

XÁC ĐỊNH HỆ SỐ TỰ HẤP THỤ CHO PHÉP ĐO TỔNG HOẠT ĐỘ BETA TRONG MẪU NƯỚC

ĐOÀN THÚY HẬU, NGUYỄN HUYỀN TRANG*, LÊ ĐÌNH CƯỜNG,
VƯƠNG THU BẮC, DƯƠNG ĐỨC THẮNG

Viện Khoa học và Kỹ thuật Hạt nhân (INST), 179 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

(*)Email: *nguyenhuyentrang_t59@hus.edu.vn*

Tóm tắt: Trong báo cáo này, chúng tôi xây dựng hệ số hiệu chỉnh sự tự hấp thụ cho phương pháp đo tổng hoạt độ beta trong mẫu nước. Sử dụng dung dịch KCl với nồng độ 0.1M. Cô cạn các thể tích khác nhau của dung dịch KCl để được các mẫu có mật độ khối khác nhau, qua đó xây được đường cong hệ số hiệu chỉnh sự tự hấp thụ cho phương pháp đo tổng hoạt độ beta trong mẫu nước. Sử dụng kết quả này để đánh giá cho một số mẫu nước khu vực Hà Nội.

Từ khóa: Beta, hiệu chỉnh sự tự hấp thụ, KCl...

1. GIỚI THIỆU.

Khi phân tích tổng hoạt độ beta, cường độ bức xạ phát ra từ mẫu bay về phía detector tỷ lệ thuận với tổng hoạt độ phóng xạ của các nguyên tố có trong mẫu phân tích. Điều này chỉ đúng khi bề dày mẫu nhỏ, bỏ qua hiện tượng hấp thụ trong mẫu. Khi bề dày mẫu tăng, bức xạ được phát ra từ các đồng vị phóng xạ nằm sâu trong mẫu, sẽ bị chính các nguyên tử trong mẫu hấp thụ trước khi bay ra khỏi bề mặt mẫu. Hiện tượng này được gọi là hiện tượng tự hấp thụ trong mẫu. Nên cần phải hiệu chỉnh sự tự hấp thụ của mẫu.

Xét mẫu hình trụ có diện tích đáy S_d , chiều cao l , khối lượng mẫu m . Bức xạ quan tâm phát ra từ mẫu có hệ số suy giảm k . I_0 là cường độ bức xạ phát ra từ mẫu bay ra khỏi mẫu đi về detector. Nhưng do bề dày mẫu l đủ lớn, nên một số bức xạ được phát ra từ lớp mẫu nằm sâu bên trong bị chính mẫu hấp thụ nên $I < I_0$. → Cần phải hiệu chỉnh sự tự hấp thụ của mẫu.

Để đưa ra công thức hiệu chỉnh sự tự hấp thụ của mẫu ta dựa vào quy luật suy giảm của chùm bức xạ khi đi qua vật chất. Xét yếu tố từ x đến $x + dx$. Nếu không có hiện tượng tự hấp thụ, thì cường độ bức xạ phát ra $dI = dI_0 = \frac{I_0}{l} dx$.

Do hiện tượng tự hấp thụ trên đoạn đường x , nên chỉ có lượng dI bay ra khỏi bề mặt mẫu

$$dI = dI_0 e^{-kx} = \frac{I_0}{l} dx e^{-kx} \quad (1)$$

Đặt $y = -kx$ ta có $dx = -dy/k$

$$I = \int_0^l dI = \int_0^l \frac{I_0}{l} e^{-kx} dx = \int_0^{kl} \frac{I_0}{kl} e^{-y} dy = -\frac{I_0}{kl} e^{-y} \Big|_0^{kl} = I_0 \frac{(1 - e^{-kl})}{kl} \quad (2)$$

Cường độ bức xạ bay ra khỏi bề mặt mẫu :

$$I = I_0 \frac{(1 - e^{-kl})}{kl} \quad (3)$$

Trong đó: k là hệ số suy giảm tuyến tính (cm^{-1})

l bề dày mẫu (cm)

Thay $kl = \frac{k}{\rho} \cdot l \cdot \rho = \mu \cdot d$ vào công thức (3):

$$I = I_0 \frac{(1 - e^{-\mu d})}{\mu d} \quad (4)$$

Trong đó: μ là hệ số suy giảm khối (cm^2/g)

d là bề dày khối của mẫu (g/cm^2)

ρ là khối lượng riêng của mẫu

Trong các công thức (4) đại lượng I được xác định bằng thực nghiệm thông qua tốc độ đếm, còn I_0 là đại lượng cần tìm. Từ công thức (4) suy ra hệ số hiệu chỉnh là ;

$$F_{ht} = \frac{I}{I_0} = \frac{(1 - e^{-\mu d})}{\mu d} \quad (5)$$

Biết bề dày d của mẫu, biết hệ số suy giảm khối sẽ tính được hệ số hiệu chỉnh. Hệ số hiệu chỉnh có giá trị nhỏ hơn hoặc bằng 1. Khi bề dày mẫu tăng, hoặc các bức xạ có năng lượng nhỏ, giá trị μd lớn sự tự hấp thụ trong mẫu là tăng đáng kể, cần phải tiến hành hiệu chỉnh sự tự hấp thụ của mẫu. Ngược lại, khi bề dày mẫu mỏng, hoặc bức xạ gamma hoặc beta có năng lượng lớn khi đó μd xấp xỉ 0, sự tự hấp thụ của mẫu có thể bỏ qua, hàm $\frac{(1 - e^{-\mu d})}{\mu d}$ tiến tới 1.

