روش محاسبه و رسم منحني كارآيي آشكارساز *SiLi*

مریم گودرزی*

دانشگاه آزاد اسلامی؛ واحد بروجرد

محمود مرادی، محمد لامعی

سازمان انرژی اتمی ایران؛ پژوهشگاه علوم و فنون هسته ای، پژوهشکده علوم هسته‌ای، گروه پژوهشی فیزیک ،آزمایشگاه واندوگراف ،صندوق پستی:۳٤۸۶-۱۱۳۶۵

چکیده

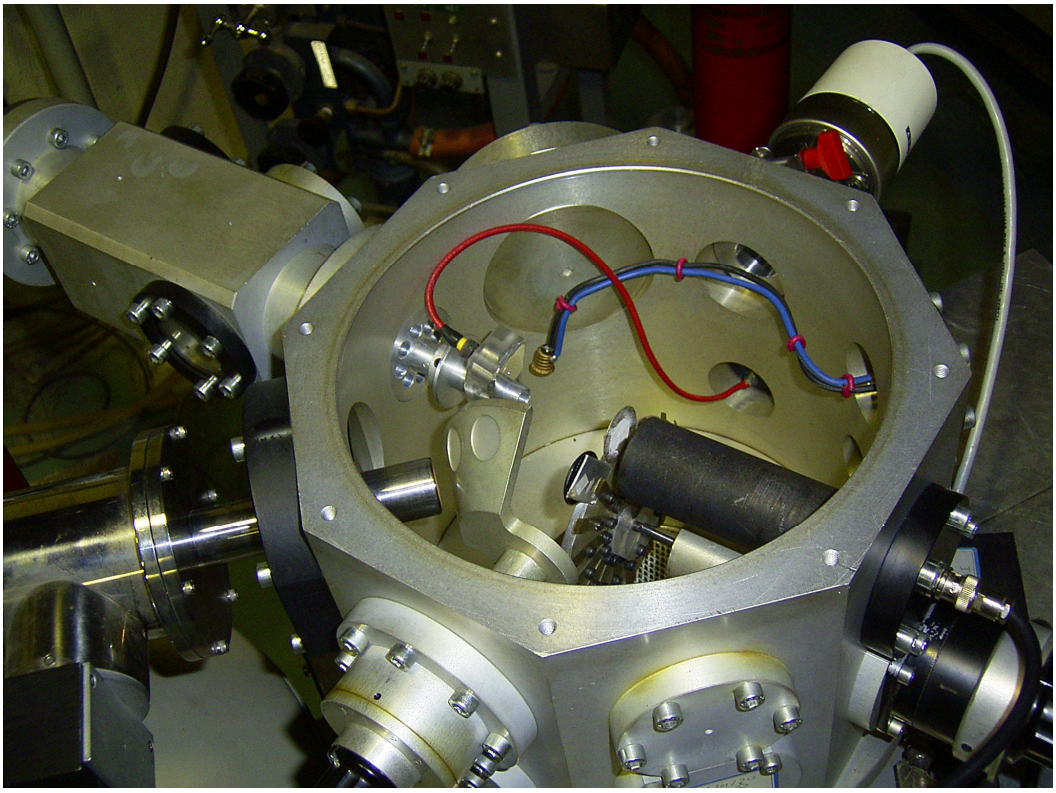
بازدهی آشکارساز در آنالیزهای کمی دقیق به روشهای مختلف از جمله PIXE*، از اهمیت خاصی برخوردار است. در آزمایش‌های مربوط به محاسبه سطح مقطع یونیزاسیون و تولید پرتو* X *و آنالیز نمونه های مختلف نیز از آشکارساز* SiLi *برای آشکارسازی پرتوها استفاده می شود. بنابراین به دست آوردن کارآیی آشکارساز* SiLi *برای انرژی‌های مختلف نقش مهمی در دقت محاسبات این موارد دارد که در این مقاله به محاسبه کارآیی این آشکارساز می‌پردازیم.*

کلید واژه ها: آشکارساز SiLi *، چشمه* 241Am *، اشعه* X *،* PIXE*، محفظه خلاء*

روش کار

به منظور به دست آوردن و رسم منحنی آشکارساز *SiLi*، برای انرژی‌های بالای *KeV* ۳ از یک چشمه ^{241}Am استفاده شده است. برای اندازه‌گیری کارآیی آشکارساز به ازای هر انرژی معین، چشمه ^{241}Am را در محفظه خلائی که آزمایش‌های مورد نظر را در آن انجام داده‌ایم، قرار می‌دهیم. محفظه ای که محاسبات این مقاله بر اساس آن انجام شده است در شکل ۱ نشان داده شده است. این محفظه شامل نمونه مورد آزمایش است. نمونه تقریباً در وسط محفظه، درست مقابل باریکه ورودی قرار می‌گیرد به طوری که جهت باریکه

