جمهورية العراق

وزاره التعليم العالي والبحث العلمي

جامعه بابل - كليه التربية

قسم الفيزياء

كيفية بناء عداد جيجر

HOW TO BUILD GEIGER COUNTER

بحث مقدم الى مجلس كلية التربية – قسم الفيزياء وهو جزء من متطلبات نيل شهاده البكالوريوس في الفيزياء

تقدمت به الطالبة

زينب عزيز رحم

بأشراف

د. محمد عبد الحمزه

2023م 1444 هـ

بسم الله الرحمن الرحيم

يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا

الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ

صدق الله العلي العظيم

سورة المجادلة: الآية (11)

الاهداء

اهدي هذا العمل المتواضع

الى :

- الوالدين الكريمين (حفظهم الله)
- والى كل افراد اسرتي
- والى روح جدي وجدتي (رحمهم الله)
- الى كل الاصدقاء ومن كانوا برفقتي ومصاحبتي اثناء دراستي في الجامعة
- والى كل من لم يدخر جهدا في مساعدتي
- والى كل من ساهم في تلقيني ولو حرف في حياتي الدراسية

❖ الشكر والتقدير ❖

أشكر الله مولاي وخالقي الذي من عليّ بإتمام هذا العمل المتواضع ، مع رجائي أن يتقبلهُ مني ويجعلهُ خالصاً لوجهه الكريم .

انطلاقاً من قوله تعالى : "ومن يشكر فإنما يشكر لنفسه" ومن قول الرسول (صلى الله عليه واله) : "لا يشكر الله من لا يشكر الناس" وإيماناً بالفضل اعترافا بالجميل وتقديم الشكر والامتنان لأصحاب المعروف ،

فإني أتقدم بالشكر الجزيل والثناء العظيم لكل من ساعدني في انجاح هذا البحث وأخص بالذكر أستاذي الفاضل : **(د. محمد عبد الحمزة)**

كما وأتقدم بالشكر الجزيل لأفراد عائلتي جميعاً على تشجيعهم ومساعدتهم لي حتى أتممت بحثي هذا . . .

الباحثة

فهرست المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
المقدمة	1
الفصل الاول : الكواشف النووية	
1-1 : مبدأ الكشف	3
2-1 : تصنيف الكواشف	5
الفصل الثاني: عداد كايكر	
1-2 : التعريف بعداد كايكر	10
2-2 : نبذه تاريخية	13
3-2 : مبدأ التشغيل	14
4-2 : تركيب الجهاز	18
5-2 : طريقة عمله	21
6-2 : زمن الاحتجاز	22
المصادر	24

المقدمة :

تتطلب القياسات النووية جميعها ، سواء في مراكز الأبحاث أو محطات توليد الطاقة النووية ،أو غيرها، توافر الأجهزة الخاصة بتسجيل الأنواع المختلفة من الإشعاعات. وتُعرف هذه الأجهزة بكواشف الإشعاعات تستخدم الكواشف عموماً لتحديد نوع الإشعاعات ،وقياس كمياتها وتحديد طاقاتها. ويتوقف نوع الكاشف المُستخدم على عدة عوامل أهمها:

1. نوع الجسيمات و الإشعاعات المطلوب الكشف عنها ،جسيمات مشحونة ثقيلة، أو إلكترونات، أو أشعة سينية، أو غاما، أو نترونات... إلخ
2. طاقة هذه الإشعاعات.
3. شدة الإشعاعات.
4. طبيعة المكان الذي سيوضع فيه الكاشف.

إذاً، للتعرف على الأشعة النووية لا بدَّ من استخدام أجهزة تسمح بذلك. إن الأجهزة المستخدمة للكشف وللتعرف على الأشعة النووية تُدعى بالكواشف. يوجد في هذا المجال كثير من الكواشف، ويتعلق الكاشف المستخدم عادة بطبيعة التجربة التي نرغب في تنفيذها.

وهـذه يعتمـد بشـكل عـام مبـدأ الكشـف عـن الإشـعاع والجسـيمات النوويـة علـى ظـواهر التـأين التشـرد الظـواهر تتعلـق بسـلوك وتصـرف الجسـيمات النوويـة في أثناء عبورها واجتيازها المواد المستخدمة في هذه الكواشف.

يعتمـد تفاعـل الإشـعاع مـع المـادة علـى تصـنيف الإشـعاع وفقـاً لنوعـه، فإمـا أن يكـون إشـعاعاً مؤينـاً، أي يمتـاز بطاقـة عاليـة تُمكنـه تـأيين الوسـط المـار بـه، أو أن يكـون إشـعاعاً غيـر مـؤين، أي لا يمتـاز بطاقـة عاليـة تكفـي لتـأيين الوسـط المار به. سوف نهتم ونقدّم هنا المميزات والصّفات الأساسية لعداد كايكر.

الفصل الاول : الكواشف النووية

1-1 : مبدأ الكشف :

نظرا لطبيعية الإشعاع غير المرئية كان لابد من إيجاد الطرق والأدوات الملائمة للكشف عن الإشعاع وقياسه وكذلك بما أن الهدف الرئيسي للوقاية الإشعاعية هو معرفة وقياس الإشعاع وتوفير المعلومات اللازمة عنه و معرفة مقدار ما قد يحدثه من أثار سلبية على الإنسان والبيئة بالإضافة الى تقدير ضرورة إجراء هذه القياسات ودرجة ملائمة الأجهزة لنوع القياس وذلك لغايات تخفيض الجرعات الإشعاعية . ومن هنا تم تطوير عدة تقنيات وأدوات لقياس الإشعاع و أكثرها شيوعا (1) .