Từ công thức (5), ta có thể viết lại:

$$F_{ht} = \frac{I}{I_0} = \frac{(1 - e^{-\mu d})}{\mu d} = \frac{(1 - e^{-\frac{\mu}{s} \cdot d \cdot s})}{\frac{\mu}{s} \cdot d \cdot s} = \frac{(1 - e^{-p \cdot m})}{p \cdot m} \quad (6)$$

Trong đó: m là khối lượng mẫu (g) và $p = \frac{\mu}{s}$

Trong bài báo này, chúng tôi sử dụng dung dịch KCl với nồng độ 0.1M, tiến hành cô cạn các thể tích khác nhau của dung dịch KCl để được các mẫu có mật độ khối khác nhau, qua đó xây dựng được đường cong hệ số hiệu chỉnh sự tự hấp thụ cho phương pháp đo tổng hoạt độ beta trong mẫu nước.

2. THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

2.1. Thiết bị thí nghiệm

2.1.1. Mô tả hệ thống máy dò.

Detector là ống đếm thời khí

- + Phong alpha : 0.06 ± 0.04 cpm
- + Phong beta : 0.81 ± 0.09 cpm
- + Hiệu suất ghi alpha với ^{210}Po : $38.32 \pm 0.24\%$
- + Hiệu suất ghi beta với ^{90}Sr : $45.13 \pm 0.13\%$
- + Có 3 chế độ đo: Đo alpha; đo beta; đo đồng thời cả alpha và beta
- + Máy tính được cài đặt phần mềm điều khiển Eclipse LB 3.3
- + Môi trường làm việc: Nhiệt độ: 0 đến 50 độ C; độ ẩm: 0 đến 90%
- + Chuẩn định kỳ: Các phép chuẩn plateau, phong, hiệu suất, ngưỡng được thực hiện trên bàn phím
- + Nguồn nuôi: 100~240 VAC, 50/60 Hz, công suất 100 W

+ Bình khí P10 chứa hỗn hợp 90% Argon và 10% CH₄ [1].

2.1.2. Vật liệu chuẩn phòng thí nghiệm

Đĩa thép không gỉ với đường kính ngoài 5cm, đường kính trong 4.85cm [1].

2.1.3. Thuốc thử

Nguồn ⁴⁰K được chúng tôi chuẩn bị từ KCl. Kali có 3 đồng vị chính, hai đồng vị ổn định là: ³⁹K (93,26%) và ⁴¹K (6,73%) và một đồng vị phóng xạ ⁴⁰K (0,011%) là chất phát xạ beta [2].

2.2. Phương pháp thực hiện

2.2.1. Chuẩn bị dung dịch KCl 0.1M

Sử dụng muối KCl (M=74.55g/mol) để pha dung dịch KCl 0.1 M. Cân chính xác khối lượng KCl theo lý thuyết để pha dung dịch KCl 0.1M. Trong quá trình pha dung dịch, không thể tránh khỏi sai số hệ thống, vì vậy cần phải kiểm tra lại nồng độ chính xác của dung dịch KCl đã pha. Để kiểm tra nồng độ chính xác của dung dịch KCl đã pha, ta tiến hành chuẩn độ lại dung dịch đã pha bằng chất chỉ thị K₂CrO₄ 5% và dung dịch chuẩn AgNO₃ 0.1M. Sau khi chuẩn độ 3 lần, ta có được nồng độ chính xác của dung dịch KCl đã pha là 0.0996M.

Sử dụng kết quả nồng độ dung dịch KCl là 0.0996M cho các bước tính toán tiếp theo.

2.2.2. Xây dựng đường cong hệ số tự hấp thụ.

Lấy các thể tích khác nhau của dung dịch KCl 0.0996M lên các đĩa thép không gỉ rồi cô cạn dung dịch dưới đèn hồng ngoại. Ta thu được các mẫu với khối lượng KCl trên các đĩa thép là khác nhau. Sau đó, tiến hành đo tổng hoạt độ beta của các mẫu và xây dựng được đường cong hệ số tự hấp thụ phụ thuộc vào khối lượng. Dưới đây là hình ảnh dung dịch KCl đã được cô cạn bằng đèn hồng ngoại trên đĩa thép không gỉ.



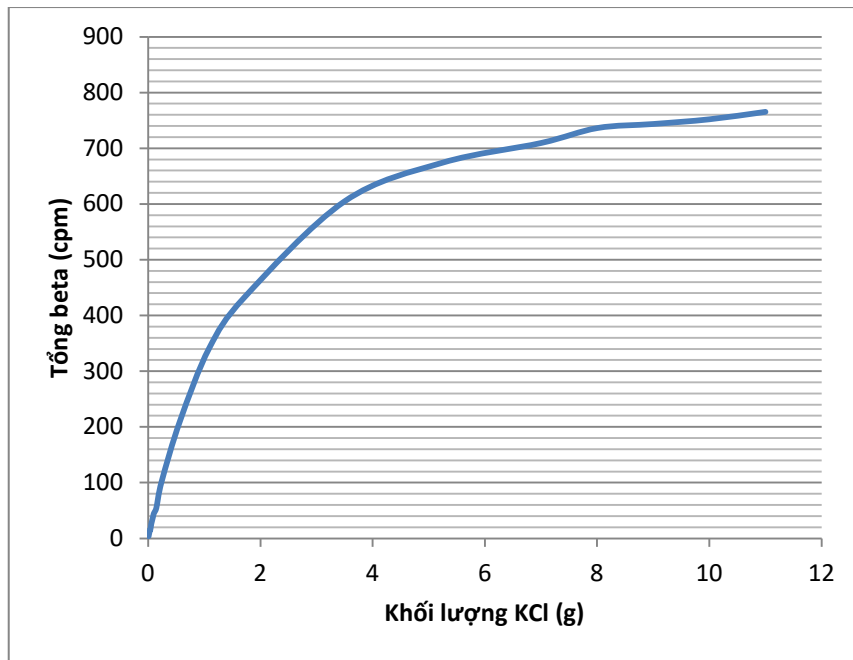
Hình 1. Dung dịch KCl đã được cô cạn trên đĩa thép không gỉ.

