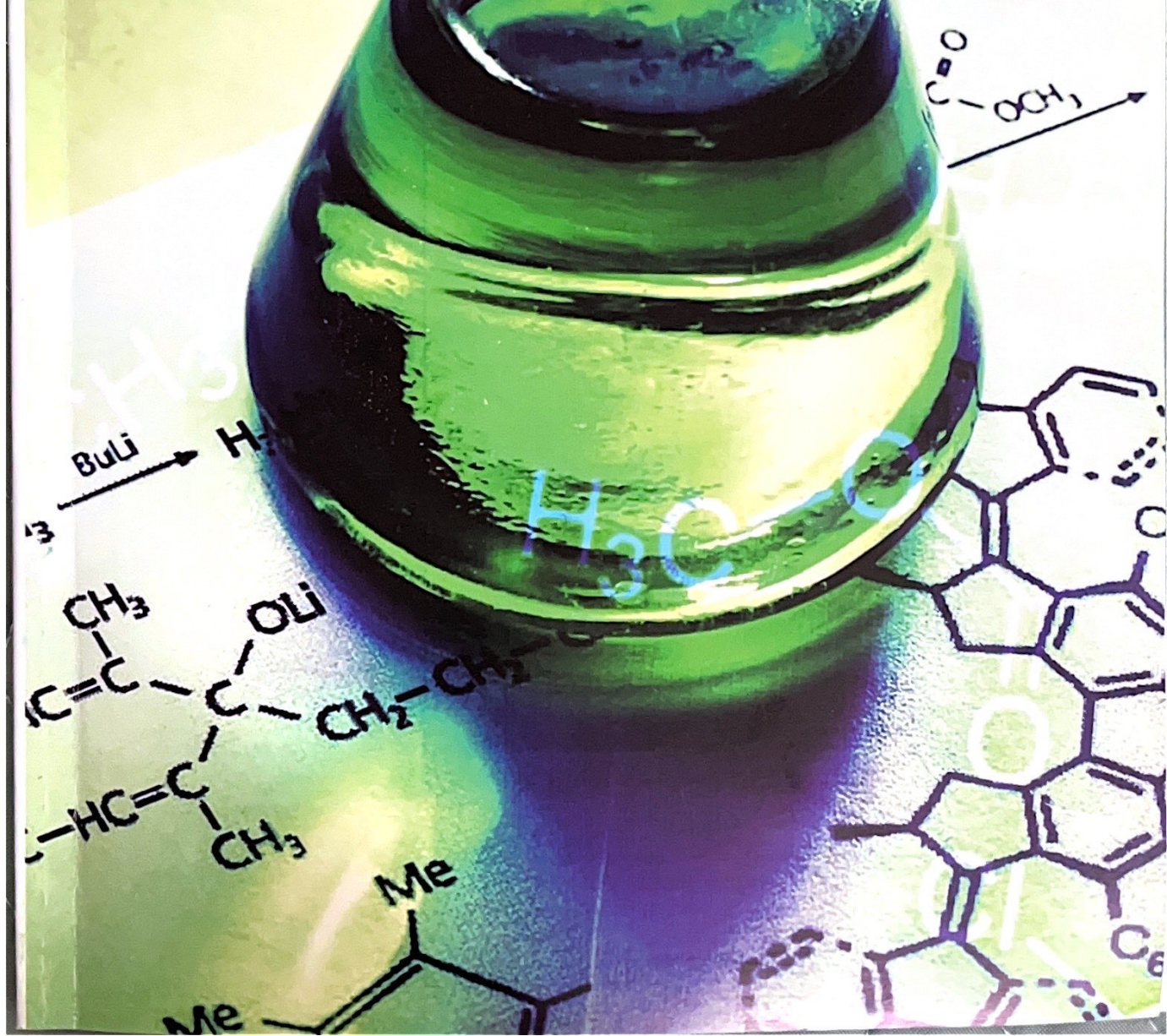


TẠP CHÍ

# HÓA HỌC & ỨNG DỤNG

JOURNAL OF CHEMISTRY AND APPLICATION / TẠP CHÍ CỦA HỘI HÓA HỌC VIỆT NAM - ISSN1859-4069

Số 3(62)/9-2022



# CÔNG TY CỔ PHẦN TRƯỜNG VIỆT

## Truongviet joint stock company



Thiết kế, tạo mẫu, chế thử, sản xuất và kinh doanh các trang thiết bị trường học và đồ chơi trẻ em mang tính giáo dục.

- ❖ Xây dựng cơ bản.
- ❖ Cung ứng dịch vụ tin học.
- ❖ Thiết kế, dàn dựng sân khấu, showroom bán hàng, hội chợ, triển lãm, hội nghị, hội thảo, phòng trưng bày, sự kiện, lễ hội.
- ❖ Thiết kế logo, thương hiệu và sản phẩm hàng hoá.
- ❖ Liên doanh, liên kết trên lĩnh vực xuất bản và văn hoá phẩm.
- ❖ Tạo mẫu và sản xuất các sản phẩm đóng gói (bao bì).
- ❖ Xuất nhập khẩu trực tiếp và ủy thác thiết bị và vật tư kỹ thuật.



