SY0501306

525/R

الجمهورية العربية السورية
هيئـــة الطاقـــة الذريـــة
دمشق – ص.ب ٦٠٩١

تقرير عن دراسة علمية مخبرية

قسم الوقاية والأمان

تعيين طبقة القيمة النصفية (HVL) لكلٍ من النحاس والألمنيوم من أجل حزم مختلفة من أشعة –X وإيجاد العلاقة بينها

الدكتور محمد حسان خريطة
السيـــد موفـــق تقي الدين
السيـــد خـــالد والـــي
السيـــدة ميســـاء زحيـــلي

هـ ط ذ س - و/ت د ع ٦٠٤

آذار ٢٠٠٥

حقوق النشر:

يسمح بالنسخ والنقل عن هذه المادة العلمية للاستخدام الشخصي بشرط الإشارة إلى المرجع، أما النسخ والنقل لأهداف تجارية فغير مسموح بهما إلا بموافقة خطية مسبقة من إدارة الهيئة

المحتويات

الفقرة	الموضوع	الصفحة
	خلاصة	2
1	**مدخل**	
2	الغاية و الهدف:	3
3	تعريف المفردات العلمية المستخدمة	3
4	مقدمة نظرية	3
4 – أ	طاقة أشعة X_	3
4 – ب	نفاذية الأشعة السينية في الأجسام المختلفة	4
4 – ت	تفاعل الفوتونات مع المادة	4
4 – ث	امتصاص الفوتونات في المادة	5
4 – ج	العوامل المؤثرة على امتصاص المواد للأشعة السينية	6
5	الأجهزة والأدوات المستخدمة	7
6	التجارب العملية.	7
7	تفاصيل طريقة العمل	7
8	النتائج و المناقشة	8
9	إيجاد العلاقة ما بين HVL للنحاس مع HVL للألمنيوم	12
	المراجع	13

تعيين طبقة القيمة النصفية (HVL) لكلٍ من النحاس والألمنيوم من أجل حزم مختلفة من أشعة –X وإيجاد العلاقة بينهما

م.خريطة، م.تقي الدين ، خ.والي، م.الزحيلي
هيئة الطاقة الذرية السورية، قسم الوقاية والأمان
ص.ب6091 دمشق، سورية.

خلاصة:

أجريت خلال هذه الدراسة قياسات لتقدير طبقة القيمة النصفية لكلٍ من الألمنيوم والنحاس، لحزم عيارية خاصة من الأشعة السينية التي يصدرها جهاز Philips MGC 30 وهو الجهاز المعتمد للمعايرة في المخبر العياري. كما تم إيجاد العلاقة بين قيم (HVL) للألمنيوم ومقابلاتها من النحاس لهذه الحزم. أثبتت الدراسة أن العلاقة بينها ليست خطية ولكن يمكن الربط بين هذه القيم بعلاقات رياضية. هذه النتائج ذات قيمة للعاملين في المعايرة الإشعاعية بشكلٍ خاص ولكافة العاملين في دراسة طاقات حزم الأشعة السينية حيث يمكن بناءً على هذه النتائج الاستعاضة عن سماكات من أحد المعدنين بمقابلاتها من الآخر عند عدم توفر السماكات المطلوبة في أعمال الفلترة ذات الأهمية في موضوع القياس والتقسية للأشعة السينية.

الكلمات المفتاح:أشعة– X، سماكة الثخن النصفي HVL، معامل التوهين الخطي μ، طاقة الفوتون E.

1. مدخل:

اكتشفت الأشعة السينية من قبل الفيزيائي الألماني وليم رو نتجن عـــام 1895 .Roentgen (1845-1923). عندما كان يدرس ظاهرة الانعراج الكهربائي في الغازات عديمة الشحنة، فلاحظ في إحدى تجاربه على الأشعة المهبطية وجود نوع جديد من الأشعة تؤدي إلى تألق قطعـــة الـــورق المطليـــة بالفلورسنت fluorescent والموجودة بجوار الصمام عندما يعمل صمام الأشعة المهبطيـــة. وهـــذا التوهج لا يزول عند وضع حاجز عاتم للضوء المرئي (لوح كرتون ، صفيحة معدنية ،.....) بـــل تضعف شدته فقط فعزى ذلك إلى نوع جديد من الأشعة وأطلق عليه اسم أشـــعة X- . أي الأشـــعة المجهولة . وقد تبع هذا الاكتشاف التاريخي دراسات واسعة لطبيعة أشعة X- وخواصـــها. وتعـــزز فهمنا لهذه الأشعة عندما صنفت ضمن مجموعة الأشعة الكهرطيسية ذات طـــول موجـــة (100 A^0- 0.1) حيث ($A^0 = 10^{-10}$ m).

