

مطالعه درباره اسپکترومتر با بلور خمیده

و بررسی تغییرات عرض خط*

نوشته

رسول جواهری

استادیار گروه فیزیک دانشکده علوم دانشگاه تهران

چکیده:

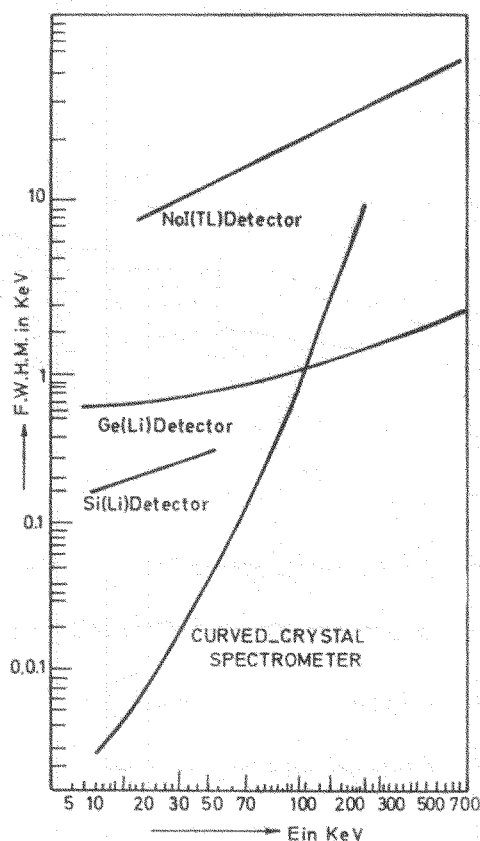
ضمن مقایسه بیناب سنج‌های مختلف گاما و ایکس، مزیت بیناب سنج با بلور خمیده و دستگاه‌های خودکار ضمیمه برای چرخش بلور، تعیین زاویه چرخش بلور و اندازه‌گیری شمارش در واحد زمان مختصراً ذکر شد. منحنی کالیبراسیون برای تعیین موقعیت زاویه‌ای بلور بیناب سنج بدست آورده شد و با استفاده از آن برای تعیین مناسبترین وضع منحنی‌های تغییرات پهنا و شدت خط برای پهنای مختلف شکاف رسم شد.

مقدمه: تا مدتی برای تعیین انرژی پرتو گاما و ایکس، اسپکترومتر دیفراکسیون با بلور خمیده Curved Crystal spectrometer و دتکتور یدور سدیم فعال شده با تالیوم [NaI (Tl) Detector] بکار می‌رفت. از آنجائی که قدرت تفکیک اسپکترومتر با بلور خمیده از بلورهای سنتیلاتور زیادتر است، این اسپکترومترها تا چندی توانست، نقش بزرگی در فیزیک هسته و اتمی داشته باشد. در سال ۱۹۶۳ دتکتور ژرمنیم معرفی گردید و این نوع دتکتورها جای بیشتر برنامه‌هائی که بوسیله اسپکترومتر با بلور خمیده انجام میشد گرفت. ولی بدلیلی که گفته خواهد شد هنوز تا حدودی از این دستگاهها در تحقیقات فیزیک هسته‌ای استفاده میشود.

در شکل زیر بمنظور مقایسه اسپکترومترهای مختلف، منحنی تغییرات عرض خط بر حسب انرژی رسم شده است. این منحنی‌ها برتری اسپکترومتر با بلور خمیده را از نظر عرض خط در انرژیهای کمتر از ۱۰ الکترون ولت نشان میدهد.

* این کار در Technish Hogeschool Delft Holland در سال ۷۴-۱۹۷۳ صورت گرفته.

