جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العمي
جامعة بابل
كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الفيزياء
الدراسة الصباحية

كواشعة الاشعة النووية

Nuclear reagents

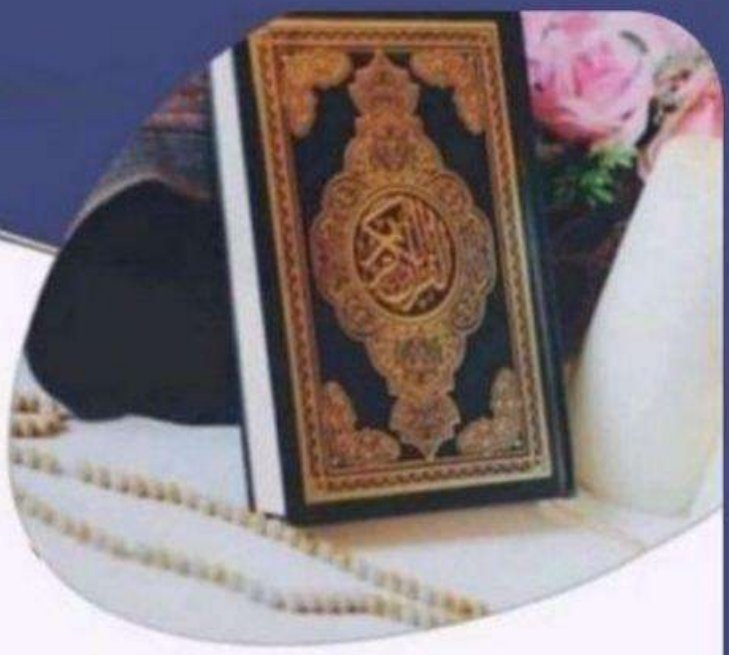
بحث مقدم الى مجلس
قسم الفيزياء-كلية التربية للعلوم الصرفة
وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس

من قبل الطالبة
زينب حمزة لطيف

بإشراف الدكتورة
أسراء سالم عبيس

1446 هـ

2024م



بسم الله الرحمن الرحيم

(هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا وَقَدَّرَهُ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا عَدَدَ السِّنِينَ وَالْحِسَابَ مَا خَلَقَ اللَّهُ ذَلِكَ إِلَّا بِالْحَقِّ يُفَصِّلُ الْآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْلَمُونَ)

صدق الله العظيم

سورة يونس- الآية (٥)

الاهـــــــداء

من قال انا لها نالها

وانا لها إن ابت رُغمًا عنها أتيتُ بها

لم تكن الرحلة قصيرة ولاينبغي لها أن تكون لم يكن الحلم قريبا ولا الطريق كان محفوفا

بالتسهيلات لكنني فعلتها ونلتها

الى الذي زين اسمي بأجمل الألقاب .من دعمني بلاحدود واعطاني بلا مقابل

الى من علمني الدنيا كفاح وسلاحها العلم والمعرفة ،الى من غرس في روحي مكارم الاخلاق داعمي

الاول في مسيرتي وسندي

وقوتي وملاذي بعد الله

الى فخري واعتزازي (والدي)

الى من جعل الله الجنة تحت اقدامها واحتضنتني قلبها قبل يدها وسهلت لي الشدائد بدعائها الى

القلب الحنون

والشمعة التي كانت في الليالي المظلمات

سر قوتي ونجاحي ومصباح دربي الى ومع حياتي (والدتي)

الى ضلعي الثابت وامان ايامي الى ملهمي نجاحي الى من شددت عضدي بهم فكانو لي ينابيع ارتوي منها

الى خيرة ايامي وصفوتها الى قرة عيني (زوجي العزيز)

الى جميع اساتذتنا في قسم الفيزياء ولجنة المناقشة نقف اجلالا واحتراما لكم...

شكر وتقدير

اللهم لك الحمد حمدا كثيرا لايعد ولايحصى ، اللهم لك الشكر على ما اسبقت به عليَ من نعمك الغزيرة ، نحمدك اللهي ونشكرك عدد ما تتنفس الكائنات على ما يسرت اليه من اعداد هذا البحث كما أتوجة بجزيل الشكر والامتنان الى الدكتورة (اسراء سالم)التي لم تتوانئ لحضة في تقديم يد العون والمساعدة والارشاد لي لإخراج هذا البحث على اتم وجه منذ ان كان عنوانا الى الانتهاء منه . كما أتوجه بالشكر الجزيل الى جميع اساتذتنا على ما بذلوه من جهد طوال السنوات الدراسية .

الفهرست

ت	الموضوع	الصفحة
١	الاية الكريمة	i
٢	الاهداء	ii
٣	شكر وتقدير	iv
٤	الخلاصة للبحث	ivA
٥	الفصل الاول	1
٦	مقدمة	1
٧	تفاعل الاشعاع مع المادة	2
٨	طرق تفاعل الاشعاع مع المادة	4
٩	مخاطر الاشعاع	7
١٠	الفصل الثاني	9
١١	انواع الكواشف النووية	9
١٢	الكواشف الغازية	9
١٣	الكواشف الصلبة	16
١٤	الفصل الثالث	17
١٥	الكواشف الوميضية	17
١٦	استعمال الكاشف الوميضي	18
١٧	المتطلبات الواجب توفرها في االمواد الوميضية	20
١٨	انواع المواد الوميضية	20
١٩	الهدف من دراسة البحث	21
٢٠	المصادر	22
٢١		

الخلاصة للبحث

تم في هذا البحث دراسة كواشف الاشعاع النووي حيث تم التعرف على انواع الكواشف النووية ودراسة اهم مميزاتها وخصائصها حيث تم التعرف على الكواشف الغازية واستخداماتها الكثيرة في اجهزة المسح الاشعاعي لأغراض المر اقبة وقياس الجرعة الاشعاعية وتطبيقات قياس طاقة الاشعاع ، كذلك تم تعرف على الكواشف الصلبة وطرق عملها في الكشف .و تم التطرق الى الكواشف الوميضية التى تعتمد في الكشف على تحويل الطاقة الحركية للجسيم الساقط الى ومضة ضوئية ، أي له القدرة على تحويل طاقة الاشعاع العالية الى فوتونات ذات طاقة اقل كما في اشعة X و اشعة جاما .وهناك الكثير من المميزات للكواشف الوميضية التي تم التعرف عليها والتي تبين كفاءة الكاشف الوميضي .

