



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة تكريت

كلية العلوم

قسم الفيزياء

الكاشف الوميضي (استخداماته وتطبيقاته)

Scintillation Detector (its uses and applications)

مقالة مقدمة من قبل الطالب

خالد عبدالله محمد علي

الى قسم الفيزياء - كلية العلوم / جامعة تكريت

بإشراف

أ.د فريد مجيد محمد

2020م

1441هـ

## المقدمة

منذ اكتشاف الاشعاع والانسان في حاجة ماسة لمعرفة المواد المشعة عن غيرها، وذلك لتلافي مخاطرها.

فقد صمم العلماء والباحثون العديد من الأجهزة التي يمكن استخدامها لهذا الغرض واطلق على هذا الأجهزة اسم كواشف الاشعاع (Radiation Detectors) (1).

وتختلف هذه الكواشف في تصميمها وطريقة أدائها طبقاً لنوع الاشعاع المراد كشفه، فهي تعتمد على التأثير الفيزيائي للاشعاع والذي ينقسم الى ثلاث اقسام:

1- كواشف تعتمد على تأين الغاز: مثل (غرفة التأين، العداد التناسبي، الغرفة الضبابية،.....الخ).

2- كواشف تعتمد على الإشارة والتأين في المواد الصلبة مثل (كواشف السيليكون، كواشف الجارمانيوم،.....الخ).

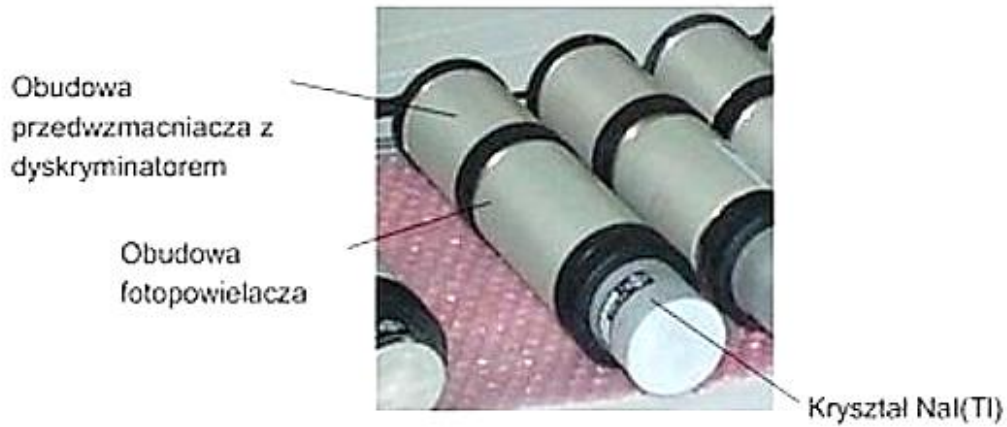
3- كواشف تعتمد على تحويل الاشعة المؤينة الى ومضات ضوئية مثل (الوميضات البلاستيكي، بلورة ايوديد الصوديوم،.....الخ). (2)

وفي هذا المقال سوف ندرس ونركز على النوع الاخير الكاشف الوميضي من ناحية التركيب وقدرة التحليل للكاشف واهم استخداماته والمزايا والعيوب.

## أولاً: الكاشف الوميضي: Scintillation Detector

الكاشف الوميضي عبارة عن محول يقوم بتحويل الطاقة الحركية للجسم الساقط الى ومضة ضوئية (3) اي هو مكشاف يقيس الاشعة المؤينة. ويستخدم فيه رأس حساسة تسمى (Scintillator) وهي تعني ((مصدره البرق))، وهي تصنع عادة من مادة شفافة كالبلاستيك المطعم بالأنثراسين أو بلورة من الفوسفور، كما تستخدم منه أنواع تعمل بسائل وميضي، وتصدر تلك الرؤوس الحساسة وميضاً عندما تصدم بها اشعاع مؤين.

ويتصل بالرأس الحساسة مباشرة صمام تضخيم ضوئي، ويقوم بقياس الضوء المنبعث في البلورة. ويتصل صمام لجسيمات الضوء بمضخم إلكتروني وعداد إلكتروني لعد الأشعة المؤينة، ولتعيين مطال كل نبضة جهدية صادرة من صمام تضخيم الضوء. كما في الشكل (1)



شكل (1) عداد شيرينكوف (كاشف وميض) وتوجد في مقدمته بلورة يوديد الصوديوم وتحتوي باقي الأسطوانة على صمام تضخيم الضوء.

