المقدمة

1.1مقدمة

تتطلب جميع القياسات النووية توفر الأجهزة الخاصة بالكشف عن الأنواع المختلفة من الإشعاعات النووية وتسجيلها، وتعرف هذه الأجهزة بكواشف الإشعاعات وتستخدم هذه الكواشف عموما لتحديد نوع الإشعاع وقياس كمياتها وتحديد طاقتها.

يتوقف نوع الكاشف المستخدم على عدة عوامل أهمها:

أ. نوع الجسيمات أو الإشعاعات المطلوب الكشف عنها (جسيمات مشحونة ثقيلة أو الإلكترونات أو أشعة سينية أو إشعاعات جاما أو نيوترونات).

ب. طاقة هذه الإشعاعات.

ج. شدة الإشعاعات أو كثافة تدفقها.

د. طبيعة المكان الذى سيوضع فيه الكاشف المعين.

ويقوم مبدأ الكشف عن الإشعاعات فى كثير من الكواشف على استخدام ظاهرة تأين أو إثارة الإشعاعات لذرات أو جزئيات المادة عند المرور فيها.

وأما بالنسبة للأشعة السينية وأشعاعات جاما والجسيمات المتعادلة الشحنة كالنيوترونات فهى لا تؤين المادة عند المرور فيها بطريقة مباشرة ولكنها تؤينها بطريقة غير مباشرة، فالنيوترونات يمكن أن تتفاعل مع المادة ويؤدي هذا التفاعل إلى إنطلاق جسيم مشحون (بروتون أو جسم الفا) يعرف بالجسيم الثانوى الناتج أو النواة المرتدة، ويحمل هذا الجسيم أو النواة جزءا كبيرا من طاقة النيوترون الساقط فيقوم بالتالى بتأين المادة وتكوين الازواج الإلكترونية الأيونية.

وفى حالة إشعاعات جاما أو الأشعة السينية تقوم الإلكترونات الثانوية الناتجة عن التأثير أو تأثير كومبتون أو إنتاج الازواج بعملية تأين المادة وتكوين الازواج الإلكترونية الأيونية عنها.

لذلك تنتمى جميع الجسيمات المشحونة الثقيلة كجسيمات الفا والبروتونات والأيونات وشظايا الإنشطار النووى والجسيمات المشحونة كالإلكترونات وغيرها والأشعة السينية وإشعاعات جاما إلى ما يعرف باسم الإشعاعات المؤينة، وهناك أنواع أخرى من الكواشف تعتمد فى عملها على حدوث بعض التغيرات الكيميائية فى مادتها.

وبقياس هذه التغيرات الناتجة يمكن الكشف عن كمية الإشعاعات وتتميز مثل هذه الأنواع من الكواشف بحساسية ضعيفة، لذلك فإنها لا تستخدم إلا فى المجالات الإشعاعية شديدة الكثافة مثل كواشف قياس جرعات تشعيع المنتجات المعالجة بالاسقاط والاغذية.

وهنالك أنواع أخرى من كواشف النيوترونات تقوم على أساس قياس النشاط الإشعاعى للمادة بعد مرور النيوترونات فيها، فمن المعروف أنه عند مرور النيوترونات فى المادة يمتص منها جزء فى نوى ذرات المادة فتتحول بعض هذه الذرات إلى نظائر مشعة.

بشكل عام يمكننا تصنيف كواشف الأشعة إلى مجموعتين[10]:

1. كواشف الأشعة الخاصة بعد الجسيمات وأهم أنواعها هى:

- العدادات المملوءة بالغاز ابسط أنواعها (غرفة التأين، العداد التناسيبى، قايقر مولر).
- العداد الوميضى.
- كاشف شبه الموصل.
- كاشف ميرنكوف.

2. كواشف خاصة بتسجيل مسارات الجسيمات:

- كاشف الغرفة السحابية.
- كاشف الغرفة الفقاعية، فى هذه الغرفة يحفظ سائل قريب من نقطة غليانه، عند مرور جسيم فإنه ينتج أيونات تؤدى إلى تكوين فقاعات حولها، السائل المستخدم فى الغالي هو سائل الهيدروجين. هذه الغرفة اكثر كفاءة من الغرفة السحابية خاصة ملاحظة الجسيمات وتفاعلها مع نوى السائل.

عادة يسلط مجال مغناطيسى عبر الغرفة مما يجعل بالإمكان قياس زخم الجسيمات بمعرفة ضعف قطر تكور السائل.

كاشف الغرفة السحابية: تملأ الغرفة بهواء خالى من الغبار ومشبع ببخار الماء عند درجة حرارة الغرفة ثم يسمح للمكبس بالنزول.

1.2مشكلة البحث

نظرا لطبيعة الإشعاع المؤين غير المرئية وما يحدثه من آثار سالبة على الإنسان والبيئة كان لا بد من إيجاد الطرق والأدوات الملائمة للكشف عن الإشعاع وقياسه بإستخدام الكواشف الإشعاعية لتوفير المعلومات اللازمة للحد من أضرار الإشعاع المؤين والإستفادة من منافعه ولمعرفة الأسس الفيزيائية للكشف عن الإشعاع والتأثيرات البيولوجية له يجب فهم طريقة التفاعل بين الإشعاع والمادة والتي من خلالها تنتقل الطاقة من الإشعاع إلى المادة التي يتفاعل معها وبعد ذلك يتم اختيار الكاشف الإشعاعي المناسب، ولذلك نحتاج إلى دراسة مقارنة بين أنواع الكواشف الإشعاعية، ولكي نتعرف على مميزات وسلبيات هذه الكواشف.

1.3 أهداف البحث

عمل دراسة مقارنة بين الكواشف الإشعاعية الغازية وشبه الموصلة وبيان تركيبها والاستخدام الأمثل لكل منها.

1.4 طريقة البحث

هذا البحث عبارة عن دراسة نظرية تهدف إلى المقارنة بين الكواشف الإشعاية الغازية وشبه الموصلة من حيث طرق عملها وتركيبها مع استعراض ايجابيات وسلبيات كل واحد منها والمقارنة بينها لتوضيح الإستخدام الامثل لكل منهما.

1.5 محتوى البحث

يحتوي البحث على خمسة فصول، الفصل الاول عبارة عن مقدمة والفصل الثانى عبارة عن مقدمة عامة عن الإشعاع والفصل الثالث كواشف الإشعاعات النووية الغازية، والفصل الرابع كواشف الإشعاعات النووية شبه الموصلة، الفصل الخامس، مناقشة النتائج.

مقدمة عن الإشعاع

2.1 تعريف الإشعاع:

هو عملية إنتقال الطاقة من المصدر إلى المادة بشكل دقائق أو موجات [1].

أنواع الإشعاع:

أ. الإشعاع الغير مؤين هو الإشعاع الذى ليس لديه القدرة على تأين الذرات التى يمر خلالها.

ب. الإشعاع المؤين: هو الإشعاع الذى له القدرة على تأين الذرات التى يمر خلالها وذلك بإقتلاع الكترون أو اكثر من الذرة المتعادلة الشحنة وتحول إلى أيون [2].

2.2 الإشعاع المؤين أنواعه ومصادره:

الأشعة المؤينه عبارة عن حزمة من الجسيمات السريعة أو من الموجات الكهرومغناطيسية تنشأ من مصدرين أساسيين، الأول ناتج عن تحلل نوى من العناصر غير المستقرة فتنبعث جسيمات سريعة غالبا تصاحبها أشعة قاما.

المصدر الثانى ينتج من انتقال الإلكترونات من مستوى طاقة عالي إلى مستوى طاقة منخفض فتنبعث موجات كهرومغناطيسية خارج الذرة.

تسمى جميع الأشعة ذات الطول الموجى الاقل من الاشعة البنفسجية المرئية بالأشعة المؤينة، حيث أن اختراقها لأي جسم يترك كمية من الطاقة تؤدي إلى تأينه اي تحول ذراته إلى ايونات نتيجة لفقد بعض الكتروناتها.

2.2.1الأشعة المؤينة نوعان:

النوع الاول يمثل حزمة الجسميات، وهو نوعين، الاول يمثل الجسميات المشحونة كجسيمات بيتا، البروتونات، دقائق الفا، جميعها تستطيع أن تؤين المادة بشكل مباشر عند التصادم إذا كانت طاقتها كافية لذا تسمى حزمة هذه الجسيمات بالأشعة المؤينة المباشرة، والمقصود بتأين المادة هو تكوين مجموعة كبيرة من الايونات فى داخلها، أما النوع الثانى من الجسيمات فيمثل الجسيمات غير المشحونة كالنيوترونات التى عند اصطدامها مع ذرات الوسيط يصدر عنها جسيمات ثانوية مشحونة كالبروتونات التى تستطيع هى أن تؤين ذرات المادة عند تصادمها معها.

