

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM  
VIETNAM ACADEMY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

# TẠP CHÍ HÓA HỌC

VIETNAM JOURNAL OF CHEMISTRY

ISSN 0866-7144

3e12 53  
2015

## ĐIỀU CHẾ HYDROXIT KÉP Mg-Fe TỪ NGUỒN DUNG DỊCH Fe(II) BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐỒNG KẾT Tủa KẾT HỢP OXY HÓA

Phạm Minh Xuân<sup>1\*</sup>, Nguyễn Quốc Chính<sup>1</sup>, Lê Thế Tâm<sup>2</sup>, Đặng Thị Thanh Lê<sup>4</sup>, Nguyễn Văn Hưng<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Khoa Sư phạm Hóa - Sinh - Kỹ thuật nông nghiệp, Trường Đại học Đồng Tháp

<sup>2</sup>Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh

<sup>3</sup>Khoa Hóa học, Trường Đại học Vinh

<sup>4</sup>Trung tâm Nghiên cứu phát triển và Chuyển giao công nghệ, Đại học Công nghiệp Hà Nội

Đến Toà soạn 28-4-2015; Chấp nhận đăng 10-6-2015

### Abstract

Layered double hydroxide (LDH) Mg-Fe has been successfully synthesized by co-precipitation method combined with oxidation from solution contain  $Mg^{2+}$  and  $Fe^{2+}$  ions. The obtained  $Mg^{2+}$ - $Fe^{2+}$  LDH materials were characterized by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), and Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy. The results showed that the concentration of ion  $CO_3^{2-}$  has a strong influence on the structural stability of LDH Mg-Fe. The concentration of ion  $Fe^{2+}$  affected the specific surface area of material. The pyroaurite is the main phase in synthesized material with specific surface area of  $109m^2.g^{-1}$ . Moreover, the adsorption process shows that Mg-Fe LDH can reduce the arsenate concentration from 0.2  $mg.l^{-1}$  to below 0.01  $mg.l^{-1}$ . This is a potential material to remove arsenate in water.

**Keywords.** Layered double hydroxides, pyroaurite, co-precipitation method, removal of arsenic, adsorption.

### 1. GIỚI THIỆU

Hydroxit kép (LDH) hay các hợp chất giống hydroxide hoặc khoáng sét anion nhận được rất nhiều sự quan tâm trong những thập kỉ gần đây nhờ tiềm năng ứng dụng trong các lĩnh vực như hấp phụ, chất xúc tác, công nghệ nano, công nghệ sinh học. Công thức chung của các LDH là  $[M^{2+}_x M^{3+}_y(OH)_z]^{+n}[(A^-)_{x+3y}.mH_2O]^{-n}$ . Trong đó,  $M^{2+}$  và  $M^{3+}$  là các cation kim loại hóa trị 2 và 3 tương ứng và  $A^-$  là anion.

Đối với các hợp chất giống hydroxide, hầu hết các nghiên cứu tập trung vào các hợp chất của Al như Mg-Al [1, 2]. Tuy nhiên, việc tiếp xúc với Al trong một thời gian dài là nguy cơ tiềm ẩn cho cả môi trường và sức khỏe con người khi sử dụng vật liệu trong xử lý nước uống [3]. Do đó, các hợp chất giống hydroxide như Mg-Fe đã được nghiên cứu và thay thế Mg-Al [4, 5]. Hiện nay, việc điều chế LDH chủ yếu đi từ nguồn dung dịch chứa muối Mg(II) và Fe(III). Tuy nhiên, việc tổng hợp trực tiếp từ nguồn Fe(II) gặp khó khăn do sự thủy phân dễ dàng của muối Fe(II) dẫn đến sản phẩm tổng hợp có hàm lượng vô định hình cao. Vì vậy, tổng hợp hydroxit kép Mg-Fe từ nguồn Fe(II) bằng phương pháp đồng kết tủa kết hợp oxy hóa là một hướng

nghiên cứu có thể hạn chế quá trình thủy phân của Fe(III) giúp cải thiện chất lượng của hydroxit kép tạo thành.

Trong công trình này, chúng tôi thông báo một số kết quả về điều chế vật liệu LDH Mg-Fe- $CO_3$  bằng phương pháp đồng kết tủa kết hợp oxy hóa từ dung dịch chứa  $Mg^{2+}$  và  $Fe^{2+}$ . Đồng thời, đặc tính hấp phụ của sản phẩm được đánh giá thông qua khả năng loại bỏ As(V) trong dung dịch nước.