2. الغاية و الهدف:

تعيين طبقة القيمة النصفية (HVL) (الفقرة 1.4) لكلٍ من عنصري النحاس والألمنيوم وفقـــاً لمعايير الوكالة الدولية للطاقة الذرية المبينة في تقريرها 374 TRs وذلك لحزم عيارية خاصة مـــن الأشعة السينية التي يصدرها جهاز Philips MGC 30 والبحث عن علاقة بين قـــيم الـــــ (HVL) للألمنيوم ومقابلاتها من النحاس لهذه الحزم.

3. تعريف المفردات العلمية المستخدمة:

- **طبقة القيمة النصفية[5] (Half Value Layer HVL)**: سماكة المادة الماصـــة التـــي تؤدي إلى نقصان عدد فوتونات الحزمة الإشعاعية عند عبورها لهذه السماكة إلى نصـــف قيمتها الأساسية.
- **حجيرة التأين Ionization Chamber** : هي حجيرة تحتوي على غاز (غاز خامل أو هواء) ولها قطبان كهربائيان يمكن أن تستعمل للكشف عن الإشعاع.

4. مقدمة نظرية

أ- طاقة أشعة_X:

يمكن تقدير طاقة الأشعة السينية وفق كلٍ من العلاقتين الآتيتين:

$$E_{max} = h.\upsilon_{max}$$

$$E_{max} = e.V$$

حيث:

$\mathbf{E_{max}}$: الطاقة الأعظمية للفوتون.

υ_{max}: التردد الأعظمي للفوتون المتولد.

h : ثابت بلانك وقيمته : $6.626x10^{-34}$ J.S

e: شحنة الإلكترون وقيمتها: $1.6x10^{-19}$ C

V: فرق الكمون المطبق بين المصعد والمهبط .

ب- نفاذية الأشعة السينية في الأجسام المختلفة :

تعتبر خاصية اختراق الأشعة السينية للأجسام من أهم الخواص المميزة لها. وتتوقف سماكة ما تخترقه الأشعة السينية من أي مادة على بنيتها الذرية فتزداد نفاذية الأشعة كلما صغر الوزن الذري للعناصر المكونة للمادة. كذلك فإنَّ قدرة الأشعة السينية على النفوذ من الأجسام؛ تتوقف على الطول الموجي للأشعة نفسها، فتزداد النفوذية مع صغر الطول الموجي للأشعة السينية، وتوصف الأشعة بالقاسية إذا كانت شديدة النفاذ، وباللينة إذا كانت قدرتها على الاختراق ضعيفة.

ت- تفاعل الفوتونات مع المادة:

عندما يسقط الفوتون على جسم فإنه يمكن أن يفقد طاقته أو جزءاً منها ويمنحها لمادة الجسم عبر التفاعلات الثلاث التالية:

- **الأثر الكهرضوئي Photoelectric effect :**

يمكن أن يحدث الأثر الكهرضوئي عندما تكون طاقة الفوتون الوارد أكبر من طاقة ارتباط الإلكترون بالذرة أي: $h\nu \succ B$.

وتدل الدراسات النظرية [2] أن المقطع العرضي لهذا التفاعل يتناسب طردياً مع Z^5 للمادة التي يسقط عليها الإشعاع حيث Z هو العدد الذري. لذلك تفضل العناصر ذات العدد الذري الكبير كالرصاص لعمل الدروع والحواجز الواقية من الفوتونات.

- **أثر كومبتون Compton effect:**

عند سقوط فوتون طاقته عالية على إلكترون يكتسب هذا الإلكترون جزءاً من طاقة الفوتون، فينطلق بسرعة معينة خارج مجال الذرة بينما يتبعثر الفوتون عن مساره بزوايا تزداد قيمتها بانخفاض طاقة الفوتون المتبعثر وبالتالي يكون تواتر الفوتون الجديد أقل من تواتر الفوتون الساقط على الذرة.

يسود احتمال حدوث هذا النوع من التفاعل عندما تكون طاقة الفوتون الساقط على الذرة أكبر بكثير من طاقة ارتباط الإلكترون مع النواة وأقل من الطاقة $2\ m_oC^2 = 1.02$ MeV التي يسود عندها تشكل الأزواج، حيث m_o الكتلة السكونية للألكترون؛ و C سرعة الضوء في الخلاء.