## MÔN TOÁN - LỚP 2

### Số và phép tính

#### Bộ thiết bị dạy số và so sánh số:

- Thẻ chữ số từ 0 đến 9 (mỗi chữ số 4 thẻ)
- Thẻ dấu (>; <; =; mỗi dấu 2 thẻ)
- 10 Bảng trăm, mỗi bảng gồm 100 khối lập phương
- 10 Thẻ thanh chục khối lập phương, mỗi thẻ gồm 10 khối lập phương (15x15x15)mm
- 10 Thẻ khối lập phương, mỗi thẻ (15x15x15)mm
- 1 Thẻ khối lập phương (30x30x30)mm
- 1 Bảng cài bằng nhựa (180x250)mm

#### Bộ thiết bị dạy phép tính:

- Thẻ dấu (+ ; - ; x ; : ; mỗi dấu 2 thẻ)
- 20 Que tính, dài 100mm, tiết diện ngang 3mm
- 10 Thẻ 2 chấm tròn
- 10 Thẻ 5 chấm tròn

### Hình học và đo lường

#### Bộ thiết bị dạy hình phẳng và hình khối, lắp ghép xếp hình:

- 6 Tam giác đều, cạnh 40mm
- 4 Tam giác vuông cân, cạnh góc vuông 50mm
- 2 Tam giác vuông, cạnh góc vuông 40mm, 60mm
- 10 Hình vuông, cạnh (40x40)mm
- 8 Hình tròn, đường kính 40mm
- 2 Hình chữ nhật, cạnh (40x80)mm
- 4 Tứ giác khác nhau, cạnh ngắn nhất 30mm, cạnh dài nhất 70mm
- 4 Khối lập phương, cạnh (40x40x40)mm
- 4 Khối hộp chữ nhật, cạnh (40x40x50)mm
- 4 Khối trụ, đường kính 40mm, (trong đó 2 cái cao 60mm, 2 cái cao 90mm)
- 4 Khối cầu, đường kính 40mm
- 4 Khối cầu, đường kính 60mm

Số 164, Tựu Liệt, xã Tam Hiệp, huyện Thanh Trì, Hà Nội.

\* Tel/Fax: (024) 62 885 957 \* Website: <http://truongvietjsc.com>

\* Email: [truongviet07@yahoo.com.vn](mailto:truongviet07@yahoo.com.vn); [truongvietcp07@gmail.com](mailto:truongvietcp07@gmail.com)

# HÓA HỌC VÀ ỨNG DỤNG

JOURNAL OF CHEMISTRY AND APPLICATION

ISSN  
1859-4069

TẠP CHÍ CỦA HỘI HÓA HỌC VIỆT NAM

## HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

NGUYỄN CƯƠNG, NGUYỄN ĐỨC CHUY,  
TRẦN THÀNH HUẾ, LÊ QUỐC KHÁNH,  
CHÂU VĂN MINH, ĐẶNG VŨ MINH, TRẦN TRUNG NINH,  
NGUYỄN ĐĂNG QUANG, HỒ VIẾT QUÝ,  
CHU PHẠM NGỌC SƠN, TRẦN QUỐC SƠN, HỒ SĨ THOẢNG,  
NGÔ THỊ THUẬN, QUÁCH ĐĂNG TRIỀU,  
NGUYỄN XUÂN TRƯỜNG

### Tổng Biên tập:

PGS, TS, NGÚT NGUYỄN ĐĂNG QUANG

### Phó Tổng Biên tập:

NGUYỄN HỮU ĐỨC

### Thư ký tòa soạn:

LƯU THÚY HIỀN

### Trình bày:

LÊ THANH HẢI

### Tòa soạn:

164 đường Tự Liệt  
xã Tam Hiệp, huyện Thanh Trì, Hà Nội  
ĐT: (024) 62885957 - 0983 602 553  
Email: tapchihoahocvaungdung@gmail.com  
Tài khoản: 002704060000831  
Ngân hàng Quốc tế-VIB, số 5, Lê Thánh Tông, Hà Nội.

### Giấy phép xuất bản:

Số 319/GP-BTTTT  
Bộ Thông tin và Truyền thông  
cấp ngày 14/6/2016

In tại Công ty TNHH in ấn Đa Sắc  
13 Ngọc Mạch - Xuân Phương  
quận Nam Từ Liêm - Hà Nội

\* Tạp chí xuất bản hàng quý,  
phát hành vào các tháng 3, 6, 9 và 12.

**Giá: 50.000 đồng**

*Trong số này:*

03(62)/9-2022

- ✧ Trần Ngọc Tuyền, Nguyễn Đức Vũ Quyên, Nguyễn Thị Ngọc Hà 1
- ✧ Vũ Thị Thu Hà, Nguyễn Thị Thu Trang, Đỗ Mạnh Hùng, Phạm Anh Tài, Trần Thị Thanh Hằng 6
- ✧ Trần Thu Hương, Lê Thị Thuý, Nguyễn Văn Thông, Lưu Hải Nhi, Nguyễn Khánh Linh, Nguyễn Sơn Tùng 11
- ✧ Đinh Thị Trường Giang, Trương Thị Bình Giang 15
- ✧ Nguyễn Thị Minh Lợi 21
- ✧ Nguyễn Thị Minh Lợi 24
- ✧ Nguyễn Văn Thông, Lê Huyền Trâm, Đinh Thị Thu Hiền 29
- ✧ Nguyễn Văn Thông, Trần Thượng Quảng, Đinh Thị Thu Hiền 34
- ✧ Nguyễn Thị Quỳnh Anh, Hà Minh Ngọc, Trần Quang Minh, Nguyễn Văn Nội, Nguyễn Hữu Văn 40
- ✧ Nguyễn Thị Quỳnh Anh, Nguyễn Văn Nội, Hà Minh Ngọc, Nguyễn Hữu Văn 44
- ✧ Nguyễn Thị Thức, Trịnh Đức Công, Trần Thị Ý Nhi, Trần Thị Thanh Hợp, Ngô Trịnh Tùng, Nguyễn Thế Hữu, 49
- ✧ Nguyễn Thị Thái, Nguyễn Thị Minh Thư 54
- ✧ Vũ Minh Đức, Nguyễn Thanh Liêm, Nguyễn Châu Giang, Nguyễn Hường Hà, Đặng Thị Kim Chi 58
- ✧ Lê Thị Trinh, Trịnh Thị Thắm, Nguyễn Thị Linh Giang, Quàng Văn Hiệp, Võ Thị Anh 62
- ✧ Huỳnh Thu Sương, Nguyễn Thế Dương, Nguyễn Thị Hồng Phượng 69
- ✧ Ngô Văn Ngọc, Nguyễn Thị Lan, Trần Hữu Hà, Nguyễn Thị Thanh Hương, Nguyễn Văn Thắng, Phan Thị Thùy Trang, Võ Viễn 73
- ✧ Hoàng Anh, Nguyễn Mậu Vương, Nguyễn Trọng Đại, Nguyễn Tuấn Dương 78

# NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH HÀM LƯỢNG VẾT KIM LOẠI NẶNG As, Cd, Pb, Hg TRONG MÁU CỦA MỘT SỐ BỆNH NHÂN MẮC BỆNH VỀ HÔ HẤP BẰNG PHƯƠNG PHÁP PHỔ KHỐI LƯỢNG PLASMA CAO TẦN CẢM ỨNG (ICP - MS)

ĐINH THỊ TRƯỜNG GIANG - Khoa Hóa học, Trường Sư phạm, Trường Đại học Vinh  
TRƯƠNG THỊ BÌNH GIANG - Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

## SUMMARY:

STUDY ON DETERMINATION THE AMOUNT OF HEAVY METALS As, Cd, Pb, Hg IN THE BLOOD OF SOME RESPIRATORY PATIENTS BY METHOD OF INDUCTIVELY COUPLED PLASMA – MASS SPECTROMETRY (ICP – MS)

Recently, the problem of air pollution is a painful and alarming problem worldwide in general and in Vietnam in particular, especially in big cities and industrial cities. The air has a high concentration of fine dust and contains heavy metals such as copper (Cu), zinc (Zn), arsenic (As), cadmium (Cd), lead (Pb), mercury (Hg)... penetrate into the human body through eating, breathing every day. These metals exist in the body in trace form to help normal functions, but in excess of the allowed levels, they have a great impact on human health. Therefore, the analysis and determination of the levels of metals in the human body in general and As, Cd, Pb, Hg metals in particular in the blood of patients with respiratory diseases in order to propose appropriate solutions. Measures to protect and take better care of public health is an absolute necessity. In this study, to determine the metal content in the blood of the patients, we used the commonly applied method, which is the Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry (ICP-MS) with High sensitivity, selectivity and accuracy, can identify many elements in the same sample. The result of As, Cd and Pb (ppb) are in the range of 1.0 – 7.7, 0.1 – 8.8, 0.9 – 110, respectively; the result of Hg (ppb) are in the range from below the detection limit 2.7. The relative standard deviation (%RSD) of 10 replicated measurement is less than 8%. The recovery range of element is 66,72% to 76,85%. The accuracy of the result shown in the repeatability and recovery performance is ensured according to AOAC.

**Keywords:** heavy metal, ICP-MS, blood, respiratory.

## I. MỞ ĐẦU

Thời gian gần đây, ô nhiễm không khí ở Hà Nội do sự cố môi trường hay nồng độ khói bụi dày đặc gây ô nhiễm không khí ở TP Hồ Chí Minh đang được dư luận hết sức quan tâm. Hiện nay, khói bụi từ các nhà máy thải ra nhiều dẫn đến không khí có nồng độ bụi mịn cao và chứa các kim loại nặng. Không khí bị ô nhiễm kéo theo thời tiết thay đổi dẫn đến các bệnh về đường hô hấp. Một số bệnh về đường hô hấp thường gặp như hen phế quản, viêm họng, viêm phổi...

Không khí có nồng độ bụi mịn cao và chứa các kim loại nặng như đồng (Cu), kẽm (Zn), asen (As), cadimi (Cd),

chì (Pb), thủy ngân (Hg)... có thể xâm nhập vào cơ thể con người thông qua ăn uống, hít thở hằng ngày. Các kim loại này tồn tại trong cơ thể ở dạng vết giúp cho các chức năng được diễn ra bình thường, nhưng với hàm lượng vượt mức cho phép lại gây ảnh hưởng rất lớn tới sức khỏe con người [5, 8].

Do đó việc phân tích và xác định hàm lượng các kim loại trong cơ thể của con người nói chung và các kim loại As, Cd, Pb, Hg nói riêng trong máu của các bệnh nhân mắc bệnh về đường hô hấp nhằm đề ra các biện pháp bảo

vệ và chăm sóc sức khỏe cộng đồng được tốt hơn là một việc hết sức cần thiết[4, 5].

Hiện nay, để xác định được hàm lượng kim loại trong máu của các bệnh nhân, phương pháp đang được ứng dụng phổ biến đó là phương pháp phổ khối lượng plasma cao tần cảm ứng (ICP-MS) với độ nhạy, độ chọn lọc và độ chính xác cao, xác định được nhiều nguyên tố trong cùng một mẫu[1, 2, 3, 6, 7].

