م.د. حسن جلال كبو

السلامة من الإشعاعات

RADIATION SAFETY

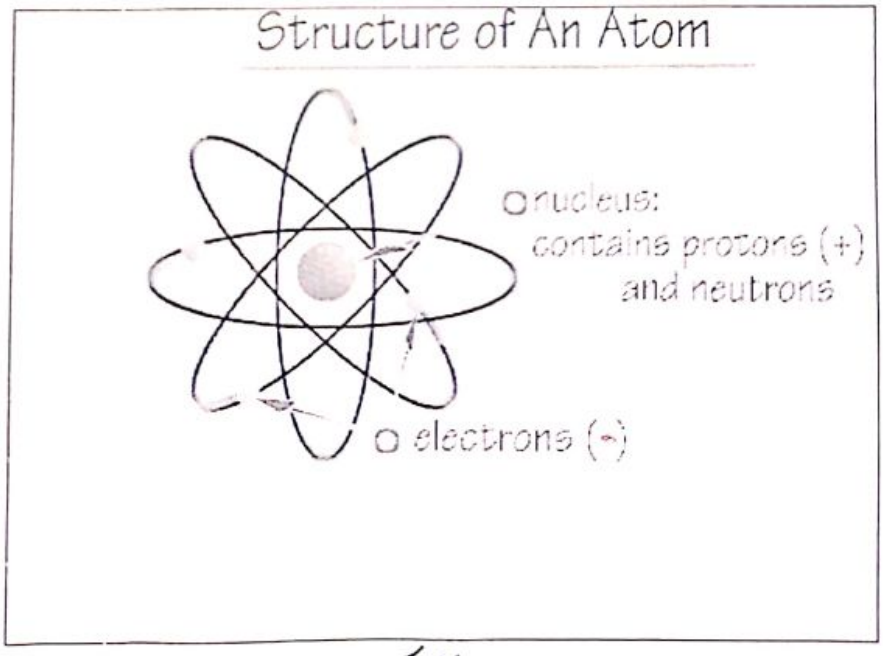
المقدمة:

توجد الإشعاعات في كل جزء من حياتنا. والإشعاعات قد تحدث بطريقة طبيعية في الأرض ويمكن أن تصل إلينا من الإشعاعات القادمة من الفضاء المحيط بنا. وكذلك يمكن أن تحدث الإشعاعات طبيعيا في الماء الذي نشربه أو في التربة وفي مواد البناء (عنصر الرادون من الأرض والعناصر المشعة الموجودة في الأرض).

وقد تحدث الإشعاعات نتيجة صناعتها بواسطة الإنسان مثل الأشعة السينية X-Rays ، محطات توليد الكهرباء بالطاقة الذرية أيضا في كاشفات الدخان Ionization Smoke Detector.ويعرف الإشعاع بأنه العملية التي ينتج عنها انطلاق طاقة علي شكل جسيمات (Particles) أو موجات (Waves). وتقدر الجهات العلمية في الولايات المتحدة الأمريكية بأن الشخص العادي يتلقى جرعات من الإشعاع مقدارها 360 مللي ريم في السنة وتعتبر نسبة التعرض للإشعاعات الطبيعية 80% و 20% الثانية من الإشعاعات الصناعية.

كيف تنشأ الإشعاعات:

تتكون ذرة العنصر من نواة مركزية (Nucleus) تحتوي على بروتونات موجبة الشحنة ونيوترونات متعادلة ويدور حول هذه النواة عدد من الإلكترونات سالبة الشحنة.



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ويطلق علي عدد البروتونات في النواة اسم العدد الذري (Atomic Number) بينما يطلق على مجموع عدد البروتونات + مجموع النيوترونات اسم الوزن الذري (Atomic Weight). في معظم أنوية العناصر الكيميائية يكون عدد البروتونات داخل النواة مساويا لعدد النيوترونات وفي بعض أنوية بعض العناصر يكون عدد النيوترونات أكبر من عدد البروتونات وتسمي هذه العناصر بالنظائر(Isotope)وهذه النظائر بعضها ثابت لا يتغير تركيبها الذرى بمرور الزمن والعادة تكون لها عدد ذري منخفض.وبعض هذه النظائر غير مستقر وغالبا ما تكون أعدادها الذرية عالية وتسمي بالنظائر المشعة وهذه النظائر سوف تلفظ أنويتها دقائق نووية (أي سوف يصدر عنها إشعاعات نووية) تسمي أشعة ألفا ، وأشعة بيتا ، وأشعة جاما وبمرور الوقت تتحول هذه العناصر إلي عناصر أخري أقل وزنا وتختلف في صفاتها الكيميائية والفيزيائية عن العنصر الأصلي.

أنواع الإشعاع: TYPES OF RADIATION

يوجد نوعان أساسيان للإشعاع هما:

إشعاع مؤين (Ionizing Radiation) مثل أشعة إكس وأشعة جاما والأشعة الكونية وجسيمات بيتا وألفا.

إشعاع غير مؤين (Non-Ionizing Radiation) مثل الإشعاعات الكهرومغناطيسية ومنها موجات الراديو والتليفزيون وموجات الرادار والموجات الحرارية ذات الأطوال الموجية القصيرة (ميكروويف) والموجات دون الحمراء والأشعة فوق البنفسجية والضوء العادي.

الإشعاع المؤين: Ionizing Radiation

توجد ثلاثة أنواع رئيسية من الإشعاع المؤين قد توجد في الإشعاعات التي يصنعها الإنسان كذلك في الإشعاع الطبيعي وهي دقائق ألفا (Alpha Particles)، دقائق بيتا (Beta Particles)، وأشعة جاما (Gamma Rays).

دقائق ألفا:Alpha Particles

يمكن إيقاف مسار أشعة ألفا بواسطة قطعة من الورق أو بواسطة جسم الإنسان ولكن لو تم استنشاق أبخرة المادة التي تشع منها دقائق ألفا أو بلعها ودخولها الي الجسم نتيجة وجود جرح به فإنها تكون مؤذية جدا.

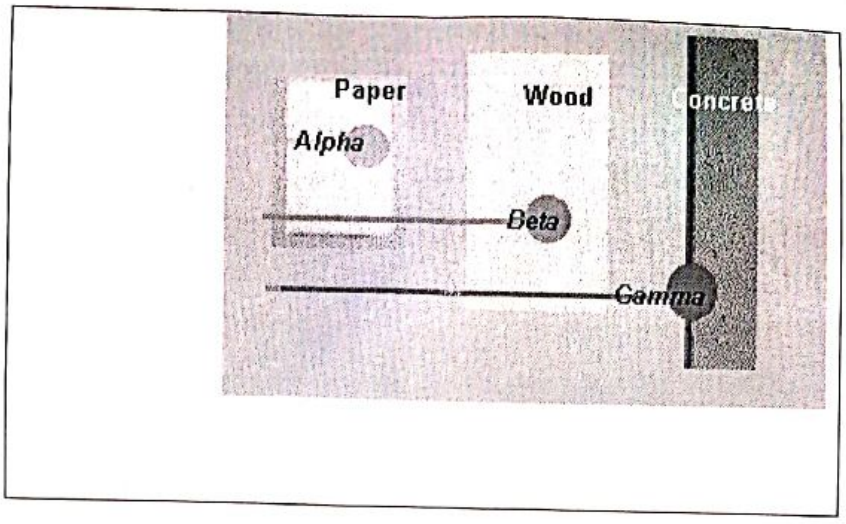
دقائق بيتا:Beta Particles

لا يمكن إيقاف دقائق بيتا بواسطة قطعة الورق ويمكن إيقاف سريان هذه الأشعة بواسطة قطعة من الخشب، وقد تسبب أذي جسيم إذا اخترقت الجسم.

أشعة جاما:Gamma Rays

من أخطر أنواع الإشعاعات ولها قوة اختراق عالية جدا، أكبر بكثير من أشعة ألفا وأشعة بيتا. ويمكن إيقاف سريانها بواسطة حاجز من الكونكريت. وتقع أشعة إكس من ضمن تقسيمات أشعة جاما ولكنها أقل قدرة علي الاختراق من أشعة جاما.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



الأضرار الصحية للإشعاع المؤين:

الأضرار الصحية للإشعاع تعتمد علي مستوي الإشعاع الذي يتعرض له الإنسان ، ويؤثر الإشعاع علي خلايا الجسم ويزيد من احتمالات حدوث السرطان والتحولات الجينية الأخرى التي قد تنتقل إلي الأطفال ، وفي حالة ما يتعرض الإنسان إلي كمية كبيرة من الإشعاع قد تؤدي للوفاة.

جسيمات ألفا:Alpha Particles

قوة الاختراق لجسيمات ألفا ضعيفة جدا حيث أنها تفقد طاقتها بمجرد خروجها من العنصر المشع. ومن الممكن أن تسبب أذي وضرر صحي في الأنسجة خلال المسار البسيط ويتم امتصاص هذه الأشعة بالجزء الخارجي من جلد الإنسان ولذلك لا تعتبر جسيمات ألفا ذات ضرر خارج الجسم ولكن من الممكن أن تسبب ضرر كبير إذا تم استنشاقها أو بلعها (ابتلاع المادة المشعة التي تخرج منها أشعة ألفا).

جسيمات بيتا:Beta Particles

قوة الاختراق والنفاذ لدقائق بيتا أكبر من قوة النفاذ لأشعة ألفا. وبعض دقائق بيتا يمكنها اختراق الجلد وإحداث تلف به وهي شديدة الخطورة إذا تم استنشاق أبخرة أو بلع المادة التي تنبعث منها أشعة بيتا.ويمكن إيقاف انبعاثها برقائق بسيطة من الألومنيوم أو الخشب.

أشعة جاما:Gamma Ray

ذات قوة اختراق عالية جدا ويمكنها بسهولة اختراق جسم الإنسان أو امتصاصها بواسطة الأنسجة ولذلك تشكل خطرا إشعاعيا عاليا علي الإنسان.يمكن إيقاف انبعاثها بواسطة الكونكريت أو الرصاص.