### 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### 2.1. Thực nghiệm

##### 2.1.1. Điều chế hydroxit kép Mg-Fe

Nhỏ từ từ (với tốc độ khoảng 30 giọt/phút) cho đến hết 100 ml dung dịch hỗn hợp 2 muối  $MgCl_2$  và  $FeCl_2$  đã được axit hóa, tỉ lệ mol Mg/Fe = 3/1 vào 500 ml dung dịch  $Na_2CO_3$ . Hỗn hợp được khuấy liên tục (tốc độ khoảng 500 vòng/phút) trên máy khuấy từ ở 50 °C có kết hợp với sục không khí (tốc độ khoảng 4000 ml/phút) liên tục trong 5 giờ để đảm bảo chuyển hóa hết dạng Fe(II) thành Fe(III). Kết tủa tạo thành được giả hóa ở 55 °C trong 18 giờ, sau đó được lọc rửa nhiều lần với nước cất cho đến khi

không còn phát hiện ion  $Cl^-$  và tiến hành sấy khô ở  $80^\circ C$  trong 18 giờ, thu được LDH Mg-Fe.

### 2.1.2. Đánh giá khả năng hấp phụ của sản phẩm

Khả năng hấp phụ As(V) của mẫu sản phẩm được đánh giá bằng cách cho 0,1 g vật liệu LDH vào 50 ml dung dịch As(V) 0,2 mg/l. Huyền phù được khuấy trộn mạnh ở nhiệt độ phòng trong 30 phút để đạt đến cân bằng hấp phụ-giải hấp. Hiệu suất của quá trình hấp phụ được tính toán bằng cách so sánh nồng độ As(V) trước và sau khi hấp phụ. Nồng độ As(V) được xác định bằng máy quang phổ hấp thụ nguyên tử Perkin Elmer Analyst 700.

## 2.2. Các phương pháp xác định

### 2.2.1. Thành phần hóa học

Đầu tiên, mẫu LDH được hòa tan hoàn toàn bởi dung dịch HCl 5,8 M. Kế tiếp, hàm lượng Fe được xác định trực tiếp bằng dung dịch chuẩn là complexon III và chỉ thị SSA. Để xác định hàm lượng Mg, dung dịch thu được sau khi hòa tan LDH bởi dung dịch HCl được điều chỉnh pH lên 7 nhằm loại bỏ hết ion sắt(III). Sau đó, chuẩn độ bằng dung dịch complexon III với chỉ thị NET ở pH = 10 [6].

### 2.2.2. Đặc trưng hóa lý

Giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD) của các mẫu sản phẩm được xác định bởi máy D8 Advance - Bruker (Đức). Hình thái học của mẫu được xác định trên kính hiển vi điện tử quét SEM - Olympus BX60. Giản đồ phân tích nhiệt của mẫu được ghi trên thiết bị phân tích nhiệt Q-500 TA. Diện tích bề mặt riêng của sản phẩm được xác định bằng cách đo BET trên dòng máy Nova Station A-Quantachrome. Phổ hồng ngoại biến đổi Fourier được xác định trên máy TENSOR 37 - Bruker.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Quá trình điều chế LDH Mg-Fe phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: ảnh hưởng của tỉ lệ mol Mg/Fe, nồng độ dung dịch, thời gian và nhiệt độ già hóa... Những yếu tố này đã được chúng tôi khảo sát và kết quả cho thấy có ảnh hưởng đến hình thái học và cấu trúc của vật liệu LDH. Tuy nhiên, hai yếu tố: ảnh hưởng của nồng độ  $CO_3^{2-}$  và ảnh hưởng của nồng độ Fe(II) được cho là có ảnh hưởng nhiều đến việc điều khiển tạo ra pha pyroaurit đặc trưng của LDH Mg-Fe và hạn chế tạo ra dạng pha vô định hình không mong muốn. Do vậy, chúng tôi tiến hành khảo sát sự ảnh hưởng của hai yếu tố này.