### ثانياً: مكونات الكاشف الوميضي

#### أ- المادة الوامضة Scintillator

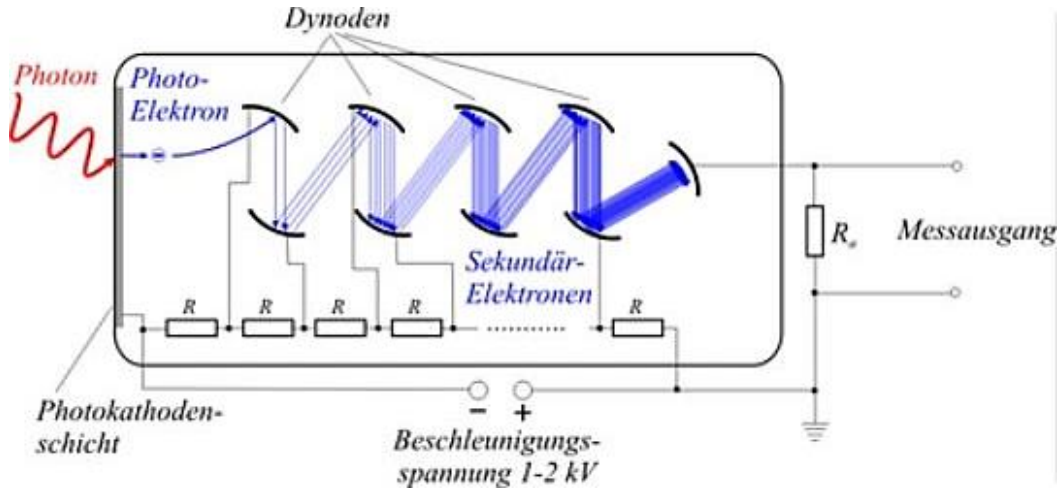
وهي المادة التي تستقبل الاشعاع وتحولهُ الى فوتونات ضوئية وذلك عندما يتفاعل هذا الاشعاع مع هذه المادة على طول مساره ويكون هذا التفاعل مباشر كما في حال الجسيمات المؤينة مثل جسيمات الفا وبيتا وغير مباشر كما هو الحال بالنسبة لاشعة كاما ذا تتفاعل اولاً مع المادة الوامضة منتجة جسيمات مشحونة.

#### ب- المضاعف الضوئي Photo Multiplier

هو الجزء الذي يحول الفوتونات الضوئية الصادرة عن المادة الوامضة الى إشارات (نبضات) كهربائية.

المضاعف الضوئي بشكل عام عبارة عن أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء يطلّى جزءه الأعلى لمواجهة للمادة الوامضة بمادة حساسة للفوتونات الضوئية مهمتها تحويل هذه الفوتونات الى إلكترونات أولية (يسمى الجزء المهبط الضوئي) يلي هذا الجزء مجموعة من الأقطاب تسمى

المساعد المتتالية يطبق بين كل مصعد واخر فرق جهد محدد نحصل عليه عادة عن طريق مجزء جهد موصول مع الجهد عالي يصل (2keV) ومهمة فرق الجهد هو خلق حقل كهربائي لتسريع الالكترونات بين كل مصعدين ذا تكتسب هذه الالكترونات أخرى من المادة المشكلة لمادة المصعد وفي النهاية نحصل على سيل من الالكترونات الثانوية التي تتبع التقاطها بواسطة المصعد الأخير الذي يسمى اللاقط وتسمى نسبة الالكترونات الثانوية الى الالكترونات الأولية بمعامل التضخيم M ويقدر بحوالي  $(10^6-10^7)$  (7).



شكل (2) تركيب الكاشف الومضي

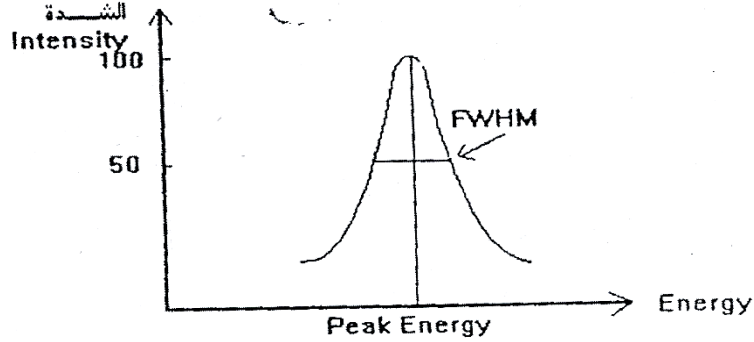
### ثالثاً: قدر تحليل الكاشف Resolution

تعرف قدر التحليل للكاشف بانها استطاعة الكاشف على التفريق بين قمتين متقاربتين في طيف مصدر معين ويمكن حسابها من العلاقة التالية:

$$\text{Resolution} = \frac{(FWHM)_{kev}}{(Peak Energy)_{Kev}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Full Width at Half Maximim : (FWHM) اذ