Sử dụng giá trị hệ số suy giảm khối của K⁴⁰ là 9.61 ± 0.08 (cm²/g) và khối lượng KCl, dựa vào công thức (6) ta tính toán được hệ số tự hấp thụ của mẫu. Dưới đây là bảng số liệu kết quả đo tổng hoạt độ beta và hệ số tự hấp thụ của các mẫu đo với khối lượng mẫu khác nhau.

Bảng 1. Kết quả đo tổng hoạt beta và hệ số tự hấp thụ của các mẫu khảo sát

STT	Kí hiệu mẫu	Khối lượng KCl trên đĩa (g)	Tổng hoạt độ beta (cpm)	Hệ số tự hấp thụ F_{ht}
1	MT1	0.0075	3.77±0.25	0.9995
2	MT2	0.0218	10.67±0.42	0.9986
3	MT3	0.0306	13.68±0.48	0.9980
4	MT4	0.0335	14.85±0.50	0.9978
5	MT5	0.0333	15.27±0.50	0.9978
6	MT6	0.0382	15.22±0.50	0.9975
7	MT7	0.0541	25.10±0.65	0.9965
8	MT8	0.0585	27.22±0.67	0.9962
9	MT9	0.0894	39.97±0.82	0.9942
10	MT10	0.1021	45.02±0.87	0.9934
11	MT11	0.1451	54.37±0.95	0.9906
12	MT12	0.2390	101.73±1.30	0.9846
13	MT13	0.5700	211.45±1.88	0.9638
14	MT14	1.0879	341.43±1.62	0.9325
15	MT15	1.7157	432.55±1.90	0.8962
16	MT16	3.5000	604.74±2.24	0.8033
17	MT17	5.2519	674.30±2.37	0.7245
18	MT18	7.0002	709.43±2.43	0.6563
19	MT19	8.0070	736.33±2.48	0.6212
20	MT20	9.0011	743.55±2.49	0.5892
21	MT21	10.0001	751.97±2.50	0.5593
22	MT22	11.0002	765.33±2.53	0.5317

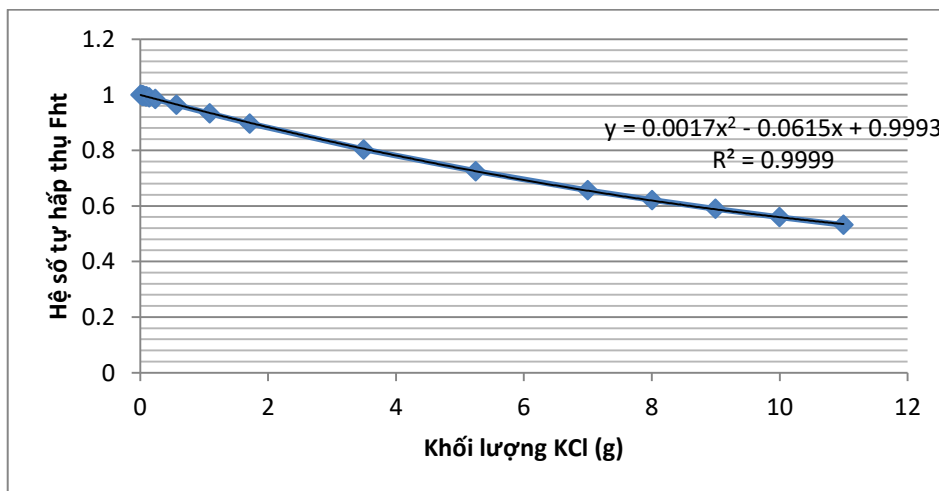
Khảo sát khối lượng KCl trong khoảng 0.0075g đến 11.0002 g để giá trị đo tổng hoạt độ beta đạt được giá trị bão hòa. Dưới đây là hình ảnh đồ thị mô tả sự phụ thuộc của tổng hoạt độ beta vào khối lượng mẫu.



Đồ thị 1. Tổng hoạt độ beta phụ thuộc vào khối lượng

Dựa vào kết quả tính toán hệ số tự hấp thụ của các mẫu, ta xây dựng được đồ thị hệ số tự hấp thụ phụ thuộc vào khối lượng mẫu.