لذا تسمى حزمة النيوترونات بالأشعة المؤينة غير المباشرة.

أما النوع الثانى من الإشعاع المؤين فيمثل الموجات الكهرومغناطيسية كالأشعة السينسة وأشعة قاما التى تتكون من الفوتونات التى لا تملك كتلة أو شحنة وهى لا تستطيع أن تؤين المادة بصورة مباشرة عند التصادم بل تقوم بتوليد جسيمات ثانوية مشحونة (الالكترونات) التى تقوم بتأين ذرات الوسط عن

طريق التصادم معها، لذا تسمى حزمة الموجات الكهرومغناطيسية ب(الإشعاعات المؤينة غير المباشرة).

جميع الأشعة المؤينة ضارة بالجسم البشري، لذلك يجب معرفة كشف وقياس شدة الأشعة المؤينة والتعرف على الأجهزة المستخدمة فى ذلك وكذلك الوحدات التى تقاس بها هذه الأشعة [3].

2.3 مصادر الإشعاع

تتكون مصادر الاشعاع من الاتي:-

1. مصادر طبيعية
2. مصادر صناعية

2.3.1المصادر الطبيعية: تمثل مجموعة من الإشعاعات التى تتواجد حولنا فى الطبيعة دون تدخل الإنسان فيها حيث تتباين حسب الموقع الجغرافى للمنطقة.

من أهمها ما يلى:

الإشعاعات الكونية- القشرة الأرضية (مواد مشعة منفردة -السلاسل المشعة).

المصدر الرئيسى لهذه الأشعة ناتج عن الحوادث النجمية فى الفضاء الكونى البعيد ومنها ما يصدر عن الشمس خاصة خلال التوهجات الشمسية مرة أو مرتين كل 11 سنة مولدة جرعة اشعاعية كبيرة إلى الغلاف الغازى للأرض وتتكون هذه الأشعة الكونية من 87% من البروتونات و11% من جسيمات الفا وحوالى 1% من النوى ذات العدد الذرى ما بين 4-26 وحوالى 1% من الإلكترونات ذات الطاقة العالية.

بالتالى فإن لهذه الأشعة مقدرة كبيرة على الإختراق، ويحتوي الغلاف الجوي على كميات كبيرة من الأشعة وتصل إلى الارض كميات ضئيلة جدا لا تسبب ضررا على الإنسان وبيئته ولهذا يعتبر الغلاف الجوى واقيا من هذه الإشعاعات [4].

ان من أهم العناصر المشعة فى صخور القشرة الأرضية هى (البوتاسيوم 40—والربيديوم 37) وسلسلة العناصر المشعة المتولدة من تحلل (اليورانيوم 238- والثوريوم 232) وهنالك عدد كبير من النظائر المشعة واعمار النصف لها طويلة جدا فى صخور القشرة الأرضية.) [5] .

ولقد وجد أن الأنوية المشعة طبيعيا تتمركز فى نوع من الصخور مثل صخور الجرافيت، أما الاحجار الجيرية والرملية فهى قليلة الإشعاع، النشاط الطبيعى داخل جسم الإنسان) [6] .

2.3.2المصادر الصناعية:

تتضمن كافة العناصر المشعة المنتجة من قبل الإنسان وتلك الأجهزة المولدة للإشعاع. أو الأشعة السينية والمسرعات الخطية، وكذلك كافة النوى المشعة الناتجة من التفجيرات النووية وما يلحقها من نواتج الوقود النووى [4].

2.4 تفاعل الإشعاعات المتبادل مع المادة:

المقصود بكلمة الإشعاعات هنا هو جميع أنواع الإشعاعات كالجسيمات المشحونة الثقيلة (جسيمات ألفا والبروتونات)، والجسيمات المشحونة الخفيفة كالإلكترونات والبوزيترونات وإشعاعات جاما والأشعة السينية والنيوترونات [7].

2.4.1 التفاعل المتبادل بين الجسيمات المشحونة والمادة:

انتقال الطاقة بين الجسيمات للمادة عند سقوط الجسيمات المشحونة الثقيلة كجسيمات ألفا والبروتونات على المادة تنتقل طاقة هذه الجسيمات إلى المادة بالتدريج إلى أن تتوقف الجسيمات الساقطة، ويتم هذا الإنتقال عن طريق التصادمات غير المرنة مع الإلكترونات وذرات المادة التى تمر خلالها الجسيمات.

وينتج عن هذه التصادمات الجسيمات المشحونة الساقطة والإلكترونات إثارة لهذه الذرات أو تأينها، وهكذا تفقد الجسيمات المشحونة الثقيلة طاقتها بالتدريج مع تغلغلها داخل المادة وتقل سرعتها إلى أن تصبح قريبة من سرعة إلكترونات المدار K لذرة الجسيم الساقطة، فيحدث تبادل بين الإلكترونات المدارين لذرات المادة وإلكترونات التأين الناتجة عن الجسم الساقط.

يتكون نتيجة لتأين الذرة الواحدة زوج إلكترونى– أيونى.

الجسيمات الساقطة لا تغير إتجاه مسارها أى أنها تسير فى خط مستقيم [8].

2.4.2مدى الجسيمات المشحونة الثقيلة:

مدى الجسيم المشحون فى مادة ما هو عبارة عن طول المسافة المستقيمة التى يقطعها الجسيم فى إتجاه سقوط هذه المادة.

ولقياس مدى الجسيمات الثقيلة فى الغازات أو الأجسام الصلبة فإنه يفضل تثبيت كل من المصدر والكاشف على مسافة مناسبة فى حيز مفرغ من الهواء ويتم ادخال الغاز المعين بضغوط مختلفة، ويحسب عدد الجسيمات التى تسجل فى الكاشف عند كل ضغط. ويزداد الضغط حتى يتوقف الكاشف عن تسجيل الجسيمات [2].

2.4.3انتقال الطاقة من الإلكترون للمادة:

تفقد الإلكترونات الساقطة طاقتها عن طريق إثارة الإلكترونات المدارية لذرات المادة أو تأين هذه الذرات، ونظرا لأن كتلة الإلكترون صغيرة بالنسبة لكتلة الجسم الثقيل تكون كتلة الإلكترونات كبيرة للغاية بالمقارنة بسرعة الجسم الثقيل الذى يكون نفس الطاقة. عند تصادم الجسم الثقيل مع إلكترون المادة تنقل نسبة ضئيلة جدا من طاقة الجسيم إلى الإلكترون، أما عند تصادم الإلكترون الساقط مع إلكترون المادة هناك إحتمال لإنتقال كمية كبيرة من طاقة الإلكترون الساقط من التصادم الواحد إلى احد الإلكترونات المدارية نظرا لصغر كتلة الإلكترون فإن التصادمات بين الإلكترون الساقط والإلكترونات المادة قد تؤدى إلى إنكسار مسار الإلكترون الساقط. لذا يكون أثر الإلكترون الساقط فى المادة عادة عبارة عن خط منكسر.

أن سلوك الإلكترونات عندما تسقط على المادة يختلف إختلافا كبيرا عن سلوك الجسيمات الثقيلة. أي أن أثر الإلكترون فى المادة لا يكون على شكل خط مستقيم كما فى حالة الجسيمات الثقيلة ولكن يكون فى شكل خط منكسر، لذلك فإن طول أثر الإلكترون يختلف كليا عن مداه.

المدى عبارة عن المسافة المستقيمة التى يقطعها الجسم فى إتجاه سقوطه حتى يتوقف، لذا فإن مفهوم المدى بالنسبة لإلكترون معين غير وارد. أما بالنسبة لعدد كبير من الإلكترونات فإنه يمكن تحديد المدى تجريبيا [2].

2.4. 4 التفاعل المتبادل بين إشعاعات جاما والمادة:

انتقال الطاقة من أشعة جاما إلى المادة من أساليب انتقال الطاقة من أشعة جاما إلى المادة تختلف عن تلك الأساليب التى تنتقل بها الجسيمات المشحونة إلى المادة فعندما يسقط فوتون جاما على المادة فإنه يمكن أن يفقد طاقته ويمنحها للمادة عن طريق احد العمليات الثلاث الرئيسية التالية:

أ. التأثير الكهروضوئى:

تمتص الذرة طاقة الفوتون الساقط باجمعها وتقذف احد الإلكترونات الداخلية للذرة إلى الخارج ويسمى الإلكترون المقذوف بالإلكترون الضوئى والذى طاقته الحركية تساوى الفرق بين طاقة الفوتون (hf) وطاقة ربط الإلكترون بالذرة (Ø)

$$K_E = hf - Ø \qquad (2.1)$$

حيث أن الإلكترون المنبعث يتفاعل مع احد إلكترونات الذرة ويزيحه من مكانه ويسمى إلكترون أوجى فيحدث تأين وتنبعث أشعة سينية مميزة. يعتمد حصول هذه الظاهرة الكهروضوئية على العدد الذرى للوسط الماص ويتناسب معه طرديا وكذلك على طاقة الفوتونات ويتناسب عكسيا [2].