Để góp phần đánh giá ảnh hưởng của kim loại nặng đến sức khỏe con người, trong bài báo này chúng tôi công

bố kết quả về: nghiên cứu tiến hành tổng quan các bệnh về đường hô hấp, về các kim loại như asen, cadimi, chì, thủy ngân; tổng quan về một số phương pháp xác định kim loại và phương pháp phổ khối lượng plasma cảm ứng cao tần ICP-MS; nghiên cứu xây dựng quy trình xác định hàm lượng asen, cadimi, chì, thủy ngân trong máu của một số bệnh nhân mắc bệnh về đường hô hấp (viêm phổi, hen suyễn) bằng phương pháp phổ khối lượng plasma cao tần cảm ứng (ICP-MS); đánh giá phương pháp thông qua độ giá độ đúng, độ lặp lại, độ nhạy.

## II. THỰC NGHIỆM

### 1. Thiết bị, dụng cụ, hóa chất

#### 1.1. Thiết bị

Tất cả các các phép đo đều được thực hiện trên máy khối phổ plasma cao tần cảm ứng ICP - MS 7800, tại PTN trường Đại học Vinh. Hiệu máy G8421A- 7800/Mã máy SG 18073051.

#### 1.2. Dụng cụ

Bình định mức: 50ml, 100ml; Lọ đựng mẫu: 15ml, 25ml, 50ml; Pipet: 1ml, 10ml, 50ml, 100ml; Micropipet: 1-100 $\mu$ l; 1-1.000 $\mu$ l; Ống nghiệm các loại; Giấy lọc định lượng; Cốc thủy tinh: 250ml, 500ml, 1.000ml.

#### 1.3. Hóa chất

Các hóa chất sử dụng đều có độ tinh khiết PA. Dung dịch HNO<sub>3</sub> đặc (65%), dung dịch HNO<sub>3</sub> loãng (10%) (Merck); hydro peroxide H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 33%; nước cất để ion; dung dịch chuẩn đồng thời các kim loại (As, Cd, Pb, Hg,...) 10ppm mỗi kim loại (Merck).

### 2. Phương pháp lấy, bảo quản mẫu và xử lý mẫu

#### 2.1. Phương pháp lấy và bảo quản mẫu

Mẫu phân tích: Các mẫu máu của bệnh nhân mắc bệnh về đường hô hấp (viêm phổi, hen suyễn) được thu thập ở bệnh viện sản nhi Nghệ An.

Các mẫu của bệnh nhân mắc bệnh viêm phổi: Lấy vào tháng 06 năm 2021.

Các mẫu của bệnh nhân mắc bệnh hen suyễn: Lấy vào tháng 08 năm 2021.

Các mẫu của bệnh nhân viêm phổi kí hiệu từ M1 - M15 và P1 - P10.

Các mẫu bệnh nhân bị bệnh hen kí hiệu từ 01 - 16. Mẫu máu sau khi được xử lý được bảo quản trong tủ lạnh với nhiệt độ 4°C tại phòng thí nghiệm hóa phân tích trường Đại học Vinh chờ đo xác định hàm lượng kim loại nặng bằng phương pháp phổ khối lượng plasma cao tần cảm ứng.

#### 2.2. Phương pháp xử lý mẫu máu

Chúng tôi đã tiến hành xử lý mẫu bằng phương pháp phá mẫu hệ kín trong lò vi sóng.

Đối với mẫu máu ta cho lần lượt hỗn hợp từng mẫu máu, HNO<sub>3</sub> và H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> theo tỉ lệ (1:4:2) vào các bình phân hủy mẫu làm bằng Teflon trong lò vi sóng.

Đối với mẫu trắng ta cho lần lượt hỗn hợp 1ml nước cất để ion, 4ml HNO<sub>3</sub> và 2ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> vào các ống phân hủy mẫu làm bằng teflon.

Đối với mẫu thêm chuẩn, ta cho 0,05ml (50ml) dung dịch chuẩn đồng thời vào bình phân hủy của lò vi sóng, rồi thêm hỗn hợp HNO<sub>3</sub> và H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> theo tỉ lệ (2:1) vào ống phân hủy mẫu làm bằng Teflon.

Sau khi phân hủy mẫu được để nguội, lọc và định mức tới 50ml hoặc 100ml bằng nước cất và đem đi bảo quản trong tủ lạnh chờ phân tích trên thiết bị ICP - MS.

### 3. Chuẩn bị đo trên thiết bị ICP - MS

#### 3.1. Chọn vạch phân tích (số khối)

Trong tự nhiên, các nguyên tố có một số đồng vị. Trong phép phân tích bằng IC - MS, người ta thường chọn đồng vị dựa trên 3 tiêu chí:

- Phải là một trong những đồng vị phổ biến nhất trong các đồng vị tự nhiên.

- Ảnh hưởng bởi sự chèn khối phải không có hoặc bé nhất.

- Sự hiệu chỉnh ảnh hưởng của các ion oxit phải đơn giản, càng ít càng tốt.

Tùy theo sự phức tạp của nền mẫu mà có thể chọn các đồng vị phân tích khác nhau. Tuy nhiên, hầu hết các tác giả đều thống nhất trong việc lựa chọn số khối phân tích này, trừ một vài trường hợp đặc biệt có ý kiến khác nhau. Trong nghiên cứu này tôi chọn các đồng vị như trong Bảng 1.