أشعة إكس:X - Ray

خواصها شبيهة بخواص أشعة جاما ولكن تختلف في المصدر حيث تنبعث أشعة إكس من عمليات خارج نواة الذرة بينما تنبعث أشعة جاما من داخل نواة الذرة.قوة الاختراق والنفاذية لأشعة إكس أقل من أشعة جاما وتعتبر أشعة إكس من أكثر مصادر تعرض الإنسان للإشعاع حيث يتم استخدامها في عديد من العمليات الصناعية – الطبية.يمكن إيقاف قدرتها علي الاختراق بواسطة شريحة من الرصاص سمكها مليمترات قليلة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

يمكن أن يؤدي الإشعاع المؤين (إدخال طاقة إلي خلايا الجسم) إلي إحداث تغييرات في التوازن الكيميائي لخلايا الجسم وبعض هذه التغيرات قد يؤدي إلي خلل في السائل الذري للإنسان (DNA) وبالتالي يؤدي إلي تحولات جينية خطيرة قد تنتقل أيضا إلي الأطفال بعد ولادتهم.التعرض لكميات كبيرة من الإشعاع قد يؤدي إلي حدوث أمراض خلال ساعات أو أيام وقد يؤدي للوفاة خلال 60 يوما من التعرض (حادث قرية ميت حلفا – القليوبية) ، وفي حالات التعرض لكميات كبيرة جدا من الممكن أن تحدث الوفاة خلال ساعات قليلة (تشرنوبل).وأعراض الإصابة بالإشعاع المؤين قد تحدث خلال فترة طويلة ، علي سبيل المثال في سرطان الدم Leukemia خلال سنتان. نتيجة لتراكم المواد المشعة بالجسم.معظم المعلومات عن تأثير الإشعاع علي الإنسان يتم الحصول عليها من الدراسات التي أجريت علي الناجين من القنابل الذرية التي ألقيت علي ناجازاكي وهيروشيما (حوالي 100.000 شخص).

وسائل الوقاية من الإشعاعات:

توجد ثلاث طرق للحماية من خطر الإشعاعات هي:

1- الزمن Time
2- المسافة Distance
3- الحواجز Shields

الزمن: Time

في حالة تقليل زمن التعرض (الزمن الذي يقضيه الشخص بجوار مصدر الإشعاع) بالتالي سوف تقل كميات الإشعاع التي يتعرض لها الشخص.

المسافة: Distance

كلما زادت المسافة بين الشخص وبين المصدر المشع قلت نسبة التعرض (حسب قانون التربيع العكسي)

الحواجز: Shields

بزيادة الحواجز حول المصدر المشع سوف تقلل التعرض. وكل نوع من أنواع الإشعاعات يتم وضع الحواجز المناسبة لعزله حسب قدرته علي الاختراق.

وحدات قياس الإشعاع:

الراد (Rad) : وحدة قياس كمية الطاقة الإشعاعية الممتصة (جرعة الامتصاص).

الرونتجن (R) Roentgen: وحدة قياس الأشعة الصادرة ويستخدم أساسا للأشعة السينية.

الكيوري (Ci) CURIE: يعتبر قياس للأشعة الصادرة والكيوري الواحد = $3,7 \times 10^{10}$ انحلال في الثانية.

الريم (REM) : وحدة قياس التأثير البيولوجي (الحيوي) للإشعاع الممتص.

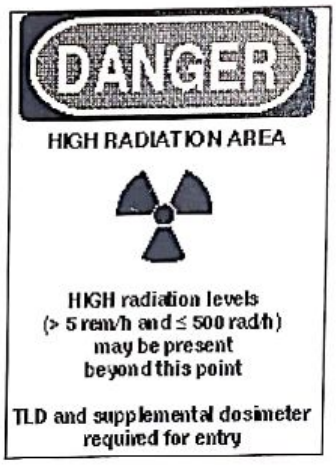
السيفرت (Sv) SIEVERT: من أحدث وحدات قياس التأثير الناتج عن امتصاص الأشعة السيفرت= 100 ريم

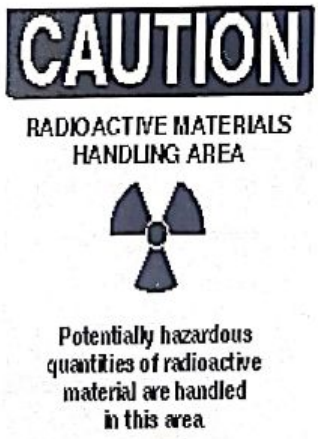
One Sievert = 100 REM

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

إجراءات السلامة في المعامل:

يجب أن يكون جميع العاملين في المعمل علي علم ودراية من مخاطر المواد المشعة التي يتم التعامل معها.يمنع الأكل والشرب والتدخين كذلك استعمال أدوات التجميل في المعمل.يمنع منعا باتا استخدام الماصة بالفم في حالة التعامل مع السوائل المحتوية علي مواد مشعة.عدم تخزين أية مواد غذائية في الثلاجات أو المبردات الخاصة بالمواد المشعة.يجب عدم تناول المواد المشعة بالأيدي ويتم استخدام الملاقط المخصصة لذلك.يجب غسيل الأيدي بالماء والصابون بعد انتهاء العمل.يجب استخدام وسائل الكشف عن الإشعاع من قبل العاملين بالمعمل Films Badges. يجب تثبيت لافتات التحذير المناسبة علي مدخل المعمل (CAUTION RADIO ACTIVE MATERIAL)في المناطق التي يبلغ فيها مستوي الإشعاع الذي يتعرض له الشخص 5 مللي ريم في الساعة ، يجب أن يتم وضع اللافتات التحذيرية المناسبة عليها. (Radiation Area)جميع الحاويات التي تستخدم لتخزين المواد المشعة يجب وضع اللافتات التحذيرية المناسبة عليها.ضرورة استخدام معدات الوقاية الشخصية اللازمة للحماية من مخاطر الإشعاع : القفازات – النظارات – البلاطي.عدم السماح لأي شخص بالمعمل داخل منطقة الإشعاع في حالة وجود أية جروح في جسمه.يتم نقل المواد المشعة بين المعامل المختلفة داخل الحاويات المخصصة لها.





الجرعات الآمنة : Exposure Limitations

أقصي جرعات مسموح بها من الإشعاعMaximum Permissible Poses

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ARW = Atomic Radiation Workers 1 Rem = 10 msv

Column I Organ / Tissue	Column II ARW		Column III
	msvper quarter	msv per year	Any other person
Whole body	30	50	5
Bone, Skin	150	300	30
Hands, feet	380	750	75
Lungs, single organ or tissues	80	150	15

التعامل مع تسرب المواد المشعة:

إعلام الجميع لإخلاء المكان الذي حدث به التسرب.

إبلاغ المسئول عن السلامة الخاصة بالإشعاعات Radiation Safety Officer

إغلاق جميع الأجهزة التي تنتج المواد المشعة.

إغلاق جميع شفاطات التهوية و Fume Hoods.

إجراء الفحص اللازم إذا حدث التسرب علي ملابس العاملين.

استخدام المعدات والأدوات الماصة Absorbent Materials لاحتواء التسرب.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

م (٢)

وحدات قياس الإشعاع

مقدمة:

عنيت المنظمات الدولية، كاللجنة الدولية للوقاية الإشعاعية ICRP، واللجنة الدولية للوحدات الإشعاعية والقياسات ICRU، بأمور الوقاية من الإشعاعات المؤينة؛ ووضعت تعاريف محددة للكميات الفيزيائية المستخدمة للتعبير عن التعرض للإشعاعات المؤينة والجرع الإشعاعية الناتجة عنها، وكذلك الوحدات المستعملة لقياس هذه الكميات، وهي تقوم على أساس العدد الإجمالي للإشعاعات التي تسقط على الوسط المادي المعين، وما تحدثه من تأينات في هذا الوسط، أو بعبارة أخرى، تقوم على أساس كمية الطاقة التي تودعها الإشعاعات في كتلة مادية معينة، وعلى نوع هذه الإشعاعات.

وفي الوقت الحالي يستخدم النظام العالمي(الدولي) SystemeInternationale(SI) للوحدات للتعبير عن الكميات الإشعاعية، وإن كانت الوحدات القديمة ما زالت مستعملة في كثير من المجالات.

المقادير ووحدات القياس:

المقادير الفيزيائية The physical quantity تستعمل المقادير الفيزيائية لوصف وتمييز ظاهرة فيزيائية محددة، وللتعبير عنها أو تعيينها بدلالة الأرقام (مثل الطاقة وكمية الحركة والجرعة الممتصة والجرعة المكافئة وغيرها).

الوحدة: The unit

هي عينة مرجعية محددة، تستعمل لقياس مقدار الكمية الفيزيائية، مثل وحدة الكيلوغرام، والمتر، والثانية.

كميات ووحدات قياس الجرع الإشعاعية:

هي مقادير فيزيائية تعبر عن كمية الطاقة المودعة في كتلة معينة من المادة أو النسيج البشري، أو تعبر عن مخاطر الأنواع المختلفة من الإشعاعات المؤينة على الأنسجة وأعضاء الإنسان، أو على كامل جسم الإنسان. وتعتمد هذه الكميات عند اشتقاقها، على أسلوب تفاعل النوع المعين من الإشعاعات المؤينة مع المادة وأسلوب انتقال الطاقة من هذه الإشعاعات للمادة، وعلى مدى ضرر النوع المعين من الإشعاعات على الكائن الحي، عند تساوي قيم الطاقة المودعة في واحدة الكتلة من المواد المختلفة

النشاط الإشعاعي: activity يعطى معدل التفكك الإشعاعي في عينة مشعة بالعلاقة:

$$A_{(t)} = A_o \, Exp.(-\lambda t)$$

حيث A_o النشاط الإشعاعي عند بدء الزمن و $A_{(t)}$ النشاط الإشعاعي بعد مضي زمن قدره t . وحدة النشاط الإشعاعي هي البيكرل Becquerel (Bq) ، وهو يساوي تفكك واحد في الثانية. كما يقدر النشاط الإشعاعي بالكوري (Curie) الذي كان يُعرَّف سابقاً على أنه النشاط الإشعاعي لغرام واحد من الراديوم - 226 و لكنه معرف الآن على أنه يعادل $3.7X10^{10}$ تفكك في الثانية (بيكرل).

