لعداد کاپکر

الهدف من التجربة

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

نظريّة التجربة:

ان عداد كايكر يعتبر جهازا بطيئا ولذا فعند استخدامه لتحليل العادات التي تزيد عن حوالي (5000) عدة بالدقيقة فمن الضروري القيام بتصحيح العد ليأخذ بالنسبة لزمن الخمود للحصول على القراءة الحقيقية له لأن عددا من الدقائق يمر خلال العداد اثناء فترة الخمود دون أن يسجلها العداد . و زمن 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 (حامد ، خامل) . ويمكن ايجاد زمن الخمود لعداد كايكر بطريقة المصدر المزدوج او مصدرين مشعدين وذلك كما يلى :

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 يسجلة العداد عند استعمال المصادرين 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 :

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

حيث ان Z تمثل ز من الخمود و ان

وهكذا بالنسبة لباقي القراءات وبصورة عامة فأن القيمة الحقيقة (n) لمقدار العد الذي يسجله العداد N يمكن ايجادها من المعادلة الآتية :

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

ادوات التجربة

-1 عداد كايكير

-2 مصدر لأشعة كاما

-3 مجهر قدرة

خطوات العمل

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

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

ملاحظة : يجب عدم تحريك المصدر المشع اثناء اجراء التجربة

الحسابات والنتائج

-1 صحق 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 باستخدام المعادلة (2)

الاسئلة

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

التجربة السابعة

كفاءة عداد كايكير للكشف عن اشعة كاما

الهدف من التجربة :

تعين الكفاءة المطلقة لعداد كايكير

نظريّة 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 ، ويتبين 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

هناك نوعان من الكفاءة بشكل عام وهي كفاءة مطلقة وكفاءة ذاتية

1- الكفاءة المطلقة : هي نسبة العد الذي يسجله العداد الى العدد الحقيقي الذي يشهده 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 =صافي معدل القراءات لكل مسافة بوحدة (count/60 sec)

$$(1\mu Ci = 2.22 \times 10^6 \frac{dis}{60} sec) = K$$

A =فعالية المصدر المشع بعد تصحيح الزمن بوحدة μCi وتحسب من المعادلة الآتية :

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

حيث ان

❖ عمر النصف للمصدر المشع هو (5.27y)

❖ تاريخ تصنيع المدر المشع هو 2010-4-1

$$A_0 = 1\mu Ci$$

2- الكفاءة الذاتية : هي نسبة العد الذي يسجله العداد الى ما قد يدخل العداد من جسيمات مشحونة (العدد الفعلي للجسيمات الذي دخلت العداد)

ادوات التجربة

- 1- عداد كايكير مع عداد
- 2- حامل لعداد كايكير
- 3- مصدر لأشعة كاما
- 4- مجهز قدرة
- 5- صفيحة من الرصاص او النحاس سمك 3 ملم

خطوات العمل

- 1- اضيطن مصدر الجهد العالي على جهد التشغيل (900) فولت
- 2- اضبط الزمن على 60 ثانية
- 3- سجل ثلاث قراءات بدون مصدر مشع (الحساب 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 لأشعة كاما على بعد 2 سم من عداد كايكير ثم سجل ثلاثة قراءات واحسب متوسطها ثم اطرح الخلفية الاشعاعية منها

6- غير المسافة بين عداد كايكير والمصدر المشع ثم سجل ثلاثة قراءات واحسب متوسطها ثم اطرح الخلفية الاشعاعية منها

7- احسب الكفاءة المطلقة لكل مسافة من معادلة (1)

8- دون النتائج في الجدول الاتي

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

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

- هل تختلف كفاءة عداد كايكير بأختلاف نوع الاشعة النووية ؟ لماذا ؟
- لماذا تستخدم صفيحة من الرصاص او النحاس لامتصاص جسيمات بيتا المنبعثة من المصدر المشع ؟ هل يمكن ان نستخدم مواد اخرى ؟ اذكر مثالا

جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الهيثم

قسم الفيزياء



مخابر الفيزياء النووية للدراسات الاولية

دليل تجارب الفصل الدراسي الاول

2020 - 2019

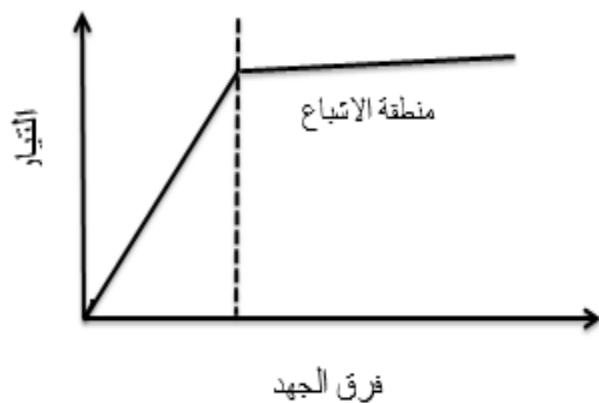
تجربة رقم (1)

دراسة خواص حجرة التأين وتعيين مدى دقة الفا في الهواء

أولاً:- دراسة خواص حجرة التأين

- 1- ارسم خطأً بيانيًّا بين قيم I وفرق الجهد ومنه استخرج قيمة شدة التيار (تيار الإشباع) (I_s) وفرق الجهد اللازم لتشغيل حجرة التأين في منطقة الإشباع (V_o)

V volt	$I \times 10^{-9}$ Amp
100	
200	
300	
.	
.	
.	
1200	



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

- 2- احسب عدد الأزواج الأيونية الكلية في الثانية الواحدة الناتج عن مرور دقة الفا في الهواء ومنها استنتج فعالية المصدر المشع مستخدماً القيم التالية :-

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

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

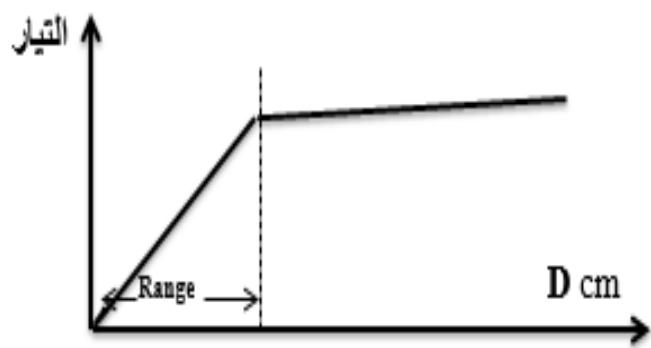
$$1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ dis/sec}$$

ثانياً- تعين مدى دقة ألفا في الهواء:-

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

d (cm)	$I \times 10^{-9}$ (Amp)
0.5	
1	
1.5	
.	
.	
3.5	

رسم مخططاً بيانيًا بين شدة التيار (I) والمسافة (d) ومنه حدد مدى دقة ألفا في الهواء



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

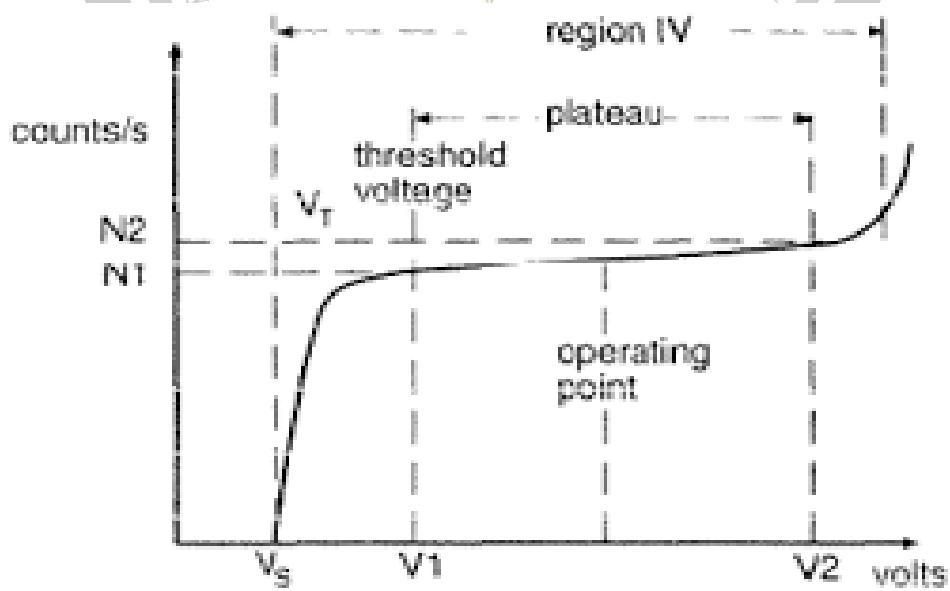
تجربة رقم (2)

