

Kết quả ban đầu trong việc xác định nồng độ phần trăm của dung dịch axit sunfuric dựa trên kỹ thuật gamma truyền qua với năng lượng 662 keV

Huỳnh Đình Chương¹, Trương Thành Sang^{2,3}, Lê Thị Ngọc Trang¹, Nguyễn Thị Trúc Linh¹, Hoàng Đức Tâm^{3,*}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, một cách tiếp cận dựa trên sự kết hợp của dữ liệu thực nghiệm và mô phỏng Monte Carlo của phép đo gamma truyền qua được đề xuất để xác định nồng độ phần trăm của dung dịch axit. Cấu hình đo được bố trí với một nguồn phóng xạ ^{137}Cs có chuẩn trực để phát ra chùm tia gamma hẹp năng lượng 662 keV chiếu đến mẫu đo và đầu dò NaI(Tl) để ghi nhận chùm tia gamma sau khi truyền qua mẫu đo. Dữ liệu mô phỏng Monte Carlo được sử dụng để xây dựng các đường chuẩn cho mối liên hệ giữa $\ln R$ so với nồng độ phần trăm của dung dịch axit ứng với các nhiệt độ khác nhau của dung dịch (R là tỉ số giữa cường độ gamma sau khi truyền qua dung dịch axit và cường độ gamma sau khi truyền qua nước nguyên chất). Nồng độ phần trăm của dung dịch axit được xác định dựa trên đường chuẩn đã xây dựng và tỉ số cường độ R đo được từ thực nghiệm. Kết quả thu được cho thấy rằng cách tiếp cận này là khả thi với 7 trong tổng số 8 mẫu dung dịch axit sunfuric được khảo sát có nồng độ phần trăm đo được có độ lệch so với nồng độ mẫu chuẩn là dưới 5%, chỉ có một mẫu có độ lệch là 7,6%. Kết quả ban đầu này cho thấy có thể phát triển một phương pháp phân tích không hủy mẫu để xác định nhanh nồng độ phần trăm của các dung dịch axit dựa trên kỹ thuật gamma truyền qua.

Từ khoá: axit sunfuric, gamma truyền qua, Monte Carlo, nồng độ phần trăm

¹Phòng thí nghiệm Kỹ thuật Hạt nhân, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

²Khoa Vật lý và Vật lý kỹ thuật, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM, Việt Nam

³Khoa Vật lý, Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Liên hệ

Hoàng Đức Tâm, Khoa Vật lý, Trường Đại học Sư phạm Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam

Email: tamhd@hcmue.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 19-01-2021
- Ngày chấp nhận: 06-4-2021
- Ngày đăng: 30-4-2021

DOI: 10.32508/stdjns.v5i2.1010



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



MỞ ĐẦU

Axit sunfuric đóng một vai trò đặc biệt quan trọng trong công nghiệp hóa chất. Trong nhiều ứng dụng thực tế, axit sunfuric cần phải được pha loãng với nhiều nồng độ khác nhau, ví dụ dung dịch axit sunfuric với nồng độ 33,5% được dùng trong ắc quy, hoặc nồng độ 62,18% được dùng trong sản xuất phân bón. Do đó, nồng độ phần trăm của loại axit này cần phải được xác định để đảm bảo yêu cầu cho các ứng dụng cụ thể. Điều này có thể thực hiện được bằng các phương pháp phân tích hóa học. Tuy vậy, việc thực hiện nhiều thao tác trong quá trình phân tích nồng độ bằng phương pháp hóa học có thể tiềm ẩn những nguy cơ nhất định về tính an toàn của người làm thí nghiệm. Hơn nữa, quá trình phân tích này sẽ làm tiêu hao một lượng mẫu nhất định.

Mối liên hệ giữa nồng độ phần trăm và mật độ khối lượng của các dung dịch axit đã được chỉ rõ trong tài liệu¹ và vì vậy mật độ khối lượng có thể được sử dụng như một đặc trưng để xác định nồng độ phần trăm của dung dịch axit. Phương pháp không hủy mẫu đã được áp dụng thành công trong các nghiên cứu trước đây để xác định mật độ chất lỏng²⁻⁴. Đặc biệt gần đây, Chương và cộng sự⁵ đã sử dụng kỹ thuật gamma

truyền qua để xác định mật độ của chất lỏng. Ưu điểm của kỹ thuật này là thiết bị đo không cần tiếp xúc với mẫu phân tích, do đó phép đo có thể được tiến hành trong điều kiện mẫu phân tích được chứa trong môi trường đóng kín và không gây ra phá hủy cho mẫu phân tích. Như vậy, việc phát triển một phương pháp phân tích không hủy mẫu để xác định nồng độ phần trăm của dung dịch axit dựa trên kỹ thuật gamma truyền qua là có tính khả thi.