ب. ظاهرة كومتيون:

تكون طاقة الفوتونات الساقطة كبيرة نسبيا، فى هذا التفاعل تتفاعل الفوتونات مع الإلكترونات الخارجية للذرة والتى تكون قوة إرتباطها ضعيفة جدا بحسث يمكن اعتبارها إلكترونات حرة.

يعتبر التصادم بين الفوتونات أو الإلكترونات تصادما مرنا فإن الفوتون يفقد جزء من طاقته وينحرف عنه مساره، أما الإلكترون فإنه يكتسب جزء من طاقة الفوتونات الساقطة ويزاح عن الذرة مكونا الإلكترون المرتد [2].

ج. انتاج الإزواج:

تحصل هذه الظاهرة عندما تكون طاقة الفوتونات كبيرة أو اكثر من (1.022 mev) وفى هذه الحالة تمر الفوتونات قرب النواة.

يؤثر المجال الكهربائى القوى للنواة على الفوتونات ويختفى الفوتون ويتولد زوج إلكترون وبوزيترون وكل منهما له طاقة مقدارها (1.022 mev) لذلك تكون اقل طاقة لازمة لحصول هذه الظاهرة هى (1.022 mev)، يفقد الإلكترون طاقته بالتأين، اما البوزيترون فإنه يفقد جميع طاقته وبتحد مع احد الإلكترونات مولدا زوجين من الفوتونات ذات الطاقة ب(1.022 mev) إتجاهين متعاكسين وتسمى هذه الظاهرة بالفناء[2].

2.4.5 التفاعل المتبادل بين النيوترونات والمادة:

النيوترون جسيم متعادل الشحنة. تصنف النيوترونات وفقا لطاقتها الحركية إلى الأنواع التالية:

- نيوترونات حرارية.
- ونيوترونات بطيئة.

النيوترونات الحرارية هى النيوترونات التى تقل طاقتها الحركية عن حوالى 1الكترون فولت، فى حين أن النيوترونات البطيئة هى التى تتراوح طاقتها بين 1الكترون فولت–0.1كيلوالكترون فولت

نيوترونات بطيئة الطاقة: هى النيوترونات التى تتراوح طاقتها بين 0.1–20 كيلو الكترون فولت.

نيوترونات سريعة: هى النيوترونات التى تتراوح طاقتها بين 0.2– 10 ميقا الكترون فولت.

نيوترونات عالية الطاقة: هى النيوترونات التى تزيد طاقتها على 15 ميقا الكترون فولت.

ونظرا لعدم وجود شحنة نيوترون فإنه يتميز بخصائص تختلف كثيرا عن خصائص الجسيمات المشحونة، ومن هذه الخصائص أنه لا يمكن تعجيله (تسريعه) ولا يمكن أن يؤين النيوترون ذرات المادة ولا يحدث عنه أي تفاعلات كهروستاتيكية مع النواة والإلكترون، لذا فإنه إن لم يتفاعل النيوترون تفاعلا نوويا مع نوى الذرات تكون المادة بالنسبة لهذا النيوترون كالفراغ، مما يجعل له قدرة

كبيرة على اختراق المادة، ويتفكك النيوترون تلقائيا بعد خروجه من النواة إلى بروتون وجسيم بيتا ونيوترينو مضاد وفقا لتفاعل التفكك:

$$N^0 \longrightarrow P^+ + \beta^- + \mu \qquad (2.2)$$

ويبلغ العمر النصفى له 15 دقيقة.

2.5 مصادر النيوترونات:

لا يوجد فى الطبيعة نظائر مشعة للنيوترونات، ولكن امكن فى السنوات الأخيرة إنتاج الكاليفوينوم 252(cf^{252}) الذى يعتبر حتى الان النظير الصناعي الوحيد للنيوترونات بعمر نصف يبلغ 2.65 سنة. وقد استخدمت التفاعلات النووية المختلفة، خاصة تفاعل جسيم ألفا نيوترون(α،n) على العناصر الخفيفة كمصدر للنيوترونات منذ الثلاثينيات.

وحتى الان تعتبر هذه التفاعلات مع تفاعلات الإنشطار والإندماج النووى هى المصادر الوحيدة للنيوترونات.

أ. مصدر الكاليفورنيوم:

يتم إنتاج الكاليفورنيوم 252 فى الوقت الحالى فى المفاعلات النووية ويتفكك نظير الكاليفورنيوم 252 تلقائيا مصدر جسيم ألفا احيانا، وقد يتفكك مصدرا نيوترونا وفقا ل

$$^{252}_{98}Cf \rightarrow {}^{251}_{98}Cf + 0n1 \qquad (2.3)$$

ويبلغ معدل الإنبعاث النيوترونى 2.3×10^6 فى الثانية لكل 1ميكروجرام من الكاليفورنيوم 252 وتنطلق النيوترونات من الكاليفورنيوم 252 بطاقات تتراوح بين 1−6 ميقا الكترون فولت.

ب. مصدر الراديوم− بريليوم:

يعتبر هذا المصدر من ارخص مصادر النيترونات، وتنتج النيترونات فى هذا المصدر عن قذف نواة البريليوم 9 بجسيم الفا فينطلق نيوترون طبقا للتفاعل التالى:

$$\alpha + {}^{9}_{4}Be + {}^{12}_{6}C \rightarrow n + 5.76meV \qquad (2.4)$$

ويستخدم نظير الراديوم 226(Ra^{226}) كمصدر لجسيمات ألفا واحيانا يستخدم البولونيوم أو الرادون بدلا منه. ويحضر المصدر بخلط كمية من الراديوم مع كمية أخرى من مسحوق البريليوم، فعند خلط جرام واحد من الراديوم مع كمية أخرى من مسحوق البريليوم يمكن الحصول على مصدر نيوترونى يبلغ مروره إلى عدد النيوترونات المنبعثة منه فى الثانية الواحدة حوالى10^{10} نيوترون سريع فى الثانية. ويجب وضع الخليط داخل كبسولة محكمة الإغلاق وغير قابلة للكسر حتى لا يحدث تلوث بمصادر جسيمات الفا، ومن المعروف أن الراديوم 226 يصدر جسيمات الفا بطاقات محددة تقع بين

4.79، 7.68 ميقاالكترون فولت. ونظرا لفقدان جسيمات الفا لطاقتها أثناء مرورها فى مسحوق البريليوم، لذا تتراوح طاقات النيوترونات الصادرة عن هذا المصدر بين 1و 12 ميقا الكترون فولت. ولما كان العمر النصفى للراديوم 1600 سنة لذلك تظل شدة المصدر ثابتة لعدة مئات من السنين. ولهذا السبب وكذلك المشاكل المترتبة على مصدر الراديوم الذى يتفكك إلى غاز الرادون مما قد يؤدى إلى إنفجار الكبسولة الحاوية وتسرب الراديوم المشع فقد توقف انتاج هذه المصادر حاليا.

ج. مصدر البولونيوم بريليوم:

يستخدم فى هذا الوقت الحالى نظير البولونيوم 210 الذى يبلغ عمره النصفى 138 يوما ويعتبر مصدرا لجسيمات الفا بدلا من الراديوم 226 لتحفيز مصادر النيوترونات مع البريليوم إلا أنه نظرا للعمر النصفى الصغير نسبيا كنظير البولونيوم 210 فقد حل مصدر الاميرثيوم 241 محل الراديوم 226 والبولونيوم 210. واصبحت الان مصادر الاميرثيويم 241 بريليوم هى المصادر المتداولة فى معظم التطبيقات الصناعية.

د. مصدر النيوترونات الفوتونى:

يتلخص مبدأ عمل هذا المصدر على قذف بعض النوى بالفوتونات فتنتج عن ذلك انبعاث النيوترونات.

تتميز التفاعلات الناتجة عن قذف النوى بإشعاعات جاما (أي لا تتم إذا زادت طاقة إشعاعات جاما الساقطة عن حد معين).

وتتميزهذه المصادر بأن طاقة النيوترونات الصادرة منها تكون ذات قيمة محددة بعكس مصادر الراديوم بريليوم التى يكون طيفها مستمرا. ويمكن استخدام نظير الصوديوم 24 ($^{24}Na_{11}$) كمصدر لإشعاعات جاما حيث تبلغ طاقة اشعاعات جاما الصادرة منه 2.76 ميقا الكترون فولت. فعند وضع واحد جرام من الصوديوم 24 مع قطعة كبيرة من البريليوم 9 دون طحن يمكن الحصول منه على مصدر نيوترونى.