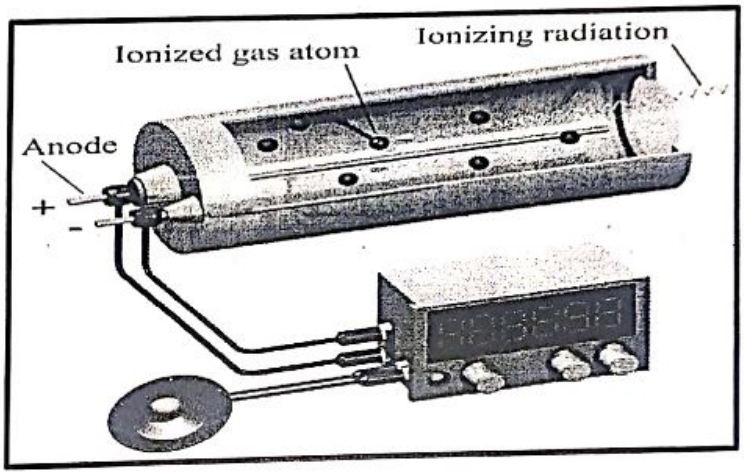
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

((مفهوم عداد كايكر))

ـ هو أحد أدوات اكتشاف الإشعاعات المؤيِّنة، مثل أشعة غاما والأشعة السينية وكذلك الإلكترونات السريعة ومنها أنواع لقياس أشعة ألفا .

تركيبه:

يتكون العداد نفسه من انبوب معدني مغلف من الخارج بمادة عازلة للتيار الكهربائي يمثل (–) Kathode ، ويوجد في وسط الأنبوب سلك رفيع بطول الأنبوب يمثل (+) Anode كما في الشكل (1) .



الشكل (1) يمثل عداد كايكر –مولر

وبالنسبة إلى العدادات التي تكون حساسة لقياس أشعة ألفا تكون نافذة واجهة الأنبوب الدائرية مغطاة بمادة نفاذة لأشعة الفا مثل المايكا وتغطى خلفية الأنبوب بمادة عازلة للكهرباء ومثبت فيها الانود ، وتعمل على عزل الانود عن الكاثود .

توجد أنواع من عداد كايكر لقياس أشعة بيتا التي هي عبارة عن إلكترونات لا تحتاج لتلك النافذة الرقيقة المنفذة للإشعاع. وهذا يرجع إلى أن مقدار نفاذية الإلكترونات في مادة النافذة تكون أطول بالنسبة للإلكترونات أما جسيمات أشعة ألفا فهي تمتص بسهولة في مادة النافذة بسبب نفاذيتها القصيرة الضعيفة فلا تستطيع الدخول إلى غرفة التأين. وتكون نافذة العداد من طبقة رقيقة جدا من المايكا بحيث تعزل الغرفة عن الخارج وتسمح بنفاذية أشعة الفا في نفس الوقت.

يوجد داخل الأنبوب غاز نبيل مثل الأرجون أو الكريبتون عند ضغط أقل من الضغط الجوي ويبلغ (200) باسكال مضاف إليه قليل من الكحول الاثيلي ، وعندما يكون فرق جهد مناسب بين القطبين (تصل الى عدة مئات من الفولتات) فان مرور أي جسيم مؤين من خلال النافذة سوف تؤدي الى حدوث تأين للغاز

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الواقع في مسارها وتحدث بذلك نبضة كهربائية يمكن استقبالها في جهاز العداد ، وان وجود الكحول الاثيلي هو لغرض كبت التفريغ الكهربائي وذلك بامتصاصه للفوتونات المتحررة نتيجة لاتحاد الايونات مع الالكترونات داخل الانبوبة وذلك بتحلل الكحول الى مركبات ابسط .

طريقة عمله:

عند دخول شعاع مؤين إلى غرفة الغاز يتفاعل الاشعاع مع ذرات غاز الارجون ويعمل على فصل بعض إلكترونات هذه الذرات عند اصطدامه بها في مساره حتى يفقد طاقة حركته فتنجذب الإلكترونات الحرة بسبب المجال الكهربائي نحو الانود وتتزايد سرعتها كلما اقتربت من الانود فتصطدم بذرات أخرى في طريقها وتؤين بعضا منها وبذلك ينتج شلال من الإلكترونات ينزل على الانود ونتيجة لذلك يحدث تيارا كهربائياً قصير المدة بين الانود والكاثود ، ويتحول هذا التيار بواسطة مقاومة في الدائرة الكهربية إلى نبضة وتضخم تلك النبضة في الجهاز الإلكتروني ويظهرها كصوت متردد أو يظهرها بمؤشر يتحرك على لوح مقسم لأخذ القراءات كما في الشكل (1) .

لقراءة العداد بطريقة أدق تزود بعض الأجهزة بعدادات رقمية تعطي قراءة دقيقة لجرعة الإشعاع المقاسة ويمكن بواسطتها حساب النشاط الإشعاعي للعينة المشعة.

ومن المهم أن يكون الانود موصلا بمقاومة كبيرة R من عدة ميجا أوم مع المصدر الكهربائي ذو جهد عالي يبلغ عادة (500) فولت، فتعمل هذه المقاومة على تقصير وقت اتساع النبضة الكهربائية الحادثة وتخاذلها سريعا عندئذ يعود الجهد إلى قيمته الأصلية ويصبح في إمكان العداد تسجيل شعاع آخر .

بعد حدوث نبضة الجهد مباشرة يكون العداد في حالة لا يستطيع خلالها تسجيل شعاع آخر داخل الأنبوب، تستغرق تلك الحالة نحو (0.1) ملي ثانية أي (0.0001) ثانية وتسمى "زمن الموت dead time" ويرجع سبب ذلك إلى وجود أيونات ذرات الأرجون في الغرفة (الأنبوب) بعد النبضة الإلكترونية وهي تحجب الجهد الكهربي عن الانود خلال هذا الوقت. وبعدما تختفي سحابة الإيونات بتوجهها والتقاطها من الكاثود عندئذ يصبح العداد مستعدا لتسجيل شعاع آخر. ويعتمد زمن الاحتجاز هذا على نوع العداد حيث يعتمد على مقدار الجهد الكهربائي المستخدم ومقاييس أنبوب المكشاف ونوع الغاز فيه كما تعمل إضافة هالوجين أو إيثانول إلى الغاز على تقصير زمن الاحتجاز dead time .

تستطيع عدادات كايكر قياس عدد النبضات الحادثة ولكن لا تستطيع تحديد نوع الجسيم أو الإشعاع المتسبب ورغم أن قدرة جسيم مثل جسيم ألفا تختلف عن مقدرة شعاع كاما على تأيين الغاز اختلافا كبيرا وتختلف طاقة كل منهما أيضا كثيرا إلا أن **عداد كايكر** لا يستطيع التفرقة بينهما.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

محمد حسن جلال اكبر

م (٣)

* عداد گايگر - مولر *

* الغرض من التجربة :-

تعيين منطقة البلاتو وجهد التشغيل لعداد گايگر.

* النظرية :- يعتبر عداد گايگر من اقدم الكواشف الغازية (يستخدم للكشف عن الاشعة النووية من دون التمييز بين انواعها وطاقتها)، يتكون هذا الكاشف من اسطوانة معدنية تمثل القطب السالب ومن سلك رفيع في وسطها يمثل القطب الموجب ومملوءة الاسطوانة بغاز خامل وقليل من الكحول تحت ضغط منخفض وتغلق الاسطوانة من مقدمتها بقطعة رقيقة من الزجاج والتي تمثل النافذة.

أما مبدأ عمل الكاشف هو تأين الغاز الخامل عند سقوط الاشعة النووية على نافذة العداد، وبتسليط جهد مناسب على اقطاب العداد فسوف تتنقل الايونات السالبة الى السلك (القطب الموجب) والايونات الموجبة الى الاسطوانة (القطب السالب) وتسجل هذه التأينات على شكل عدات من قبل العداد المتصل بانبوب كايكر، حيث تتناسب عدد التأينات مع كمية الاشعة الداخلة للعداد.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وعند رسم معدل العد كدالة للفولتية المسلطة شكل (1) تظهر مناطق عمل الكاشف وهي :-

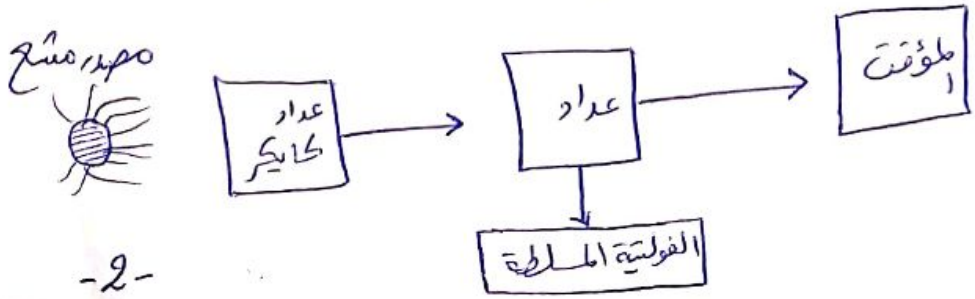
① منطقة التشغيل :- وهي المنطقة التي يبدأ فيها العداد بالعمل حيث يزود بجهد يبدأ عندها انتقال الايونات الموجبة والسالبة الى اقطاب العداد ويسمى هذا (الجهد التشغيلي)، وبزيادة الفولتية عن فولتية التشغيل نلاحظ زيادة معدل طرديا مع زيادة الفولتية المسلطة.

② منطقة الهضبة :- وهي المنطقة التي يعمل فيها العداد بافضل كفاءة حيث يزود بجهد مناسب يعمل على سحب الايونات المتحررة الى الاقطاب حيث نلاحظ ان معدل العد يبقى تقريبا مستقرا بزيادة الفولتية المسلطة وكانه غير معتمدة على تغير الفولتية وتسمى هذه المنطقة بمنطقة كايكر (بلاتو كايكر) وتكون هذه المنطقة ليست افقية بل منحدرة نحو الاعلى (الهضبة).