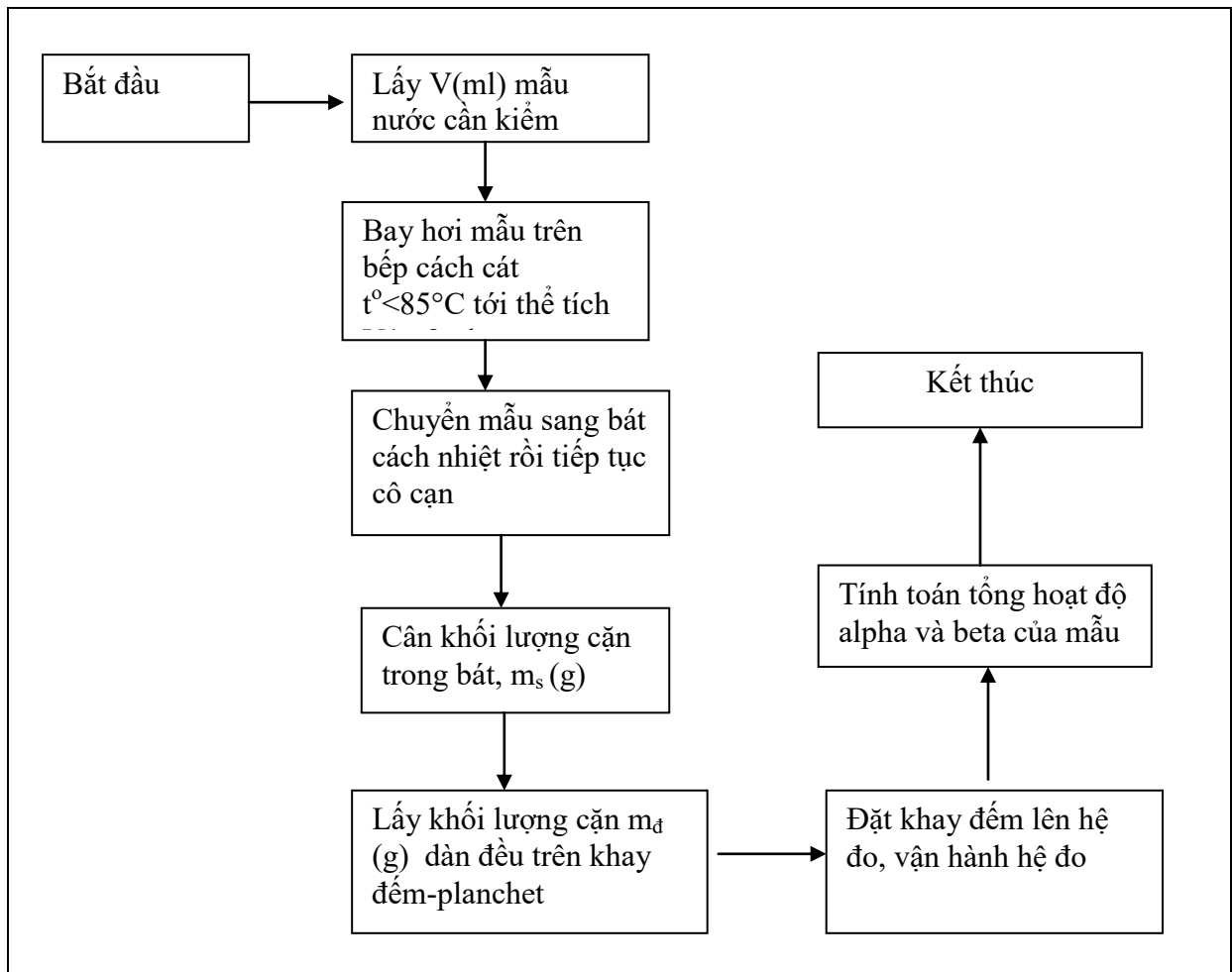
Đồ thị 2. Sự phụ thuộc của hệ số tự hấp thụ vào khối lượng



Từ đồ thị 2, ta có được đường cong hệ số tự hấp thụ có dạng: $y = 0.0017x^2 - 0.0615x + 0.9993$. Sử dụng kết quả này để đánh giá cho một số mẫu nước trong khu vực Hà Nội.

3. KHẢO SÁT MỘT SỐ MẪU NƯỚC TRONG KHU VỰC HÀ NỘI.

3.1. Quy trình kiểm nghiệm mẫu nước



Tổng hoạt độ alpha và beta được tính theo công thức:

$$A_i = \frac{(N_s - N_B) \times m_s}{\varepsilon_i \times T \times m_d \times V \times F_{ht}} \quad (7)$$

Trong đó:

A_i : Hoạt độ alpha hoặc beta (Bq/l)

N_s : Số đếm alpha hoặc beta

N_B : Số đếm phông alpha hoặc beta

T: Thời gian đo mẫu

V: Thể tích mẫu đo (lít)

ε_i : Hiệu suất ghi alpha hoặc beta

m_s : khối lượng mẫu (g)

m_d : Khối lượng đo (g)

F_{ht} : Hệ số tự hấp thụ

3.2. Kết quả khảo sát một số mẫu nước trong khu vực Hà Nội.

Khảo sát 19 mẫu nước ăn tại các điểm điểm khác nhau trong khu vực Hà Nội. Ta có kết quả phân tích trong bảng dưới đây.

Bảng 2: Kết quả phân tích một số mẫu nước trong khu vực Hà Nội

STT	Kí hiệu mẫu	Thể tích đem cô V(l)	Khối lượng cặn (g)	Khối lượng đo (g)	Hệ số tự hấp thụ F_{ht}	Tổng hoạt độ Beta (Bq/l)
1	NM1	0.5	0.0651	0.0613	0.9953	0.201 ± 0.030
2	NM2	0.5	0.0632	0.0617	0.9953	0.072±0.011
4	NG2	0.4	0.1102	0.0838	0.9939	0.142±0.021
5	NG3	0.5	0.0622	0.0553	0.9956	0.13±0.020
6	NG4	0.4	0.0329	0.0260	0.9974	0.139±0.021
7	NG6	0.4	0.1330	0.1118	0.9922	0.240±0.036
8	NG11	0.4	0.0651	0.0613	0.9953	0.164±0.025
9	NG13	0.5	0.0607	0.0584	0.9954	0.118±0.018
10	NG14	0.4	0.0553	0.0528	0.9958	0.199±0.030
11	NM4	0.4	0.0823	0.0647	0.9951	0.179±0.027
12	M2	0.4	0.0247	0.0203	0.9978	0.138±0.021
13	M1	0.4	0.0300	0.0295	0.9972	0.201±0.030
14	NG8	0.5	0.1292	0.1067	0.9925	0.218±0.033
15	NM5	0.5	0.1201	0.0791	0.9942	0.212±0.032
16	NG15	0.4	0.1260	0.0933	0.9933	0.260±0.039
17	NG16	0.4	0.0914	0.0836	0.9939	0.226±0.034
18	NG5	0.4	0.1111	0.0991	0.9930	0.245±0.037
19	NG7	0.4	0.0963	0.0691	0.9948	0.254±0.038

Các quy định hoạt độ phóng xạ alpha, beta trong mẫu nước:

- + Theo khuyến cáo của WHO. Tổng hoạt độ alpha ≤ 0.5 Bq/l; tổng beta ≤ 1 Bq/l
- + Quy định của Mỹ: Tổng alpha ≤ 3 pCi/l; tổng beta ≤ 30 pCi/l [3].
- + Hiện tại Việt Nam có 7 quy định cụ thể:

Quy chuẩn áp dụng	Loại mẫu	Mức giới hạn (Bq/L)	
		ALPHA	BETA
QCVN 08: 2008/BTNMT	Nước mặt	0.1	1
QCVN 09: 2008/BTNMT	Nước ngầm	0.1	1
QCVN 10: 2008/BTNMT	Nước ven bờ	0.1	1
QCVN 01: 2009/BTNMT	Nước ăn uống	0.11	1.11
QCVN 28: 2010/BTNMT	Nước thải y tế	0.1	1
QCVN 6-1: 2010/BTNMT	Nước đóng chai	0.5	1

QCVN 40: 2011/BTNMT	Nước thải công nghiệp	0.1	1
---------------------	-----------------------	-----	---

So sánh kết quả phân tích tổng hoạt độ phóng xạ beta của các mẫu nước trong bảng 2 với quy chuẩn QCVN 01: 2009/BTNMT của Việt Nam, ta thấy tất cả các mẫu đều nằm trong giới hạn an toàn.

4. KẾT LUẬN

Trong báo cáo này, chúng tôi đã đạt được các mục tiêu ban đầu bao gồm:

- + Xây dựng thành công đường cong hệ số tự hấp thụ cho phương pháp đo tổng hoạt độ beta trong mẫu nước.
- + Dựa vào đường cong hệ số tự hấp thụ đã xây dựng, phân tích tổng hoạt độ beta cho một số mẫu nước sinh hoạt trong khu vực Hà Nội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. User's Manual S550 Eclipse LB
- [2]. Ll. Pujol*, J.A. Suarez-Navarro, Self-absorption correction for beta radioactivity measurements in water sample, Applied Radiation and Isotopes 60, 2004, 693-702
- [3]. Sơ lược về phóng xạ và phương pháp kiểm nghiệm tổng hoạt độ phóng xạ alpha, beta trong mẫu nước, Ths. Phan Hồ Long, Cn. Lê Đình Hùng

DETERMINATION OF THE SELF-ABSORPTION FOR THE MEASUREMENT OF GROSS BETA ACTIVITIES IN WATER SAMPLES

DOAN THUY HAU, NGUYEN HUYEN TRANG*, LE DINH CUONG,
VUONG THU BAC, DUONG DUC THANG

Institute for Nuclear Science and Technology (INST), 179 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Ha Noi

(*)Email:nguyenhuyentrang_t59@hus.edu.vn

Abstract: In this report, we develop a determination of the self-absorption correction for the measurement of gross beta activities in water samples. Using the KCl solution with the concentration of 0.1M. The contention by evaporation different volumes of KCl solution to get samples have different mass density, thereby building a self-absorption correction coefficient curve for the measurement of gross beta activities in water samples. Using this result to evaluate some water samples in the Ha Noi area.

Keywords: *Beta, self-absorption correction, KCl...*

1. INTRODUCTION

When analyzing the total beta activity, the radiation intensity emitted from the sample flew towards the detector proportional to the total radioactivity of the elements in the sample analyzed. This is true only when the thickness of the sample is small, ignoring absorption in the sample. When the specimen thickness increases, the radiation emitted from the radioactive isotopes deep in the sample, will be absorbed by the atoms in the sample before flying out of the sample surface. This phenomenon is called self-absorption in the sample. It is necessary to correct the self-absorption of the sample.

Consider cylindrical samples with S_d is bottom area, l is the height, m is sample mass. The interested radiation emitted from the sample has a reduction factor k . I_o is the radiation intensity emitted from the sample to fly away to the detector. But because the sample thickness is large enough, some of the radiation emitted from the sample layer deep inside is absorbed by the sample itself, $I < I_o$. → Need to correct the self-absorption of the sample.

To formulate a formula to correct the self-absorption of the sample based on the law of the reduction of the radiation beam when passing through matter. Consider factors from x to $x + dx$. If there is no self-absorption, the radiation intensity emits $dI = \frac{I_o}{l} dx$.

Due to the phenomenon of self-absorption on the x -road, only the amount of dI flies out of the sample surface

$$dI = dI_o e^{-kx} = \frac{I_o}{l} dx e^{-kx} \quad (1)$$

Set $y = -kx$, we have $dx = -dy / k$

$$I = \int_0^l dI = \int_0^l \frac{I_o}{l} e^{-kx} dx = \int_0^{kl} \frac{I_o}{kl} e^{-y} dy = -\frac{I_o}{kl} e^{-y} \Big|_0^{kl} = I_o \frac{(1 - e^{-kl})}{kl} \quad (2)$$

Radiation intensity comes out of the sample surface:

$$I = I_o \frac{(1 - e^{-kl})}{kl} \quad (3)$$

Where k is the linear degradation coefficient (cm⁻¹), l sample thickness (cm).

Instead $kl = \frac{k}{\rho} \cdot l \cdot \rho = \mu \cdot d$ of formula (3):

$$I = I_o \frac{(1 - e^{-\mu d})}{\mu d} \quad (4)$$

Where μ is the absorption coefficient (cm²/g), d is the sample thickness (g/cm²), ρ is the density of the sample (g/cm³)

In the formula (4) quantity, I is determined experimentally by counting speed, I_o is the quantity to be searched. From formula (4) deduce the correction factor is:

$$F_{ht} = \frac{I}{I_o} = \frac{(1 - e^{-\mu d})}{\mu d} \quad (5)$$

Knowing the thickness d of the sample, knowing the mass reduction coefficient will calculate the correction factor. The correction factor has a value less than or equal to 1. When the sample thickness increases, or the radiation has small energy, the large μd value of the self-absorption in the sample is significantly increased, the correction is required. The self-absorption of samples. In contrast, when the sample range is thin, or gamma or beta radiation has large energy then μd is approximately 0, the self-absorption of the sample can be ignored, the function approaches 1.