1- أجهزة المراقبة .

2- اجهزة المسح الإشعاعي.

3- اجهزة التحذير من الإشعاع.

وبناء على هذه الأهداف يمكن أن يتم تصنيف أجهزة الكشف والقياس الإشعاعي الى فئتين رئيسيتين:-

1- أجهزة قياس الجرعات الإشعاعية وما يتعلق بها .

2- أجهزة قياس النشاط الإشعاعي الناتج عن المواد المشعة سواء كانت طبيعية أو صناعية.

تستخدم الكواشف النووية لكشف الجسيمات والفوتونات التي تنبعث من أنوية المواد المشعة وهذه الكواشف تعتمد في عملها على عمليات التأين التي تحدثها الجسيمات والفوتونات المشعة أثناء اجتيازها للمادة وتتوقف على (2) :-

1- نوع الإشعاع وطبيعته وشدته.

2- طبيعة المادة.

وتسمى المواد التي تتأثر بالإشعاع بشكل يمكن معه الاستفادة من الأثر الناتج بكوا شف الإشعاع

وتعرف الكواشف النووية بانها مجموعة الأجهزة المستخدمة في الكشف عن الإشعاعات النووية المختلفة ولقياس طاقة تلك الإشعاعات .

فعندما تتأثر الأشعة على اختلاف أنواعها سواء أكانت جسيمات مشحونة أم جسيمات غير مشحونة، مثل النترونات، أو حتى الأشعة الكهرومغناطيسية مع الكاشف النووي ، فإن الحصيلة النهائية لتبادل التأثير بالنسبة لأغلب أنواع الكواشف هي(تشكُّل كمية من الشحنات الكهربائية ضمن مادة

الكشف أو ما يسمى بالحجم الفعال للكاشف التي تجمع عند قطب معاكس) (3).

1-2 : تصنيف الكواشف

تصنف كواشف الإشعاع من حيث الطبيعة الفيزيائية لمادة الكشف إلى نوعين رئيسيين؛ هما الكواشف الغازية والكواشف الصلبة.

الكواشف الغازية :

تقوم «الكواشف المملوءة بالغاز- Gas Filled Detectors على قياس التيار الكهربائي الذي ينتج عن تفاعل الإشعاعات مع الغاز. وتتكون هذه الكواشف من أسطوانة مليئة بالغاز يخترقها سلك من محورها المركزي. ويعمل هذا السلك كقطب كهربائي حيث يتم تطبيق فرق جهد كهربي بينه وبين جدار الأسطوانة من أجل التقاط الشحنات والحصول على تيار كهربائي (4).

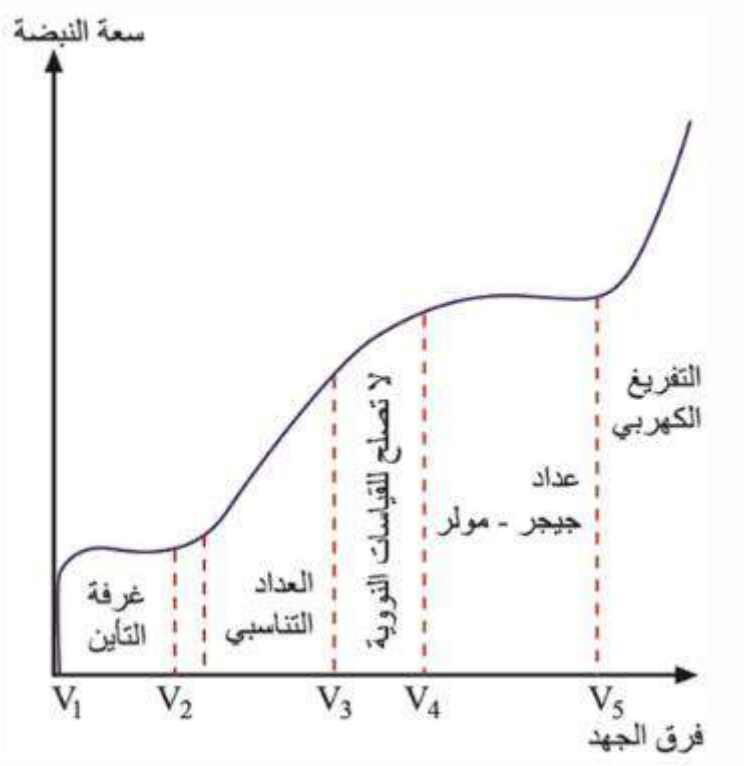
فحينما يمتص الغاز إشعاعًا نوويا، تنتقل الطاقة إلى إلكترونات الذرات التي تُكوّن هذا الغاز. فتتحرر الإلكترونات سالبة (الشحنة من مداراتها مخلفة وراءها أيونات موجبة (الذرات التي سلبت إلكتروناتها)، وهو ما يعرف بالزوج الأيوني (الأيون الإلكترون). عند تطبيق فرق جهد بين السلك وجدار الأسطوانة، تنجذب الإلكترونات نحو القطب الموجب، بينما تنجذب

الأيونـات نحـو القطـب السـالب متسـببة فـي ظهـور تيـار كهربـائي يمكـن قياسـه (5)

وحسـب قيمـة فـرق الجهـد المطبـق، يمكـن تمييـز عـدة أصـناف مـن الكواشـف المملـوءة بالغـاز فحـين يكـون فـرق الجهـد منخفضًـا، لا تـنجح الشـحنات فـي بلـوغ القطبـين، بـل تلـتحم مـع بعضـها لتعـود ذرات محايـدة مجـددًا. ومـع زيـادة فـرق الجهـد. تـنجح مزيـد مـن الشـحنات فـي الوصـول إلـى القطبـين إلـى أن تصـير كلهـا قـادرة علـى الوصـول إلـى القطبـين عنـد تجـاوز فـرق جهـد معـين وفي هذا المجال، يدعى الكاشف (غرفة تأين) (5).