### 3.1. Ảnh hưởng nồng độ $CO_3^{2-}$

Để khảo sát ảnh hưởng nồng độ  $CO_3^{2-}$  đến cấu trúc của vật liệu LDH Mg-Fe, 100 ml dung dịch hỗn hợp 2 muối  $MgCl_2$  và  $FeCl_2$  (tỉ lệ mol Mg/Fe 3/1,  $[Fe(II)]$  0,2 M) được nhỏ vào 500 ml các dung dịch  $Na_2CO_3$  ở các nồng độ khác nhau: 0,3 M, 0,5 M, 1,0 M và 2,0 M. Các mẫu được kí hiệu tương ứng từ C0,3 đến C2,0. Giản đồ XRD của các mẫu LDH Mg-Fe theo nồng độ  $CO_3^{2-}$  thay đổi được đưa ra ở hình 1. Tỉ lệ mol Mg/Fe có trong mẫu LDH Mg-Fe được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1: Tỉ lệ mol Mg/Fe trong mẫu LDH Mg-Fe theo nồng độ  $CO_3^{2-}$  thay đổi từ 0,3 đến 2,0 M

Kí hiệu mẫu	C0,3	C0,5	C1,0	C2,0
Tỉ lệ mol Mg/Fe	1,53	2,61	2,75	2,60

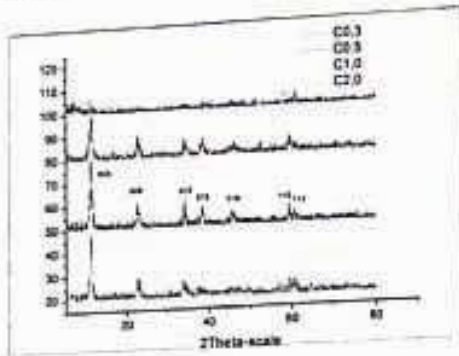
Từ bảng 1 cho thấy, ở nồng độ  $CO_3^{2-}$  0,3 M tỉ lệ mol Mg/Fe bé. Điều này có thể được giải thích do tích số tan của  $Fe(OH)_3$  ( $3,8 \cdot 10^{-38}$ ) bé hơn nhiều so với tích số tan của  $Mg(OH)_2$  ( $7,1 \cdot 10^{-12}$ ) nên ion  $Fe^{3+}$  bị thủy phân trước sau đó mới đến ion  $Mg^{2+}$  bị thủy phân dẫn đến tỉ lệ mol Mg/Fe bé. Khi tăng nồng độ  $CO_3^{2-}$  trong khoảng 0,5 đến 2,0M, tỉ lệ mol Mg/Fe tăng. Có thể nói rằng, trong khoảng nồng độ này thì môi trường pH cao đủ để cả hai ion  $Fe^{3+}$  và  $Mg^{2+}$  bị thủy phân hết và do vậy, làm tăng tỉ lệ mol Mg/Fe trong mẫu LDH Mg-Fe. Theo nhiều công trình nghiên cứu cho thấy, nếu tỉ lệ mol Mg/Fe càng tiến gần đến 3 thì việc tạo ra pha pyroaurite càng đặc trưng hơn.

Giản đồ XRD ở hình 1 cho thấy, mẫu LDH Mg-Fe ứng với nồng độ  $CO_3^{2-}$  0,3 M có tỉ lệ mol Mg/Fe thấp nhất (1,53) nên pha tạo thành chủ yếu ở dạng vô định hình, không xuất hiện pic đặc trưng cho pha pyroaurite. Pha pyroaurit có công thức tương ứng  $Mg_3Fe_2(OH)_{16}(CO_3)_4 \cdot 4H_2O$  thuộc hệ mạng lục phương (R3m,  $a = 3,10 \text{ \AA}$ ,  $c = 23,41 \text{ \AA}$ ) và có cấu trúc lớp. Các mẫu LDH Mg-Fe ứng với nồng độ  $CO_3^{2-}$  trong khoảng 0,5 đến 2,0 M xuất hiện các pic đặc trưng của pha pyroaurite. Các pic đối xứng cao, sắc nét ở các mặt 003, 006, 012, 110 và 113 tương ứng với các góc  $2\theta$  là 11,4; 22,7; 33,9; 60,0 và 60,2°. Các pic bầu rộng, ít đối xứng ở các mặt 015, 018 tương ứng với các góc  $2\theta$  là 38,3; 45,5° [3, 7]. Đặc biệt, mẫu ứng với nồng độ  $CO_3^{2-}$  1,0 M có cường độ cao và rõ nét hơn các mẫu khác.