③ منطقة التفريغ الكهربائي :- في هذه المنطقة يرتفع عدد الايونات بصورة مفاجئة وسبب هذة الزيادة هو التأين الحاصل بسبب الجهد العالي المسلط على اقطاب العداد ، وتسمى هذه المنطقة بمنطقة الانهيار ويجب وقف العد للحفاظ على الكاشف.

* الاجهزة والادوات المستخدمة :-

عداد كايكر - مصدر مشع - ساعة ايقاف



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

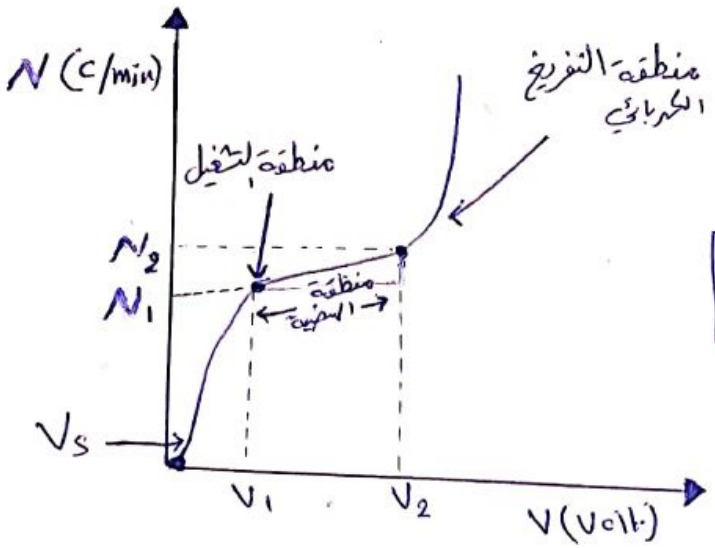
V_s : الجهد الابتدائي.

V_1 : جهد العتبة.

V_2 : جهد الانكسار.

N_1 : معدل العد لجهد العتبة.

N_2 : معدل العد لجهد انكسار.



الشكل (1)

* طريقة العمل :-

① ضع مصدر المشع على بعد (10mm) من نافذة العداد .

② حرّك فولتية العداد حتى يقوم بالتسجيل خلال (دقيقة واحدة) .

③ قم بزيادة الفولتية بمقدار (20V) واحسب العدات ، وكرّر هذه العملية عدة مرات وجد معدل العد في الدقيقة الواحدة .

④ كرّر الخطوات السابقة عندما يكون بعد المصدر (20mm) .

⑤ سجّل النتائج في الجدول التالي :-

V (Volt)	$N_1 (\frac{c}{min})$	$N_2 (\frac{c}{min})$	$N_{av} = (\frac{N_1+N_2}{2})(\frac{c}{min})$

* الحسابات

① حدد على الرسم كلا مما يلي :-

(N_2 - N_1 - V_2 - V_1 - V_s) ومنطقة الهضبة.

② ميل منطقة الهضبة .

$$Slope = \left[\frac{(N_2-N_1)}{N_1}\right]\left[\frac{100}{V_2-V_1}\right] \%$$

③ جهد التشغيل .

$$V = (V_1 + V_2)/2$$

أ.د. حسن جلال البرزنجي

Zeynep ALI

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

* قراءات تجربة عداد جايجر-مولر *

N(c/min)	V(volt)
0	300
0	320
237	340
264	360
265	380
276	400
265	420
260	440
250	460
257	480
259	500
510	520

d = 20 mm

N(c/min)	V(volt)
0	300
0	320
568	340
583	360
598	380
617	400
603	420
610	440
617	460
590	480
626	500
1200	520

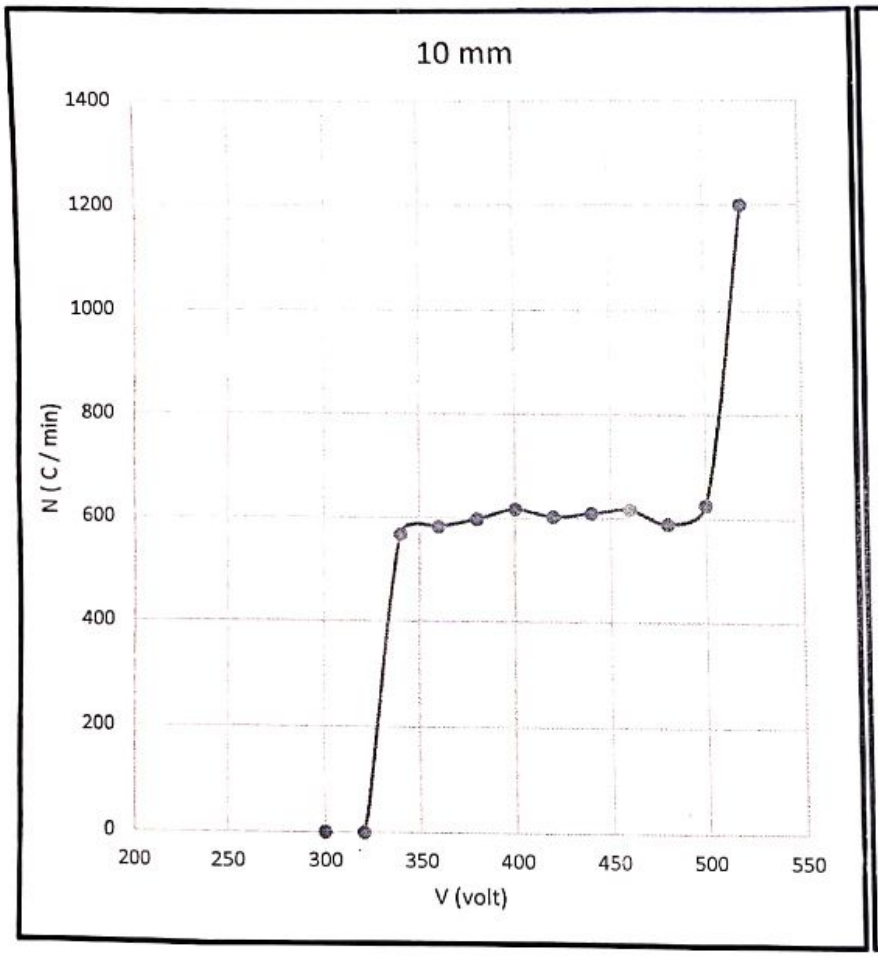
d = 10 mm

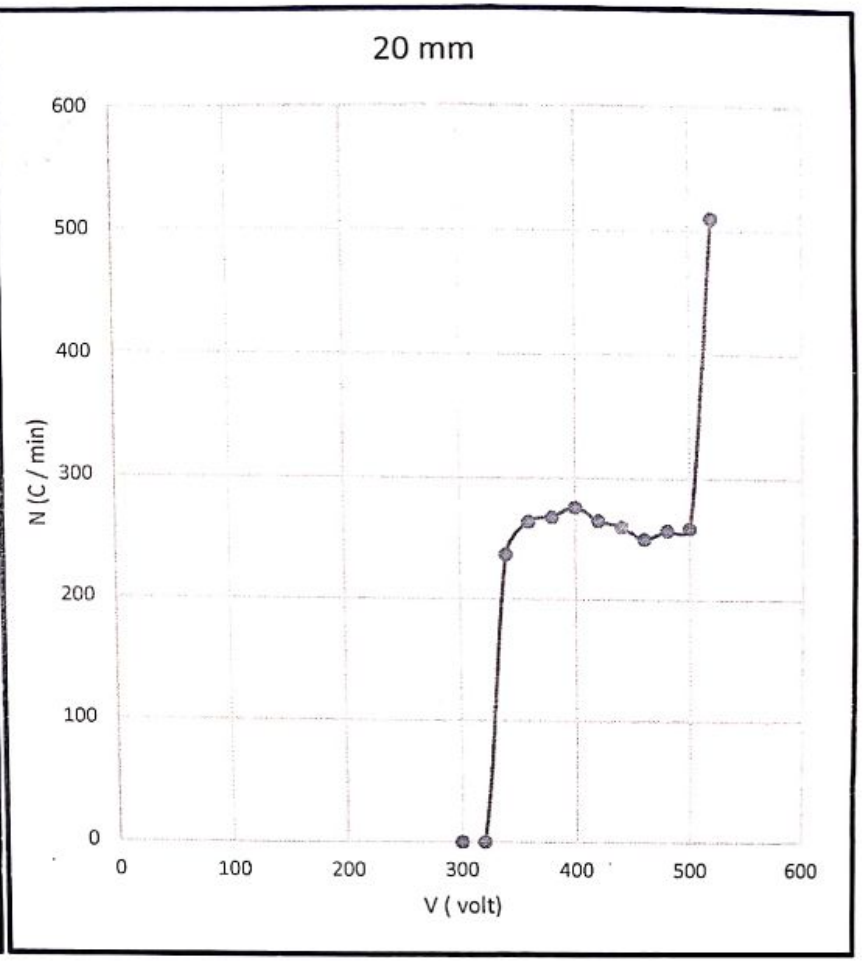
حسن جلال اكبر
٢٠٢٤/١٠/٢٦

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تجربة رقم 1

عداد كايكر ميلر





V (volt)	Slope	N2	N1	v2	v1	العينة
420	0.06382	626	568	500	340	10 mm
420	0.058017	259	237	500	340	20 mm

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تجربة رقم (1) م (٤)

* قياس معامل الامتصاص الخطي والكتلي * لأشعة كاما «γ»

محمد حسن جلال الكبير

Zeynep S. ALI

* الغاية من التجربة :-

١- توضيح كيفية امتصاص الاشعاع في المادة .

٢- إيجاد معامل الامتصاص الخطي والكتلي للالمنيوم باستخدام اشعة كاما .

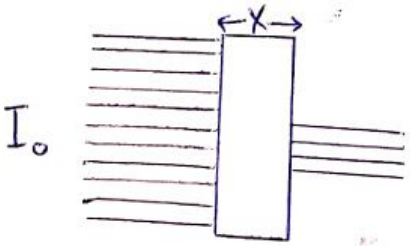
* النظرية :-

عندما تمر اشعة كاما خلال مادة فان جزء من هذه الاشعة يمتص نتيجة تفاعلها مع المادة بثلاث طرق رئيسية :-

① التأثير الكهروضوئي ② تأثير كومبتن ③ انتاج الزوج

واذا مرت اشعاعات كاما خلال وسط فان شدة الاشعاع تتناقص كدالة في المسافة في الوسط بامتصاص هذه الشدة تعطى بالعلاقة :-

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad \text{----(1)}$$



I : شدة الاشعة النافذة .