2.6 معجلات الجسيمات المشحونة كمصادر للنيوترونات:

يمكن الحصول على نيوترونات ذات طاقة محددة وذلك بقذف بعض النوى الخفيفة بالجسيمات المشحونة والمعجلة فى معجل حتى طاقة معينة.

وبتغير طاقة الجسيمات المعجلة يمكن تغير طاقة النيوترونات للقيمة المطلوبة. يستخدم التفاعل أعلاه فى عمل مصادر للنيوترونات المعروفة باسم مولدات النيوترونات. ولهذا الغرض يتم تعجيل النيوترونات لطاقة تصل إلى 50 كيلو فولت.

2.7المفاعلات النووية:

تعتبر المفاعلات النووية اقوى مصادر النيوترونات على الإطلاق حيث يمكن أن تتراوح كثافة النيوترونات داخل المفاعلات بين 10^3، 10^{19} نيوترون/ثانية.سم2. وتنتج النيوترونات فى المفاعلات عن إنشطار نوى اليورانيوم والبلوتونيوم نتيجة حدوث التفاعلات المتسلسلة داخله. طيف النيوترونات داخل المفاعل يتراوح ما بين النيوترونات الحرارية والسريعة.

التفاعل المتبادل بين النيوترونات والمادة:

يختلف التفاعل بين النيوترونات والمادة اختلافا كاملا بالمقارنة بتفاعل الجسيمات المشحونة أو إشعاعات جاما، فالنيوترونات تفقد طاقتها نتيجة تفاعلها مع النواة فقط.

ويعتبر التشتت المرن وغير المرن اهم السبل التى يفقد خلالها النيوترون طاقته ويعتبر التشتت المرن على النوى الخفيفة أهم وسيلة لفقد طاقة النيوترونات وتبطيئتها. اما التشتت غير المرن على النوى المتوسطة والثقيلة فلا يلعب دورا هاما فى فقد طاقة النيوترون إلا بنسبة للطاقات الكبيرة (اكبر من ميغا الكترون فولت).

2.8 التشتت المرن للنيوترونات:

عند سقوط نيوترون على نواة ينحرف النيوترون عن مساره ويفقد جزءا من طاقته بفعل النوى النووية، فإذا لم تتغير الطاقة الداخلية للنواة يسمى هذا التشتت بالتشتت المرن.

2.9 التشتت غير المرن للنيوترونات:

عند حدوث تشتت غير مرن للنيوترونات تنتقل النواة التى حدث عليها تشتت من الحالة الارضية إلى الحالة المثارة، ولا يحدث هذا النوع من التشتت إلا إذا كانت طاقة النيوترونات مساوية أو اكبر من قيمة حدية معينة. لذا فإن التشتت غير المرن لا يحدث إلا للنيوترونات التى تزيد طاقتها على عشرات بل ربما مئات من الكيلو الكترون فولت، لذلك لا يلعب التشتت غير المرن دورا مهما فى عملية تهدئة النيوترونات عند الطاقات الصغيرة [9].

كواشف الإشعاعات النووية الغازية

3.1 مقدمة

تتطلب جميع القياسات النووية توفر الأجهزة الخاصة بالكشف عن الأنواع المختلفة من الإشعاعات النووية وتسجيلها، وتعرف هذه الأجهزة بكواشف الإشعاعات وتستخدم هذه الكواشف عموما لتحديد نوع الإشعاع وقياس كمياتها وتحديد طاقتها.

يتوقف نوع الكاشف المستخدم على عدة عوامل أهمها:

ت. نوع الجسيمات أو الإشعاعات المطلوب الكشف عنها (جسيمات مشحونة ثقيلة أو الإلكترونات أو أشعة سينية أو إشعاعات جاما أو نيوترونات).

ث. طاقة هذه الإشعاعات.

ج. شدة الإشعاعات أو كثافة تدفقها.

د. طبيعة المكان الذى سيوضع فيه الكاشف المعين.

ويقوم مبدأ الكشف عن الإشعاعات فى كثير من الكواشف على استخدام ظاهرة تأين أو إثارة الإشعاعات لذرات أو جزئيات المادة عند المرور فيها.

وأما بالنسبة للأشعة السينية وأشعاعات جاما والجسيمات المتعادلة الشحنة كالنيوترونات فهى لا تؤين المادة عند المرور فيها بطريقة مباشرة ولكنها تؤينها بطريقة غير مباشرة، فالنيوترونات يمكن أن تتفاعل مع المادة ويؤدي هذا التفاعل إلى إنطلاق جسيم مشحون (بروتون أو جسم الفا) يعرف بالجسيم الثانوى الناتج أو النواة المرتدة، ويحمل هذا الجسيم أو النواة جزءا كبيرا من طاقة النيوترون الساقط فيقوم بالتالى بتأين المادة وتكوين الازواج الإلكترونية الأيونية.

وفى حالة إشعاعات جاما أو الأشعة السينية تقوم الإلكترونات الثانوية الناتجة عن التأثير أو تأثير كومبتون أو إنتاج الازواج بعملية تأين المادة وتكوين الازواج الإلكترونية الأيونية عنها.

لذلك تنتمى جميع الجسيمات المشحونة الثقيلة كجسيمات الفا والبروتونات والأيونات وشظايا الإنشطار النووى والجسيمات المشحونة كالإلكترونات وغيرها والأشعة السينية وإشعاعات جاما إلى ما يعرف باسم الإشعاعات المؤينة، وهناك أنواع أخرى من الكواشف تعتمد فى عملها على حدوث بعض التغيرات الكيميائية فى مادتها.

وبقياس هذه التغيرات الناتجة يمكن الكشف عن كمية الإشعاعات وتتميز مثل هذه الأنواع من الكواشف بحساسية ضعيفة، لذلك فإنها لا تستخدم إلا فى المجالات الإشعاعية شديدة الكثافة مثل كواشف قياس جرعات تشعيع المنتجات المعالجة بالاسقاط والاغذية.

وهنالك أنواع أخرى من كواشف النيوترونات تقوم على أساس قياس النشاط الإشعاعى للمادة بعد مرور النيوترونات فيها، فمن المعروف أنه عند مرور النيوترونات فى المادة يمتص منها جزء فى نوى ذرات المادة فتتحول بعض هذه الذرات إلى نظائر مشعة.

بشكل عام يمكننا تصنيف كواشف الأشعة إلى مجموعتين[10]:

3. كواشف الأشعة الخاصة بعد الجسيمات وأهم أنواعها هى:

- العدادات المملوءة بالغاز ابسط أنواعها (غرفة التأين، العداد التناسيبى، قايقر مولر).
- العداد الوميضى.
- كاشف شبه الموصل.
- كاشف ميرنكوف.

4. كواشف خاصة بتسجيل مسارات الجسيمات:

- كاشف الغرفة السحابية.
- كاشف الغرفة الفقاعية، فى هذه الغرفة يحفظ سائل قريب من نقطة غليانه، عند مرور جسيم فإنه ينتج أيونات تؤدى إلى تكوين فقاعات حولها، السائل المستخدم فى الغالي هو سائل الهيدروجين. هذه الغرفة اكثر كفاءة من الغرفة السحابية خاصة ملاحظة الجسيمات وتفاعلها مع نوى السائل.

عادة يسلط مجال مغناطيسى عبر الغرفة مما يجعل بالإمكان قياس زخم الجسيمات بمعرفة ضعف قطر تكور السائل.

كاشف الغرفة السحابية: تملأ الغرفة بهواء خالى من الغبار ومشبع ببخار الماء عند درجة حرارة الغرفة ثم يسمح للمكبس بالنزول.

3.2 الكواشف الغازية:

الكاشفات الغازية هى اكثر الكاشفات استعمالا وفيها يستخدم الغاز كوسيط لكشف الأشعة المؤينة.

الكاشف الغازى هو عبارة عن اسطوانة معدنية مملؤة بالغاز تحت ضغط منخفض، واكثر الغازات استعمالا هو الهواء، الجدار الداخلى لهذه الاسطوانة يمثل القطب السالب أو ما يسمى بالكاثود أو المهبط، اما القطب الموجب أو ما يسمى الانود أو المصعد فهو يتمثل فى سلك معدنى يثبت فى محور الاسطوانة.

أهم الكاشفات الغازية هى غرفة التأين أو العداد التناسبى وعداد قايقر مولر، والإختلاف الرئيسى ناتج عن إختلاف الجهد الكهربائى بين اقطاب الكاشف[11].

يقوم مبدأ عمل الكواشف الغازية على تجميع الشحنات الكهربائية (الإلكترونية والأيونية) الناتجة تأين ذرات او جزيئات الغاز عند مرور الإشعاعات المؤينة فيه، وبقياس الشحنة الكهربائية الناتجة أو التيار الناتج عنها يمكن الكشف عن مرور الإشعاعات فى الغاز.

