

BÀI THỰC TẬP 1

CĐ1

**CÁC HỆ ĐIỆN TỬ QUAN TRỌNG
TRONG THIẾT BỊ GHI ĐO BỨC XẠ HẠT NHÂN**

CBPT: Võ Hồng Hải

Nguyễn Quốc Hùng

1.1. Mục đích

Mục đích của bài thực tập này giúp sinh viên làm quen và nắm vững về nguyên tắc hoạt động cũng như vận hành một số module thiết bị điện tử của một hệ đo bức xạ hạt nhân; khảo sát xung điện tử được tạo thành sau detector qua các module bằng Oscilloscope; xác định một số thông số đặc trưng của các thiết bị điện tử. Sau khi thực tập, sinh viên có khả năng hiểu biết về sự hình thành xung điện tử và ghi nhận bức xạ của một hệ đo cơ bản.

1.2. Nguyên lý**1.2.1. Sơ lược về hệ đo bức xạ hạt nhân**

Đối với các hệ đo ghi nhận bức xạ hạt nhân, các đại lượng đo được như số đếm, phô năng lượng của bức xạ,... nhằm mục đích xác định các tính chất vật lý của nguồn như hoạt độ, suất liều, năng lượng bức xạ tối,... Một hệ đo bức xạ hạt nhân được thiết kế gồm có: đầu dò bức xạ (môi trường tương tác với bức xạ) và hệ thống thiết bị điện tử (xử lý xung tín hiệu điện từ đầu dò).

1.2.2. Các loại đầu dò bức xạ và thiết bị hiện tử

Môi trường làm đầu dò ghi nhận bức xạ thường gồm có 03 dạng cơ bản: môi trường khí (thông thường môi trường khí tro), vật liệu nháy nháy (vô cơ và hữu cơ) và vật liệu bán dẫn (Ge, Si,...). Việc sử dụng loại đầu dò bức xạ (khí, nháy nháy, bán dẫn) cũng như kích thước đầu dò phụ thuộc vào nhiều yếu tố như loại bức xạ (gamma, alpha, electron,...), vùng năng lượng quan tâm, đại lượng vật lý cần ghi đo (suất liều, năng lượng,...), giá thành,...

Hệ thống thiết bị điện tử có chức năng xử lý tín hiệu điện từ đầu dò bức xạ, để từ đó ghi nhận các thông tin như số đếm từ nguồn, năng lượng của bức xạ,... Đối với nguồn không quá mạnh, dạng tín hiệu điện từ đầu dò bức xạ thường có dạng xung tương ứng với mỗi tương tác của bức xạ. Độ rộng xung phụ thuộc vào loại đầu dò (từ nsec đến micro-sec); điện tích xung hay độ cao xung tương ứng với năng lượng của bức xạ để lại trong môi trường đầu dò. Sự tích lũy (hay còn gọi thống kê) số đếm xung hay độ cao của xung cho ta thông tin về độ mạnh (hoạt độ) của nguồn hay phô năng lượng của nguồn. Đối với hệ thống điện tử trong một hệ đo bức xạ thường

là tập hợp nhiều module được kết nối với nhau, ở đó mỗi module có một chức năng riêng biệt. Để các module có thể kết nối đồng bộ với nhau (đồng bộ về trở kháng, điện thế xung logic, connector, cable,...), các chuẩn NIM (Nuclear Instrument Module), CAMAC, VME được đưa ra và được sử dụng rộng rãi. Đối với chuẩn NIM, xung chuẩn logic gồm 02 dạng: Xung logic NIM dương (NIM-standard positive logic signal) và xung NIM logic âm (NIM-standard negative logic signal). Một số đặc trưng của chuẩn logic được trình bày ở trong bảng 1.1, dạng connector trình bày ở hình 1.1. Trong việc ghi nhận phổ năng lượng, thông thường, các bộ phân tích xung (Pulse Height Analysis-PHA) hay bộ phân tích đa kênh (Multi-Channel Analysis-MCA), ngưỡng thế hoạt động từ (0-10)Volt, và bộ số hóa ADC (bộ chuyển đổi tín hiệu tương tự thành số - Analog Digital Converter) có độ phân giải thông thường từ 8bits (256 kênh) đến 14bits (16.384 kênh).

Bảng 1. Một số đặc trưng của xung chuẩn NIM-logic

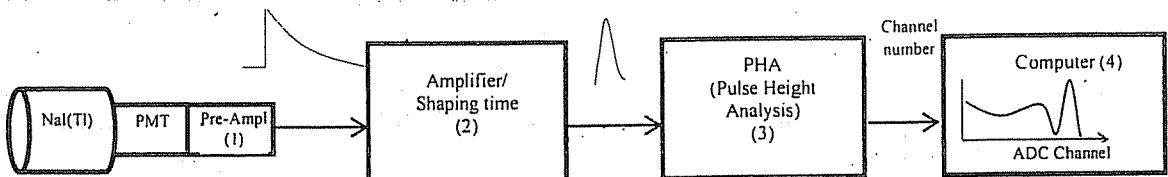
Đặc trưng	Xung NIM logic dương (NIM-standard positive logic)	Xung NIM logic âm (NIM-standard Negative logic)
Logic 1	+4 to +12 V	0,8 V
Logic 0	+1 to -2 V	0 V
Trở kháng	93 Ω	50 Ω
Connector, Cable	BNC	LEMO
Ứng dụng	Dùng trong tốc độ truyền xung tín hiệu thấp (<1MHz)	Dùng trong tốc độ truyền xung tín hiệu cao.

Hình 1.1: Connector chuẩn BNC và chuẩn LEMO

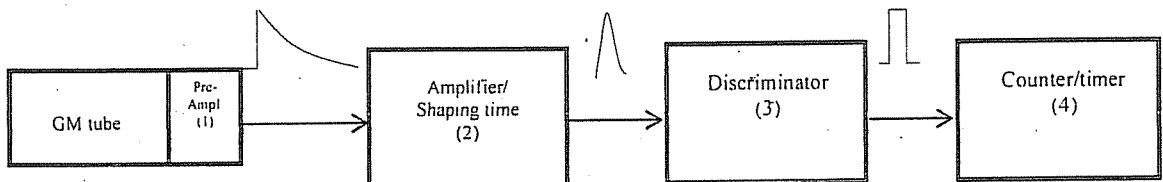
1.2.3. Hệ đo phổ gamma với đầu dò nháy NaI(Tl) và hệ đo số đếm

Đối với hệ đo phổ gamma sử dụng đầu dò nháy NaI(Tl), hình 1.2, các module điện tử gồm có tiền khuếch đại (Pre-Amplifier), khuếch đại (Amplifier/Shaping time), bộ phân tích xung (Pulse Height Analysis - PHA) hay bộ phân tích đa kênh MCA (Multi-Channel Analysis). Đối với hệ đo số đếm phóng xạ sử dụng đầu dò khí (ví dụ ống Geiger-Müller), hình 1.3, các bộ phận điện tử gồm có tiền khuếch đại, khuếch đại, bộ phân biệt xung (Discriminator), bộ đếm

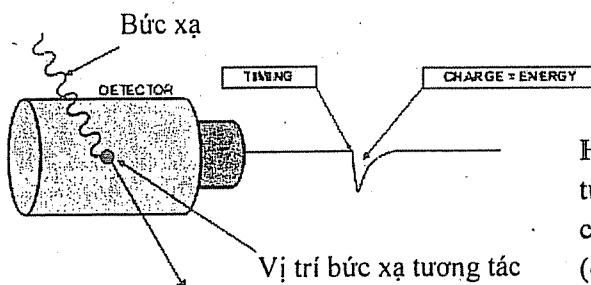
(Counter/Timer). Sự hình thành xung tín hiệu điện từ khi bức xạ tương tác với môi trường đầu dò (detector) và dạng tín hiệu xung điện từ qua từng thiết bị được minh họa như hình 1.4 và 1.5. Để nắm vững thêm cơ sở lý thuyết cũng như phương pháp, sinh viên nên tìm hiểu thêm tài liệu tham khảo [1] và [2].



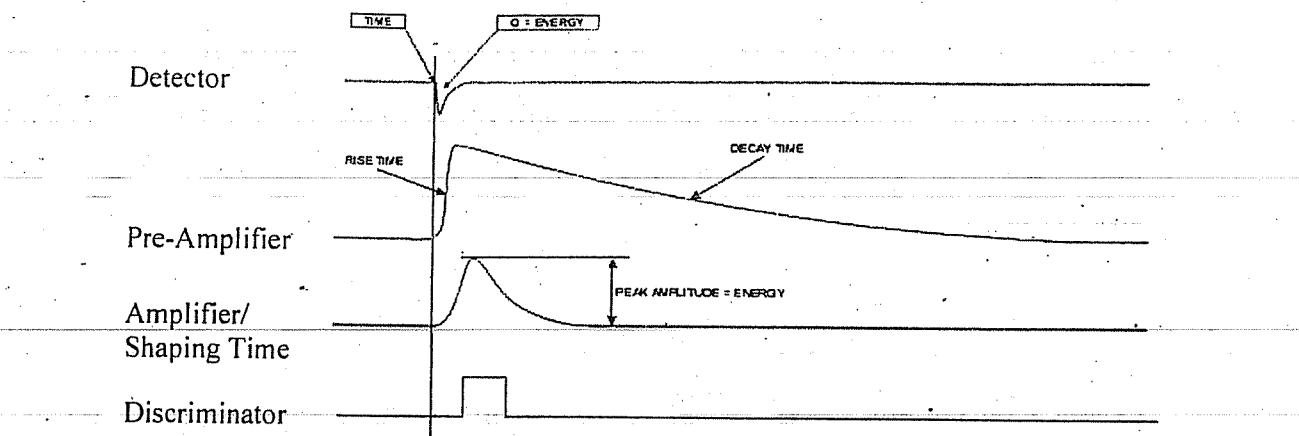
Hình 1.2: Hệ đo phổ gamma sử dụng đầu dò nháy vô cơ NaI(Tl). Hệ thống điện tử gồm (1) tiền khuếch đại (Pre-Amplifier), (2) khuếch đại (Amplifier/Shaping Time), (3) bộ phân tích độ cao xung (Pulse Height Analysis) và (4) máy tính ghi nhận phổ (Computer).



Hình 1.3: Hệ đo số đếm bức xạ sử dụng đầu dò khí. Hệ thống điện tử gồm (1) tiền khuếch đại (Pre-Amplifier), (2) khuếch đại (Amplifier/Shaping Time), (3) bộ phân biệt xung (Discriminator) và (4) bộ đếm xung (Counter/timer).



Hình 1.4: Sự hình thành xung tín hiệu điện tử từ đầu dò bức xạ (đầu dò nháy) khi có bức xạ tương tác với môi trường đầu dò (detector).



Hình 1.5: Dạng xung tín hiệu qua từng thiết bị điện tử

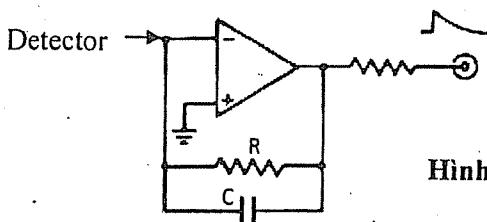
1.2.4. Các thiết bị điện tử

1.2.4.1. Tiền khuếch đại

Bộ tiền khuếch đại (Pre-Amplifier) có chức năng (1) lọc nhiễu (tức tăng tỉ số tín hiệu/nhiễu – signal-to-noise ratio) và (2) phối hợp trở kháng giữa đầu dò bức xạ (có trở kháng cao $\sim M\Omega$) và các thiết bị điện tử (có trở kháng thấp 93Ω hoặc 50Ω). Dạng xung tín hiệu lõi ra của tiền khuếch đại cho dạng hàm e-mũ với thời hằng (time constant) được tính theo công thức:

$$\tau = R.C \quad (1.1)$$

Thông thường τ có giá trị khoảng ($50 - 100$) μs .



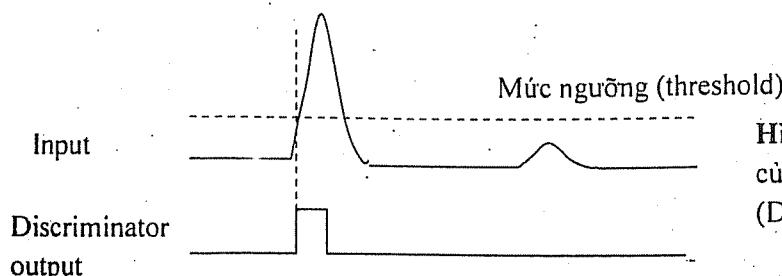
Hình 1.6: Sơ đồ khối của bộ tiền khuếch đại

1.2.4.2. Bộ khuếch đại

Bộ khuếch đại (Amplifier/Shaping Time) có chức năng (1) khuếch đại tín hiệu từ bộ tiền khuếch đại và (2) “nắn” xung (Shaping time) ngắn lại $\sim \mu s$ và có dạng giống dạng Gauss.

1.2.4.3. Bộ phân biệt xung

Bộ phân biệt xung (Discriminator) có chức năng tạo ra xung logic khi xung tới từ bộ khuếch đại lớn hơn mức ngưỡng (threshold).



Hình 1.7: Tín hiệu vào ra của bộ phân biệt xung (Discriminator)

1.3. Thực hành

Trong phần thực hành, sinh viên sẽ thực hiện thiết lập lên hệ đo, quan sát xung tín hiệu qua từng thiết bị module (tiền khuếch đại, khuếch đại, bộ phân biệt xung) bằng Oscilloscope; phân tích số liệu xác định một số thông số đặc trưng của một số thiết bị (thông số thời gian τ của bộ tiền khuếch đại, và vẽ histogram về độ cao xung từ bộ khuếch đại cho một số sự kiện ghi được).

1.3.1. Dụng cụ:

1. Máy phát xung vuông (có tần số thay đổi được từ vài Hz – 1000 Hz),
2. Đầu dò (đầu dò khí, đầu dò NaI(Tl)),
3. Một số module điện tử (bộ khuếch đại (Amplifier/Shaping time), bộ phân biệt xung (discriminator), bộ cao thế, ...),
4. Máy oscilloscope số,
5. Các loại cable (LEMO) và connector (LEMO, BNC, ...).

1.3.2. Các bước thực hành

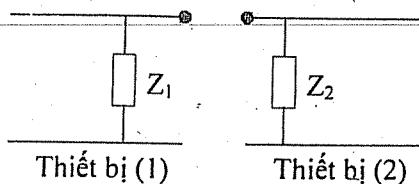
- 1- Sinh viên thực tập sẽ được hướng dẫn chi tiết về các nguyên tắc hoạt động của các module trong một hệ đo bức xạ hạt nhân (hệ đo số đếm GM và hệ đo phổ gamma NaI(Tl)), các chuẩn thiết bị điện tử NIM.
- 2- Thiết lập lên một hệ đo số đếm, hệ đo phổ gamma.
- 3- Thực hành quan sát xung điện tử qua các thiết bị như tiền khuếch đại, bộ khuếch đại, discriminator,... sử dụng thiết bị quan sát tín hiệu Oscilloscope.
- 4- Lưu một số xung tín hiệu (ví dụ: 3 sự kiện) từ thiết bị tiền khuếch đại và thiết bị khuếch đại sử dụng Oscilloscope số. (dùng để xác định thời gian của bộ tiền khuếch đại cũng như vẽ histogram độ cao xung của bộ khuếch đại)

1.4. Báo cáo kết quả

1.4.1. Trả lời lý thuyết

1. Trình bày ngắn gọn nguyên lý hoạt động của hệ đo phổ gamma (hình 1.2).
-
.....
.....

3. Hãy phối hợp trở kháng giữa thiết bị (1) có trở kháng $Z_1 = 50\Omega$ kết nối với thiết bị (2) có trở kháng $Z_2 = 1M\Omega$. (Vẽ trực tiếp lên hình)



1.4.2. Phân tích số liệu

Từ file số liệu có được, sử dụng phần mềm Excel, hoặc Origin để xử lý hay vẽ histogram.

1. Vẽ hình cho 03 xung sự kiện ghi được từ thiết bị tiền khuếch đại (Pre-Amplifier) và bộ khuếch đại (Amplifier). (Vẽ 03 xung vẽ trên 1 đồ thị đối với thiết bị tiền khuếch đại, và 03 xung trên 1 đồ thị đối với thiết bị khuếch đại).

2. Dựa vào số liệu đo được xung tín hiệu từ tiền khuếch đại (Pre-amplifier) của detector nháy NaI(Tl), hãy thời hằng (time constant) của bộ tiền khuếch đại:

Xung 1: $\tau =$

Xung 2: $\tau =$; $\bar{\tau} \pm \Delta \tau =$

Xung 3: $\tau =$

3. Dựa vào số liệu đo được xung tín hiệu từ Amplifier, hãy cho biết xung đó ở vị trí kênh (ADC channel) nào. Vẽ histogram theo kênh của 03 sự kiện này.