دراسة خواص الصمام الوميسي (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 مخططاً بيانيًا بين معدل العد والفولطية المسلطه ومنه احسب كل من جهد التشغيل وطول الهضبة وميل الهضبة:



منحنى العداد الوميسي

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

طول الهضبة $L = V_2 - V_1$

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



تجربة رقم (3)

احصائيات العد للاشعاع النووي

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

القيمة العملية للانحراف القياسي

$\sum N_i$ مجموع القراءات

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

حيث n = عدد المحاولات

القيمة النظرية للانحراف القياسي تساوي

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

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

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

الفاصل الصنفي = 10

العدد الكلي للقراءات = 100

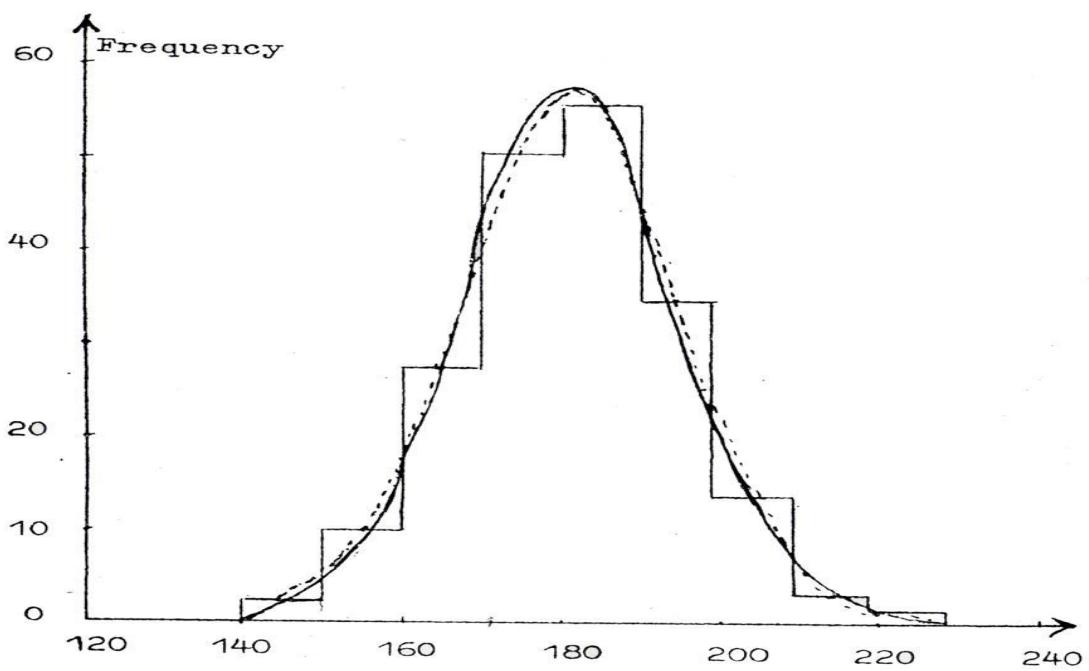
المساحة (A) لمخطط توزيع الترددات =

العدد الكلي للتراثات 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	Y
منتصف المدى	
75	
85	
95	



مخطط توزيع الترددات

تجربة رقم (4)

تحقيق قانون التربع العكسي

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

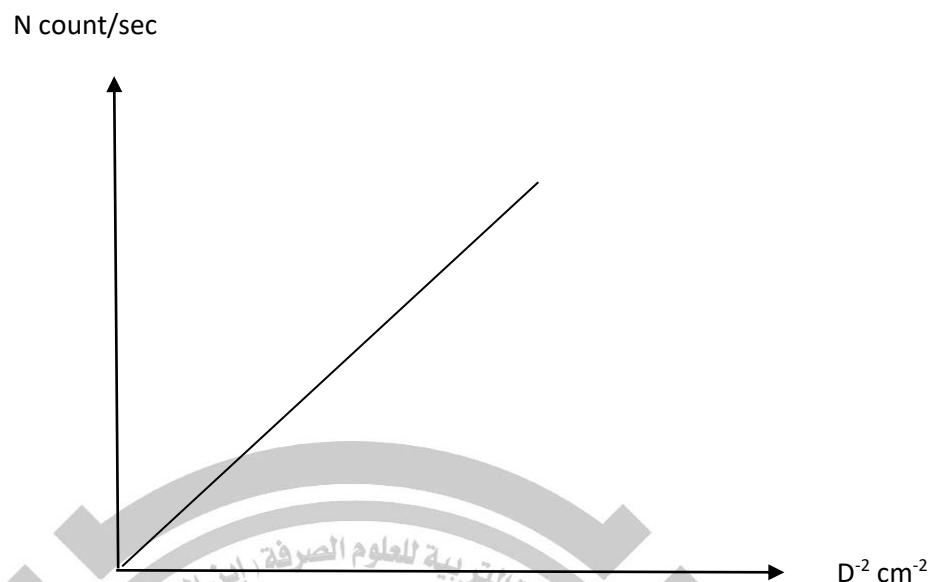
$$N_b \text{ (count / sec)} = [N_1 + N_2 + N_3] / 3 \times 50 \quad \text{معدل القراءة الخلفية}$$

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 μCi حيث أن :

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

تجربة رقم (5)

حساب معامل الإمتصاص الخطى والكتلى للألمنيوم لأشعة كاما و دقائق بيتا

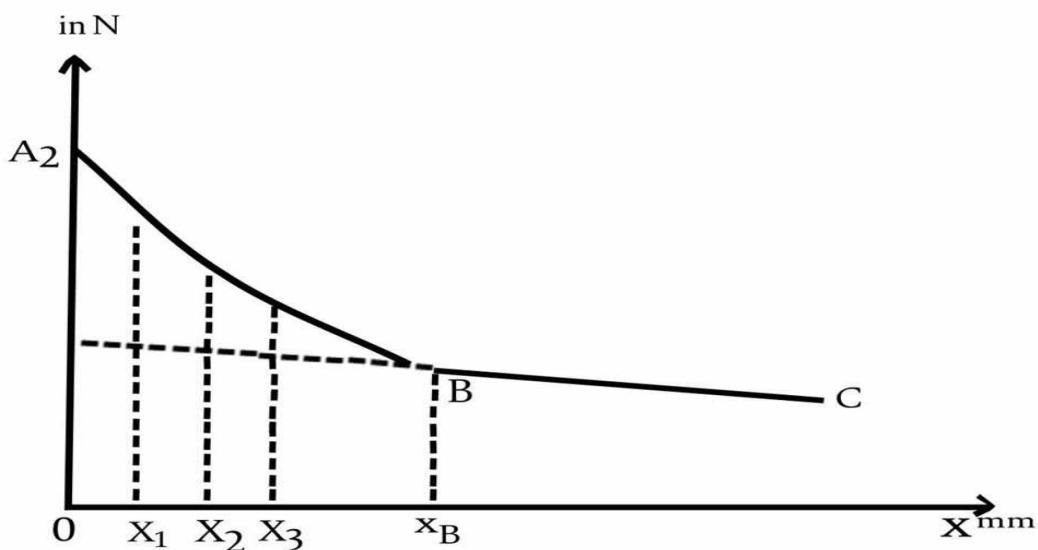
أولاً : أوجد القراءة الخلفية (قراءة عداد كايكر بدون وجود المصدر المشع) ثلث مرات وإحسب المعدل كما يأتي :