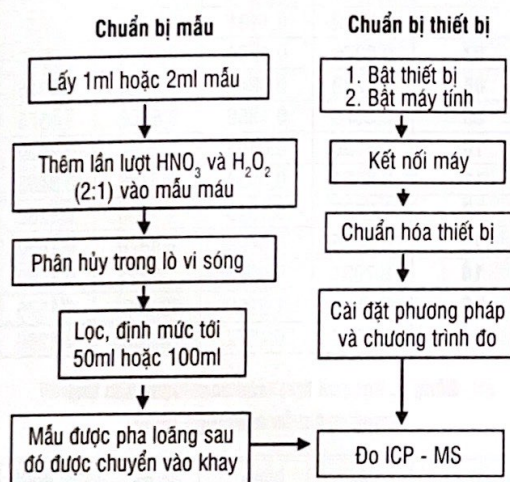
**Bảng 1: Các đồng vị sử dụng trong phân tích định lượng kim loại**

STT	Nguyên tố	Đồng vị
1	As	75
2	Cd	111
3	Pb	207
4	Hg	201

Khi phân tích, máy chỉ thu tín hiệu của các đồng vị đã chọn theo nguyên tắc phân giải khối bằng bộ trường từ cực. Với độ nhạy và độ phân giải rất cao của thiết bị ICP-MS, pic phổ của kim loại thu được rất rõ nét. Các pic phổ có cường độ rất lớn ngay cả với dung dịch kim loại có nồng độ thấp và các đồng vị đã chọn hầu như không có sự trùng lẫn nhau.

### 3.2. Các bước thực hiện đo trên máy ICP-MS:

Tóm tắt quy trình xử lý và phân tích mẫu máu được thực hiện theo sơ đồ sau:



Hình 1. Sơ đồ quy trình xử lý, phân tích mẫu máu

## III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 1. Kết quả xây dựng thông số đo máy tối ưu

Các phép đo ICP-MS được tiến hành trên cơ sở chọn lựa các thông số sao cho tối ưu.

Một số thông số đo được thay đổi và lựa chọn tối ưu (độ sâu mẫu, tốc độ khí tạo plasma, khí mang, khí phụ trợ).

Một số thông số khác theo đề nghị của nhà sản xuất. Các thông số đo tối ưu trên được thống kê trong Bảng 2.

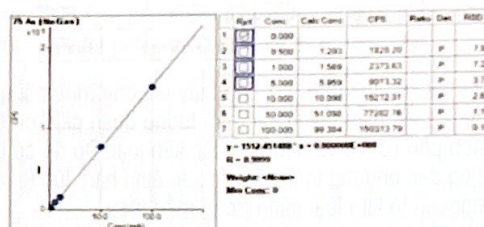
Bảng 2: Các thông số đo tối ưu trên máy ICP-MS

Thế cộng hưởng cuộn cảm	1,6V
Công suất cao tần	1550W
Độ sâu mẫu (sample depth)	8,0 mm
Tốc độ khí tạo plasma, Ar	15,0 l/ph
Tốc độ khí mang (makeup gas), He	0,00 l/ph hoặc 4ml/ph
Tốc độ khí phụ trợ (auxiliary gas), Ar	0,90 l/ph
Tốc độ bơm phun (nebulizer pump)	0,10 rps
Tốc độ khí phun sương	1,07 l/ph

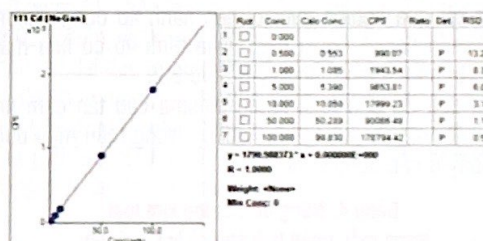
## 2. Kết quả xây dựng đường chuẩn

Chúng tôi đã tiến hành pha dãy dung dịch chuẩn đồng thời các nguyên tố nghiên cứu, bao gồm các nguyên tố As, Cd, Pb, Hg từ nồng độ 0,5 - 100ppb.

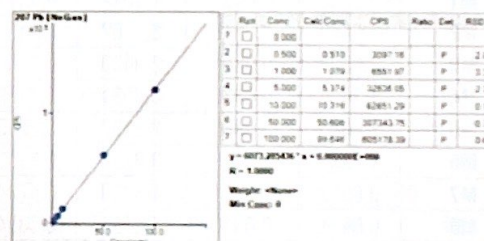
Kết quả xây dựng các đường chuẩn thể hiện ở các Hình 2, Hình 3, Hình 4, Hình 5 và Bảng 3.



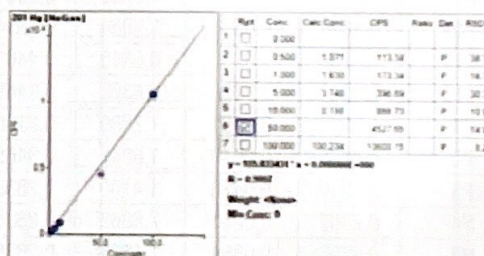
Hình 2. Kết quả xây dựng đường chuẩn của phép đo As bằng phương pháp ICP-MS



Hình 3. Kết quả xây dựng đường chuẩn của phép đo Cd bằng phương pháp ICP-MS



Hình 4. Kết quả xây dựng đường chuẩn của phép đo Pb bằng phương pháp ICP-MS



Hình 5. Kết quả xây dựng đường chuẩn của phép đo Hg bằng phương pháp ICP-MS

**Bảng 3: Đường chuẩn, hệ số tương quan tương ứng của các nguyên tố kim loại**

STT	Tên nguyên tố	Đường chuẩn (X:ppb)	Giá trị hệ số tương quan R
1	As	$y = 1512,451488X$	0,9999
2	Cd	$y = 1790,988373X$	1,0000
3	Pb	$y = 6073,285436X$	1,0000
4	Hg	$y = 105,833431X$	0,9997

Ta thấy các giá trị  $R \approx 1$  cho thấy phương trình hồi quy thu được biểu diễn chính xác mối tương quan giữa cường độ vạch phổ (CPS) và nồng độ các kim loại. Do đó có thể sử dụng các phương trình trên để xác định hàm lượng của các nguyên tố kim loại nặng trong mẫu máu.