Độ cao xung (kênh)
-
-
-

Vẽ histogram:

Tài liệu tham khảo:

- [1] Trần Phong Dũng, Châu Văn Tạo, Nguyễn Hải Dương, *Phương pháp ghi bức xạ ion hóa*, Nhà xuất bản Đại học Quốc Gia (2005).
- [2] William R. Leo, *Techniques for nuclear and particle physics experiments*, Second revised edition, Springer Verlag (1994).

BÀI THỰC TẬP 2

CĐI

**KHẢO SÁT ĐẶC TRƯNG ĐÉM VÀ XÁC ĐỊNH
VÙNG LÀM VIỆC CỦA DETECTOR CHÚA KHÍ**

CBPT: Võ Hồng Hải

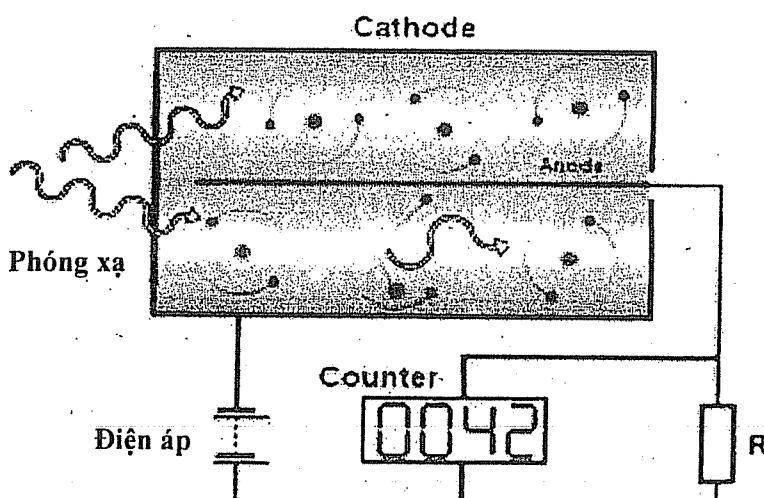
Nguyễn Quốc Hùng

2.1. Mục đích

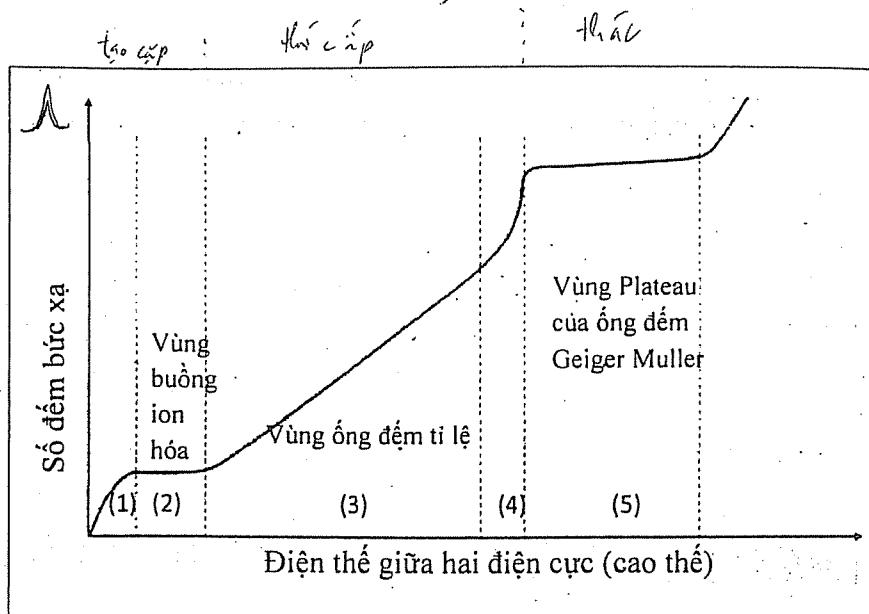
Mục đích của bài thí nghiệm này là giúp sinh viên làm quen với óng đếm Geiger Muller (một loại detector chứa khí) và xác định vùng điện áp làm việc của nó.

2.2. Nguyên lý

Óng đếm Geiger Muller bao gồm hai điện cực và chất khí làm việc với áp suất cho trước giữa hai điện cực. Điện cực âm bên ngoài thường là hình trụ, trong khi bên trong điện cực dương là một sợi dây mỏng ở vị trí trục của hình trụ. Những hạt mang điện khi đi qua óng đếm sẽ tạo nên những cặp ion – electron tự do. Giữa hai điện cực được duy trì một giá trị hiệu điện thế V (hiệu điện áp nuôi) để tạo ra một điện trường E có tác dụng dịch chuyển các ion và các electron tự do về hai phía điện cực tương ứng. Sự hội tụ các điện tích về các điện cực làm xuất hiện tín hiệu điện ở mạch ngoài, biên độ xung điện thường lớn hơn $1(V)$. Các xung điện này đủ lớn để bộ đếm xung (counter) thực hiện đếm các xung tín hiệu sau khi qua bộ chuyển đổi xung (hình 2.1).



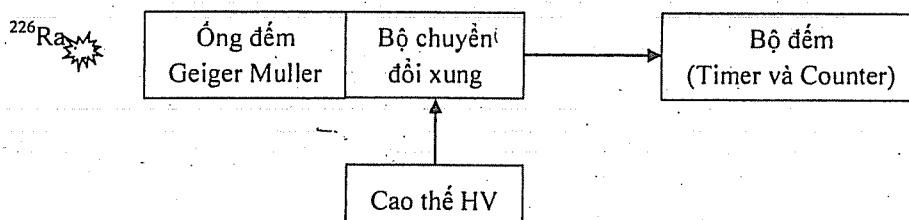
Hình 2.1: Nguyên lý hoạt động của óng đếm Geiger Muller



Hình 2.2: Sự phụ thuộc của số đếm bức xạ ion hóa vào điện thế.

Sự phụ thuộc của số đếm xung tín hiệu (số đếm bức xạ đi vào ống đếm) vào điện áp giữa hai điện cực như hình 2.2. Khi điện áp thấp (vùng 1), điện trường trong ống đếm yếu nên các e^- , iôn(+) có thể tái hợp làm cho số cặp e^- , iôn(+) về góp ở các điện cực nhỏ hơn số cặp tạo ra. Sự tái hợp giảm đi theo sự tăng của điện áp nuôi nên biên độ xung cũng tăng dần theo điện áp. Dưới điện trường đủ mạnh (vùng 2) có thể bỏ qua sự tái hợp nên gần đúng coi lượng điện tích đến góp ở điện cực bằng lượng điện tích tạo ra hay tốc độ tạo cặp e^- , iôn(+) là hằng số. Vì vậy biên độ xung ra sẽ đạt giá trị bão hòa. Vùng (2), là vùng làm việc của buồng iôn hóa. Nếu tiếp tục tăng điện áp nuôi, điện trường trong ống đếm sẽ mạnh lên. Các electron, do khối lượng nhỏ, khi chuyển động trong điện trường mạnh sẽ thu được năng lượng lớn có thể đủ để iôn hóa các phân tử khí khác (iôn hóa thứ cấp). Vì thế số e^- đến anot được nhân lên. Ta nói rằng ống đếm có sự khuếch đại khí. Nhờ quá trình này, biên độ xung lồi ra tăng lên. Sự khéch đại khí trong vùng (3) có đặc điểm tuyến tính. Nghĩa là, lượng điện tích được góp, tức biên độ xung, tỷ lệ tuyến tính với số cặp (e^- , iôn(+)) tạo ra ban đầu. Đây là vùng làm việc của ống đếm tỷ lệ. Khi tăng điện áp nuôi thêm nữa (vùng 4), sự khuếch đại khí trở nên càng mạnh hơn, một lượng lớn các phân tử dẫn (e^-) châm hơn, còn đang trên đường tới catot. Sự có mặt một lượng lớn các điện tích (iôn(+)) châm phân tán trong khoảng không gian giữa hai cực (giống như đám mây mang điện dương) sau mỗi lần có hạt bức xạ rơi vào ống đếm sẽ làm méo điện trường và do đó kìm hãm sự iôn hóa thứ cấp tiếp theo. Kết quả là sự khuếch đại khí không còn tuyến tính nữa. Vùng (4) gọi là vùng tỷ lệ hạn chế. Trong vùng (5), điện trường rất mạnh khiến cho quá trình iôn hóa thứ cấp trở nên

chiếm ưu thế hoàn toàn. Nhờ đó các e^- trên đường tới anode được nhân lên rất mạnh thành dòng thác e^- . Mỗi e^- trong thác lại có thể khởi động một thác khác, nên chỉ sau một thời gian rất ngắn, ống đếm bị phóng điện. Đặc điểm của vùng (5) sự khuếch đại khí rất mạnh, do các quá trình ion hóa thứ cấp chi phối và nó xảy ra bất chấp số cặp (e^- , iôn $+$) tạo ra ban đầu là bao nhiêu. Vì vậy, xung ra gần như có cùng biên độ và không phản ánh bất cứ tính chất nào của hạt. Cùng với quá trình phát triển thác, đám mây dày đặc tích điện dương sẽ làm giảm nghiêm trọng điện trường trong ống đếm. Do đó, sự phát triển thác sẽ bị hạn chế đi đến kết thúc (trong những điều kiện nhất định). Đây là vùng làm việc của ống đếm Geiger Muller tự tắt. Đối với ống đếm Geiger Muller có một vùng điện áp hoạt động mà khi tăng điện áp số đếm tăng không đáng kể gọi là vùng Plateau. Người ta thường chọn vùng làm việc của ống đếm Geiger Muller trong khoảng 50%-70% của vùng Plateau (tính từ điểm bên trái vùng Plateau). Khảo sát sự phụ thuộc của số đếm vào điện áp nuôi sẽ cho ta biết vùng điện áp làm việc của ống đếm Geiger Muller.



Hình 2.3: Sơ đồ hệ đếm dùng ống đếm Geiger Muller

2.3. Thực hành:

2.3.1. Dụng cụ:

- Nguồn phóng xạ ^{226}Ra có độ phóng xạ $9\mu\text{Ci}$.
- Hệ đếm Geiger Muller: ống đếm Geiger Muller, bộ biến đổi xung và bộ đếm xung.

2.3.2. Các bước thực hành:

1. Quan sát sơ đồ hệ đếm dùng ống đếm Geiger Muller như hình 2.3.
2. Kiểm tra và chỉnh cao thế HV về 0. Thiết lập thời gian đo dài khoảng 10 phút.
3. Đặt nguồn phóng xạ ^{226}Ra trên giá đỡ ống đếm Geiger Muller.
4. Bật cao thế, bấm nút start và tăng dần cao thế cho đến khi thấy tốc độ đếm tăng đáng kể (khoảng 5 số đếm/giây) ghi nhận giá trị cao thế ban đầu là V_1 .
5. Thiết lập lại thời gian đo là 60 giây. Lần lượt đo số đếm khi tăng dần cao thế lên đến $V_{max} = 600(V)$, bước nhảy $20(V)$. Thực hiện đo 3 lần lấy trung bình cho mỗi mức cao thế.

6. Ghi giá trị số đếm trung bình tương ứng từng mức cao thế vào bảng số liệu và vẽ đồ thị để xác định vùng làm việc của ống đếm Geiger Muller.

2.4. Báo cáo kết quả:

2.4.1. Lập bảng số liệu số đếm N và cao thế V

V	V _t =							V _{max} =600(V)
N								

2.4.2. Vẽ đường biểu diễn sự phụ thuộc số đếm N vào cao thế V.

2.4.3. Xác định vùng Plateau, từ đó kết luận vùng điện thế làm việc của ống đếm Geiger Muller.

Tài liệu tham khảo:

- [1] Trần Phong Dũng, Châu Văn Tạo, Nguyễn Hải Dương (2005), Phương pháp ghi bức xạ ion hóa, Nhà xuất bản Đại Học Quốc Gia TP Hồ Chí Minh.
- [2] www3.nd.edu/~wzech/Application-Note-AN34-Experiments-Nuclear-Science-Experiment-2.pdf

BÀI THỰC TẬP 3

CĐ1

XÁC ĐỊNH TỐC ĐỘ ĐÉM VÀ SAI SỐ

CBPT: Trần Nguyễn Thùy Ngân

Nguyễn Thị Cẩm Thu

3.1. Mục đích

Bài thực tập nhằm mục đích giúp sinh viên làm quen và thực tập trên hệ đo và nguồn phóng xạ, từ số đếm ghi nhận được từ hệ đo xác định được tốc độ đếm và tính toán sai số tương ứng.

3.2. Nguyên lý

Trong việc xác định tốc độ đếm thật của nguồn phóng xạ người ta thường chú ý tới hai hiệu ứng:

- Thứ nhất là hiệu ứng phóng vì vậy cần phải xác định số đếm khi chưa có nguồn.
- Thứ hai là các quá trình phóng xạ mang tính thống kê. Ví dụ một nguồn phóng xạ có cường độ phóng xạ không đổi trong khoảng thời gian Δt với các xác suất khác nhau có thể xảy ra N_1, N_2, \dots, N_i phân rã. Hiệu ứng phóng cũng tuân theo quy luật thống kê.

Đối với số đếm nhỏ thì các số đếm tuân theo phân bố Poission, tức là xác suất để cho một phép đo có một giá trị N_i nào đó là:

$$P(N_i) = \frac{\bar{N}^{N_i} e^{-\bar{N}}}{N_i!} \quad (3.1)$$

trong đó $\bar{N} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k N_i$ là số đếm trung bình sau k lần đo.

Nhưng một cách chính xác thì hàm phân bố này chỉ đúng cho hiệu ứng phóng. Khi N_i rất lớn ($N > 20$) thì phân bố Poisson chuyển thành phân bố Gauss:

$$P(N_i) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(N_i - \bar{N})^2}{2\sigma^2}} \quad (3.2)$$

Trong đó σ là độ lệch chuẩn được tính bởi công thức $\sigma = \sqrt{N}$ hoặc theo công thức tổng quát:

$$\sigma^2 = \frac{1}{k-1} \sum_{i=1}^k (N_i - \bar{N})^2 \quad (3.3)$$

Để xác định tốc độ đếm thật của nguồn phóng xạ và tính toán sai số trước hết chúng ta cần xác định số đếm trung bình:

$$\bar{N} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k N_i \text{ và } \bar{N}_p = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k N_{pi} \quad (3.4)$$

với N_i và N_{pi} lần lượt là số đếm khi có nguồn và số đếm phóng ở lần đo thứ i..

Tốc độ đếm thật của nguồn được tính bởi:

$$\bar{n}_s = \bar{n} - \bar{n}_p = \frac{\bar{N}}{t} - \frac{\bar{N}_p}{t_p} \quad (3.5)$$

Theo công thức truyền sai số ta có:

$$\Delta \bar{n}_s = \sqrt{(\Delta \bar{n})^2 + (\Delta \bar{n}_p)^2} \quad (3.6)$$

ở đây $\Delta \bar{n} = \frac{\Delta \bar{N}}{t}$ và $\Delta \bar{n}_p = \frac{\Delta \bar{N}_p}{t}$ (3.7)

với $\Delta \bar{N} = \sigma_{\bar{N}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (N_i - \bar{N})^2}{k(k-1)}}$ và $\Delta \bar{N}_p = \sigma_{\bar{N}_p} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (N_{pi} - \bar{N}_p)^2}{k(k-1)}}$ (3.8)

Sử dụng công thức (3.4), (3.5), (3.6) ta thu được tốc độ đếm thật của nguồn bằng:

$$\bar{n}_s = \bar{n} - \bar{n}_p \pm \Delta \bar{n}_s \quad (3.9)$$

3.3. Thực hành:

3.3.1. Dụng cụ:

- Hệ ghi đo bức xạ

- Nguồn ^{226}Ra , ^{60}Co

3.3.2. Các bước thực hành:

- Khởi động hệ đo theo hướng dẫn của cán bộ phụ trách. Cho hệ đo tự ổn định trong 5 phút sau đó xác định các thông số làm việc của đầu dò.
- Tiến hành 10 phép đo phóng trong điều kiện như nhau trong khoảng thời gian 30 giây cho mỗi phép đo phóng để có được dãy số đếm phóng N_{pi} .
- Tiến hành 10 phép đo cho từng nguồn phóng xạ trong điều kiện hình học giống như đo phóng trong khoảng thời gian 30 giây cho mỗi phép đo để có được dãy số đếm nguồn N_i .
- Tính tốc độ đếm thật trung bình của nguồn với sai số tương ứng theo các công thức đã trình bày trong phần 3.2.