فـي حـال الاسـتمرار فـي زيـادة الجهـد، تصـير الإلكترونـات التـي أنتجهـا الإشـعاع قـادرة علـى إنتـاج أزواج أيونيـة جديـدة تسـهم بـدورها بإنتـاج أخـرى. تسـاعد هـذه الشـحنات الثانويـة فـي تضـخيم التيـار الكهربـائي الـذي تكـون شـدته متناسبة . مع الإشعاع الممتص ويدعى الكاشف عندها (عدادًا تناسبيًا)

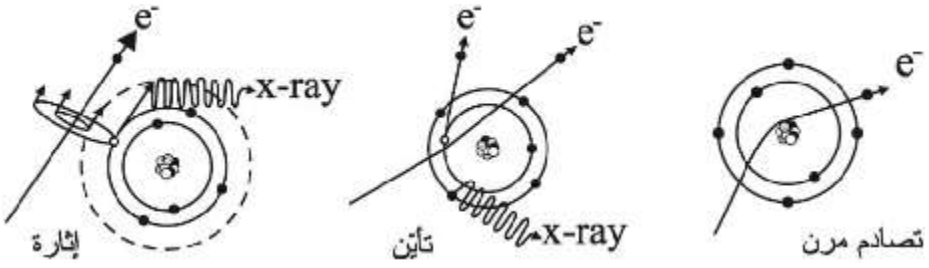
طاقـة مـع زيـادة فـرق الجهـد، يظـل عـدد الأزواج الثانويـة فـي الازديـاد إلـى أن يصـل إلـى مرحلـة يصـير فيهـا عـدد الأزواج المنتجـة غيـر مـرتبط بطاقـة الإشعاع ويسمى الكاشف في هذه المنطقة بـ (عداد جيجر مولر) (6)



الشكل (1) نطاقات عمل الكواشف المملوءة بالغاز بدلالة الجهد المطبق

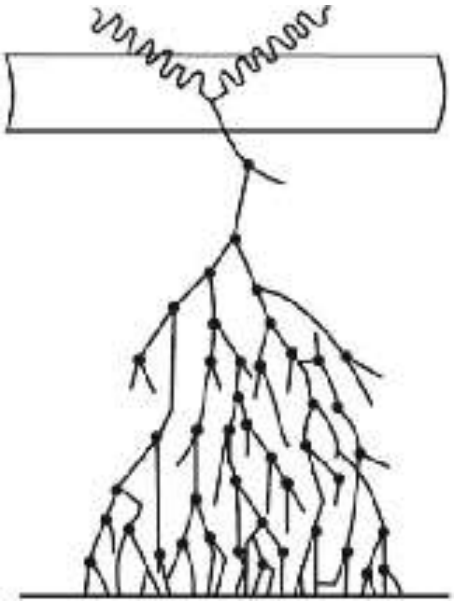
كما تعد الكواشف الغازية من أقدم أنواع الكواشف الإشعاعية، فقد استخدمت منذ أوائل القرن الماضي. تعتمد تقنية الكشف في هذا النوع من الكواشف على مبدأ تجميع الأزواج الأيونية المتوّلدة في الغاز (وسط الكاشف (نتيجة تفاعل الإشعاع مع ذرات الغاز، فيتولد الزوج الأيوني المؤلف من الإلكترون وذرة الغاز المتأينة من جراء مرور الأشعة في الغاز، وتراوح الطاقة اللازمة لتوليد الزوج الأيوني في أغلب الغازات المستخدمة ما بين 30 و 35 إلكترون فولت، أي أنه يتولد نحو 30000 زوج أيوني من جراء مرور جسيمة مشحونة طاقتها 1مليون إلكترون وتكون انواع التفاعلات

الممكنـة للجسـيمات المشـحونة مـع الوسـط الغـازي إلـى أحـد الأشـكال المبينـة فـي الشكل (2)

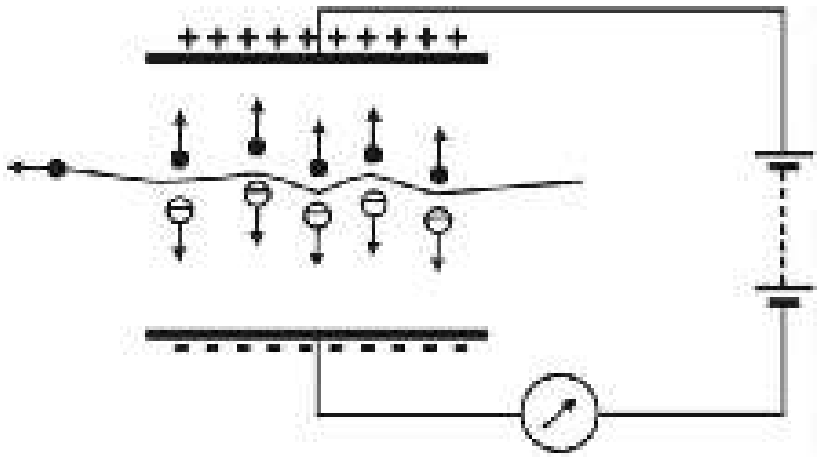


الشكل (2)

تُنـتج هـذه الأزواج الأيونيـة نتيجـة التصـادم أزواجـاً أيونيـة جديـدة تسـمى بالثانويـة؛ ليصـل هـذا التضـخيم فـي عـدد الإلكترونـات إلـى حـد الانهيـار، ويسمى انهيار تاونسند Taunsand Avalanche (7).