تنقسم الكواشف الغازية إلى ثلاثة أنواع رئيسية هى:

- غرفة التأين.
- العدادت التناسبية.
- عدادات قايقر مولر.

3.2.1 غرفة التأين:

هى عبارة عن كاشف غازى للإشعاعات المؤينة., تتكون غرفة التأين من قطبين فلزيينموصلين بطرفى منبع جهد عالي. وقد يتخذ القطبان اشكالا مختلفة، ولكن فى معظم الاحيان يكون القطبان على شكل ألواح مستوية ويوضع القطبان داخل إناء مفرغ من الهواء الجوي ويملأ بالغاز المطلوب حتى ضغط معين.

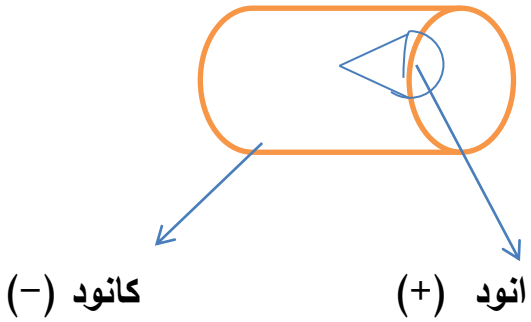
ويتوقف ضغط الغاز والأبعاد الهندسية للقطب عموما على نوع الجسيمات المطلوب الكشف عنها وعلى طاقتها.

ويستخدم فى بعض غرف التأين الهواء الجوي العادي.

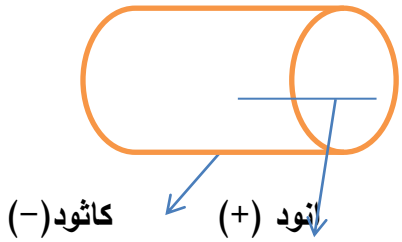
عند سقوط الإشعاع المؤين على الغاز فإنه يتأين وتتولد الإلكترونات والأيونات الموجبة والتى يعاد اتحادها فتعود ذرة غاز جديدة.

وعند زيادة الفولتية بين القطبين تنفصل الإلكترونات عن الأيونات وتتجه نحو الانود فيزداد التيار بزيادة الفولتية حتى تصل حالة الإشباع أي أن الانود يسحب جميع الإلكترونات التى تولدت نتيجة لسقوط الشعاع.

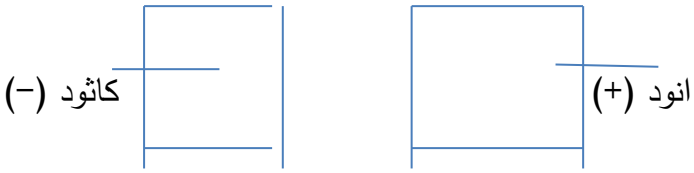
3.1 أشكال A,B مختلفة لحجرة التأين:



(A)



(B)



الشكل 3.1 اشكال مختلفة من غرفة التأين

تكون أقطاب غرفة التأين باشكال مختلفة، حيث أن الجدار الخارجى للغرفة يمثل الكاثود ويكون بشكل اسطوانى أو كروى.

أما الانود فيكون فى الداخل بشكل سلك، اسطوانة، مخروط، وقد يكون كلا القطبين بشكل لوحين متوازيين.

يتم قياس التيار الخارج من غرفة التأين باستعمال الكتروميتر حساس جدا للتيارات الواطئة، ولمعرفة ارتفاع تلك الشحنة نفترض سقوط جسيمات الفا على الغاز وقد وجد أن توليد زوج أيونى واحد يتطلب طاقة مقدارها 30 إلكترون فولت، نفترض بأن طاقة جسيمات الفا والتى تمتص كليا فى الغاز تساوى mv1 فإن عدد الازواج الأيونية المتولدة يساوى3.3×10^{4}أيون.

تستخدم جميع غرف التأين عند قيم الجهود التى تحقق تيار التشبع وهو ما يعرف بالعتبة. ونظرا لبساطتها وسهولة تشغيلها فإنه يمكن تصميم غرف بأشكال وأحجام مختلفة واستخدامها لقياس جميع أنواع الإشعاعات بما فى ذلك إشعاعات جاما والنيوترونات.

يمكن استخدام غازات مختلفة داخل الغرفة، لكن بالنسبة للغرف النبضية يفضل استخدام الغازات الخاملة تحت ضغط معين وذلك لضمان تجميع الإلكترونات وتكوين النبضة بسرعة وفى اقصر زمن ممكن وذلك حتى تتم عملية التسجيل خلال زمن قصير وتصبح الغرفة جاهزة لإستقبال جسم اخر وتسجيله.

وعند تصميم غرفة التأين للأغراض المختلفة يجب توجيه عناية خاصة إلى نوعية العازلات المستخدمة لعزل الأقطاب عن بعضها وعن جسم الغرفة وخاصة العازل المستخدم لتثبيت وعزل الأنود فيجب أن تكون مادة العازل ذات مقاومة عالية جدا. ويرجع السبب إلى أن التيار الناتج عن مرور الجسيم يكون صغبا للغاية.

يمكن تقسيم غرف تأين للكشف عن الأنواع المختلفة من الإشعاعات المؤينة ويتوقف حجم الغرفة ومواصفاتها وضغط الغاز بداخلها على نوع الإشعاعات المطلوبة للكشف عنها وعلى طاقة هذه الإشعاعات، لذا فإنه يمكن تقسيم غرف التأين من حيث نوع الإشعاعات إلى الآتى:

أ. غرف التأين لجسيمات ألفا والجسيمات المشحونة الثقيلة، حيث أن القدرة الإختراقية لجسيمات الفا والجسيمات المشحونة الثقيلة الأخرى صغيرة، فإ، هذه الجسيمات تمتص بالكامل فى جدار الغرفة ولا تمر داخلها. لذلك فإنه يجب عمل نافذة رقيقة فى جدار الغرفة تسمح بدخول هذه الجسيمات من خلالها.

وتصنع النافذة عموما من مادة خفيفة كالبريليوم أو المواد العضوية الخفيفة، وتكون فى شكل غشاء رقيق جدا حتى لا يمتص الغشاء جزءا كبيرا من طاقة الجسيمات، على أن يتحمل هذا الغشاء فرق الضغط الواقع عليه والناتج عن اختلاف ضغط الغاز داخل الغرفة والضغط الجوى خارجها.

ويستخدم هذا النوع من الغرف للكشف عن جسيمات الغاز خاصة الناتجة عن تلوث اسطح الأجهزة والمعدات بالمواد المصدرة لجسيمات الفا. وتتميز هذه الغرف بحساسيتها حيث يمكنها الكشف عن التلوث الضعيف الذى لا يزيد نشاطه الإشعاعى على جسيم واحد فى الدقيقة.

ب. غرف التأين لجسيمات بيتا:

من المعروف أن قدرة جسيمات بيتا على الإختراق كبيرة حيث يصل مداها فى الهواء الجوى عدة أمتار (حوالى 5 متر). ضغط الغاز داخل الغرفة يجب أن يكون كبير حتى تتوقف هذه الجسيمات بالكامل داخل الغرفة.

وتستخدم نوافذ ذات سمك اكبر لتتحمل فرق الضغط داخل الغرفة وخارجها.

ج. غرفة التأين لإشعاعات جاما:

نظرا للقدرة الإختراقية الفائقة لإشعاعات جاما فإنه لا يلزم وجود نافذة لغرف التأين الخاصة بالكشف عن هذه الإشعاعات، ونظرا لصغر احتمال حدوث كل من التأثير الكهروضوئى وتأثير كومبتون أو إنتاج الازواج داخل الغاز فإن السطح الداخلى للغرفة يبطن بطبقة رقيقة من الرصاص (اكبر عدد ذرى)، وذلك يزيد من احتمال حدوث أى من هذه العمليات الثلاثة فى الرصاص وانطلاق إلكترون إلى داخل الغاز للقيام بالتأين.

د. غرف التأين للنيوترونات:

عند مرور النيوترونات فى المادة فإنه لا ينتج عنها أى تأين لذا فإنه من الضرورى إيجاد وسيلة لتوليد الجسيمات المشحونة بفعل النيوترونات، حيث تؤدى هذه الجسيمات المشحونة إلى عملية التأين، ولهذا الغرض يوضع داخل داخل الكاشف النيوترونى مادة من المواد التى يمكن أن ينطلق منها بروتونات أو جسيمات الفا نتيجة حدوث تفاعلات نووية مختلفة بينه وبين النيوترونات الساقطة. لذلك تستخدم فى العديد من غرف التأين الخاصة بالكشف عن النيوترونات غاز ثالث فلوريد البور BF_3 فعند سقوط النيوترونات على هذا الغاز يتفاعل بعضها مع البور وينتج عن ذلك انطلاق جسيمات الفا، ويقوم جسيم الفا بتأين ذرات أو جزيئات الغاز.