3.4. Báo cáo kết quả:

Nguồn ^{226}Ra thời gian đo.....

Nguồn ^{60}Co thời gian đo.....

3.4.1. Bảng số liệu:

STT	N_p	N	$(N_{p_i} - \bar{N}_p)^2$	$(N_i - \bar{N})^2$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
TB				

3.4.2. Trình bày tốc độ đếm trung bình của phông và nguồn.

3.4.3. Trình bày kết quả sai số theo các công thức (3.6), (3.7) và (3.8).

3.4.4. Trình bày kết quả tính tốc độ đếm thật trung bình của nguồn theo công thức (3.9).

Tài liệu tham khảo

[1] Trần Phong Dũng, Châu Văn Tạo, Nguyễn Hải Dương (2005), *Phương pháp ghi bức xạ ion hóa*, NXB Đại học Quốc gia Tp. HCM.

[2] Trương Thị Hồng Loan (2006), *Giáo trình các phương pháp thống kê đánh giá số liệu thực nghiệm*, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Tp. HCM.

BÀI THỰC TẬP 4

CĐ1

PHÂN BỐ THÔNG KÊ TRONG PHẬN RÃ PHÓNG XẠ

CBPT: Nguyễn Thị Cẩm Thu

Nguyễn Hoàng Anh

4.1. Mục đích

Khảo sát các quy luật phân bố thống kê Poisson và Gauss trong phép đo số đếm phóng xạ.

4.2. Nguyên lý

Phân rã phóng xạ là một hiện tượng ngẫu nhiên, ta không thể biết trước được một hạt nhân phân rã chính xác vào lúc nào. Nhưng nếu lấy một số vô cùng lớn đối tượng quan sát thì hiện tượng phân rã tuân theo một quy luật nhất định gọi là quy luật thống kê. Quy luật thống kê cho phép xác định xác suất xảy ra một sự kiện nào đó trong khoảng thời gian ngắn. Trong quá trình phân rã hạt nhân, những giá trị xác định được của một đại lượng nào đó – cường độ nguồn phóng xạ chẳng hạn – luôn luôn thăng giáng quanh một giá trị trung bình theo một quy luật thống kê nhất định. Sự thăng giáng này gắn liền với bản chất của quá trình không thể loại trừ được cả khi có dụng cụ đo hoàn hảo nhất. Dạng của quy luật này phụ thuộc vào tính chất của quá trình khảo sát.

Trong đo lường phóng xạ, sự phân rã hạt nhân tuân theo quy luật thống kê Poisson hoặc Gauss.

Nếu số đếm trung bình nhỏ hơn 20 thì sự phân rã hạt nhân sẽ tuân theo quy luật thống kê Poisson. Xác suất xảy ra số đếm n_i trong một lần đo nào đó trong thời gian đo:

$$P(n_i) = \frac{\bar{n}^{n_i} \cdot \exp(-\bar{n})}{n_i!} \quad (4.1)$$

trong đó $\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i}{k}$ là số đếm trung bình trong k lần đo.

Nếu số đếm trung bình lớn hơn 20 thì sự phân rã hạt nhân sẽ tuân theo quy luật thống kê Gauss. Xác suất xảy ra số đếm n_i trong một lần đo nào đó trong thời gian đo:

$$P(n_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\bar{n}}} \cdot \exp\left(-\frac{(n_i - \bar{n})^2}{2\bar{n}}\right) \quad (4.2)$$

4.3. Thực hành

4.3.1. Dụng cụ:

- Hệ đếm phóng xạ Geiger – Muller.
- Nguồn phóng xạ.

4.3.2. Các bước thực hành:

Trước khi cắm điện, kiểm tra cao thế đảm bảo cao thế của máy ở giá trị 0

Bước 1: Cắm điện, bật hệ máy Geiger – Muller.

Bước 2: Bật cao thế, xoay nút chỉnh cao thế đến giá trị mong muốn, cho hệ đo tự ổn định trong 5 phút. Chú ý mỗi lần xoay chỉ tăng lên khoảng 20V.

Bước 3: Đặt thời gian cho phép đo.

4.4. Báo cáo kết quả

4.4.1. Khảo sát phân bố Poisson

Thời gian đo:

a. Đo 200 lần phóng phóng xạ, thời gian đo mỗi lần là 10 giây để số đếm nhận được là nhỏ.

b. Lập bảng 1:

Số đếm	Tần số thực nghiệm	Xác suất thực nghiệm	Xác suất lý thuyết theo (4.1)

c. Vẽ đồ thị xác suất thực nghiệm và xác suất lý thuyết theo số đếm trên cùng một đồ thị.

Nhận xét và rút ra kết luận.

4.4.2. Khảo sát phân bố Gauss

Nguồn: Hoạt độ:

Thời gian đo:

Lặp lại các bước thí nghiệm trên với 200 phép đo nguồn phóng xạ trong thời gian dài hơn để có số đếm lớn hơn 20. Lập bảng 2 tương tự bảng 1 với xác suất lý thuyết bây giờ được tính theo phân bố Gauss (4.2). Vẽ đồ thị, nhận xét và rút ra kết luận.

Tài liệu tham khảo

- [1] Trương Thị Hồng Loan (2013), *Xử lý thống kê số liệu thực nghiệm hạt nhân*, Tài liệu lưu hành nội bộ.
- [2] Trần Phong Dũng, Châu Văn Tạo, Nguyễn Hải Dương (2002), *Phương pháp ghi nhận bức xạ ion hóa*, NXB Đại học Quốc gia TP HCM.

BÀI THỰC TẬP 5

CĐI

TỐI UU HÓA THỜI GIAN ĐO

CBPT: Trần Duy Tập

Nguyễn Thị Cẩm Thu

5.1. Mục đích

Bài thực tập này giúp sinh viên hiểu rõ ý nghĩa của xác định thời gian đo tối ưu để thiết lập thời gian đo của hệ sao cho tốc độ đếm thật từ nguồn có sai số tối thiểu thông qua ứng dụng nguyên lý truyền sai số.

5.2. Nguyên lý**5.2.1. Nguyên lý truyền sai số**

Nếu $x, y, z \dots$ là các số đo trực tiếp hoặc là các biến liên hệ với độ lệch chuẩn tương ứng là $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z \dots$ thì độ lệch chuẩn của bất kỳ đại lượng u nào rút ra từ các đại lượng này đều có thể được tính theo công thức:

$$\sigma_u^2 = \left(\frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 \sigma_x^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y} \right)^2 \sigma_y^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 \sigma_z^2 + \dots \quad (5.1)$$

trong đó $u = u(x, y, z, \dots)$. Phương trình (5.1) là công thức truyền sai số được áp dụng trong thực nghiệm đo đếm bức xạ hạt nhân. Sau đây sẽ áp dụng công thức (5.1) cho một số trường hợp.

Tổng hoặc hiệu của các số đếm

$u = x + y$ hoặc $u = x - y$, áp dụng phương trình (5.1) ta có:

$$\sigma_u = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} \quad (5.2)$$

Nhân hoặc chia bởi một hằng số

$u = Ax$ hoặc $u = x/B$, tương tự áp dụng phương trình (5.1) ta có:

$$\sigma_u = A\sigma_x \text{ hoặc } \sigma_u = \sigma_x/B \quad (5.3)$$

Tích hoặc thương các số đếm

Hàm tích: $u = xy$, ta có:

$$\sigma_u^2 = y^2\sigma_x^2 + x^2\sigma_y^2 \quad (5.4)$$

Chia hai vế phương trình trên cho $u^2 = x^2y^2$, ta có:

$$\left(\frac{\sigma_u}{u} \right)^2 = \left(\frac{\sigma_x}{x} \right)^2 + \left(\frac{\sigma_y}{y} \right)^2 \quad (5.5)$$

Hàm thương: $u = x/y$, ta có:

$$\sigma_u^2 = \left(\frac{1}{y}\right)^2 \sigma_x^2 + \left(-\frac{x}{y^2}\right)^2 \sigma_y^2 \quad (5.6)$$

Chia hai vế phương trình trên bởi $u^2 = x^2/y^2$, ta có:

$$\left(\frac{\sigma_u}{u}\right)^2 = \left(\frac{\sigma_x}{x}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_y}{y}\right)^2 \quad (5.7)$$

Trị trung bình của các số đếm độc lập

Giả sử chúng ta thực hiện N lần đếm một nguồn phóng xạ với thời gian đếm như nhau. Các kết quả của N lần đếm này là x_1, x_2, \dots, x_N và tổng của chúng gọi là Σ . Ta có:

$$\sum = x_1 + x_2 + \dots + x_N \quad (5.8)$$

Áp dụng công thức truyền sai số (5.1), ta có:

$$\sigma_{\Sigma}^2 = \sigma_{x_1}^2 + \sigma_{x_2}^2 + \dots + \sigma_{x_N}^2 \quad (5.9)$$

Nhưng bởi vì $\sigma_{x_i} = \sqrt{x_i}$ đối với mỗi số đếm x_i độc lập, nên:

$$\sigma_{\Sigma}^2 = x_1 + x_2 + \dots + x_N = \Sigma \quad (5.10)$$

Suy ra,

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\Sigma} \quad (5.11)$$

Tiếp theo ta tính giá trị trung bình của N phép đo độc lập:

$$\bar{x} = \frac{\sum}{N} \quad (5.12)$$

Áp dụng công thức (5.3) ta có:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma_{\Sigma}}{N} = \frac{\sqrt{\Sigma}}{N} = \frac{\sqrt{N\bar{x}}}{N} = \sqrt{\frac{\bar{x}}{N}} \quad (5.13)$$

5.2.2. Áp dụng nguyên lý truyền sai số tính thời gian đo tối ưu

Gọi n_s là tốc độ đếm thật của nguồn và n_p là tốc độ đếm phóng thì n_s được xác định bằng cách đo số đếm tổng của nguồn kèm theo phóng trong khoảng thời gian T_{s+p} trừ đi số đo riêng phóng trong khoảng thời gian T_p . Tức là ta có:

$$n_s = \frac{N}{T_{s+p}} - \frac{N_p}{T_p} \quad (5.14)$$

$$\text{hay } n_s = \bar{n} - \bar{n}_p$$

trong đó, N là số đếm tổng của nguồn và phông, N_p là số đếm phông.

Theo nguyên lý truyền sai số ta có:

$$\sigma_{n_s} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_N}{T_{s+p}}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{N_p}}{T_p}\right)^2} \quad (5.15)$$

Suy ra $\sigma_{n_s} = \sqrt{\frac{N}{T_{s+p}^2} + \frac{N_p}{T_p^2}}$ hay $\sigma_{n_s} = \sqrt{\frac{\bar{n}}{T_{s+p}^2} + \frac{\bar{n}_p}{T_p^2}}$ (5.16)

Nếu tổng thời gian $T = T_{s+p} + T_p$ là không đổi khi thực hiện các phép đo nguồn và phông thì độ bất định ở trên có thể cực tiểu hóa bằng cách lựa chọn tối ưu hệ số T theo T_{s+p} hoặc T_p . Thật vậy, bình phương và lấy vi phân hai về phương trình (5.16) ta có:

$$2\sigma_{n_s} d\sigma_{n_s} = -\frac{\bar{n}}{T_{s+p}^2} dT_{s+p} - \frac{\bar{n}_p}{T_p^2} dT_p \quad (5.17)$$

Đặt $d\sigma_{n_s} = 0$ để thu được điều kiện tối ưu. Vì T là hằng số nên $dT_{s+p} + dT_p = 0$. Vậy mối quan hệ giữa T_{s+p} và T_p để cho sai số của phép đo tốc độ đếm thật là nhỏ nhất có thể thu được từ điều kiện:

$$\left. \frac{T_{s+p}}{T_p} \right|_{opt} = \sqrt{\frac{\bar{n}}{\bar{n}_p}} \quad (5.18)$$

Gọi $\varepsilon = \sigma_{n_s}/n_s$ là độ lệch chuẩn tỷ đối của tốc độ đếm thật từ nguồn. Giả sử rằng tỷ số thời gian đo tối ưu trong phương trình (5.18) được lựa chọn thì việc kết hợp các phương trình (5.16) và (5.18) sẽ thu được một biểu thức của hệ số T dưới dạng độ lệch chuẩn tỷ đối của tốc độ đếm thật từ nguồn:

$$\frac{1}{T} = \varepsilon^2 \frac{\left(\bar{n} - \bar{n}_p\right)^2}{\left(\sqrt{\bar{n}} + \sqrt{\bar{n}_p}\right)^2} \quad (5.19)$$

Công thức (5.19) giúp ta xác định tổng thời gian đo cần thiết với độ chính xác định trước thông qua ε .

Nếu $\bar{n} \gg \bar{n}_p$ thì phương trình (5.19) được viết lại dưới dạng:

$$\frac{1}{T} \approx \varepsilon^2 \bar{n} \quad (5.20)$$

Trong trường hợp này, ảnh hưởng thống kê của phông là không đáng kể.

5.3. Thực hành

5.3.1. Dụng cụ:

- Hệ ghi phóng xạ
- Nguồn phóng xạ Ra²²⁶

5.3.2. Các bước thực hành:

Xác định độ lệch chuẩn tỷ đối

- Tiến hành 10 phép đo phóng trong điều kiện như nhau trong khoảng thời gian $T_p = 30$ giây cho mỗi phép đo để có được dãy số đếm phóng N_{p_i} .

- Tiến hành 10 phép đo với nguồn phóng xạ trong khoảng thời gian $T_{s+p} = 30$ giây cho mỗi phép đo để có được dãy số đếm nguồn N_i .

- Xác định độ lệch chuẩn tỉ đối ε_1 .

Xác định thời gian đo tối ưu của số đếm tổng và phóng

- Dùng công thức (5.18) xác định tỷ số T_{s+p}/T_p tối ưu, suy ra T_{s+p} và T_p sao cho $T_{s+p} + T_p = 60$ giây.

- Thực hiện lại các phép đo để xác định độ lệch chuẩn tỷ đối ε_2 với thời gian đo tối ưu T_{s+p} và T_p đã tính ở trên.

- So sánh ε_1 và ε_2 .

5.4. Báo cáo kết quả

- Loại detector sử dụng:.....
- Cao thế:..... Volt, Hệ số khuếch đại:..... Thời gian đo:.....
- Loại nguồn sử dụng:..... Hoạt độ nguồn tương ứng:.....(μCi)
- Khoảng cách giữa detector và nguồn:.....(cm)

5.4.1. Lập bảng số liệu

STT	N_p	N
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
TB		

5.4.2. Xác định tốc độ đếm phông trung bình \bar{n}_p , tốc độ đếm nguồn trung bình \bar{n} và tốc độ đếm thật trung bình \bar{n}_s của nguồn và độ lệch chuẩn $\sigma_{\bar{n}_s}$, suy ra độ lệch chuẩn tỷ đối ϵ_1 tương ứng.

5.4.3. Dùng công thức (5.18) xác định thời gian đo tối ưu trong lần thực nghiệm thứ hai với điều kiện $T_{s+p} + T_p = 60$ giây.

5.4.4. Đo tốc độ đếm phông \bar{n}_p , tốc độ đếm nguồn \bar{n} , sau đó tính tốc độ đếm thật trung bình \bar{n}_s của nguồn và độ lệch chuẩn $\sigma_{\bar{n}_s}$, suy ra độ lệch chuẩn tỷ đối ϵ_2 tương ứng với T_{s+p} , T_p xác định từ 5.4.3 (Với dấu phẩy là chỉ lần đo thứ 2). So sánh ϵ_1 và ϵ_2 .

Tài liệu tham khảo

- [1] Glenn F. Knoll (2000), *Radiation detection and measurement (Third Edition)*, John Wiley & Sons.
- [2] J.S. Charlton, Leonard Hill, Glasgow and London (1986), *Radioisotope techniques for problem solving in industrial process plants*.
- [3] Ngô Quang Huy (2006), Cơ sở vật lý hạt nhân, NXB khoa học & kỹ thuật.

BÀI THỰC TẬP 6

CD1

THỜI GIAN CHẾT VÀ HIỆU SUẤT GHI

CBPT: Trần Duy Tập

Lê Hoàng Chiến

6.1. Mục đích

Bài thực tập này giúp sinh viên hiểu rõ ý nghĩa của việc xác định thời gian chết của phô kẽ gamma dùng đầu dò nhấp nháy NaI(Tl) từ đó hiệu chỉnh việc xác định hiệu suất ghi của hệ phô kẽ gamma NaI(Tl) có tính đến thời gian chết.

