----- مجلة علوم الرافدين، المجلد 16، العدد 1 خاص بالفيزياء، ص 65-68، 2005 -----

قياس كثافة المواد الصلبة باستخدام أشعة كاما

عاصم أحمد عيسى
قسم الفيزياء - كلية العلوم
جامعة الموصل

(تاريخ الاستلام 2002/11/4 ، تاريخ القبول 2003/1/9)

الملخص

إن الزيادة في الإنتاج للمعادن يتطلب طريقة سهلة بسيطة لقياس كثافة المواد. لقد تم اقتراح طريقة تستند إلى امتصاص أشعة كاما عند طاقة معينة تساعد على قياس كثافة المواد وبخطأ لا يتجاوز (4.6%). وفي حالة تجاوز الخطأ النسبة السابقة فمن المحتمل ان تحتوي المادة الماصة على شوائب.

Measurement the Density of Solid Materials By Gamma Rays

Assim A. Essa
Department of Physics
College of Science
Mosul University

ABSTRACT

The increase in the production of solid materials requires a simple and easy method to measure the density of these materials. A method is suggested to measure the density which is based on the absorption of gamma ray at certain energy which helps to measure the density with error less than 4.6% and in case the error exceeds the previous percentage the absorption material may contain impurities.

المقدمة

يتميز مرور حزمة رفيعة جيدة التوجيه من أشعة كاما خلال وسط مادي بتوهين أسي حقيقي ويعبر عن ذلك رياضياً بالمعادلة:

$$I = I_o \exp^{-((\frac{\mu}{\rho})\rho t)} \qquad (1)$$

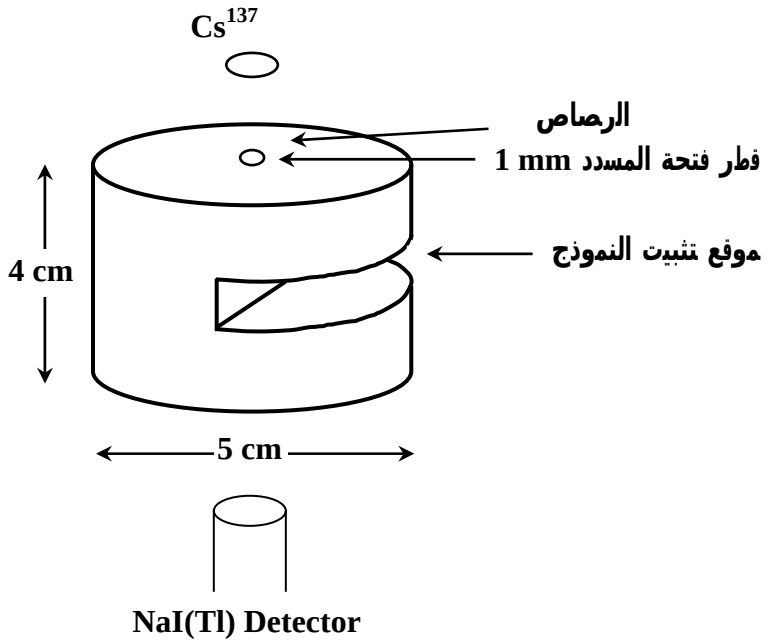
I = الشدة بعد مرورها لمسافة (t) داخل الجسم الماص، I_o = الشدة الابتدائية (عند t=0)، μ/ρ = معامل الامتصاص الكتلي بوحدات (cm^2/g).حيث تمثل ρ كثافة الجسم الماص مقاسة (g/cm^3).

ان معامل الامتصاص الكتلي لا يتعمد على الحالة الفيزيائية للوسط الماص (مايرهوف، 1982)، ان الشروط الواجب توفرها في القياسات لتحقيق المعادلة (1) عملياً قد تم مناقشتها تفصيلياً في البحث (Mahrok, 2002)، وان استخدام تسديد محدد للفوتونات أو ما يسمى بترتيب هندسي جيد يساهم في تطابق النتائج العملية مع النتائج المتوقعة من المعادلة (1) (عبد الله، 1990). في هذا البحث أجريت محاولة لقياس كثافة المواد Al و Cu و Zn و Ag و Pb باستخدام طريقة تعتمد على امتصاص أشعة كاما.

طريقة العمل

لتحقيق المعادلة (1) فقد استخدم المصدر Cs^{137} ويتكون طيف أشعة كاما لهذا المصدر من قمة واحدة فقط لها طاقة 662KeV ويرجع انبعاث أشعة كاما نتيجة لاضطراب في النواة Cs^{137} حيث تكون الطاقة فيها زائدة عما هي عليه في الحالة المستقرة ولكي تتخلص النواة من الطاقة الزائدة فانها تقوم باصدار أشعة كاما وعلى ذلك فان مصدر انبعاث أشعة كاما هو نواة Cs^{137} نفسها.

لقد صمم المسدد الرصاصي بطريقة تساعد على مسك المعدن المراد قياس كثافته في منتصف المسافة بين المصدر والكاشف وكما هو موضح في الشكل (1).



شكل 1: يوضح الترتيب العملي لقياس كثافة المعادن.

يكون المصدر Cs^{137} على شكل قرص قطره (2.7 cm) ويوضع في أعلى مسدد الرصاص كما موضح في الشكل (1). ان قطر حزمة أشعة كاما الذي يسدد إلى الجسم الماص ليس أكبر من قطر المسدد

الذي هو 1 mm، وقد صمم المسدد كقطعة واحدة طولها 4 cm وقطرها 5 cm وقطر فتحة المسدد 1 mm. ويتكون جهاز الكشف من بلورة NaI موصول إلى مكبر ثم إلى محلل متعدد القنوات Canbera-85. ثم أخذت القياسات لشدة أشعة كاما بوجود المسدد وقد سجلت ضمن النتائج في الجدول (1).