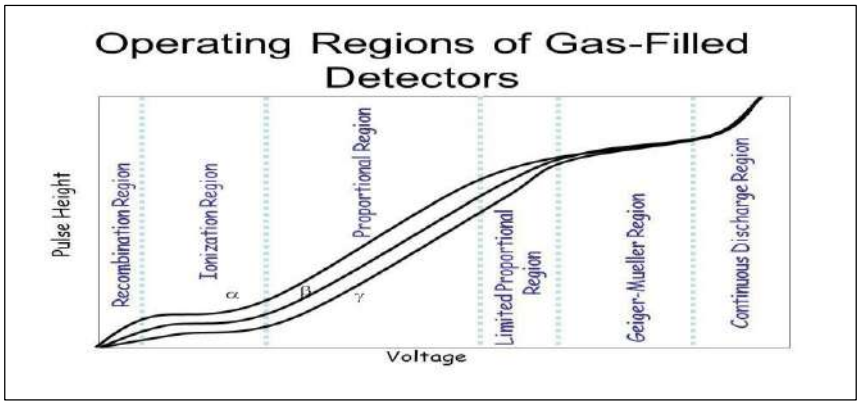
الفصل الاول

١ .مقدمــة

الإشعاع هو انبعاث الطاقة في شكل موجات كهرومغناطيسية أو جسيمات دون ذرية متحركة. وينبعث الإشعاع الطبيعي من العديد من المواد المشعّة التي توجد بشكل طبيعي في التربة والماء والهواء وفي الجسم. أي هو طاقة في حالة حركة تنتقل عبر موجات أو أشعة غير مرئية. وكان العالم فيرمي (Enrico Fermi)في العام ١٩٣٤ يقوم ببعض التجارب للحصول على نظائر العناصر عن طريق قذف النوى بالنيوترونات. وعندما وصل إلى عنصر اليورانيوم (العنصر الأخير في الجدول الدوري في ذلك الوقت). توقع أن قذف العنصر بالنيوترونات سيؤدي إلى وجود نواة غير مستقرة تقوم بإطلاق جسيمات بيتا وبالتالي ازدياد العدد الذري من ٩٢ إلى ٩٣ وإنتاج عنصر جديد في الجدول الدوري، ولكنه لم يحصل على ما توقعه ولم يستطع التعّرف على نواتج التفاعل.واستمرت الأبحاث والدراسات من العام ١٩٣٥ إلى العام ١٩٣٨ حيث قام عالم كيميائي ألماني يسمى إدا نوداك (Ida Noddack)بالتعرف على نواتج التفاعل وأوضح أن نواة اليورانيوم انشطرت إلى نواتين متوسطتي الكتلة. وقد أكدت الدراسات صحة ما افترضه هذا العالم. وبذلك يكون الانشطار النووي «انقسام نواة ثقيلة إلى نواتين متوسطتي الكتلة، وإنتاج كميات هائلة من الطاقة نتيجة تفاعل نووي» ولإحداث الانشطار تقذف النواة الثقيلة مثل اليورانيوم عدده الذري٩٢ و الكتلي٢٣٥ بجسيمات خفيفة نسبياً مثل النيوترونات التي تعد أفضل القذائف لأنها لا تحمل شحنة.ولمعرفة طاقة تلك الاشعاعات يجب استخدام كواشف الاشعاع النووي والتي تمثل مجموعة اجهزة تستخدم للكشف عن الاشعاع **وتعرف الكواشف النووية بانها مجموعة الأجهزة المستخدمة في الكشف عن الإشعاعات النووية المختلفة ولقياس طاقة تلك الإشعاعات . ويعرف الإشعاع النووي هو ظاهرة فيزيائية تحدث في الذرات غير المستقرة للعناصر، وفيه تفقد النواة الذرية بعض جسيماتها وتتحول ذرة العنصر إلى عنصر آخر أو إلى نظير آخر من العنصر ذاته. [١]**

تستعمل كواشف الإشعاع النووي من أجل قياس النشاط الإشعاعي لعينة ما أو من أجل التأكد من وجود نشاط إشعاعي مرتفع في منطقة ما. وتعمل هذه الكواشف كمستشعرات للإشعاعات النووية، حيث يؤدي امتصاص الإشعاع داخل الكاشف إلى نشوء إشارة قابلة للقياس. وحسب نوع هذه الإشارة وكيفية حدوثها،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. كذلك 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 طبيعة المادة نوع الإشعاع و طبيعته و شدته. لقد تطورت كواشف الاشعاع النووية على اختلاف انواعها خلال العقدين الاخيرين ويعزى ذلك الى التطور الحاصل في الالكترونيات بصورة عامة والى زيادة استحدام الاشعة النووية في المجالات المتعددة بصورة خاصة وخلال المدة نفسها وتؤدي الانواع المتعددة للكواشف اغراضا مختلفة ،مثل الكشف عن نوع الاشعة وطاقتها ولكل كاشف مزاياة ومشاكلة ، فلا يوجد كاشف يمكن استخدامة للاغراض كافة وانما نجد لكلكاشف صفة ممتازة يمتميز بها ، مثل قابلية عالية لتحليل الطاقة ولكنها في الوقت نفسة قد تكون على حساب الصفات الاخري .

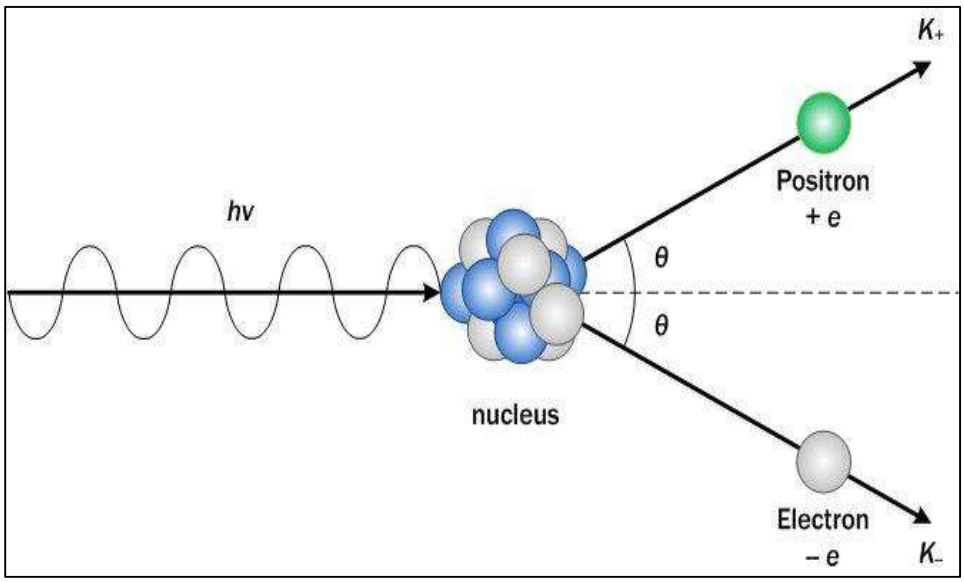


شكل (١) ظاهرة الكشف عن الاشعاع المؤين

٢.تفاعل الاشعاع مع المادة

عندما يتحرك الإشعاع المؤين عبر المادة، تسبب طاقته تآثرًا مع إلكترونات الأنواع الممتصة. ينتج عن التفاعل بين الإشعاع والأنواع الممتصة أنتقال إلكترون من ذرة أو رابطة جزيئية وأنواع مثارة. تفاعلات الجذور الكيميائية هي المسؤولة عن التغييرات الملاحظة بعد تشعيع النظام الكيميائي.تتآثر جسيمات الإشعاع المشحونة (جسيمات α و (βعبر قوى كولوم الموجودة بين شحنات الإلكترونات في وسط الامتصاص وجسيم الإشعاع المشحون. تحدث هذه التآثرات باستمرار على طول مسار الجسيم الوارد حتى تُستنفذ الطاقة الحركية للجسيم إلى حد معين.من العوامل المهمة التي تميز أنواع الإشعاع المختلفة عن بعضها البعض انتقال الطاقة الخطي (إل إي تي)، وهو المعدل الذي يفقد فيه الإشعاع الطاقة مع زيادة المسافة المقطوعة عبر جسيم الامتصاص. عادةً ما تكون الأنواع التي لديها قيمة منخفضة لمعامل الانتقال الخطي ذات كتلة منخفضة، أي إما فوتونات أو أنواع إلكترونية (جسيمات β، والبوزيترونات) وتتآثر بشكل بسيط على مسارها عبر جسيم الامتصاص، ما يؤدي إلى تشكل مناطق معزولة مليئة بالجذورالكيميائيةالتفاعلية. عادةً ما تكون الأنواع التي تملك قيمة مرتفعة لمعامل الانتقال الخطي ذات كتلة أكبر من كتلة إلكترون واحد، على سبيل المثال جسيمات ألفا، وتفقد الطاقة