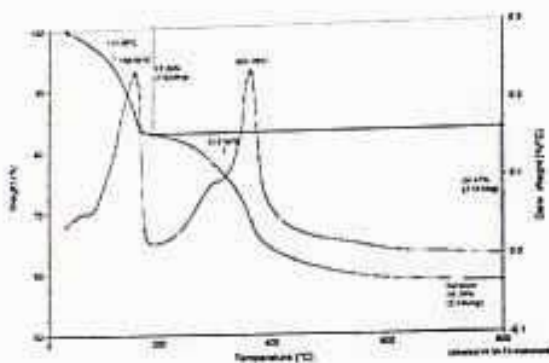
Kết quả phân tích nhiệt của mẫu ứng với nồng độ  $CO_3^{2-}$  1,0 M được đưa ra ở hình 2. Hình 2 cho thấy quá trình giảm khối lượng của mẫu LDH theo nhiệt độ xảy ra chủ yếu theo hai bước. Bước 1, trong khoảng nhiệt độ 30-220 °C, độ giảm khối lượng 17,24% được cho là do mất nước hút ẩm và mất

TCHH, T. 53(3e12), 2015

nước kết tinh trong các lớp xen giữa [3]. Bước 2, trong khoảng nhiệt độ 220-450°C giảm 24,47% khối lượng là do quá trình mất nước cấu trúc và sự phân hủy các ion carbonat trong lớp xen giữa [3]. Kết quả cũng được tìm thấy ở các công trình khác [3,8]. Kết quả chụp TGA cũng khá phù hợp khi chúng tôi tiến hành chụp phổ FT-IR cho mẫu LDH.



Hình 1: Giản đồ XRD của các mẫu LDH Mg-Fe theo nồng độ  $\text{CO}_3^{2-}$  thay đổi từ 0,3 đến 2,0 M



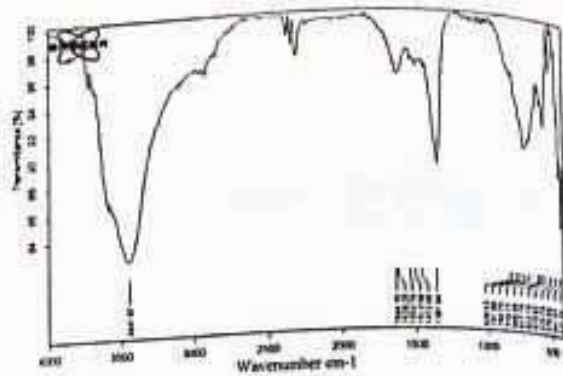
Hình 2: Giản đồ phân tích nhiệt của mẫu LDH Mg-Fe ứng với nồng độ  $\text{CO}_3^{2-}$  1,0 M

Phổ FT-IR của mẫu LDH ứng với nồng độ  $\text{CO}_3^{2-}$  1,0M được đưa ra ở hình 3. Từ hình 3 cho thấy đỉnh pic ứng với số sóng  $3500\text{ cm}^{-1}$  được quy cho dao động hóa trị nhóm  $-\text{OH}$  bao gồm trong cấu trúc brucite và các phân tử ở lớp xen giữa [3]. Đỉnh pic ứng số  $1644\text{ cm}^{-1}$  được gán cho dao động uốn của các phân tử nước [3]. Đỉnh pic dao động mạnh ở số sóng  $1360\text{ cm}^{-1}$  đặc trưng cho dao động kéo dài bất đối xứng của anion  $\text{CO}_3^{2-}$ . Các đỉnh pic dao động khác nằm trong khoảng số sóng  $500\text{--}700\text{ cm}^{-1}$  đặc trưng cho các dao động của liên kết Mg-O và Fe-O [9]. Như vậy, từ phổ FT-IR cho thấy sản phẩm điều chế được là đặc trưng cho vật liệu LDH Mg-Fe với anion  $\text{CO}_3^{2-}$  nằm ở các lớp xen giữa.

Ảnh kính hiển vi điện tử quét (SEM) của vật liệu ứng với nồng độ  $\text{CO}_3^{2-}$  1,0 M được chỉ ra ở hình 4. Kết quả cho thấy vật liệu LDH Mg-Fe thu

Điều chế hydroxit kép Mg-Fe từ nguồn...

được có dạng tấm, bề mặt tương đối xốp và mịn. Kết quả ảnh SEM này khá phù hợp với các công trình nghiên cứu đã công bố [10].