From formula (5), we can rewrite:

$$F_{ht} = \frac{I}{I_o} = \frac{(1 - e^{-\mu d})}{\mu d} = \frac{(1 - e^{-\frac{\mu}{s} \cdot d \cdot s})}{\frac{\mu}{s} \cdot d \cdot s} = \frac{(1 - e^{-p \cdot m})}{p \cdot m} \quad (6)$$

Where m is the sample volume (g) và $p = \frac{\mu}{s}$

In this paper, we use KCl solution with concentration of 0.1M, deplete different volumes of KCl solution to obtain samples of different density, thereby building a system curve. The number of self-absorption correction for the method of measuring total beta activity in water samples.

2. EXPERIMENTAL SECTION

2.1. Equipment

2.1.1 Detector system description

The detector is a proportional counter

+ alpha font: 0.06 ± 0.04 cpm

+ Beta font: 0.81 ± 0.09 cpm

+ Alpha recording performance with ²¹⁰Po: $38.32 \pm 0.24\%$

+ Performance of beta recording with ⁹⁰Sr: $45.13 \pm 0.13\%$

+ There are 3 measurement modes: Alpha measurement; measure beta; simultaneously measure both alpha and beta

+ Computer installed Eclipse LB 3.3 control software

+ Working environment: Temperature: 0 to 50 degrees C; Humidity: 0 to 90%

- + Regular standard: The standard plateau, font, performance, thresholds are implemented on the keyboard
- + Feeding source: 100 ~ 240 VAC, 50/60 Hz, 100 W capacity
- + P10 gas cylinder contains a mixture of 90% Argon and 10% CH₄ [1].

2.1.2. Standard laboratory material

Stainless-steel commercially available planchets of 5 cm in outside diameter. The planchet inside diameter was 4.85 cm [2].

2.1.3. Reagents

A source of ⁴⁰K was prepared by us from KCl. Potassium has three principal isotopes, two stable: ³⁹K (93.26%) and ⁴¹K (6.73%), and one radioactive ⁴⁰K, (0.011%) which is a beta emitter [2].

2.2. Method

2.2.1. Prepare the solution KCl 0.1M

Using KCl salt ($M = 74.55 \text{ g/mol}$) to mix 0.1 M KCl solution. Accurately weigh KCl mass in theory to mix 0.1 M KCl solution. During the solution phase, systematic errors cannot be avoided, so the exact concentration of the mixed KCl solution needs to be checked. To check the exact concentration of the diluted KCl solution, we titrated the reconstituted solution with the indicator K₂CrO₄ 5% and AgNO₃ 0.1M standard solution. After titration 3 times, we get the exact concentration of the mixed KCl solution is 0.0996M.

Using KCl solution concentration of 0.0996M for the next calculation steps.

2.2.2. Constructing self-absorption coefficient curve.

Taking different volumes of KCl 0.0996M solution onto stainless steel plates and dry the solution under infrared light. We obtained different samples with KCl mass on steel plates. Then, measure the total beta activity of the samples and build a mass-dependent self-absorption coefficient curve. Below is an image of KCl solution that has been depleted with infrared light on a planchet.



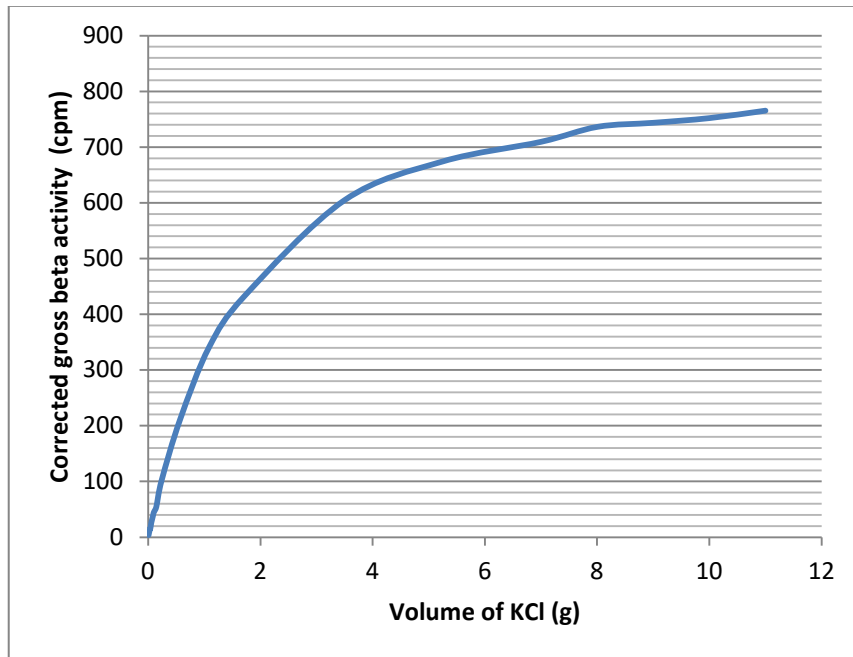
Figure 1. KCl solution was dried up on the planchet

Using the mass attenuation coefficient of K₄₀ is $9.61 \pm 0.08 \text{ (cm}^2 / \text{g)}$ and the mass of KCl, based on formula (6), we calculate the self absorption coefficient of the sample. The following table shows the results of measurement of total beta activity and self-absorption coefficient of the samples with different sample weights.