بسرعة ما يؤدي إلى تشكل مجموعة متأينة قريبة من بعضها البعض. نتيجةً لذلك، ينتقل الجسيم الثقيل مسافة قصيرة نسبيًا.يشار إلى المناطق الحاوية على تركيز عالٍ من الأنواع المتفاعلة بعد امتصاص الطاقة من الإشعاع بالأنواع المثارة. في وسط مُعرض لإشعاع ذي معامل انتقال طاقة خطي منخفض، تتوزع الأنواع المثارة بشكل بسيط عبر المسار وتكون غير قادرة على التفاعل. بالنسبة لإشعاع ذي معامل انتقال طاقة خطي مرتفع، يمكن أن تتداخل الأنواع المثارة، ما يؤدي إلى تفاعلات فيما بينها، بالتالي تشكل نواتج مختلفة عن نواتج الوسط نفسه عند تعريضه لإشعاع ذي معامل انتقال طاقة خطي مرتفع يعتمد فهمنا لطبيعة الأشعة النووية على معرفة كيفية تفاعل هذه الأشعة مع المادة. وتعتبرهذه المعرفة ضرورية في إنشاء واستخدام الكواشف الإشعاعية وأجهزة القياس وفي التطبيقات المتنوعة للأشعة في العلوم والطب والصناعة والزراعة. وتنقسم الأشعة إلى أربعة أنواع هي :جسيمات مشحونة ثقيلة مثل: جسيمات ألفا والديوترونات والبروتونات ونوى الذرات الخفيفه جسيمات مشحونة خفيفة وهي الإلكترونات -e والبوزيترونات أجسام غير مشحونة مثل النيوترونات أشعة كهرومغناطيسية مثل أشعة جاما وأشعة إكس.وجميع هذه الأشعة لها القدرة على إحداث تأين لذرات المادة التي تمر خلالها ولذلك تسمى بالأشعة المؤينة.تفاعل الجسيمات المشحونة الثقيلة مع المادةعندما يتم التصادم بين جسيم ثقيل مشحون بذرة المادة، فإنه يكسبها جزء من طاقته تكفي لإثارتها أو تأينها، وإذا كانت كمية الطاقة المكتسبة أكبر من طاقة التأين فإن الإلكترونات المتحرر ينطلق بطاقة حركية تساوي الفرق بين الطاقتين. تفاعل الجسيمات الخفيفة مع المادة.



شكل (٢) يوضح تفاعل الاشعاع مع المادة

٣.طرق تفاعل الاشعاع مع المادة

يعتبر تفاعل الاشعاع مع المادة من أساسيات دراسة وإدراك سلوك الأشعة المؤينة في المواد وهي من أهم أساسيات الفيزياء الطبية خصوصاً فيما يختص بقياس الجرعات الإشعاعية والوقاية. فقد ساعدت هذه المفاهيم في تصميم وبناء العديد من الأجهزة الإشعاعية مثل الكواشف النووية ومقاييس الجرعات الإشعاعية وكذلك ساهمت في تطوير العديد من تطبيقات الأشعة المؤينة في عدة مجالات، من أهمها المجال الطبي بفرعيه التشخيصي والعلاجي. من خلال هذه التفاعلات تنتقل (في معظم الأحيان) طاقة الإشعاع إلى المادة المتفاعل معها، وبنظره دقيقة، فإن هذه المادة التي نتحدث هي عبارة عن أنوية ذرية تحيط بها سحابة من الإلكترونات المدارية، وللإشعاع المقدرة على التفاعل مع أي من هذه المكونات. إن حدوث أي من هذه التفاعلات، وكذلك قدرة الاختراق، يعتمد على كل من نوع وطاقة الأشعة وعلى طبيعة الوسط الماص. إن الطاقة المنتقلة إلى الوسط سواء كان نسيجاً حياً أو درعاً، تتبدد غالباً على شكل حرارة.

يمكن تقسيم الأشعة إلى قسمين رئيسيين هما: الجسيمات (المشحونة وغير المشحونة) والأشعة الكهرومغناطيسية ولكل منهما طريقته في التفاعل مع المادة، فالفوتون والنيوترون يقومان بتأيين الذرات بطريقة غير مباشرة، بينما تؤين الجسيمات المشحونة الذرات بشكل مباشر.

تفاعل الفوتونات مع المادةInteraction of Photon with the Matter

هناك أنواع عديدة من تفاعل الفوتونات مع المادة، من أهم هذه التفاعلات:

٣-١ الظاهرة الكهروضوئية

٣-٢ تأثير كومبتون Compton Effect

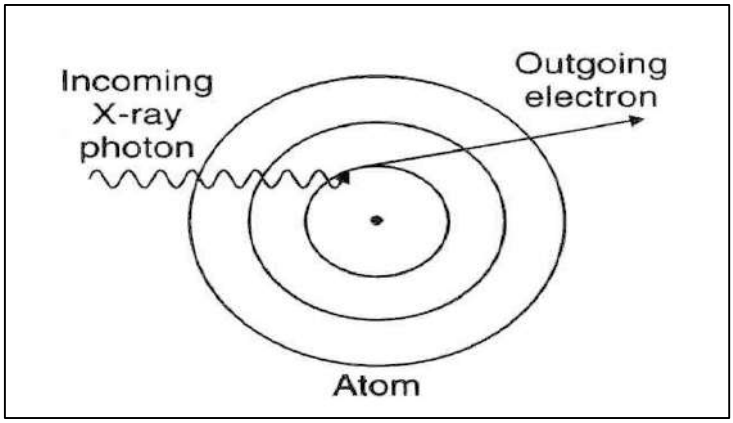
٣-٣ إنتاج الأزواج Pairs production

تحدث هذه التفاعلات خارج النواة (فيما عدا التفاعل التحلل الضوئي) وهي الأكثر استخداماً في الوقاية الإشعاعية ويؤدي معظمها إلى انطلاق إلكترونات ذرية. أما في حالة ازدياد طاقة الفوتون الساقط عن حد معين فسيكون قادراً على إحداث تفاعل مع النواة مما يؤدي لانبعاث جسيمات وإشعاعات أخرى.

٣-١ الظاهرة الكهروضوئية .

يمكن فهم هذا التفاعل بدراسة الطبيعة الموجية للأشعة الكهرومغناطيسية. فهذا التفاعل يحدث عند مرور موجة كهرومغناطيسية بالقرب من الإلكترون مما يجعله في وضع اهتزازOscillation ، وبالتالي سيصدر بدوره مرةً أخرى طاقة بنفس تردد الموجة الكهرومغناطيسية الساقطة. تتمتع الأشعة الكهرومغناطيسية المتشتتة بنفس الطول الموجي للأشعة الساقطة لذا فلا توجد أي طاقة يتم تحويلها إلى حركة إلكترونية Electric motion أو يتم امتصاصها في الوسط، لكن التأثير الوحيد الحاصل هو

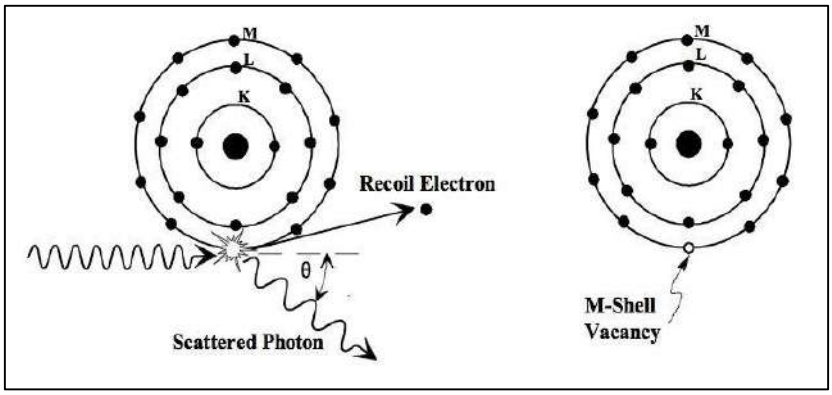
تشتت الفوتون الساقط بزاوية صغيرة جداً. وهذا النوع من التفاعلات هو الأكثر حدوثاً في المواد ذات عدد ذري Z كبير وعند طاقات منخفضة للفوتونات الساقطة.



