

Phạm Quốc Hùng,
Bùi Văn Loát,
Nguyễn Thế Hùng

NGUYÊN TỬ SỐ HIỆU DỤNG (ĐỐI VỚI GAMMA) CỦA CÁC HỢP CHẤT

Trong nghiên cứu tính chất và phân tích các môi trường vật chất có thành phần hóa học phức tạp, nguyên tử số hiệu dụng (Z) là một trong những đặc trưng vật lý thường được quan tâm.

Sự khác nhau về nguyên tử số hiệu dụng giữa mẫu chuẩn và mẫu phân tích có thể dẫn đến sự mất chính xác đáng kể [1] của kết quả phân tích phóng xạ bằng phương pháp tương đối.

Trong phân tích huỳnh quang tia X kích thích bởi gamma, để nghiên cứu khắc phục hiệu ứng chất nền (matrix effects) gây bởi sự thay đổi thành phần hóa học của các mẫu, cần phải xác định nguyên tử số hiệu dụng các mẫu.

Nguyên tử số hiệu dụng của một chất không những chỉ phụ thuộc thành phần hóa học chất đó mà còn phụ thuộc vào năng lượng của gamma tương tác với nó.

Trong vùng năng lượng nhỏ ($10 \div 10^2$ KeV), khi tương tác với vật chất, bức xạ gamma bị làm yếu, cơ bản là do hấp thụ quang điện. Nguyên tử số hiệu dụng của một chất có thể tính theo các hệ thức lý thuyết [2] nếu biết rõ công thức hóa học của chất đó, nhưng điều này không thể thực hiện được đối với một chất bất kỳ có thành phần cấu tạo hóa học chưa xác định.

Bài này giới thiệu kết quả nghiên cứu nguyên tử số hiệu dụng (đối với gamma) của các hợp chất, phụ thuộc vào năng lượng của gamma tương tác với chúng.

THỰC NGHIỆM VÀ KẾT QUẢ

Nghiên cứu qui luật tương tác của bức xạ gamma trong vật chất cho thấy trong vùng năng lượng yếu (~ 100 KeV), bức xạ gamma "nhảy" đối với những thay đổi về thành phần hóa học của các chất.

Đã dùng gamma của các đồng vị ^{110m}Sn ($E_\gamma = 23,8$ KeV), ^{241}Am ($E_\gamma = 60$ KeV) và ^{57}Co ($E_\gamma = 123$ KeV).

Tạo các chùm gamma mảnh bởi các hệ chuẩn trực thích hợp và chọn hình học của phép đo để tránh tán xạ ngược từ môi trường xung quanh.

Khảo sát sự làm yếu của gamma sau khi truyền qua các chất: Na_2SO_4 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, V_2O_5 , MnO_2 , $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, CdBr_2 .

Ghi bức xạ gamma bằng đê-tec-tơ VAS-968 RFT dùng bản nhấp nháy $\text{NaI}(\text{Tl})$ loại mỏng

(2 × 25mm) và trung bình (25 × 25mm).

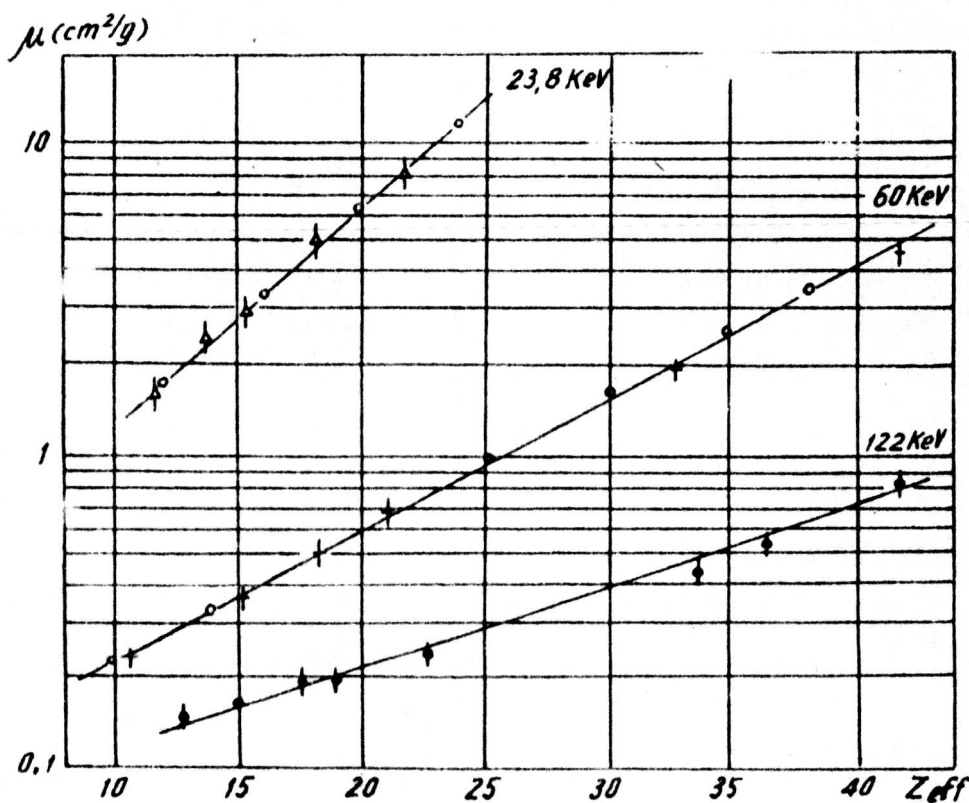
Dựa vào qui luật làm yếu của bức xạ gamma khi đi qua vật chất