Hình 3: Phổ FT-IR của mẫu LDH Mg-Fe ứng với nồng độ  $\text{CO}_3^{2-}$  1,0 M



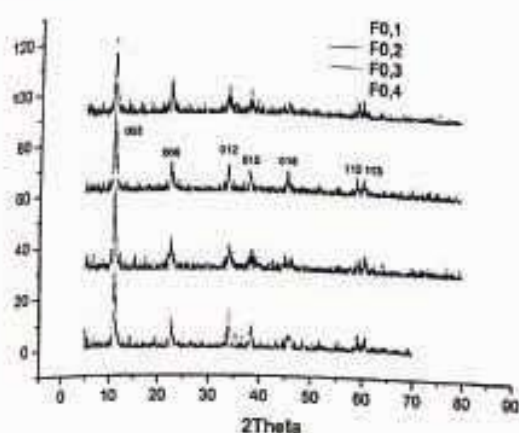
Hình 4: Ảnh SEM của mẫu LDH Mg-Fe ứng với nồng độ  $\text{CO}_3^{2-}$  1,0 M với độ phóng đại 60.000 lần

### 3.2. Ảnh hưởng của nồng độ Fe(II)

Để khảo sát ảnh hưởng nồng độ Fe(II) đến cấu trúc của vật liệu LDH Mg-Fe, 100 ml dung dịch hỗn hợp 2 muối  $\text{MgCl}_2$  và  $\text{FeCl}_2$  ở các nồng độ Fe(II) khác nhau: 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 M (tỉ lệ mol Mg/Fe 3/1) được nhỏ vào 500 ml các dung dịch  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1,0M, tốc độ sục không khí là 4000 ml/phút. Các mẫu này được kí hiệu tương ứng từ F0,1 đến F0,4. Giản đồ XRD của các mẫu LDH Mg-Fe theo nồng độ Fe(II) thay đổi được đưa ra tương ứng ở hình 5.

Giản đồ XRD trong hình 5 cho thấy, trong khoảng nồng độ Fe(II) từ 0,1 M đến 0,4 M khá giống nhau. Vị trí và cường độ của đỉnh pic đặc trưng cho pha pyroaurit, ứng với góc  $2\theta$  xấp xỉ  $11,4^\circ$ . Như vậy, khoảng nồng độ Fe(II) như trên không ảnh hưởng nhiều đến cấu trúc của sản phẩm LDH Mg-Fe nhưng lại có ảnh hưởng lớn đến diện tích bề mặt riêng của sản phẩm điều chế được. Các giá trị diện tích bề mặt riêng và tỉ lệ mol Mg/Fe trên

các mẫu LDH Mg-Fe trong khoảng nồng độ Fe(II) từ 0,1 đến 0,4 M được trình bày trong bảng 2.



Hình 5: Giản đồ XRD của các mẫu LDH Mg-Fe theo nồng độ CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> thay đổi từ 0,3 đến 2M

Bảng 2: Diện tích bề mặt riêng (S<sub>BET</sub>) và tỉ lệ mol Mg/Fe trong mẫu LDH Mg-Fe theo nồng độ Fe(II) thay đổi từ 0,1 đến 0,4 M

Kí hiệu mẫu	F0,1	F0,2	F0,3	F0,4
S <sub>BET</sub> (m <sup>2</sup> /g)	48	109	82	66
Tỉ lệ mol Mg/Fe	2,89	2,75	2,64	2,55

Từ bảng 2 cho thấy, các tỉ lệ mol Mg/Fe gần với 3 nên giải thích vì sao trên giản đồ XRD của vật liệu LDH chủ yếu có dạng pha pyroaurit. Bảng 2 còn cho thấy, khi tăng dần nồng độ Fe(II) từ 0,1 đến 0,2 M, diện tích bề mặt riêng tăng. Nguyên nhân có thể là khoảng nồng độ này thích hợp cho quá trình tạo mầm kết tinh và ổn định cấu trúc tinh thể. Nếu tăng nồng độ Fe(II) vượt quá 0,2 M, diện tích bề mặt riêng có xu hướng giảm.