Trong những năm gần đây, phương pháp mô phỏng Monte Carlo cho sự vận chuyển của bức xạ đã được ứng dụng phổ biến trong lĩnh vực đo lường bức xạ. Một vài nghiên cứu trước đây đã kết hợp dữ liệu mô phỏng Monte Carlo và thực nghiệm để xác định bề dày vật liệu⁶, đo mật độ chất lỏng^{3,4}. Việc sử dụng dữ liệu mô phỏng Monte Carlo giúp làm giảm chi phí và thời gian phân tích (do không cần chuẩn bị và đo các mẫu tham khảo để xây dựng đường chuẩn phân tích) và làm tăng độ chính xác của kết quả phân tích (do các sai số hệ thống được loại bỏ trong mô phỏng). Trong nghiên cứu này, chúng tôi đề xuất một cách tiếp cận dựa trên sự kết hợp của dữ liệu thực nghiệm và mô phỏng Monte Carlo của phép đo gamma truyền qua với năng lượng 662 keV để xác định nồng độ phần trăm của dung dịch axit. Trong đó, dữ liệu mô phỏng

Trích dẫn bài báo này: Chương H D, Sang T T, Trang L T N, Linh N T T, Tâm H D. **Kết quả ban đầu trong việc xác định nồng độ phần trăm của dung dịch axit sunfuric dựa trên kỹ thuật gamma truyền qua với năng lượng 662 keV.** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 5(2):1179-1188.

Monte Carlo được sử dụng để xây dựng các đường chuẩn cho mối liên hệ giữa lnR so với nồng độ phần trăm của dung dịch axit ứng với các nhiệt độ khác nhau của dung dịch. Để xác định được nồng độ phần trăm của một dung dịch axit, các phép đo gamma truyền qua được thực hiện với mẫu axit này và mẫu nước nguyên chất, sau đó xác định tỉ số cường độ R tương ứng. Nồng độ của dung dịch axit được xác định dựa trên đường chuẩn đã xây dựng bằng mô phỏng Monte Carlo và tỉ số cường độ R đo được từ thực nghiệm. Cách tiếp cận này có những ưu điểm sau: thứ nhất, ít tốn kém chi phí do đường chuẩn phân tích được xây dựng hoàn toàn dựa trên dữ liệu mô phỏng Monte Carlo nên không cần phải chuẩn bị các mẫu axit tham khảo với nồng độ phần trăm khác nhau; thứ hai, cách tiếp cận này là không hủy mẫu và an toàn đối với người thực hiện phép đo, đồng thời có thể phân tích trong trường hợp dung dịch axit được chứa trong bình kín hoặc đang chảy trong đường ống. Trên thực tế việc đo mẫu trong một bình kín làm tăng đáng kể sự an toàn đối với người làm thí nghiệm và đặc biệt không tốn mẫu trong quá trình phân tích. Một số kết quả ban đầu của việc ứng dụng cách tiếp cận này để phân tích nồng độ phần trăm của một số dung dịch axit sunfuric được trình bày trong bài báo.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Cơ sở lý thuyết

Chùm photon hẹp có cường độ I_0 chiếu xuyên qua ống dạng hình trụ đựng axit như mô tả trong Hình 3, số đếm mà đầu dò ghi nhận được xác định theo công thức sau:

$$N_M = \varepsilon I_0 \exp[-2\mu_T x_T] \exp[-\mu_M d] \quad (1)$$

$$N_N = \varepsilon I_0 \exp[-2\mu_T x_T] \exp[-\mu_N d] \quad (2)$$

trong đó, N_M và N_N lần lượt là số đếm bên dưới đỉnh truyền qua mà đầu dò ghi nhận ứng với mẫu đo là dung dịch axit và nước; μ_T , μ_M và μ_N lần lượt là hệ số suy giảm tuyến tính của thành ống, dung dịch axit và nước; x_T và d lần lượt là bề dày của thành ống và đường kính trong của ống; ε là hiệu suất đỉnh năng lượng toàn phần của đầu dò ứng với năng lượng của gamma truyền qua.

Tỉ số R được định nghĩa như sau:

$$R = \frac{N_M}{N_N} = \exp[-(\mu_M - \mu_N)d] \quad (3)$$

hay:

$$\ln R = -(\mu_M - \mu_N)d \quad (4)$$

Ta có: $\mu_M = \mu_M^p \rho_M$ và $\mu_N = \mu_N^p \rho_N$

với μ_M^p và μ_N^p lần lượt là hệ số suy giảm khối (viết tắt là MAC) của dung dịch axit và nước; ρ_M và ρ_N lần lượt là mật độ khối lượng của dung dịch axit và nước. Phương trình (4) được viết lại như sau:

$$\ln R = -(\mu_M^p \rho_M - \mu_N^p \rho_N)d \quad (5)$$

Mặt khác

$$\begin{aligned} \mu_M^p &= w\mu_{axit}^p + (1-w)\mu_N^p \\ &= w(\mu_{axit}^p - \mu_N^p) + \mu_N^p \end{aligned} \quad (6)$$

với μ_{axit}^p là MAC của axit nguyên chất; w là nồng độ phần trăm của axit trong dung dịch.

Phương trình (6) cho thấy rằng μ_M^p là một hàm tuyến tính theo nồng độ phần trăm của axit trong dung dịch. Dữ liệu trong Bảng 1 trình bày các giá trị của MAC theo nồng độ phần trăm tính bằng chương trình XCOM được làm khớp bằng phương pháp bình phương tối thiểu theo hàm tuyến tính như trong phương trình (6) như trình bày trong Hình 1. Có thể thấy được sự phụ thuộc tuyến tính rất tốt giữa MAC so với nồng độ phần trăm của axit sunfuric với hệ số R^2 gần như bằng 1. Cũng trong Bảng 1, giá trị MAC tính từ hàm làm khớp được so sánh với giá trị MAC tính từ XCOM, kết quả cho thấy gần như không có sự khác biệt. Điều này khẳng định sự phụ thuộc tuyến tính của MAC vào nồng độ phần trăm của axit như trong phương trình (6).

