

KHAI THÁC VÀ VẬN HÀNH HỆ PHÂN TÍCH ALPHA ANALYSYT VỚI BỘ MẪU CHUẨN

Lê Công Hào, Nguyễn Đình Gấm, Hồ Viết Sinh, Mai Văn Nhơn

Trường Đại Học Khoa Học Tự Nhiên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 29 tháng 03 năm 2007, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 25 tháng 03 năm 2008)

TÓM TẮT: Trong bài báo này, chúng tôi trình bày những kết quả ban đầu của việc khai thác và vận hành thành công hệ phân tích Alpha bằng việc tiến hành thí nghiệm đo với bộ mẫu chuẩn (U238- U234- Pu239- Am241), kết quả đạt được của việc tiến hành khảo sát hiệu suất ghi của hệ đo theo khoảng cách là khá phù hợp với những tính toán từ lý thuyết. Điều này chứng tỏ hệ phân tích Alpha Analyst của chúng tôi có hiệu suất ghi nhận cao và độ phân giải rất tốt phù hợp cho việc tiến hành dò tìm, đo đạc và khảo sát ảnh hưởng của bức xạ Alpha từ môi trường. Ngoài ra kết quả của phép đo có thể giúp thực hiện các phép đo mẫu môi trường với những hiệu chỉnh thích hợp để đạt được kết quả chính xác nhất

Từ khoá: Alpha particles, alpha spectroscopy, alpha spectrometer

1. GIỚI THIỆU

Hệ đo Alpha Analyst tại Bộ Môn Vật Lý Hạt Nhân thuộc Khoa Vật Lý – Trường Đại Học Khoa Học Tự Nhiên Tp.HCM là một thiết bị đo hiện đại do hãng Canberra sản xuất, giúp dễ dàng khảo sát các mẫu phóng xạ alpha, tiết kiệm thời gian mà cho kết quả tốt. Các thao tác của quá trình đo, phân tích và xử lí, với việc đo bằng hệ Alpha Analyst chủ yếu thực hiện trên máy tính qua phần mềm ứng dụng: Genie -2000 Alpha Analysis.

Bảng 1. Các thông số của bộ nguồn chuẩn Alpha

Đồng vị	Hoạt độ (dpm)	Thời gian bán huỷ (y)	Dãy năng lượng (keV)
U-238	98.3 ± 2.0	4.468 × 10 ⁹	3900 – 4290
U-234	96.7 ± 2.0	2.455 × 10 ⁵	4580 – 4860
Pu-239	97.3 ± 2.0	2.410 × 10 ⁴	4950 – 5240
Am-241	93.6 ± 2.0	4.322 × 10 ²	5275 – 6690

2. CẤU TRÚC HỆ PHÂN TÍCH ALPHA

2.1. Bùng chân không (Bùng đo)

Có khả năng hút chân không tốt và nhanh (có thể < 0.1 Torr) → hạt alpha ít mất năng lượng trên đường đi tới detector.

2.2. Detector Alpha PIPS [1], [2]

Đây là đầu dò được dùng trong hệ Alpha Analyst: tối ưu về khả năng phân giải năng lượng, độ nhạy cao và phổ alpha phẳng thấp.

Một số thông số của detector A1200-37Am của hệ

Điện thế phân cực yêu cầu: +40 V

Dòng rò (200 C): 12 nA

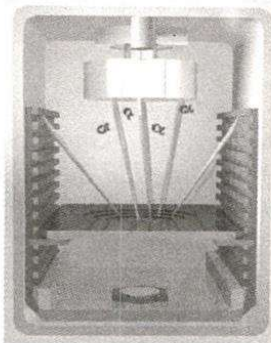
Độ sâu vùng nghèo tối thiểu: >140 microns

Thế phân cực cực đại (giới hạn): +100 V

Phông nền hình: 0,05 cts/cm²/hour

Bán kính vùng nhạy: 19,55 mm

Độ phân giải alpha: 37 keV



Hình 1. Buồng đo và Detector Alpha PIPS

Hiệu suất đo [4]:

Hiệu suất đo được chia làm hai loại là hiệu suất tuyệt đối và hiệu suất nội.