### 3.3. Khả năng hấp phụ loại bỏ As(V)

Từ các kết quả đã khảo sát như trên, chúng tôi tiến hành điều chế vật liệu LDH Mg-Fe theo những điều kiện thích hợp đã được khảo sát, cụ thể: nồng độ CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> 1,0 M, nồng độ Fe(II) 0,2 M, tốc độ sục không khí 4000 ml/phút. Khả năng hấp phụ As(V) của sản phẩm được đánh giá theo mục 2.1. Với nồng độ As(V) ban đầu là 0,2038 mg/l, sau 30 phút hấp phụ nồng độ As(V) còn lại là 0,0016 mg/l (thấp hơn ngưỡng cho phép). Hiệu suất hấp phụ đạt 98,72%. Kết quả này chứng tỏ, vật liệu LDH Mg-Fe điều chế được có tiềm năng trong xử lý hấp phụ ion As(V) độc hại nói riêng và hướng đến xử lý môi trường nước nói chung.

## 4. KẾT LUẬN

Đã tổng hợp được LDH Mg-Fe từ dung dịch hỗn hợp chứa MgCl<sub>2</sub> và FeCl<sub>2</sub> bằng phương pháp đồng kết tủa kết hợp oxy hóa dạng Fe(II) thành dạng Fe(III) sử dụng tác nhân oxy trong không khí. Nghiên cứu cho thấy, nồng độ CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> có ảnh hưởng mạnh đến cấu trúc pha của sản phẩm, ở khoảng nồng độ CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> lớn hơn 0,5 M vật liệu ở dạng pha pyroaurite đặc trưng của LDH Mg-Fe với anion CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> nằm ở lớp xen giữa. Nồng độ Fe(II) trong khoảng 0,1 đến 0,4 M không ảnh hưởng nhiều đến cấu trúc pha nhưng ảnh hưởng lớn đến diện tích bề mặt riêng của sản phẩm. Ở nồng độ Fe(II) 0,2 M vật liệu có diện tích bề mặt riêng lớn nhất (109 m<sup>2</sup>/g).

Ngoài ra, vật liệu LDH Mg-Fe đã cho thấy khả năng hấp phụ As(V) rất tốt. Với nồng độ As(V) ban đầu là 0,2 mg/l, sau 30 phút hấp phụ đã đưa nồng độ As(V) về thấp hơn ngưỡng cho phép.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. A. Violante, M. Pucci, V. Cozzolino, J. Zhu, M. Pigna. Sorption/desorption of arsenate on/from Mg-Al layered double hydroxides: influence of phosphate, *J. Colloid Interf. Sci.*, 333, 63-70 (2002).
2. X. Y. Yu, T. Luo, Y. Jia, R. X. Xu, C. Gao, Y. X. Zhang, J. H. Liu, X. J. Huang. Three dimensional hierarchical flower-like Mg-Al-layered double hydroxides: highly efficient adsorbents for As(V) and Cr(VI) removal, *Nanoscale*, 4, 3466-3474 (2012).
3. O. P. Ferreira, O. L. Alves, D. X. Gouveia, A. G. S Filho, J. A. C. Paiva, J. M. Filho. Thermal decomposition and structural reconstruction effect on Mg-Fe-based hydrotalcite compounds, *Journal of Solid State Chemistry*, 177, 3058-3069 (2004).
4. F. Bellezza, M. Nocchetti, T. Posati, S. Giovagnoli, A. Cipiciani. Synthesis of colloidal dispersions of NiAl, ZnAl, NiCr, ZnCr, NiFe, and MgFe hydrotalcite-like nanoparticles, *J. Colloid Interf. Sci.*, 376, 20-27 (2012).
5. T. Turk, I. Alp, H. Deveci. Adsorption of As(V) from water using Mg-Fe-based hydrotalcite (FeHT), *J. Hazard. Mater.*, 171, 665-670 (2009).
6. Cù Thành Long, Vũ Đức Vinh. Giáo trình Hướng dẫn thực hành phân tích định lượng bằng các phương pháp hóa học, Nxb. ĐHQG Tp. HCM (2002).
7. Y. Guo, Z. Zhu, Y. Qiu, J. Zhao. Synthesis of mesoporous Cu/Mg/Fe layered double hydroxide and its adsorption performance for arsenate in aqueous solutions, *Journal of Environmental Sciences*, 25(5), 944-953 (2013).
8. M. S. Gassera, H. T. Mohsenb, H. F. Alya. Humic acid adsorption onto Mg/Fe layered double

TCHH, T. 53(3e12), 2015

- hydroxide*, Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects, 331, 195-201 (2008).
9. N. Abdelkadera, A. Bentouami, Z. Derriche, N. Bettahara, L. C. Mênorvald. *Synthesis and characterization of Mg-Fe layer double hydroxides and its application on adsorption of Orange G from aqueous solution*. Chemical Engineering Journal, 169, 231-238 (2011).
10. H. C. B Hansen, C. B. Koch. *Synthesis and characterization of pyroaurite*, Applied Clay Science, 10(1-2), 5-19 (1995).