Từ kết quả thu được ở trên, phương trình (6) được viết lại như sau:

$$\mu_M^p = aw + b \quad (7)$$

Ở đây: $a = \mu_{axit}^p - \mu_N^p$ và $b = \mu_N^p$

Đối với các loại axit bao gồm cả axit sunfuric (1), mật độ khối lượng của nó bên cạnh phụ thuộc vào nồng độ của axit còn phụ thuộc vào nhiệt độ như có thể thấy trong Hình 2.

Như vậy, mật độ khối lượng của dung dịch axit có thể được xem như là hàm theo nồng độ phần trăm và nhiệt độ T như biểu diễn theo phương trình bên dưới:

$$\rho_M = f(w, T) \quad (8)$$

Tại một nhiệt độ xác định, chúng tôi giả sử rằng, mật độ khối lượng của dung dịch axit sunfuric phụ thuộc vào nồng độ phần trăm với hàm mô tả sự phụ thuộc này có dạng hàm đa thức bậc 3 như sau:

$$\rho_M \approx a_0 + a_1w + a_2w^2 + a_3w^3 \quad (9)$$

Cần chú ý rằng, nếu nồng độ axit bằng không, khi đó mật độ của mẫu đúng bằng mật độ của nước nguyên chất, tức là $\rho_N = a_0$.

Bảng 1: Hệ số suy giảm khối theo nồng độ phần trăm của axit sunfuric tính bằng chương trình XCOM⁷

Nồng độ phần trăm của axit sunfuric (%)	Hệ số suy giảm khối (cm ² g ⁻¹)	Hệ số suy giảm khối tính bằng hàm khớp	Độ lệch tương đối (%)
0	0,08564	0,08564	0,00
5	0,08529	0,08529	0,00
10	0,08494	0,08494	0,00
15	0,08459	0,08459	0,00
20	0,08424	0,08424	0,01
25	0,08389	0,08390	0,01
30	0,08354	0,08355	0,01
35	0,08320	0,08320	0,00
40	0,08285	0,08285	0,00
45	0,08250	0,08250	0,00
50	0,08215	0,08215	0,00
55	0,08180	0,08180	0,00
60	0,08145	0,08145	0,01
65	0,08110	0,08111	0,01
70	0,08075	0,08076	0,01
75	0,08041	0,08041	0,00
80	0,08006	0,08006	0,00
85	0,07971	0,07971	0,00
90	0,07936	0,07936	0,00
95	0,07901	0,07901	0,00
98	0,07880	0,07880	0,01

Thay (7) và (9) vào (5) ta được:

$$\ln R = -((a_0 + a_1w + a_2w^2 + a_3w^3)(aw + b) - ba_0) d \quad (10)$$

Phương trình (10) được viết gọn lại như sau:

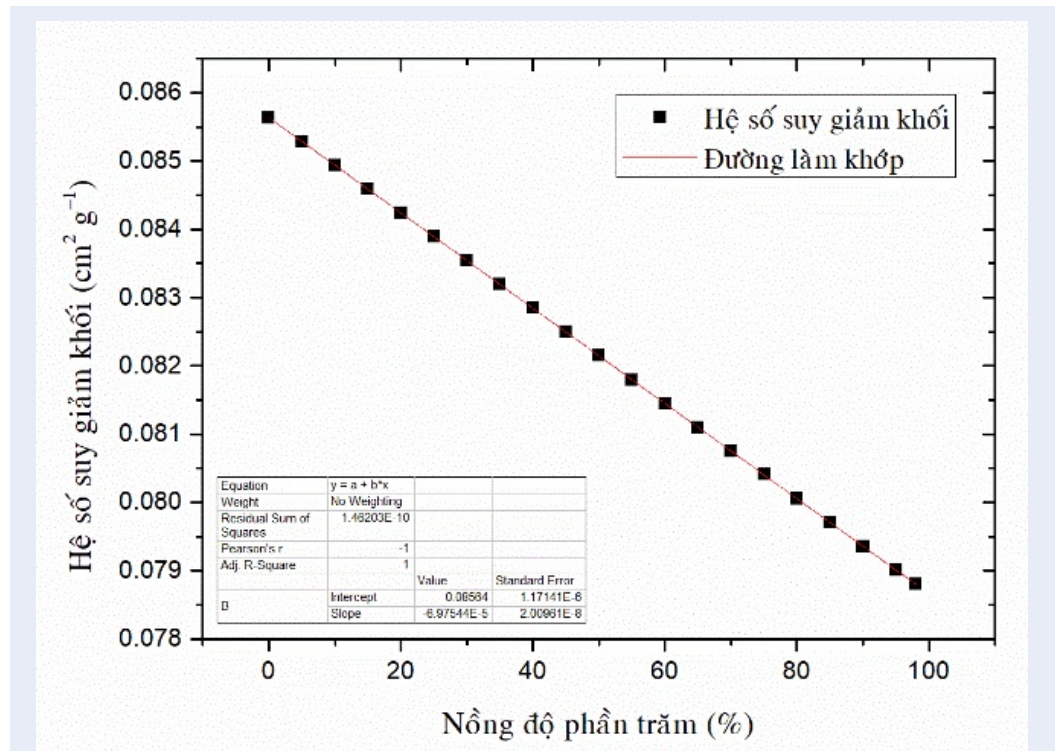
$$\ln R = A_0 + A_1w + A_2w^2 + A_3w^3 + A_4w^4 \quad (11)$$

Phương trình (11) cho thấy rằng lnR là hàm đa thức bậc 4 theo nồng độ phần trăm của dung dịch axit. Giá trị của các tham số A₀, A₁, A₂, A₃, A₄ chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ của dung dịch axit.