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

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 الخطى لأشعة كاما : $\mu_\gamma = \text{slope} \quad (\text{cm}^{-1})$
- 2 معامل الإمتصاص الكتلى لأشعة كاما : $\mu_m = \mu_\gamma / \rho \quad (\text{cm}^2 / \text{gm})$

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

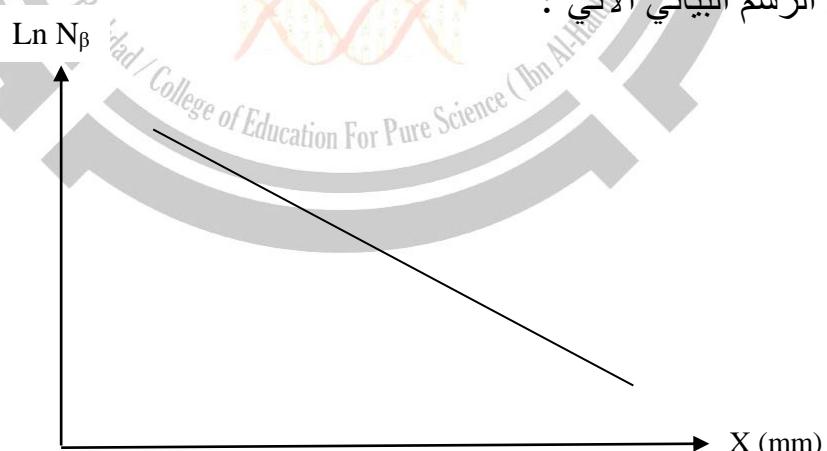
خامساً : إحسب مدى دقة بيتا (R_β) وطاقة بيتا (E_β) بتطبيق المعادلتين الآتيتين :

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

سادساً : رتب النتائج كما مبين في الجدول الآتي :

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

سابعاً : إرسم الرسم البياني الآتي :



ثامناً : أوجد ميل الخط المستقيم في الرسم أعلاه لحساب :

- 1 معامل الإمتصاص الخطى لدقائق بيتا : $\mu_\beta = \text{slope} \quad (\text{cm}^{-1})$
- 2 معامل الإمتصاص الكتلى لدقائق بيتا : $\mu_m = \mu_\beta / \rho \quad (\text{cm}^2 / \text{gm})$

تجربة رقم (6)
حساب زمن الخمود لعداد كايك - مولر
G-M dead time

خطوات العمل

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

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

ملاحظة : يجب عدم تحريك المصدر المشع اثناء اجراء التجربة

الحسابات والنتائج

-1 صحق 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 الآتية

$$T = (N_1 + N_2 - N_{12}) / 2N_1 N_2$$

حيث ان T تمثل زمن الخمود

-3 احسب القيمة الحقيقة لكل من القراءات N_1 و N_2 و N_3 باستخدام المعادلة الآتية :

$$n = \frac{N}{1 - NT}$$

تجربة رقم (7)

دراسة كفاءة عداد كايكير لأشعة 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 صفيحة من الرصاص او النحاس سمك 3 ملم بين المصدر والعداد بحيث يتم امتصاص جسيمات بيتا المنبعثة من المصدر المشع.
5. ضع مصدر باعث لأشعة كاما على بعد (2 cm) من عداد كايكير ثم سجل ثلاث قراءات واحسب متوسطها ثم اطرح الخلفية الإشعاعية منها.
6. غير المسافة بين عداد كايكير 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 الآتية :

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

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 الآتي .

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

Time = 60 sec

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

جامعة بغداد

كلية التربية للعلوم الصرفة / ابن الهيثم

قسم الفيزياء



مخابر الفيزياء النووية للدراسات الاولية

انواع الاشعاعات النووية والkovashf

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:

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

الإشعاع الغير مؤين:

ليس لديه القدرة على تأمين 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 الهيليوم وتتكون من بروتونين ونيوترونين، تتحد في داخل النواة بقوة نووية كبيرة، بحيث تعتبر أشد نوايا العناصر استقراراً وتماسكاً، ذلك لتكونها من 2 بروتون و 2 نيوترون:

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

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

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

كيلومتر/ثانية. ونظرأً لثقل هذه الجسيمات وانخفاض سرعتها فإنها ذات قوة اخترار ضعيفة مع قدرة ضعيفة على النفاذ، اي انها لا تتفذ بسهولة خلال الأجسام، ويمكن إيقافها بقطعة من الورق المقوى. وتمتاز ايضا بقدرة كبيرة على تأين المواد حيث أن معدل التأين في المواد التي تتخللها جسيمات ألفا تتناسب تناسبا طرديا مع مربع شحنة الجسيم. وعندما تسقط على لوح مغطى بطبقة من كبريتيد الخارصين يحدث وميض يمكن ملاحظته.

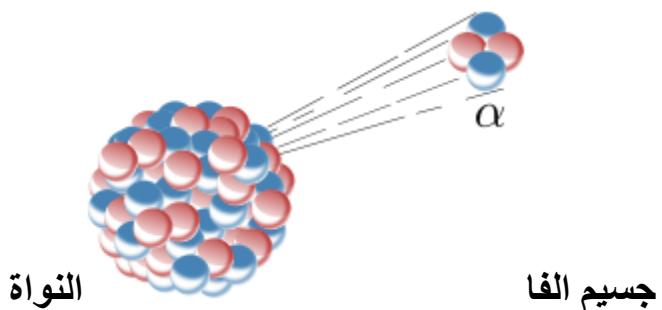
وجسيمات ألفا وهي نواة ذرة الهيليوم-4 تتكون بكميات هائلة في الشمس والنجوم، حيث تندمج أربعة من ذرات الهيدروجين مكونين نواة ذرة الهيليوم-4، وخلال ذلك التفاعل يتتحول 2 من البروتونات ليصبحا نيوترونين ويولد جسيم ألفا. هذا القاعول الذي يتم في الشمس بمعدل بالغ العظمة هو الذي يعطي الشمس تلك الطاقة الهائلة التي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

يحدث انحلال الفا لانوية العناصر الثقيلة (الانتقال من الرصاص) بشرط ان تكون غير مستقرة ، وتتميز انوية تلك العناصر بانخفاض مقدار طاقة الربط النووية ولذلك يحدث لها اضمحلال ذاتي بدون مؤثرات خارجية ، مثال على ذلك:



جسيمات الفا لا تخترق بعيدا في مادة ويمكن وقفها بسهولة تامة. ولكنها قادرة على كسر الروابط الكيميائية التي يمكن أن تسبب الضرر او البيولوجية عندما ضربه لاحد لجزيء ما وحجمها وكتلتها هما المسؤولان على ذلك. معظم الضرر لبواحت الفا اذا ما تناولها الانسان او استنشاقها ودخلت الى الرئتين.

تفاعل جسيمات الفا بصورة رئيسية من خلال القوى الكولومبية مع الالكترونات 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 سماكتها (4 mm) او بضع سنتيمترات من الهواء .

ان الطريقة الرئيسية التي تفقد بواسطتها الجسيمات المشحونة شحنتها هي تفاعಲها مع الكترونات 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 بأنه 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 وتأين النوعي الذي تسببه يكون ثابت المقدار تقريريا ، بينما في نهاية المسار حيث تصبح سرعة الجسيمة قليلة ستزداد احتمالية التصادم فيزداد التأين النوعي عن قيمته الثابتة ، لكنه سرعان ما ينخفض وبشكل سريع للصفر بعد فقدان جسيمة ألفا لكل طاقتها.