Table 1. Results of measurement of total beta and self-absorption coefficient of the survey samples

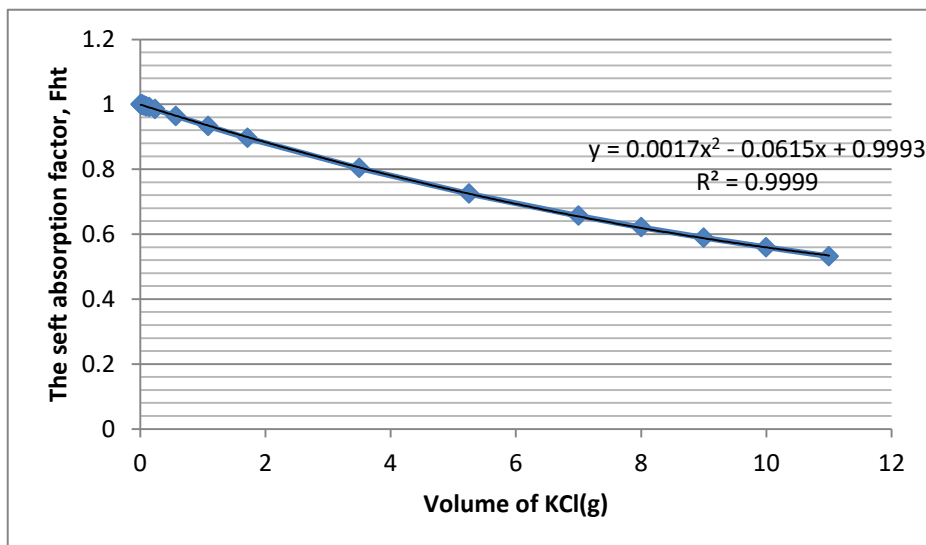
Number	Sample code	Volume of KCl on planchet (g)	Corrected gross beta activity (cpm)	The self absorption factor F_{ht}
1	MT1	0.0075	3.77±0.25	0.9995
2	MT2	0.0218	10.67±0.42	0.9986
3	MT3	0.0306	13.68±0.48	0.9980
4	MT4	0.0335	14.85±0.50	0.9978
5	MT5	0.0333	15.27±0.50	0.9978
6	MT6	0.0382	15.22±0.50	0.9975
7	MT7	0.0541	25.10±0.65	0.9965
8	MT8	0.0585	27.22±0.67	0.9962
9	MT9	0.0894	39.97±0.82	0.9942
10	MT10	0.1021	45.02±0.87	0.9934
11	MT11	0.1451	54.37±0.95	0.9906
12	MT12	0.2390	101.73±1.30	0.9846
13	MT13	0.5700	211.45±1.88	0.9638
14	MT14	1.0879	341.43±1.62	0.9325
15	MT15	1.7157	432.55±1.90	0.8962
16	MT16	3.5000	604.74±2.24	0.8033
17	MT17	5.2519	674.30±2.37	0.7245
18	MT18	7.0002	709.43±2.43	0.6563
19	MT19	8.0070	736.33±2.48	0.6212
20	MT20	9.0011	743.55±2.49	0.5892
21	MT21	10.0001	751.97±2.50	0.5593
22	MT22	11.0002	765.33±2.53	0.5317

Survey KCl mass in the range of 0.0075g to 11,0002 g so that the measured value of total beta activity reaches saturation value. Below is a graph showing the dependence of total beta activity on the sample mass.



Graph 1. The total beta activity depends on the volume
Based on the calculation results of the self-absorption coefficient of the samples, we construct a graph of the self-absorption coefficient depending on the sample mass.

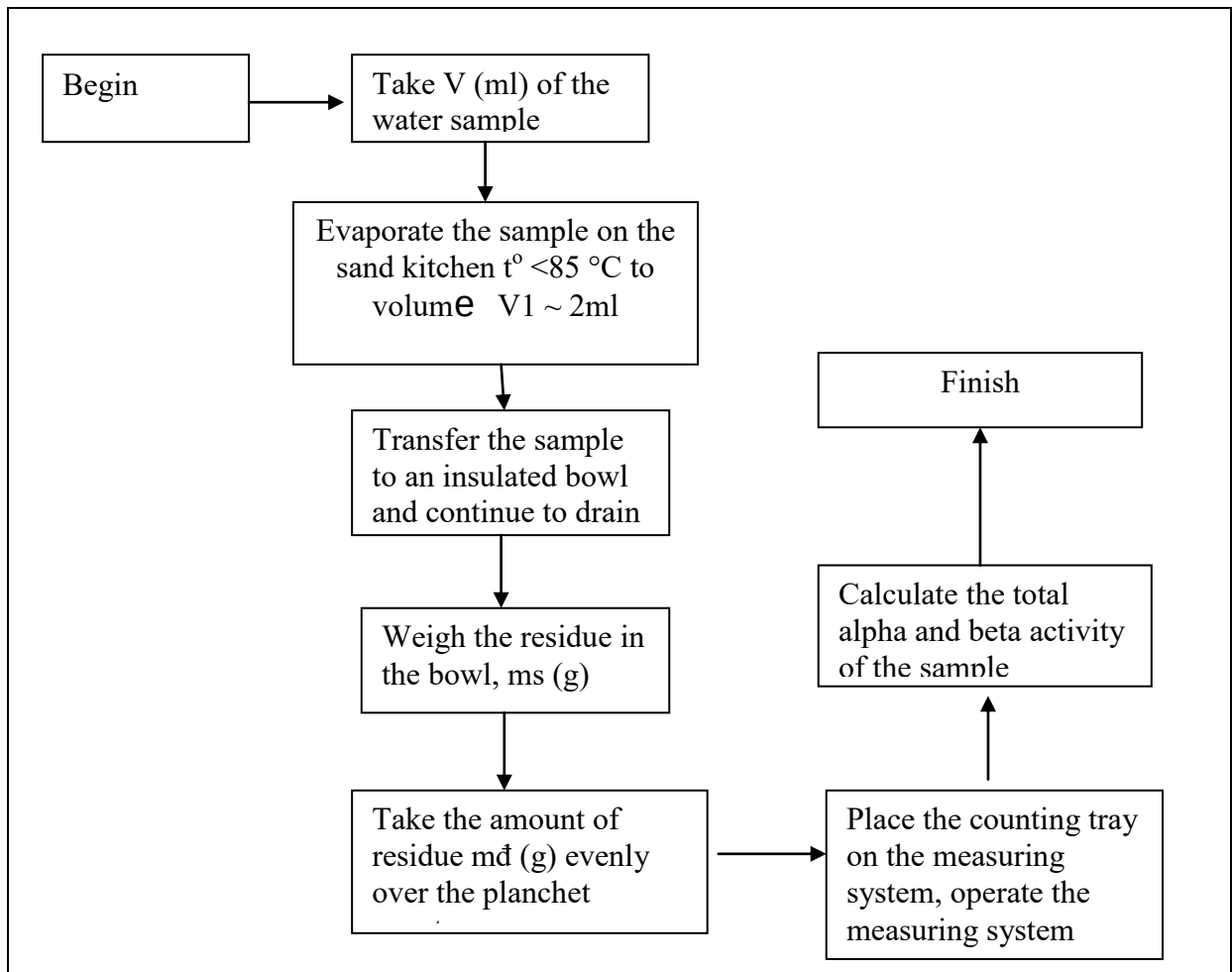
Graph 2. Dependence of self-absorption coefficients on mass