I_0 : شدة الاشعة الساقطة (الابتدائية) .

μ : معامل الامتصاص الخطي .

X : سمك المادة الماصة .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

يمكن ان نعرف معامل الامتصاص الخطي لمادة بانه جزء الطاقة التي يزال من حزمة الاشعة الساقطة عندما تقطع سمكاً مقداره وحدة الطول من تلك المادة ويعطى وفقاً للعلاقة التالية :-

$$\mu = \frac{\ln(\frac{I_0}{I})}{X} \quad \ldots\ldots (2)$$

حيث ان (μ) يعتمد على كثافة المادة وسمكها.

ويمكن قياس شدة الاشعة بواسطة عداد كايگر لان قراءته تتناسب طردياً مع شدة الاشعة ، فاذا كانت (N_0) تمثل معدل العد بدون وجود المادة الماصة ، و (N) تمثل المعدل العد بوجود المادة بماصة التي سمكها (X) فيمكن كتابة العلاقة كما يلي :-

$$\frac{I}{I_0} = \frac{N}{N_0} = e^{-\mu X} \quad \ldots (3)$$

او

$$\frac{N_0}{N} = e^{\mu X} \quad \ldots (4)$$

اما معامل الامتصاص الكتلي فانه جزء الطاقة الذي يزيحه غرام واحد من المادة الماصة من حزمة ماصة ($1\,cm^2$) ويقاس بوحدة (cm^2/gm) ويعطى وفقاً بالعلاقة التالية :-

$$\mu_m = \mu/\rho \quad \ldots\ldots (5)$$

μ_m : معامل الامتصاص الكتلي ، ρ : كثافة المادة الماصة .

حيث ان (μ_m) يعتمد على عدد الذري للمادة الماصة (Z) وطول موجة الاشعة الساقطة (λ) .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

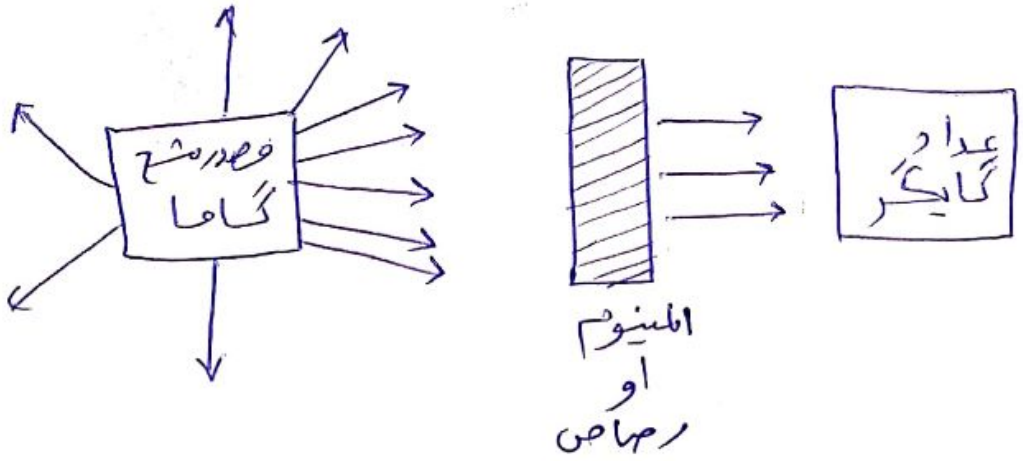
الادوات المستخدمة

① عداد گايگر مول مع الاجهزة الالكترونية المرفقة.
② مصدر مشع لگاما مثل $[{}^{60}Co$ او $^{137}Cs]$.
③ شرائح مختلفة من الألمنيوم و الرصاص.

خطوات العمل

① توصيل الاجهزة.
② ضبط جهد التشغيل لعداد گايگر.
③ قياس معدل العد الخلفية الاشعاعية N_0 (C/min).

Metal	$\ln(N_0/N)$	X (mm)	n_1 (C/min)	n_2 (C/min)	n_3 (C/min)	n_4 (C/min)
Al or Pb						



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

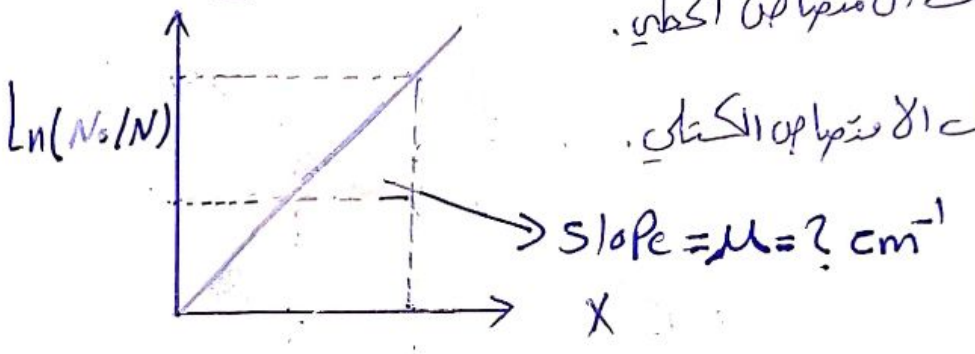
الحسابات

① نرسم خط بياني بين $\ln(N_0/N)$ على المحور الصادي ولسمك (X) على المحور السيني.

② إيجاد الميل من خلال العلاقة $\left[Slope = \frac{\ln(N_0/N)}{\Delta X}\right]$

③ إيجاد معامل الامتصاص الخطي.

④ إيجاد معامل الامتصاص الكتلي.



م.د. حسن جلال أكبر
٢٠٢٣/١١/٢

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

م.د. حسن جلال كبر

تجربة (٥)

قانون التربيع العكسي لأشعة كاما

الهدف من التجربة:

تهدف التجربة إلى تحقيق أن شدة أشعة كاما تتناسب مع مربع المسافة بين المصدر والنقطة التي يتم القياس عندها.

أدوات التجربة:

عداد كايكر، ومنظومة القياس الإلكترونية، ومصدر جهد عالي، ومصادر مشعة.

نظرية التجربة:

يوجد تشابه بين أشعة الضوء العادية وأشعة كاما من حيث كونها إشعاعات كهرومغناطيسية أي أنها تخضع للقانون:

$$E = h\nu$$

حيث ان E : طاقة الفوتون، و ν : تردد الاشعاع ، و h: ثابت بلانك.

يمكن التعبير عن قانون التربيع العكسي بانه شدة الاشعة الصادرة من مصدر ما تتناقص تبعا لمقلوب مربع المسافة المقاسة بعيدا عن المصدر والمبين في المعادلة التالية:

$$N \propto \frac{1}{d^2} \quad \ldots\ldots 1 \qquad , \qquad N = \frac{K}{d^2} \quad \ldots\ldots 2$$

حيث ان N: شدة الاشعاع و d: المسافة بين مصدر الاشعاع والنقطة، و K: مقدار ثابت.

بأخذ لوغارتم لطرفي المعادلة 2 و نحصل على:

$$\text{Log } N = Log\left(\frac{K}{d^2}\right) \quad \ldots\ldots 3$$

$$\text{Log } N = Log\,(k) - 2\,Log\,(d) \quad \ldots\ldots 4$$

بمقارنة معادلة 4 مع معادلة خط المستقيم ($Y = mX + C$) نجد ان :

$$\text{Log } N = Y$$

$$\text{Log } d = X$$

$$\text{Log } K = C$$

$$m = Slope = -2$$

وهذا اثبات ان قيمة الميل مساوية الى 2- .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

خطوات العمل:

1- أضبط جهد عداد كايكر عند جهد التشغيل

2- ضع مصدر مشع Co^{60} على بعد 1cm من نافذة عداد كايكر

3- قم بالعد لفترة زمنية طويلة للحصول على إحصائيات معقولة حوالي 3000 C/min.

4- قم بإبعاد المصدر 2cm وكرر قياس لنفس الفترة الزمنية

5- كرر الخطوة السابقة لمسافات (3,4,5 cm) .

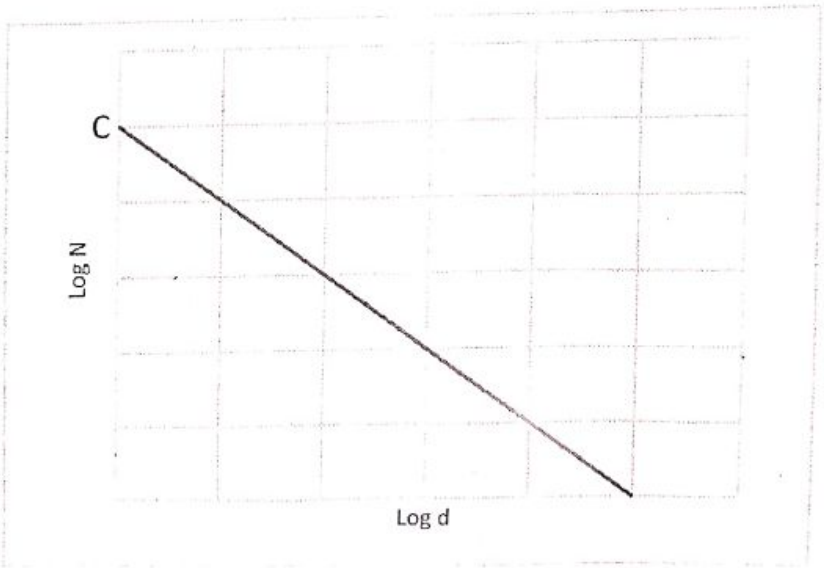
النتائج والمناقشة:

1- سجل النتائج في جدول ادناه كما يلي:

المسافة (d (cm	معدل العد (N (C/min	Log N	Log d
1			
2			
3			
4			
5			

2- قم بتصحيح معدل العد بعد حساب الخلفية الإشعاعية وسجل النتائج في الجدول السابق.