Hiệu suất tuyệt đối được định nghĩa: $E_{abs} = \frac{\text{Số xung được ghi nhận}}{\text{Số bức xạ được phát ra bởi nguồn}}$ (1)

Hiệu suất nội được định nghĩa: $E_{int} = \frac{\text{Số xung được ghi nhận}}{\text{Số bức xạ tới Detector}}$ (2)

Hai hiệu suất có mối liên hệ với nhau: $E_{abs} = \Omega \frac{E_{int}}{4\pi}$ (3)

Trong đó góc khối Ω có biểu thức: $\Omega = \frac{4\pi r_2}{r_1} \int_0^\infty \frac{\exp(-dk) J_1(r_1 k) J_1(r_2 k)}{k} dk$ (4)

Ở đây $J_1(k)$ là hàm Bessel của x. tích phân này không có lời giải giải tích, vì vậy nó chỉ có thể được giải bằng kỹ thuật số. lời giải gần đúng là:

$$F_2 = \frac{1155\beta^3}{1024(1+\beta)^{\frac{13}{2}}} - \frac{135\beta^2}{256(1+\beta)^{\frac{11}{2}}} + \frac{35\beta}{128(1+\beta)^{\frac{9}{2}}}$$

$$F_1 = \frac{35\beta^2}{16(1+\beta)^{\frac{9}{2}}} + \frac{5\beta}{16(1+\beta)^{\frac{7}{2}}}$$

$$\beta = \frac{r_1^2}{d^2}, \alpha = \frac{r_2^2}{d^2}$$

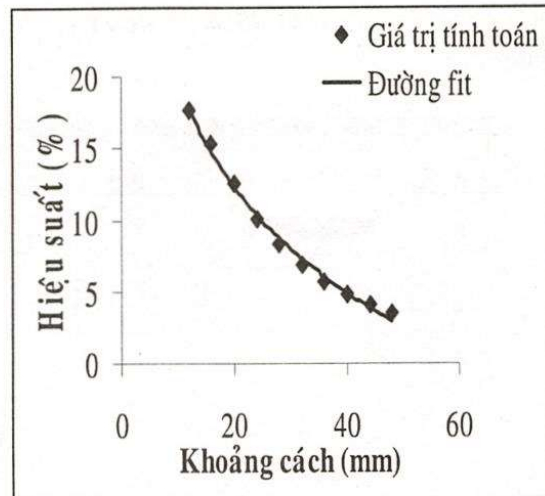
$$\Omega = 2\pi \left(1 + [F_1]\alpha^2 - [F_2]\alpha^3 - \frac{3\alpha\beta}{8(1+\beta)^2} - \frac{1}{\sqrt{1+\beta}} \right) \quad (5)$$

Trong đó r_1 , r_2 , d lần lượt là bán kính nguồn, bán kính detector và khoảng cách nguồn tới detector.

Tính toán hiệu suất với các khoảng cách d từ mẫu nguồn tới detector là 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48 mm theo lý thuyết. Bán kính nguồn $r_1=12.05$ mm, bán kính detector $r_2=19.55$ mm. Tính E_{abs} (với E_{int} bằng 1)

Bảng 2. Giá trị E_{ff} (%) theo d và góc khối

Khoảng cách d (mm)	Góc khối	Hiệu suất $E_{abs}=E_{ff}$ (%)
48	0.447353	3.55992
44	0.518841	4.12880
40	0.607593	4.83507
36	0.719025	5.72182
32	0.860431	6.84709
28	1.04144	8.28750
24	1.27405	10.1386
20	1.5709	12.5008
16	1.93316	15.3836
12	2.22227	17.6843



Hình 2. Sự phụ thuộc hiệu suất theo khoảng cách theo lý thuyết

2.3. Bộ tiền khuếch đại

Chức năng bộ tiền khuếch đại là khuếch đại các tín hiệu yếu từ một đầu dò và tải nó nhờ cấp nổi tiền khuếch đại với bộ phận còn lại của thiết bị của hệ đo. Hệ alpha sử dụng tiền khuếch đại đầu dò bán dẫn 2004 là loại nhạy điện tích

2.4. Bộ khuếch đại

Bộ khuếch đại phục vụ cho hai mục đích cơ bản: khuếch đại tín hiệu từ tiền khuếch đại và hình thành xung để có dạng thuận tiện cho xử lý tiếp theo.