الشكل (3) التاييـنات الثانوية (الانـهيار)



الشكل (4) مبدا الكشف.

تقسم الكواشف الغازية بحسب شروط تشغيلها إلى ثلاثة أنواع رئيسة هي (3):-

1- حجيرات التأين. Ionization Chambers

2- والعدادات التناسبية .proportional counters

3- كايكر- مولر Geiger-Muller counters

الفصل الثاني: عداد كايكر

2-1 : التعريف بعداد كايكر

اختـرع العـالم الألمـاني جـايجر هـذا العـداد ثـم قـام تلميـذه مـولر بإدخـال تعـديلات قيمة على العداد، ولذلك يسمى أحيانا عداد جايجر .

عـداد كـايكر أو عـداد جـايجر (بالإنجليزيـة: Geiger counter) - والمسـمى أيضـاً عـدّاد كـايكر- مـولر هـو أحـد أدوات اكتشـاف الإشـعاعات المؤيَّنـة، مثـل أشـعة كامـا والأشـعة السـينية وكـذلك الإلكترونـات السـريعة ومنهـا أنـواع لقيـاس أشعة ألفا (8).

ويسـهل اسـتخدامه فـي كـل مكـان حيـث هـو عبـارة عـن مكشـاف حسـاس بشـكل اسـطوانة طولهـا نحـو(15 سـنتيمتر) متصـلة بجهـاز إلكترونـي يشـبه الراديـو الصغير بواسطة كيبل، ويسهل حملهما.

عنـد القيـاس يـُقرب المكشـاف مـن العينـة المـراد قيـاس إشـعاعها، فيبـين مؤشـر فـي الجهـاز مقـدار الأشـعة المقاسـة، ويكـون ذلـك عـادة مصـحوبا بصـوت متـردد يصـدره الجهـاز. ومـن تـردد صـوت الجهـاز يمكـن معرفـة شـدة الإشـعاع التقريبيـة، هـل إشـعاع شـديد (تـردد الصـوت عـالي) أم إشـعاع قليـل (تـردد الصوت بطيء) أو قد يزود الجهاز بعداد رقمي للقياس الدقيق (8).

يمكـن أن يسـتعمله الجيولوجيـون بصـفة مبدئيـة فـي التنقيـب عـن الخامـات النوويـة مثـل اليورانيـوم والثوريـوم التـي قـد توجـد فـي أحجـار بعـض المنـاطق. كمـا يوجـد الجهـاز فـي كـل معمـل نـووي للتحـذير مـن ارتفـاع غيـر عـادي فـي درجـة الإشـعاع فـي المكـان بغـرض تحـذير العـاملين مـن خطـر الإشـعاع، فيتخذوا حذرهم ويقومون بالتعرف على سبب زيادة الإشعاع وإزالته (9).

هـذا العـداد لـه كفائـه عاليـة فـي الكشـف عـن الجسـيمات المشـحونة مثـل جسـيم بيتـا أمـا الفوتونـات ذات الطاقـة العاليـة مثـل أشـعه كامـا فـان كفائـه العـداد للكشـف عنهـا تكـون ضـعيفة وذلـك لان كثافـة الغـاز ضـئيلة وبالتـالي فـرص هـروب أشـعه كامـا كبيـره جـدا ولا تسـتطيع الاصـطدام بـذرات الغـاز والتـي تكـون كبيـرة جدا بالنسبة لفوتون ليس له كتله (10).

يسـتخدم هـذا النـوع مـن العـدادات بشـكل واسـع فـي كشـف الإشـعاع . ويتكـون العـداد مـن اسـطوانة معدنيـة (الكـاثود) مفرغـة مـن الهـواء بقطـر (3 سـم) ومـن سـلك دقيـق (الانـود) مثبـت بمـوازاة محـور الاسـطوانة ومعـزول عنهـا كهربائيا (11) .

تمـلا الاسـطوانة بمـزيج مـن غـازات الأركـون أو النيـون أو الهليـوم بنسـبة 90%مـن الكحـول بنسـبة (10%) وأحيانـاً ببخـار عضـوي .يسـمح العـداد بـدخول الجسـيمات المؤينـه إلـى داخـل الأنبوبـة مـن خـلال نافـذة رقيقـة مـن

الزجـاج أو الألمنيـوم وبـذلك تصـطدم هـذه الجسـيمات المؤينـة بجزيئـات الغـاز وتسبب تأينها (12) .

عنـد دخـول جسـيم مشـحون مثـل بيتـا السـالبة فأنهـا تصـطدم بـذرات الغـاز فيحـدث التـأين لـذرات الوسـط فتصـبح عبـارة عـن ايونـات موجبـه والكترونـات سـالبه فتقـوم هـذه الالكترونـات بتـأيين الـذرات الاخـرى فعنـد توصـيل الأسـطوانة بتيـار ينشـأ فـرق جهـد بـين الكـاثود و الانـود فتنجـذب الالكترونـات السـالبة الـى الانـود والايونـات الموجبـة الـى الكـاثود فينشـأ تيـار نـاتج عـن تـأيين ذرات الغـاز .(13)

إن أكثـر تطبيقـات عـداد كـايكر- مـولر شـيوعاً هـي اسـتخداماته للكشـف عـن الإشعاعات المختلفة والتحري عن المصادر المشعة.