شكل (٣) تأثير الالكترون باالموجة الكهرومغناطيسية

٢-٣ - تأثير كومبتن Compton Effect

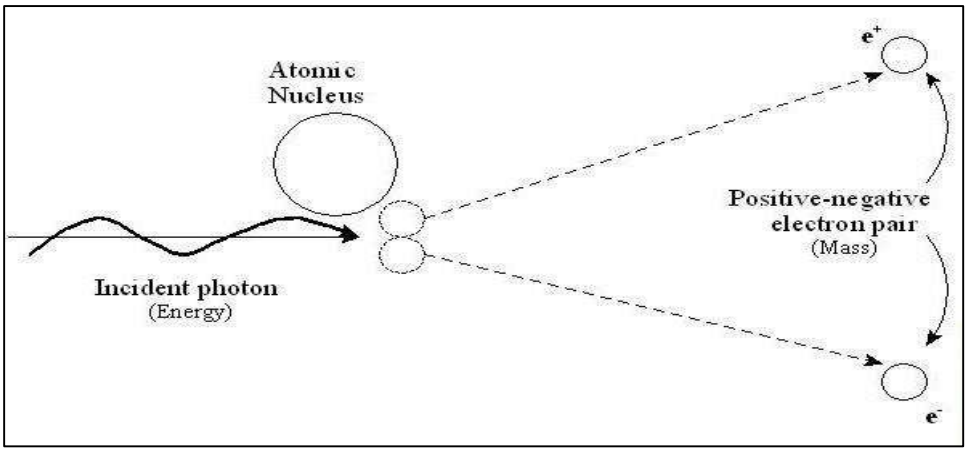
في هذا التفاعل يصطدم الفوتون الساقط مع أحد الإلكترونات المدارية في الذرة والذي يعتبر حراً Free Electron.ويقصد بهذا أن طاقة ربط هذا الإلكترون بالذرة صغيرة جداً بالنسبة لطاقة الفوتون الساقط. حيث يأخذ الإلكترون بعضاً من طاقة الفوتون الساقط وينطلق بزاوية مقدارها φ بينما ينحرف مسار الفوتون الساقط بطاقة أقل (أو طول موجي أكبر) من طاقة السقوط وبزاوية مقدارها Θ. ويعتبر تصادم الفوتون مع الإلكترون تصادماً مرناً. في هذا التصادم لن يعطي الفوتون الساقط كامل طاقته للإلكترون الحر. يمكن أن يحسب مقدار الطاقة المتحولة في أي تصادم بتطبيق قوانين حفظ الطاقة وكمية الحركة. [المصدر: كتاب الإشعاع والعلاج الإشعاعي – د. سمير نتو]



شكل(٤) تأثير كومبتن

٣-٣ إنتاج الأزواجPairs production

إذا كانت طاقة الفوتون الساقطة hv أكبر من 1.022 Mev فهناك إمكانية حدوث تفاعل إنتاج الأزواج. في هذه العملية يتفاعل الفوتون الساقط مع المجال الكهرومغناطيسي للنواة فيعطي جميع طاقته في هذه العملية لينتج زوجاً من الإلكترون سالب الشحنة Electron والإلكترون موجب الشحنة Positron. وحيث أن طاقة سكون الإلكترون mc2 هي ٠,٥١١ Mev فإن ١,٠٢٢ Mev هي الحد الأدنى لطاقة الفوتون الساقط لإنتاج هذه الأزواج، ولذا تسمى هذه الطاقة بهذا التفاعل بطاقةالعتبة(Threshold) energy وعليه تكون الطاقة الفائضة من طاقة الفوتون الساقط هي طاقة حركية للجسيمين المتولدين وتعطى بالعلاقة (hv-1.022 Mev) وتنبعث غالباً بالاتجاه الأمامي نسبة إلى الفوتون الساقط، ويتقاسم هذان الجسيمان الطاقة الحركية بالتساوي بينهما أو ربما يكون هناك أي تقسيم آخر، فعلى سبيل المثال في حالات قليلة الحدوث، يمكن أن يحصل أحد الجسيمات على كامل الطاقة الحركية دون الآخر ويفقدا طاقتهما الحركية عن طريق الإثارة والتأين وأشعة الكبح (Bremesstrahulng). والجدير بالذكر أن هذا التفاعل هو مثال واضح لتحول الطاقة إلى كتلة كما أوضحت معادلة اينشتاين Einstein Equation E=mc2وعكس هذه العملية، أي تحول الكتلة إلى طاقة، يمكن حدوثها كما في حالة اتحاد البوزيترون مع الإلكترون لإنتاج فوتونين وتسمى بأشعة الفناء Annihilation Radiation.فالبوزيترون المتولد في هذه العملية يستمر في المرور خلال المادة وفي نهاية مساره يتحد مع أحد الإلكترونات الحرة الموجودة بالقرب منه ليعطي فوتونين كلاً منهما يحمل طاقة قدرها ٠,٥١١ Mev وينطلقان في اتجاهين متعاكسين كما في الشكل التالي:



شكل (٥) أنتاج الازواج

تحول الطاقة إلى كتلة يجب أن يتم بالقرب من جسيم مثل النواة وذلك من أجل أن يتم حفظ كمية الحركة (Momentum)في هذه الحالة طاقة حركة النواة المرتدة صغيرة جداً. يمكن أن تتم نفس هذه الظاهرة (إنتاج الأزواج) بالقرب من المجال الإلكتروني ولكن إمكانية حدوثها بالقرب من النواة كبير جداً. علاوة على ذلك عتبة إنتاج الأزواج بالقرب من الإلكترون هي ٤ .m0c2إن طاقة العتبة العالية هذه هي

ضرورية لأن الإلكترون المرتد (الذي يحفظ كمية الحركة) يجب أن يقذف إلى الخلف بسرعة عالية جداً بحيث أن كتلته هي نفس كتلة كل من الجسيمات الجديدة المنتجة.

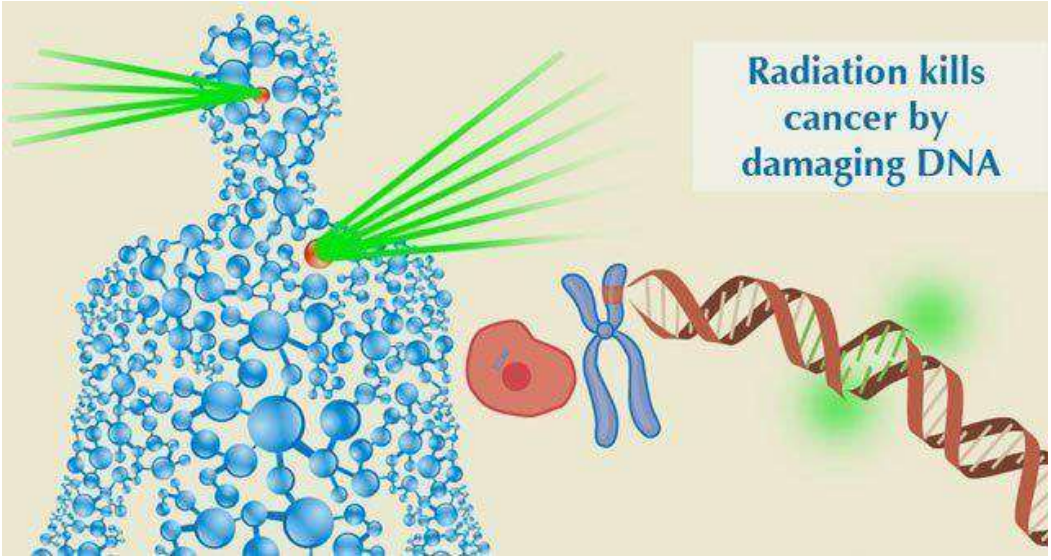
مخاطر الاشعاع :

هناك العديد من المخاطر المحتملة المرتبطة بالإشعاع النووي، بما في ذلك الآثار القصيرة والطويلة الأجل.تشمل التأثيرات قصيرة المدى مرض الإشعاع الحاد، والذي يمكن أن يحدث بعد التعرض لمستويات عالية من الإشعاع في فترة زمنية قصيرة. يمكن أن تشمل أعراض مرض الإشعاع الحاد الغثيان والقيء والإسهال والتعب وحروق الجلد.