2- جسيم بيتا

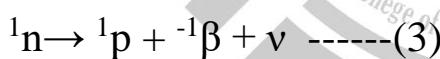
وهي عبارة عن إلكترون أو بوزيترون ذو سرعة وطاقة عاليتين وينبعث من نوى ذات نشاط إشعاعي مثل البوتاسيوم-40. وجسيمات بيتا المنشعة هي شكل من الإشعاعات المتأينة وتعرف أيضاً باسم أشعة بيتا. وتسمى عملية إنتاج جسيمات بيتا بتحلل بيتا. ويرمز لجسيم بيتا بالحرف الإغريقي بيتا (β).

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

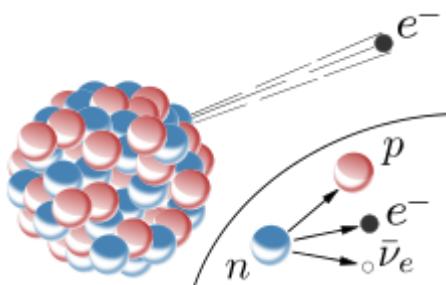
تحلات بيتا الرئيسية :

أ- تحلا β^- ابعاث الإلكترون

عند وجود نواة ذرية غير مستقرة مع فائض من النيوترونات قد يعرضها لتحلل بيتا حيث يتحول النيوترون إلى بروتون وإلكترون وضد نيوترينو وهو (الجسيم المضاد للنيوترينو) 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 نوترینو (ضد نيوترینو).



الشكل (2): انبعاث بيتا السالبة ${}^{-1}\beta$

بـ- 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 نيترون وينتج البوزترون و النيوتروينو:



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 تتبع من احلال بيتا ، تسير بسرع 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 تتبعت على شكل فوتونات (وهي عبارة عن كمات من الطاقة ليس لها كتلة ولها خواص تشبه خواص الضوء العادي).

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

تنتج أيضاً من العناصر المشعة مثل اليورانيوم وبقى 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 ومجانتها قصيرة جداً. وأشعة كاما ذات تأثير ضار جداً على الخلايا الحية، ولو لا وجود الغلاف الهوائي حول الأرض الذي يمتص ويشتت هذه الأشعة ذات التردد الموجي العالي (الطول الموجي القصير) والطاقة الكبيرة، لأنعدمت الحياة على سطح الأرض. لأن أشعة كاما لها قدرة فائقة على النفاذ و اختراق 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 ترددتها.

• أما عن استخداماتها، فهي تستخدم في المجال 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 نقاوهة و تستطيع 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.

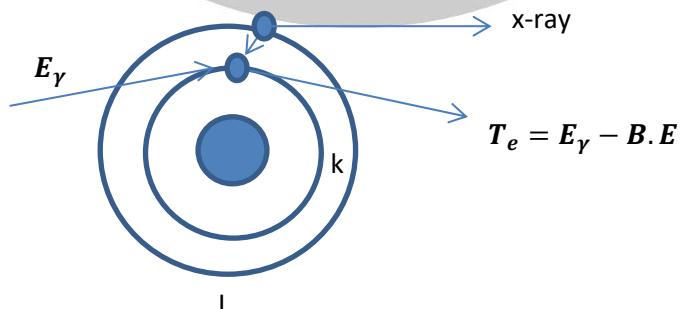
• وكما نعلم فإن خطورة الشيء تكمن في قوته، والتعرض الكثيف لأشعة الشمس التي وبالتالي تنتج أشعة غاما إلا أن نسبتها في أشعة الشمس قليل جداً، وخطورة التعرض لأشعة الشمس يمكن في الأشعة فوق البنفسجية ذات الترددات العالية، والتي قد يؤدي للإصابة المباشرة بسرطان الجلد.

• 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-تأثير الكهروضوئي (Photoelectric effect)

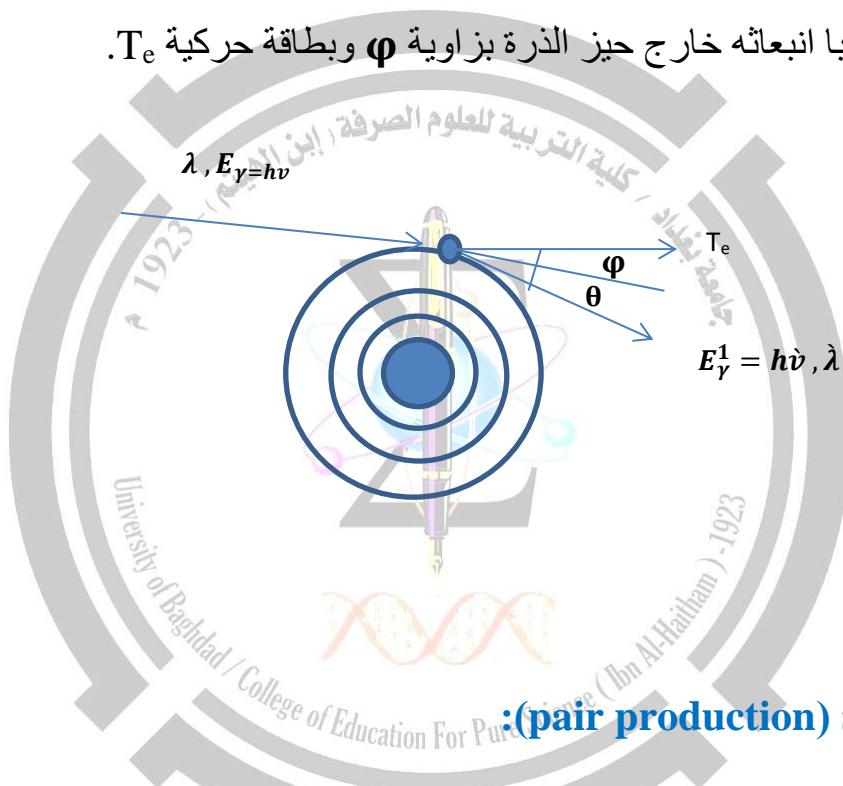
في هذه الظاهرة تتصادم طاقة الفوتون (أشعة كاما) الساقط كلياً من قبل الكترون مرتبطة بالمدارات الداخلية للذرّة ، وبهذا سوف يختفي الفوتون وينفصل الالكترون عن الذرة تاركاً اياها ايوناً موجباً وكما موضح بالشكل أدناه :



ان احتمالية التفاعل بهذه الظاهرة تتناسب عكسيًا مع طاقة الفوتون الساقط وطردياً 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 مسبباً انبعاثه خارج حيز الذرة بزاوية φ وبطاقة حرارية T_e .