6.2. Nguyên lý

6.2.1. Thời gian chết

Khoảng thời gian tối thiểu giữa hai xung tạo ra bởi hai bức xạ khác nhau mà hệ đo có thể ghi nhận hai xung riêng biệt gọi là thời gian chết của hệ đo. Khi cường độ nguồn phóng xạ quá lớn (tốc độ đếm cao) thì sự mất xung do thời gian chết sẽ trở nên đáng kể. Trong trường hợp này cần hiệu chỉnh lại số đếm đã mất do thời gian chết gây ra.

Gọi m là tốc độ xung đếm được do thời gian chết τ , n là tốc độ xung đếm thực không có thời gian chết, khi đó thời gian chết của hệ đo được xác định như sau:

$$\tau = \frac{1}{m} - \frac{1}{n} \quad (6.1)$$

Từ đó suy ra tốc độ đếm thực n :

$$n = \frac{m}{1 - m\tau} \quad (6.2)$$

Để đo thời gian chết của hệ thống ghi nhận bức xạ, người ta thường dùng phương pháp hai nguồn phóng xạ có cường độ khác nhau.

Gọi n_1, n_2, n_{12} là các tốc độ đếm thật sự (tính luôn phông), khi lần lượt đo các nguồn thứ nhất, thứ hai, cả hai nguồn trong cùng điều kiện đo.

Gọi m_1, m_2, m_{12} là các tốc độ đếm tương ứng ghi nhận trên máy; n_p là tốc độ đếm phông thật sự; m_p là tốc độ đếm phông ghi nhận trên máy.

Ta có:

$$n_{12} - n_p = (n_1 - n_p) + (n_2 - n_p) \quad (6.3)$$

Suy ra:

$$n_{12} + n_p = n_1 + n_2 \quad (6.4)$$

Áp dụng biểu thức (6.2) vào (6.4) ta có:

$$\frac{m_{12}}{1 - m_{12}\tau} + \frac{m_p}{1 - m_p\tau} = \frac{m_1}{1 - m_1\tau} + \frac{m_2}{1 - m_2\tau} \quad (6.5)$$

Giải phương trình (6.5) đối với τ ta nhận được:

$$\tau = \frac{x(1 - \sqrt{1 - z})}{y} \quad (6.6)$$

trong đó: $x = m_1 m_2 - m_p m_{12}$

$$y = m_1 m_2 (m_{12} + m_p) - m_p m_{12} (m_1 + m_2)$$

$$z = \frac{y(m_1 + m_2 - m_{12} - m_p)}{x^2}$$

Để tính thời gian chết của hệ đo, ta có thể xem m_p rất nhỏ. Khi đó:

$$\tau = \frac{m_1 m_2 - [m_1 m_2 (m_{12} - m_1)(m_{12} - m_2)]^{1/2}}{m_1 m_2 m_{12}} \quad (6.7)$$

6.2.2. Hiệu suất ghi của hệ đo

Tốc độ đếm thật n tính từ công thức (6.2) sẽ dùng để xác định hiệu suất ghi của detector. Hiệu suất ghi của detector đối với một nguồn nhất định phụ thuộc vào nhiều thông số. Do đó tốc độ đếm thật được biểu diễn như sau:

$$n = G \cdot A \cdot F_a \cdot F_s \cdot F_r \cdot F_t \cdot F_e \cdot v \quad (6.8)$$

Trong đó:

G : hệ số hình học

A : cường độ nguồn bức xạ

F_a : hệ số hấp thụ trong môi trường giữa nguồn và detector

F_s : hệ số tự hấp thụ trong nguồn

F_r : hệ số tán xạ ngược trên lớp vỏ bọc tinh thể

F_t : hệ số ảnh hưởng do hiệu ứng thời gian phân giải

F_e : hiệu suất ghi của hệ đo

v : số lượng tử xuất hiện trong mỗi phân rã:

Đối với nguồn Cs-137: $v = 1$

Co-60 : $v = 2$

Ra-226: $v = 9$

Trong điều kiện thí nghiệm đã chọn, các hệ số tỉ lệ có thể lấy bằng 1, ngoại trừ G , v và F_e . Thật vậy với nguồn điểm thì $F_e = 1$, môi trường giữa nguồn và detector là không khí thi $F_a = 1$, với detector nháy nháy NaI(Tl) thì $F_r = 1$ và ngưỡng năng lượng lấy giá trị thấp nhất để có thể xem thời gian phân giải bằng thời gian chết. Khi đó ta có:

$$n = G \cdot A \cdot F_e \cdot v \quad (6.9)$$

Khi đó hiệu suất ghi trở thành :

$$F_e = \frac{n}{A \times G \times v} \quad (6.10)$$

Hệ số hình học G đổi với nguồn điểm tính theo công thức :

$$G = \frac{1 - \frac{a}{\sqrt{a^2 + r^2}}}{2} \quad (6.11)$$

trong đó a là khoảng cách giữa nguồn và detector, r là bán kính khối nháy nháy.

Từ (6.10) ta thấy rằng nếu biết được hiệu suất ghi của hệ đo ta có thể xác định được cường độ của một nguồn phóng xạ quan tâm.

6.3. Thực nghiệm

6.3.1. Dụng cụ

- Hệ ghi phóng xạ NaI(Tl)
- Hai nguồn phóng xạ ^{226}Ra có hoạt độ khác nhau.

6.3.2. Các bước thực nghiệm

Xác định thời gian chết của hệ đo

Bước 1: Đo số đếm phóng m_0

Bước 2: Đặt nguồn thứ nhất trước detector và đo số đếm m_1

Bước 3: Đặt nguồn thứ hai bên cạnh nguồn thứ nhất, đo số đếm m_{12}

Bước 4: Cắt nguồn thứ nhất, đo số đếm m_2

Các phép đo lặp lại 10 lần và lấy giá trị trung bình, sau đó xác định thời gian chết bằng công thức (6.7).

Xác định hiệu suất ghi

Bước 1: Đặt nguồn ^{226}Ra trước detector và ghi số đếm m

Bước 2: Đo khoảng cách a giữa nguồn và detector

Bước 3: Tính hệ số hình học G

Bước 4: Áp dụng biểu thức (6.10) để tính hiệu suất ghi

Các phép đo đều lặp lại 10 lần và lấy giá trị trung bình.

6.4. Báo cáo kết quả

- Loại detector sử dụng:.....
- Cao thế:.....(Volt), Hệ số khuếch đại:.....Thời gian đo:.....giây
- Kích thước tinh thể nhấp nháy:.....(cm)
- Loại nguồn sử dụng:..... Hoạt độ nguồn tương ứng:.....(μCi)
- Khoảng cách giữa detector và nguồn:.....(cm)
- Lập bảng số liệu $m_p, m_1, m_2, m_{12}, n_1, n_2, n_{12}$

	m_p	m_1	m_2	m_{12}	n_1	n_2	n_{12}
Lần 1							
Lần 2							
Lần 3							
Lần 4							
Lần 5							
Lần 6							
Lần 7							
Lần 8							
Lần 9							
Lần 10							
Trung bình và sai số							

- Thời gian chết:.....(giây)
- Hiệu suất ghi:.....(%)

6.5. Tài liệu tham khảo

- [1] Glenn F. Knoll (2000), *Radiation detection and measurement (Third Edition)*, John Wiley & Sons.
- [2] Ngô Quang Huy (2006), *Cơ sở vật lý hạt nhân*, NXB Khoa học & Kỹ thuật.

BÀI THỰC TẬP 7

CĐ1

SỰ SUY GIẢM CỦA CHÙM TIA GAMMA QUA VẬT CHẤT

CBPT: Lê Hoàng Chiến

Nguyễn Hoàng Anh

7.1. Mục đích

Bài thực tập này giúp sinh viên hiểu rõ về các tính chất của sự suy giảm chùm tia gamma qua vật chất. Trong đó, vấn đề quan trọng là giúp sinh viên làm quen với các phương pháp tính toán thực nghiệm của sự suy giảm chùm tia gamma qua một số vật liệu cụ thể. Từ đó, sinh viên có thể hiểu rõ mối liên hệ giữa lý thuyết và thực nghiệm.

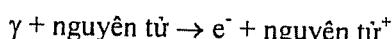
7.2. Nguyên lý

7.2.1. Các hiệu ứng của tương tác gamma với vật chất

Sự tương tác của tia gamma với vật chất chủ yếu gồm ba quá trình: hiệu ứng quang điện, hiệu ứng tán xạ Compton và hiệu ứng tạo cặp. Theo lý thuyết, các hiệu ứng trên được khảo sát thông qua tiết diện tương tác của mỗi gamma trên một nguyên tử vật chất.

a) Hiệu ứng quang điện:

Hiệu ứng quang điện chủ yếu xảy ra tại các electron tầng K của nguyên tử. Quá trình này được mô tả bởi sơ đồ:



Tiết diện hiệu ứng quang điện σ_{ph} đối với nguyên tử được xác định bởi công thức:

$$\sigma_{ph} \approx A \cdot \frac{Z^n}{E_\gamma^{3.5}} \quad E_\gamma > E_{LK} \text{ với } n \in [4, 5] \quad (7.1)$$

Trong đó:

Z là số điện tích của hạt nhân.

E_γ là năng lượng của gamma tới.

E_{LK} là năng lượng liên kết của electron đối với nguyên tử.

Đối với trường hợp gamma tương tác với electron tầng K thì:

$$(\sigma_{ph})_K = 1,09 \times 10^{-16} [Z^5 (13,61 / E_\gamma)] , \text{ với } E_\gamma \text{ nhỏ}$$

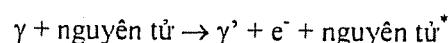
$$(\sigma_{ph})_K = 1,34 \times 10^{-33} [Z^5 / E_\gamma] , \text{ với } E_\gamma \gg m_e c^2 \quad (7.2)$$

Động năng của electron quang điện:

$$E_{e^-} = E_\gamma - E_{LK} \quad (7.3)$$

b) Hiệu ứng tán xạ Compton:

Hiệu ứng tán xạ Compton được mô tả bởi sơ đồ:



Tiết diện σ_{Com} xảy ra tán xạ Compton đối với nguyên tử được tính theo công thức lý thuyết của Klein – Nishina:

$$\sigma_{Com}^{KN} \approx 2\pi r_0^2 \left\{ \frac{1+\varepsilon}{\varepsilon^2} \left[\frac{2(1+\varepsilon)}{1+2\varepsilon} - \frac{1}{\varepsilon} \ln(1+2\varepsilon) \right] + \frac{1}{2\varepsilon} \ln(1+2\varepsilon) - \frac{1+3\varepsilon}{(1+2\varepsilon)^2} \right\} Z \quad (7.4)$$

Trong đó:

$$\varepsilon = \frac{E_\gamma}{m_e c^2}$$

$$r_0 = \frac{e^2}{4\pi m_e c^2} = 2,82 \times 10^{-13} \text{ cm} : \text{bán kính electron cõi điện.}$$

Hoặc xấp xỉ theo công thức:

$$\sigma_{Com} \approx \frac{\ln E_\gamma}{E_\gamma} Z \quad (7.5)$$

Khi $\varepsilon \gg 1$:

$$\sigma_{Com} \approx Z / E_\gamma \quad (7.6)$$

Năng lượng của γ tán xạ được xác định bởi công thức:

$$E_{\gamma'} = \frac{E_\gamma}{1 + \frac{E_\gamma}{m_e c^2} (1 - \cos \theta)} \quad (7.7)$$

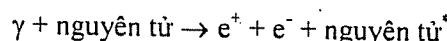
Trong đó:

θ là góc tán xạ của γ' so với γ

$$m_e c^2 = 511 \text{ keV}$$

c) Hiệu ứng tạo cặp:

Hiệu ứng tạo cặp được mô tả bởi sơ đồ:



Tiết diện xảy ra hiệu ứng tạo cặp được xác định bởi công thức:

$$\sigma_{\text{pair}} = \frac{Z^2}{137} r_e^2 \left(\frac{28}{9} \ln \frac{2E_\gamma}{m_e c^2} - \frac{218}{27} \right) \quad (7.8)$$

Đối với $E_\gamma \gg 137 m_e c^2 Z^{-1/3}$:

$$\sigma_{\text{pair}} = \frac{Z^2}{137} r_e^2 \left(\frac{28}{9} \ln [183 Z^{-1/3}] - \frac{2}{27} \right) \quad (7.9)$$

7.2.2. Quy luật suy giảm của chùm tia gamma khi truyền qua vật chất

Khi chùm tia gamma có cường độ I_0 đi qua lớp vật chất có bề dày dx và có n nguyên tử trên một đơn vị thể tích thì cường độ I_0 sẽ giảm đi một lượng dI :

$$dI = -I_0 n (\sigma_{\text{ph}} + \sigma_{\text{Com}} + \sigma_{\text{pair}}) dx \quad (7.10)$$

Từ (7.10) suy ra cường độ của tia gamma còn lại sau khi đi qua lớp vật chất có bề dày x :

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (7.11)$$

$$\text{Với } \mu (\text{cm}^{-1}) = n (\sigma_{\text{ph}} + \sigma_{\text{Com}} + \sigma_{\text{pair}}) \quad (7.12)$$

là hệ số hấp thụ tuyến tính, phụ thuộc vào mật độ và loại vật chất mà tia gamma tương tác. Để đơn giản trong quá trình tính toán người ta đưa ra hệ số hấp thụ khói μ' :

$$\mu' = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\mu_{\text{ph}}}{\rho} + \frac{\mu_{\text{Com}}}{\rho} + \frac{\mu_{\text{pair}}}{\rho} = \mu'_{\text{ph}} + \mu'_{\text{Com}} + \mu'_{\text{pair}} (\text{cm}^2/\text{g}) \quad (7.13)$$

Gọi d (g/cm^2) là bề dày khói của vật chất: $d = \rho x$

Khi đó công thức (7.11) được viết lại như sau:

$$I = I_0 e^{-\mu x} = I_0 e^{-(\mu/\rho)\rho x} = I_0 e^{-\mu' d} \quad (7.14)$$

7.2.3. Bề dày suy giảm một nửa của lớp che chắn

Để làm suy giảm cường độ chùm gamma ta có thể chọn nhiều loại vật liệu che chắn khác nhau. Tùy vào loại vật liệu được lựa chọn mà bề dày của lớp che chắn là dày hay mỏng. Trong thực tiễn, để xác định bề dày của lớp che chắn, ta có thể sử dụng đại lượng bề dày suy giảm một nửa.

Trong phần này, ta chỉ đề cập đến trường hợp bề dày suy giảm một nửa đối với nguồn gamma đơn năng. Bề dày suy giảm một nửa (bề dày một nửa) được là bề dày mà khi gamma xuyên qua lớp vật liệu có bề dày như thế thì cường độ của chùm giảm đi một nửa. Kí hiệu của bề dày một nửa là $\Delta_{1/2}$. Khi đó ta có:

$$e^{\mu \Delta_{1/2}} = \frac{P_0}{P_{\Delta_{1/2}}} = 2 \quad (7.15)$$

Suy ra

$$\Delta_{1/2} = \frac{1}{\mu} \ln(2) \quad (7.16)$$

Như vậy, ta có thể xác định bề dày lớp che chắn như là bội số của bề dày một nửa.

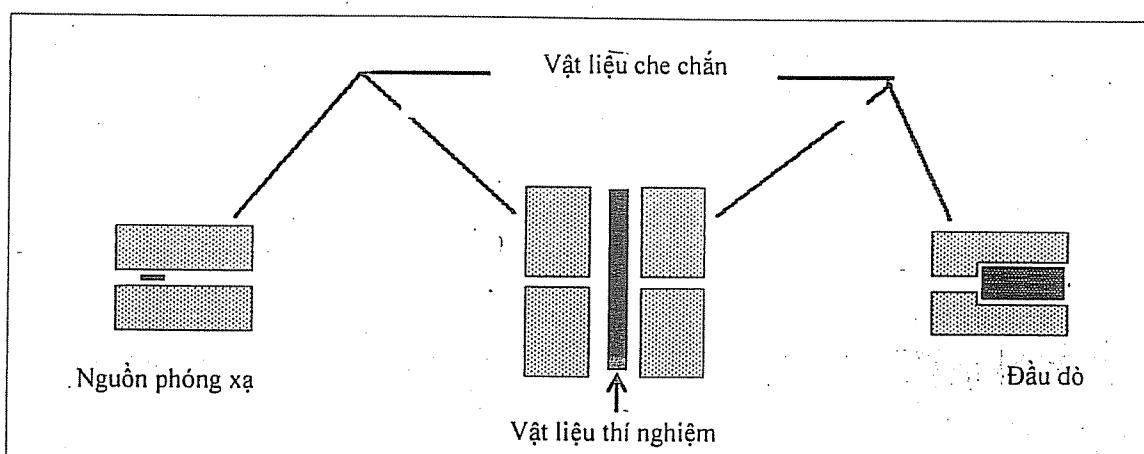
7.3. Thực hành

7.3.1. Dụng cụ:

- Detector nháy nháy NaI(Tl)
- Hệ phân tích đơn kênh SCA
- Nguồn ^{226}Ra
- Các vật liệu được dùng để đo sự suy giảm: Cu, Fe, Pb và Al.