Thực nghiệm

Bố trí thực nghiệm của phép đo gamma truyền qua để xác định nồng độ của dung dịch axit được trình bày như trong Hình 3. Trong đó, nguồn phóng xạ ¹³⁷Cs với hoạt độ xấp xỉ 0,5 mCi (do hãng Eckert & Ziegler sản xuất) được đặt bên trong hộp chì với ống chuẩn trực có chiều dài 10 cm và đường kính 0,96 cm để phát

ra chùm tia gamma hẹp năng lượng 662 keV. Đầu dò nhấp nháy NaI(Tl) 802-3×3 của hãng Mirion được sử dụng để ghi nhận bức xạ gamma truyền qua. Đầu dò được đặt bên trong một ống chì với bề dày thành ống 2,5 cm và một ống chuẩn trực chì với chiều dài 2 cm và đường kính 1 cm được đặt phía trước đầu dò để che chắn bức xạ môi trường và các bức xạ gamma tán xạ. Các ống thủy tinh với đường kính trong 2,25 cm, bề dày thành ống 0,17 cm được sử dụng để chứa các dung dịch axit và nước nguyên chất. Để tránh sự hấp thụ nước từ không khí làm thay đổi nồng độ dung dịch, các ống thủy tinh được đóng kín sau khi đổ dung dịch axit vào. Khi thực hiện phép đo, ống đựng dung dịch axit được đặt sao cho tâm ống nằm trên trục đối xứng của nguồn và đầu dò, đồng thời cách bề mặt nguồn và bề mặt đầu dò với các khoảng cách lần lượt là 28,43 cm và 20,3 cm. Việc ghi nhận phổ được điều khiển bằng phần mềm Genie-2000 (phiên bản 3.3). Thời gian ghi nhận phổ cho tất cả các phép đo là 3600 giây. Trong



Hình 1: Sự phụ thuộc tuyến tính của hệ số suy giảm khối của mẫu dung dịch axit sunfuric theo nồng độ phần trăm của nó

quá trình đo, nhiệt độ của phòng thí nghiệm được giữ ở 25°C.

Để đánh giá độ chính xác của phương pháp phân tích, chúng tôi chuẩn bị 8 dung dịch axit sunfuric với nồng độ khác nhau trong khoảng 13% đến 84% bằng cách pha loãng dung dịch axit sunfuric chuẩn nồng độ 97% với nước nguyên chất. Thông tin của dung dịch axit sunfuric chuẩn và nước nguyên chất được trình bày trong Bảng 2.

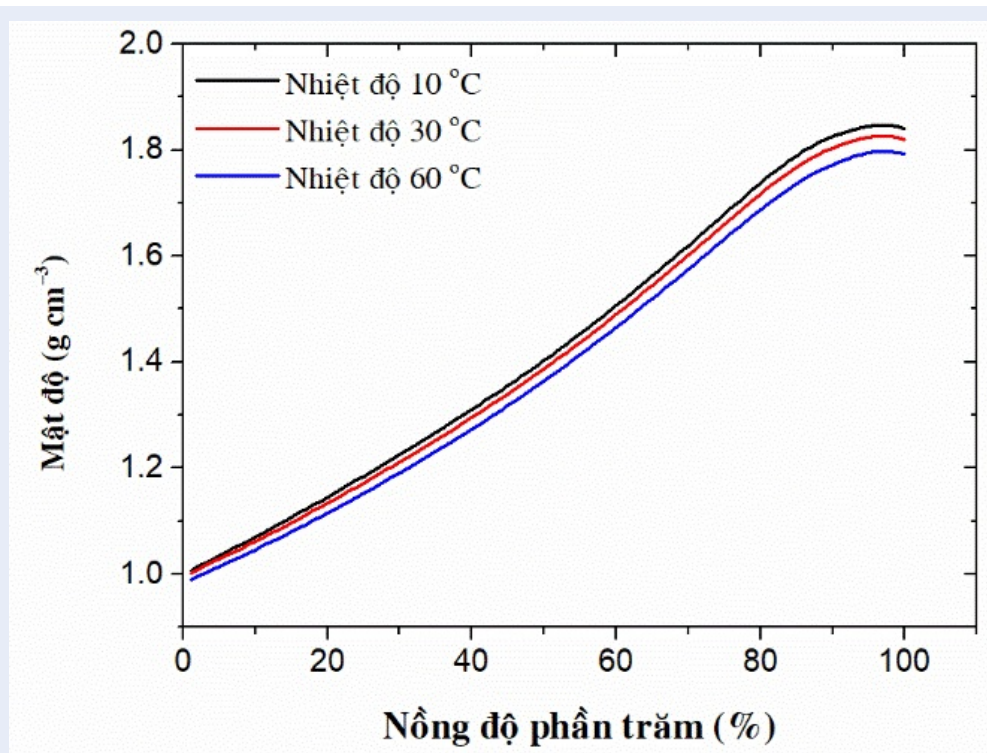
Nồng độ phần trăm của 8 dung dịch axit sunfuric sau khi pha loãng được trình bày trong Bảng 3. Các dung dịch này được đựng trong ống thủy tinh và sử dụng như mẫu tham khảo.