يمكن أن تشمل الآثار الطويلة الأجل للتعرض للإشعاع النووي زيادة خطر الإصابة بالسرطان، وخاصة سرطان الدم وسرطانات الغدة الدرقية والثدي والرئة. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يؤدي التعرض لمستويات عالية من الإشعاع إلى تلف أنسجة الجسم وأعضائه، مما قد يؤدي إلى مجموعة من المشاكل الصحية، بما في ذلك العقم وتشوهات النمو والتطور لدى الأطفال، وزيادة خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية.

من المهم أيضًا ملاحظة أن شدة هذه المخاطر تعتمد على مستوى التعرض للإشعاع النووي ومدته، بالإضافة إلى عوامل فردية مثل العمر والجنس والصحة العامة.السبب الرئيسي لخطورة الإشعاع النووي هو أنه إشعاع مؤين، مما يعني أنه يمتلك طاقة كافية لإزالة الإلكترونات المحصورة بإحكام من الذرات، مما يؤدي إلى تكوين الأيونات. يمكن أن يؤدي هذا التأين إلى إتلاف الخلايا الحية والحمض النووي، مما يؤدي إلى حدوث

طفرات وموت الخلايا، ويؤثر في النهاية على الوظيفة الخلوية الطبيعية، بالإضافة إلى ذلك،يمكن للإشعاع النووي أن يسبب مرضًا إشعاعيًا حادًا والوفاة إذا تعرض لمستويات عالية خلال فترة زمنية قصيرة. يعتبر منطقة السماء المعروفة باسم "منطقة البارجة الكبرى" (The Great Cygnus Rift)هي واحدة من أكثر المناطق السماوية إشعاعًا للأشعة الجاما. وتقع هذه المنطقة بالقرب من كوكبة الدجاجة، وهي منطقة من الفضاء تحتوي على البقايا النجمية التي تنتج عن انفجارات أشعة جاما. كما تعد الشمس مصدرًا للأشعة الجاما، ولكنها تنتج كميات صغيرة جدًا منها بسبب تفاعلات النواة الغير مستقرة داخلها.



شكل (٧) يوضح التأثير البيولوجي للاشعاع على جسم

الهدف من دراسة البحث :

لما يشكل الاشعاع اهمية كبيرة في جميع جوانب الحياة أي المجالات الطبية والصناعية وكثيرمن المجالات الاخرى ،باتت الحاجة الماسة لدراسة كواشف الاشعة النووية للتعرف على جميع الاشعاعات واهميتها . وتستخدم الكواشف في (detector)في التشخيص الطبي ،وفي تجارب فيزياء الطاقة العالية وفي اكتشافات الجيوفيزياء . والمواد الوميضية قد تكون في صورة سائلة أو غازية أو صلبة . فأن الهدف الاساسي لدراسة الكواشف لمعرفة كيفية الكشف عن أي اشعاع ومعرفته وتشخيصه للاستفادة منه في المجالات الدراسية المتعددة .

الفصل الثاني

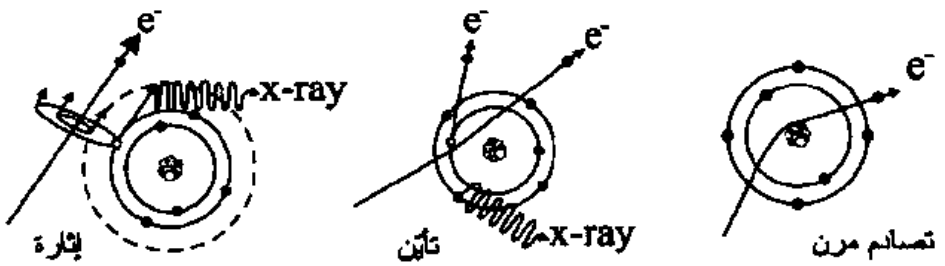
انواع الكواشف النووية :

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

١- الكواشف الغازية

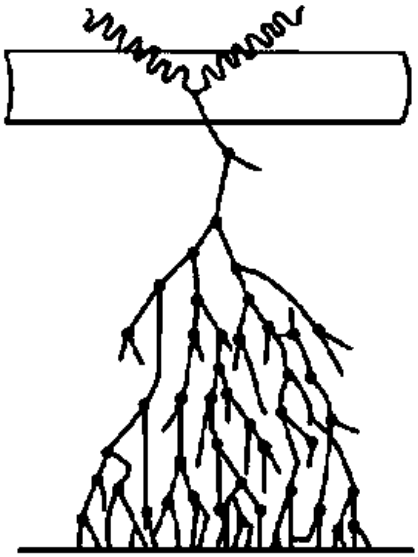
تعد الكواشف الغازية من أقدم أنواع الكواشف الإشعاعية، فقد استخدمت منذ أوائل القرن الماضي . تعتمد تقنية الكشف في هذا النوع من الكواشف على مبدأ تجميع الأزواج الأيونية المتولدة في الغاز (وسط الكاشف) نتيجة تفاعل الإشعاع مع ذرات الغاز، فيتولد الزوج الأيوني المؤلف من الإلكترون وذرة الغاز المتأينة من جراء مرور 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 طاقتها1 مليون إلكترون

وتكون انواع التفاعلات الممكنة للجسيمات المشحونة مع الوسط الغازي إلى أحد الأشكال المبينة في الشكل (1)

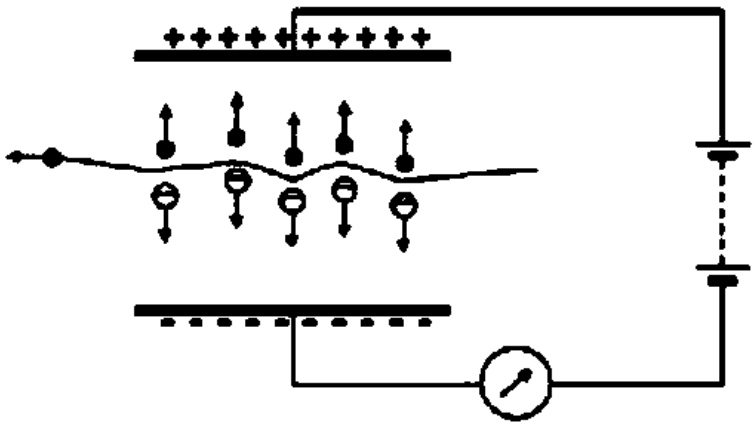


الشكل (١)

تُنتج هذه الأزواج الأيونية نتيجة التصادم أزواجاً أيونية جديدة تسمى بالثانوية؛ ليصل هذا التضخيم في عدد الإلكترونات إلى حد الانهيار، ويسمى انهيار تاونسند Taunsand Avalanche



الشكل (٢) التايينات الثانوية (الانهيار)



الشكل (٤) مبدا الكشف.

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

١- حجيرات التأين. Ionization Chambers

٢- والعدادات التناسبية . proportional counters

٣-كايلر مولر **Geiger-Muller**

حجيرات التأين:

تتألف حجيرة التأين بشكل أساسي من حجم مغلق من الغاز غُمس فيه قطبان طُبِّق بينهما كمون كهربائي ومقياس حساس للتيار (الشكل ٣). إن قياس التيار في الدارة الخارجية هو قياس مباشر لتيار الأيونات المجمعة على الأقطاب والناشئ أصلاً عن توليد الأزواج الأيونية نتيجة لتفاعل نوع معين من الإشعاع في الحجم الفعال للحجيرة، فبغياب الجهد لايمكن قياس أي تيار عبر الدارة الخارجية، وتضمحل جميع الشحنات المتشكلة في الحجم الفعّال بإعادة اتحادها بعد تشكلها. وبزيادة الجهد المطبَّق بين قطبي الحجيرة يزداد تأثير الحقل الكهربائي المتولد، وتبدأ عندها عملية جرف كل الأيونات المتشكلة. ولا تؤدي زيادة الجهد المطبّق على القيمة السابقة إلى زيادة في قيمة التيار المقيس؛ لأن كل الشحنات المتشكلة تمّ التقاطها، ومعدل تشكلها ثابت.