في تبعثر كومبتون يعطي الفوتون جزءاً فقط من طاقته للإلكترون المُقتلَع فيتبعثران بزاوية تتعلق بتوزع الطاقة بينهما، ويمكن لكلٍ منهما أن يقوم بتفاعلات ثانوية أخرى مع مادة الوسط التي ينطلقان ضمنها. تكون طاقة الإلكترون أعظمية عندما تكون زاوية التبعثر تساوي 180 درجة أي أن الفوتون ينعكس على مساره مباشرة (حد كومبتون).

وقد بين كل من كلين ونيشينا Klien and Nishina [2] أنه بحساب المقطع العرضي لتبعثر كومبتون يتضح أنه يتناقص بالتدريج عند زيادة طاقة الفوتون الساقط، وهكذا فإن معامل الامتصاص الخطي لأثر كومبتون μ_c، يرتبط بكلٍ من σ_c وعدد الإلكترونات في كل 1سم^3 من المادة الماصة.

$$\mu_c = nZ\sigma_C(cm^{-1})$$

حيث:

σ_c: المقطع العرضي لأثر كومبتون.

n : عدد الذرات في 1سم^3 .

z : العدد الذري للمادة المعنية.

- **إنتاج الأزواج Pair Production:**

عندما تكون طاقة الفوتون الساقط أكبر 1.022 MeV يمكن أن يحدث إنتاج للأزواج من التفاعل بين الفوتون الساقط والمجال الكهربائي للنواة حيث يفنى الفوتون ويتولد إلكترون سالب وبوزيترون موجب، وقد وجد أن المقطع العرضي لتفاعل إنتاج الأزواج يتناسب مع مربع العدد الذري z للمادة الماصة [2]

$$\sigma_P = 5.93Z^2X10^{-28}(m^2)$$

وهذا ما يؤكد أفضلية العناصر الثقيلة عند عمل الحواجز الواقية من إشعاعات غاما.

نجد مما سبق أن فوتونات الأشعة السينية تتفاعل مع المادة بطرائق مختلفة تبعاً لطاقاتها ويكون المقطع العرضي الكلي للتفاعل هو مجموع المقاطع العرضية لكل نوع من التفاعلات على حدة:

$$\sigma(E) = \sigma_{ph}(E) + \sigma_C(E) + \sigma_P(E)$$

حيث $\sigma_p(E), \sigma_C(E), \sigma_{Ph}(E)$ هي المقاطع العرضية للأثر الكهرضوئي، وأثر كومبتون، وإنتاج الأزواج على التوالي.

ث- امتصاص الفوتونات في المادة:

يمكن حساب عدد الفوتونات التي تمتصها المادة المعرضة للإشعاع بسبب تفاعلها مع الذرات ضمن السماكة العنصرية d x من معرفة عدد الفوتونات النافذة:

$$dI = -\mu I_0 dx \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

حيث:

(μ): ثابت التناسب ويعرف باسم معامل الامتصاص الخطي Linear absorption coefficient تعبّر الإشارة السالبة عن تناقص عدد الفوتونات التي تخترق المادة بازدياد سماكتها.

I_0 :شدة الإشعاعات الساقطة على المادة.

I : شدة الإشعاعات التي اخترقت سماكةً من المادة مقدارها dx ، ولا تشمل أي إشعاعات ثانوية قد تنتج بسبب التفاعل داخل هذا السماكة.

- **معامل الامتصاص الخطـــي** μ : نظـــراً لأن معـــدل الامتصـــاص $(-dI/dx)$ (أي الامتصاص في 1 سم من سماكة المادة) يتناسب مع شدة الفوتونات الساقطة ومع كل من عدد الذرات n الموجودة في 1 سم3 من المادة الماصة، ومع $\sigma(E)$ المقطع العرضي الكلي لتفاعل الفوتونات مع المادة يمكن أن نكتب:

$$-dI/dx = n\sigma(E)I_O \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

وبمقارنة العلاقتين (1) و (2) نجد أن :

$$\mu(E) = n\sigma(E) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

أي أن معامل الامتصاص الخطي هو عبارة عن حاصل جداء عدد الذرات في 1 سم^3 مـــن المـــادة و المقطع العرضي الكلي $\sigma(E)$، عند الطاقة المعينة E .

لذلك يمكن كتابة معامل الامتصاص الخطي μكالتالي:

$$\mu(E) = n(\sigma_{ph}(E) + \sigma_C(E) + \sigma_P(E))$$

$$\mu(E) = \mu_{ph} + \mu_C + \mu_P$$

أي أن معامل الامتصاص الخطي لمادة معينة عند طاقة معينة هو عبارة عن مجموع معاملات الامتصاص الجزئي لكل من الأثر الكهرضوئي وأثر كومبتون وإنتاج الأزواج عند هذه الطاقة.