Mô phỏng Monte Carlo

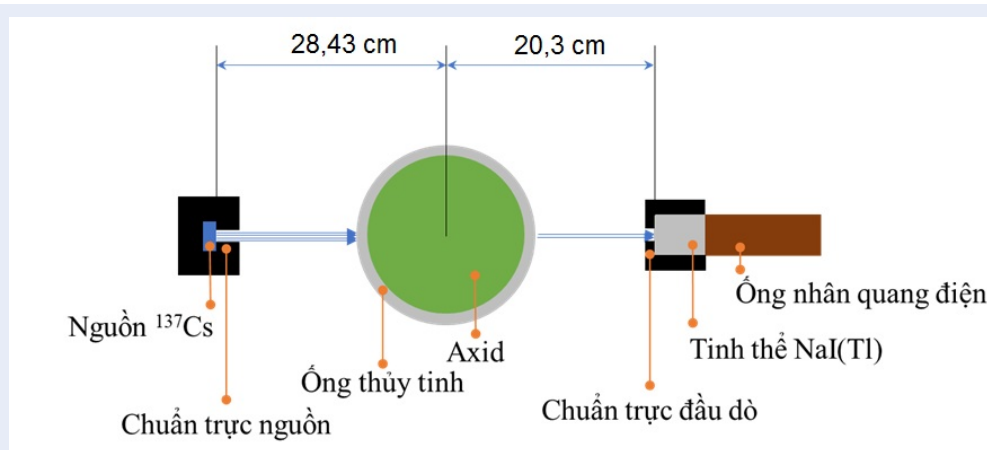
Chương trình MCNP phiên bản 6.1 dùng để mô phỏng Monte Carlo cho sự vận chuyển của bức xạ trong môi trường vật chất được sử dụng trong nghiên cứu này. Mô hình tính toán được xây dựng với các đặc trưng hình học và vật liệu giống với bố trí thực nghiệm. Các thông số của đầu dò NaI(Tl) đã được tối ưu hóa trong một nghiên cứu trước đây của chúng tôi⁸. Nguồn phóng xạ trong mô phỏng được thiết lập để chỉ phát bức xạ photon với các mức năng lượng và xác suất phát tương ứng của nguồn ¹³⁷Cs tham khảo

từ cơ sở dữ liệu của Phòng thí nghiệm Henri Becquerel – Pháp⁹. Đồng thời, “Mode P” được sử dụng để mô phỏng quá trình tương tác của các photon sơ cấp và thứ cấp từ lúc sinh ra cho đến khi mất đi toàn bộ năng lượng hoặc ra khỏi vùng quan tâm. Các tiết diện tương tác của photon với vật chất như: quang điện, tán xạ không kết hợp, tán xạ kết hợp, tạo cặp và quá trình phát huỳnh quang xảy ra theo sau tương tác quang điện được lấy từ thư viện ENDF/B-VI.8. Năng lượng cắt ngưỡng của photon là 1 keV.

Tally F8 trong chương trình MCNP được sử dụng để thu phổ phân bố cho năng lượng photon bỏ lại bên trong thể tích hoạt động của đầu dò. Dữ liệu đầu ra từ Tally F8 tương đương với phổ thực nghiệm. Để có sự phù hợp giữa kết quả mô phỏng và phổ thực nghiệm, các khoảng năng lượng trong mô phỏng của Tally F8 được phân chia tương ứng với các kênh trong phổ thực nghiệm dựa trên đường chuẩn năng lượng theo số kênh. Bên cạnh đó, chúng tôi cũng sử dụng “FT8 GEB” để tạo sự giãn nở Gaussian cho đỉnh phổ mô phỏng. Từ các phổ mô phỏng thu được, chúng tôi xác định số đếm bên dưới các đỉnh truyền qua đối với mẫu các dung dịch axit và mẫu nước. Mỗi mô phỏng được chạy với số hạt nguồn là 5.10^9 nhằm đảm bảo sai số tương đối của số đếm dưới đỉnh truyền qua nhỏ



Hình 2: Mật độ khối lượng của dung dịch axit sunfuric theo nồng độ phần trăm tại các nhiệt độ khác nhau



Hình 3: Bố trí thực nghiệm của phép đo gamma truyền qua để xác định nồng độ phần trăm của dung dịch axit sunfuric

Bảng 2: Thông tin của axit sunfuric và nước nguyên chất

Loại chất lỏng	Mã sản phẩm	Công thức hóa học	Mật độ (g cm ⁻³)	Nồng độ phần trăm (%)	Nhà sản xuất
Axit sunfuric	1.00731.1000	H ₂ SO ₄	1.840	97	Merck
Nước nguyên chất	1.15333.2500	H ₂ O	1.000	100	Merck

Bảng 3: Nồng độ của các mẫu dung dịch axit chuẩn.

Mẫu	1	2	3	4	5	6	7	8
Nồng độ phần trăm (%)	13	24	30	46	55	66	77	84

hơn 0,1%. Dữ liệu này được sử dụng để tính toán tỉ số R và từ đó xây dựng đường chuẩn của lnR theo nồng độ phần trăm của dung dịch axit như trình bày trong phương trình (11).

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Xây dựng đường chuẩn

Vì mật độ khối lượng của dung dịch axit phụ thuộc vào nhiệt độ, chúng tôi đã xây dựng đường chuẩn tại các nhiệt độ khác nhau dựa trên dữ liệu mô phỏng Monte Carlo để đánh giá sự phụ thuộc này. Hình 4 cho thấy sự phụ thuộc của lnR vào nồng độ phần trăm của dung dịch axit sunfuric tại các nhiệt độ 10°C, 20°C, 25°C, 30°C và 40°C.