العدادات التناسبية :

العداد تناسبي في فيزياء الإشعاع هو مكشاف لقياس الأشعة المؤينة، مثل الإلكترونات، وأشعة ألفا وأشعة غاما. ويشبه في طريقة عمله عداد جايجر إلا أنه يفوق عليه حيث نستطيع قياس طاقة الأشعة بواسطة العداد التناسبي ولا يمكن قياسها بواسطة عداد جايجر. كما نستطيع معرفتها بولع بواسطته تعيين نوع الإشعاع أو الجسيمات الأولية المؤينة، ولا نستطيع معرفتها بواسطة عداد جايجر.

عداد كايكر مولر Geiger–Muller counters

اخترع العالم الألماني جايجر هذا العداد ثم قام تلميذه مولر بإدخال تعديلات قيمة على العداد، ولذلك يسمى أحيانا عداد جايجر–مولر

عداد كايكر أو عداد جايجر (بالإنجليزية: Geiger counter) – والمسمى أيضاً عدّاد كايكر– مولر هو أحد أدوات اكتشاف الإشعاعات المؤيِّنة، مثل أشعة كاما والأشعة السينية وكذلك الإلكترونات السريعة ومنها أنواع لقياس أشعة ألفا. ويسهل استخدامه في كل مكان حيث هو عبارة عن مكشاف حساس بشكل اسطوانة طولها نحو(١٥ سنتيمتر) متصلة بجهاز إلكتروني يشبه الراديو الصغير بواسطة كيبل، ويسهل حملهما.

اليورانيوم والثوريوم التي قد توجد في أحجار بعض المناطق. كما يوجد الجهاز في كل معمل نووي للتحذير من ارتفاع غير عادي في درجة الإشعاع في المكان بغرض تحذير العاملين من خطر الإشعاع، فيتخذوا حذرهم ويقومون بالتعرف على سبب زيادة الإشعاع وإزالته.

هذا العداد له كفائه عاليه في الكشف عن الجسيمات المشحونة مثل جسيم بيتا أما الفوتونات ذات الطاقة العالية مثل أشعه كاما فان كفائه العداد للكشف عنها تكون ضعيفة وذلك لان كثافة الغاز ضئيلة وبالتالي فرص هروب أشعه كاما كبيره جدا ولا تستطيع الاصطدام بذرات الغاز والتي تكون كبيرة جدا بالنسبة لفوتون ليس له كتله.

يستخدم هذا النوع من العدادات بشكل واسع في كشف الإشعاع . ويتكون العداد من اسطوانة معدنية (الكاثود) مفرغة من الهواء بقطر (٣ سم) ومن سلك دقيق (الانود) مثبت بموازاة محور الاسطوانة ومعزول عنها كهربائيا .

تملا الاسطوانة بمزيج من غازات الأركون أو النيون أو الهليوم بنسبة (% 90) ومن الكحول بنسبة (10%) وأحياناً بمزائج أخرى وبخار عضوي .

يسمح العداد بدخول الجسيمات المؤينه إلى داخل الأنبوبة من خلال نافذة رقيقة من الزجاج أو الألمنيوم وبذلك تصطدم هذه الجسيمات المؤينه بجزيئات الغاز وتسبب تأينها .

عند دخول جسيم مشحون مثل بيتا السالبة فأنها تصطدم بذرات الغاز فيحدث التأين لذرات الوسط فتصبح عبارة عن ايونات موجبه والكترونات سالبه فتقوم هذه الالكترونات بتأيين الذرات الاخرى فعند توصيل الاسطوانه بتيار ينشأ فرق جهد بين الكاثود والانود فتنجذب الالكترونات السالبة الى الانود والايونات الموجبة الى الكاثود فينشأ تيار ناتج عن تأيين ذرات الغاز.

إن أكثر تطبيقات عداد كايكر- مولر شيوعاً هي استخداماته للكشف عن الإشعاعات المختلفة والتحري عن المصادر المشعة.

غرف التأين : Ionization Chambers

تتألف حجرة أو غرفة التأين بشكل أساسي من اسطوانة معدنية متغيرة الطول وتحتوي على سلك معدني دقيق في وسطها ومعزول كهربائيا عند موضع اتصاله

بالاسطوانة ، تملا الاسطوانة بالهواء الجاف أو أي غاز ملائم فعند مرور جسيم مؤين في الحيز بين القطبين فانه يولد ازدواجا من الايونات الموجبة والسالبة عند اصطدامه بجزيئات الهواء أو الغاز الموجود في الحيز .

عند عدم تسليط مجال كهربائي بين قطبي غرفة التأين فان الايونات الموجبة تتحد مع الايونات السالبة مرة أخرى مكونة ذرات أو جزيئات متعادلة داخل الغرفة ،

وعند تسليط مجال كهربائي فان الايونات الموجبة تتجه نحو القطب السالب (الكاثود) والايونات السالبة نحو القطب الموجب (الانود) فيؤدي ذلك إلى مرور تيار كهربائي ايوني شدته تعتمد على :-

١-شدة المجال الكهربائي المسلط .

٢-طبيعة الإشعاع.

٣- حجم الاسطوانة .

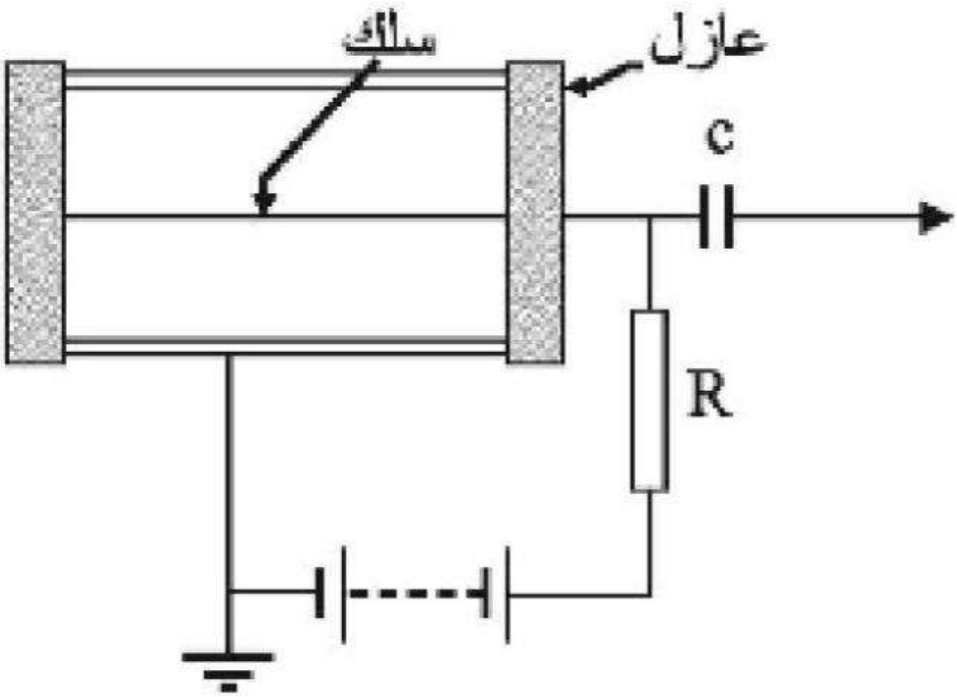
وتدعى منطقة العمل هذه منطقة الإشباع.