7.3.2. Các bước tiến hành:

Bố trí thí nghiệm như hình vẽ:



Hình 7.1. Sơ đồ thí nghiệm

Bước 1:

Để biết được vị trí kênh nào tương ứng với năng lượng của bức xạ gamma phát ra từ nguồn, ta cần khảo sát số đếm theo kênh. Từ đó thiết lập vị trí kênh tương ứng để ghi nhận số đếm. Ta có thể thực hiện bước này như sau:

Đặt hệ đếm SCA ở chế độ đo tự động (ngưỡng dưới = 0, độ rộng cửa số $\Delta E = 1\text{V}$, thời gian đo 10 giây).

Ghi nhận kết quả số đếm đo được. Vẽ đồ thị số đếm phụ thuộc vào kênh. Khảo sát vị trí kênh ứng với đỉnh năng lượng quan tâm.

Từ đó xác định ngưỡng dưới và độ rộng cửa sổ của hệ phân tích SCA.

Bước 2: đo phông.

Bước 3: đo cường độ của nguồn phóng xạ khi chưa có vật chất che chắn.

Bước 4: thực hiện các phép đo cường độ của nguồn phóng xạ đối với các vật liệu che chắn khác nhau.

7.4. Báo cáo kết quả

Nguồn phóng xạ: ^{226}Ra

Thời gian đo: t (giây) =

Số lần đo:

Ngưỡng dưới:

Độ rộng cửa sổ ΔE =

Số đếm phông N_p =

Sai số của số đếm phông σ_{Np} =

❖ Khi chưa có vật liệu che chắn:

Số đếm tổng N_t =

Sai số của số đếm tổng σ_{Nt} =

Số đếm thực của nguồn $N_0 = N_t - N_p$ =

Sai số của số đếm thực σ_{N_0} =

❖ Khi có vật liệu che chắn:

a. Chì (Pb)

Bè dày x (mm)	-5	10	20	30	40
Số đếm tổng N_t					
Sai số của số đếm tổng σ_{Nt}					
Số đếm thực $N = (N_t - N_p)$					
Sai số σ_N					

b. Sắt (Fe)

Bề dày x (mm)	5	10	20	30	40
Số đếm tổng N_t					
Sai số của số đếm tổng σ_{N_t}					
Số đếm thực $N = (N_t - N_p)$					
Sai số σ_N					

c. Đồng (Cu)

Bề dày x (mm)	5	10	20	30	40
Số đếm tổng N_t					
Sai số của số đếm tổng σ_{N_t}					
Số đếm thực $N = (N_t - N_p)$					
Sai số σ_N					

d. Nhôm (Al)

Bề dày x (mm)	5	10	20	30	40
Số đếm tổng N_t					
Sai số của số đếm tổng σ_{N_t}					
Số đếm thực $N = (N_t - N_p)$					
Sai số σ_N					

- Vẽ đồ thị biểu diễn $\ln N$ phụ thuộc bê dày x .
- Tính hệ số hấp thụ tuyến tính và hệ số hấp thụ khối đối với các loại vật liệu.
- Tính bê dày hấp thụ một nửa $x_{1/2}$ (mm) của các loại vật liệu.

Tài liệu tham khảo

- [1] Châu Văn Tạo (2004), *An toàn bức xạ ion hóa*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp. HCM.
- [2] Châu Văn Tạo (2006), *Liệu lượng bức xạ ion hóa*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp. HCM.
- [3] Glenn F. Knoll (2000), *Radiation detection and measurement (Third Edition)*, John Wiley & Sons.

XÂY DỰNG PHÔ ĐƯỜNG CHUẨN NĂNG LƯỢNG CỦA MỘT NGUỒN PHÓNG XẠ

CBPT: Trần Thiện Thanh

Trần Nguyễn Thùy Ngân

8.1. Mục đích

Bài thực tập này giúp cho sinh viên có được một số kỹ năng ghi đo, xử lý trên hệ phô kẽ gamma như nhận dạng phô, trừ phông, chuẩn năng lượng, xuất file số liệu, tính toán xác định tên của các đồng vị phóng xạ.

8.2. Nguyên lý

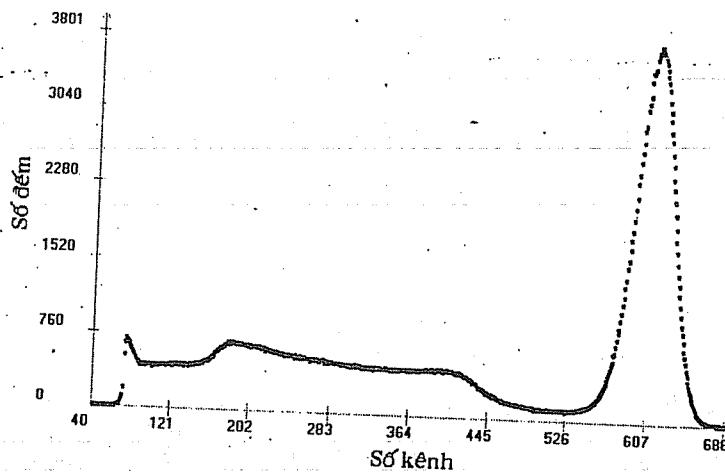
Bản chất của bức xạ gamma là sóng điện từ có bước sóng nhỏ hơn 10^{-8} cm, được tạo ra khi hạt nhân nguyên tử ở trạng thái kích thích có mức năng lượng cao chuyển về trạng thái có mức năng lượng thấp hơn và dần chuyển về trạng thái cơ bản phát ra lượng tử có mức năng lượng đúng bằng hiệu hai mức năng lượng mà nó chuyển đổi và có dạng phô vạch thì nó được gọi là bức xạ gamma.

Để xác định tên của các đồng vị phóng xạ, chúng ta cần biết năng lượng của các đinh gamma của chúng. Như vậy, chúng ta cần phải sử dụng một số nguồn có sơ đồ phân rã đơn giản với năng lượng được biết trước như ^{137}Cs (661,66keV), ^{60}Co (1173,2keV và 1332,5keV) để làm chuẩn.

Xây dựng phương trình đường chuẩn năng lượng có dạng:

$$E = a \times K + b \quad (8.1)$$

Trong đó, E là năng lượng của tia gamma, K là vị trí kênh của đinh quang điện, a và b là hệ số được làm khớp bằng phương pháp bình phương tối thiểu (xem trong phụ lục của giáo trình).



Hình 8.1: Phổ gamma phát ra từ nguồn phóng xạ ^{137}Cs (đo trên detector NaI(Tl))

8.3. Thực hành

8.3.1. Dụng cụ:

- Nguồn ^{137}Cs , ^{60}Co , và nguồn chưa biết (X)
- Detector HPGe hoặc NaI (Tl)
- Phần mềm Genie – 2K

8.3.2. Thí nghiệm:

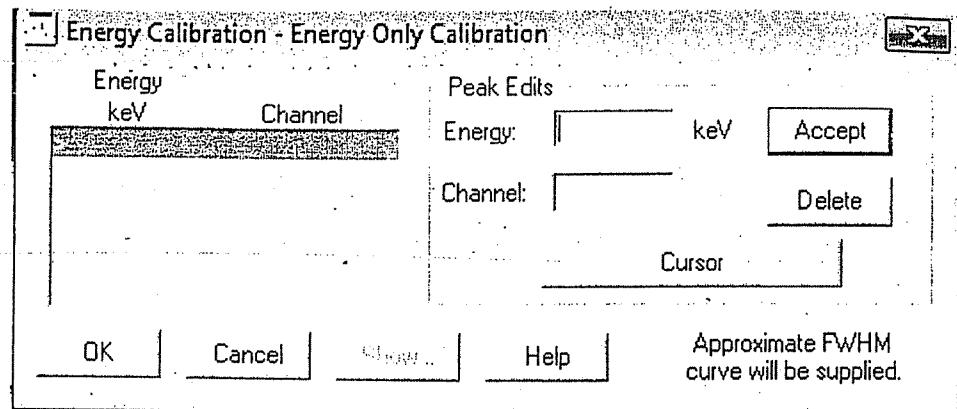
- Tiến hành đo phóng trong thời gian 600s
- Tiến hành đo lần lượt phổ nguồn phóng xạ ^{137}Cs , ^{60}Co trong thời gian 600s trên hệ phổ kế gamma sử dụng detector HPGe hoặc detector NaI (Tl).
- Tiến hành đo nguồn phóng xạ (X) trong vòng 600s.
- Sử dụng phần mềm Genie – 2K đọc phổ phóng và phổ có nguồn với các bước thực hiện như sau:

Bước 1: Chạy chương trình bằng cách nhấp đúp chuột vào biểu tượng **Gamma Acquisition & Analysis** trên Desktop hoặc *Program → Genie – 2000*.

Bước 2: Mở phổ đo nguồn vào *File → Open Datasource* (mặc định file phổ trong chương trình Genie – 2K có phần mở rộng là *CNF).

Bước 3: Trừ phóng (trong chương trình Genie – 2K có chức năng trừ phóng tự động) bằng cách vào *Options → Strip* sau đó chọn file phóng tương ứng rồi nhấp *Open*.

Bước 4: Lập đường chuẩn năng lượng bằng chương trình Genie – 2K bằng cách *Calibrate → Energy Only Calibration* sau đó chương trình sẽ xuất hiện một cửa sổ sau:



Hình 8.2: Giao diện chương trình chuẩn nồng lượng của phần mềm Genie-2K

Bước 5: xuất file số liệu điện tích định bằng cách vào

Analyze → Execute Sequence → Peak Analysis w/ Report

Nếu không có thay đổi gì thì nhấp vào Show để xem dạng đường chuẩn nồng lượng và lấy ra giá trị a và b được làm khớp sau đó nhấp OK dùng chức năng Print Screen để chụp hình và dán vào file word để báo cáo.

8.4. Báo cáo kết quả

8.4.1. Lập bảng tương ứng với số kênh theo nồng lượng trong bảng 1 được đo bằng detector.

Bảng 8.1: số liệu vị trí kênh tương ứng với nồng lượng

Số kênh(K)	E (keV)

8.4.2. Xác định đường chuẩn nồng lượng bằng phương pháp bình phương tối thiểu và so sánh với hệ số a và b trong chương trình Genie và chương trình excel.

8.4.3. Xác định nồng lượng và tên của đồng vị phóng xạ X.

8.4.4. Vẽ giá trị thực nghiệm và giá trị làm khớp trên một đồ thị.

Tài liệu tham khảo

- [1] G.D. Chase, S. Rituper, J.W. Sulcoski, "Experiments in nuclear science", 2nd, Alpha edition, 1964.
- [2] J.L. Dukan, "Laboratory investigation in nuclear science", Oak Ridge TN USA, 1988.
- [3] Châu Văn Tạo (2004), *An toàn bức xạ ion hóa*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp. HCM.
- [4] Châu Văn Tạo (2006), *Liều lượng bức xạ ion hóa*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp. HCM.

BÀI THỰC TẬP 9

CD1

AN TOÀN BỨC XẠ ION HÓA ĐỐI VỚI BỨC XẠ GAMMA

CBPT: Trịnh Hoa Lăng

Trần Nguyễn Thùy Ngân

9.1. Mục đích

Mục đích của bài thực tập nhằm giúp sinh viên củng cố lại kiến thức về liều lượng và an toàn bức xạ; làm quen với các tính toán liều, thời gian tiếp xúc với nguồn phóng xạ.

9.2. Nguyên tắc

9.2.1. Liều lượng:

Các mức độ an toàn của bức xạ ion hóa được xác định từ tiêu chuẩn về suất liều hiệu dụng.

Suất liều hấp thụ:

$$P_{ht} = \frac{\Delta D_{ht}}{\Delta t} \quad (\text{W/kg, Rad/s, Gy/s}) \quad (9.1)$$

ΔD_{ht} (J/kg, erg/g, 1 rad = 100 erg/g, 1 Gy = 100 rad) là liều hấp thụ trong khoảng thời gian Δt .

Suất liều chiếu

$$P_{ch} = \frac{\Delta D_{ch}}{\Delta t} = \frac{K_y C}{R^2} \quad (\text{A/kg, R/s, R/h}) \quad (9.2)$$

ΔD_{ch} (C/kg, 1 R = 1/3876 C/kg) là liều chiếu trong khoảng thời gian Δt , K_y ($\text{R.cm}^2/\text{[h.mCi]}$) là hằng số ion hóa của nguồn phóng xạ, R(cm) là khoảng cách từ nguồn đến điểm tính, C(mCi) là hoạt độ phóng xạ; $K_{\gamma\text{-Ra226}}=8,25(\text{R.cm}^2/\text{[h.mCi]})$, $K_{\gamma\text{-Co60}}=12,92 (\text{R.cm}^2/\text{[h.mCi]})$.

Bảng 9.1: Mối quan hệ giữa liều chiếu và liều hấp thụ

Năng lượng E_γ	Mô xương	Mô mỡ	Không khí
10 keV	1 Rad = 5 R	1 Rad = 0,5 R	1 Rad = 1,14.R cho mọi năng lượng
100 keV	1 Rad = 1,7 R	1 Rad = 0,88 R	
1 MeV	1 Rad = 0,82 R	1 Rad = 1,05 R	

Liều trung bình

$$D_T = \frac{1}{m_T} \int D_{hi} dm \quad (9.3)$$

Với m_T là khối lượng của vật hấp thụ.

Liều tương đương

$$H_{T,r} = W_r * D_{T,r} \quad (1 \text{ rem} = 1 \text{ Rad} * W_r) \Rightarrow P_{T,r} = \frac{dH_{T,r}}{dt} \quad (9.4)$$

W_r trọng số phóng xạ của bức xạ r. Giá trị của W_r đối với photon là 1 với mọi giá trị năng lượng, $D_{T,r}$ là liều trung bình của bức xạ r.

Đối với nguồn có nhiều loại bức xạ:

$$H_T = \sum_r W_r * D_{T,r} \quad (\text{J/kg, rem, } 1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}) \quad (9.5)$$

Liều hiệu dụng

$$E = \sum_T W_T * H_T \quad (\text{J/kg, Sv}) \quad (9.6)$$

W_T là trọng số mô (thể hiện mức độ gây tổn thương của cùng một liều chiếu lên các mô khác nhau). Giá trị W_T được cho trong bảng dưới:

Cơ quan	W_T	Cơ quan	W_T
Cơ quan sinh dục	0,20	Tủy xương	0,12
Ruột	0,12	Phổi	0,12
Dạ dày	0,12	Bàng quang	0,05
Vú	0,05	Gang	0,05
Thực quản	0,05	Tuyến giáp	0,05
Da	0,01	Mặt xương	0,01
Các cơ quan khác	0,05		
Tổng cộng $\sum W_T$	1		

Liều tích lũy: được tính trong thời gian 50 năm đối với người lớn và 70 năm đối với trẻ em.

Giới hạn liều lượng tích lũy

$$D \leq 2*(N - 18) \text{ rem} \text{ hay } D \leq 20*(N - 18) \text{ mSv}; N \text{ tuổi của nhân viên.} \quad (9.7)$$

9.2.2. An toàn:

- Các tiêu chuẩn an toàn: Tiêu chuẩn 20 mSv/năm.
- Điều kiện an toàn bức xạ ion hóa đối với nguồn gamma:

Có 4 biện pháp để giảm liều chiếu khi làm việc với nguồn phóng xạ.

- Giảm hoạt độ nguồn.
- Giảm thời gian làm việc.
- Tăng khoảng cách từ nguồn đến người.
- Tăng bê tông che chắn bức xạ.

- Liều lượng con người nhận do bức xạ tự nhiên: 2,4 mSv/năm.
- Đối với ngày làm việc 6 giờ, suất liều lượng được phép giới hạn là:
 $P = 1,12 \text{ mrem/h} = 11,2 \mu\text{Sv/h}$.
- Liều được phép giới hạn đối với nhân viên bức xạ: 20 mSv/năm và đối với dân chúng 1 mSv/năm.