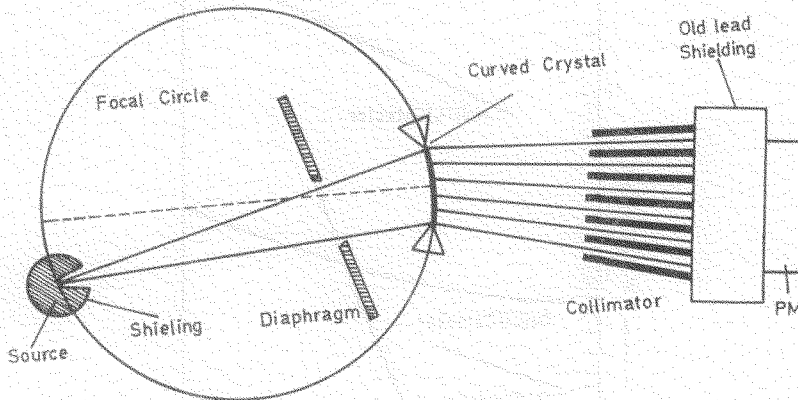
برای تعیین انرژی بوسیله اسپکترومتر با بلور خمیده ، لازم است که زاویه براق اندازه گیری شود . دقت در اندازه گیری انرژی بستگی بدقت در اندازه گیری زاویه دارد . اسپکترومترهایی که اخیراً ساخته شده اند دارای قدرت تفکیک ودقت زیاد می باشند . ضریب تأثیر اسپکترومتر بلوری ، خیلی کمتر از دتکتورهای



Ge (Li) است . بدین دلیل چشمه هایی که برای اسپکترومتر با بلور خمیده بکار می رود باید قوی باشند و بنابراین برای بکاربردن ایزوتوپهای فعال شده بوسیله نوترون ، بعلت اکتیویته ، محدودیتی وجود دارد . این موضوع باعث شده که تقریباً دتکتورهای نیم هادی در تمام مطالعات اسپکتروسکوپی ایکس و گاما ، جای اسپکترومترهای بلوری را بگیرد . فقط در مواردی که جداسازی خطوط طیف بیشتر مورد نظر باشد، از اسپکترومتر با بلور خمیده استفاده شود .

در اسپکترومتر با بلور خمیده ، عرض خط تابع ابعاد چشمه نیز می باشد . برای آنکه قدرت تفکیک زیاد باشد ، باید چشمه کوچک بکار برده شود . ولی اگر برای این منظور چشمه را کوچک اختیار کنیم فعالیت چشمه کم خواهد شد و با توجه به کمی ضریب تأثیر این نوع اسپکترومترها ، شمارش در واحد زمان کم خواهد بود . بنابراین لازم است ابعاد چشمه را مناسب اختیار کنیم بطوری که عرض خط و شمارش در واحد زمان تا حدی مناسب باشند .

طرح اسپکترومتر با بلور خمیده (۱) در این آزمایش اسپکترومتر با بلور خمیده بشعاع ۴ سانتی متر بکار برده شد. آرایش اسپکترومتر از نوع Du Mond (۲ و ۳) می باشد. بلور میتواند حول محور عمود بر سطح افقی دایره کانونی خود دوران کند. همزمان با بلور، دتکتور در جهت پرتو حول همان محور حرکت داده می شود. زاویه چرخش دتکتور باید در هروضع دو برابر زاویه چرخش بلور باشد، تا بدین طریق دتکتور دائماً در مسیر پرتو قرار گیرد.