2.5. Bộ ADC (bộ biến đổi tương tự thành số)

Bộ biến đổi tương tự thành số (Analog to Digital Converter-ADC) đo biên độ cực đại của một xung tương tự và biến đổi giá trị đó thành mã số.

2.6. Máy phân tích biên độ nhiều kênh

Máy phân tích đa biên độ nhiều kênh (Multi Channel Analyzer-MCA) bao gồm ADC, một bộ nhớ biểu đồ, bộ chỉ thị biểu đồ được ghi trong bộ nhớ.

3. TIẾN HÀNH ĐO VÀ KẾT QUẢ

Chúng tôi tiến hành đo theo các khoảng cách khác nhau từ detector tới mẫu đo ứng với các khe chia sẵn trong buồng đo là: 48, 44, 40, 36, 32, 28, 24, 20, 16, 12, 8 mm. Với thời gian

đo là 1200s, và các thông số cài đặt quá trình đo như mục 2. Sau khi đo ta thu được phổ với các khoảng cách khác nhau, tiếp đó chúng tôi dùng phần mềm Genie-2k để xử lý tìm số hạt alpha phát ra được detector ghi nhận, đó cũng chính là diện tích đỉnh (số đếm).

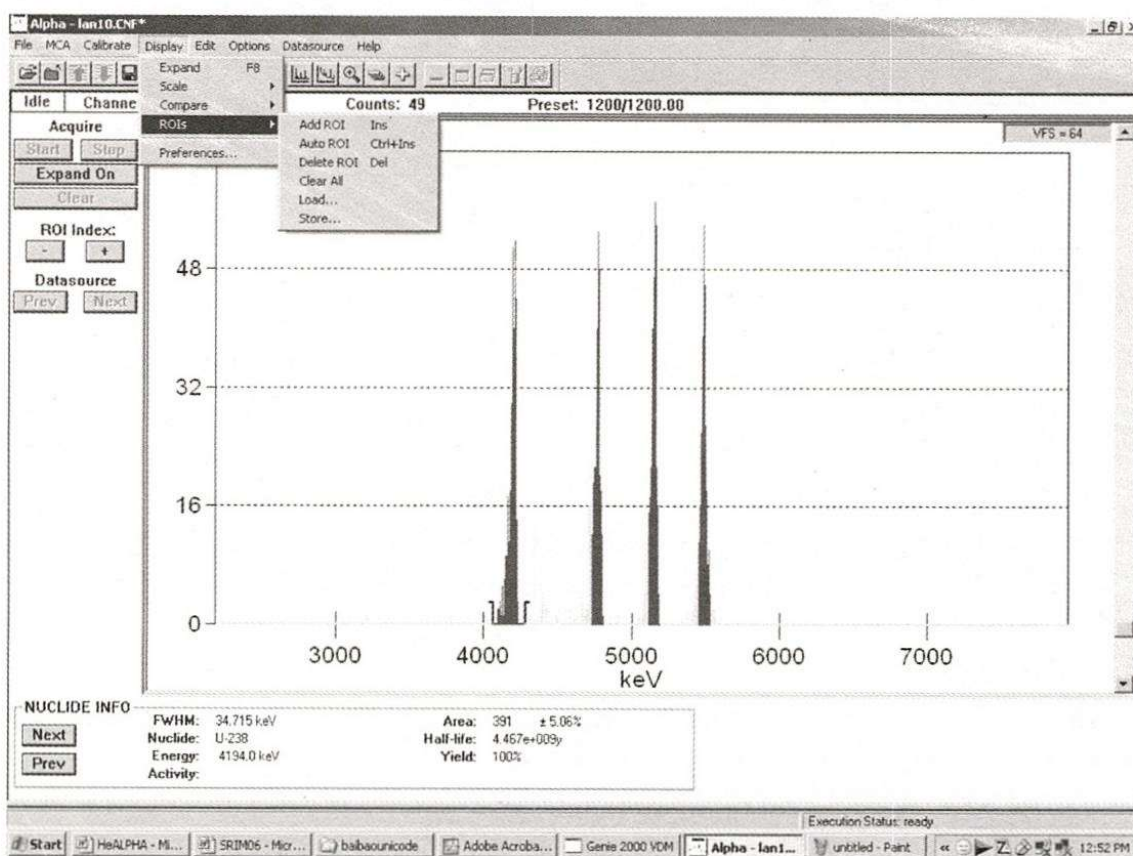
Sơ bộ các bước xử lý như sau:

Bước 1: Trước tiên mở File cần chuẩn và chuẩn năng lượng theo vị trí kênh

Bước 2: Sau đó ta tìm diện tích đỉnh (Số đếm vùng đỉnh) bằng cách dùng thanh chắn trên vùng phổ và chắn hai đầu từng vùng đỉnh với chú ý dãy năng lượng phát ra của U-238, U-234, Pu-239, Am-241. Vào Display -> ROIS -> Add ROIs, tương tự lần lượt thực hiện cả 4 đỉnh.