الشكل (5) شكل عداد كايكر

كما يعد عداد جيجر هو أداة إلكترونية تستخدم للكشف عن الإشعاع المؤين وقياسه. يستخدم على نطاق واسع في تطبيقات مثل قياس الجرعات الإشعاعية والحماية الإشعاعية والفيزياء التجريبية والصناعة النووية.

يكتشف الإشعاع المؤين مثل جسيمات ألفا وجزيئات بيتا وأشعة جاما باستخدام تأثير التأين الناتج في أنبوب جيجر مولر ، والذي يعطي الجهاز اسمه. في الاستخدام الواسع والبارز كأداة مسح إشعاعي محمول ، ربما تكون واحدة من أشهر أدوات الكشف عن الإشعاع في العالم (14).

تم تحقيق مبدأ الكشف الأصلي في عام 1908 في جامعة مانشستر ، ولكن لم يكن من الممكن إنتاج عداد جيجر كأداة عملية إلا بعد تطوير أنبوب جيجر مولر في عام 1928. منذ ذلك الحين ، كان يتمتع بشعبية كبيرة بسبب عنصر الاستشعار القوي والتكلفة المنخفضة نسبيًا. ومع ذلك ، هناك قيود في قياس معدلات الإشعاع العالية وطاقة الإشعاع الساقط (13).

2-2 : نبذه تاريخية :

في عام 1908 ، طور هانز جيجر ، تحت إشراف إرنست رذرفورد في جامعة فيكتوريا بمانشستر (الآن جامعة مانشستر) ، تقنية تجريبية للكشف عن جسيمات ألفا والتي ستُستخدم لاحقًا لتطوير أنبوب جيجر مولر في عام 1928. (8)

كان هذا العداد المبكر قادرًا فقط على اكتشاف جسيمات ألفا وكان جزءًا من جهاز تجريبي أكبر. اكتشف جون سيلي تاونسند آلية التأين الأساسية المستخدمة بين عامي 1897 و 1901 ، وتُعرف باسم تفريغ تاونسند ، وهو تأين الجزيئات بواسطة تأثير الأيونات.

لم يكن حتى عام 1928 أن قام جايجر ووالثر مولر (طالب دكتوراه في جايجر) بتطوير أنبوب جيجر مولر المختوم والذي استخدم مبادئ التأين الأساسية المستخدمة سابقًا تجريبيًا. صغيرة وعرة ، لا يمكنها فقط اكتشاف إشعاع ألفا وبيتا كما فعلت النماذج السابقة ، ولكن أيضًا إشعاع جاما. الآن يمكن إنتاج أداة إشعاع عملية بسعر رخيص نسبيًا ، وهكذا ولد عداد جيجر. نظرًا لأن إخراج الأنبوب يتطلب القليل من المعالجة الإلكترونية ، وهي ميزة مميزة في عصر الصمام الحراري بسبب الحد الأدنى من عدد الصمامات واستهلاك الطاقة المنخفض ، فقد حققت الأداة شعبية كبيرة ككاشف إشعاع محمول (16).

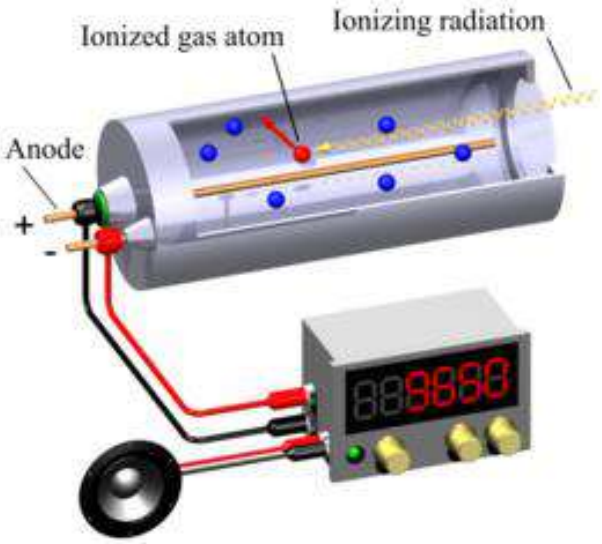
تستخدم الإصدارات الحديثة من عداد جيجر أنبوب الهالوجين الذي اخترعه سيدني هـ. ليبسون عام 1947. لقد حل محل أنبوب جيجر مولر الأقدم نظرًا لعمره الأطول وبجهد تشغيل أقل ، عادةً 400-900 فولت.

3-2 : مبدأ التشغيل

يتكون عداد جيجر من أنبوب جيجر مولر (عنصر الاستشعار الذي يكتشف الإشعاع) وإلكترونيات المعالجة التي تعرض النتيجة.

يتم تعبئة أنبوب جيجر مولر بغاز خامل مثل الهيليوم أو النيون أو الأرجون عند ضغط منخفض ، حيث يتم تطبيق جهد عالٍ عليه. يقوم الأنبوب بتوصيل شحنة كهربائية لفترة وجيزة عندما يجعل جسيم أو فوتون من الإشعاع الساقط الغاز موصلاً عن طريق التأين. يتم تضخيم التأين بشكل كبير داخل الأنبوب من خلال تأثير تفريغ ، لإنتاج نبضة كشف يمكن قياسها بسهولة ، والتي يتم تغذيتها في إلكترونيات المعالجة والعرض. هذا النبض الكبير من الأنبوب يجعل تصنيع عداد جيجر رخيصًا نسبيًا ، حيث يتم تبسيط الإلكترونيات اللاحقة إلى حد كبير. تولد الإلكترونيات أيضًا جهدًا عاليًا ، نموذجيًا 400-900 فولت ، يجب تطبيقه على أنبوب جيجر مولر لتمكين تشغيله. يجب اختيار هذا الجهد بعناية ، لأن الجهد العالي جدًا سيسمح بالتفريغ المستمر ، وإتلاف الجهاز وإبطال النتائج. وعلى العكس من ذلك ، فإن الجهد المنخفض جدًا سينتج عنه مجال كهربائي أضعف من أن يولد نبضة تيار (16).