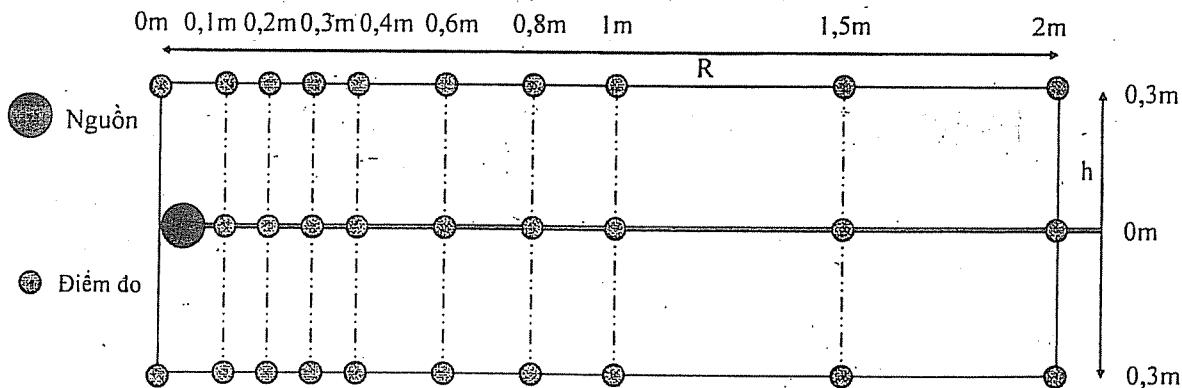
9.3. Thực hành:

a. Dụng cụ:

- Máy đo liều
- Nguồn ^{226}Ra

b. Cách thức tiến hành:

Bố trí thí nghiệm như hình vẽ và tiến hành đo liều tại các vị trí khác nhau.



9.4. Báo cáo kết quả:

- (1) Sinh viên đặt hai nguồn ^{226}Ra vào trong buồng chì có lỗ chuẩn trực thực hiện phép đo từ xa đến gần các vị trí đó như hình vẽ ở trên. Số liệu đo được ghi trong bảng dưới.

R[m]	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,5	2
P[$\mu\text{Sv}/\text{h}$] ($h = 0 \text{ m}$)										
R[m] ($h = +0,3 \text{ m}$)										
P[$\mu\text{Sv}/\text{h}$] ($h = -0,3 \text{ m}$)										

- (2) Thực hiện lại phép đo trên với 4 nguồn ^{226}Ra .

R[m]	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,5	2
P[$\mu\text{Sv}/\text{h}$] ($h = 0 \text{ m}$)										
R[m] ($h = +0,3 \text{ m}$)										
P[$\mu\text{Sv}/\text{h}$] ($h = -0,3 \text{ m}$)										

- (3) Hãy cho biết nếu làm việc với 4 nguồn này trong 8 giờ và đứng cách nguồn 50 cm thì có an toàn không theo tiêu chuẩn 20 mSv/năm? Nếu một người thuộc lĩnh vực khác hạt nhân và nhận liều chiếu như thế có an toàn không.

- (4) Nếu già sù ta có nguồn có suất liều mạnh gấp mười lần suất liều của hai nguồn, nếu phải làm việc trong 6 giờ mỗi ngày và không che chắn thì người nhân viên phải đứng cách nguồn gần nhất bao nhiêu để đảm bảo quy tắc an toàn.

- (5) Nếu nhân viên phải đến gần 20 cm hãy tính thời gian tối đa để nhân viên có thể đứng làm việc với nguồn phóng xạ mà vẫn đảm bảo quy tắc an toàn 2 rem/năm.

- (6) Từ các số liệu đo được và áp dụng các công thức trên hãy tính cường độ của nguồn.

4.1

(7) Giả sử theo đo đạc thực nghiệm $P(r) = a/r^2$ dùng phương pháp bình phương tối thiểu và bằng số liệu tính các hệ số a. Vẽ đồ thị thực nghiệm và hàm fit của suất liêu theo khoảng cách trên cùng đồ thị. Từ hàm fit xác định tương đối hoạt độ của nguồn phóng xạ.

Tài liệu tham khảo

- [1] Châu Văn Tạo (2004), *An toàn bức xạ ion hóa*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp. HCM.
- [2] Châu Văn Tạo (2006), *Liều lượng bức xạ ion hóa*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Tp. HCM.

BÀI THỰC TẬP 10

CD1

PHÂN TÍCH KÍCH HOẠT NEUTRON

(Phản định tính)

CBPT: Huỳnh Trúc Phương

Lưu Đặng Hoàng Oanh

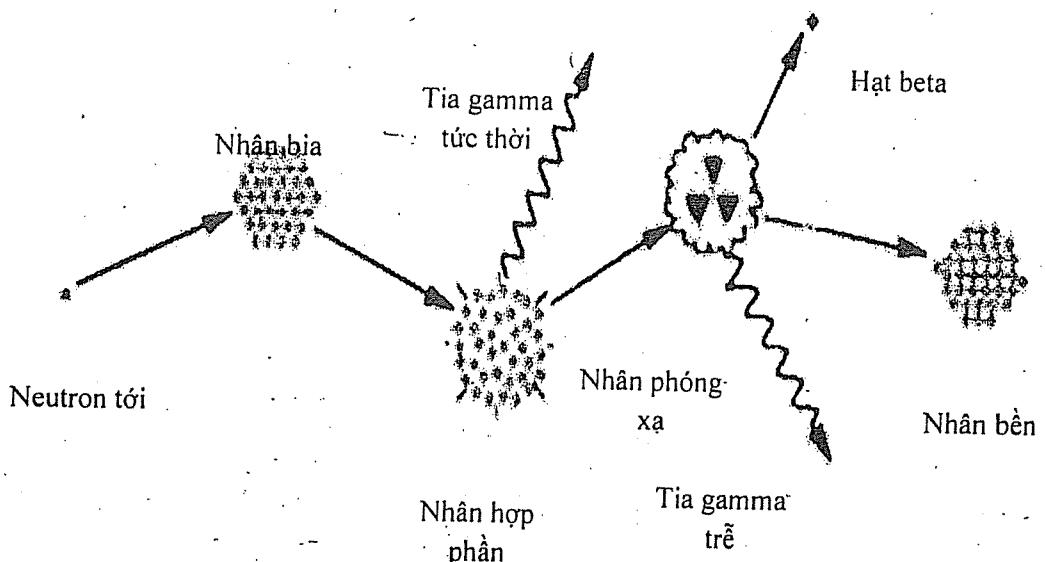
10.1. Mục đích

- Cung cấp một số khái niệm cơ bản về kỹ thuật phân tích kích hoạt neutron, khả năng ứng dụng của nó, các quy trình chung về một hệ phân tích kích hoạt.
- Phân tích thành phần nguyên tố trong mẫu (định tính) bằng phương pháp kích hoạt neutron.

10.2. Nguyên tắc

10.2.1. Nguyên lý cơ bản

Xét sơ đồ phản ứng sau:

**Hình 10.1:** Sơ đồ biểu diễn quá trình phản ứng bắt neutron

Một neutron tới tương tác với hạt nhân bia tạo thành nhân hợp phản. Nhân hợp phản tồn tại ở trạng thái kích thích, sau một thời gian ngắn sẽ trở về trạng thái cơ bản bằng cách phát ra tia gamma tức thời và trở thành nhân phóng xạ. Nhân phóng xạ này phát ra hạt beta kèm theo tia gamma trễ với chu kỳ bán hủy và năng lượng tia gamma đặc trưng. Sau vài chu kỳ phân rã thì nhân phóng xạ trở thành hạt nhân bền (khác với nhân bền lúc đầu).

10.2.2. Nguyên lý cơ bản trong phân tích kích hoạt neutron

Giả sử trong mẫu có nguyên tố X được chiếu xạ với chùm neutron, tùy theo năng lượng neutron tới, phản ứng có thể xảy ra như sau:

- $zX^A + _0n^1 \rightarrow zX^{A+1} + \gamma$: phản ứng này xảy ra khi chiếu với neutron nhiệt.

Vd: $^{55}\text{Mn}(n,\gamma)^{56}\text{Mn}$ trong đó đồng vị phóng xạ ^{56}Mn phát gamma với năng lượng $E\gamma$ lần lượt là 846,8 keV và 1810,7 keV.

- $zX^A + _0n^1 \rightarrow z-1X^A + p$: phản ứng này xảy ra khi chiếu với neutron nhanh.

Vd: $^{56}\text{Fe}(n,p)^{56}\text{Mn}$ trong đó đồng vị phóng xạ ^{56}Mn phát gamma với năng lượng $E\gamma$ lần lượt là 846,8 keV và 1810,7 keV.

Mỗi đồng vị tạo thành phân rã theo chu kỳ bán hủy cũng như phát tia gamma có năng lượng đặc trưng. Dựa vào đặc trưng này, ta có thể xác định được đồng vị phóng xạ sau khi kích hoạt neutron (phân tích định tính).

Tuy nhiên việc xác định trực tiếp thường không chính xác, do hệ phô kẽ gamma tại thời điểm đo chưa được chuẩn năng lượng và hiệu suất ghi của detector. Vì vậy, trước tiên ta cần xây dựng phương trình đường chuẩn năng lượng theo vị trí kênh tại đỉnh cho hệ phô kẽ này.

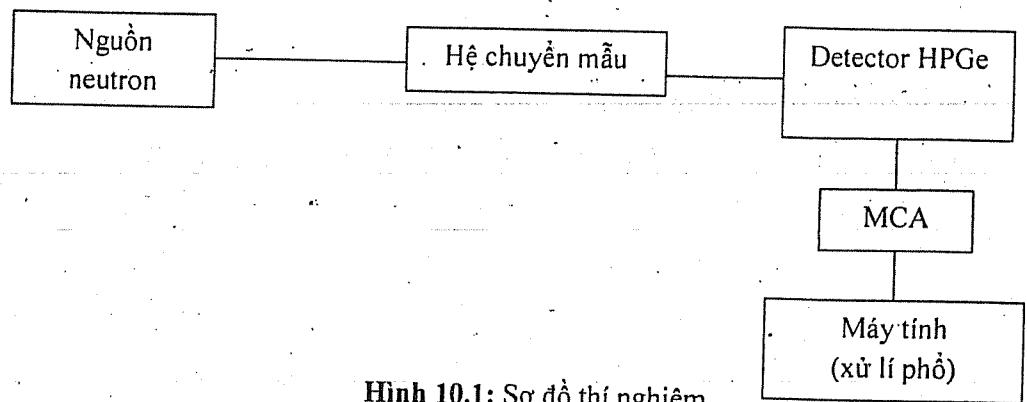
10.3. Thực hành

10.3.1. Dụng cụ:

- Nguồn neutron Am-Be, hoạt độ 7Ci, thông lượng neutron nhiệt $\sim 10^6 \text{ n.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$
- Hệ thống chuyển mẫu MTA-1527.
- Detector HPGe.
- Phần mềm phân tích và xử lý phô Gennie 2K.
- Mẫu ^{115}In bền dạng lá được chứa trong ống nhựa hình trụ đường kính 10mm, chiều cao 50mm và mẫu phân tích X.

10.3.2. Các bước thực hành:

- Mẫu chuẩn ^{115}In được chiếu tại vị trí kênh neutron nhiệt trong 45 phút. Sau đó di chuyển nhanh mẫu đến hệ đo gamma và đo trong 30 phút.
- Ghi lại vị trí kênh tại đỉnh năng lượng phát gamma của đồng vị phóng xạ trong mẫu chuẩn, xây dựng phương trình đường chuẩn năng lượng $E = aK + b$.
- Tiếp tục chiếu và đo mẫu phân tích X tại cùng vị trí và thời gian tương tự như mẫu chuẩn.
- Ghi lại vị trí kênh và dùng phương trình đường chuẩn năng lượng ở trên để tìm năng lượng của các đồng vị phóng xạ có trong mẫu.



Hình 10.1: Sơ đồ thí nghiệm

10.4. Báo cáo kết quả

Bảng báo cáo:

Vị trí kênh K	Năng lượng phát gamma E (keV)
	138,3
	416,9
	818,7
	1097,3
	1293,5
	1507,4
	2112,1

- Với vị trí kênh tại định năng lượng vừa tìm được đối với mẫu chuẩn, hãy biểu diễn phương trình đường chuẩn năng lượng: $E = aK + b$
- Xác định các đồng vị có trong mẫu X.

Báo cáo kết quả đối với mẫu X:

Vị trí kênh K	Năng lượng phát gamma E (keV)	Đồng vị phóng xạ hình thành

Tài liệu tham khảo

- [1] Huỳnh Trúc Phương, Trần Phong Dũng, Châu Văn Tạo (2009), Giáo trình *Các phương pháp phân tích hạt nhân nguyên tử*, Đại học Khoa học Tự nhiên TP. Hồ Chí Minh.
- [2] D.De Soete, R.Gijbels, J.Hoste (1972), Neutron activation analysis, New York.
- [3] IAEA (1990), A technical document *Practical aspects of operating a neutron activation analysis laboratory*, Vienna.
- [4] <http://www.laraweb.free.fr>.

BÀI THỰC TẬP 11

CĐI

PHÂN TÍCH HUỲNH QUANG TIA X

(Phân định tính)

CBPT: Lưu Đặng Hoàng Oanh

Huỳnh Trúc Phương

11.1. Mục đích

- Cung cấp một số khái niệm cơ bản về kỹ thuật huỳnh quang tia X (XRF), khả năng ứng dụng của nó, các mô tả chung về một hệ phân tích EDXRF (Energy dispersive XRF- đo phân bố năng lượng).
- Xác định sự tồn tại của các nguyên tố có trong mẫu phân tích.

11.2. Nguyên tắc

Phương pháp phân tích huỳnh quang tia X (XRF- X ray fluorescence) dựa trên hiện tượng quang điện xảy ra trên các lớp K, L hoặc M của vỏ nguyên tử khi bị kích thích bởi các bức xạ ion hóa (tia X, γ , e^- ...). Khi electron ở các mức này thoát ra để lại lỗ trống, sẽ diễn ra hiện tượng chuyển mức của các electron từ các mức có năng lượng cao hơn để lấp chỗ trống, trong quá trình chuyển dời sẽ dẫn đến phát xạ các tia X huỳnh quang, có năng lượng bằng hiệu số giữa hai mức năng lượng.

Để tạo ra hiện tượng quang điện (và phát tia X huỳnh quang) đối với một nguyên tố trong mẫu, điều kiện đầu tiên là năng lượng bức xạ kích thích phải lớn hơn năng lượng liên kết của electron trên các lớp K, L,... của nguyên tố.

Do phân bố các mức năng lượng đối với mỗi nguyên tố là khác nhau, phụ thuộc bậc số nguyên tử Z nên năng lượng phát tia X huỳnh quang cũng khác nhau giữa các nguyên tố. Vì vậy, trong phương pháp XRF, các tia X huỳnh quang được gọi là tia X đặc trưng của nguyên tố, để phân biệt với các loại tia X tạo ra bởi bức xạ hâm hoặc tán xạ.

Trong quá trình phân tích, việc nhận diện sự có mặt của nguyên tố trong mẫu dựa vào năng lượng các tia X đặc trưng của nguyên tố trên phổ XRF (phân tích định tính), việc đánh giá hàm lượng của nguyên tố trong mẫu dựa vào cường độ các tia X đặc trưng của nó (phân tích định lượng).

Electron lấp chỗ trống

Bức xạ tới

Bức xạ tia X
đặc trưng

Electron
bị bức ra

M

S
K
L

Hình 11.1. Hiện tượng quang điện và phát tia X huỳnh quang

11.3. Thực hành

11.3.1. Dụng cụ

- Detector Si(Li) XR-100SDD.
- Nguồn kích: ^{55}Fe .
- Phần mềm phân tích phổ huỳnh quang tia X Dpp MCA.
- Mẫu chuẩn gồm hỗn hợp: CaO; Cr₂O₃ và NaF dạng bột mịn được đựng trong hộp nhựa trụ đường kính 5 cm, mặt trên được phủ bởi lớp nilon mỏng.
- Mẫu phân tích X.

11.3.2. Các bước thực hành

- Mẫu chuẩn được chiếu và đo trong 10 phút.
- Xây dựng đường chuẩn năng lượng dựa trên vị trí kênh tại định năng lượng bức xạ tia X đặc trưng K _{α} , K _{β} (ký hiệu chung là E) của mẫu chuẩn: $E=aK+b$
- Tiếp tục chiếu và đo mẫu phân tích X trong thời gian 10 phút.
- Ghi lại vị trí kênh và dùng phương trình đường chuẩn năng lượng ở trên để tìm năng lượng bức xạ tia X đặc trưng của các nguyên tố có trong mẫu.