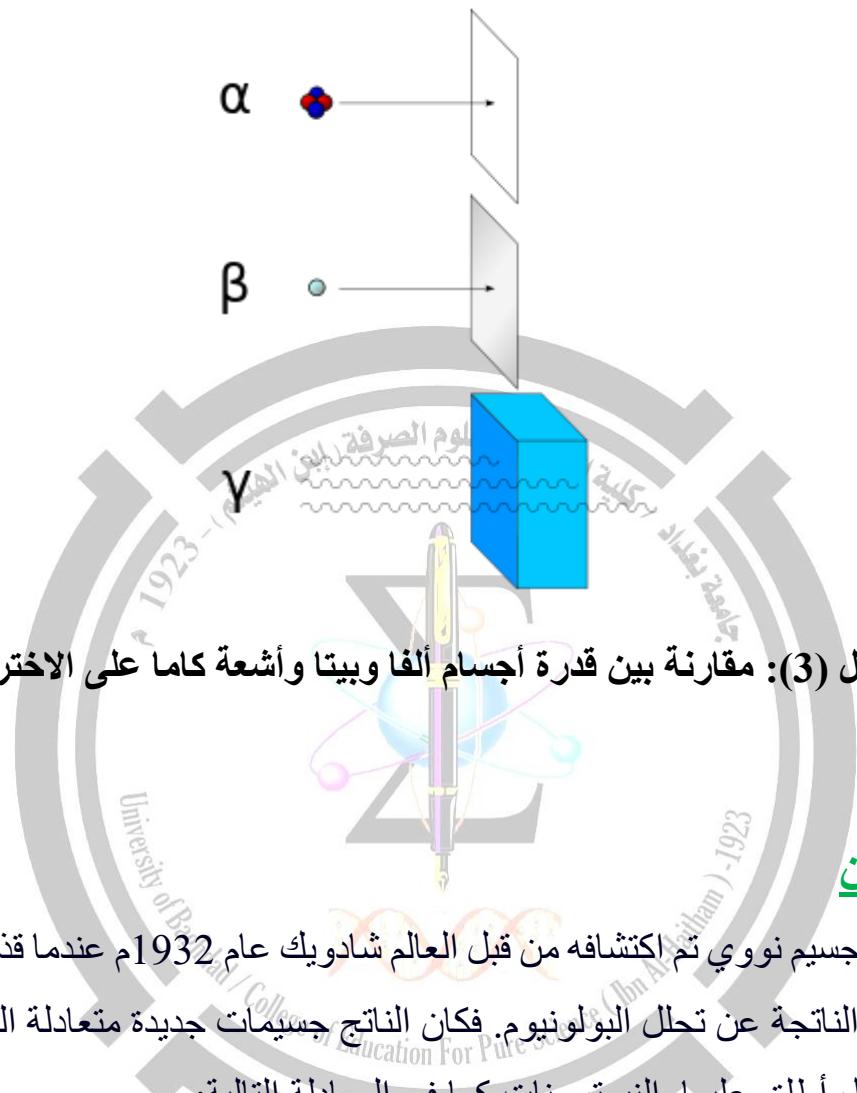


3- انتاج الزوج (pair production): (pair production)

يمكن للفوتون ان يتحول الى مادة على شكل زوج الکترون - بوزترون . ان مثل هذا التفاعل يحدث بجوار المجال الكولومي للنواة وذلك لكي يكون الزخم الخطى محفوظاً بمساعدة النواة التي تأخذ جزءاً من زخم الفوتون في عملية التحويل . ان الطاقة السكونية $m_0 C^2$ لكل من الالكترون والبوزترون تساوي 0.511 MeV ، لذلك فان انتاج زوج الکترون - بوزترون يتطلب في الاقل فوتوناً طاقته تساوي $0.511 \times 2 = 1.022 \text{ MeV}$. واي زيادة في طاقة الفوتون عن هذا المقدار تظهر بشكل طاقة حرارية للالكترون والبوزترون حيث :-

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

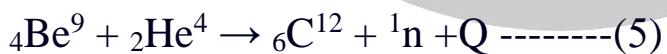
مقارنة بين قدرة أجسام ألفا وبيتا وأشعة كاما على الاختراق



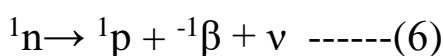
الشكل (3): مقارنة بين قدرة أجسام ألفا وبيتا وأشعة كاما على الاختراق

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 وضد البروتون كما في المعادلة التالية:



وقد دلت التجارب على أن عمر النصف للنيوترون تقدر بـ 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 التناقض الكولومي عند اقترابها من النواة مما يعني نفوذها في النواة اسهل من نفوذ الجسيمات المشحونة. ومن تفاعلات النيوترونات:-



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



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



ثانياً : 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 بطئية (Slow- neutron) $E \sim 1 \text{ KeV}$

4- تفاعلات نيوترونات سريعة (Fast- neutron) $E \sim 0.1 - 10 \text{ MeV}$

5- تفاعلات الجسيمات المشحونة البطئية $E \sim 0.1 - 10 \text{ MeV}$

10 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 الاشعة 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

(الاشعة السينية , اشعة كاما)
مبدأ الكشف : تفاعل الاشعة التي لا تحمل شحنة مع المادة بثلاث طرق هي الانبعاث الكهروضوئي واستطارة كومبتن وتولد الازواج وجميعها تؤدي الى تولد الكترونات ثانوية تؤدي الى تأين ذرات المادة او اثارتها وبالتالي توليد الازواج الايونية .

تفاعل الاشعة مع المادة بطريقة مباشرة

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 ازواجا الكترونية - ايونية

(الجسيمات المشحونة)

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

المخطط (1) مبدأ الكشف عن الاشعاع في الكواشف النووية

❖ حركة الالكترونات والايونات في الغازات

عند مرور الاشعة المؤينة في الغاز سوف تكون ازواجاً للكترونات - ايونات حركتها عشوائية
عند عدم تسلیط مجال كهربائي

❖ **الحركة الانسياقية** : عند تسلیط مجال كهربائي فان الايونات الموجبة والالكترونات سوف تتحرك حركة انسیاقية (اي ان الايونات الموجبة والالكترونات سوف تتتسارع تحت تأثير المجال الكهربائي وعندما تصطدم بذرات المادة سوف تفقد كل طاقتها او جزء منها ثم تتتسارع من جديد)

❖ **الالتضاق** : 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

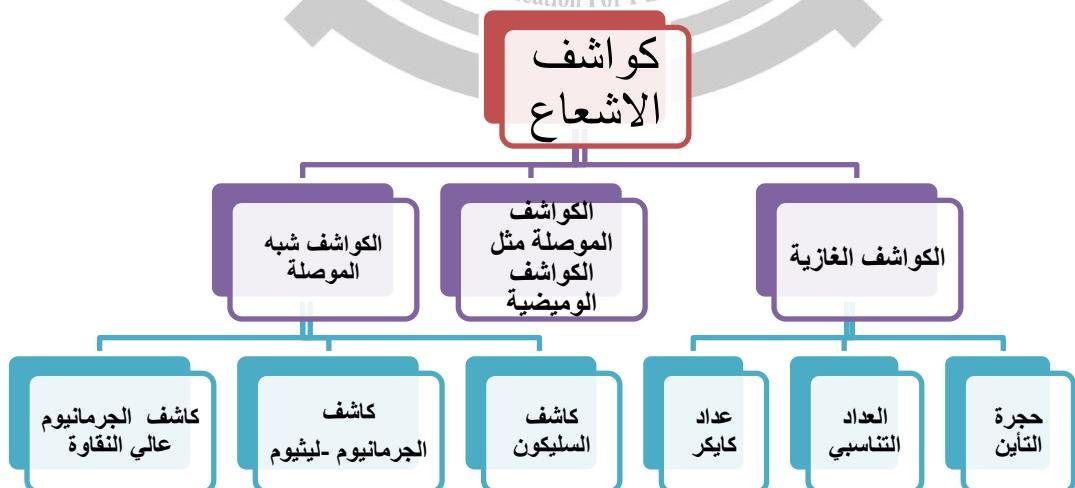
❖ انواع الكواشف النووية :

1- الكواشف الغازية

2- الكواشف الصلبة

3- الكواشف شبه الموصولة

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 ازواجاً الكترون - ايون موجب هذا يعني تكون شحنات والشحنات تعني تيار وبذلك نستطيع الكشف عن الاشعة بقياس مقدار الشحنة او التيار .
- **انواع الكواشف الغازية الرئيسية :** يوجد الكثير من انواع الكواشف الغازية ولكن هنالك ثلاثة انواع رئيسية منها هي :

1 - حجرة التأين

2 - العدادات التناضجية

3 - عدادات كايك - مولر كلية التربية للعلوم الصرفة (ابن الهيثم)

❖ ميكانيكية الكشف عن الاشعة في الكواشف الغازية

-1- **المنطقة الاولى ($V_1 - V_2$)**: تحدث في هذه المنطقة عمليات التأين الرئيسية وتنتج الكترونات الابتدائية. 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 فتصادم مع ذرات اخرى في الغاز مما يؤدي تأينها (ازواجاً الكترونية - ايونية) تسمى عملية التأين بهذه الحالة بعملية التأين الثانوي وتسمى الالكترونات الناتجة بالالكترونات الثانوية . ويزداد اتساع هذه المنطقة