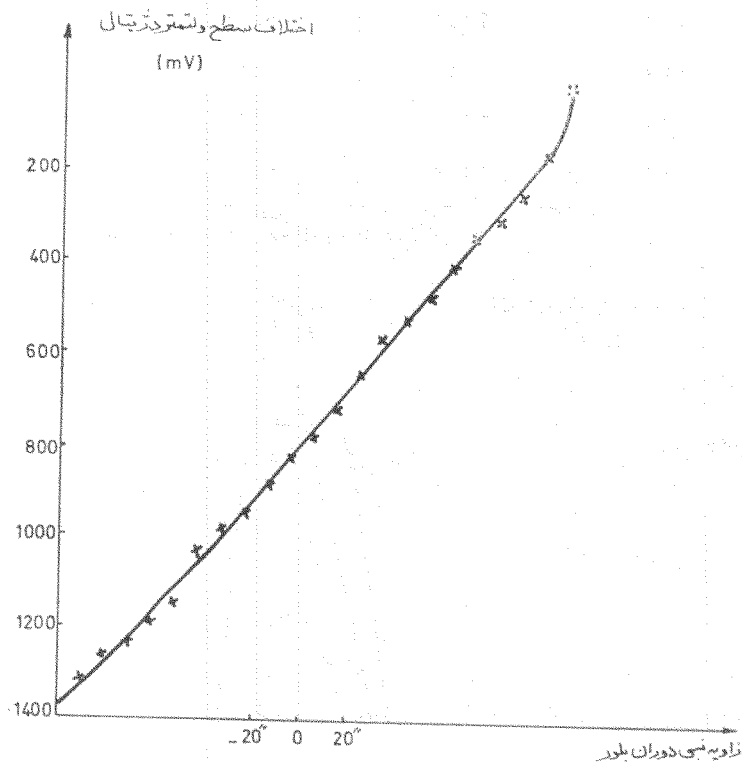


بلور روی میز گونیومتر سوار شده. الکتروموتوری توسط چرخ دندانه دار به صفحه گونیومتر وصل شده که می تواند، این صفحه و در نتیجه بلور را بچرخاند. حرکت بلور توسط مدار الکترونیکی کنترل می شود. این حرکت بطور انحصالی Stepping و با گامهای تقریباً $\frac{2''}{3}$ صورت می پذیرد چون انتقال حرکت از موتور به میز گونیومتر یکنواخت نیست، اندازه یک گام ثابت نمی ماند و از این لحاظ نمیتوان از تعداد گامها زاویه مربوط به چرخش های زیاد را معین نمود. دقت اندازه گیری زاویه صفحه گونیومتر فقط "۴ است برای آنکه دقت اندازه گیری زاویه های بزرگ بیشتر باشد بکمک یک تئودولیت که بروی صفحه گونیومتر و در بالای بلور نصب شده است موقعیت زاویه ای را مشخص میکنیم.

درجه بندی (کالیبراسیون) و تعیین زاویه اسپکترومتر، بطور خودکار بلور بطور خود کار دوران می کند (۴) برای اینکه زاویه چرخش بلور بطور دقیق و خود کار اندازه گیری شود، نخست دستگاه را بطریق زیر درجه بندی میکنیم:

آئینه تختی در بالای تئودولیت قرار دارد که محور تئودولیت از سطح انعکاس آن می گذرد. بروی سطح آئینه یک عدسی کوژ - تخت که فاصله کانونی آن چهارمتر است نصب شده. شکاف نازک و قائمی در فاصله چهارمتری آئینه و در سطح افقی با آن جای گرفته. پرتو نور لایزر He-Ne بقدرت پنج مگاوات، از شکاف عبور کرده و بوسیله آئینه منعکس شده، تصویری از شکاف روی سطح کانونی تولید می کند. در محل تصویر یک فتوپتانسیومتر قرار گرفته که در مدار پل وتستون جا دارد و اختلاف سطح دو سر پل به ولتمتر

دژیتال برده شده. و بالاخره یک دستگاه نگارنده بخروجی این ولت‌متر وصل است. برای مدرج کردن دستگاه بدون حرکت دادن بلور، تئودولیت را که با آئینه محکم شده هر دفعه "۰" دوران می‌دهیم و تغییرات درجات ثبت شده ولت‌متر را با زاویه جرخشی نسبی تئودولیت تعیین می‌کنیم. شکل زیر (منحنی کالیبراسیون) تغییرات اختلاف سطح مربوط به فتوپتانسیومتر بر حسب موقعیت زاویه‌ای را نشان می‌دهد. بوسیله این منحنی میتوان موقعیت زاویه‌ای اسپکترومتر را در حرکت بطور خود کار تعیین نمود.



بکمک منحنی کالیبراسیون می‌توان زاویه را با دقت "۰.۱" مشخص کرد. برای تعیین شکل پیک خط اسپکتتری هر موقعیت زاویه‌ای بلور را با خواندن درجات ولت‌متر استفاده از منحنی کالیبراسیون تعیین کرده و نیز بوسیله دتکتور شدت پرتو را برای این نقطه بدست می‌آوریم.

آزمایش برای تعیین عرض خط و نتیجه.

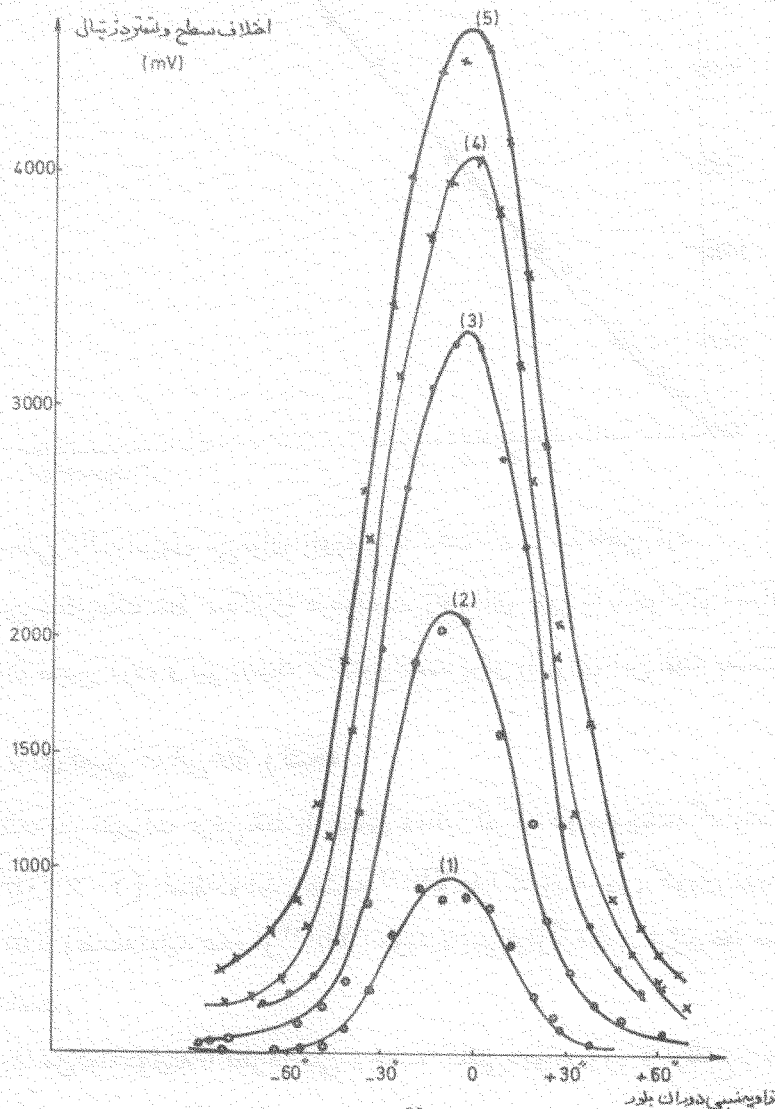
برای مطالعه در تغییرات عرض خط با پهنای دیافراگم که در جلو چشمه گذارده شده از تمام سطح بلور کوارتز ($20 \times 30 \text{ mm}^2$) استفاده شد. چشمه Yb^{161} با اکتیوینه 0.1 کوری تهیه گردید (۰) و خط $\text{K}\alpha_1$ مربوط به Tm^{171} (هسته تولید شده از Yb^{161}) مورد بررسی قرار گرفت. انرژی خط مساوی 0.7416 کیلو الکترون ولت است.

چشمه در داخل لوله موئینه با قطر داخلی 0.3 ، کلفتی دیواره 0.1 و ارتفاع 2 میلی‌متر قرار دارد.

در این صورت عرض ذاتی خط، برای اسپکترومتر با این بلور خمیده در حدود " ۰.۴ یاد در حدود . . . الکترون ولت است .
 شکل (۴) منحنی های خط $K\alpha_1$ مربوط به Tm^{169} را نشان می دهد برای دیافراگم های با پهنای
 مختلف ، عرض خط بر حسب زاویه و انرژی در جدول زیر آورده شده .

عرض خط انرژی (eV)	عرض خط زاویه (ثانیه)	پهنای دیافراگم	شماره منحنی
۱۱۱	۵۱	۰.۱	۱
۱۱۸	۴۹.۵	۰.۱۵	۲
۱۳۵	۵۶.۵	۰.۲۰	۳
۱۴۴	۶۱	۰.۲۵	۴
۱۵۲	۶۴.۵	۰.۳۰	۵

جدول ۱ عرض خط برای دیافراگم های با پهنای مختلف



شکل ۴ منحنی خط $K\alpha_1$ مربوط به Tm^{169} و انرژی های شکاف در عرض خط

REFERENCE

- 1 - C.W.E. Van Eijk, Ph.D. Thesis, Delft University of Technology
- 2 - J.W.M. Du Mond and H.A. Kirkpartrick Rev. Sci. Instr 1 (1930) 88.
- 3 - J.W.M Du Mond Rev. Sci. Instr. 18 (1947) 626
- 4 - W.A. v.d Meulen , Internal report , Delft University of Technology 1967.
(Kandidaatsverslag).
- 5 - R. Javahery C.W.E van Eijk H. van Kruglen and B. Van Nooijen , Physical
Rev. A. vol 10. No 6 (1974) 1921 - 23.