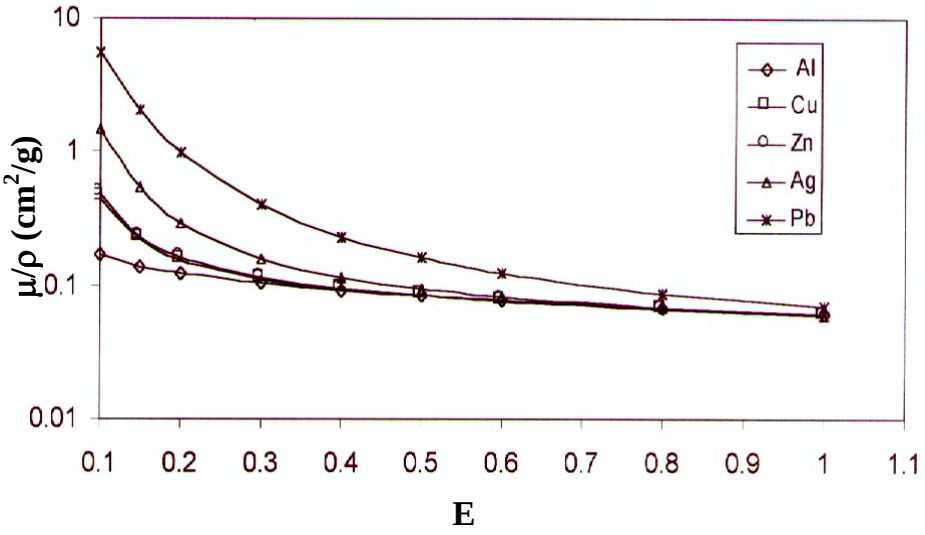
جدول 1: يوضح كثافة المعادن النقية مع الكثافة المحسوبة من المعادلة (1) باستخدام المسدد الرصاصي.

المعدن	العدد الذري Z	μ (cm^{-1})	الكثافة (g/cm^3)	μ/ρ (cm^2/g)	السمك t(cm)	I_o	I	الكثافة المحسوبة ρ (g/cm^3)	نسبة الخطأ %
Al	13	0.199	2.702	0.074	0.5	2480	2254	2.58	4.5
Cu	29	0.642	8.92	0.072	0.14	2480	2263	9.1	2.0
Zn	30	0.521	7.14	0.073	0.036	2480	2436	6.81	4.6
Ag	47	0.789	10.5	0.076	0.09	2480	2302	10.9	3.7
Pb	82	1.236	11.34	0.109	0.11	2480	2157	11.64	2.6

حيث تمت قياسات الشدة بواسطة محلل متعدد القنوات لمدة 100 sec . ان I_o تمثل المعدل لعشر قراءات لشدة أشعة كاما بدون وجود الجسم الماص، أما I فيمثل معدل عشر قراءات لشدة أشعة كاما بوجود الجسم الماص، وقد تم رسم (μ/ρ) لمعادن مختلفة مع الطاقة وكما موضح في الشكل (2) حيث أخذت قيم μ/ρ من المصدر (Strom 1970) وباستخدام برنامج خاص في الحاسبة الالكترونية تم قراءة قيم μ/ρ للمعادن أعلاه عند الطاقة 662 keV ، ثم بتعويض I و Io و t و μ/ρ في المعادلة رقم (1)، فقد حسبت كثافة المعادن كما هو موضح في الجدول (1) ومقارنتها مع كثافة المعادن وايجاد نسبة الخطأ.

الاستنتاج

يتضح من الشكل (2) اعتماد معامل الامتصاص الكتلي على الطاقة وعلى نوع المادة، ومنه يتضح ان المواد ذات العدد الذري الأكبر هي الأكثر كفاءة في توهين أشعة كاما وهذا يتفق مع (قمصان، 1995). يمكننا استخدام المعادلة (1) لقياس كثافة المواد الصلبة بنسبة خطأ لا تتجاوز 4.6% بشرط وجود المسدد (التسديد الجيد للإشعاع). ومن خلال قياس كثافة المواد بهذه الطريقة يمكننا تحديد درجة نقاوة المواد في حالة تجاوز الخطأ نسبة 4.6% فان المادة الماصة يمكن أن تعتبر حاوية على شوائب أي غير نقية.



شكل 2: معامل الامتصاص الكتلي μ/ρ لأشعة كاما في المعادن بدلالة طاقة أشعة كاما.

المصادر العربية

عبد الله، علي عطية؛ الدركزلي، شذى سلمان؛ الياس، مازن مانوئيل، 1990. الفيزياء النووية التجريبية، جامعة بغداد، ص 223-220.

قمصان، محمد نايف، 1995. الدروع الوقائية للحماية من الاشعاع، وقائع الدورة التدريبية حول اعداد برامج الرقابة البيئية، الهيئة العربية للطاقة الذرية، ص 155.

مايرهوف، ترجمة عاصم عبد الكريم عزوز، 1982. مبادئ الفيزياء النووية، جامعة الموصل، ص 110-112.

المصادر الأجنبية

Mahrok, M. F.; Sleeman, S. Y. and Essa, A. A., 2002. The Importance of Collimator in the Measurement of Sample Thickness By Gamma Ray. Rafidain Journal of Science, Vol. 13, No. 3, pp. 124-130.

Strom, E. and Israael, H. I.,1970. Nuclear Data Tables, A7, 580, 588, 599, 624 p.