### 3. Kết quả định lượng kim loại trong các mẫu máu

Từ kết quả nghiên cứu tôi tiến hành áp dụng phương pháp phân tích 42 mẫu máu. Quá trình vô cơ hóa mẫu, chuẩn bị mẫu được trình bày ở mục 2.2.

Kết quả đo phổ khối lượng plasma cao tần cảm ứng ICP - MS và hàm lượng kim loại có trong mẫu máu được trình bày ở các bảng dưới đây.

**Bảng 4: Nồng độ các ion kim loại trong mẫu phân tích sau xử lý  $C_{opt}$  (ppb)**

Mẫu máu	As	Cd	Pb	Hg
M1	0,9786	0,0521	1,5012	0,5984
M2	1,6443	0,0540	3,4767	0,3465
M3	0,9323	0,0484	2,0400	0,3780
M4	1,3445	0,0335	0,8021	0,3465
M5	1,4085	0,0986	2,2197	0,2205
M6	1,0866	0,0819	3,8203	0,3150
M7	0,8552	0,0261	1,3929	0,4724
M8	0,8971	0,0316	1,2194	0,5354
M9	0,8684	0,0205	0,6159	0,5984
M10	1,2321	0,0484	4,1381	0,3465
M11	0,8442	0,1135	0,7290	0,4724
M12	1,0602	0,0335	2,3560	0,8504
M13	0,8001	0,0577	1,9054	0,6614
M14	0,6767	0,0205	0,6313	0,4409
M15	0,8309	0,0168	1,1365	0,3465
P1	1,0690	0,0261	1,7599	0,3150
P2	0,8067	0,0540	1,8247	0,3465
P3	0,6282	0,0428	1,4100	0,2835
P4	0,7802	0,0261	7,6866	0,2835
P5	0,5797	0,0354	1,1326	0,2835
P6	0,7869	0,0316	0,9624	0,3465
P7	1,2101	0,0391	1,2079	0,0630

Mẫu máu	As	Cd	Pb	Hg
P8	0,6546	0,0372	1,1568	0,2205
P9	0,8111	0,0316	0,8509	0,5039
P10	0,7714	0,0354	0,8894	0,2205
P11	0,5532	0,0186	0,4853	0,2835
01	0,6656	0,0223	0,5105	0,0945
02	0,5973	0,0186	0,3573	0,2520
03	0,8155	0,1731	2,9495	0,3780
04	0,5290	0,0279	0,8981	0,2835
05	0,6789	3,5204	7,2938	0,5039
06	0,5312	0,1191	2,1367	0,2835
07	0,8376	0,1284	2,7220	0,0630
08	0,6282	0,0949	1,6324	0,0315
09	0,5378	0,1359	3,5806	0,1575
10	0,5180	0,0409	1,2040	0,2520
11	0,5554	0,0354	0,5138	0,3465
12	1,0426	0,1973	2,5566	0,1260
13	0,8045	0,0409	0,8970	0,1890
14	0,7031	0,0223	1,2721	0,1260
15	0,6568	1,8950	43,9831	0,1575
16	0,6304	0,4672	10,2635	0,1260

**Bảng 5: Kết quả tính toán hàm lượng kim loại trong các mẫu máu mg/l (ppm)**

Mẫu máu	As	Cd	Pb	Hg
M1	0,9786	0,0521	1,5012	0,5984
M2	1,6443	0,0540	3,4767	0,3465
M3	0,9323	0,0484	2,0400	0,3780
M4	1,3445	0,0335	0,8021	0,3465
M5	1,4085	0,0986	2,2197	0,2205
M6	1,0866	0,0819	3,8203	0,3150
M7	0,8552	0,0261	1,3929	0,4724
M8	0,8971	0,0316	1,2194	0,5354
M9	0,8684	0,0205	0,6159	0,5984
M10	1,2321	0,0484	4,1381	0,3465
M11	0,8442	0,1135	0,7290	0,4724
M12	1,0602	0,0335	2,3560	0,8504
M13	0,8001	0,0577	1,9054	0,6614
M14	0,6767	0,0205	0,6313	0,4409
M15	0,8309	0,0168	1,1365	0,3465
P1	1,0690	0,0261	1,7599	0,3150
P2	0,8067	0,0540	1,8247	0,3465
P3	0,6282	0,0428	1,4100	0,2835
P4	0,7802	0,0261	7,6866	0,2835
P5	0,5797	0,0354	1,1326	0,2835
P6	0,7869	0,0316	0,9624	0,3465
P7	1,2101	0,0391	1,2079	0,0630
P8	0,6546	0,0372	1,1568	0,2205