Dữ liệu của lnR theo nồng độ phần trăm sau đó được làm khớp bằng phương pháp bình phương tối thiểu với hàm đa thức có dạng như trong phương trình (11). Hình 4 cho thấy có sự phù hợp rất tốt giữa hàm làm khớp với dữ liệu mô phỏng. Thực vậy, giá trị của hệ số R^2 cho 5 hàm làm khớp ở các nhiệt độ khảo sát khác nhau đều lớn hơn 0,9997. Giá trị của các hệ số trong các hàm làm khớp được trình bày trong Bảng 4. Có thể thấy rằng, tại các nhiệt độ khác nhau, giá trị của các hệ số này là khác nhau. Do vậy, việc xây dựng đường chuẩn để xác định nồng độ phần trăm của dung dịch axit cần phải chú ý đến yếu tố nhiệt độ của dung dịch axit. Tuy nhiên, nhiệt độ của dung dịch axit không được xác định trong quá trình thực nghiệm của nghiên cứu này. Chúng tôi giả sử rằng nhiệt độ của dung dịch axit xấp xỉ với nhiệt độ môi trường nơi thực hiện phép đo là 25°C. Do đó, đường chuẩn tại nhiệt độ 25°C đã được sử dụng để xác định nồng độ của các dung dịch axit sunfuric.

Kết quả đo nồng độ phần trăm của các mẫu dung dịch axit

Hình 5 cho thấy sự phù hợp tốt về dạng đáp ứng của phổ mô phỏng và phổ thực nghiệm. Sự phù hợp này là cơ sở để sử dụng dữ liệu mô phỏng Monte Carlo thay cho dữ liệu thực nghiệm trong việc xây dựng đường chuẩn của lnR theo nồng độ phần trăm của dung dịch axit. Thực vậy, giá trị của R được xác định bằng tỉ số giữa số đếm bên dưới đỉnh truyền qua của mẫu dung dịch axit và diện tích bên dưới đỉnh truyền qua của

mẫu nước. Sự phù hợp về dạng đáp ứng giữa phổ mô phỏng và phổ thực nghiệm làm cho các giá trị của R giữa mô phỏng và thực nghiệm không có sự khác biệt đáng kể.

Dựa trên đường chuẩn tại nhiệt độ 25°C, chúng tôi tính được nồng độ phần trăm của các dung dịch axit sunfuric với kết quả được trình bày trong Bảng 5. Có thể thấy rằng, ngoài mẫu số 6 có độ lệch lớn (7,6%), tất cả các mẫu còn lại đều có độ lệch dưới 5% so với giá trị tham khảo. Kết quả này cho thấy rằng cách tiếp cận sử dụng kết hợp mô phỏng Monte Carlo trong việc xây dựng đường chuẩn và phép đo thực nghiệm để đo phổ truyền qua có thể xác định được nồng độ phần trăm của dung dịch axit sunfuric với độ chính xác khá tốt.

KẾT LUẬN

Chúng tôi đã đề xuất một cách tiếp cận mới dựa trên kỹ thuật gamma truyền qua để xác định nồng độ phần trăm của dung dịch axit. Độ chính xác của cách tiếp cận này được đánh giá bằng cách đo kiểm chứng cho các dung dịch axit sunfuric với nồng độ phần trăm khác nhau. Kết quả thu được cho thấy rằng trong số 8 mẫu đã khảo sát, có tới 7 mẫu có độ lệch giữa nồng độ đo được với nồng độ tham khảo dưới 5%. Kết quả này bước đầu khẳng định rằng, cách tiếp cận đề xuất trong nghiên cứu này là có tính khả thi trong việc xác định nồng độ phần trăm của dung dịch axit.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Bộ Giáo dục và Đào tạo trong đề tài mã số B2020-SPS-01.