11.4. Báo cáo kết quả

- Bảng báo cáo:

Vị trí kênh K	Năng lượng phát tia X đặc trưng E (keV)
	3,69
	4,01
	5,41
	5,9
	5,95
	6,49

- Viết phương trình đường chuẩn năng lượng theo vị trí kênh tại định năng lượng bức xạ tia X đặc trưng đối với mẫu chuẩn: $E = aK + b$
- Các nguyên tố có trong mẫu phân tích:

Vị trí kênh K	Năng lượng bức xạ tia X đặc trưng E (keV)	Nguyên tố có trong mẫu X

Tài liệu tham khảo

- [1] Huỳnh Trúc Phương, Trần Phong Dũng, Châu Văn Tạo (2009), Giáo trình *Các phương pháp phân tích hạt nhân nguyên tử*, Đại học Khoa học Tự nhiên Tp. Hồ Chí Minh.
- [2] Rene E.Van Grieken & Andrej A.Markowiccz (1993), *Handbook of X-ray spectrometry*, Marcel Dekker, Inc.
- [3] Ron Jenkins, R.W.Gould, Dale Gedcke (1981), *Quantitative X-ray spectrometry*, America.
- [4] <http://www.amptek.com>

BÀI THỰC TẬP 12

CD1

**PHẦN MỀM ALPHA ACQUISITION & ANALYSIS
DÙNG TRONG GHI NHẬN VÀ PHÂN TÍCH PHÔ ALPHA**

CBPT: Lê Công Hào

Nguyễn Hoàng Anh

12.1. Mục đích

Phần mềm Genie – 2000 Alpha Acquisition & Analysis (AAS) là phần mềm được sử dụng trong việc ghi nhận và phân tích phô alpha. Với hệ đo Alpha Analyst thì phần mềm này hỗ trợ rất tốt cho các thao tác đo lường. Việc điều khiển hệ đo và thiết lập các thông số trong quá trình đo đều được điều khiển thông qua phần mềm này. Mục đích bài thực tập giúp sinh viên có khả năng:

- a. Hiểu được các nguyên tắc cài đặt và cài đặt được phần mềm AAS trên máy tính.
- b. Sử dụng thành thạo các thao tác cơ bản cần thiết cho việc ghi nhận phô và xử lý phô đo.

12.2. Nguyên tắc**12.2.1. Cài đặt phần mềm Genie – 2000 AAS đòi hỏi cấu hình máy tính tối thiểu:**

- Hệ điều hành Windows 95/98/200/NT/Me/XP/7.
- Máy tính: bộ xử lý tối thiểu 233 MHz với tiêu chuẩn Pentium.
- Ram: tối thiểu 256 MB.
- Ổ cứng: đòi hỏi dung lượng ổ cứng tối thiểu cần dư 200MB
- Màn hình: Độ phân giải tối thiểu VGA (600 × 800 colors).

12.2.2. Để cài đặt Genie 2000 AAS cần phải cài đặt Genie – 2000 V3.0 trước, rồi tiến hành cài đặt Alpha Analyst.

- a. Cài đặt Genie – 2000 V3.0:
 - Đưa đĩa (hoặc usb) vào máy.
 - Chọn lệnh Setup.
 - Bảng cài đặt hiện ra: chọn Next, đánh dấu chọn vào Install Genie – 2000 S504 Inspector Basic Spectroscopy, và chọn Next.
 - Cài đặt thành công ta chọn khởi động lại máy tính.
- b. Sau khi cài Genie 2000 ta tiến hành cài Alpha Analyst:

- Đưa đĩa vào, chọn setup trong thư mục Alpha Analyst1.
- Sau khi cài đặt xong Alpha Analyst1, thay đổi đường dẫn tới thư mục Alpha Analyst2 (chỉ cần thay đổi số 1 thành số 2 trong đường dẫn), rồi chọn OK. để tiếp tục việc cài đặt.
- Cài đặt thành công chọn OK để hoàn thành.

Khởi chạy chương trình bằng cách nhấp vào biểu tượng **Alpha Acquisition & Analysis** trên Desktop hoặc trong Programs/ Genie2000, như hình 12.1.

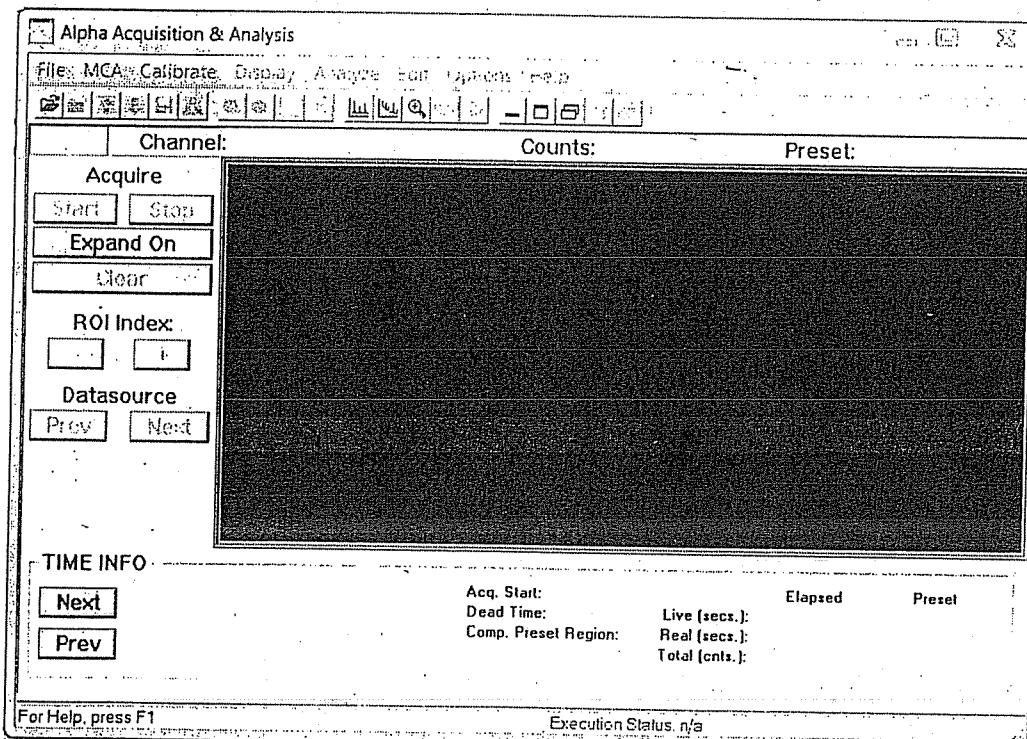


Alpha Acquisition & Analysis

Hình 12.1: Biểu tượng chương trình

12.3. Thực hành

Sau khi cài đặt thành công và khởi chạy chương trình, cửa sổ phần mềm AAS sẽ chứa các thẻ sau: **File, MCA, Calibrate, Display, Analyze, Edit, Options** và **Help**.

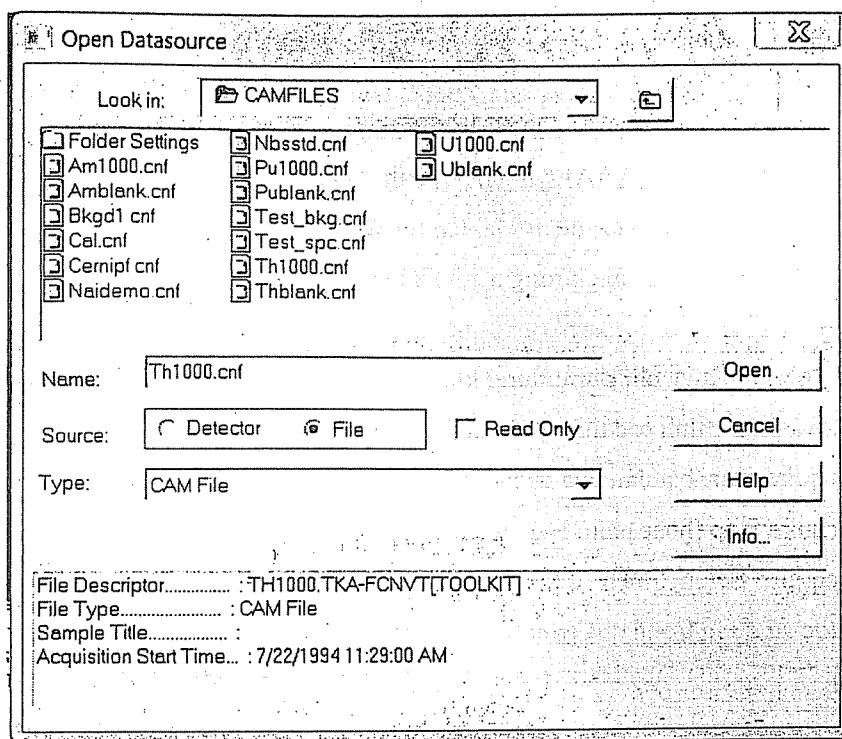


Hình 12.2: Giao diện chính của chương trình

a. Menu File

Menu này bao gồm các lệnh đưa ra để đóng (Close), mở dữ liệu hiện hành (Open Datasource), lưu dữ liệu hiện hành (Save), copy phô vào một chương trình soạn thảo (Plot to Clipboard), in phô hiện hành (Data Plot), in nội dung thực nghiệm (Print report Window), thoát (Exit). Ngoài ra còn có lưu, xóa và mở vùng làm việc (các lệnh Save workspace, Delete workspace, Open workspace).

- Open Datasource: hiển thị hộp thoại như Hình 12.3.



Hình 12.3: Giao diện của nút lệnh Open Datasource

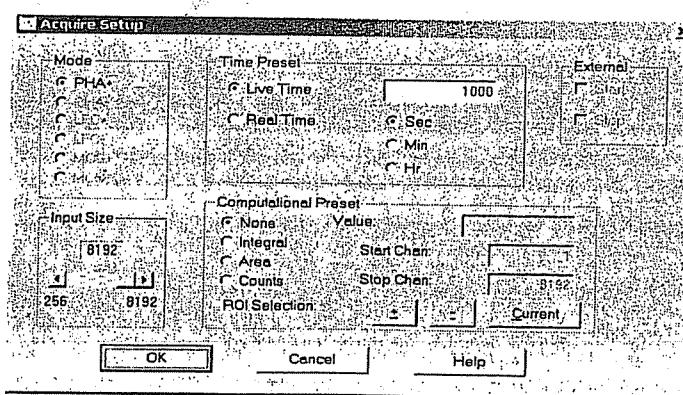
- Detector: hộp thoại “Node is” đưa ra một danh sách tên các đầu dò. Sau đó chọn “Open” để mở một hoặc hai đầu dò..
- CAMFILES: hộp thoại “Look In” đưa ra danh sách tên tất cả các tập tin có sẵn trên đĩa cứng. Tên danh sách có thể chọn trong list box hoặc nhập từ hộp thoại “Name” → chọn nút lệnh “Open” để mở nguồn dữ liệu trên đĩa cứng.
- Info: hiển thị các thông tin của phô hiện hành đang sử dụng.

- Close: đóng phồ hiện hành.
- Save: lưu phồ với các thông tin liên quan.
- Save as: hiển thị hộp thoại nhập tên của phồ cần lưu trữ, hộp thoại “Description” mô tả về phồ với đặc tính riêng.
- Data plot: in ra phồ hiện hành dưới dạng số đếm theo năng lượng. Trong hộp thoại này có thể chọn giới hạn in toàn bộ phồ hiện hành bằng cách đánh dấu vào “Full Spectrum” hoặc in phồ trong vùng kênh nào đó (đánh số “Start channel” và “End channel” trong hộp text).
- Plot to Clipboard: copy phồ để dán vào một môi trường nhớ tạm (ví dụ như chương trình Word).
- Save Workspace, Open Workspace: lưu tạm và khôi phục Alpha Acquisition & Analysis (AAA) hiện hành để tiện sử dụng lại khi cần thiết, Open workspace để mở lại tập tin Workspace đã lưu ở trên để dùng lại.
- Exit: thoát khỏi chương trình Alpha Acquisition & Analysis.

b. Menu MCA

Menu MCA chỉ được dùng khi đang kết nối với detector, bao gồm các lệnh khởi động, cài đặt và hiệu chỉnh các thông số của hệ điện tử MCA.

- Acquire Start: bắt đầu quá trình ghi nhận bức xạ từ nguồn.
- Acquire Stop (hoặc phím F4): ngưng việc ghi nhận bức xạ.
- Acquire Setup: hiển thị hộp thoại như hình 12.4: cài đặt các thông số phù hợp được sử dụng trong quá trình ghi nhận bức xạ của nguồn.



Hình 12.4: Giao diện nút lệnh Acquire Setup

- Time Preset: Cài đặt thời gian đo (chỉ được cài đặt khi Mode ở chế độ PHA hoặc LFC).

+ Live time: thời gian đo do người sử dụng cài đặt.

+ Real time: thời gian đo thực tế của đầu dò.

Cả hai chế độ này có thể tùy chọn giờ, phút, giây. Thời gian đo tùy thuộc vào nguồn.

Trong phân tích phóng xạ alpha, nguồn chuẩn được đo trong thời gian ngắn, các mẫu môi trường có hoạt động thấp nên cần thời gian phân tích lâu hơn.

- Input size: số kênh của ngõ vào detector, được lưu trữ trong một tập tin MID.

- Computational Preset: tính các thông số liên quan trên phông.

+ None: tắt chế độ Computational Preset, chỉ có Time Preset được cài đặt.

+ Integral: xác định giá trị tích phân của một vùng ROI bất kỳ nào đó, nhập vào số kênh bắt đầu và số kênh kết thúc trong hộp text (Start Chan và Stop Chan).

+ Area: xác định diện tích vùng ROI bất kỳ (nhập vào số kênh bắt đầu và kết thúc).

+ Count: xác định số điểm tổng của một vùng ROI (xác định bởi số kênh bắt đầu và kết thúc).

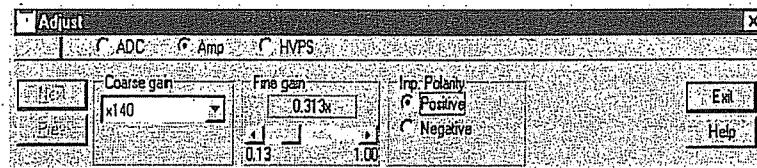
Sau khi cài đặt xong các thông số, chọn lệnh OK để kết thúc.

- Clear: xóa phông hiện hành.

- Data: xóa tất cả dữ liệu trên phông hiện hành.

- Data & ROI: xóa tất cả dữ liệu và vùng ROI trên phông hiện hành.

- Adjust: hiển thị hộp thoại như hình 12.5 cho phép thiết lập các thông số về ADC, Amp và Cao thế HVPS



Hình 12.5: Giao diện nút lệnh Adjust

- Advance: hiển thị các lệnh để thay đổi thông số kết nối với nguồn dữ liệu.

- Load: mở phông từ tập tin CAMFILES tại detector để áp dụng các thông tin trong phông đó (vd: năng lượng..) vào file hiện hành đo từ detector.

c. Menu Calibrate

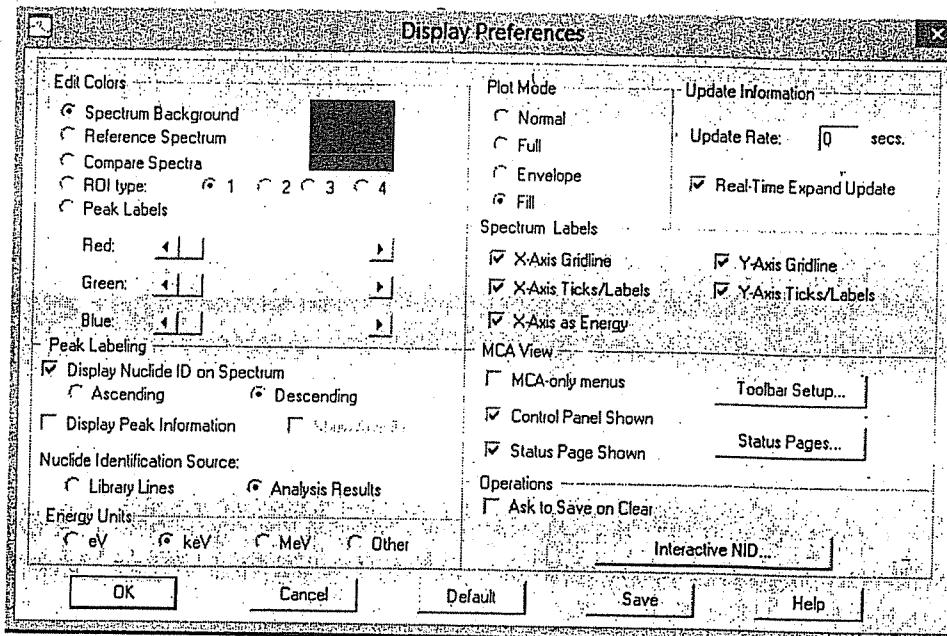
Dùng để chuẩn năng lượng và chuẩn hiệu suất cho máy. việc chuẩn năng lượng được thực hiện thông qua nút lệnh Energy full\By Certificate File. Việc chuẩn hiệu suất được thực

hiện thông qua các nút lệnh Efficiency\By Certificate File. Cả hai thao tác trên đòi hỏi cần phải có một file chuẩn “Certificate file” ví dụ như các file Cal.ctf, Th228.ctf hay U232.ctf... đã biết hoặc được xây dựng trước.

d. Menu Display

Dùng để thay đổi giao diện, màu sắc,... của phô hiện hành. Theo hình 12.6, để thực hiện các thao tác này, chúng ta cần chọn:

- Preferences>Edit Colors cho thao tác chỉnh màu hiển thị phô.
- Preferences\Plot Mode cho thao tác chỉnh các kiểu hiển thị phô
- Preferences\Spectrum Labels cho thao tác hiển thị thông tin về trực số đếm, trực năng lượng cũng như số kênh.
- Preferences\Peak Labeling cho thao tác hiển thị các thông tin về diện tích đỉnh phô, đồng vị phóng xạ và hoạt độ.