- **طبقة القيمة النصفية Half Value Layer (HVL):** تستخدم عبارة HVL لوصف حزم الأشعة السينية وللتعبير عن طاقتها أو للدلالة على مقدرة المادة على توهين الحزمة الإشعاعية، وهو عبارة عن سمك المادة المعنية اللازم لخفض شدة الإشعاعات النافذة إلى النصف وهو المقدار الفيزيائي الذي يدور حوله موضوع هذه الدراسة.
- **حساب HVL :**

بمكاملة المعادلة (1) نجد:

$$I_x = I_0 e^{-\mu x} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

وحسب تعريف HVL في الفقرة السابقة ($I_x/I_o = \frac{1}{2}$) نجد أن:

$$I_X/I_O = \frac{1}{2} = \exp(-\mu x_{1/2}). \Rightarrow HVL = \frac{Ln2}{\mu} \ldots\ldots\ldots(5)$$

حيث يعبر المقدار $x_{1/2}$ عن قيمة HVL

ج- العوامل المؤثرة على امتصاص المواد للأشعة السينية:

- سماكة المادة الماصة: يزداد امتصاص المواد للأشعة مع زيادة سماكة المـــادة الماصـــة وفق العلاقة: $I_x = I_0 e^{-\mu x}$
- كثافة المادة الماصة: يزداد امتصاص الأشعة بازدياد كثافـــة المـــادة أي بازديـــاد عـــدد الذرات في واحدة الحجم (الفقرة 4 ــ ت).

- العدد الذري للمادة الماصة: يزداد امتصاص الإشعاع من قبل المادة الماصة بازدياد العدد الذري وينقص بنقصانها (الفقرة 4 ــ ت).
- قساوة الإشعاع: يزداد امتصاص الإشعاع من قبل المادة الماصة مع زيادة طول الموجة، أما الأشعة القاسية (أمواج قصيرة) فإن اختراقها للمادة أسهل حيث أن نفاذية الأشعة عبر المادة تتناسب عكسيا مع القوة الثالثة لطول موجة الأشعة السينية [2]

5. الأجهزة والأدوات المستخدمة:

- جهاز توليد أشعة X

  نموذج الأنبوب: MCN 321، نموذج وحدة التحكم: MGC30،

  الشركة الصانعة: Philips
- مقياس جرعة إشعاعية Electrometer:

  اسم الجهاز PTW UNIDOS، الشركة الصانعة FREIBRUG- Germany.

  نموذج اجهاز PTW 10002، رمز الجهاز CAL7-M1-W5-02.
- حجيرة تأين عيارية:

  ــ الحجيرة 0.6 cc، نموذج: NE- 2571، رقمها المتسلسل: 567

  ــ الحجيرة: 0.02 cc، نموذج: PTW-23342، رقمها المتسلسل: 1277

  ــ الحجيرة 600 cc، نموذج: NE-2575، رقمها المتسلسل: 198
- مرشحات تقسية عالية النقاوة من معدن النحاس Cu ومن معدن الألمنيوم Al.
- محددات للحزمة الإشعاعية.
- مقياس حرارة زئبقي
- مقياس ضغط جوي نموذج: AIR-HB-1# 814295
- مقياس مسافة.

6. التجارب العملية:

أجريت القياسات اللازمة لتحديد طبقة القيمة النصفية HVL لحزم إشعاعية متعددة وذلك ضمن شروط خاصة لكلٍ منها بعد تثبيت الوضع الهندسي للعمل كما هو مبين في (الشكل ــ 1).

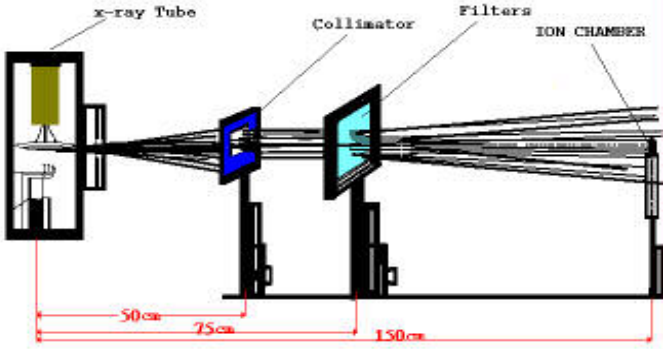
7. تفاصيل طريقة العمل:

أ- التأكد من سلامة عمل الحجيرات التي سيتم استخدامها في عملية القياس وذلك بالقيام بإجراء اختبار التكرارية باستخدام المنبع العياري "Check source" الخاص بكل حجيرة.