TUYÊN BỐ XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

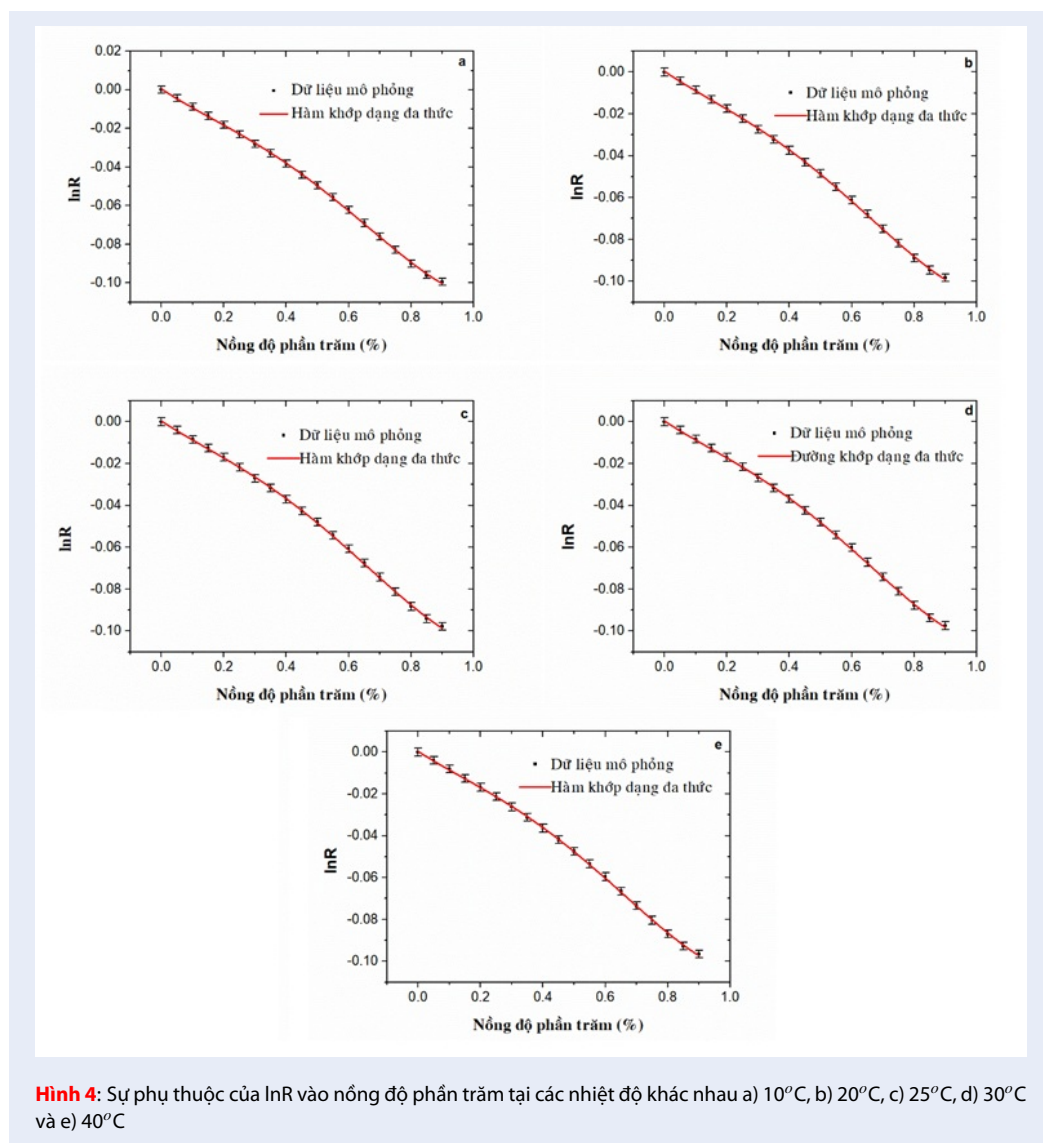
Nhóm tác giả cam kết không mâu thuẫn quyền lợi và nghĩa vụ của các thành viên.

TUYÊN BỐ ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Huỳnh Đình Chương thiết kế thực nghiệm, phân tích số liệu mô phỏng và thực nghiệm, sửa và góp ý bản thảo.

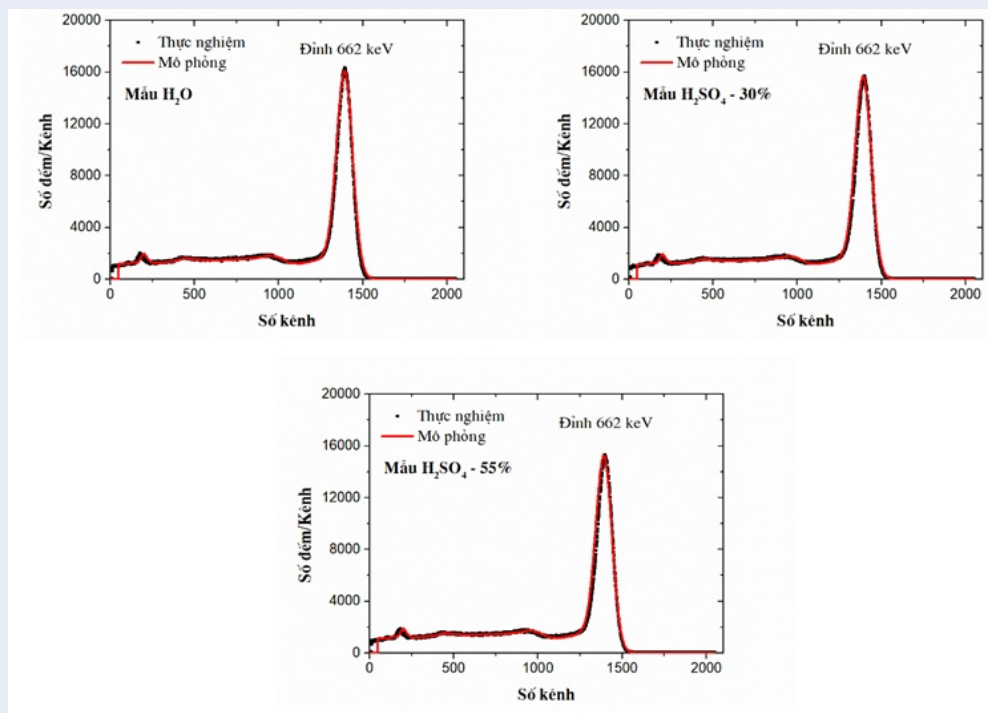
Trương Thành Sang, Lê Thị Ngọc Trang, Nguyễn Thị Trúc Linh, phân tích dữ liệu mô phỏng.

Hoàng Đức Tâm lên ý tưởng nghiên cứu, phân tích số liệu, viết bản thảo.