$$I = I_0 e^{-\mu d}$$

trong đó I_0 và I là cường độ bức xạ trước và sau khi truyền qua vật chất có bề dày $d(\text{g/cm}^2)$, còn $\mu (\text{cm}^2/\text{g})$ là hệ số hấp thụ khối của vật chất đối với bức xạ đó.

Từ các kết quả đo, xác định hệ số hấp thụ μ của các chất trên đối với gamma của các đồng vị đã dùng.

Xây dựng các đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của hệ số μ vào nguyên tử số hiệu dụng Z_{eff} .



Trong các đồ thị trên, nếu năng lượng gamma E_γ lớn hơn biên hấp thụ (absorption edge) của mọi nguyên tố tạo thành hợp chất, các giá trị Z_{eff} được tính theo hệ thức lý thuyết [2].

$$Z_{eff} = \sqrt[3]{\frac{1}{\bar{m}} \sum q_i m_i Z_i^3}$$

trong đó q_i là hàm lượng tương đối của nguyên tố i tạo nên hợp chất có nguyên tử số Z_i và nguyên tử lượng A_i ; $m_i = Z_i/A_i$ và $\bar{m} = \sum q_i m_i$.

Nếu E_γ nằm trong vùng năng lượng bao gồm giữa các biên hấp thụ E_K và E_L của một nguyên tố thành phần nào đó của hợp chất thì trong biểu thức trên, Z của nguyên tố được thay bằng $Z/2$.

Cũng vậy, nếu $E_M < E_\gamma < E_L$ thì thay Z bằng $Z/3$, 48.

KẾT LUẬN

Độ chính xác của phương pháp phụ thuộc vào độ chính xác của các hệ số μ xác định từ thực nghiệm, chủ yếu là phụ thuộc vào hình học của phép đo đối với chùm tia gamma mảnh, đơn sắc.

Trong hệ tọa độ bán lôgarit, với phạm vi sai số cho phép, đồ thị $\mu = \mu(Z_{eff})$ là những đường thẳng. Những điểm ứng với các giá trị Z nguyên và các giá trị tương ứng μ tính theo lý thuyết [3] nằm trên các đường thẳng đó. Điều này kiểm tra sự phù hợp với thực nghiệm của các biểu thức lý thuyết tính Z_{eff} đã dùng và độ chính xác của các phép đo đã thực hiện.

Xây dựng bằng phương pháp thực nghiệm các hệ đồ thị chuẩn $\mu(Z_{eff})$ đối với các năng lượng khác nhau của gamma sẽ đáp ứng được một số yêu cầu của thực tế phân tích các mẫu vật có thành phần hóa học phức tạp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. A. L. Iakubovic: Iaderno. metodi anal. min. suria M., 1970.
2. E. P. Leman: Rontgenradio. metod oprob. mesto. sviet. i ried. metalov. Niedra, 1978.
3. E. P. Bertin: Principles and Practice of X. Ray Spectrometric Analysis. New York - London 1970.

Pham Quoc Hung et al.

THE EFFECTIVE ATOMIC NUMBER (FOR GAMMA RAY) Z_{eff} OF COMPOUNDS

The absorption coefficients μ of different chemical compounds for low-energy gamma were determined. The Z_{eff} were calculated and the graphs $\mu = \mu(Z_{eff})$ for several energy E_γ were presented.

Khoa Vật lý - ĐHTH Hà Nội