هي العرض الكلي عند منتصف اعلى قمة لعنصر مشع (6) كما في الرسم البياني التالي



#### رابعاً: استخداماته

الكاشف الومضي من الكواشف التي تعتمد على تحويل الاشعة المؤينة الى ومضات ضوئية واسعة الاستعمال وذلك لتحسين النشاط الاشعاعات لعينة اخذة من البيئة كعينة من الهواء مثلاً لقياس نشاط مانع حيوي من شخص يعتقد انه قد تلوث داخلياً (7)

وكذلك يستخدم وبحسب البلورة الحساسة يمكن بواسطتها قياس جسيمات الفا والجسيمات الثقيلة واشعاعات كاما واشعة X وجسيمات بيتا وقياس النيوترونات (8)

ومن التطبيقات المهمة على استخدام الكاشف الومضي في الوقت الحالي تقدير النشاط الاشعاعي (فعالية التراكيز، تراكيز العناصر المشعة) في نماذج معينة قد تكون (تربة، رواسب، أرضية، اسمدة مستهلكة محلياً، نبات، حيوانات، مواد غذائية .....الخ)

وتتم هذه العملية بعد ربط الكاشف الومضي في منظومة متكونة من

1- الكاشف الومضي NaI (TI) Detectod

2- المضخم الابتدائي Pre .

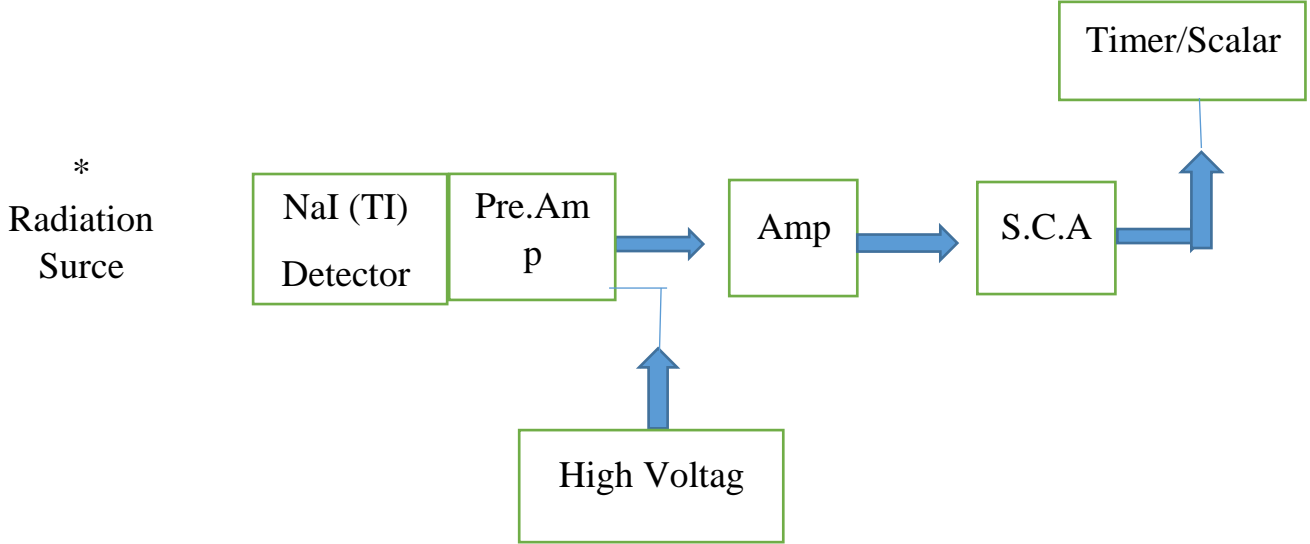
3- المضخم الرئيسي Amp

4- محلل متعدد القنوات S.C.A

5- مجهز فولتية عالية High Voltag

## 6- حاسوب (Timer/Scalar) وترتبط معاً

كما في المخطط التالي



ويتم مثل هذا الاستخدام بثلاث خطوات

### أ- الجزء العملي (تهية النماذج)

جمع عينات مختلفة التي هي تحت قيد الدراسة ثم تجفف بواسطة فرن كهربائي لمدة ساعتين للحصول على نماذج خالية من الرطوبة ونظفت من الشوائب وطحنت وبعد ذلك نخلت بواسطة منخل خاص ذو ثقوب قطرها (2 ملم) للحصول على نماذج متجانسة ونأخذ وزن كل نموذج (1 كغم) وتحفظ لمدة اربع أسابيع او اكثر للحصول على حالة التوازن المثالي وبعد ذلك توضع في شكل هندسي عبارة وعاء مارنيلي سعة (1 لتر) (بعد غسالة جيد بواسطة حامض الهيدروكلوريك المخفف والماء المقطر) الذي يجري فيه قياس النشاط الاشعاعي

### ب- طريقة القياس

يتم قياس النشاط الاشعاعي للعينات بواسطة منظومة أطيايف اشعة كامه في المخطط أعلاه وتم تسجيل الاطيايف وحللت باستخدام المنظومة.