Bảng 4: Giá trị của các hệ số trong hàm làm khớp của $\ln R$ theo nồng độ phần trăm của dung dịch axit sunfuric tại các nhiệt độ khác nhau

Nhiệt độ (°C)	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4
10	0,0005	-0,1071	0,1202	-0,3064	0,1851
20	0,0004	-0,1017	0,1065	-0,2886	0,1769
25	0,0004	-0,0975	0,0928	-0,2700	0,1681
30	0,0004	-0,0981	0,0983	-0,2787	0,1725
40	0,0004	-0,0959	0,0943	-0,2746	0,1713



Hình 5: So sánh dạng đáp ứng giữa phổ mô phỏng và phổ thực nghiệm của một số phổ nước, axit sunfuric 30%, và axit sunfuric 55%

Bảng 5: Kết quả đo nồng độ phần trăm của các dung dịch axit sunfuric

Mẫu	Nồng độ tham khảo (%)	Tỉ số R thực nghiệm	Giá trị lnR	Nồng độ phần trăm đo được (%)	Độ lệch tương đối (%)
1	13	0,9888	-0,011294	13,05	0,41
2	24	0,9790	-0,021204	24,42	1,75
3	30	0,9727	-0,027694	31,31	4,37
4	46	0,9551	-0,045926	47,99	4,32
5	55	0,9445	-0,057085	56,86	3,39
6	66	0,9269	-0,075956	71,02	7,60
7	77	0,9176	-0,086037	78,78	2,31
8	84	0,9112	-0,093046	84,65	0,77

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Perry RH, Green DW, Maloney JO. CHEMICAL ENGINEERS' HANDBOOK SEVENTH Late Editor. Society. 1997;.
- Priyada P, Margret M, Ramar R, Shivaramu. Intercomparison of gamma ray scattering and transmission techniques for fluid-fluid and fluid-air interface levels detection and density measurements. Appl Radiat Isot [Internet]. 2012;70(3):462-469;PMID: 22104502. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2011.10.019>.
- Chuong HD, Hai Yen NT, My Le NT, Tam HD. Determining the density of liquid using gamma scattering method. Appl Radiat Isot [Internet]. 2020;163(November 2019):109197;PMID: 32392165. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2020.109197>.
- Chuong HD, My Le NT, Tam HD. Semi-empirical method for determining the density of liquids using a NaI(Tl) scintillation detector. Appl Radiat Isot [Internet]. 2019;152(July):109-114;PMID: 31284237. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2019.07.005>.
- Chuong HD, Sang TT, Tam HD. Monte Carlo simulation combined with experimental measurements based on gamma transmission technique for determining the density of liquid. Radiat Phys Chem [Internet]. 2021;179(June 2020):109216;Available from: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2020.109216>.
- Chuong HD, Ngoc Trang LT, Tam HD, Nguyen VH, Thanh TT. A new approach for determining the thickness of material

- plate using gamma backscattering method. NDT E Int [Internet]. 2020;113(April):102281;Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ndteint.2020.102281>.
7. Berger MJ, et al. XCOM: Photon Cross Sections Database | NIST [Internet]. 2010;Available from: <https://www.nist.gov/pml/xcom-photon-cross-sections-database>.
 8. Sang TT, Chuong HD, Tam HD. Simple procedure for optimizing model of NaI(Tl) detector using Monte Carlo simulation. J Radioanal Nucl Chem. 2019;322(2):1039-1048;Available from: <https://doi.org/10.1007/s10967-019-06787-0>.
 9. Library for gamma and alpha emissions [Internet]. Laboratoire National Henri Becquerel. [cited 2020 Sep 1];Available from: <http://www.nucleide.org/Laraweb/index.php>.

The first result in the determination of the percentage concentration of sulfuric acid solution based on the gamma transmission technique with an energy of 662 keV

Huynh Dinh Chuong¹, Truong Thanh Sang^{2,3}, Le Thi Ngoc Trang¹, Nguyen Thi Truc Linh¹, Hoang Duc Tam^{3,*}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

In this study, we propose an approach using the gamma transmission technique based on the combination of the experimental and simulated data for determining the percentage concentration of the acid solution. The experiment consists of a collimated ^{137}Cs radioactive source emitting a narrow gamma beam of 662 keV and a NaI(Tl) detector. Monte Carlo simulation data is used to construct the calibration curve of $\ln R$ versus the percentage concentration of acid solution at different temperatures (R is the ratio of the area under a transmission peak for an acid solution relative to that for water). The percentage concentration of the acid solution is determined based on the calibration curve and the experimental ratio R . The obtained results showed that this approach was feasible in which the percent concentration of 7 in total 8 samples of the sulfuric acid solution are less than 5% in comparison with one of the reference samples. There is only one sample with a relative deviation of 7.6%. These preliminary results suggest that it is possible to develop non-destructive testing for the rapid determination of the percentage concentration of acid solutions based on the gamma transmission technique.

Key words: gamma transmission, Monte Carlo, percentage concentration, sulfuric acid

¹Nuclear Technique Laboratory,
University of Science, VNU-HCM,
Vietnam

²Faculty of Physics and Engineering
Physics, University of Science,
VNU-HCM, Vietnam

³Faculty of Physics, Ho Chi Minh City
University of Education, Vietnam

Correspondence

Hoang Duc Tam, Faculty of Physics, Ho
Chi Minh City University of Education,
Vietnam

Email: tamhd@hcmue.edu.vn

History

- Received: 19-01-2021
- Accepted: 06-4-2021
- Published: 30-4-2021

DOI : 10.32508/stdjns.v5i2.1010



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Chuong H D, Sang T T, Trang L T N, Linh N T T, Tam H D. **The first result in the determination of the percentage concentration of sulfuric acid solution based on the gamma transmission technique with an energy of 662 keV.** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 5(2):1179-1188.