ب- إجراء الفحص الفيزيائي لكافة أدوات القياس التي ستستخدم في المعايرة للتأكد من جاهزيتها للعمل.

ت- تحدد من لوحة التحكم البارامترات المراد تطبيقها: التيار – الجهد المطبق كما نضع الفلاتر المناسبة Added filtration أمام فتحة أنبوب الأشعة.

ث- تُوطد الترتيبات الهندسية اللازمة لقياس الـ HVL وفق الشكل رقم (1) حيث تثبت حجيرة التأين بحيث يكون ساق الحجيرة متعامداً وبشكل شاقولي مع محور الحزمة الإشعاعية الأفقية وأن يكون مركز الحجيرة واقعاً على هذا المحور.



الشكل (1) الترتيبات الهندسية لقياس الـ HVL

ج- تُسجّل عشرة قراءات لقيمة الجرعة الإشعاعية باستخدام حجيرة التأين (المناسبة لمعدل الجرعة الذي يمكن الحصول عليه ضمن شروط العمل) دون وجود مادة ماصة في مسار الحزمة الإشعاعية ونحسب المتوسط الحسابي $\overline{K}_{air}$ (مع الأخذ بالحسبان معاملات التصحيح اللازمة لقياس كيرما الهواء K_{air}).

ح- يوضع مرشح من الألمنيوم بسماكة 0.1 mm عند منتصف المسافة بين حجيرة التأين والبقعة المحرقية ثم نسجل عشرة قراءات لقيمة الجرعة الإشعاعية بنفس عوامل التشغيل السابقة ونحسب متوسط القيمة المقاسة ونحسب كذلك النسبة المئوية لمعامل التوهين A F%

خ- يكرر العمل السابق وعند نفس البارامترات مع الزيادة التدريجية في سماكة المادة الماصة.

د- تكرر جميع الخطوات السابقة مع مرشحات من النحاس Cu.

ذ- فيما يلي القيم التجريبية التفصيلية لواحدة من حزم الأشعة السينية المعنية في هذه الدراسة.

شروط إجراء التجربة لإحدى الحزم المعنية:

- KV=250 ، mA=5 ، المرشحات المضافة 4mmAl +2.5mmSn + 2.6mmPb
- الجهاز المستخدم في القياس PTW UNIDOS مع حجيرة NE 600CC
- المسافة بين مركز حجيرة التأين و البقعة المحرقية = 100 cm ،
- السماكات الموهنة للحزمة توضع على مسافة 50 cm من البقعة المحرقية.

8. النتائج و المناقشة:

جرى حساب النتائج وفق المراحل الآتية:

أ- يُرسم الخط البياني لتغير لوغاريتم المتوسط الحسابي لكيرما الهواء ($\overline{K}_{air}$) بتغير سماكة المادة الماصة. يمثل ميل المستقيم قيمة معامل الامتصاص الخطي والذي يساعدنا على حساب طبقة القيمة النصفية (HVL) من العلاقة (5):

$$HVL = \frac{0.693}{\mu} \text{ cm}$$

ب- يمكن حساب نسبة معامل الامتصاص الخطي إلى كثافة المادة الماصة $\frac{\mu}{\rho}$ cm^2/gm

حيث:

ρ : كثافة المادة الماصة وتساوي (2.7gm/cm^3 للألمينوم و 8.93gm/cm^3 للنحاس).

ت- يمكن الاستفادة من قيمة $\frac{\mu}{\rho}$ الناتجة لاستنتاج متوسط الطاقة لكلٍ من حزم الأشعة السينية الصادرة عن الجهاز المستعمل في هذه الدراسة وذلك بالعودة إلى الجداول الفيزيائية الخاصة بذلك **[3]**.