Bước 3. Dùng lệnh Next hoặc Prev để chuyển các mục trong Time Info góc dưới giao diện chính. Sau đó ghi lại số liệu diện tích trong mục Area, FWHM, Counts và Channel.

Từ đó chúng tôi thu được kết quả đo ứng với các đỉnh phổ U-238 (4184.3 keV), U-234 (4764.5keV), Pu-241 (5144.3 keV) và Am (5481.8 keV) tại các khoảng cách khác nhau ở bảng 2.

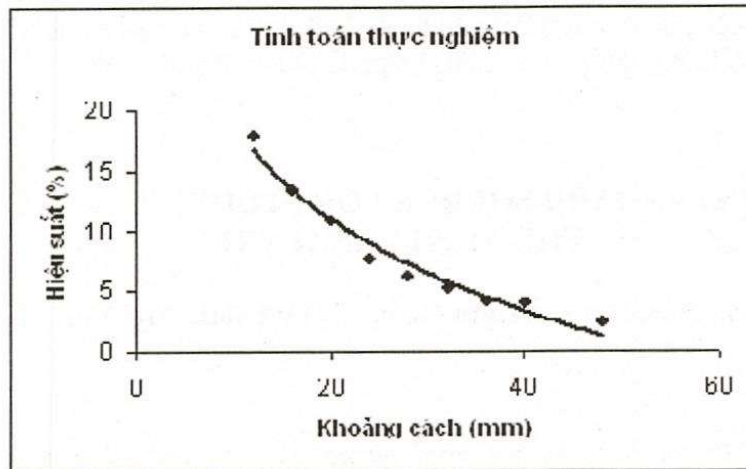


Hình 3. Các bước xử lý phổ đo được

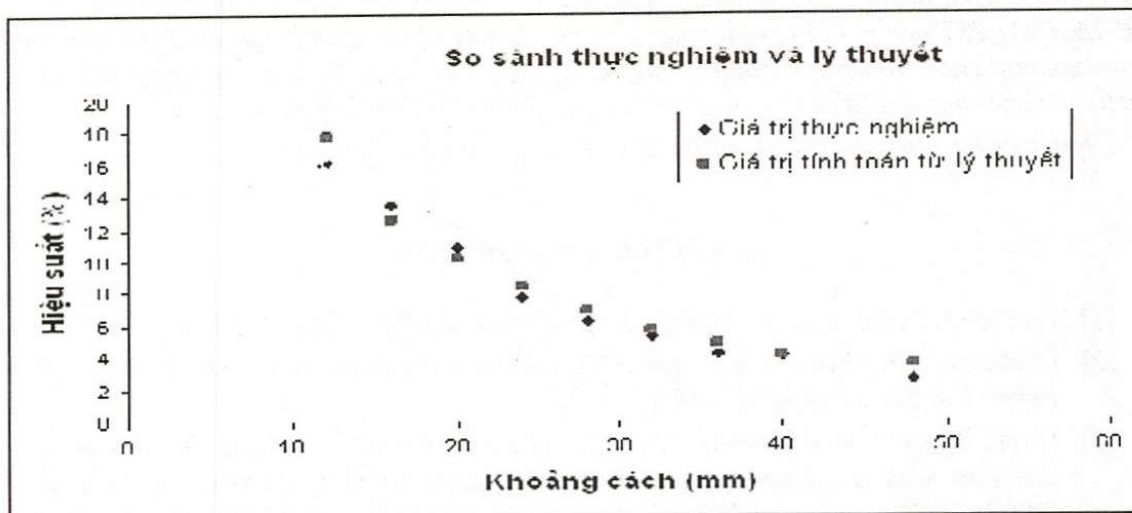
Kế tiếp chúng tôi thực hiện việc chuẩn hiệu suất theo năng lượng bằng phần mềm AAS ứng với các khoảng cách khác nhau của phổ đo, tính toán và thu được các giá trị hiệu suất sau khi chuẩn theo năng lượng theo khoảng cách khác nhau là khác biệt nhau. Tức là khoảng cách càng xa thì hiệu suất ghi nhận càng giảm mạnh.