Hình 12.6: Giao diện Display Preferences

e. Menu Analyze

Dùng để phân tích phô, lấy diện tích đỉnh phô và tính hàm lượng của nguyên tố quan tâm thông qua các thao tác nút lệnh từ A đến M (nội dung các thao tác này sẽ được giới thiệu bởi GV hướng dẫn). Các nội dung chính này sẽ được trình bày chi tiết hơn trong học phần thực tập chuyên đề 2.

f. Menu Edit, Options và Help

Dùng để điều chỉnh thông tin phô và truy cập thư viện hỗ trợ của chương trình.

12.4. Báo cáo kết quả

Sinh viên thực hiện theo các thao tác hướng dẫn của cán bộ phụ trách.

Làm báo cáo:

1. Mô tả ngắn gọn quy trình thao tác cài đặt phần mềm AAS trên máy tính (minh họa bằng các hình chụp màn hình trong lúc cài đặt).
2. Sử dụng các phô có tên trong thư mục “CAMFILES”: Cal.cnf (^{238}U , ^{243}U , ^{239}Pu và ^{241}Am) và Am1000.cnf (^{243}Am và ^{241}Am) để thực hiện các thao tác mô tả trong phần thực hành. Sau khi hoàn thành, SV báo cáo các thao tác bằng các hình chụp màn hình.
3. In ra giấy những phô Alpha chuẩn “Cal.cnf và Am1000.cnf” và có chú thích rõ các định năng lượng alpha của từng đồng vị.

Tài liệu tham khảo

- [1] Canberra (2001), *Model S570 Genie-2000 Alpha Analyst*, User’s Manual 9231047D, Canberra Industries, Inc.
- [2] Lê Công Hảo (2013), *Nghiên cứu xác định hàm lượng phóng xạ một số nguyên tố nặng trong mẫu môi trường bằng phương pháp phô Alpha*, Luận án Tiến sĩ Vật lý, Trường đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh.

PHỤ LỤC

1. PHƯƠNG PHÁP BÌNH PHƯƠNG TỐI THỂU:

(Sinh viên tự đọc ở nhà)

Cho đa thức

$$y = a_1 + a_2 x + \dots + a_m x^m \quad (1)$$

Cần xác định r hệ số trong đa thức này từ một tập hợp số liệu (x_i, y_i) , $i = 1, 2, \dots, n$, từ thực nghiệm.

Các hệ số a_1, a_2, \dots, a_r được xác định sao cho tổng bình phương các độ lệch s_i thẳng đứng từ điểm thực nghiệm tới đường thẳng biểu diễn phương trình (1) là nhỏ nhất:

$$s_i = f(x_i) - y_i \quad (2)$$

$$S = \sum_{i=1}^n v_i^2 = \sum_{i=1}^n [f(x_i) - y_i]^2 \quad (3)$$

Chúng ta có thể xác định các thông số a_r sao cho S cực tiểu:

$$\frac{\partial S}{\partial a_1} = 0, \frac{\partial S}{\partial a_2} = 0, \dots, \frac{\partial S}{\partial a_r} = 0 \quad (4)$$

Tập hợp r phương trình này gọi là phương trình chuẩn dùng để xác định các thông số a_1, a_2, \dots, a_r .

Xét bậc 1 (tuyến tính) người ta có $r = 2$:

$$y = a_1 + a_2 x \quad (5)$$

Như vậy:

$$v_i = (a_1 + a_2 x_i) - y_i$$

$$S = \sum_{i=1}^n v_i^2 = (a_1 + a_2 x_1 - y_1)^2 + (a_1 + a_2 x_2 - y_2)^2 + \dots + (a_1 + a_2 x_n - y_n)^2$$

Lấy đạo hàm của S theo a_1 và a_2 , ta có hai phương trình:

$$\frac{\partial S}{\partial a_1} = 2(a_1 + a_2 x_1 - y_1) + 2(a_1 + a_2 x_2 - y_2) + \dots + 2(a_1 + a_2 x_n - y_n) = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial a_2} = 2x_1(a_1 + a_2 x_1 - y_1) + 2x_2(a_1 + a_2 x_2 - y_2) + \dots + 2x_n(a_1 + a_2 x_n - y_n) = 0$$

Suy ra

$$\begin{aligned} n a_1 + \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) a_2 &= \sum_{i=1}^n y_i \\ \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) a_1 + \left(\sum_{i=1}^n x_i \right) a_2 &= \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{aligned} \quad (6)$$

Từ hệ phương trình (6), giải ra các hệ số a_1 và a_2 :

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}, a_2 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2} \quad (7)$$

Ví dụ:

Tính các hệ số a_1 và a_2 trong phương trình $y = a_1 + a_2 x$ dung hợp với số liệu sau:

x	1	2	3	4
y	1,7	1,8	2,4	3,2

Trong trường hợp này $n = 4$, và

$$\sum_{i=1}^4 x_i = 1 + 2 + 3 + 4 = 10$$

$$\sum_{i=1}^4 y_i = 1,7 + 1,8 + 2,3 + 3,2 = 9$$

$$\sum_{i=1}^4 x_i^2 = 1 + 4 + 9 + 16 = 30$$

$$\sum_{i=1}^4 x_i y_i = 1,7 + 2 \times 1,8 + 3 \times 2,3 + 4 \times 3,2 = 25$$

Ta có hệ phương trình:

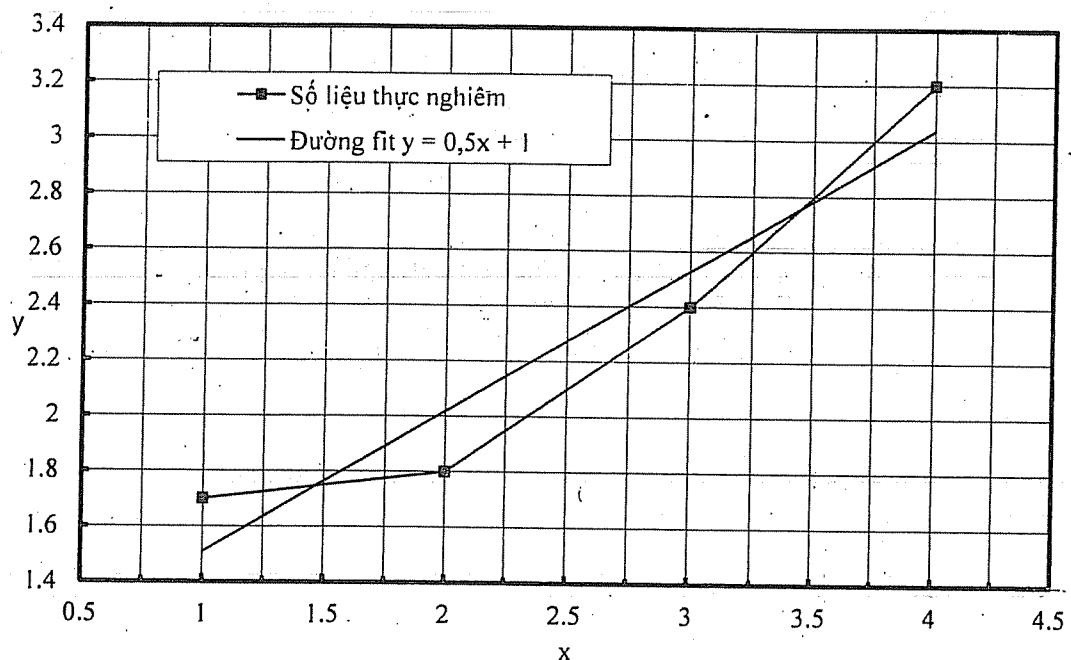
$$4a_1 + 10a_2 = 9$$

$$10a_1 + 30a_2 = 25$$

Giải ra $a_1 = 1, a_2 = 0,5$

Phương trình có dạng:

$$y = 1 + 0,5x$$



Trong trường hợp có hàm số dạng:

$$y = a \cdot 10^{bx}$$

hay:

$$y = a \cdot e^{bx}$$

Ta tuyến tính hóa bằng cách lấy logarit hai vế:

$$\log y = \log a + bx$$

$$Y = c + bx$$

hay

$$\ln y = \ln a + bx$$

$$Y = c + bx$$

Ta dùng ngôn ngữ lập trình hoặc các chương trình toán học thông dụng để giải các bài toán trên bằng máy tính.

2. HỆ THỐNG ĐO LƯỜNG VÀ PHÂN TÍCH BỨC XẠ HẠT NHÂN

Nguyên tắc:

Bức xạ hạt nhân phát ra từ nguồn phóng xạ bao gồm các loại hạt mang điện như tia alpha, tia beta hay bức xạ điện từ như tia gamma, tia X có năng lượng và cường độ xác định. Khi bức xạ hạt nhân đi vào môi trường vật chất bên trong detector, các tương tác của bức xạ với vật chất xảy ra. Kết quả là ở lối ra detector xuất hiện một tín hiệu xung điện ma các thông số của nó như điện thế, số lượng có thể đo được bằng các thiết bị điện tử.

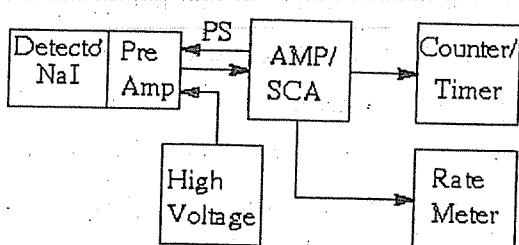
Detector có thể là các loại detector chứa khí như buồng ion hóa, ống đếm tì lệ, ống đếm Geiger-Mueller, ống đếm nháy và detector bán dẫn.

Do xung điện có biên độ điện thế rất nhỏ cần có các mạch khuếch đại để khuếch đại các xung điện này lên nhiều lần trước khi đi vào các thiết bị điện tử phía sau. Trong đa số các hệ thống thiết bị đo lường và phân tích bức xạ hạt nhân, ngay phía sau detector là **bộ tiền khuếch đại** không những chỉ đảm nhiệm một phần độ khuếch đại theo yêu cầu mà còn có nhiệm vụ phối hợp trễ kháng giữa detector với hệ điện tử phía sau. Bộ tiền khuếch đại thường ghép rất sát với detector. Thông thường có một khoảng cách nhất định nào đó giữa detector và hệ đo vì detector đặt gần nguồn phóng xạ trong khi hệ đo đặt ở gần người làm việc nên phải có một dây cáp đồng trực dẫn tín hiệu từ bộ tiền khuếch đại tới hệ đo.

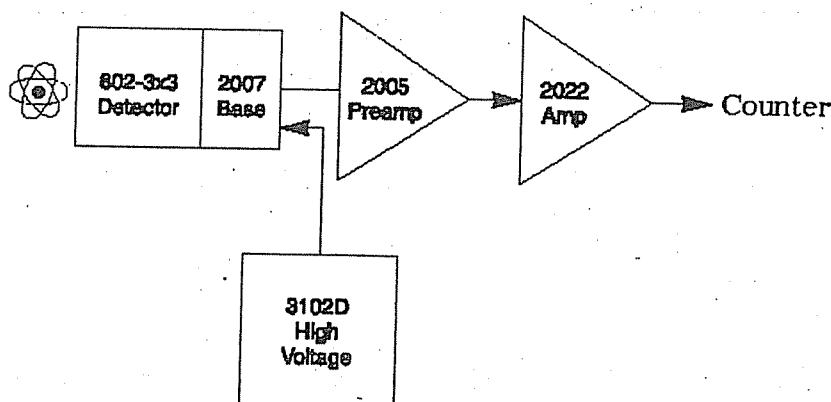
Bộ khuếch đại chính hầu như đảm nhận toàn bộ độ khuếch đại yêu cầu, có các nút điều chỉnh độ khuếch đại theo hai mức độ: điều chỉnh thô và điều chỉnh tinh. Bộ khuếch đại còn đảm nhiệm sự tạo dang xung và xác định dải thông tần số nên có sự phối hợp các bộ lọc vi phân và tích phân RC hoặc dây làm chậm.

Để loại bỏ những xung điện có biên độ nhỏ hơn một mức **ngưỡng** cho trước, phía sau bộ khuếch đại là bộ phân biệt biên độ. Trong một hệ đo đơn giản, tất cả các xung điện có biên độ lớn hơn một mức ngưỡng xác định trước sẽ được đếm trong một khoảng thời gian xác định. Như vậy người ta có một **máy đếm xung**. Thông thường nếu người ta dùng loại detector nào thì máy đếm đó sẽ được gọi là máy đếm có tên của detector tương ứng như quen thuộc thường gọi như sau: máy đếm Geiger-Mueller dùng detector là ống đếm Geiger-Mueller, máy đếm nháy dùng detector nháy, máy đếm bán dẫn dùng detector bán dẫn. Phòng thí nghiệm vật lý hạt nhân có các loại detector khác nhau như ống đếm Geiger-Mueller, detector nháy và detector bán dẫn nên có các hệ thiết bị khác nhau dùng cho từng loại detector tương ứng.

Nếu người ta thay đổi vị trí nguồn sau mỗi lần đo thì sẽ thu được một phân bố biên độ xung gọi là phổ tích phân. Phổ tích phân không cho thấy rõ ràng vị trí các đỉnh phổ. Để thu nhận một phổ vi phân người ta cần có một máy **phân tích đơn kênh SCA** mà thực chất là một tập hợp hai bộ phân biệt biên độ có hai mức nguồn, nguồn dưới và nguồn trên, cách nhau một khoảng gọi là bề rộng kênh thường gọi là **cửa sổ** của máy phân tích. Máy đếm xung có nhiệm vụ đếm tất cả các xung điện có biên độ nằm giữa hai giá trị của nguồn dưới và nguồn trên tương ứng với một kênh. Lần đo tiếp theo cần thay đổi nguồn dưới để đo được số đếm tương ứng với kênh tiếp theo.



Hình 1: Hệ đếm đơn giản dùng detector nháy nháy

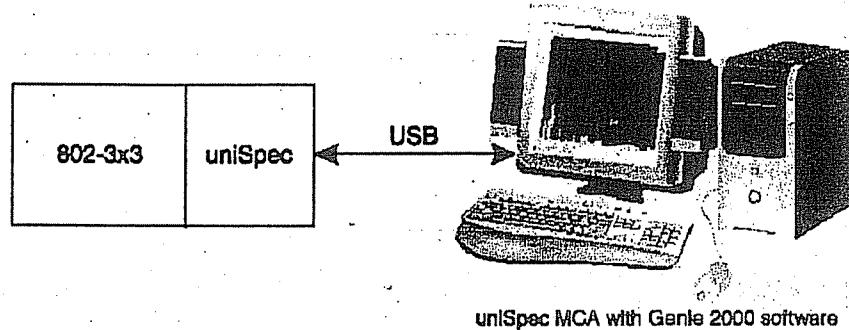


Hình 2: Hệ thiết bị dùng cho detector nháy nháy (theo Canberra)

Một bộ biến đổi tương tự thành số ADC là cơ sở của một máy **phân tích đa kênh MCA** dùng để đồng thời trong một khoảng thời gian máy đếm có thể đo được số xung điện trong tất cả các kênh.

Số liệu của một phổ biên độ có thể xử lý trên máy tính bằng một **chương trình**. Các chương trình hiện được sử dụng có thể là MCA1, MCA4 và Genie-2K.

Hệ thiết bị có hai **bộ nguồn điện**: một bộ nguồn điện thế cao cung cấp điện cho detector gọi là cao thế HV và một bộ nguồn điện thế thấp cung cấp điện cho các mạch điện tử trong hệ đo gọi là Power Supply.



Hình 3: Hệ thiết bị đa kênh với detector nhấp nháy có dùng phần mềm Genie-2K (theo Canberra)

nguyễn

vu gecang nguyen 2016 @ gmail. com