Mẫu máu	As	Cd	Pb	Hg
P9	0,8111	0,0316	0,8509	0,5039
P10	0,7714	0,0354	0,8894	0,2205
P11	0,5532	0,0186	0,4853	0,2835
01	0,6656	0,0223	0,5105	0,0945
02	0,5973	0,0186	0,3573	0,2520
03	0,8155	0,1731	2,9495	0,3780
04	0,5290	0,0279	0,8981	0,2835
05	0,6789	3,5204	7,2938	0,5039
06	0,5312	0,1191	2,1367	0,2835
07	0,8376	0,1284	2,7220	0,0630
08	0,6282	0,0949	1,6324	0,0315
09	0,5378	0,1359	3,5806	0,1575
10	0,5180	0,0409	1,2040	0,2520
11	0,5554	0,0354	0,5138	0,3465
12	1,0426	0,1973	2,5566	0,1260
13	0,8045	0,0409	0,8970	0,1890
14	0,7031	0,0223	1,2721	0,1260
15	0,6568	1,8950	43,9831	0,1575
16	0,6304	0,4672	10,2635	0,1260

**Bảng 6: Một số tổng kết về hàm lượng As, Cd, Pb, Hg trong mẫu máu (ppm)**

Hàm lượng	As	Cd	Pb	Hg
Trung bình	0,0021	0,0005	0,0123	0,0008
Cao nhất	0,0077	0,0088	0,1100	0,0027
Thấp nhất	0,0010	0,0001	0,0009	KPH

**Bảng 7: Kết quả nghiên cứu độ lặp lại tại nồng độ 0,5ppb**

Lần đo	Kim loại							
	As		Cd		Pb		Hg	
	Nồng độ (ppb)	Độ lệch chuẩn	Nồng độ (ppb)	Độ lệch chuẩn	Nồng độ (ppb)	Độ lệch chuẩn	Nồng độ (ppb)	Độ lệch chuẩn
1	0,5794	SD = 0,031 RSD% = 5,64%	0,4913	SD = 0,036 RSD% = 7,12%	0,4660	SD = 0,032 RSD% = 6,94%	0,5678	SD = 0,032 RSD% = 5,86%
2	0,5808		0,5379		0,4605		0,5628	
3	0,5112		0,5379		0,5003		0,5898	
4	0,5279		0,4988		0,5054		0,5158	
5	0,5257		0,4448		0,4929		0,5268	
6	0,5816		0,4467		0,4156		0,5072	
7	0,5375		0,5341		0,4711		0,5867	
8	0,5882		0,5323		0,4105		0,5347	
9	0,5081		0,5286		0,4355		0,5292	
10	0,5529		0,5062		0,4558		0,5403	

So sánh kết quả nghiên cứu ở trên với giá trị RSD% ở vùng nồng độ 1ppb (30%) của tiêu chuẩn AOAC thấy rằng các giá trị nghiên cứu RSD% đều thấp hơn 30%. Chứng tỏ phương pháp phân tích có độ lặp lại tốt.

Căn cứ vào số liệu Bảng 4, 5, ta thấy trong 42 mẫu máu của bệnh nhi mắc bệnh về đường hô hấp (viêm phổi, hen suyễn) thì hàm lượng trung bình của các kim loại đều thấp hơn giới hạn cho phép[8].

Kim loại Cd có hàm lượng trung bình thấp nhất, kim loại Pb có hàm lượng trung bình cao nhất trong 42 mẫu máu.

Hầu hết các mẫu đều có hàm lượng không vượt quá giới hạn tối đa cho phép. Chỉ có một vài mẫu chứa hàm lượng kim loại vượt giới hạn tối đa cho phép, cụ thể:

Với asen, giá trị cho phép trong máu (<12 tuổi) là 0,006ppm[8], nhận thấy có mẫu M2 (0,0077ppm) vượt quá giới hạn tối đa cho phép, còn các mẫu còn lại đều trong giới hạn tối đa cho phép.

Với cadimi, giá trị cho phép trong máu (<12 tuổi) là 0,005ppm[8], nhận thấy có mẫu 05 (0,0088ppm) vượt quá giới hạn tối đa cho phép, còn các mẫu còn lại đều trong giới hạn tối đa cho phép.

Với chì, giá trị cho phép trong máu (<12 tuổi) là 0,02ppm[8], nhận thấy có 2 mẫu là mẫu 15 (0,11ppm); 16 (0,0257ppm) vượt quá giới hạn tối đa cho phép, còn các mẫu còn lại đều trong giới hạn tối đa cho phép.

Với thủy ngân, giá trị cho phép trong máu (<12 tuổi) là 0,002ppm[8], nhận thấy có mẫu M1 (0,0027ppm) vượt quá giới hạn tối đa cho phép, còn các mẫu còn lại đều trong giới hạn tối đa cho phép.

#### 4. Kết quả nghiên cứu độ lặp lại của phương pháp đo

Chúng tôi đã nghiên cứu tại vùng nồng độ thấp nhất 0,5ppb của dung dịch chuẩn đồng thời các kim loại.

Kết quả nghiên cứu thể hiện ở Bảng 7.



## 5. Kết quả nghiên cứu hiệu suất thu hồi

Để đánh giá độ đúng của quá trình phân tích và phương pháp phân tích chúng tôi tiến hành xác định hiệu suất thu hồi bằng cách thêm một lượng dung dịch chuẩn đã biết trước nồng độ vào mẫu M15, sau đó xác định hàm lượng asen, cadimi, chì, thủy ngân trong mẫu thêm chuẩn này. Quy trình đã tiến hành như ở mục 3.2.

**Bảng 8: Kết quả tính toán hiệu suất thu hồi**

Kim loại	Nồng độ thêm chuẩn (C)	Nồng độ trong mẫu phân tích (C <sub>1</sub> )	Nồng độ chuẩn thêm (C <sub>thêm</sub> )	H <sub>thu hồi</sub>
As	0,736	0,831	0,2	71,40%
Cd	0,147	0,017	0,2	67,74%
Pb	0,892	1,137	0,2	66,72%
Hg	0,415	0,346	0,2	76,85%

Theo tiêu chuẩn AOAC thì hiệu suất thu hồi vùng 1 ppb là 40 - 120% nên kết quả phân tích trên là chấp nhận được phản ánh phương pháp phân tích có độ chính xác đảm bảo.