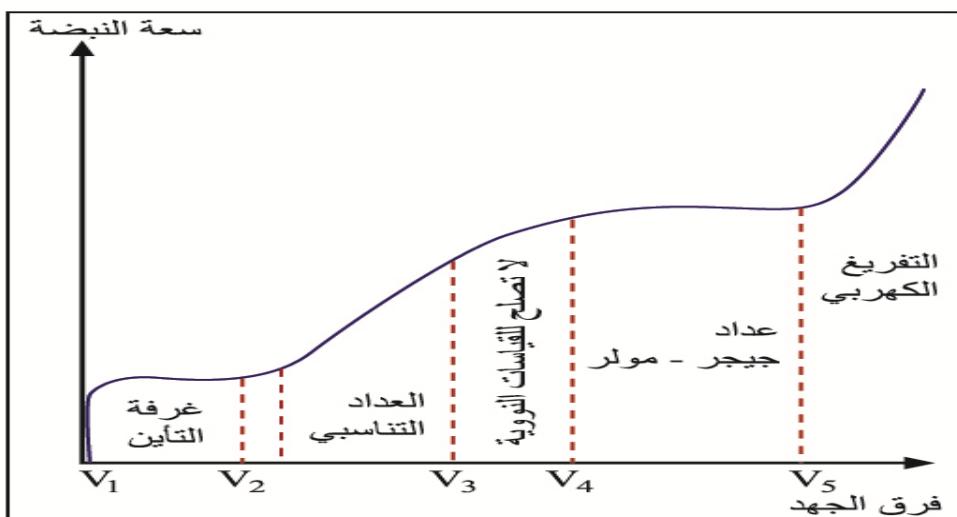
بازدياد طاقة الالكترونات الابتدائية (الرئيسية) لانها تؤدي الى زيادة الالترنونات الثانوية وبالتالي زيادة سعة النسبة الناتجة عن الاشعة ويكون اتساعها بشكل خطى وهذا يعني ان سعة النسبة ضمن هذه المنطقة يناسب مع طاقة الشعاع الساقط وبهذه الحالة يسمى العداد

بالعداد التناضجي

- 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 خطياً 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 كايكر - مولر.

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



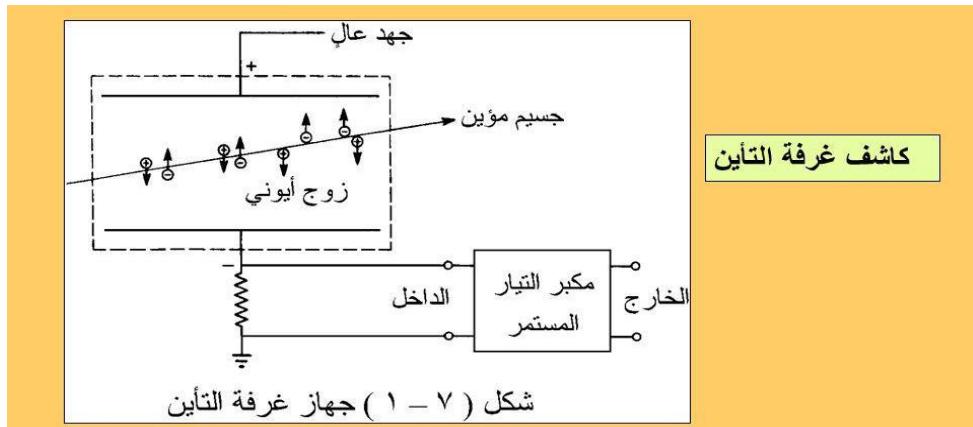
الشكل (1) ميكانيكية الكشف عن الاشعاع في الكواشف الغازية

• حجرة التأين :

► **مبدأ العمل** : عند دخول الاشعة المؤينة الى الحجرة سوف تتكون ايونات موجبة وسائلبة 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 (او اشكال اخرى) فلزبين موصلين بطرفى مصدر جهد عالي يوضع القطبان في اناء مفرغ من الهواء ويملى بالغاز ولكن اكثر الاحيان يكون الغاز الموجود في الحجرة هواء. القطب الذى يتصل بجهاز

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



الشكل (2) حجرة التأين

استخدام غرفة التأين 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 تمتنز 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 يکوم ضغط الغاز داخل الغرفة كبير حتى تتوقف هذه الجسيمات داخل الغرفة ويجب ان تصنع نوافذ ذات سمك كبير
- 3- اشعة کاما : القدرة الاختراقية لاسعة کاما عالية لذلك لداعي لوضع نافذة في جدار الغرفة . لكن عمليات تفاعل اشعة کاما مع المادة (التأثير الكهرومغناطيسي واستطراد كومبتن وتولد الازواج) تكون احتمالية حدوثها صغيرة لذلك يبطن السطح الداخلي للغرفة بعنصر عده الذري كبير مثل الرصاص ليزيد من احتمالية التفاعل وحدوث عملية التأين ولكن يجب ان يكون سمك الطبقة الداخلية صغير وذلك لكي لا تتمتص الالكترونات الناتجة من العمليات الثلاثة . ان الجزء القليل من کاما 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 تتناسب 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 لا تحدث 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 . ولا يوجد نافذة للكاشف بسبب قدرة النيوترون العالية

• **العدادات التناضجية**

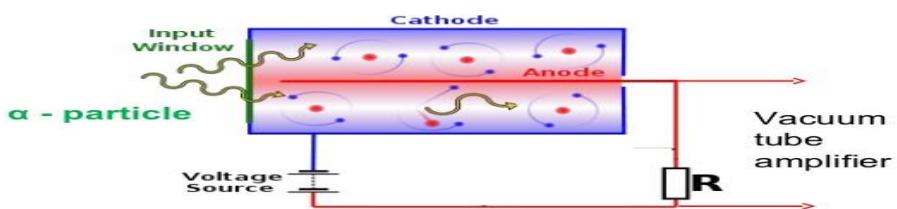
تكون العدادات التناضجية على شكل اسطوانة التي توصل بالارض (القطب السالب للجهد العالي) وتتجمع عليه الايونات الموجبة . في داخل الاسطوانة يوجد سلك رفيع يمثل القطب الانود تتجمع عليه الالكترونات . في حالة زيادة الجهد بشكل اكبر بعد منطقة التشبع فان الايونات المتكونة ستكتسب طاقة حركية عالية تحت تأثير فرق الجهد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

• عداد كايكير

يتكون من أسطوانة مملوقة بغاز الأرجون تحت ضغط 40 ضغط جوي وأنود بشكل سلك من التنجستن والكافثود وهو الأسطوانة الخارجية ويصنع عادة من الحديد المقاوم للصدأ أو الألمنيوم ويطلبي من الداخل بالكريبون ليصبح موصلًا للكهرباء . القطب الكهربائي الموجب عبارة عن سلك رفيع يمر عبر مركز الأسطوانة والقطب الكهربائي السالب هو جدار الأسطوانة ويملاً بغاز خامل وتعلق نهايتي الأنابيب . تطبق فولتية عن طريق مجهر فولتية يتصل بمقاومة خارجية.