عـادة مـا يـتم تحديـد الجهـد الصـحيح مـن قبـل الشـركة المصـنعة. لإيقـاف التفريـغ فـي أنبـوب جيجـر مـولر ، يـتم إضـافة كميـة صـغيرة مـن غـاز الهـالوجين أو مادة عضوية (كحول) إلى خليط الغازات.



الشكل (6) رسم تخطيطي لعداد جيجر باستخدام أنبوب "نـهاية النـافذة" للإشعاع المنـخفض الاختراق. يستخدم مكبر الصوت أيضًا للإشارة

هناك نوعان من قراءات الإشعاع المكتشفة: التعداد وجرعة الإشعاع :

عـرض الأعـداد هـو الأبسـط ، ويعـرض عـدد الأحـداث المؤينـة المكتشـفة: يـتم عرضـها إمـا كمعـدل تعـداد ، مثـل "الـتهم فـي الدقيقـة" أو "الـتهم فـي الثانيـة" ، أو كعـدد إجمـالي مـن الـتهم خـلال فتـرة زمنيـة محـددة (إجمـالي متكامـل). تُستخدم قراءات التهم عادةً عند اكتشاف جسيمات ألفا أو بيتا (16).

الأكثر تعقيدًا هو عرض معدل جرعة الإشعاع ، والذي يتم عرضه في وحدات مثل سيفرت ، والذي يستخدم عادة لقياس معدلات جرعة جاما أو الأشعة السينية. يمكن لأنبوب جيجر مولر اكتشاف وجود الإشعاع ، ولكن ليس طاقته ، مما يؤثر على تأثير الإشعاع المؤين. وبالتالي ، فإن الأدوات التي تقيس معدل الجرعة تتطلب استخدام أنبوب جيجر مولر معوض للطاقة ، بحيث ترتبط الجرعة المعروضة بالأعداد المكتشفة. ستطبق الإلكترونيات العوامل المعروفة لإجراء هذا التحويل ، والذي يكون خاصًا بكل أداة ويتم تحديده حسب التصميم والمعايرة (16).

يمكن أن تكون القراءة تناظرية أو رقمية ، وتوفر الأدوات الحديثة اتصالات تسلسلية مع كمبيوتر أو شبكة مضيفة. عادة ما يكون هناك خيار لإنتاج نقرات مسموعة تمثل عدد أحداث التأين المكتشفة. هذا هو الصوت المميز المرتبط بعدادات جيجر المحمولة أو المحمولة. والغرض من ذلك هو السماح للمستخدم بالتركيز على التلاعب بالأداة مع الاحتفاظ بالتعليقات السمعية على معدل الإشعاع.

كذلك هناك نوعان من القيود الرئيسية لعداد جيجر (12):

1. نظرًا لأن النبضة الناتجة من أنبوب جيجر مولر دائمًا ما تكون بنفس الحجم (بغض النظر عن طاقة الإشعاع الساقط) ، لا يمكن للأنبوب التفريق بين أنواع الإشعاع.

2. يكـون الأنبـوب أقـل دقـة عنـد معـدلات الإشـعاع المرتفعـة ، لأن كـل حـدث تـأين يتبعـه "وقـت ميـت" ، وهـي فتـرة غيـر حساسـة لا يـؤدي خلالهـا أي إشـعاع عـارض آخـر إلـى حسـاب. عـادةً مـا يقلـل الوقـت الميـت مـن معـدلات العـد المشـار إليهـا فـوق حـوالي 104 إلـى 105 تهمًـا فـي الثانيـة ، اعتمـادًا علـى خصـائص الأنبـوب المسـتخدم. فـي حـين أن بعـض العـدادات بهـا دوائـر يمكـن أن تعـوض عـن ذلـك ، فـإن أدوات غرفة الأيونات للقياسات الدقيقة مفضلة لمعدلات الإشعاع العالية.

4-2 : تركيب الجهاز :

يتكـون العـداد نفسـه مـن انبـوب معـدني |مغلـف مـن الخـارج بمـادة عازلـة للتيـار الكهربـائي ويبلـغ طولـه حـوالي 15 سـم يشـكل المهـبط Kathode (−)، ويوجـد فـي وسـط الأنبـوب سـلك رفيـع بطـول الأنبـوب وهـو يكـون المصـعد Anode (+) (انظـر الشـكل). وبالنسـبة إلـى العـدادات التـي تكـون حساسـة لقيـاس أشـعة ألفـا تكـون نافـذة واجهـة الأنبـوب الدائريـة مغطـاة بمـادة نفـاذة لأشـعة الفـا مثـل المايكـا. وتغطـى خلفيـة الأنبـوب بمـادة عازلـة للكهربـاء ومثبـت فيها المصعد، وتعمل على عزل المصعد عن المهبط (17).