From graph 2, we get the self-absorption coefficient curve of the form: $y = 0.001x^2 - 0.061x + 0.999$. Use this result to evaluate some water samples in Hanoi area.

3. SURVEYING A NUMBER OF WATER PATTERNS IN THE HANOI AREA.

3.1 Process of testing water samples



The total alpha and beta activity is calculated according to the formula:

$$A_i = \frac{(N_s - N_B) \times m_s}{\epsilon_i \times T \times m_d \times V \times F_{ht}} \quad (7)$$

Where:

A_i : Alpha or beta activity (Bq/l)

N_s : Alpha or beta count

N_B : Alpha or beta font count

T: sample measurement time

V: Volume of sample measured (lít)

ϵ_i : Performance of alpha or beta recording

m_s : sample weight (g)

m_d : Measuring volume (g)

F_{ht} : Self-absorption coefficient

3.2 Survey results of some water samples in Hanoi area.

Survey of 19 samples of drinking water at different points in Hanoi area. We have the analysis results in the table below.

Table 2: Results of analysis of some water samples in Hanoi

Number	Sample Code	Sample volume V(l)	Sample weight (g)	Measuring volume (g)	Self-absorption coefficient, F_{ht}	Gross beta activities (Bq/l)
1	NM1	0.5	0.0651	0.0613	0.9953	0.201 ± 0.030
2	NM2	0.5	0.0632	0.0617	0.9953	0.072±0.011
4	NG2	0.4	0.1102	0.0838	0.9939	0.142±0.021
5	NG3	0.5	0.0622	0.0553	0.9956	0.130±0.020
6	NG4	0.4	0.0329	0.0260	0.9974	0.139±0.021
7	NG6	0.4	0.1330	0.1118	0.9922	0.240±0.036
8	NG11	0.4	0.0651	0.0613	0.9953	0.164±0.025
9	NG13	0.5	0.0607	0.0584	0.9954	0.118±0.018
10	NG14	0.4	0.0553	0.0528	0.9958	0.199±0.030
11	NM4	0.4	0.0823	0.0647	0.9951	0.179±0.027
12	M2	0.4	0.0247	0.0203	0.9978	0.138±0.021
13	M1	0.4	0.0300	0.0295	0.9972	0.201±0.030
14	NG8	0.5	0.1292	0.1067	0.9925	0.218±0.033
15	NM5	0.5	0.1201	0.0791	0.9942	0.212±0.032
16	NG15	0.4	0.1260	0.0933	0.9933	0.260±0.039
17	NG16	0.4	0.0914	0.0836	0.9939	0.226±0.034
18	NG5	0.4	0.1111	0.0991	0.9930	0.245±0.037
19	NG7	0.4	0.0963	0.0691	0.9948	0.254±0.038

Regulations of alpha and beta radioactivity in water samples:

- + According to WHO recommendations.
- + Gross alpha activity ≤ 0.5 Bq/l; Gross beta activity ≤ 1 Bq/l
- + US regulations: Total alpha ≤ 3 pCi l; total beta ≤ 30 pCi/l [3].

Currently Vietnam has 7 specific provisions:

Applicable standards	Sample type	Limits (Bq/L)	
		ALPHA	BETA
QCVN 08: 2008/BTNMT	Surface water	0.1	1
QCVN 09: 2008/BTNMT	Ground water	0.1	1
QCVN 10: 2008/BTNMT	Coastal water	0.1	1
QCVN 01: 2009/BTNMT	Drinking water	0.11	1.11

QCVN 28: 2010/BTNMT	Medical waste water	0.1	1
QCVN 6-1: 2010/BTNMT	Bottled water	0.5	1
QCVN 40: 2011/BTNMT	Industrial waste water	0.1	1

Comparing the results of the analysis of total beta radioactivity of water samples in Table 2 with the regulation of Vietnam QCVN 01: 2009 / BTNMT, we see that all samples are within safe limits.

4. CONCLUSION

In this report, we have achieved the initial objectives including:

- + Successfully construct the self-absorption coefficient curve for the method of measuring total beta activity in water samples.
- + Based on the self-absorption coefficient curve has been developed, analyzing the total beta activity for some domestic water samples in Hanoi area.

REFERENCES

- [1]. User's Manual S550 Eclipse LB
- [2]. Ll. Pujol*, J.A. Suarez-Navarro, Self-absorption correction for beta radioactivity measurements in water sample, Applied Radiation and Isotopes 60, 2004, 693-702
- [3]. Sơ lược về phóng xạ và phương pháp kiểm nghiệm tổng hoạt độ phóng xạ alpha, beta trong mẫu nước, Ths. Phan Hồ Long, Cn. Lê Đình Hùng