ث- نتائج القياس للحزمة 19 من الجدول رقم 3:

يوضح الجدول (رقم ــ 1) تناقص قيم معدل كيرما الهواء مع تزايد سماكات صفائح النحاس المعترضة لمسار حزمة الأشعة السينية الموصوفة أعلاه (الفقرة ــ 7 ــ ذ) بينما يمثل الخط البياني في (الشكل ــ 2) ظاهرة التوهين هذه، ويبدو من شكل الخط البياني أن العلاقة خطية بين لوغاريتم الجرعة وسماكة المادة الموهنة للحزمة الإشعاعية وهذه معلومة معروفة (العلاقة ــ 4). ونجد من معادلة هذا الخط البياني أن ميل المستقيم يمثل قيمة معامل الامتصاص μ وبالتالي يمكن حساب قيمة HVL من العلاقة (5) فنجد أن سماكة طبقة القيمة النصفية (HVL) لهذه الحزمة تساوي (5.26 ± 0.04mm) حيث حددت قيمة الارتياب باعتماد القيم المدرجة في الجدول (رقم ــ2).

$$HVL = Ln2/\mu \Rightarrow HVL = 5.26 \pm 0.04mm$$

ج- يمكن الاستفادة من النتائج السابقة في حساب الطاقة الموافقة لحزمة الأشعة السينية المدروسة:

- نحسب النسبة (μ/ρ) حيث أنّ $\mu=1.3181\ cm^{-1}$ وكثافة النحاس ($\rho = 8.93\, gm/cm^3$) وبالتالي : $\mu/\rho = 0.148\, cm^2/gm$

- نجد من الجداول الفيزيائية متوسط طاقة حزمة الأشعة السينية المدروسة [3].

E=229 ± 8 KeV

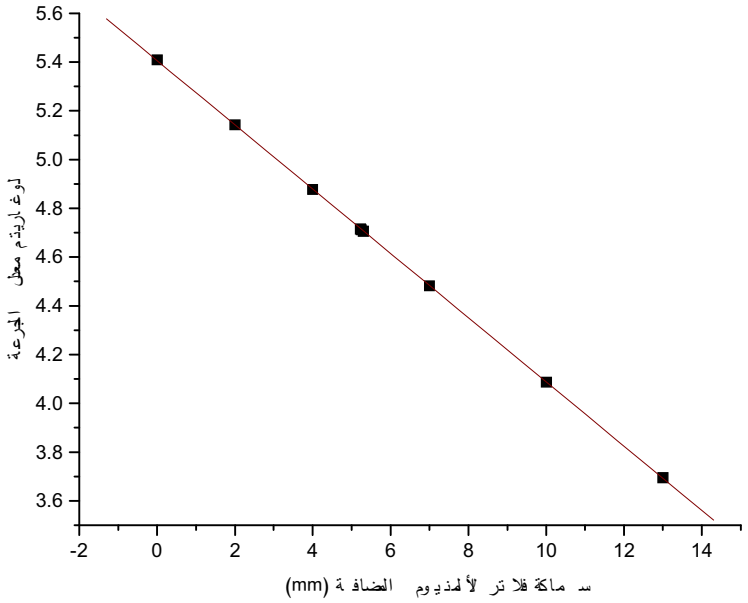
- بتكرار العمل لحزم مختلفة من الأشعة السينية وباستعمال صفائح من النحاس أو من الألمنيوم نحصل على النتائج المثبتة في الجدول (3) حيث استخدمت في القياس الحجيرة cc 0.02 للاشعة منخفضة الطاقة، واستخدم لقياس الحزم ذات الخرج الإشعاعي المنخفض الحجيرة cc 600 التي وضعت على بعد cm 150 للحصول على ساحة إشعاعية تغطي مساحتها كامل مقطع الحجيرة، واستعملت الحجيرة cc 0.6 على بعد cm 100 في باقي الحالات.

$$\ln D = \ln D_0 - \mu x$$

Y = (5.4058 ± 0.00117) - (0.13181 ± 0.00017) x

الجدول ــ 1

السماكة (mm Cu)	قراءة الجهاز µGy/min
0	223.41
2	171.13
4	131.28
5.23	111.69
5.25	111.31
5.3	110.62
7	88.44
10	59.55
13	40.25



(الشكل ــ 2) توهين حزمة الأشعة السينية بمادة النحاس (الرسم والنتائج باعتماد برنامج Origin)

الجدول رقم ــ 2 قيم الارتياب المرافقة لمراحل القياس

Quantity	Relative standard uncertainty	Type of uncertainty
Temperature and pressure correction factor ($K_{T,P}$)	1.03×10^{-4}	B
Distance (d)	11.5×10^{-4}	B
Time (t)	4.8×10^{-4}	B
Calibration factor of the reference chamber (N_K)0.02cc	70×10^{-4}	A & B
Calibration factor of the reference chamber (N_K)0.6cc	50×10^{-4}	A & B
Calibration factor of the reference chamber (N_K)600cc	80×10^{-4}	A & B
Mean reading of the reference ionization chamber (0.02cc)	1.92×10^{-4}	A
Mean reading of the reference ionization chamber (0.6cc)	1.63×10^{-4}	A
Mean reading of the reference ionization chamber (600cc)	0.02×10^{-4}	A
μ Value from the slope of the linear fitting		A