► **مبدأ العمل :** عند زيادة فرق الجهد بين قطبي العداد النسبي إلى ما بعد منطقة التناوب يؤدي إلى ارتفاع معامل التضاعف زيادة هائلة وبذلك يزداد التيار زيادة طارئة لأن السبب الرئيسي في توليد الإلكترونات الثانوية هي الفوتونات وتنشر حالة التأين الثانوي إلى جميع أنحاء العداد فيحصل التفريغ الكهربائي . فينتج تيار عالي جداً هذا يعني أن جهد النبضة لا يعتمد على عدد الإلكترونات الأولى الناتجة عن الجسيم النووي . أذيفكي تكون زوج الكتروني - أيوني لبدء عملية التفريغ اي ان جهد النبضة لا يعتمد على طاقة الجسيم النووي المسبب لها لذلك لا يستخدم عداد كايكير لتحديد طاقة الجسيمات النووية وإنما فقط لتسجيل عدد هذه الجسيمات .. : بمجرد حدوث التأين يحدث تفريغ لا يتوقف مرور التيار داخل العداد ذاتياً وأما يستمر حتى في حالة عدم وصول جسيمات نوية جديدة لذلك يجب إيقاف عملية التفريغ الكهربائي داخل العداد حتى يكون قادرًا على استقبال جسيمة نوية جديدة وتسجيلها

Geiger-Muller Counter

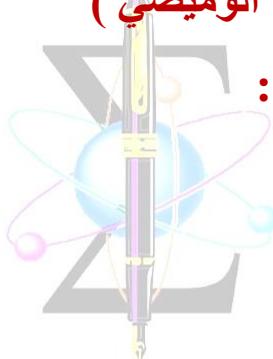


الشكل (3) عداد كايكير مولر

الزمن الميت وزمن الاسترجاع لعداد كايكرو: عند تجمع الالكترونات الرئيسية والثانوية حول السلك المحوري داخل الاسطوانة (الانود) تتكون سحابة ايونية حوله , وتبعد بالانتقال الى الكاثود (جدار الاسطوانة) فينخفض لذلک المجال الكهربائي بين القطبین اقل من جهد کايكرو-مولرو بذلك يكون العداد غير حساس لاستقبال اي جسيم نووي جديد وب مجرد وصول هذه السحابة الایونية 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 کايكرو (اقل جهد لازم لتشغيل عداد کايكرو) تسمى بالزمن الميت . اما الفترة الزمنية بين وصول الجهد الى عتبة کايكرو والقيمة القصوى بزمن الاسترجاع .

2- الكواشف الصلبة (الكاشف الوميضي)

• مكونات الكاشف الوميضي :



1- المادة الوميضية

2- انبوب توصيل الضوء

3- العاكس الضوئي

4- انبوب المضاعف الضوئي

• مبدأ الكشف باستخدام الكواشف الوميضية:

1- امتصاص طاقة الجسيم النووي داخل المادة الوميضية مما يؤدي الى اثارة او تأين ذرات المادة

2- تحول الطاقة الممتصة في المادة الى ضوء خلال العملية الوميضية

3- انتقال الفوتونات الضوئية الى المهبط الضوئي لانبوب المضاعف

4- امتصاص المهبط لطاقة الفوتونات الضوئية وانبعاث الکترونات منه

5- تضاعف عدد الالكترونات داخل انبوب التضاعف الفوتوني

6- تجميع هذه الالكترونات عند المصعد للانبوب الضوئي وتكون شحنة كهربائية كبيرة

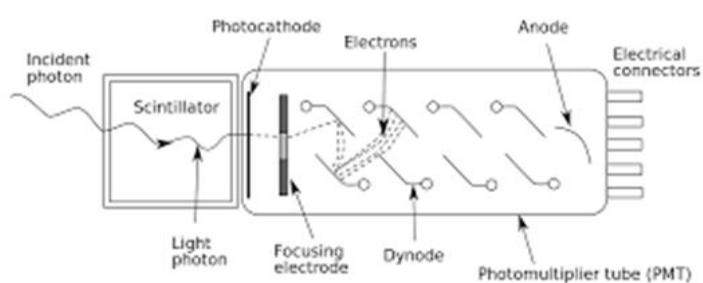
• مكونات الكاشف الوميضي

يتكون انبوب المضاعف الضوئي من انبوبة زجاجية مفرغة من الهواء تفريغاً جيداً ويكون من اربع مكونات أساسية هي :

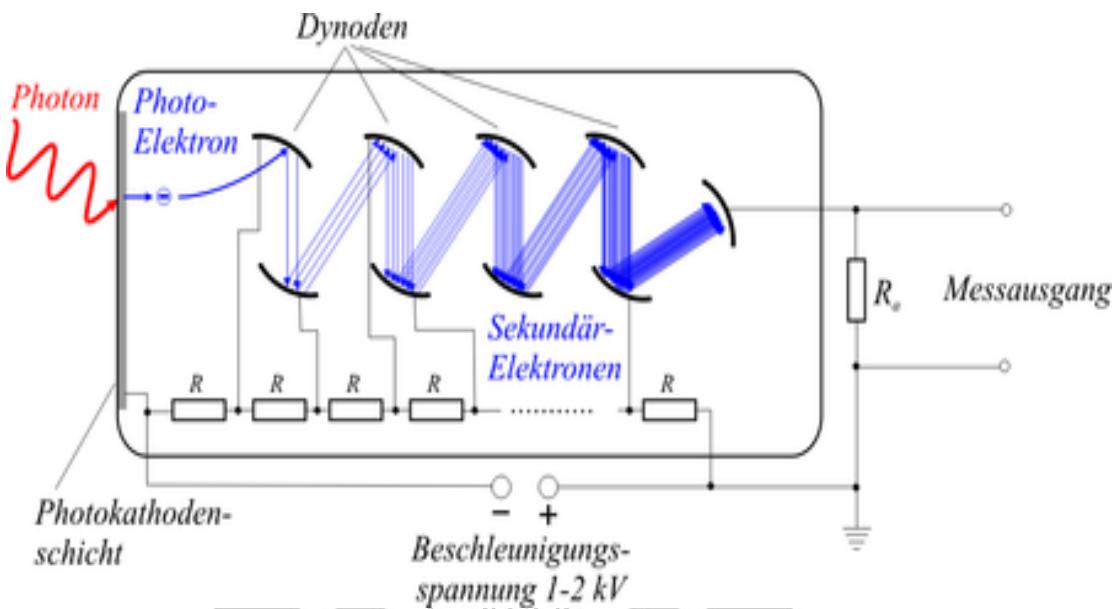
- 1- المهبط (الكاثود)
- 2- قطب تركيز الحزمة الالكترونية
- 3- الاقطاب الثانوية (الداينودات)
- 4- المجمع (الانود)

• آلية عمل الكاشف الوميضي

تسقط الاشعة على المادة الوميضية 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 الکترونات بعملية التأثير الكهروضوئي تسقط هذه الالکترونات على قطب تركيز حزمة الالکترونات التي تعمل كعدسة لزيادة تركيزها فتسقط هذه الالکترونات على الداينود الاول فعندما تكون طاقتها عالية سوف تحدث عملية التأين الثانيوي ويتضاعف عدد الالکترونات ثم تسقط على الداينود الثاني وتحدث نفس العملية وتستمر الى اخر داينود نكون قد حصلنا على عدد هائل من الالکترونات تسقط على الانود فتظهر نبضة كهربائية سالبة .



الشكل (4) الكاشف الوميضي



الشكل (5) آلية عمل الكاشف الوميضي

• استخدام الكواشف الوميضية للكشف عن الأشعاعات

1- جسيمات الفا والجسيمات المشحونة الثقيلة :

للكشف عن جسيمات الفا والجسيمات المشحونة الثقيلة نستخدم بلورة وميضية من كربونيد الخارصين المنشط بالفضة $ZnS(Ag)$ لأنها ذات كفاءة عالية لتحويل طاقة جسيمات الفا والجسيمات المشحونة الثقيلة إلى 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 والأشعة السينية : نستخدم بلورة ايديد الصوديوم المطعمه بالثاليوم $NaI(Tl)$ كمادة وميضية بسبب كبر كثافتها وكبير العدد الذري للثاليوم والليود .

ملاجطة: الكواشف الوميضية 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 للاسباب الآتية :

أ- الوزن الذري الكبير للبلورة 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 تخلص عملية الكشف عن النيوترونات باستخدام الكاشف الوميضي بالمخطط الاتي

الكشف عن النيوترونات باستخدام الكواشف الوميضية

النيوترونات السريعة

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

النيوترونات الحرارية

استخدام بلورة في شكل خليط من حبيبات كبريتيد الخارصين مع الشمع لاحتواها على نسبة عالية من الهيدروجين

بلورة يوديد الليثيوم المطعم 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 والوميضية 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 . تستغل هذه الكاشفات مثل الكاشفات الغازية ، لكن هناك اختلاف بين الكواشف الغازية وشبه الموصلة هو ان حاملات الشحنة في الكواشف الغازية هي الالكترونات والابيونات اما حاملات الشحنة في الكواشف شبه الموصلة فهي الالكترونات والفجوات .