لا تستخدم نوافذ فى الكواشف النيوترونية بسبب قدرة النيوترونات الفائقة على إختراق جدار الغرفة.

3.2.3 العدادات التناسبية:

العداد التناسبى هو جهاز لتحويل طاقة الإشعاع الساقط إلى نبضات كهربائية تتناسب أعداد الأيونات الناتجة فى الوسط الغازى للعداد والمتجمعة على قطب الانود مع تلك الطاقة الطاقة الإشعاعية الممتصة تتناسب مع عدد الشحنات الموكدة داخل العداد لذلك سمى عداد تناسب.

عادة يكون العداد التناسبى على شكل أسطوانى وبمحوره سلك رقيق مشدود من طرفيه بقاعدتى الاسطوانة.

وللحصول على المجال الكهربائى اللازم للتضاعف الغازى بدون استخدام جهد كهربائى عالى جدا يتم تأريض جدار العداد ويوصل السلك الداخلى بجهد موجب وذلك للحصول على مجال كهربائى.

تستخدم العدادات التناسبية عموما فى النظام النبضى وليس فى نظام التيار المستمر. وتنتج النبضة فى العداد التناسبى عن المركبة الايونية وليس عن المركبة الإلكترونية للتيار، ويرجع السبب فى ذلك إلى تكون سحابة آيونية (ناتجة عن التأين) بالقرب من المجمع (الانود). فعند وصول الإلكترونات السريعة إلى الانود تكون الايونات الموجبة ما زالت بالقرب منه.

يملأ العداد التناسبى بأحد الغازات الجزئية ويفضل دائما استخدام الغازات النبيلة مع نسبة مئوية قليلة من غاز جزيئى. تملأ العدادات التناسبية بغازات نبيلة لانها تحتوى جزيئات سالبة ولا تتفاعل مع مكونات مادة العداد. من الغازات التى تستخدم بشكل شائع هى غاز الارجون لرخص ثمنه أو غازات الكربتون ذات الأعداد الذرية العالية والتى تمتاز بدقتها للكشف عن الأشعة السينية وأشعة جاما.

تنقسم العدادات التناسبية إلى العدادت ذات الغاز الجارى وهى العدادت التى يستمر الغاز بملاءها بالجريان بشكل بطئ. لذلك فإن عمر هذه العدادت غير محدود لأن غاز العداد يستمر تغيره باستمرار. وعدادت تناسبية للكشف عن النيوترونات تملأ هذه العدادت بالغاز وتغلق بعد ذلك ويكون عمرها الزمني محددا لأن الشوائب الناتجة عن تاكل المواد المكونة للعداد وتحلل جزئيات الغاز سوف تزداد وتؤثر فى عمل العداد.

صُمم العداد التناسبى متعدد الأسلاك سنة 1968م من قبل العالم جارباك (char pack) وقد استخدم هذا العداد فى السنوات الأخيرة بشكل واسع فى فيزياء التجارب النووية. وتتكون من مجموعة من الأسلاك تمثل الأنود يحيط بها من على الأعلى والأسفل صفيحتان تملأن الكاثود، وأن الايونات التى تتكون نتيجة لمرور الاشعاع سوف تتحرك إلى سلك الانود القريب منها حيث يحصل لها تضخم خلال حركتها.

3.2.3 عداد قايقر– مولر

عداد قايقر– مولر شبيه بالعداد التناسبى إلا أن الجهد بين قطبى العداد يكون أعلى من جهد منطقة التناسب.

وفى هذه الحالة يصبح المجال الكهربى قوي جدا حول السلك الداخلى ومعامل التضاعف يكون كبير جدا.

يتكون من اسطوانة مملوءة بغاز الارجون تحت ضغط 40 ضغط جوي. أما الانود فيكون بشكل سلك من التنجستين والكاثود هو الأسطوانة الخارجية ويضع عادة الحديد المقاوم للصدأ أو الألمونيوم

ويطلى من الداخل بالكربون ليصبح موصلا للكهرباء ولقد استعيض عن الأقطاب الكهربائية المتوازية بحجرة أسطوانية الشكل لأنها اكثر كفاءة للقياس. القطب الكهربى الموجب عبارة عن سلك رفيع يمر عبر مركز الأسطوانة، والقطب الكهربائى السالب هو جدار الاسطوانة ويملأ بغاز خامل وتغلف نهايتى الأنبوب، تطبف الفولتية المستمرة عن طريق بطارية عند دخول أشعة جاما داخل الكاشف تنتج أزواج أيونية فى الغاز بعدها تتجه الأيونات الموجبة إلى الجدار الخارجى للأسطوانة والأسطوانات تتجه إلى السلك المركزى. الالكترونات تمر خلال المقاومة مكونة تيار كهربائى فتولد فولطية بين طرفى المقاومة، هذه الفولطية تُضخم بمضخم لتضخم الفولطية.

يتضمن الكاشف مقياس لقياس نبضات الفولطية او وحدة الزمن أو عداد الذي يحسب عدد نبضات الفولطية المتولدة فى فترة زمنية معينة بعد إمتصاص الإشعاع فى الغاز تحصل ظاهرة إنهيار الإلكترونات وتكون نبضات الفولطية المتولدة بهذا الكاشف كبير نسبيا حيث أن الغاز يعمل كمضخم للشحنات الكهربائية المتولدة.

ويستخدم الكاشف للكشف عن الأشعة السينية وأشعة جاما وجسيمات بيتا. وفى هذا العداد لا تعتمد الشحنة المتجمعة على طاقة الإشعاع الساقط وإنما التفاعل المؤين.

تمتاز هذه العدادات بأنها تكشف عن الإشعاع فقط ولكنها لا تفرق بين الأنواع المختلفة للإشعاع.

يمتاز عداد قايقر– مولر بأن ارتفاع النبضات المتكونة لا يعتمد على مقدار الطاقة المترسبة فى العداد وكذلك لا تعتمد على الفولطية المسلطة، وتعتمد كفاءة العداد على الإشعاع الساقط.

جهد النبضة لا يتوقف على طاقة الإشعاع المسبب لها، لهذا لا يستخدم عداد قايقر– مولر لتحديد طاقة الإشعاع وإنما يستخدم فقط لتسجيل عدد جسيمات الإشعاع المتفاعلة مع الغاز.

الكواشف شبه الموصلة

4.1 مقدمة

حدث فى السنوات الاخيرة تحول كبير من الكواشف الغازية والوميضية إلى الكواشف المجهزة من أشباه الموصلات خاصة فى مجال البحوث النووية عند الطاقات المنخفضة. ويرجع السبب فى ذلك إلى المزايا التى تتمتع بها الكواشف شبه الموصلة، وهناك تشابه كبير بين عمل الكواشف شبه الموصلة وغرفة التأين.

أما كواشف السلسكون عبارة عن ثنائى ملتقى ثقبي الكتروني ويكون عرض المادة الإلكترونية اقل من 1ميكرومتر حتى لا تفقد الإشعاعات الساقطة جزءا كبيرا من طاقتها فيه، ونظرا لصغر عرض المادة الإلكترونية يجب أن يكون تركيز الشوائب الخماسية فيها عالي. أما المادة الثقبية يمكن أن تمتد لعمق يصل إلى عدة مليمترات ويمكن ايجاد عرض منطقة الملتقى.

4.2 الكاشفات شبه الموصلة

هى مادة صلبة شبه موصلة غالبا المادة الحساسة ما تكون من مادة السليكون أو الجرمانيوم. تشتغل هذه الكاشفات مثل الكاشفات الغازية، حيث أن تفاعل الإشعاعات مع ذرات الغاز يولد ازدواجة الكترونية ايونية، لكن تفاعل الاشعاعات مع ذرات المادة شبه الموصلة يولد ازدواجة الكترونيه ثقبية. الطاقة اللازمة لتوليد ازدواج أيونى فى الغازات هى 35ev حوالى عشرة مرات الطاقة اللازمة لتوليد زوج الكتروني ثقبي.

تجميع هذه الازواج فى كلتى الحالتين يؤدى إلى تكوين نبضة كهربائية متناسبة مع كمية وطاقة الإشعاعات الساقطة.

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

4.3 خصائص المادة شبه الموصلة:

تنقسم المادة بشكل عام من حيث التوصيل الكهربائي إلى ثلاثة أنواع منها "العازل، شبه الموصل، والموصل الكهربائ".