## 6. Kết quả tính toán giới hạn phát hiện, giới hạn định lượng

Chúng tôi đã sử dụng phương pháp tính toán LOD, LOQ theo phương pháp dựa vào đường chuẩn, với độ lệch chuẩn SD là độ lệch chuẩn của mẫu chuẩn có nồng độ thấp nhất (0,5ppb).

**Bảng 9: Kết quả tính độ lệch chuẩn, giới hạn phát hiện, giới hạn định lượng tương ứng với các kim loại**

STT	Kim loại	Độ lệch chuẩn SD	LOD (ppt)	LOQ (ppt)
1	As	0,0310	0,0676	0,2250
2	Cd	0,0360	0,0663	0,2210
3	Pb	0,0320	0,0174	0,0580
4	Hg	0,0320	0,9980	3,3300

## IV. KẾT LUẬN

Dựa vào nhiệm vụ đã được đặt ra của nghiên cứu và các kết quả thu được tôi rút ra các kết luận sau:

Đã xây dựng quy trình phân tích đồng thời các kim loại asen, cadimi, chì, thủy ngân bằng phương pháp ICP-MS cho độ lặp lại, độ nhạy cao, độ đúng đảm bảo.

Đã xây dựng các đường chuẩn và đã tiến hành định lượng As, Cd, Hg, Pb trong các mẫu máu của bệnh nhân nhi mắc bệnh về đường hô hấp (viêm phổi, hen suyễn) bằng phương pháp phổ khối lượng plasma cao tần cảm ứng ICP-MS. Ở giới hạn tối đa hàm lượng cho phép của các nguyên tố có trong máu trẻ em không bị bệnh được lựa chọn để khảo sát là As < 0,006ppm; Cd < 0,005ppm; Pb < 0,02ppm; Hg < 0,002ppm so với kết quả trong nghiên cứu này cho thấy phần lớn các kim loại trong máu đều dưới

giới hạn tối đa khảo sát, trong đó một vài mẫu có các kim loại nằm trên giới hạn tối đa khảo sát. Kết quả không cho thấy sự khác biệt đáng kể nào giữa độ tuổi trẻ em và hàm lượng các kim loại.

Đã tiến hành đánh giá phương pháp qua việc đánh giá độ lặp lại, độ đúng (hiệu suất thu hồi), giới hạn phát hiện và giới hạn định lượng của phương pháp. Độ lặp lại của phép đo thể hiện qua việc tính toán xác định độ lệch chuẩn tương đối các phép xác định song song của các phép đo, giá trị RSD% của 10 lần đo lặp lại ở vùng nồng độ thấp đều trong giới hạn tối đa cho phép (RSD% = 5,64% đến 7,12%) đảm bảo theo AOAC vùng nồng độ < 1ppb giá trị RSD% có thể được phép đạt tới 30%; Giới hạn phát hiện LOD của 4 nguyên tố đều thấp hơn 1,000ppt. Độ đúng của quy trình và kết quả phân tích đảm bảo thể hiện qua hiệu suất thu hồi đạt H% = 66,72% - 76,85% của phép xác định 4 nguyên tố phản ánh độ tin cậy đảm bảo của các kết quả phân tích.

Từ các kết quả trên cho thấy phương pháp nghiên cứu này là một phép đo đáng tin cậy, hoàn toàn có thể được mở rộng nghiên cứu để ứng dụng vào việc đánh giá các kim loại khác trong mẫu máu.

## V. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Alan Newman (1996), *Elements of ICP-MS*, Analytical Chemistry 68, 46A-51A.
- [2] Đinh Thị Trường Giang (2016), Đinh Thị Huyền Trang, *Hóa phân tích - Các phương pháp phân tích công cụ*, Nxb Đại học Vinh.
- [3] Graham Hams, Dr. Stephen. E. Anderson (1997), *Rapid and Simple determination of trace elements in the clinical sample by ICP-MS, Part 1: Whole blood: As, Cd, Mn, Pb and Se*, <http://www.varian.com>, ICP-MS-15, 1-7.
- [4] Jean Pierre Gouille, Loic Mahieu, Nicolas Neveu, Daniel Bouige (2005), *Metal and metalloid multi-elementary ICP-MS validation in whole blood, plasma, urine and hair Reference values*, *Forensic Science International* 153, 39-44.
- [5] Mathee, Y. E. R. von Schirnding, J. Levin, A. Ismail, R. Huntley and A. Cantrell (2002), *A survey of blood lead levels among young Johannesburg school children*, *Environmental Research* 90, 181- 184.
- [6] Phạm Luận (1998), *Cơ sở lý thuyết của phương pháp phân tích phổ khối lượng nguyên tử phép đo ICPMS*, Nxb ĐH Quốc Gia Hà Nội.
- [7] Peter Heitland, Helmut D Koster (2004), *Fast, simple and reliable routine determination of 23 elements in urine by ICP-MS*, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 19(12), 1552-1558.
- [8] Trịnh Thị Thanh (2001), *Độc học môi trường và sức khỏe con người*, Trường ĐH quốc gia Hà Nội. ❖

**Phản biện: PGS, TS PHAN THỊ HỒNG TUYẾT**

Hóa học & Ứng dụng

Số 03/62/9-2022