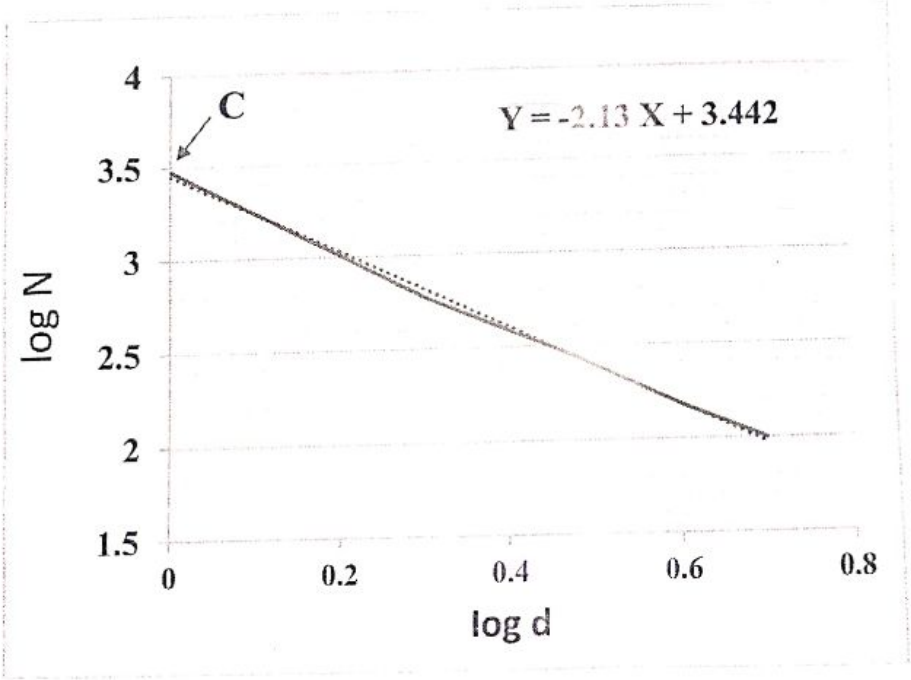
3- مثل البيانات برسم بياني يمثل العلاقة بين Log N على المحور Y و Log d على المحور X .



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

القراءات :

log N	log d	N (C/min)	d (cm)
3.47712	0	3000	1
2.77085	0.30103	590	2
2.44404	0.47712	278	3
2.17609	0.60206	150	4
1.99564	0.69897	99	5



من خلال التجربة التي أجريت، تم استنتاج ما يلي:

ان قانون التربيع العكسي يبين ان شدة تعرض الجسم للأشعة ينخفض بشكل كبير بما يتناسب مع مربع المسافة من المصدر المشع. وبالمقابل يزداد شدة تعرض الجسم أيضا بشكل مشابه مع التقارب.

م.د. حسن جلال إكبر
٢٠٢٣/١١/٩

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تجربة رقم 4 م (٦)

الاستطارة الخلفية لجسيمات بيتا

الهدف من التجربة:

ايجاد الاستطارة الخلفية لجسيمات بيتا في مختلف المواد وعلاقة العدد الذري بالاستطارة الخلفية .

النظرية :

ان الاستطارة الخلفية تعني استطارة الجسيمات العائدة بنفس الاتجاه الذي انطلقت منه بعد مرورها خلال مادة سميكة وذات عدد ذري كبير . ان الالكترونات التي تمر خلال مادة ما تعاني انحرافات باتجاهاتها بسبب الاصطدامات المرنة مع الالكترونات ونوى تلك المادة وكذلك بسبب بعض الاصطدامات غير المرنة . ان جسيمات بيتا تعاني العديد من الاصطدامات اذا لم تكن فقدت جزء كبير من طاقتها باصطدام معين وعندما تكون المادة المشتتة سميكة وذات عدد ذري كبير فانه ستحدث استطارة متعددة مسببة انحرافات باتجاه الالكترونات بزاوية تزيد عن 90 درجة وهو ما يسمى بالاستطارة الخلفية . يمكن تعريف معامل الاستطارة الخلفية (F_b) بالشكل التالي :

$$F_b = \left[\frac{N - N_0}{N_0}\right] \times 100\ \%$$

حيث :N_0 : العدات عند عدم وجود مادة مشتتة وN: العدات عند وجود مادة مشتتة.

وحيث ان ظاهرة الاستطارة الخلفية ناشئة من اصطدام جسيمات بيتا مع الالكترونات ونوى المادة المشتتة ان معامل الاستطارة الخلفية يتأثر بالسمك وبالعدد الذري للمادة المشتتة فكلما ازداد سمك المادة المشتتة ازدادت قيمة معامل الاستطارة الخلفية حتى يصل الى اعظم قيمة له هي قيمة الاشباع , من الملاحظ انه بسبب امتصاص ال الالكترونات من قبل الهواء وشباك انبوبة عداد كايكر فان قيمة معامل الاستطارة الخلفية تعتمد على الشكل الهندسي لوضع معدات التجربة .

طريقة العمل :

1- انصب عداد كايكر على وضع التشغيل .
2- احسب القراء الخلفية .
3- ضع المصدر امام انبوبة كايكر واحسب مقدار القراءة لمدة دقيقة واحدة ثم اعد القراءة مرة اخرى واحسب المعدل .
4- ضع شريحة من الالمنيوم خلف المصدر واحسب القراءة ثم كرر العملية مرة ثانية وجد المعدل .
5- ضع شريحة من الالمنيوم ذات سمك اكبر من الاولى واحسب القراءة .
6- استمر بوضع الشرائح حتى تصل الى قراءة ثابتة فى العداد .
7- احسب معامل الاستطارة الخلفية لكل مادة.
8- ارسم خط بياني بين معامل الاستطارة الخلفية F_b مع سمك المادة واوجد مقدار الاشباع بمعامل الاستطارة الخلفية F_{bs}.
9- ارسم خط بياني بين مقدار الاشباع لمعامل الاستطارة F_{bs} والعدد الذري للمواد المستخدمة كحواجز .
10 – رتب نتائج التجربة معتمداً على جدول القراءات التالي :
1- نحسب N_0 حيث N_0: قراءة العداد بدون استخدام حاجز
2- استخدام حاجز من مادة الالمنيوم علماً بان العدد الذري للالمنيوم هو (13) ونسجل القراءت، كما مبين فيما يلي :

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

(A)

N_0=1214

Z_{Al}=13

X (cm)	N (C/min)	$F_b = \left[\frac{N - N_0}{N_0}\right] \times 100\ \%$
o.1	10332	
o.2	10420	
o.3	11450	
o.4	11559	
o.5	11669	
o.6	11751	

(B)

1214=N_0

Z_{cu}=29

X (cm)	N (C/min)	$F_b = \left[\frac{N - N_0}{N_0}\right] \times 100\ \%$
0.032	10898	
0.065	13792	
0.11	14039	
0.185	14142	

(C)

N_0=1214

Z_{pb}=82

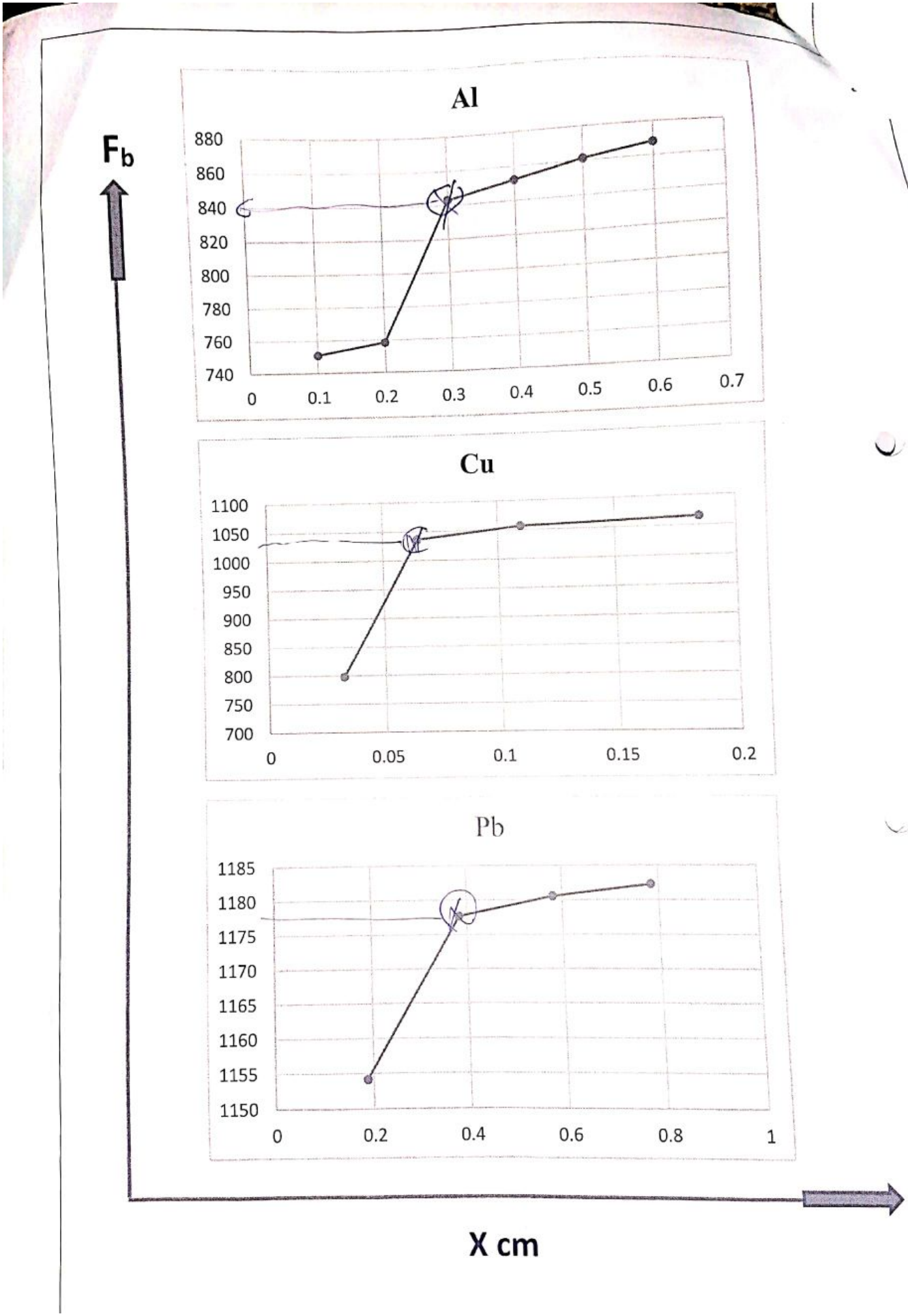
X (cm)	N (C/min)	$F_b = \left[\frac{N - N_0}{N_0}\right] \times 100\ \%$
0.187	15225	
0.384	15511	
0.581	15546	
0.784	15567	