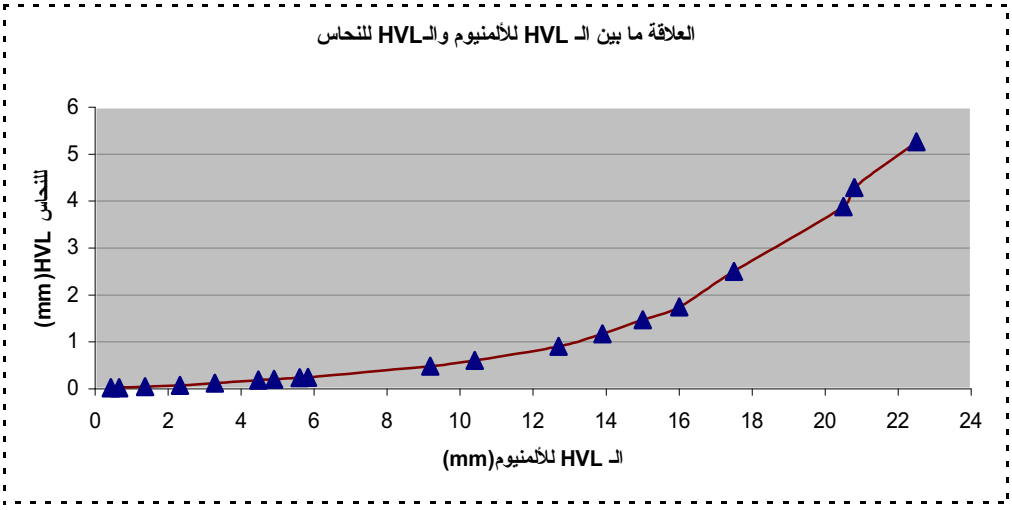
(الجدول رقم ــ 3) القيم الناتجة للـــ HVL للألمنيوم ومقابلتها من النحاس

مسلسل	جهد الأنبوب kV	مرشحات تقسية الحزمة	حجم حجيرة التأين	بعد نقطة القياس	طبقة القيمة النصفية HVL (mm Al)	طبقة القيمة النصفية HVL (mm Cu)
1	30	0.5 mm Al	0.02 cc	100 cm	0.43 ± 0.01	0.018 ± 0.001
2	60	4 mm Al + 0.5 mm Cu	600 cc	150 cm	5.83 ± 0.05	0.240 ± 0.003
3	65	1.02mm Al	0.02 cc	100 cm	1.37 ± 0.03	0.064 ±0.002
4	70	2 mm Al	0.6 cc	100 cm	2.32 ± 0.06	0.074 ±0.002
5	70	4 mm Al	0.6 cc	100 cm	3.28 ± 0.04	0.123± 0.005
6	75	4 mm Al + 1.2 mm Cu	600 cc	150 cm	9.18 ± 0.09	0.480 ± 0.007
7	80	4 mm Al + 1.85 mm Cu	600 cc	150 cm	10. 4 ± 0.1	0.603 ±0.008
8	90	4mm Al + 4 mm Cu	600 cc	150 cm	12.7 ± 0.1	0.90 ± 0.01
9	100	4 mm Al	600 cc	100 cm	4.9 ± 0.1	0.198 ±0.009
10	100	4 mm Al + 5.3 mm Cu	600 cc	150 cm	13.9± 0.1	1.17 ± 0.01
11	110	4 mm Al + 5 mm Cu + 0.5 mm Sn	600 cc	150 cm	15.0 ± 0.1	1.47 ± 0.01
12	120	4 mm Al + 5 mm Cu + 1 mm Sn	600 cc	150 cm	16.0 ± 0.1	1.74 ± 0.01
13	125	1.02mm Al	0.02 cc	100 cm	0.66 ± 0.01	0.024 ±0.001
14	125	3mm Al	0.6 cc	100 cm	4.47 ± 0.08	0.184 ± 0.006
15	125	4mm Al	0.6 cc	100 cm	5.6 ± 0.01	0.233± 0.009
16	150	4 mm Al + 2.5 mm Sn	600 cc	150 cm	17.5 ± 0.1	2.5 ± 0.2
17	200	4 mm Al +	600 cc	150 cm	20.5 ± 0.2	3.88 ± 0.07