ونحسب تراكيز النويدات المشعة الباعثة لاشعة كاما المنبعثة من العينات بواسطة العلاقة التالية:

$$A = (\text{Count-Back ground})/W \times I_{\gamma} \times E_{\text{ff}} \times T \dots\dots\dots (2)$$

A: تراكيز نظائر النويدات المشعة بوحدات (Bq/kg)

W: وزن النموذج بوحدة (kg)

E<sub>ff</sub>: النسبة المئوية للكفاءة

I<sub>x</sub>: شدة اشعة كاما

T: زمن القياس بوحدات الساعة

I: شدة الاشعة

وكذلك نستطيع حساب (دراسة) فعالية النويدات من خلال العلاقة التالية:

$$A = \frac{N_{net}}{\epsilon \cdot I_x \cdot m \cdot t} \pm \frac{\sqrt{N_{net}}}{\epsilon \cdot I_x \cdot m \cdot t} (Bq \cdot kg^{-1}) \dots \dots \dots (3)$$

A: فعالية النويدات

N<sub>net</sub>: صافي المساحة تحت المنحني للقيمة الضوئية

ε: الكفاءة المحسوبة للخط الكامل عند طاقة معينة

I<sub>x</sub>: معامل تراكيز الفعالية

m: كتلة النموذج (kg)

t: زمن القياس

### ج- النتائج والحسابات

1- يتم تحليل نماذج العينات من مناطق مختلفة.

وزن كل نموذج (1 كغم) واعتماد زمن قياس (قد يكون ساعة او ساعتان) ويتم استخدام وحدة (Bq/kg) اساساً لحساب تراكيز كل نظير من النظائر المدروسة.

2- نستخدم المعادلة (2) لحساب تراكيز النويدات المشعة الباعثة لاشعة كاما، والمعادلة (3) دراسة (قياس) فعالية النويدات الباعثة لاشعة كاما.

3- مقارنة النتائج مع النظائر المشعة والتي تعتبر معروفة ثابتة ومثبتة بجدول خاصة في وكالات الطاقة الذرية العالمية ومن ذلك يمكن معرفة هل هذه العينات تبعث اشعاعات ضارة او العكس.(9).

#### خامساً: مزايا الكاشف الوميضي

- 1- الخطية الجيدة مع قيمة الطاقة
- 2- زمن استجابة قصير
- 3- ذات تضخيم ذاتي جيد
- 4- يمكن استخدامها في حالات متعددة.

#### سادساً: عيوب الكاشف الوميضي

- 1- تغير ربح المضاعف الضوئي مع الزمن
- 2- ظهور نبضات صادرة من المضاعف الضوئي نتيجة الإصدارات الحرارية للمهبط في بعض الأحيان.
- 3- قابلية للكسر.
- 4- مرتفع الثمن.(10)



## المصادر

- 1- د.رياض شويكاني، موفق تقي الدين - هيئة الطاقة الذرية السورية.
- 2- Radiation Detection and Measurment. Tnird Edition. Glenn. F. Knoll.
- 3- (Radiation and radiotherapy)  
(ترجمة وتحرير: مؤيد بن عباس إسماعيل)
- 4- H. Tavakol: (The Effect of Detector Dimen sions on the Na I (TI) Detector Respons Function (2009), Journal of applier Sci. Vol 9: 2168-2173.
- 5- عذاب طاهر الكناني، (2009). الفيزياء النووية وأنظمة، دار الفجر للنشر والتوزيع.
- 6- مجلة جامعة بابل/ العلوم الصرفة والتطبيقية. 1 (23). (2015).
- 7- Nucleur Securty, You Tube from Internet.
- 8- احمد خوجلي أستاذ جامعة الخرطوم. (2005). اساسيات علم القياس وأجهزة القياس الالكتروني. وثام للطباعة.
- 9- نورس محمد شهد الدهان. (2002) تأثير الفوتونات المستطارة من المواد المحيطة من طيف الطاقة للكاشف الوميضي يوديدات الصوديوم المثبط بالتاليوم. كلية العلوم - جامعة بابل (رسالة ماجستير)
- 10- صالح محمد المشتري. الهيئة العربية للطاقة الذرية. تونس، علي محمد، الهيئة العربية الذرية. دمشق. أجهزة القياس الالكتروني.