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

. الحسابات :

Z	F_b	N_0 (C/min)	N (C/min)	X (cm)
Al=13	751.07084	1214	10332	0.1
	758.319605	1214	10420	0.2
	843.163097	1214	11450	0.3
	852.14168	1214	11559	0.4
	861.202636	1214	11669	0.5
	867.957166	1214	11751	0.6
Cu=29	797.693575	1214	10898	0.032
	1036.07908	1214	13792	0.065
	1056.42504	1214	14039	0.11
	1064.90939	1214	14142	0.185
Pb=82	1154.11862	1214	15225	0.187
	1177.6771	1214	15511	0.384
	1180.56013	1214	15546	0.581
	1182.28995	1214	15567	0.784

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

النتائج والمناقشة:

وضحت نتائج التجربة تأثير السمك مع ثبوت المسافة بين الكاشف والمصدر المشع والمادة الماصة، من الاشكال أعلاه وجدنا ان الزيادة تكون أكثر وضوحا كلما ازداد سمك المادة الممتصة، ويعود سبب ذلك ان عدد جسيمات المستطارة خلفيا الى الكاشف بالنسبة للجسيمات الأساسية عند زيادة السمك يزداد.

من خلال الاشكال أعلاه وجدنا ان قيمة معامل الاستطارة الخلفية لمادة الرصاص اعلى منها لمادة النحاس وقيمة معامل الاستطارة الخلفية لمادة النحاس اعلى منها لمادة الالمنيوم:

Z	F_b
Al =13	843
Cu =29	1036
Pb =82	1178

وهذا يعني كلما كان العدد الذري Z للمادة الماصة أكبر زاد معدل الاستطارة الخلفية لجسيمات بيتا. ويعود السبب في ذلك الى ان كثافة مادة الرصاص اعلى من كثافة مادة النحاس وهي اعلى من كثافة مادة الالمنيوم، وهو ما يعني ان عدد الذرات في وحدة الحجم لمادة الرصاص أكثر وهكذا لبقية المواد.

م . د . حسن جلال أكبر

2023 / 11 / 30

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المرحلة الرابعة كورس الثاني
نووية عملي (الأولى) م (٧)

اسم التجربة : حساب الطاقات العظمى لجسيمات بيتا المنبعثة من النظائر المشعة

الغرض من التجربة : حساب اعظم مدى لجسيمات بيتا باستعمال صفائح الالمنيوم وكذلك لحساب نقطة النهاية لطيف طاقة جسيمات بيتا المستمر وذلك باستخدام المنحني القياسي بين الطاقة والمدى القياسي ؟

اجـراءات السلامـة من الاشعـاع (safety note)

القواعد الاتية يجب مراعاتها عند التعامل مع المصادر المشعة وهي :-

1- تجنب الوصول الى المصادر المشعة لغير المخولين .
2- قبل استخدام المصادر نأكد بأنها محفوظة .
3- لغرض تدريع shielding احفظ المصادر في حاوياتها .
4- لضمان اقل زمن للتعرض واقل فعالية نأخذ المصادر من الحاويات فقط عند العمل بالتجربة .
5- لضمان أكبر مسافة نربط المصدر المشع فقط عند نهاية الحامل المعدني .

النظرية (Experiment description) :-

ان طاقة جسيمات بيتا يمكن حسابها وذلك من قياس مقدار امتصاصها في المواد (مثل صفائح الالمنيوم او الذهب او المايك) .

ان جسيمات بيتا المنبعثة من نويات العنصر المشع وبطاقات مختلفة والتي تكون طيف طاقو مستمر , ويمكن بناء او تكوين هذا الطيف باستخدام طريقة الامتصاص وذلك لان عدد جسيمات بيتا الممتصة يزداد بزيادة السمك وحسب المعادلة :

$$N(X) = N_0 e^{-\mu_m X_m}$$

حيث: N_o معدل العد بدون استخدام المادة الممتصة.

$N(x)$ معدل العد باستخدام السمك .

μ_m معامل الامتصاص الكتلي

X_m الكثافة السطحية للمادة الممتصة.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ان جسيمات بيتا المارة خلال المواد تفقد طاقتها عن طريق تهيج او تأين ذرات المادة فأذا فقدت الجسيمة كل طاقتها فنقول بانها قد بقيت داخل المادة لذا فانها قد امتصت , ان معدل العد لا ينخفض الى الصفر بزيادة السمك ولكن يصل الى مرحلة يبقى فيها العد ثابت معما ازداد السمك وهي تمثل الخلفية الارضية Back ground ينحرف منحني الامتصاص قريب نهايته من شكله الاسي (exponantial) والنقطة التي يلتقي بها مع الخلفية الارضية تسمى (اعظم عد) لجسيمات بيتا المنبعثة والمماثل للطاقة عند نقطة النهاية في الطيف المستمر لجسيمات بيتا . وعند معرفة المدى يمكننا معرفة الطاقة من الشكل القياسي بين الطاقة والمدى .

طريقة العمل (Carrying out the experiment)

1- ضع مصدر لجسيمات بيتا (TL^{204}) قرب عداد كايكر ولمسافة معينة من ثم دون N_o .

2- ضع المادة الممتصة بين المصدر والكاشف ودون رقم العد لكل دقيقة واستمر بزيادة السمك واخذ معدل القراءة حتى تصل الى الخلفية الارضية . دون هذه القراءة $N_{(x)}$ وبين X_m .وكما يلي : علماً ان كثافة Al (2.7 g/cm³)

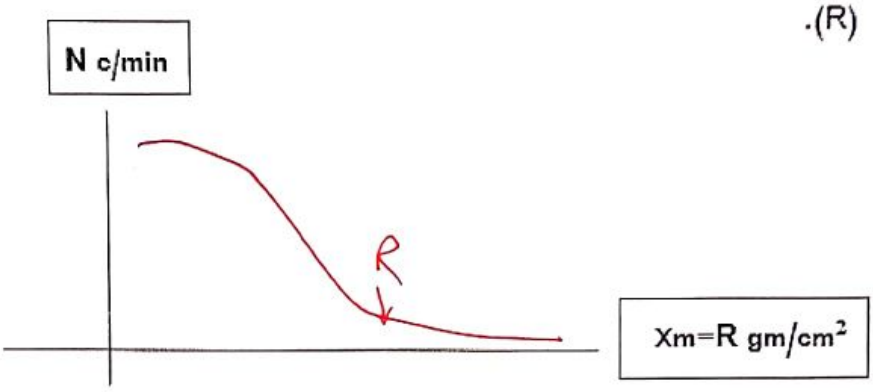
$X *10^{-1}cm$	N_x c/min	$X_m = (X . \rho)$ gm/cm²
0	245	
0.035	215	
0.070	181	
0.105	141	
0.140	97	
0.175	72	
0.21	65	
0.245	46	
0.28	32	
0.315	25	
0.350	23	

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٣

3- ارسم العلاقة البيانية بين العد ($N_{(x)}$) وكثافة السمك (X_m) واوجد مدى لجسيمات بيتا (R).

(R).



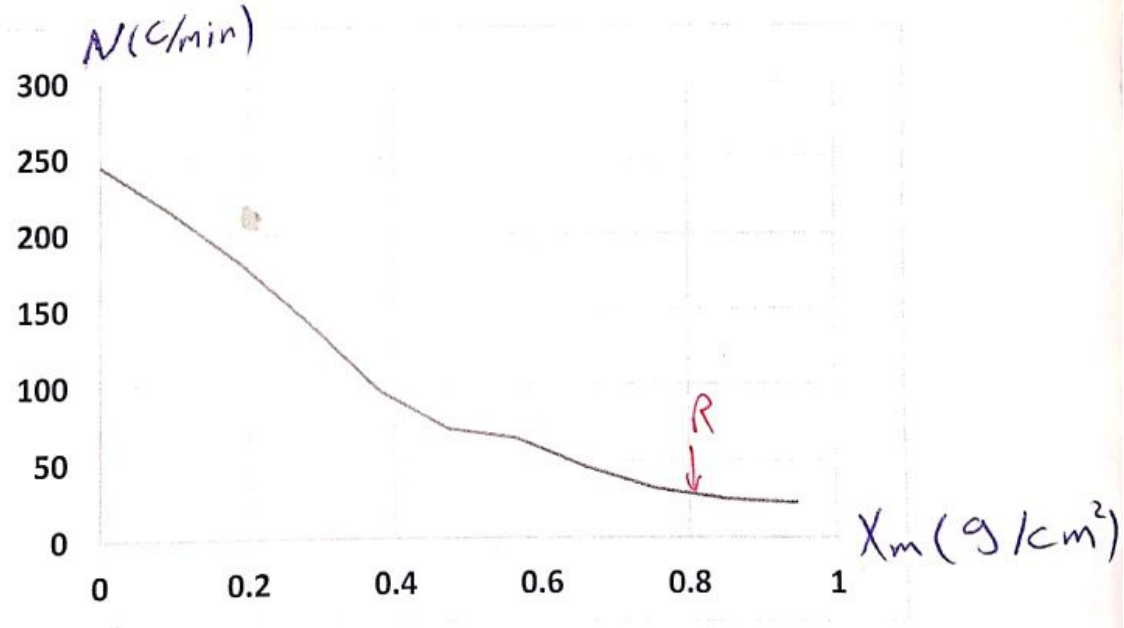
4- نعوض اعظم قيمة للمدى في القانون التالي لايجاد اعظم طاقة .