التيار الكهربائي الذي هو عبارة عن سريان الإلكترونات داخل المادة يكون معدوما فى المادة العازلة تحت أى جهد كهربائى إلا عندما يصبح الجهد عالى جدا.

تتحرك الإلكترونات الحرة بسهولة داخل الموصل مكونة بذلك تيار كهربائى تحت تأثيرات جهد يختلف عن الصفر.

المادة شبه الموصلة لا تسمح للإلكترونات بالتحرك عندما تكون درجة حرارتها منخفضة وقريبة من الصفر المطلق، لكن عندما ترتفع درجة حرارة المادة تتحرك الإلكترونات تحت تأثير الجهد الكهربائى حتى لو كان قليلا وتصبح شبه موصلة ويسري فيها التيار الكهربائي.

4.4 أهمية الشوائب للمادة شبه الموصلة

التوصيل الكهربائي للمادة شبه الموصلة يعتمد على درجة الحرارة للمادة وخاصة على كمية الشوائب أي الذرات القريبة التى تحتويها البلورة. وبما أن كمية الشوائب فى البلورة لها تأثير على خصائصها فإنه غالبا ما يتم التحكم اثناء تصنيع البلورة فى نوع وكمية الشوائب للحصول على خصائص مفيدة مرغوب فيها.

السليكون أو الجرمانيوم هما من المواد رباعية التكافؤ أي أن لكل منهما أربعة الكترونات فى المدار الخارجى، وعندما تكون المادة فى حالة مبلورة فإن الذرات تشكل نظام هندسي حيث ترتبط كل ذرة بأربعة ذرات متجاورة بواسطة إلكترونات التكافؤ الاربعة.

التوصيل الكهربائي يكون معدوما عند درجة الحرارة المنخفضة.

لكن عندما تضاف نسبة صغيرة من الشوائب خماسية التكافؤ مثل الفسفور أو الزرنيخ إلى مادة السليكون أو الجرمانيوم فإن هذه الذرات ترتبط بأربعة ذرات من ذرات البلورة مكونة بذلك الروابط التساهمية الأربعة المطلوبة ويبقى الالكترون الخامس دون ترابط حر وتشترك فى التوصيل الكهربائي. تعرف هذه الذرات الخماسية بالذرات الواهبة لأنها تهب الكترونا واحدا. المادة شبه الموصلة التى تضخ بهذه الطريقة أي بإضافة ذرات واهبة تغلب فيها إلي الحاملات الإلكترونية وتكون فيها الثقوب قليلة تسمى بالمادة الإلكترونية (المادة نوعN) لزيادة التوصيل الكهربائي عن طريق الثقوب يمكن اضافة شوائب من مواد ثلاثية التكافؤ مثل الجاليوم (Ga) أو البورون (B) اثناء تكوين بلورة السليكون أو الجرمانيوم تضاف كمية من هذه الذرات القابلة فترتبط بثلاث ذرات مكونة بذلك ثلاث روابط تساهمية. تتكون الرابطة الرابعة عن طريق اخذ الكترون من ذرة مجاورة وهكذا يتكون ثقب موجب الشحنة ولهذا فإن الذرات الإضافية ثلاثية التكافؤ تعرف بالذرات المتقبلة لأنها تقبل الكترونا واحدا، وبالتالى فإن الذرة شبه الموصلة التى تضخ بهذه الطريقة أي بإضافة ذرات متقبلة تغلب فيها الحاملات الثقوبية وتكون فيها الإلكترونات قليلة تسمى بالمادة الثقبية (المادة نوعP).

خصائص وصلة ثنائية الملتقى (P–N):

عندما تضاف ذرات واهبة من جهة وذرات قابلة من الجهة الأخرى للبلورة من السليكون أو الجرمانيون فإننا نحصل على ما يسمى بوصلة ثنائية الملتقى (P–N) تكون على جانبى الملتقي منطقة تعرف باسم منطقة الانتشار لأنها تكون خالية تماما من الشحنات الكهربائية وذلك يسبب

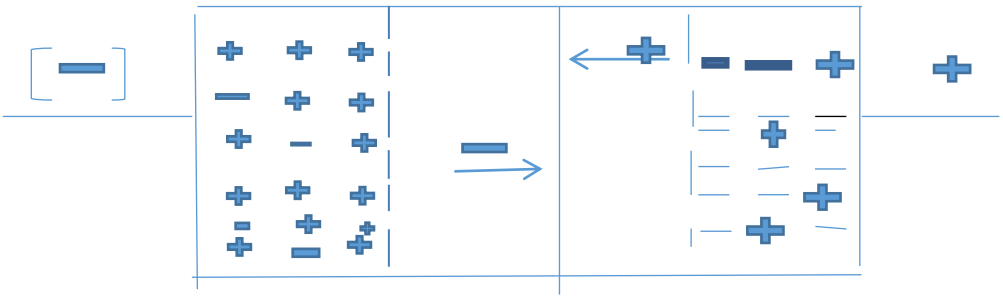
ظاهرة الإنتشار. تنتقل الإلكترونات الحرة من المادة الإلكترونية إلى الثقبية عن طريق الإنتشار وتفعل كذلك الثقوب حيث انها تنتشر من المادة الثقبية إلى المادة الإلكترونية.

نتيجة الإنتشار هذا شحن المنطقة الإلكترونية (N) شحنات موجبة وشحن المنطقة النفاذية (P) شحنات سالبة، وعندما يتم التوازن تكون منطقة الاستنفاد التى يتراوح سمكها 10^{-3} إلى 10^{-5}سم حسب تركيز الشوائب ويظهر فرق جهد بين المنطقتين P و N.

عند توصيل جهد خارجى بين الطرفين تصغر أو تكبر منطقة الانتشار حسب نوع التوصيل إن كان مباشر أو عكسيا أهم الحالتين هو التوصيل العكسي حيث يوصل القطب الموجب بالمنطقة الإلكترونية N والقطب السالب بالمنطقة الثقابية P وهذا يؤدى إلى جعل منطقة الانتشار اكبر، ويمر بالمنطقة تيار صغير يعرف بالتيار العكسى الثنائى.

الكشف عن الإشعاع باستخدام المادة شبه الموصلة يعتمد على خصائص الوصلة الثنائية (P–N) وعادة ما يكون التوصيل لهذه الكاشفات عكسي وذلك بجعل الحجم الحساس أي منطقة الانتشار اكبر حيث أن فيها تتولد ازواج الإلكترونات والثقوب إثر مرور الإشعاعات.

المجال الكهربائى فى منطقة الإستنفار يساعد على تجميع تلك الازواج وتكوين نبضة كهربائية كما في الشكل 4.1.



الشكل 4.1 الكاشق الثنائي شبة الموصل

4.5 الكاشفات السليكونية:

غالبا ما تستخدم للكشف عن الجسيمات المشحونة مثل جسيمات ألفا أو بيتا، كما أنها تستعمل ايضا للكشف عن الأشعة السينية وأشعة قاما المنخفضة الطاقة.

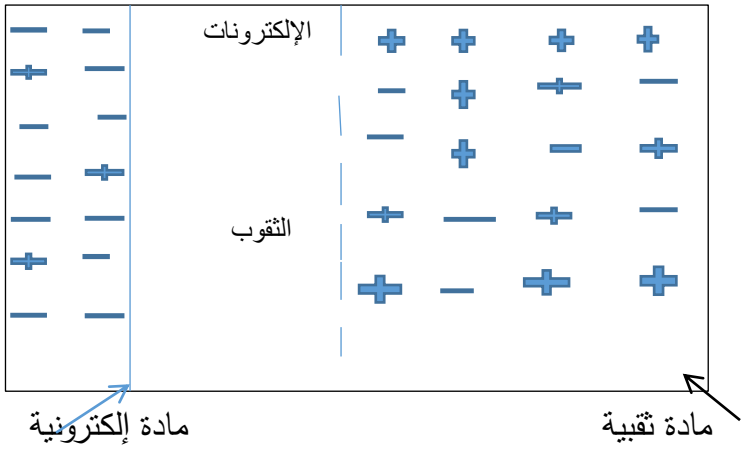
4.5.1كاشف الحاجز السطحى:

يستخدم هذا الكاشف لتحليل طاقة الجسيمات المشحونة عموما ويعتبر من افضل الكواشف فى هذا المجال. وهذا النوع من الكاشفات هو عبارة عن وصلة ثنائية من السليكون (P–N) حيث يكون سمك المادة الثقبية (P) اقل من واحد ميكروميتر وذلك لكي لا تمتص هذه الطبقة كمية من طاقة الجسيمات التى تخترقها. أما المادة الإلكترونية (N) فتتجاوز عدة ملليترات وذلك لكي تكون منطقة الاستنفار فيها

كافية لإمتصاص كل طاقة الجسيم النووي. يصنع هذا النوع من الكاشفات بإستخدام سليكون نقى من النوع الإلكتروني (N). تصقل جيدا هذه القطعة ثم تعرض احد جهتيها إلى عامل مؤكسد مثل الهواء. وبعد فترة تتحول طبقة السطح إلى مادة ثقبية (P) وهكذا يتم الحصول على الوصلة الثنائية (P–N) المطلوبة.