Bảng 2. Giá trị thực nghiệm của hiệu suất theo khoảng cách

Khoảng cách (mm)	Hiệu suất đã chuẩn E_{ff} (%)
48	2.519
40	4.147
36	4.230
32	5.306
28	6.241
24	7.775
20	10.800
16	13.460
12	17.870



Hình 4. Sự phụ thuộc hiệu suất theo khoảng cách từ tính toán thực nghiệm



Hình 5. Sự so sánh giữa giá trị tính toán từ lý thuyết và giá trị thực nghiệm

4. ĐÁNH GIÁ VÀ KẾT LUẬN

Trong kết quả đo phổ của mẫu chuẩn theo khoảng cách kết quả nhận được khá phù hợp với tính toán lý thuyết. Tuy kết quả hiệu suất đo có sự sai khác nhỏ so với lý thuyết nguyên nhân do sai số trong phép đo vì năng lượng hạt bị nguồn hấp thụ dẫn đến số hạt alpha bị mất mát khi đến detector, sai sót trong bố trí thí nghiệm, môi trường trên thực tế chưa hút chân không 100%. Kết quả quy luật suy giảm hiệu suất đo theo khoảng cách nguồn tới detector đúng với lý thuyết. Khoảng cách tăng thì hiệu suất ghi giảm, khoảng cách gần thì hiệu suất tăng nhanh đều tiến tới gần 1. Hiệu suất tăng đột ngột với khoảng cách nhỏ hơn 28 mm, còn khoảng cách lớn hơn 28 mm thì hiệu suất giảm chậm và không đều. Điều này được giải thích nguyên nhân do khi ở khoảng cách xa thì hạt bị mất năng lượng lớn hơn, và do góc khối nhỏ nên số hạt đi vào bề mặt detector sẽ bị giảm đi, số hạt đi vào detector thất thường hơn, dẫn đến hiệu suất ghi tuyệt đối cũng không ổn định theo thời gian. Tuy nhiên chú ý là không được để nguồn quá gần detector vì nó gây ra sự chông chênh các đỉnh và tăng nhiễu, nên ta bỏ qua khe đo gần nhất.

Đối với hệ Alpha Analyst khoảng cách ghi tốt nhất của detector (với hiệu suất ghi của detector ổn định và kết quả tốt nhất) khi tiến hành đo đặc đối với mẫu chuẩn cũng như các mẫu phát alpha có hoạt độ tương đương với mẫu chuẩn là 8 mm đến 28 mm.

USING MIXED STANDARD SOURCE FOR STUDYING AND OPERATING THE ALPHA ANALYST

Le Cong Hao, Nguyen Dinh Gam, Ho Viet Sinh, Mai Van Nhon
University of Natural Sciences, VNU-HCM

ABSTRACT: *In this article, we used mixed alpha standard source (U238- U234- Pu239- Am241) for studying, operating the ALPHA ANALYST and dissecting the efficiency of Detector PIPS by doing experiment based on changing the space between detector and source. This result is conformable to our theory calculation. This is also the evidence to tell that our ALPHA ANALYST has got high efficiency and resolution which is appropriated for monitoring environmental radiation. Furthermore, this result can also be used to adjust equipments to get exactly measurement result in the monitoring environmental radiation.*

Key words: *Alpha particles, alpha spectroscopy, alpha spectrometer.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Canberra, *Passivated implanted planar silicon (PIPS) detectors*, (2004).
- [2]. Canberra, Application note, *Alpha PIPS detectors-properties and application*, (2004), (www.Canberra.com/products/497.)
- [3]. David Peter Louis Simons, *Data acquisition, detector technology and materials analysis with a scanning ion microprobe*, Eindhoven University of Technology, (1998), p.69.
- [4]. Trần Phong Dũng, Châu Văn Tạo, Nguyễn Hải Dương, *Phương pháp ghi bức xạ ion hoá*, NXB, Đại Học Quốc Gia Tp. Hồ Chí Minh, (2005).