$$R=0.542\ E_{max} - 0.133$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الحسابات :

$X *10^{-1}$cm	N_x c/min	$X_m = (X . \rho)$ gm/cm^2
0	245	0
0.035	215	0.0945
0.070	181	0.189
0.105	141	0.2835
0.140	97	0.378
0.175	72	0.4725
0.21	65	0.567
0.245	46	0.6615
0.28	32	0.756
0.315	25	0.8505
0.350	23	0.945



$R = 0.542\ E_{max} - 0.133$

$0.8 = 0.542\ E_{max} - 0.133$

$E_{max} = 1.72$ MeV

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

(٨) م 5

التجربة

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

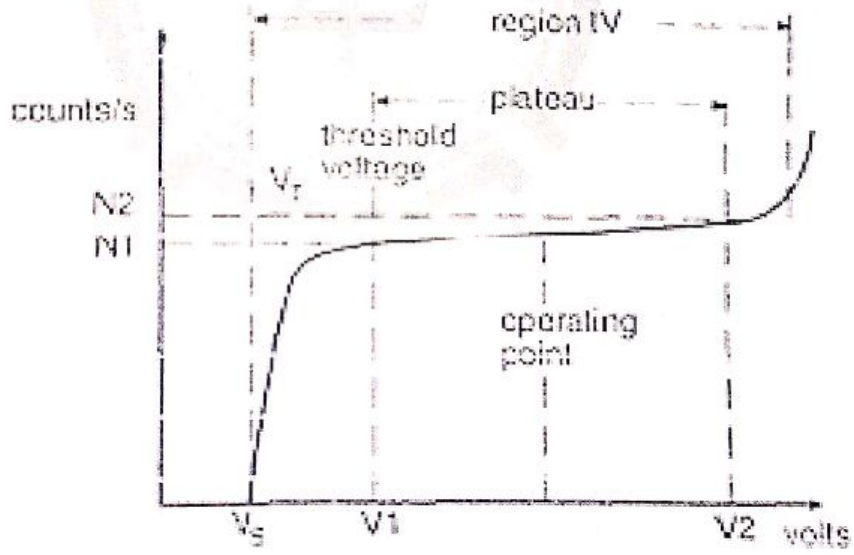
الغاية من التجربة

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

النظرية

تركيب العداد الوميضي وعمله موضح في ملزمة الكواشف

ان عدد النبضات في وحدة الزمن التي يسجله العداد تتغير بتغير فرق الجهد على المضاعف الضوئي .كما في الشكل (1)



الشكل (1) منحني العداد الوميضي

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

AB	Proportionality Region of the Counter	منطقة تناسب العداد
V_S	Starting Voltage	جهد البداية
V_1	Threshold of the Plateau	عتبة الهضبة
V_2	Breakdown Voltage	جهد الانهيار
BC	Geiger Plateau	هضبة كايكر
CD	Continuous Discharge Region	منطقة التفريغ الكهربائي المستمر
V_0	Operating Voltage	جهد التشغيل

- يؤخذ جهد التشغيل عادة في منتصف الهضبة لكي يكون تغير العد في وحدة الزمن قليلا جدا عند حدوث تغير في الجهد المسلط ويمكن حسابه من المعادلة التالية :

$$V_0 = \frac{1}{2}(V_1 + V_2) \ldots\ldots (1)$$

اما ميل الهضبة فيعرف كما يلي

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

حيث ان

N_2 تمثل العد في وحدة الزمن عند الجهد V_2

N_1 تمثل العد في وحدة الزمن عند الجهد V_1

اما طول الهضبة L فيقاس من المعادلة التالية :

$$L = (V_2 - V_1) \ldots\ldots (3)$$

يعتبر العداد جيدا في حالة كون طول الهضبة حوالي (150 Volt) وميلها اقل من 0.1% لكل فولت .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الاجهزة المستخدمة :

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

خطوات العمل :

1- ضع مصدر كاما على مسافة 4 سم تقريبا من نافذة العداد الوميضي
2- تأكد من كون مؤشر القدرة ذو الجهد العالي مشيرا للصفر . ثم شغل مجهز القدرة الواطئة
3- قم بزيادة فولتية العداد حتى يقوم بالتسجيل هذه النقطة تسمى فولتية البداية
4- اختر الفترة الزمنية 10 ثانية ثم قم بالعد لمدة 10 ثانية . سجل قراءة العداد ثلاث مرات مدة كل منها 10 ثانية واحسب معدل العد في الثانية الواحدة
5- استمر بزيادة الجهد العالي بخطوات 25 فولت في كل خطوة وسجل قراءة العداد لنفس الفترة الزمنية ولثلاث مرات , واحسب مقدار العد في الثانية الواحدة الى ان تصل الى منطقة التفريغ الكهربائي المستمر حيث تحصل زيادة مفاجئة في قراءة العداد (عند الوصول الى هذه النقطة خفض الجهد العالي مباشرة الى قيمة اقل من V_2 والا يتعرض العداد للتلف) .
6- رتب قراءاتك كما في الجدول التالي :

T=10 second

	Count / 10 sec			Count / sec
V(volt)	N_1	N_2	N_3	N_{ave}
500				
550				
600				
650 ↓				
1400				

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

النتائج والحسابات

1- ارسم خطا بيانيا بين العد في الثانية الواحدة وقيم الجهد العالي المقابلة لها لاحظ الشكل (1)

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

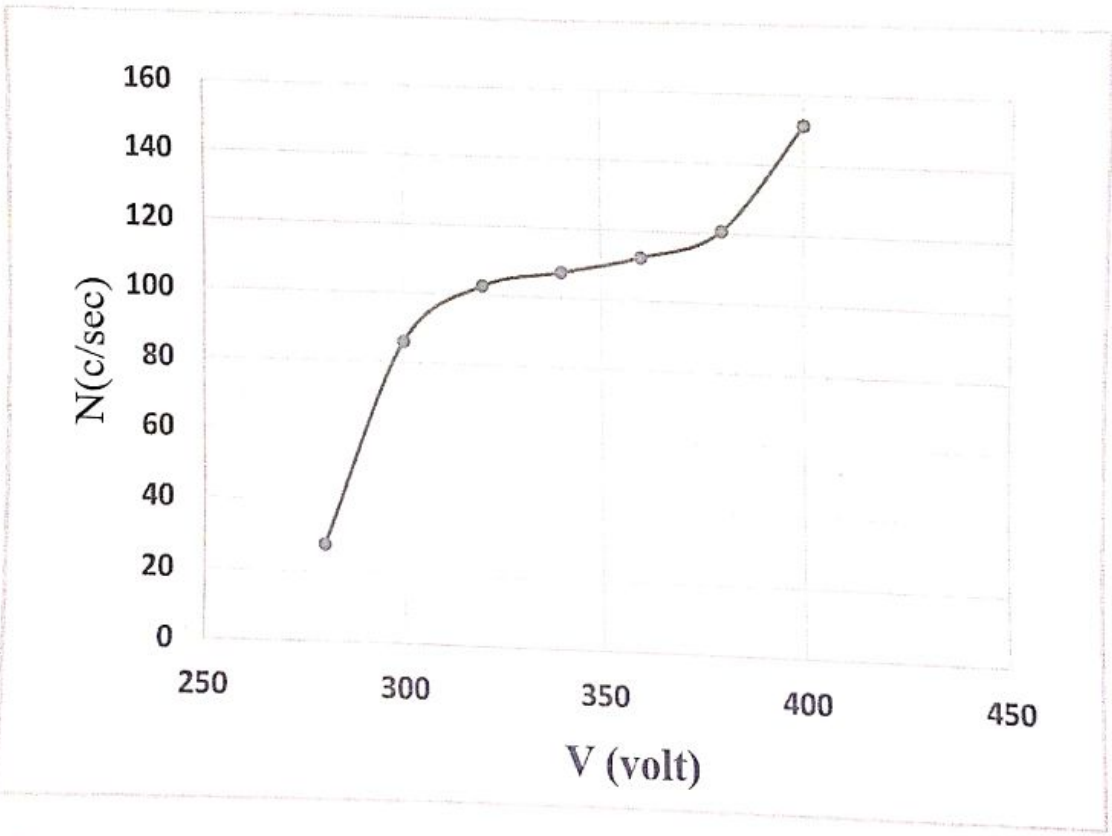
3- قيم العداد الوميضي بقياس ميل المنطقة المستقرة Plateauمن المعادلة (2)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

القراءات:

الحسابات:

L (volt)	Slope	V_0 (volt)	$N = N_{av} - N_b$	N_{av}	N_3	N_2	N_1	V volt
60	0.15%	350	28	29.5	29.5	30	29	280
			86	88	88	84	92	300
			103	104.67	108	107	99	320
			107	109.33	110	118	100	340
			112	114.33	113	120	110	360
			121	122.67	121	125	122	380
			151	153.33	130	200	130	400



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

1- يفضل استخدام العداد الومضي بدل عن عداد كايكر في قياسات اشعة غاما.

ج/ لأن العداد الومضي يحتوي بلورة من مواد غير عضوية حيث من مميزات المواد غير العضوية ارتفاع كثافتها مما يسهل قياس اشعة غاما حيث تكون عالية الامتصاص لأشعة غاما وبذالك تزيد مساحة العداد لقياسها.

2- لماذا تطعم بلورة يوديد الصوديوم المستعملة في هذا العداد بالثاليوم.

ج/ لأن عند تطعيم البلورة بالثاليوم (Tl) يؤدي الى احتواء البلورة على عنصر اليود الذي يحتوي في ذراته عدداً كبير من الالكترونات التي تزيد من احتمال تفاعلها مع اشعة غاما الساقطة لقياسها.

3- تحفظ بلورة يوديد الصوديوم داخل علبة محكمة الغلق من الالمنيوم لماذا ؟

ج/

لعدم دخول الرطوبة التي قد تفسد البلورة المكونة من يوديد الصوديوم. ولأن بلورات يوديد الصوديوم تكون شغوفة بالرطوبة لذالك يتم حفظها.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner