



## X-RAYS AND METHODS FOR FINDING THE LINEAR ABSORPTION COEFFICIENT

<sup>1</sup>Karar Karim Miteb Hussein, <sup>2</sup>Duha Qutaiba Ibrahim Saeed , <sup>3</sup> Benin Malek Attia Hadi, <sup>4</sup>Abbas Amer Dakhel Farhan, <sup>5</sup> Asma Mohamed Faisal Mughir

<sup>1</sup>Department of Applied Medical Physics, College of Science, Al-Mustaqbal University

Corresponding author: [alihakamn72@gmail.com](mailto:alihakamn72@gmail.com)

Article history:		Abstract:
Received:	28 <sup>th</sup> January 2024	X-rays are electromagnetic waves similar to light waves, except that their wavelengths are limited to $A^\circ 0.1$ to $A^\circ 100$ , when compared to the lengths of visible waves, which are limited to $A^\circ 4000$ to $A^\circ 7000$ . When X-rays fall on the material, they are absorbed by the material in three Methods depending on the intensity of incident X-rays. These methods are (Compton scattering - photoelectric effect - pair production) In this research, the linear and mass absorption coefficient of aluminum was found by shining beams of different intensities of X-rays on aluminum strips of different thicknesses. The incident intensity The results we obtained were highly accurate. The .of the Graphic relationship that we obtained between $\ln I_0 / I$ and the fish d was a straight line passing through the origin, meaning that the relationship between them is linear, and from it we obtained the slope, which represents the linear absorption coefficient of the material, which is the portion of the energy absorbed by the fish d. From the readings we obtained, it was observed that the intensity of the window I decreased with the increase in the thickness of the material, D, which indicates the inverse relationship between them, that is, the intensity decreases with increasing thickness. This is due to the absorption of X-rays by the As for the mass .material and thus this beam suffers attenuation absorption coefficient, we obtained it by dividing the linear absorption coefficient by the density of the aluminum material, which is considered a fixed value
Accepted:	20 <sup>th</sup> March 2024	

**Keywords:** X-rays, their uses, methods of generation, absorption

### الاشعة السينية وطرق ايجاد معامل الامتصاص الخطي

جامعة [alihakamn72@gmail.com](mailto:alihakamn72@gmail.com) / كلية العلوم / قسم الفيزياء الطبية التطبيقية / كرار كريم متعب حسين  
جامعة [duhad0401@gmail.com](mailto:duhad0401@gmail.com) / كلية العلوم / قسم فيزياء طبية / ضحى قتيبه ابراهيم سعيد  
جامعة [banin1613@gmail.com](mailto:banin1613@gmail.com) / كلية علوم فيزياء طبية / بنين مالك عطيه هادي  
جامعة [aradthy2222@gmail.com](mailto:aradthy2222@gmail.com) / كلية العلوم / قسم الفيزياء الطبية التطبيقية / عباس عامر داخل فرحان  
جامعة [asmamohmeed01@gmail.com](mailto:asmamohmeed01@gmail.com) / كلية العلوم / قسم الفيزياء الطبية / اسماء محمد فيصل مغير

### الملخص

الاشعة السينية عبارة عن موجات كهرومغناطيسية مشابهة لموجات الضوء إلا أن أطوالها الموجية محصورة بين  $A^\circ 0.1$  إلى  $A^\circ 100$  وعند سقوط الأشعة السينية على المادة فإنها تمتص  $A^\circ 4000$  إلى  $A^\circ 7000$  إذا ما قورنت بأطوال الموجات المرئية المحصورة بين  $A^\circ 4000$  إلى  $A^\circ 7000$  ( تشتت كومبتن - التأثير الكهروضوئي - إنتاج الزوج ) من قبل المادة بثلاث طرق تبعاً لشدة الأشعة السينية الساقطة وهذه الطرق هي ( تشتت كومبتن - التأثير الكهروضوئي - إنتاج الزوج )

حيث تم في هذه البحث إيجاد معامل الامتصاص الخطي والكتلي لمادة الألمنيوم عن طريق تسليط حزم مختلفة الشدة من أشعة X- وذلك بتسليط أربع فولتيات X على شرائح من الألمنيوم ذات اسماك مختلفة وقد تم التحكم في الشدة الساقطة لأشعة X- مختلفة ومن خلالها تم الحصول على أربع مخططات بيانية .

كانت عبارة d وبين السمك  $\ln I_0 / I$  النتائج التي حصلنا عليها كانت على درجة عالية من الدقة . والعلاقة التي حصلنا عليها بين خط مستقيم يمر بنقطة الأصل أي أن العلاقة بينها خطية ومنها حصلنا على الميل الذي يمثل معامل الامتصاص الخطي للمادة مع زيادة سمك I . ولقد لوحظ من القراءات التي حصلنا عليها تناقص في الشدة النافذة d وهو جزء الطاقة الممتص من قبل السمك - من قبل المادة X مما يدل على عكسية العلاقة بينها أي تناقص الشدة بزيادة السمك . ويعود ذلك إلى امتصاص أشعة d للمادة وبالتالي تعاني هذه الحزمة توهين .

أما معامل الامتصاص الكتلي فحصلنا عليه بقسمة معامل الامتصاص الخطي على كثافة مادة الألمنيوم والتي تعتبر قيمة ثابتة .

**الكلمات المفتاحية :** الاشعة السينية, استخداماتها, طرق توليدها , امتصاصها

### الفصل الاول

### مقدم عامة عن الاشعة السينية

## 1-1 مقدمة

( هو عالم الفيزياء الألماني وليام رونجن سنة (1895) وبعد ذلك قام بإجراء تجارب X-Rays ان اول من اكتشف الاشعة السينية ) عليها وتوصل الى معظم خصائصها ، ولم تمضي عدة اشهر على اكتشاف رونجن للأشعة السينية حتى أدخلت هذه الاشعة في التشخيص الاشعاعي . في عام 1896 قام المخترع الأميركي توماس أديسون بتطوير المكشاف الفلوري بهدف استخدامه لرؤية صور الاشعة السينية ، وخلال 17 عاما التالية قام العلماء والمخترعون بتحسين أداء الأشعة. ان طيف هذه الأشعة ذات طول موجي اقصر من الطول الموجي للأشعة فوق البنفسجية وهذا يعني ان طاقتها اكبر ولهذا استخدمت في تصوير العظام وتشخيص الكسور وبعدها من الطول الموجي للأشعة فوق البنفسجية وهذا يعني ان طاقتها اكبر ولهذا استخدمت في تصوير العظام وتشخيص الكسور وبعدها تتالت اكتشافات الاشعة الطبيعية.

قد نتعرض للإشعاع خصوصاً المؤين منه من بيئتنا التي نعيش فيها عن طريق الهواء الذي نستنشقه أو الماء الذي نشربه والطعام Potassium في عام (1898) في اكتشاف البعض من العناصر المشعة مثل البوتاسيوم Curie الذي نأكله. فقد استطاعت الباحثة التي تمتلك خاصية اليورانيوم الاشعاعية. وغير ذلك من المصادر التي ربما كان Radium (Ra) والرادون (Rn) والرادون (K) للإنسان سبباً في وجودها ، وعلى هذا فيمكننا تقسيم الإشعاع المؤين إلى قسمين، إشعاعات طبيعية وإشعاعات صناعية. وقد أصبح لهذه الإشعاعات (النووية والذرية) تطبيقات واسعة في مجالات عديدة منها الصناعي مثل صناعة الأسلحة وحفظ الأغذية ومنها الطبي بفرعيه التشخيصي والعلاجي ومنها الزراعي التي تستخدم في تحسين المحاصيل الزراعية وجميع هذه التطبيقات تعتمد على تفاعلات الأشعة المؤينة التي تحدث في المادة وعلى الرغم من انتشار استخدام الأشعة المؤينة إلا أن لها أضراراً بالغة في الخطورة منها الداخلي ومنها الخارجي وقد يتطور الضرر الإشعاعي ويؤدي إلى استئثار الخلايا السليمة وتحولها إلى خلايا سرطانية أو ربما أدى إلى موتها وتلفها

## 2-1 خصائص الأشعة السينية

يستطيع القارئ أن يستنتج مما سبق بعض خصائص الأشعة السينية ولكن من أجل حصر أهم هذه الخصائص يمكننا ذكر تلك التي ساهمت في توضيح الأشعة السينية تناسب بخط مستقيم وبسرعة مساوية لسرعة الضوء . لا تتأثر بوجود حقل مغناطيسي أو حقل كهربائي وهذا ما يدل على أنها لا تحمل أي شحنة كهربائية . طبيعتها وفي تطور استعمالها في شتى الميادين تؤثر على أفلام التصوير . تسبب فلورة أو فسفرة بعض الأجسام لها تأثير ضوئيميائي . تستطيع جرح أو قتل الخلايا الحية وأحياناً إحداث تغيرات عضوية فيها . تتمتع، كالضوء، بازدواجية الطبيعة بحيث أنها تبدو، في بعض الميادين، كالموجة (الحيود مثلاً) وفي بعضها الآخر كمجموعة جسيمات طاقة قادرة على تحرير كهيرب أو أكثر في بعض الأجسام الصلبة محدثة بذلك تياراً كهربائياً .

إن تنوع هذه الخصائص، إلى جانب تلك التي لم تذكر هنا، أوجد العديد من التطبيقات المهمة ويكفي أن نذكر على سبيل المثال الخدمات الجلى التي تقدمها الأشعة السينية في ميادين التصوير الطبي وفي ميدان دراسة تكوين الأجسام الصلبة وكيفية ترتيب الذرات داخلها. ونستطيع القول بأن عدداً من هذه التطبيقات يدخل في ميادين الفيزياء والكيمياء والهندسة والطب والصناعة. إن السير نحو توحيد النظرية العلمية عند الإنسان يلاحظ بشكل واضح من تطور الأبحاث الأساسية في ميدان الأشعة السينية. فالفيزيائي يستعمل الأشعة السينية في ميدان الأجسام الصلبة للإمام بالكثير من النظريات الكيميائية خاصة فيما يتعلق بطبيعة الرباط بين الذرات داخل الجسم الصلب وبالتالي كمية الشحنة الكهربائية (أو عدد الكهيرات) المركزة في كل ذرة. وسنتطرق قبل البحث في أنواع الأشعة السينية وطرق الحصول عليها إلى دراسة التركيب الذري للأجسام .

## 3-1 استخدامات الأشعة السينية

إن مجالات استخدام الأشعة السينية وتطبيقاتها عديدة جداً يصعب حصرها غير انه وبشكل موجز يمكن تناول اهم هذه الاستخدامات . ففي المجال الطبي تستخدم هذه الأشعة في تشخيص جسم الانسان ومعرفة حالته الصحية وتشخيص الأمراض كما تستخدم في المعالجة الطبية ولاسيما في علاج الأورام الخبيثة حيث تعمل الأشعة السينية على قتل الخلايا السرطانية . كما تستخدم في طب الاسنان للبحث عن خفايا او كسور في عظام السن ، كما تستخدم في تعقيم الأدوات الطبية مثل الحقن والكفوف واجهزة نقل الدم ووحدات تنظيف الدم ، أما بالنسبة للتطبيقات الصناعية فتستخدم هذه الأشعة في الكشف عن التصدعات في الجسور والتأكد والاحتكاك في الآلات والسطوح المعدنية ، وكما تستخدم هذه الأشعة في فحص المواد الغذائية وحفظها وكذلك الكشف عن المجوهرات والاحجار الكريمة والآثار القديمة

إن للأشعة السينية تطبيقات علمية عديدة أهمها دراسة الوظائف الخلوية وتفاعل الانزيمات والمواد الناشئة من عمليات الأيض ، دراسة كيمياء التربة وخصوبتها وكذلك فحص الصخور ومكوناتها وفي الدراسات الجيولوجية المختلفة كما تستخدم ايضا في دراسة التأثيرات البيولوجية الناتجة عنها واخيرا لهذه الأشعة استخدامات مهمة في مجال الأمن والحماية لفحص الحقائب والطرود البريدية وكذلك استخدامها في شبكات الحماية وحراسة المنشآت الحيوية .



شكل(1-1) تصوير الصدر بالأشعة السينية

يلاحظ أن الأشعة السينية ليست هي التي تُستخدم للتأثير على الجزيئات، ولكن التأثير يحدث من وفي حالة التصوير بالأشعة، الإضاءة الفلورسنتية الصادرة من لوحين من تونجستات الكالسيوم مضغوطتين على كلا جانبي الجزيئات، وهي توجد في غلاف واحد، واستعمال مثل هذه اللوحات للتكثيف، يسمح لمختص الأشعة أن يختصر زمن التعرض إلى ما يعادل ثمن الوقت الذي كان يلزم بدونها، وبذلك يوفر الأنوية، ويقلل من فترة تعرض المريض للإشعاعات



شكل (2-1) التصوير بالأشعة السينية باستخدام العوامل الظليلة للأشعة

#### 4-1 طرق توليد الأشعة السينية

يمكن توليد الأشعة السينية عن طريق استعمال الكترونات بسرعة عالية تصطم بهدف من مادة معدنية حيث يؤدي ذلك إلى توليد . المتطلبات الأساسية لإنتاج الأشعة السينية تتمثل Xالأشعة السينية عن طريق تحول قسم من طاقة هذه الالكترونات لتوليد اشعة بثلاثة أجزاء:

a ( مصدر الكترونات

b ( طريقة يمكن بواسطتها تعجيل الإلكترونات للوصول بها إلى سرع عالية .

c ( Metal Tarjet ) هدف معدني

في الأنابيب التي تولد الأشعة السينية تعجل الالكترونات عن طريق فرق جهد عالي بين مصدر الالكترونات الذي يدعى الكاثود والهدف ، فرق الجهد هذا يدعى بفولتية البوب الأشعة السينية.

الالكترونات المتحركة من الكاثود الى مادة الهدف تدعى بتيار انبوب الأشعة السينية. وطاقة الاختراق للأشعة السينية تقاس عادة ( بأنه الطاقة التي يكتسبها الالكترون ev) ويعرف ( Mev) او ميگا الكترون - فولت (Kev) والكيلو الكترون - فولت (ev)بالكترون - فولت ( عند تعجيله في مجال كهربائي الذي يحدثه فرق جهد مقداره فولت واحد..

السرعة التي يصدم بها الالكترون مع مادة الهدف يحدد بواسطة فولتية الأنبوب و الطاقة التي تتولد بها الأشعة السينية تتناسب مع . تزداد قابلية الأشعة السينية على اختراق المواد كلما كانت طول موجتها قصيرة ..  $1\ 2\ mV^2$  مربع السرعة التي يتحرك بها الالكترون Coolidge وهنالك نوعان من انابيب توليد الأشعة السينية والتي يمكن أن تستعمل في تصوير الأشعة وهما انبوب الغاز وانبوب كولتج و انبوب كولتج يستعمل بصورة واسعة في الوقت الحاضر ويجري تفريغ الهواء من الأنبوب بصورة جيدة الكاثود موجود بشكل سلك بشكل حلزوني وهو من عنصر التنكستن عادة ويسخن بواسطة بطارية كما في الشكل لكي يجهز الأنبوب بالالكترونات . اشعاع thermo Ionia cernission الالكترونات من الكاثود بالشكل المشروح يدعى

- التجارب والبحوث النظرية تقرر أن أنبعاث الالكترونات من الكاثود الساخن تتناسب مع درجة

الحرارة الكاثود.

- حيث يعمل على تنظيم المجال الكهرومغناطيسي بحيث ان الالكترونات Cup السلك الذي يعطل الكون موضوع داخل تسقط على مساحة صغيرة جدا من الأنود (الهدف) :
- الفولتية العالية تسلط من الكاثود والهدف حيث يعمل فرق الجهد من هاتين النقطتين على تعجيل الالكترونات لكي تصدم الهدف بقوة .
- شدة الأشعة السينية التي تتولد نتيجة اصطدام الالكترونات بالهدف، تتناسب مع تيار الأنبوب (أي الالكترونات المنطقه من الكاثود الى الهدف) وكذلك جهتي تعتمد على فولتية انبوب الاشعة
- كفاءة توليد الأشعة السينية تعطى بالعلاقة التالية:

$$E = 1.4 \times 10^7 Z V \dots\dots\dots$$

حيث

تتعقل الكفاية E

العدد الذري لمادة لهدف Z

فولتية الأنبوب V

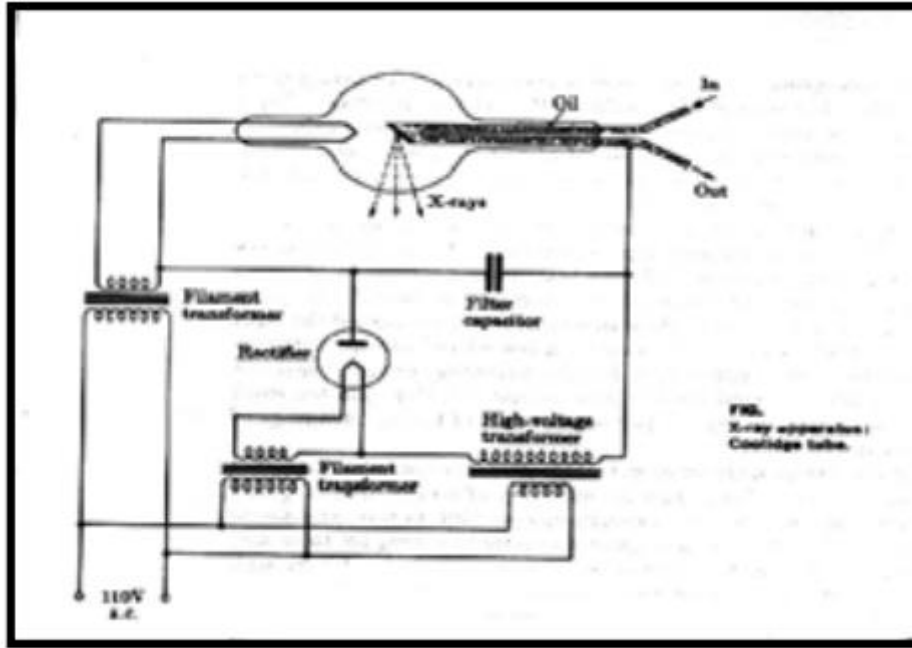
من هذه العلاقة يتضح ان كفاءة توليد الأشعة السينية تكون قليلة عندما تكون فولتية الأنبوب قليلة او واطنة فعند استعمال فولتية مقدارها 30 كيلوفولت فقط 3% من طاقة الالكترونات تتحول الى اشعة سينية اما البقية فتتحول الى طاقة حرارية حيث أن الطاقة وفي مقدار كبير تؤدي الى ارتفاع درجة حرارة IV الحرارية التي تتولد على الهدف تناسب مع حاصل ضرب فولتية الأنبوب في تياره الهدف بسرعة حيث يؤدي ذلك على كفاءة الجهاز والتي تأثيرات أخرى لذلك يجب تبريد الهدف حيث قد وضعت عدة تصاميم او طرق الاجراء عملية التبريد ومن هذه الطرق .

- 1- جعل الماء او الزيت يمر باستمرار الى داخل الهدف ويخرج منه .
- 2- ربط قضبان طويلة من مادة معدنية موصلة إلى الهدف وتمتد الى خارج الانبوب حيث تقوم بنقل الحرارة من الهدف الى خارج الأنبوب ،
- 3- وفي المجالات الأخرى يعمل الهدف بحيث يستطيع الدورات حيث تسقط الالكترونات على نقاط متغيرة اثناء دورانه .
- 4- وفي حالات أخرى يكون مثبت في كتلة كبيرة من النحاس تعمل على نقل الحرارة بعيدا عن الهدف

في التصوير الشعاعي يفضل أن يكون مصدر الأشعة السينية صغير الحجم أي أن الأشعة تنطلق من نقطة ويمكن الحصول على ذلك من تصميم معين لشكل الهدف ولكن ذلك يعقد عملية التبريد . يصمم الهدف بحيث انه الالكترونات تسقط على مساحة كبيرة .

السلك الذي يستعمل كقتيل هو من مادة التنكستن ، الفولتية المستعملة لتسخين القليل من (6-15) فولت حيث يكون التيار من (5-3) أمبير ، الطاقة الكهربائية التي يشغل فيها جهاز الأشعة السينية تجهز من الشبكة العامة للكهرباء باستعمال محولات لكل من القليل وفرق الجهد الذي يعمل به الجهاز مع استعمال مقومات تيار تقوم بتحويل التيار المتناوب الى تيار مستمر بحيث يكون الانود

دائماً موجب والكاثود سالب مما يجعل الالكترونات التي تنطلق من الفتيل المسخن تتجه وتتجهيل الى الهدف متصلة بسرور عالية وعند اصطدامها به تتولد الاشعة السينية



شكل ( 2-2 ) منظومة توليد الاشعة السينية

## 5-1 انابيب توليد الاشعة السينية

### 1-5-1 الانبوب المملوء بالغاز

#### الأنبوب المملوء بالغاز ، يعرف أيضاً باسم أنبوب التفريغ ،

هو ترتيب من الأقطاب الكهربائية في داخل غلاف عازل بالغاز ومقاوم لدرجة الحرارة. تستغل الأنابيب المملوءة بالغاز الظواهر المتعلقة بالتفريغ الكهربائي في الغازات ، وتعمل عن طريق تأيين الغاز بجهد مطبق يكفي لإحداث توصيل كهربائي من خلال الظواهر الأساسية لتفريغ الأكسدة .

مثال عليه المصباح المفرغ مملوء في الغاز بخيط التنسكسن الذي عند مرور تيار كهربائي يولد ضوء كهربائي امثلة عملية مشابهة في استخدام الانبوب المملوء بالغاز تشمل هذه المصابيح الفلورية ، ومصابيح الهاليد المعدنية ، ومصابيح بخار الصوديوم ، ومصابيح النيون و. تستخدم الأنابيب المتخصصة المملوءة بالغاز مثل الكريبتونات والثيراترونات والإشعاع كأجهزة تبديل في الأجهزة الكهربائية.

### 2-5-1 انابيب كولج

أنبوب فراغ يحتوي على هدف معدني يتم توجيه حزمة من الإلكترونات إليه على طاقة عالية لتوليد الأشعة السينية وأنبوب الأشعة السينية هو أنبوب فراغ يحول طاقة الإدخال الكهربائية إلى الأشعة السينية. تطورت أنابيب الأشعة السينية من أنابيب كروكس التجريبية التي تم اكتشاف الأشعة السينية لأول مرة في 8 نوفمبر 1895 ، بواسطة عالم الفيزياء الألماني فيلهلم كونراد رونتجن. إن توفر مصدر الأشعة السينية الذي يمكن التحكم فيه قد خلق مجال التصوير الشعاعي ، وهو التصوير للكائنات غير الشفافة جزئياً ذات الإشعاع المخترق. على عكس المصادر الأخرى للإشعاع المؤين ، يتم إنتاج أشعة إكس فقط طالما يتم تنشيط أنبوب الأشعة السينية. تستخدم أنابيب الأشعة السينية أيضاً في مساحات الأشعة المقطعية ، مساحات الأمتعة في المطار ، دراسة البلورات بالأشعة السينية ، تحليل المواد والهيكلي ، ولل فحص الصناعي. أيضاً مع أنبوب الأشعة السينية. أنبوب فراغ لتوليد الأشعة السينية . أنبوب أشعة سينية غازية للتسبب في تصادم أشعة الكاثود الناتجة عن تفريغ الفراغ مع أنود مقابل الأنود ، وأنبوب أشعة سينية إلكترونية لتسريع الإلكترونات الحرارية المنبعثة من الشعيرة المتوهجة ذات الجهد العالي وتطبيقها على تخدم الكاثود أيضاً كأنود) ، هذا الأخير شائع الاستخدام. بما أن الأنوداتود يصدر حرارة عالية ، فهو مصنوع من التنجستين ، الموليبيدينوم أو ما شابه ، والهواء والماء والزيت وما إلى ذلك يتم تداولها في وتبريدها.

### 3-5-1 البيئاترون

بيئاترون هو نوع من مسرع الجسيمات الدورية. إنه محول أساسي مع أنبوب فراغ على شكل تورس كمكلف ثانوي. يعمل التيار المتردد في الملفات الأولية على تسريع الإلكترونات الموجودة في الفراغ حول مسار دائري. كان بيئاترون أول آلة قادرة على إنتاج أشعة الإلكترون في طاقات أعلى مما يمكن تحقيقه باستخدام مسدس إلكتروني بسيط. مسرع الإلكترون (الجسيمات) باستخدام الحث الكهرومغناطيسي. عندما يتم وضع وعاء فراغ على شكل دونات بين القطبين في المغنطيسين العلوي والسفلي ، ويتم تحفيز المغنطيس الكهربائي عن طريق التيار المتردد أثناء تشغيل الإلكترونات ، يتم إنشاء مجال . تصل طاقة التسارع إلى DW Kerst كهربائي على طول مسار الإلكترونات عن طريق الحث الكهرومغناطيسي التعجيل. 1940 يلقبها

300 مليون فولت إلكترون ، ويتم تطبيق الإلكترونات المتسارعة على الأهداف المعدنية ، وتستخدم الأشعة السينية المتولدة في ذلك الوقت للتجارب.

فهو يتكون من أنبوبة زجاجية على شكل حلقة مفرغة من الهواء، موضوعة بين قطبي مغناطيس كهربائي قوي، وتدخل الإلكترونات إلى الحلقة عن طريق فتيل مسخن، و بتغيير المجال المغناطيسي تغيرا دوريا أثناء وجود الإلكترونات في الحلقة ، وهذا التغير بالمجال المغناطيسي يولد مجالاً كهربائياً حثياً و يؤثر هذا المجال في الإلكترونات فيسرعها، فكلما كان المجال المغناطيسي كبيراً كانت طاقة التي ستكسيها الإلكترونات كبيرة و تقوم بمئات الألوف من الدورات في الحلقة الزجاجية، وفي كل دورة، تكتسب طاقة جديدة، وعند توقف المجال الكهربائي عن التزايد، تكون الإلكترونات قد اكتسبت طاقة تبلغ عدة ملايين إلكترون فولت وعندها، توجه نحو الهدف لإحداث التفاعل النووي المطلوب.

في ألمانيا لتسريع الإلكترونات ، ولكن المفاهيم تنشأ في النهاية من Max Steenbeck في عام 1935 بواسطة Betatron تم تطوير ، الذي فشل تطوير مسرع الحث بسبب عدم التركيز المستعرض. حدث تطور لاحق في الولايات المتحدة من خلال Rolf Widerøe ، 1940. دونالد كيرست في

. فإذا تم توجيه شعاع 300MeV كان البيئاترون يستخدم في تجارب فيزياء الجسيمات لتوفير حزم الكترونات عالية الطاقة تصل حتى الالكترون على لوحة معدنية فإنه يستخدم كمصدر منشط للأشعة السينية أو أشعة غاما، حيث يمكن استخدام تلك الأشعاعات في التطبيقات الصناعية والطبية (تاريخيا في علاج الأورام بالإشعاع). كما استخدمت نسخة مصغرة من البيئاترون لتحويل الإلكترونات إلى نيوترونات كهدف لتجهيز التلقيم الفوري عند بعض الأسلحة النووية.

## الفصل الثاني

### إيجاد معامل الامتصاص الخطي والكتلي للألمنيوم

#### 1-2 نظرية التجربة

100 A° إلى 0.1 A° الأشعة السينية عبارة عن موجات كهرومغناطيسية مشابهة لموجات الضوء إلا أن أطوالها الموجية محصورة بين 7000 ، عند سقوط الأشعة السينية على المادة فإنها تمتص 4000 A° إلى A° إذا ما قورنت بأطوال الموجات المرئية المحصورة بين 4000 A° إلى 7000 A° ، عند سقوط الأشعة السينية على المادة تبعاً لشدة الأشعة السينية الساقطة وهذه الطرق هي ( تشتت كومبتن- التأثير الكهروضوئي- إنتاج الزوج ) .

فان الأشعة النافذة تعطى بالعلاقة التالية X تسقط على مادة سمك I° بشدة X نفرض إن حزمة من أشعة

$$I = I_o e^{-\mu x}$$

$$\frac{I}{I_o} = e^{-\mu x}$$

$$\ln \frac{I_o}{I} = \mu x$$

والذي يمثل ثابت التناسب ويمثل معامل الامتصاص الخطي لـ I° من هذه المعادلة نحصل على معامل الامتصاص الخطي للألمنيوم جزء الطاقة الذي يزال من الحزمة عندما تسقط على سمكاً مقداره وحدة الطول من المادة الماصة للألمنيوم

$$\mu = \frac{\ln \frac{I_o}{I}}{X}$$

إن قمة معامل الامتصاص الخطي تعتمد على نوع المادة المستخدمة حيث تمتص المواد ذات العدد الذري الكبير الأشعة السينية أكثر من المواد ذات العدد الذري الواطئ أي إن معامل الامتصاص يزداد بزيادة العدد الذري للمادة الماصة . كما إن معامل الامتصاص يعتمد على الطول الموجي للأشعة السينية، الامتصاص يزداد بزيادة الطول الموجي حيث وجد من دراسة امتصاص المواد للأشعة السينية حسب العلاقة التالية ٨ وطول الموجة μ إن هناك علاقة بين معامل الامتصاص الخطي

$$\mu \propto \lambda^{-3}$$

يمكننا إيجاد معامل الامتصاص الخطي بصورة عملية وذلك بأجراء التجربة التالية حيث يمثل الميل الذي نحصل عليه من الرسم البياني إلى μ إن النسبة بين معامل الامتصاص الخطي  $\text{Cm}^{-1}$  إما وحدة معامل الامتصاص الخطي فهي معكوس وحدة الطول أي μ قيمة

يطلق عليها بمعامل الامتصاص الكلي  $\mu_m$  والذي يتميز بعدم اعتماده على الحالة التي تكون فيها المادة p كثافة المادة الماصة

جزء الطاقة الذي يزيحه غرام واحد من المادة  $\mu_m$  الماصة حيث أن  $\mu_m$  يأخذ نفس القيمة ليخار الماء وللماء وللجليد وتمثل

المادة من جزء مساحته سنتيمتر مربع واحد ووحدات  $\mu_m$  هي وحدة مساحة مقسومة على وحدة كتلة أي سم<sup>2</sup> / غم . ويتغير  $\mu_m$  مع تغير العدد الذري للمادة الماصة وطول موجة الأشعة السينية الساقطة . يمكن الحصول على معامل الامتصاص الكتلي بصورة عملية وذلك بقسمة معامل الامتصاص الخطي على كثافة المادة الماصة

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho}$$

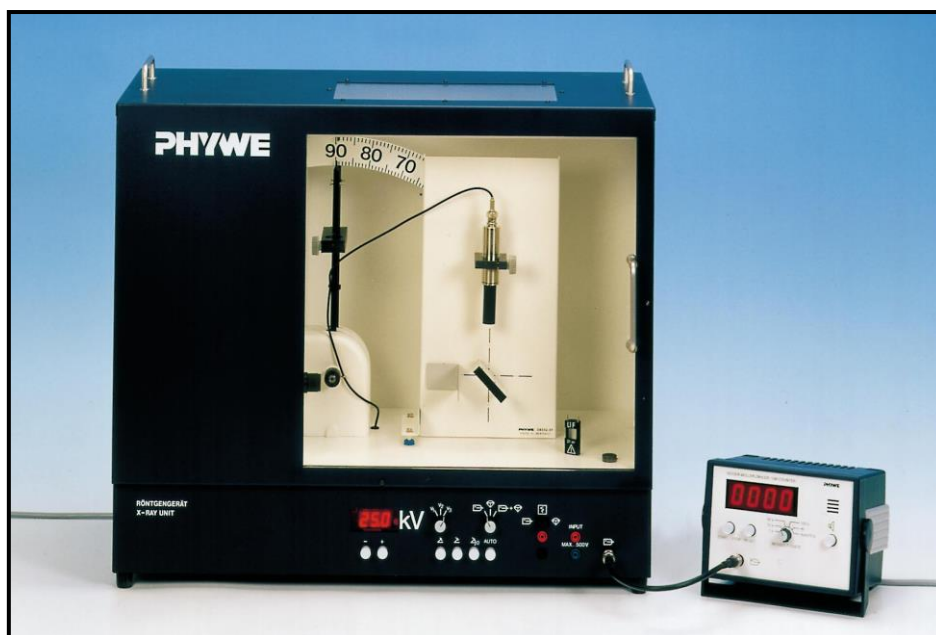
## 2-2 طريقة العمل

الموضحة بالشكل (9) مع إتباع التعليمات التالية :-x-ray بداية نقوم بتشغيل منظومة ال

1. نثبت مفتاح مجرى الجهد عند الفولتية **10 Kv**.
2. نجعل تيار الانبعاث عند القيمة **1 mA** .
3.  $\theta = 0^\circ$  نثبت ذراع العداد عند الزاوية
4.  $t = 3 \text{ sec}$  نحدد زمن تشغيل الجهاز بواسطة مفتاح الزمن وليكن
5. الشدة الساقطة **I**. نسجل عدد النبضات التي يسجلها العداد لكل عشر ثواني ثلاث مرات ثم عين المعدل وليكن
6. نأخذ شريحة من الألمنيوم ونضعها على حامل السلايدات بعد تعيين سمكها ثم نسجل عدد النبضات التي يسجلها العداد لكل الشدة النافذة **I**. عشر ثواني ثلاث مرات ثم نحسب المعدل وليكن
7. بعد ذلك ( 0.02 , 0.04 , 0.06 , 0.08 , 0.1 , 0.12 , 0.14 ) نكرر الخطوة السادسة باستعمال شرائح ألومنيوم ذات اسماك مختلفة .منها نحسب الشدة لنافذة لكل
8. نرتب النتائج التي حصلنا عليها في جدول كالآتي :

I count/sec	I <sub>0</sub> / I	Ln I <sub>0</sub> / I	X mm

9. ينتج لدينا خط مستقيم يمر بنقطة الأصل الميل x (السمك) على محور x وبين y على محور **Ln I<sub>0</sub> / I** نرسم علاقة بيانية بين  $\mu$  الذي يمثل معامل الامتصاص
10. ونكرر الخطوات التسع السابقة مع كل فولتية kv نغير الفولتية أي نأخذ أربعة قيم مختلفة للفولتية مختلفة ولتكن (10-15-25-35) . $\mu$  ينتج لدينا أربعة مخططات بيانية ومن خلال كل مخطط نوجد قيمة معامل الامتصاص الخطي



شكل (1-4) منظومة الأشعة السينية (X-Ray System)

1- 10kv باستخدام فولتية

$I_0 = 7037 \text{ count /sec}$

I count/sec	$I_0 / I$	$\ln I_0 / I$	X mm
-------------	-----------	---------------	------

<b>7037</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>5480</b>	<b>1.284</b>	<b>0.25</b>	<b>0.02</b>
<b>4268</b>	<b>1.648</b>	<b>0.5</b>	<b>0.04</b>
<b>3161</b>	<b>2.226</b>	<b>0.8</b>	<b>0.06</b>
<b>2588</b>	<b>2.719</b>	<b>1</b>	<b>0.08</b>
<b>1678</b>	<b>4.193</b>	<b>1.4</b>	<b>0.12</b>
<b>1352</b>	<b>4.685</b>	<b>1.6</b>	<b>0.14</b>

2- 15 kv باستخدام فولتية

$I_0 = 8449$  count/sec

I count/sec	I <sub>0</sub> / I	Ln I <sub>0</sub> / I	X mm
<b>8449</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>6917</b>	<b>1.221</b>	<b>0.2</b>	<b>0.02</b>
<b>5664</b>	<b>1.491</b>	<b>0.4</b>	<b>0.04</b>
<b>4637</b>	<b>1.822</b>	<b>0.6</b>	<b>0.06</b>
<b>4196</b>	<b>2.013</b>	<b>0.7</b>	<b>0.08</b>
<b>3268</b>	<b>2.585</b>	<b>0.95</b>	<b>0.1</b>
<b>2812</b>	<b>3.004</b>	<b>1.1</b>	<b>0.12</b>
<b>2083</b>	<b>4.056</b>	<b>1.4</b>	<b>0.14</b>

25-3kv باستخدام فولتية

$I_0 = 8696$  count / sec

I count/sec	I <sub>0</sub> / I	Ln I <sub>0</sub> / I	X mm
<b>8696</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>6773</b>	<b>1.238</b>	<b>0.25</b>	<b>0.02</b>
<b>5545</b>	<b>1.568</b>	<b>0.45</b>	<b>0.04</b>
<b>4319</b>	<b>2.013</b>	<b>0.7</b>	<b>0.06</b>
<b>3264</b>	<b>2.664</b>	<b>0.97</b>	<b>0.08</b>
<b>2492</b>	<b>3.48</b>	<b>1.25</b>	<b>0.1</b>
<b>1941</b>	<b>4.48</b>	<b>1.5</b>	<b>0.12</b>
<b>1588</b>	<b>5.47</b>	<b>1.7</b>	<b>0.14</b>

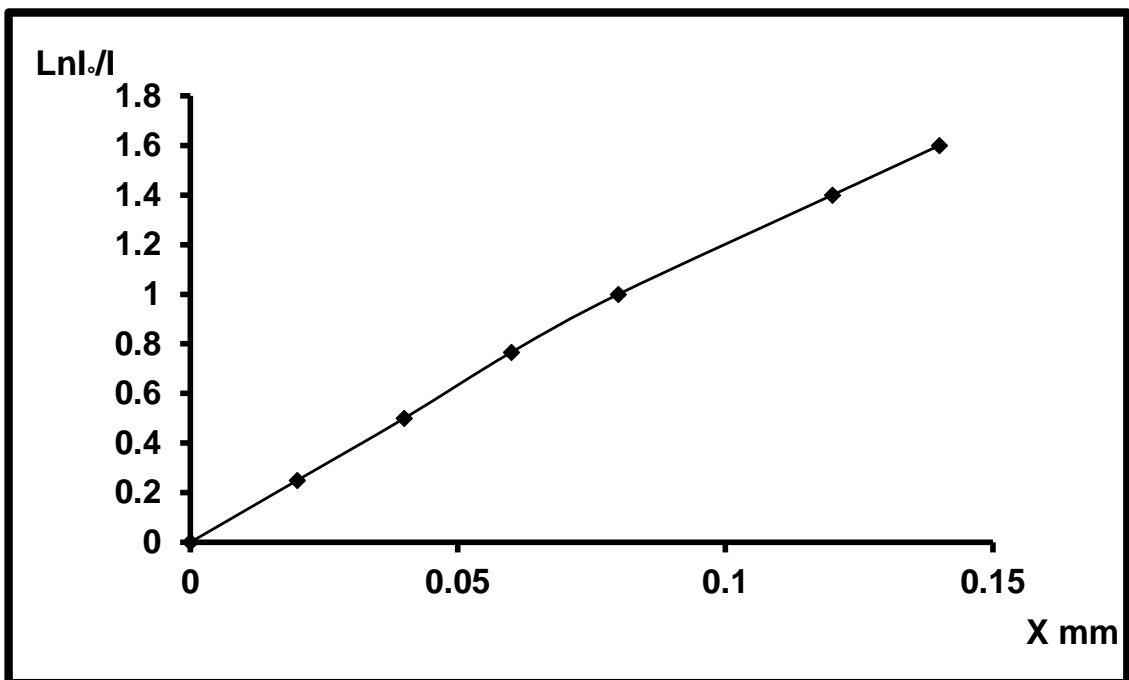
35-4kv باستخدام فولتية

$I_0 = 8696$  count / sec

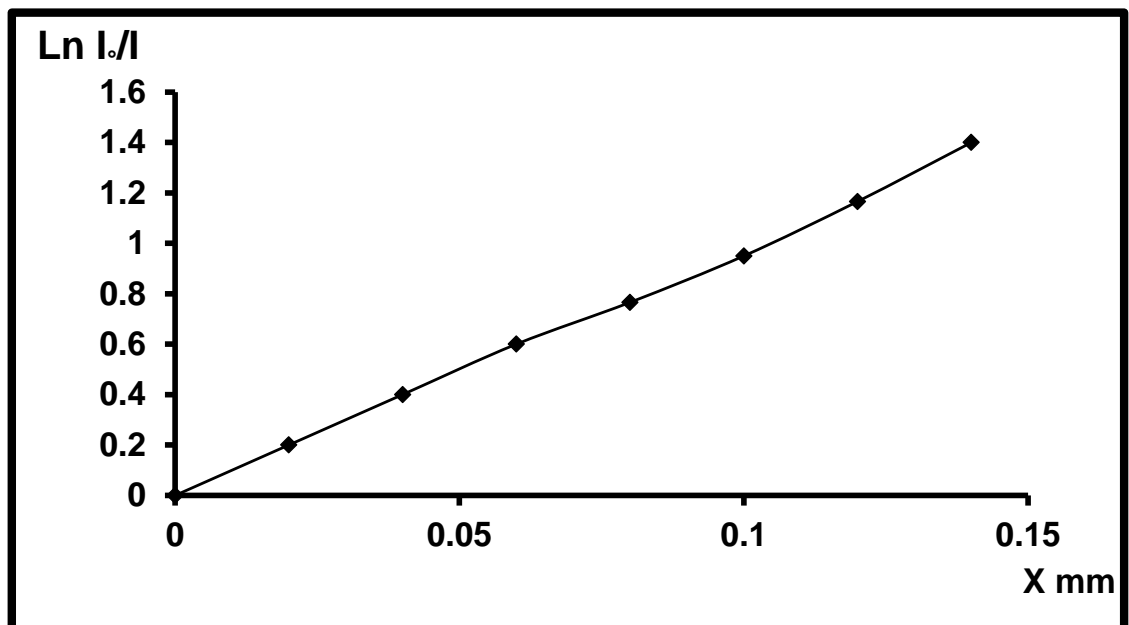
I count/sec	I <sub>0</sub> / I	Ln I <sub>0</sub> / I	X mm
-------------	--------------------	-----------------------	------



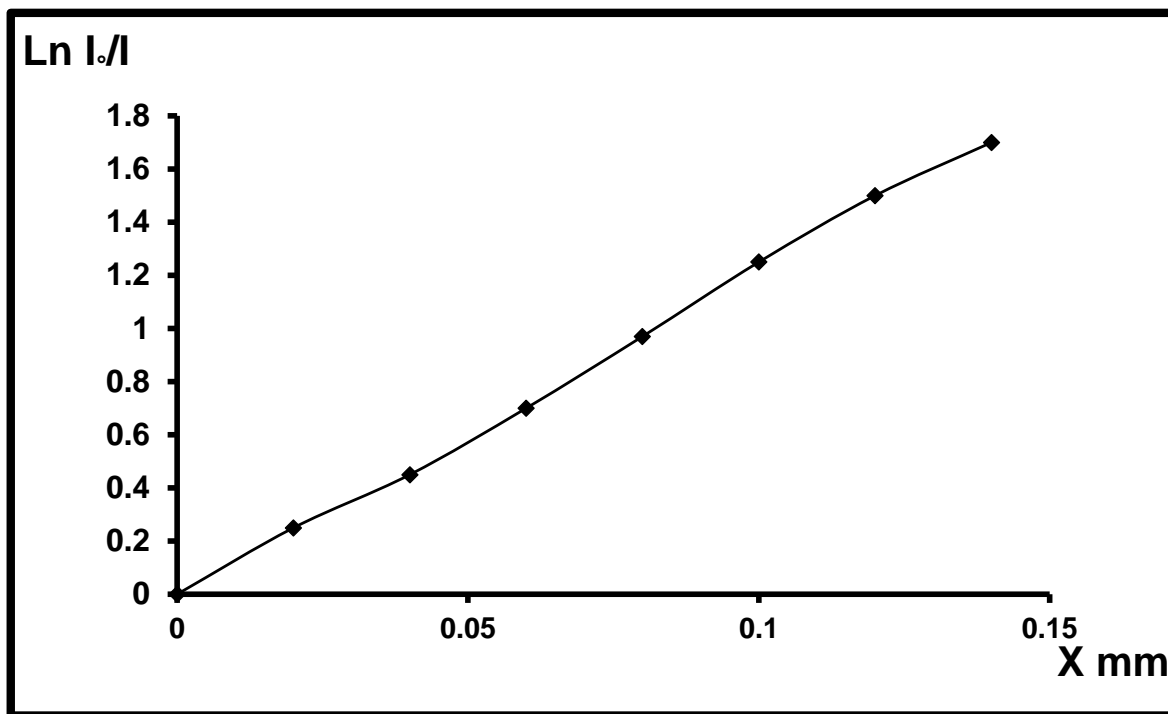
8696	1	0	0
7212	1.20	0.2	0.02
6116	1.42	0.35	0.04
4773	1.82	0.6	0.06
3908	2.22	0.8	0.08
3200	2.71	1	0.1
2370	3.669	1.3	0.12
1941	4.48	1.5	0.14



العلاقة بين  $X$  mm والسلك  $I_0/I$  عند الفولتية 10kv (شكل 4-2)

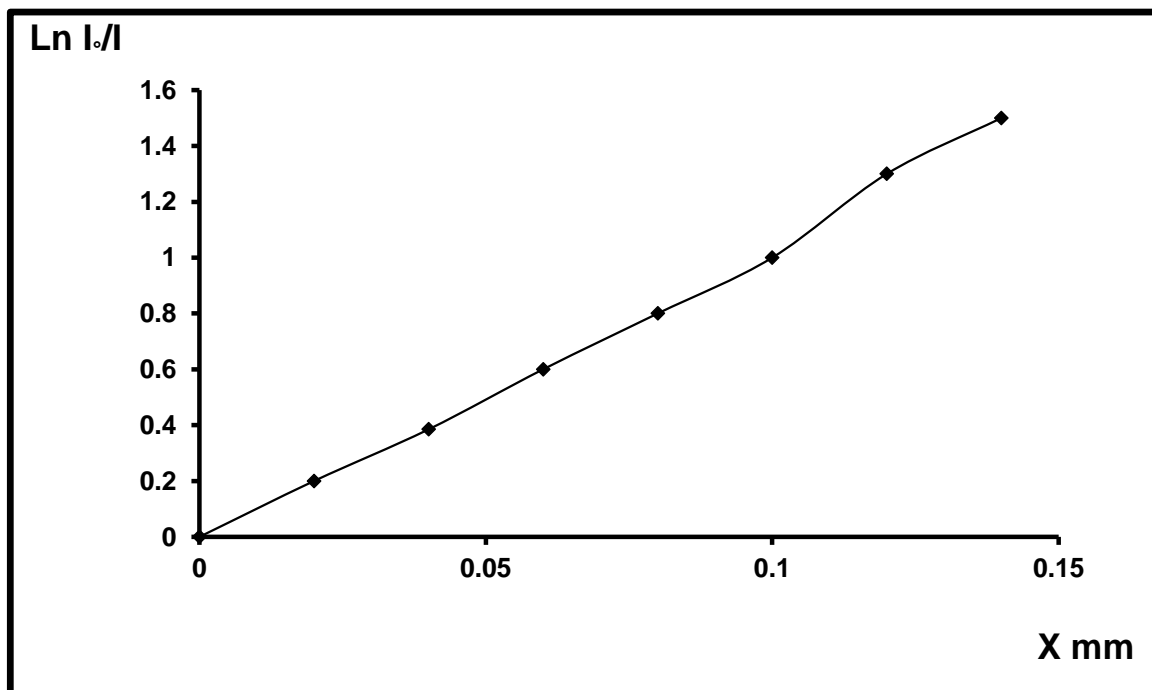


العلاقة بين  $X$  mm والسلك  $I_0/I$  عند الفولتية 15kv (شكل 11)



شكل (12) العلاقة

عند 25kv الفولتية X mm والسلك I₀/I بين Ln



شكل (3-4) العلاقة

عند 35kv الفولتية X mm والسلك I₀/I بين Ln

### 3-2 الحسابات

لإيجاد معامل الامتصاص الخطي من الرسم البياني نلجأ إلى الحسابات التالية:-

$\mu$  معامل الامتصاص الخطي

$$\mu = \frac{\ln \frac{I_o}{I}}{x} = \text{slope}$$

$\mu_m$  معامل الامتصاص الكتلي

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho}$$

$\rho$  كثافة الألمنيوم

$$\rho = 2.7 \text{ gm} / \text{cm}^3$$

**1- عند الفولتية 10 kv**

من خلال المنحني البياني (10) نجد إن

$$\text{Slope} = 1.25 \text{ cm}^{-1}$$

$$\mu = 1.25 \text{ cm}^{-1}$$

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} = \frac{1.25 \text{ cm}^{-1}}{2.7 \text{ gm} / \text{cm}^3} = 0.46 \text{ cm}^2 / \text{gm}$$

**2- عند الفولتية 15 kv**

من خلال المنحني البياني (11) نجد إن

$$\text{Slope} = 1 \text{ cm}^{-1}$$

$$\mu = 1 \text{ cm}^{-1}$$

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} = \frac{1 \text{ cm}^{-1}}{2.7 \text{ gm} / \text{cm}^3} = 0.37 \text{ cm}^2 / \text{gm}$$

**3- عند الفولتية 25 kv**

من خلال المنحني البياني (12) نجد إن

$$\text{Slope} = 1.25 \text{ cm}^{-1}$$

$$\mu = 1.25 \text{ cm}^{-1}$$

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} = \frac{1.25 \text{ cm}^{-1}}{2.7 \text{ gm/cm}^3} = 0.46 \text{ cm}^2 / \text{ gm}$$

#### 4- 35 kv عند الفولتية

من خلال المنحني البياني (13) نجد إن

$$\text{Slope} = 1.12 \text{ cm}^{-1}$$

$$\mu = 1.12 \text{ cm}^{-1}$$

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} = \frac{1.12 \text{ cm}^{-1}}{2.7 \text{ gm/cm}^3} = 0.41 \text{ cm}^2 / \text{ gm}$$

#### 3-2 مناقشة النتائج

( تم في هذه التجربة إيجاد معامل الامتصاص الخطي والكتلي لمادة X تم الاستعانة بالتقنيات الحديثة لتوليد الأشعة السينية ) على شرائح من الألمنيوم ذات اسماك مختلفة وقد تم التحكم في Xالألمنيوم عن طريق تسليط حزم مختلفة الشدة من أشعة - وذلك بتسليط أربع فولتيات مختلفة ومن خلالها تم الحصول على أربع مخططات بيانية .Xالشدة الساقطة لأشعة - كانت عبارة d وبين السمك I / I<sub>0</sub>النتائج التي حصلنا عليها كانت على درجة عالية من الدقة . والعلاقة التي حصلنا عليها بين عن خط مستقيم يمر بنقطة الأصل أي أن العلاقة بينها خطية ومنها حصلنا على الميل الذي يمثل معامل الامتصاص الخطي للمادة d. وهو جزء الطاقة الممتص من قبل السمك مما يدل على عكسية العلاقة بينها d مع زيادة سمك المادة Iالقد لوحظ من القراءات التي حصلنا عليها تناقص في الشدة النافذة من قبل المادة وبالتالي تعاني هذه الحزمة توهين .-أي تناقص الشدة بزيادة السمك . ويعود ذلك إلى امتصاص أشعة أما معامل الامتصاص الكتلي فحصلنا عليه بقسمة معامل الامتصاص الخطي على كثافة مادة الألمنيوم - والتي تعتبر قيمة ثابتة .

#### 4-2 الاستنتاجات

- 1- ان الأشعة السينية هي نوع من الأشعة الكهرومغناطيسية كالضوء والموجات الراديوية ، وأشعة كاما ، حيث أنها لا تمتلك شحنة أو كتلة ، ولكن هذه الموجات تتباين فيما بينها بالطول الموجي الذي بدوره يحدد قدرتها على الاختراق وتأيين الذرات .
- 2- تنتج الأشعة السينية اما بسبب الإشعاع المنبعث من الذرة نتيجة إعادة ترتيب الإلكترونات لذرات مادة الهدف في مستويات الطاقة المختلفة، الذي يتبع تحرر أحد هذه الإلكترونات من الذرة نتيجة اصطدام الإلكترونات المعجلة بها. والنوع الآخر المسمى بأشعة الكبح (أشعة التوقف) Characteristic radiationوالاشعة الناتجة تسمى بالأشعة المميزة تنتج بسبب فقدان الإلكترونات المعجلة بعض طاقاتها على شكل إشعاع عند اصطدامها بذرات الهدف أو المجال الكهربائي للنواة وتباطؤها.
- 3- قدرتها العالية على النفاذية والاختراق ، فقدره أية حزمة من الأشعة السينية على الاختراق تعتمد على طاقتها ونوع التي بدورها تمتلك قوة اختراق soft x-raysالمادة الساقطة عليها . وتصنف الأشعة السينية الى صنفين: الأول منها هو Hard x-raysصغيرة وتمتص بسهولة خلال المادة اما التي تمتلك قوة اختراق عالية فتسمى قدرتها على تأيين الذرات والمواد التي تمر خلالها هذه الأشعة .فبذلك تستعمل هذه الظاهرة في قياس جرعة الأشعة السينية المارة خلال المادة ومعرفة مقدار التعرض الإشعاعي .
- 4- تسبب تأثيرا واضحا في المواد المتألقة ، كانبعاث أشعة مرئية أو فوق بنفسجية لها طول موجي طويل نسبيا ، كما تؤثر على الأفلام الفوتوغرافية والتي تظهر مرئية عند تحميم هذه الأفلام نتيجة للتأين.
- 5- تؤثر على اللوح الفوتوغرافية والأفلام السريعة ولذا يعد التصوير الإشعاعي وسيلة مهمة لدراسة خواص وتأثير هذه الأشعة

#### المصادر

- 1- الفيزياء الحديثة , احمد علي عبدالله , ط1, 2010
- 2- د. مصطفى حمو ليلا, انتاج الأشعة السينية وخصائصها, دبلوم الدراسات العليا الإقليمي التخصصي في الوقاية الإشعاعية و أمان المنابع المشعة, هيئة الطاقة الذرية السورية, 2001
- 3- د. سامي حداد, مبادئ الفيزياء النووية, دبلوم الدراسات العليا الإقليمي التخصصي في الوقاية الإشعاعية و أمان المنابع . قسم الفيزياء, هيئة الطاقة الذرية السورية, 2001 , المشعة

- 4- محمد شحادة الدغمة، الفيزياء النووية ؛ الجزء الثاني , علي محمد جمعة ,مكتبة الفلاح للنشر والتوزيع ,ط1, 2000
- 5- عذاب طاهر الكناني ,الفيزياء الاشعاعية – الاشعة السينية التشخيصية ,ط1, دار الفجر للنشر والتوزيع ,القاهرة, 2008
- 6- د. سامي , مبادئ الفيزياء النووية, دبلوم الدراسات العليا الإقليمية التخصصي في الوقاية الإشعاعية و أمن المنابع المشعة حداد, قسم الفيزياء, هيئة الطاقة الذرية السورية, 2001
- 7- إنتاج الأشعة السينية وخصائصها, دبلوم الدراسات العليا الإقليمية التخصصي في الوقاية الإشعاعية و أمن المنابع المشعة, د. مصطفى حمو ليلا, هيئة الطاقة الذرية السورية, 2001
- 8- IAEA, Dosimetry in Diagnostic Radiology: An International Code of practice, Technical Reports Series no. 457, IAEA, Vienna (2007).
- 9- UNSCEAR (2000a).The United Nation Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation. UNSCEAR 2000 report to the general Assembly .
- 10- Regional training course on Diagnostic Radiology Dosimetry based on TRS 457 RAS/6/054)28 February - 4 March 2010; Riyadh, Saudi Arabia
- 11- C Stewart Bushong " Radio Logic Science for Technologist " Mosby 1975
- 12- Graham and Thomas " physics for Radiologic technologist London 1975 .
- 13- Faiz Mkhani ph. D . " The physics of Radiation Therapy " . U. S. A. Baltimore 1984
- 14- Barnes . GT Morin AL " Radiographic physics " department of . Clinical University of Cambridge 1999 .
- 15- R. Oliver " Radiation Physics in Radiology " Lodon 1973.