				2 mm Cu + 3 mm Sn + 1 mm Pb		
4.29 ± 0.04	20.8 ± 0.2	150 cm	600 cc	4 mm Al + 2 mm Cu + 2 mm Sn + 2 mm Pb	200	18
5.26 ±0.04	22.5 ± 0.2	150 cm	600 cc	4 mm Al + 2.5 mm Sn + 2.6 mm Pb	250	19

9. إيجاد العلاقة ما بين الـ HVL للنحاس مع الـ HVL للألمنيوم :

بما أن كثافة النحاس أكبر من كثافة الإلمينوم (حيث: ρ للنحاس $=8.93gm/cm^3$، ρ للألمينوم $=2.70gm/cm^3$) فإن عدد الذرات في واحدة الحجم للنحاس أكبر بالمقارنة مع عددها في الألمنيوم ومنه وحسب ما جاء في (الفقرة 4 ــ ت) بأن المقطع العرضي لتفاعل الفوتونات مع المادة يتناسب مع العدد الذري؛ فإن معامل الامتصاص الخطي للنحاس أكبر منه للألمنيوم وبالتالي يكون الـ HVL للألمنيوم أكبر من الـ HVL للنحاس من أجل حزمة محددة المواصفات من الأشعة السينية وهذا الذي تحقق تجريبياً في هذه الدراسة حيث يبين الشكل (3) القيم المتقابلة لطبقة القيمة النصفية لكلٍ من النحاس والألمنيوم لحزم الأشعة السينية المحددة الشروط (في الجدول ــ 3) والصادرة عن الجهاز موضوع الدراسة.



الشكل (3) العلاقة ما بين HVL للنحاس مع HVL للألمنيوم

من النتائج الموضحة في الشكل رقم (3) نجد أن العلاقة بين الـ HVL لكل من الألمنيوم والنحاس ليست خطية و بدراسة المنحني في الشكل المذكور يمكننا الربط ما بين قيم سماكات الألمنيوم وما يقابلها من النحاس أو بالعكس باستخدام العلاقتين التاليتين:

$$HVL_{CU} = 0.0339.HVL_{AL}^{1.0978} \qquad If\ HVL_{AL} \le 5mm$$

$$HVL_{CU} = 0.081 .e^{0.1904 .HVL_{AL}} \qquad If\ HVL_{Al} \ge 4.5mm$$

من هاتين العلاقتين يمكننا حساب HVL للنحاس إذا كان HVL للألمنيوم معلوماً وبتطبيق هـــاتين العلاقتين نجد أن الانحراف عن قيم المنحني التجريبية لا يتجاوز 1%. مع ملاحظة أنه استعمل فـــي هذه التجارب لقياس HVL معادن عالية النقاوة (99%).

القائمون بالعمل

1. د. محمد حسان خريطة
2. موفق تقي الدين
3. خالد والي
4. ميساء الزحيلي

ساعد في العمل

1. عدنان داود
2. سماح الحلبي

كلمة شكر

مع نهاية هذا العمل نتقدم بالشكر

للسيد الدكتور المدير العام لتشجيعه ورعايته الكريمة للبحث العلمي في الهيئة.

وللسيد الدكتور مصطفى حمو ليلا للرعاية والاهتمام المتواصل بمواضيع البحث العلمي في قسم الوقاية والأمان.

للسادة العاملون في المخبر العياري الثانوي في قسم الوقاية والأمان لمساعدتهم في إنجـــاز هذا العمل.

لهم جميعاً كل الشكر والتقدير

المراجع

1. National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex TW11OLW, J.E.Burns.
2. Measurement of the performance characteristics of diagnostic X - ray system used in medicine report NO.32.
3. Physics of X-ray diagnostic radiology emerald (European Medical Radiation Learning Development 1999).
4. الوقاية الإشعاعية .هيئة الطاقة الذرية 1998.
5. (هيئة الطاقة الذرية السورية)، معجم المصطلحات العلمية والتقنية في الطاقة الذرية
6. مجلة عالم الذرة. هيئة الطاقة الذرية العدد 46-1996.

SY0501306

SYRIAN ARAB REPUBLIC
ATOMIC ENERGY COMMISSION (AECS)
DAMASCUS, P.O.BOX 6091

Report on Scientific Laboratory Study
Department of Protection and Safety

Half Value Layer determination of Al and Cu for different X-ray beams and establishing a relationship between them

Dr. M. H. Kharita
M. Takeyeddin
K. Wali
M. Zahili

AECS – PR\ RSS 604 March 2005