ويراعى في تصميم غرف التأينالامور الاتية :-

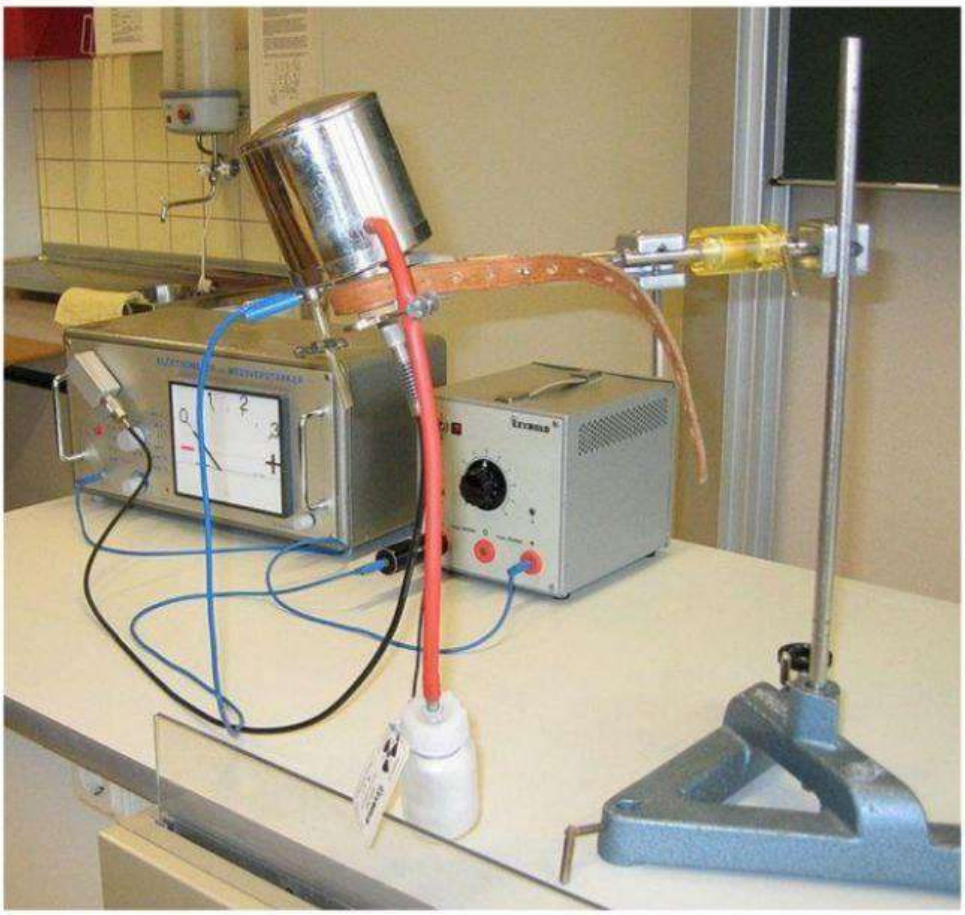
١ الشكل الهندسي للغرفة .

٢ نوع الغاز المختار وضغطه وذلك بحسب تطبيقات القياس .

تستخدم حجيرات التأين في أجهزة المسح الإشعاعي لأغراض المراقبة وقياس الجرعة الإشعاعية إضافة إلى استخدامها لمعايرة المنابع المشعة وتطبيقات قياس طاقة الإشعاع.



الشكل (٣) حجيرات التاين.



2- الكواشف الصلبة

المبدأ العام للكشف كما مر سابقاً في الكواشف الغازية هو تشكيل شحنة كهربائية من عدد كبير من حاملات الشحنة (إلكترون - أيون موجب) تتناسب في معظم الأحيان مع طاقة الإشعاع المودعة في الكاشف .

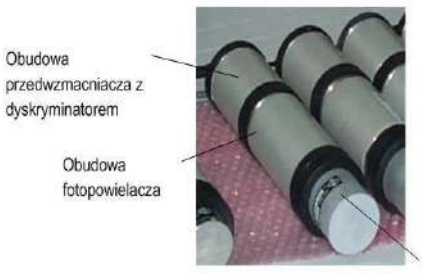
ويسعى المصممون إلى تحقيق تلك الخطوة بطرائق مختلفة . وإن استخدام مواد صلبة تقوم على المبدأ ذاته سيؤدي إلى زيادة عدد حاملات الشحنة كثيراً؛ الأمر الذي يؤدي إلى تحسين مواصفات جملة الكشف وزيادة مردود الكشف كثيراً، هذا إضافة إلى تصغير حجم الكاشف.

الفصل الثالث

الكواشف الوميضية :

الكاشف الوميضي عبارة عن محول يقوم بتحويل الطاقة الحركية للجسيم الساقط إلى ومضة ضوئية. حيث يعتبر كشف الإشعاع المؤين بواسطة الضوء الوميضي Scintillation Light المنبعث من أقدم الأساليب المعروفة في ذلك. تاريخياً يعتبر العد الوميضي من أحد الطرق البدائية لقياس الاشعة

المكشاف الوميضي (scintillation counter) في الفيزياء، هو مكشاف يقيس الأشعة المؤينة. ويستخدم فيه رأس حساسة تسمى سينتيلاتور وهي تعني " مُصدرة البرق"، وهي تصنع عادة من مادة شفافة كالبلاستيك المطعم بالأنثراسين أو بلورة من الفوسفور، كما تستخدم منه أنواع تعمل بسائل سينتلوري، وتصدر تلك الرؤوس الحساسة وميضا فلوريا عندما يصتدم بها شعاع مؤين.



شكل (١-٣) عداد شيرينكوف

عداد شيرينكوف وتوجد في مقدمته بلورة من يوديد الصوديوم (شفافة) وتحتوي باقي الأسطوانة على صمام تضخيم الضوء.ويتصل بالرأس الحساسة مباشرة صمام تضخيم ضوئي، ويقوم بقياس الضوء المنبعث في البلورة. ويتصل صمام لجسيمات المتضهيم الضوء بمضخم إلكتروني وعداد إلكتروني لعد الأشعة المؤينة، ولتعيين مطال كل نبضة جهدية صادرة من صمام تضخيم الضوء. توجد البلورة الحساس في رأس العداد في حافظة معدنية رقيقة تحميه من سقوط الضوء عليه ومن دخول الرطوبة التي قد تفسد البلورة المكونة من يوديد الصوديوم. يحدث الشعاع المؤين الساقط في البلورة برق ضوئي، ويسقط هذا البرق الضوئي الضعيف على المهبط الضوئي لصمام التضخيم الضوئي فيحرر بعض إلكتروناته بالتأثير الكهرضوئي.

تسقط الإلكترونات المتحررة من المهبط الضوئي على أقطاب صمام التضخيم الضوئي ويتضاعف من جراء ذلك عدد الإلكترونات زيادة عظيمة فتحدث على المصعد نبضة تيار كهربائي التي يمكن عدها في الجهاز الإلكتروني Analysator المتصل بالعداد الوميضي والذي يمده بالجهد الكهربائي.[١]

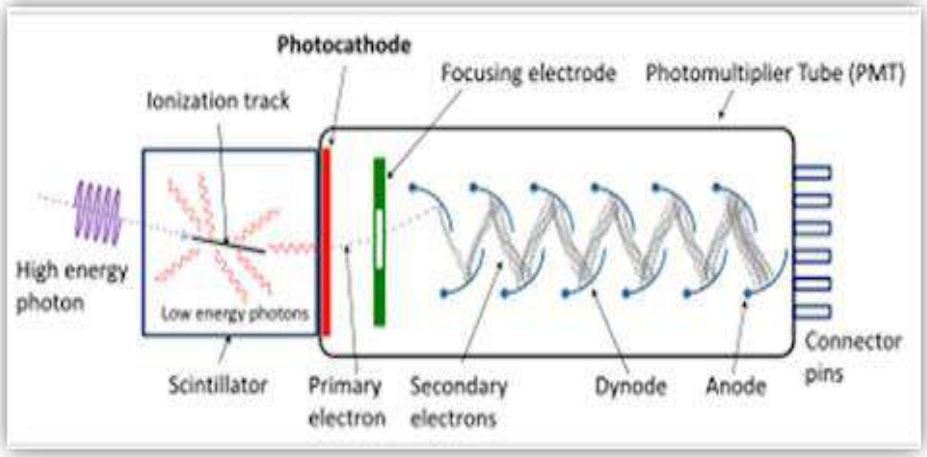
وبحسب نوع البلورة الحساسة يمكن بواسطتها قياس أشعة ألفا أو أشعة بيتا أو أشعة غاما أو قياس النيوترونات.