4.5.2كاشف الوصلة الثنائية الإنتشارية:

المادة الأساسية لهذا النوع من الكاشفات هى مادة السليكون من النوع P. تأخذ قطعة من المادة المثقبة فتصقل ثم تتعرض احد وجهتيها إلى عامل فسفورى وتسخن القطعة إلى درجة حرارة عالية من حوالى 800 إلى 1000 درجة مئوية لمدة ساعة. وبالتالى ينتشر الفسفور فى السيليكون ونحصل على طبقة خفيفة من المادة الإلكترونية (N) من الامام والطبقة السميكة من الخلف متكونة من المادة الثقبية (P)، هذا النوع من الكاشفات هو شبيه لكاشف الحاجز السطحى ولهذا فإنهما يستخدمان للكشف عن الجسيمات المشحونة وتحليل طاقتها.



الشكل4.2 كاشف الوصلة الثنائية الإنتشارية

4.5.4 كاشف السليكون– الليثيوم الانسياقى (Si (li:

المنطقة الحساسة التى يمكن الحصول عليها بالنسبة لكاشف الحاجز السطحي ولكاشف الوصلة الثنائية الإنتشارية لا يتجاوز سمكها عادة 2000 ميكرومتر الامر الذي يجعلها غير صالحة لتحليل بعض الجسيمات المشحونة التى لها طاقة عالية أي مدى اكبر.

للحصول على سمك اكبر للمنطقة الحساسة تستخدم تقنية الإنتشار التام لايونات الليثيوم خلال قطعة شبه موصلة من مادة ثقبية (P) وفى نهاية هذه العملية تكون وصلة ثنائية (P–N) عادية. العملية الثنائية التى تسمى بالإنسياق التى تجعل سمك المنطقة الحساسة اكبر تتلخص فى تسخين الوصلة الثنائية إلى درجة حرارة حوالى 120–150 درجة مئوية.

4.6 كاشفات الجرمانيوم:

تستخدم كاشفات الجرمانيوم لكشف وتحليل طاقة الأشعة السينية وأشعة جاما واحيانا كشف بيتا، ولكنها لا تستخدم للكشف أو لتحليل الجسيمات المشحونة الثقيلة كما قى الكاشفات السليكونية؛ لأن التيار العكسي الناتج عن الحاملات فى الجرمانيوم يمثل نسبة كبيرة من التيار الناتج عن الجسيمات المشحونة. يفضل استخدام هذه الكاشفات بالنسبة لأشعة جاما نظرا لكثافتها العالية وكبر العدد الذري للجرمانيوم. طريقة تصنيع كاشفات الجرمانيوم تحدد نوع الكاشف وتعطيه بعض المميزات المناسبة لبعض التطبيقات.

اهم أنواع هذه الكواشف هى:

4.6.1 كاشف الجرمانيوم– ليثيوم الإنسياقى (Li) Gi:

هذا النوع من الكاشفات يصنع بنفس طريقة كاشفات السليكون– ليثيوم الانسياقى. مرحلة التصنيع تبدأ بانتشار الليثيوم داخل قطعة الجرمانيوم الثقبى (P) لتكوين الوصلة الثنائية(P–N) ثم تأتى عملية الإنسياق لأيونات الليثيوم تحت التسخين والتوصيل العكسى للطرفين. حركة الليثيوم داخل الجرمانيوم تزداد مع ارتفاع درجة الحرارة.

تصنع كاشفات الجرمانيوم– ليثيوم بأشكال مختلفة حسب الحاجة.

4.6.2 كاشفات الجرمانيوم عالية النقاوة:

الوصول تقنيا إلى انتاج جرمانيوم له نقاوة عالية مكن المصنعين من التخلى عن استخدام الليثيوم واصبح الكاشف عبارة عن قطعة لها شكل معين من الجرمانيوم النقي يوصل طرفيها بجهد عكسي مناسب. سمك المنطقة الحساسة يعتمد على تركيز الشوائب وفرق الجهد العكسي. كلما ازداد الجهد العكسي كبر سمك المنطقة الحساسة ونقص تركيز الشوائب أي زادت نقاوة الجرمانيوم.

كاشفات الجرمانيوم النقي الحالية تكون من مادة الجرمانيوم النقيةP أو الإلكترونيةN. يمكن تصنيع هذه الكاشفات باشكال مختلفة وأحجام كبيرة قرابة 200سم3. وأهم مزايا هذه الكاشفات أن عملية التبريد لا تكون ضرورية أثناء التشغيل فقط ويمكن تخزين هذه الكاشفات أو نقلها بدون تبريد[12] .

المناقشة

5.1 مناقشة النتائج

تمتاز الكواشف الغازية **بأنها** دقيقة فى القياس، تعطى قراءات فورية، بسيطة وسهلة فى التشغيل، تستخدم لمعايرة الإشعاع، اشكالها واحجامها مختلفة، تقوم بالتصحيح اللازم فى زمن قياسي.

ومن عيوبها تحتاج لعدد من الوصلات، تحتاج فرق جهد عالي، تتطلب إعادة تصحيح، لا تأخذ اكثر من قراءة.

ومن مميزات الكواشف شبه الموصلة لها قدرة تحليل طاقة عالية جدا مما يجعلها افضل كاشفات تحليل الطاقة على الاطلاق، التحكم فى سمك المنطقة الحساسة وذلك بالتحكم فى الجهد العكسى بين طرفى الوصلة الثنائية للكاشف، إمكانية فصل الجسيمات المشحونة عن بعضها البعض باختبار الجهد العكسى المناسب الذى يحدد سمك المنطقة الحساسة الذى يجب أن لا يزيد عن مدى الجسيم، إمكانية عدّ وتحليل الإشعاعات بمعدل عال وذلك من جراء قصر زمن النبضة الكهربائية الناتجة عن الإشعاع بسبب صغر حجم المنطقة الحساسة[11]، أمكانية تصنيع الكاشفات باشكال واحجام مختلفة تتناسب مع العديد من التطبيقات.غير حساسة لتغير المجال المغنطيسى والمحافظة على كل المواصفات فى كل الاماكن، صغر حجم الكاشف وسهولة التعامل معه، قصر زمن النبضة.

ومن عيوب الكواشف شبه الموصلة ضرورة التبريد اثناء التشغيل واحيانا اثناء التخزين مما يجعل هذه الكاشفات مكلفة، كمية الإشعاعات الكبيرة تسبب إتلاف إشعاعي لبعض خصائص هذه الكاشفات، كفاءتها قليلة مقارنة بالكاشفات الغازية والوميضية وذلك لصغر المنطقة الحساسة للكاشفات الموصلة، قصر عمر الكاشف، عدم قدرته على الكشف على الجسيمات ذات الطاقات العالية[11].

المراجع

[1] محمد فاروق احمد، احمد محمد السريع، 1998م، أسس الفيزياء الإشعاعية– جامعة الملك سعود.

[2]عذاب طاهر الكنانى، 2009م ، الفيزياء النووية والطبية، دار الفجر للنشر والتوزيع.

[3] أحمد الناغى، 2001م، الفيزياء النووية، جامعة القاهرة– الطبعة الأولي، دار الفكر العربي.

[4] ممدوح حامد عطية، سحر مصطفى حافظ، 2005م، المخاطر الإشعاعية بين البيئة والتشريعات القانونية، دار الفكر العربى.

[5] محمد قاسم محمد الفخار، 2006م، الفيزياء النووية الإشعاعية، الدار البيضاء بنغازى.

[6] محمد احمد محمود،2007م، الإشعاع الذرى دليل وطرق الوقاية– دار جامعة الملك سعود.

[7] عذاب طاهر الكنانى، 2009م، أساسيات الإشعاع المؤين والكشف عنه، دار الفجر للنشر والتوزيع.

[8] محمد شحادة الدغمه، على محمد جمعة، 2000م، الفيزياء النووية، مكتبة الفلاح.

[9] قصي رشيد، الوقاية من الإشعاع والتلوث، 1986م، منظمة الطاقة الذرية العراقية، الدار العربية للطباعة والنشر المكتبة الوطنية بغداد.

[10] محمد حبيب بركات،2008م، أساسيات الفيزياء النووية، دار الفكر العربى.

[11]محمد عبدالفتاح عبيد، محمد عبدالرحمن آل الشيخ، 2004م، هندسة الإشعاع النووى، النشر العلمى والمطابع جامعة الملك سعود.