فرودی بر سطح نمونه عمود است. درون محفظه دو آشکارساز از نوع سد سطحی[۲۱] قرار دارند. یک آشکارساز از نوع *SiLi*، که برای آشکارسازی پرتوهای *X* گسیل شده از نمونه در اثر برخورد با باریکه مورد استفاده قرار می‌گیرد و در زاویه ۱۳۵ درجه نسبت به پرتو فرودی قرار دارد. آشکارساز دوم، برای پشت نمونه فنجان فارادی[۲۲] قرار دارد که بار فرودی روی نمونه در آن جمع می‌شود و سپس توسط واحد الکترونیکی شمارش می‌شود.



شکل ۱؛ تصویری از محفظه هدف.

برای محاسبه کارآیی آشکار ساز چشمه ^{241}Am را بجای نمونه مورد بررسی درون محفظه قرار می دهیم. در مدت زمان معینی تعداد فوتونهای خطوط مختلف اشعه *X* آن را که توسط آشکارساز *SiLi* دریافت می‌شود، شمارش می‌کنیم. در همین زمان، یک آشکارساز سد سطحی نیز تعداد آلفاهای گسیل شده را

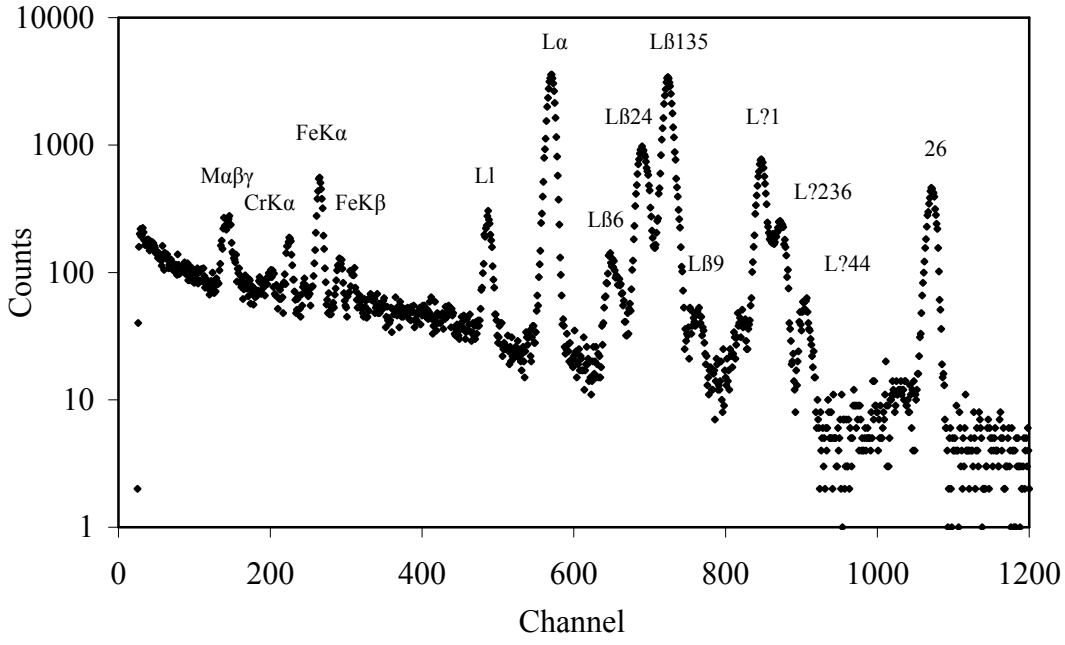
[۱] surface barrier
[۲] faraday cup

شمارش می‌کند. اگر n_x تعداد شمارش فوتون‌ها توسط آشکارساز *SiLi* و n_α، تعداد شمارش پرتوهای آلفای گسیل شده توسط آشکارساز سد سطحی و$\Delta\Omega x$ و $\Delta\Omega\alpha$ به ترتیب زاویه فضایی دتکتورهای *SiLi* و سد سطحی باشند، کارآیی آشکارساز *SiLi* از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\varepsilon_x = \frac{n_x}{n_\alpha}\frac{\Delta\Omega_\alpha}{\Delta\Omega_x}\frac{1}{\eta_x} \qquad (۱)$$

که در آن η_x، تعداد فوتون‌های گسیل شده به ازای هر واپاشی α است.

شکل ۲، طیف حاصل از چشمه ^{241}Am و جدول ۱، انرژی‌های خطوط مختلف اشعه X چشمه ^{241}Am و تعداد فوتونهای گسیل شده را به ازای هر واپاشی نشان می‌دهد.



شکل ۲، طیف حاصل از چشمه ^{241}Am.

Transition	Energy(Kev)	Photon/Decay		Efficiency
		Cohen(1980)	IAEA(1985)	
M(total)	3.3	0.0543	0.0635	0.768288
L_l	11.89	0.0087	0.0085	0.93947
L_α	13.94	0.132	0.13	1.033243
$L\eta$	15.87	0.0038	----	1.06093
$L\beta$	17.8	0.194	0.193	0.942201
$L\gamma$	20.8	0.0496	0.0493	0.871911
γ	26.34	0.0236	0.024	0.796305

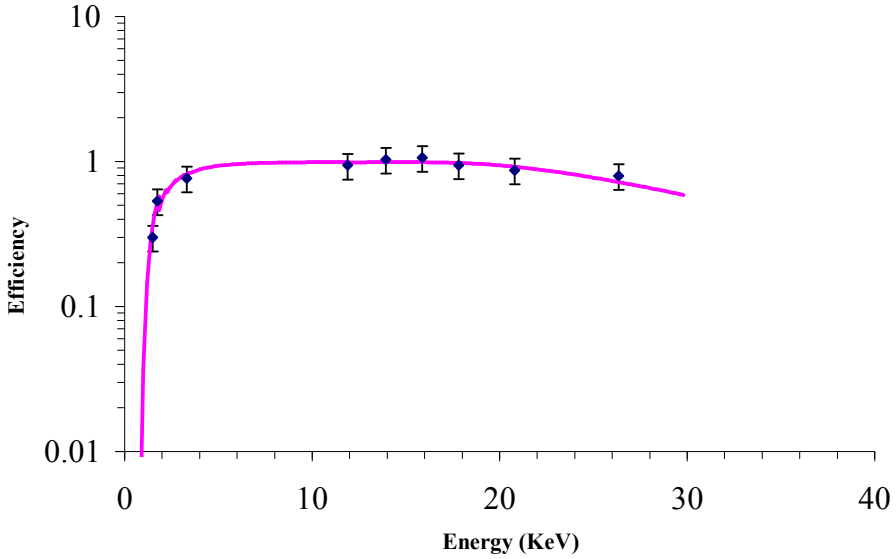
جدول ۱، انرژی‌های خطوط مختلف اشعه X چشمه ^{241}Am.

همانطور که در جدول ۱ دیده می‌شود، انرژی پرتوهای X چشمه ^{241}Am بیشتر از KeV ۳ است، بنابراین از چشمه ^{241}Am تنها می توان کارآیی آشکارساز را برای انرژی های بالاتر از KeV ۳ با استفاده از رابطه ذکر شده در بالا، معادله ۱، محاسبه کرد. برای محاسبه کارآیی آشکارساز برای انرژی های کمتر از KeV ۳، از انرژی اشعه X لایه K دو عناصری مانند Si و Al برای محاسبه کارآیی آشکارساز استفاده کرده‌ایم، که در این صورت کارآیی آشکارساز از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$N_X = N_{in}\, N_t\, \Delta\Omega_X\, \sigma_X\, \omega\, \varepsilon \qquad (2)$$

در این رابطه N_t ضخامت نمونه های Si و Al است. N_X، مساحت زیر پیک لایه K طیف $PIXE$، همان تعداد فوتونهای اشعه X گسیل شده از نمونه ها است، که با استفاده از نرم افزار $AXIL$ محاسبه شده است[1]. σ_X [2]، [۳] سطح مقطع تولید پرتو X این عناصر است که از روش $ECPSSR$ به دست آمده است[4] و ω میانگین حاصل فلورسانس عناصر مورد نظر است[۵].

نمودار کارآیی آشکارساز $SiLi$ در شکل ۳ نمایش داده شده است.



شکل ۳، نمودار کارآیی آشکارساز *SiLi*.

همانطور که در شکل ۳ دیده می شود کارآیی آشکارساز تا انرژی *KeV* ۳ افزایش می یابد و پس از آن ثابت می ماند [٦].

منابع

[١] S. A. E. Johnsson, J. L. Campbell, K. G. Malmqvist, "Particle Induced X-Ray Emission Spectrometry", JohnWilley & sons.

[2] M.Chiari, et al, Nucl. Inst. Ment. B 174, 259 (2001).

[3] A. F. Gurbich, Nucl. Inst. Ment. B 145, 578 (1998).

[4] D. D. Cohen and M. Harrigan, ATOMIC DATA AND NUCLEAR DATA TABLES 33, 255 (1985).

[5] E. Oz, H. Erdogan and M. Ertugrul, X-Ray Spectrom. 28, 198 (1999).

[۶] گودرزی: مریم،پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۸۴.