ويكون اختيار مادة البلورة الحساسة من مادة شفافة مثل الأملاح غير العضوية أو من البلاستيك الخاص كما يمكن استخدام بعض السوائل. ومن مميزات المواد غير العضوية ارتفاع كثافتها مما بسهل قياس أشعة غاما حيث تكون عالية الامتصاص لأشعة غاما وبذلك تزيد حساسية العداد لقياسها.من البلورات كثيرة الاستخدام بلورات يوديد الصوديوم المشوبة بالثاليوم Tl) نحو ٠,١ (%ومن الملاحظ احتواء البلورة على عنصر اليود الذي يحتوي في ذراته عددا كبير من الإلكترونات التي لبلورة الحساسة تزيد من احتمال تفاعلها مع أشعة غاما الساقطة لقياسها. ومن المواد الأخرى المناسبة لصناعة البلورة الحساسة كلوريد اللانثانيوم (LaCl3) وكلوريد السيزيوم . (CsI)

أستعمال الكاشف الوميضي :

مما لا شك فيه إن الكواشف الوميضية لها الفضل الكبير في الطب النووي ، فكل الاشعة التشخيصية قائمة على فكرة الكواشف، والكواشف الوميضية تتكون من الوماض وانبوبة التضاعف و نتناولها بالتفصيل ونتعرف كيف نختاره .

فالكاشف الوميضي له القدرة على تحويل طاقة الإشعاع العالية مثل أشعة x أو جاما ذات الأطوال الموجية القصيرة والطاقة العالية إلي فوتونات ذات طاقة أقل وأطوال موجية أطول في حدود الضوء المرئي(knoll) وتستخدم الكواشف (detector) في التشخيص الطبي ،وفي تجارب فيزياء الطاقة العالية وفي اكتشافات الجيوفيزياء. والمواد الوميضية (scintillator)) قد تكون في صورة سائلة أو غازية أو صلبة (مواد عضوية ومواد غير عضوية).و تعتمد الكواشف (detector) بشكل كبير على المواد الوميضية scintillator materials حيث تتكون الكواشف من المواد الوميضية وحساسات ضوئية (light sensor) مثل انبوبة التضاعف الضوئية photomultiplier tube[PMT] والوظيفة الأساسية للحساسات الضوئية هي تحويل الفوتونات المنبعثة من المادة الوميضية إلى إشارة كهربية ،كما بالمخطط التالي :



شكل (٢-٣) مخطط تحويل الفوتونات المنبعثة من المادة الوميضية إلى إشارة كهربية.

وكما ذكرنا سابقا أن الكاشف الوميضي يتكون من المادة الوميضية وأنبوبة التضاعف فآلية عمل الكاشف الوميضي يعتمد على كلا منهما:

أولا آلية العمل في المادة الوميضية تم عبر ثلاث مراحل ، مرحلة التحويل (conversion) ومرحلة انتقال الطاقة ومرحلة انبعاث فوتونات في حدود الضوء المرئي. تمتص المادة الوميضية طاقة الإشعاع الساقط عليها وتحرر الكترونات ابتدائية تاركا فجوات وتتحرك خلال المادة وأثناء اصطدامها تحرر الكترونات ثانوية وتظل هكذا حتى تصبح طاقتها اقل من الطاقة المطلوبة لتأين إلكترونات جديدة ،وفي نهاية هذه المرحلة كل الإلكترونات تقع في قاع نطاق التوصيل (conduction band) وكل الفجوات أعلى نطاق(valence band) وهذه المرحلة تحدث في حدود البيكوثانية. picosecondوبعد ذلك يحدث إعادة اتحاد للإلكترون recombination وتنطلق فوتونات في حدود الضوء المرئي ثم بعد ذلك تسقط الفوتونات المنبعثة من المادة الوميضية علي انبوبة التضاعف انبوبة التضاعف الضوئية هي أشهر الكواشف الضوئية، وتتكون من كاثود وسلسلة من داينودات (عبارة عن أقطاب توصل بجهد موجب ومن ثم تتصل بالمصعد (anode) ، عندما تسقط الفوتونات على الكاثود يتحرر منه إلكترونات ضوئية Photo electron من خلال ظاهرة التأثير الكهروضوئيphotoelectric effect ، ثم توجه الالكترونات بفعل مجالا كهربيا إلى داينود الأول ويحدث تضاعف للإلكترونات ثم تتوجه لداينود الثاني ويحدث تضاعف للإلكترونات الساقطة وهكذا في بقية الدانودات وفي النهاية تتجمع كل الالكترونات على الأنود وثم تصل بعد ذلك لبقية الدائرة الكهربية. [١]

المتطلبات الواجب توافرها في المواد الوميضية :

١- ان تكون ذات كفاءة عالية في تحويل طاقه الإشعاع الساقط إلي فوتونات في الضوء المرئي.

٢- ان يكون الإشعاع المنبعث في حدود الضوء المرئي.

٣- أن يكون ثابت الاضمحلال صغيراshort decay constant .

٤- ان يكون العدد الذري كبيرا. high effective atomic number .

٥- لا تتلف بالإشعاع.more radiation hard .

٦- رخيصة الثمن.inexpensive .

٧- لا تتأثر بالرطوبة.non-Hygroscopic .

أ نواع المواد الوميضية:

١- مواد عضوية.organic materials

٢- مواد غير عضويةinorganic materials

اولا :المواد الغير عضوية.

- مواد نقيةPure Inorganic .

في هذه المواد عند سقوط الإشعاع تمتص المادة طاقة الإشعاع وتنطلق الإلكترونات من Valance bandإلى conduction bandوبعد فترة وجيزة بعد أن تفقد إلكترونات طاقتها تعود من أخرى إلى Valance band وتنعت فوتوناتphotons وقد تكون هذه الفوتونات في حدود الضوء المرئي وقد تكون لا ،وفي المواد التي تبعث فوتونات ليست في الضوء المرئي نقوم بتطعيمها .(doping)

- مواد مطعمة .Activated crystalline (doping)

في المواد المطعمة الإلكترونات المنطلقة تتبع الالكترونات قاعدة الاختيار فقد تنطلق الالكترونات من نطاق التوصيل الي نطاق التكافؤ ولكن الفوتونات المنبعثة لا تكون في حدود الضوء المرئي أما الالكترونات المنبعثة من Activator excited state إلى Activator ground state تعطي فوتونات في حدود الضوء المرئي.

المصادر

١- موسوعة Wikipedia .

٢- كتاب الإشعاع والعلاج الإشعاعي – د. سمير نتو .

3 - G.F.Knoll, Radiation Detection and Measurement - 3rd edition (Chapters 16 to18), John Wiley & Sons, 1999.

4- Hall, H. The Theory of Photoelectric Absorption for X-rays and y-Rays. Rev. Mod. Phys. 1936, 29,.

٥- Lecoq, P.; Gektin, A.; Korzhik, M. Inorganic Scintillators for Detector Systems, 2nd ed.; Springer International