وتوجـد أنـواع مـن عـداد غـايغر لقيـاس أشـعة بيتـا التـي هـي عبـارة عـن إلكترونـات لا تحتـاج لتلـك النافـذة الرقيقـة المنفـذة للإشـعاع. وهـذا يرجـع إلـى أن مقـدار نفاذيـة الإلكترونـات فـي مـادة النافـذة تكـون أطـول بالنسـبة للإلكترونـات،

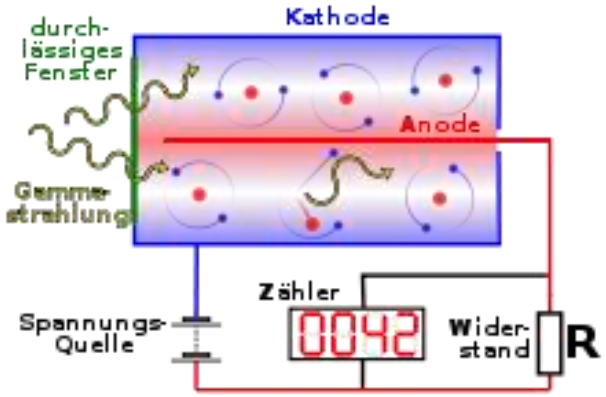
أمـا جسـيمات أشـعة ألفـا فهـي تمـتص بسـهولة فـي مـادة النافـذة بسـبب نفاذيتهـا القصـيرة الضـعيفة فـلا تسـتطيع الـدخول إلـى غرفـة التـأين. وتكـون نافـذة العـداد مـن طبقـة رقيقـة جـدا مـن المايكـا بحيـث تعـزل الغرفـة عـن الخـارج وتسـمح بنفاذية أشعة الفا في نفس الوقت (11).

ويوجـد داخـل الأنبـوب غـاز نبيـل مثـل الأرجـون أو الكريبتـون عنـد ضـغط أقـل مـن الضـغط الجـوي ويبلـغ 200 باسـكال مضـاف إليـه قليـل مـن أحـد الهلوجينـات. ويوجـد بـين المصـعد والمهـبط جهـد كهربـائي مقـداره عـدة مئـات فولـت، وهـو يعمـل علـى جـذب أيونـات الغـاز الناشـئة عـن الإشـعاع إلـى المهـبط والمصعد.

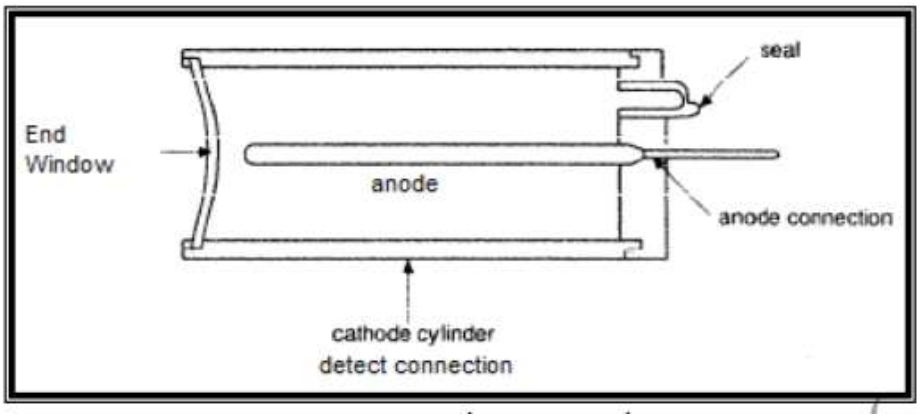
يتكـون عـداد كـايكر مـن اسـطوانة معدنيـة تمثـل القطـب السـالب ومـن سـلك رفيـع فـي وسـطها يمثـل القطـب الموجـب وهـو سـلك مـن التنكسـتن سـمكه (mm1)، كمـا موضـح فـي الشـكل (8) بحيـث ان هـذا التركيـب يماثـل تمامـا تركيـب متسـعة (Capacitor) اسـطوانية وتحتـوي الاسـطوانة علـى غـاز خامـل وقليـل من الكحول تحت ضغط منخفض (50-100torr) .

وعنـدما يكـون فـرق جهـد ملائـم بـين القطبـين فـان مـرور أي جسـيمة مؤينـة مـن خـلال النافـذة سـوف تـؤدي الـى حـدوث تـأين للغـاز الواقـع فـي مسـارها وتحـدث بـذلك نبضـة كهربائيـة يمكـن اسـتقبالها فـي جهـاز العـداد . ان وجـود الكحـول الاثيلـي هـو لغـرض كبـت التفريـغ الكهربـائي وذلـك بامتصاصـه للفوتونـات

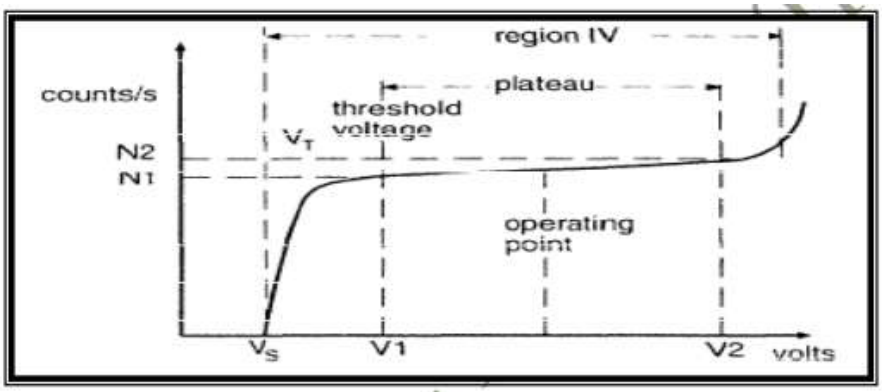
المتحـررة نتيجـة لاتحـاد الايونـات الموجبـة مـع الالكترونـات داخـل الأنبوبـة وذلـك بتحلـل الكحـول الـى مركبـات ابسـط . ان عـداد كـايكر لا يمكنـه التفريـق بـين أنـواع الجسـيمات ولا يسـتخدم لحسـاب الطاقـات بـل يخبـر فقـط بـان عـدداً من الجسيمات دخلت الكشاف خلال فترة العمل (12).