**Liên hệ: Phạm Minh Xuân**

Khoa Sư phạm Hóa-Sinh-Kỹ thuật nông nghiệp  
Trường Đại học Đồng Tháp  
783 Phạm Hữu Lầu, phường 6, tp. Cao Lãnh, Đồng Tháp  
E-mail: phamminhxuan1988@gmail.com; Điện thoại: 0916.979.916.

- Synthesis of material  $\text{SrAl}_2\text{O}_4$  phosphorescence: Eu(II), Dy(III) using the substance starch. *Trần Dương, Phạm Thị Bé* 173
- 38 Nghiên cứu đặc trưng của vật liệu khung cơ kim trong hấp phụ khí.  
Studies on properties of metal-organic frameworks materials using on gas adsorption.  
*Trần Văn Chính, Nguyễn Duy Anh, Đoàn Thị Ngã, Nguyễn Thị Hoài Phương, Lê Thanh Bắc, Phan Thanh Xuân, Nguyễn Công Thắng* 177
- 39 Khảo sát một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tổng hợp vật liệu MOF Cr-BDC bằng phương pháp thủy nhiệt.  
Investigation on the affect factors to preparation process of MOF Cr-BDC by hydrothermal method.  
*Nguyễn Thị Hoài Phương, Ninh Đức Hà, Đoàn Thị Ngã* 182
- 40 Nghiên cứu ảnh hưởng của vật liệu nano  $\text{SiO}_2$  điều chế từ tro trấu đến cường độ của bê tông xi măng nhiều tro bay.  
Study on effect of nano  $\text{SiO}_2$  prepared from rice husk ash to strength of fly-ashed cement concrete.  
*Đặng Thị Thanh Lê, Vương Đặng Lê Mai, Vũ Việt Cường, Hoàng Anh Tuấn, Nguyễn Văn Hưng* 189
- 41 Phương pháp đơn giản điều chế vật liệu nano  $\text{TiO}_2$  pha tạp đồng thời bởi N và W có hoạt tính quang xúc tác cao trong vùng ánh sáng nhìn thấy.  
Simple method of preparing N, W co-doped  $\text{TiO}_2$  nanomaterials of hight photocatalytic activity under visible light.  
*Nguyễn Văn Hưng, Phạm Minh Xuân, Lê Thế Tâm, Đặng Thị Thanh Lê* 194
- 42 Điều chế hydroxit kép Mg-Fe từ nguồn dung dịch Fe(II) bằng phương pháp đồng kết tủa hợp oxi hóa.  
Preparation of Mg-Fe layered double hydroxide by combined co-precipitation and oxidation from aqueous solution of  $\text{Fe}^{2+}$ .  
*Phạm Minh Xuân, Nguyễn Quốc Chính, Lê Thế Tâm, Đặng Thị Thanh Lê, Nguyễn Văn Hưng* 199
- 43 Ảnh hưởng của  $\text{TiO}_2$  và MgO đến cấu trúc gốm hàm lượng oxit nhôm cao.  
Effects of  $\text{TiO}_2$  and MgO to the structure of high aluminum oxide ceramics.  
*Ngô Minh Tiến, Vũ Minh Thành, Phạm Tuấn Anh, Điền Trung Nghĩa, Lê Văn Thụ* 204
- 44 Một số yếu tố ảnh hưởng đến khả năng chống thấm, chịu lực của bê tông khi sử dụng xi măng nanocompozit ba thành phần: clinke – nanoclay - ống nanocacbon.  
Some factors effect to waterproof, loaded capabilities of concrete using three components nanocomposite cement: clinke – nanoclay – carbon nanotubes.  
*Nguyễn Văn Thao, Vũ Minh Thành, Ngô Minh Tiến, Lê Văn Thụ* 208
- 45 Nghiên cứu ảnh hưởng của giá trị đường khử (DE) đến sự hình thành vật liệu phức hợp sắt-polysaccarit.  
Influence of dextrose equivalent (DE) on the formation of iron polysaccharide complex.  
*Nguyễn Đình Vinh, Đào Quốc Hương, Phan Thị Ngọc Bích, Nguyễn Thị Hạnh, Vũ Duy Hiến* 213
- 46 Nghiên cứu phản ứng benzyl hóa *p*-xylen bằng benzyl clorit trên xúc tác Fe-bentonit.