الطاقة اللازمة لتوليد ازدوج ايوني في الغازات هي 35 الكترون فولت حوالي عشرة مرات الطاقة اللازمة لتوليد زوج الكتروني ثقبي .

تجميع هذه الازواج في كلتا الحالتين يؤدي الى تكوين نبضة كهربائية متناسبة مع كمية وطاقة الاشعاعات الساقطة .

خصائص الكاشفات شبه الموصلة تعتمد على نوع المادة المستعملة وعلى طريقة التصنيع والمعالجة وعلى حجم الكاشف .

خصائص المادة شبه الموصلة

تنقسم المادة بشكل عام من حيث التوصيل الكهربائي الى ثلاثة انواع منها (العازل وشبه الموصل والموصى 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 الحرية بسهولة داخل الموصى مكونة بذلك تيار كهربائي تحت تأثيرات جهد يختلف عن الصفر .

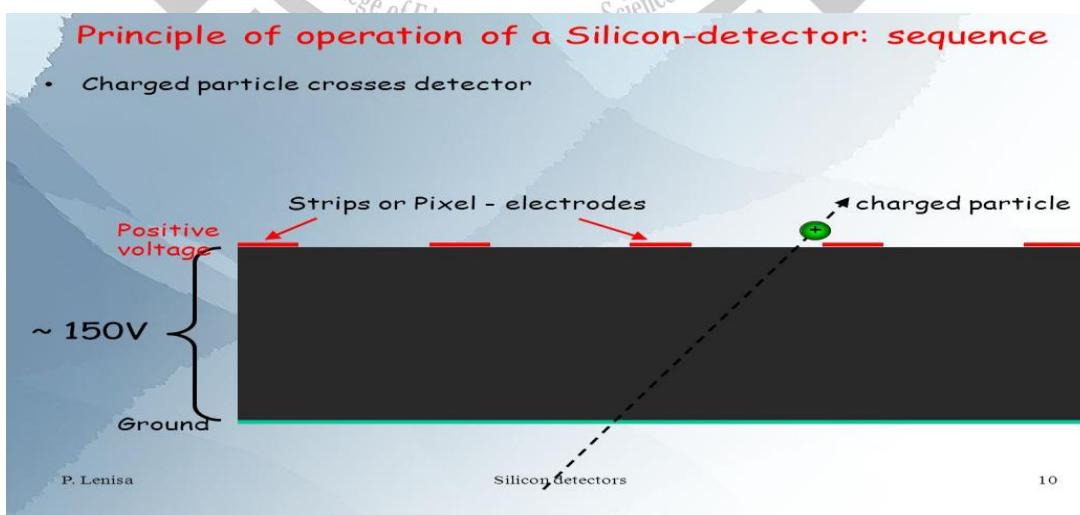
ملاحظة : عند رفع درجة حرارة أشباه الموصلات تزداد كمية حاملات الشحنة المتحركة وتقل المقاومة بشكل كبير ولكنها لا تتفق بقابلية التوصيل العالي والعكس صحيح حيث تزداد المقاومة بخفض درجة الحرارة وتصبح قريبة من مقاومة المواد العازلة ، وهذا يعني ان المادة شبة الموصلة لاتسمح للإلكترونات بالتحرك عندما تكون درجة 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 ملتقى يتميز بالاتي:

عرض N-Type اقل من مايكرومتر حتى لا تفقد الاشعاعات الساقطة جزء كبير من طاقتها فيه . ويجب ان يكون تركيز الشوائب الخامسية عاليا لصغر عرض المادة. تعتبر منطقة الاستنزاف هي المنطقة الحساسة للكاشف . حيث ان عدد الازواج الالكترونية_الثقيلية الناتج عن الجسيم النووي الساقط في هذه المنطقة تناسب طرديا مع الطاقة التي فقدتها الجسيم ، ويتم تسليط مجال كهربائي فتتحرك الالكترونات باتجاه المنطقة الالكترونية N-Type وتحرك 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 إلى نهايتها لأنه عند احتياز الجسيم النووي منطقة الاستنزاف ودخوله المنطقة P-Type سوف تولد الأزواج الإلكتروني - التقبية ولكن في هذه المنطقة غالبية حاملات الشحنة هي الثقوب يعني عدد الثقوب كبير جداً وعدد الإلكترونات قليل جداً فتتحرك الثقوب ويحدث اتحاد بين الثقوب وال الإلكترونات فيضيع جزء كبير من التيار وهذا يعني عدم تناسب طاقة الجسيم الساقط مع كمية الشحنة المترجمة في هذه المنطقة . وكذلك عند المنطقة N-Type فعند احتياز الجسيم الساقط منطقة الاستنزاف ودخوله إلى منطقة الإلكترونات N-Type سوف تولد الأزواج الإلكتروني - التقبية وبما أن عدد الإلكترونات كبير جداً وعدد الثقوب قليل جداً تتحرك الإلكترونات فتحتدى معها الثقوب وبالتالي ضياع جزء من التيار . لذلك يجب جعل عرض منطقة الاستنزاف كافي للمحافظة على التناسب بين طاقة الجسيم النووي الساقط وبين عدد الأزواج الإلكتروني - التقبية المترجمة وبالتالي المحافظة على التيار والنبضة الناتجة من الكاشف

2- كاشف الجرمانيوم - ليثيوم هو كاشف يستخدم للكشف عن جسيمات بيتا وأشعة كما يستخدم فيه الجرمانيوم بسبب كثافته العالية وعده الذري الكبير .
هو عبارة عن ثنائي ملتقي يتميز بالاتي : عرض منطقة الاستنزاف كبير 1-3 ملم حتى تتوقف جسيمات بيتا أو الإلكترونات الناتجة عن أشعة كما 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 إلى عرض منطقة الاستنزاف حتى عند الجهد العكسي الصغيرة .

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

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

3-كاشف الجermanium عالي النقاوة :

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



الشكل (7) كواشف الجermanium عالي النقاوة

• مزايا الكواشف شبه الموصلة

- 1- قدرة تحليلية فائقة للطاقة افضل بكثير من القدرة التحليلية لحجرة التأين والعدادات الوميضية لأن عدد الازواج الالكترونية - الثقبية اكثر بعشر مرات من الازواج الالكترونية الايونية في حجرة التأين .
- 2- يوجد علاقة خطية بين طاقة الجسيم النووي وبين النسبة الكهربائية الناتجة .
- 3- قصر زمن النسبة الكهربائية الناتجة عن الجسيم النووي الساقط بسبب صغر حجم منطقة الاستنざاف وهذا يؤدي الى امكانية عد وتحليل عال للجسيمات يصل 1000000 جسيم / الثانية
- 4- امكانية التحكم بعرض منطقة الاستنざاف عن طريق التحكم بالجهد العكسي
- 5- له القدرة على فصل الانواع المختلفة من الجسيمات المشحونة الثقيلة عن بعضها . مثلا اذا كانت الجسيمات الساقطة عبارة عن بروتونات وجسيمات الفا واردنا ان نفصلهما عن بعضهما تقوم بتغيير عرض منطقة الاستنざاف بحيث لايزيد عن مدى جسيمة الفا عن طريق تغيير الجهد العكسي عدة فولتات فسوف تمر البروتونات من هذا العرض دون ان تفقد جزء ملmos 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 لأشعاعات كثيفة مثل النيوترونات
- 3- ضرورة تبريد الجهاز فلا يمكن تشغيله عند درجات الحرارة المرتفعة
- 4- عند الاحجام الكبيرة لها سوف يؤدي الى زيادة زمن النسبة اي تقل القدرة على الاعد والتحليل .