الشكل (6) توضيح تركيب عداد غايغر.



شكل (7) الاجزاء الرئيسية ألنبوب كايكر النموذجي.



شكل (8) المنحني المميز لتشغيل لعداد كايكر

6-2 : طريقة عمله :

عند دخول شعاع مؤين إلى غرفة الغاز يعمل على فصل بعض إلكترونات ذرات الأرجون التي يصطدم بها في مساره حتى يفقد طاقة حركته. فتنجذب الإلكترونات الحرة بسبب المجال الكهربائي نحو المصعد وتتزايد سرعتها كلما اقتربت من المصعد فتصطدم بذرات أخرى في طريقها وتؤين بعضا منها وبذلك ينتج شلال من الإلكترونات ينزل على المصعد. وبنزول شلال الإلكترونات على المصعد يحدث تيارا كهربائية قصير المدة بين المصعد والمهبط، ويتحول هذا التيار بواسطة مقاومة في الدائرة الكهربية إلى نبضة في الجهد. وتضخم تلك النبضة في الجهاز الإلكتروني ويظهرها كصوت متردد أو يظهرها بمؤشر يتحرك على لوح مقسم لأخذ القراءات (12).

ولقـراءة العـداد بطريقـة أدق تـزود بعـض الأجهـزة بعـدادات رقميـة تعطـي قـراءة دقيقـة لجرعـة الإشـعاع المقاسـة ويمكـن بواسـطتها حسـاب النشـاط الإشعاعي للعينة المشعة.

ومـن المهـم أن يكـون المصـعد موصـلا بمقاومـة كبيـرة R مـن عـدة ميجـا أوم مـع المصـدر الكهربـائي ذو جهـد عـالي يبلـغ عـادة 500 فولـت، فتعمـل هـذه المقاومـة علـى تقصـير وقـت اتسـاع النبضـة الكهربائيـة الحادثـة وتخاذلهـا سـريعا. عندئـذ يعـود الجهـد إلـى قيمتـه الأصـلية ويصـبح فـي إمكـان العـداد تسجيل شعاع آخر.(12)

7-2 : زمن الاحتجاز

بعـد حـدوث نبضـة الجهـد مباشـرة يكـون العـداد فـي حالـة لا يسـتطيع خلالهـا تسـجيل شـعاع آخـر دخـل الأنبـوب، تسـتغرق تلـك الحالـة نحـو 1و0 مللـي ثانيـة (أي 0001و0 ثانيـة) وتسـمى لـذلك بالإنجليزيـة «زمـن المـوت» dead time. ويرجـع سـبب ذلـك إلـى وجـود أيونـات ذرات الأرجـون فـي الغرفـة (الأنبـوب) بعـد النبضـة الإلكترونيـة وهـي تحجـب الجهـد الكهربـي عـن المصـعد خـلال هـذا الوقـت. وبعـدما تختفـي سـحابة الإيونـات بتوجههـا والتقاطهـا مـن المهـبط عندئـذ يصـبح العـداد مسـتعدا لتسـجيل شـعاع آخـر. ويعتمـد زمـن الاحتجـاز هـذا علـى نـوع العـداد حيـث يعتمـد علـى مقـدار الجهـد الكهربـائي

المستخدم ومقاييس أنبوب المكشاف ونوع الغاز فيه. كما تعمل إضافة هالوجين أو إيثانول إلى الغاز على تقصير زمن الاحتجاز (11)

وتستطيع عدادات غايغر قياس عدد النبضات الحادثة ولكن لا يستطيع تحديد نوع الجسيم أو الإشعاع المتسبب. ورغم أن قدرة جسيم مثل أشعة ألفا تختلف عن مقدرة شعاع غاما على تأيين الغاز اختلافا كبيرا وتختلف طاقة كل منهما أيضا كثيرا إلا أن عداد غايغر لا يستطيع التفرقة بينهما. ومن أجل هذا السبب يمكن تعديل بعض أنواع عدادات غايغر-مولر في هيئة العداد لمعرفة نوع الأشعة الساقطة وكذلك قياس جرعة الطاقة الإشعاعية (12).

المصادر :

[1] Evans , R. D, , *The Atomic Nucleus*, (McGraw Hill Book Company, 1955).

[2] Tsoulfanidis ,N., *Measurement And Detection Of Radiation*, (McGraw Hill Book Company, 1983).

[3] Lederer , C. M. and Shirley , V. S., *Table Of Isotopes*, 7th Edition, (Wiley- Interscience, 1978) or 8th edition with CD-ROM (1996).

[4] Bevington , P. and Robinson, D. K., *Data Reduction And Error Analysis For The Physical Sciences*, (McGraw-Hill Book Company, 1992).

[5] Korf, S. f, *Electron And Nuclear Counters*, Van Nostrand Co.

[6] Price, W., *Nuclear Radiation Detection*, (McGraw Hill Book Company, 1964).

[10] Glenn F., *Radiation Detection and Measurement*. John Wiley & Sons, Inc., USA, 3rd Edition, 2000.

[12] Bernard S., Lester A. Slaback, Brian Kent Birky, Ed., *Handbook of Health Physics and Radiological Health*. Williams & Wilkins, Baltimore MD, 3rd Edition, 1998.