- Improves dispersion of iron on the graphene oxide materials.  
*Nguyễn Thị Vương Hoàn, Nguyễn Ngọc Minh, Cao Văn Hoàng, Võ Viễn*
- 76 Nghiên cứu sự ảnh hưởng của giá trị pH và nhiệt độ đến sự hình thành goethite. 365  
Influence of pH value and temperature on the formation of goethite.  
*Nguyễn Đình Vinh, Ngô Thị Hồng Thu, Đào Quốc Hương, Nguyễn Thị Hạnh*
- 77 Nghiên cứu tổng hợp vật liệu lai hữu cơ-vô cơ pha phức chất đất hiếm europium định hướng ứng dụng cho tinh thể quang tử. 370  
Study of synthesis and properties of europium complex doped hybrid organic-inorganic materials for photonic crystals.  
*Hoàng Thị Khuyên, Nguyễn Thanh Hương, Nguyễn Mạnh Hùng, Vũ Doãn Miên, Tống Quang Công, Lại Ngọc Diệp*
- 78 Nghiên cứu chế tạo xúc tác cacbon hóa xenlulozơ, ứng dụng cho quá trình chuyển hóa dầu hạt cao su thành biodiesel. 375  
Preparation of cellulose based catalyst for converting rubber seed oil to biodiesel.  
*Nguyễn Khánh Diệu Hồng, Vũ Đình Duy*
- 79 Nghiên cứu cải thiện tính ổn định nhiệt của vật liệu ziconi oxit sunfat hóa dạng mao quản trung bình. 382  
Study on improving thermal stability of mesoporous sulfated ziconia.  
*Nguyễn Khánh Diệu Hồng, Phạm Văn Phong*
- 80 Nghiên cứu chế tạo vật liệu phát quang trên nền  $\text{LaPO}_4$  pha tạp Eu(III). 387  
Study of the synthesis luminescent materials doped Eu(III) in  $\text{LaPO}_4$ .  
*Võ Văn Tân, Lê Minh Tiến*
- 81 Nghiên cứu tổng hợp nano  $\text{CeO}_2$  bằng phương pháp sol-gel và thử khả năng quang xúc tác. 393  
Study synthesis of nano  $\text{CeO}_2$  by sol-gel method and testing capability photocatalyst.  
*Võ Văn Tân, Nguyễn Thị Trang*
- 82 Tổng hợp, nghiên cứu cấu trúc và thăm dò hoạt tính sinh học của phức chất Cu(I) với thiosemicacbazon menton. 398  
Synthesis, characterization and biological activity of Cu(I) complex with methone thiosemicarbazon.  
*Phan Thị Hồng Tuyết, Hà Phương Thư, Lê Thế Tâm*
- 83 Tổng hợp vật liệu nano phát quang  $\text{Gd}_2\text{O}_3:\text{Eu}$  bằng phương pháp phản ứng nổ. 403  
Combustion synthesis of  $\text{Gd}_2\text{O}_3:\text{Eu}$  nanophosphors.  
*Phạm Đức Roãn, Hoàng Văn Thiệu, Bùi Thị Kim Cúc, Trần Thị Kim Chi, Nguyễn Vũ*
- 84 Tổng hợp và tính chất quang của vật liệu nano  $\text{YBO}_3:\text{Eu}$ . 407  
Combustion synthesis and optical properties of  $\text{YBO}_3:\text{Eu}$  nanophosphors.  
*Mẫn Hoài Nam, Trần Thị Kim Chi, Đinh Mạnh Tiến, Phạm Đức Roãn, Hoàng Thị Lan, Nguyễn Thị Thu Hiền, Bùi Thị Kim Cúc, Nguyễn Vũ*
- 85 Nghiên cứu làm giàu quặng apatit Lào Cai loại II theo phương pháp nung - hydrat hóa và gan. 412  
A study of beneficiation of type II - Lao Cai apatite ore by calcination - hydration and