

Ảnh hưởng của tiền chất vô cơ đến kích thước, độ đồng đều và tính chất của hạt nano Fe₃O₄ chế tạo bằng phương pháp phân hủy nhiệt

Nguyễn Thị Ngọc Linh^{1,2*}, Lê Thế Tâm⁴, Lê Thị Thanh Tâm², Ngô Thanh Dung³, Phạm Hồng Nam⁵, Đoàn Thanh Tùng^{2,3}, Nguyễn Văn Đàm Thiên¹, Phan Ngọc Hồng⁶, Trần Đại Lâm^{2,3}, Lê Trọng Lu^{2,3*}

¹Trường Đại học Khoa học – Đại học Thái Nguyên, Phường Tân Thịnh, Thành phố Thái Nguyên

²Học Viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
18, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

³Viện Kỹ thuật Nhiệt đới, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
18, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

⁴Đại học Vinh, 182 Lê Duẩn, Thành phố Vinh, Nghệ An, Việt Nam

⁵Viện Khoa học Vật liệu, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
18, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

⁶Trung tâm phát triển công nghệ cao, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam
18, Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

Đến Tòa soạn 31-01-2019; Chấp nhận đăng 15-3-2019

Abstract

In this paper, iron oxide nanoparticles (Fe₃O₄ NPs) have been successfully synthesised by thermal decomposition of iron (III) acetylacetonate and inorganic iron (II) compounds in organic solvents in the presence of oleic acid (OA)/oleylamine (OLA) as surfactants and 1-octadecanol (OCD-ol) as an accelerating agent. The dependence of structure, morphology, magnetic property of samples on inorganic iron (II) compounds type and reaction temperature have been intensively investigated in detail to discover the best conditions for the synthesis of the above magnetic nanoparticles. The structural analysis showed that the Fe₃O₄ nanoparticles were of good crystallinity. The results demonstrated that the magnetic Fe₃O₄ nanomaterials was formed in liquid phase with spinel single phase structure, TEM images also revealed that the as-synthesized nanoparticles were quasi spherical in shape and fairly uniform in size, with average size of 4,8 – 10,8 nm. The saturation magnetization of as high as 59 emu/g was obtained for Fe₃O₄ nanoparticles synthesized at 315 °C with mean particle size of 10,2 nm. As a result, after encapsulated by poly (maleic anhydride-alt-1-octadecen) (PMAO), surface of Fe₃O₄ becomes hydrophilic and well-dispersed in water. These findings suggest the potential application of PMAO-coated Fe₃O₄ NPs in biomedical discipline.

Keywords. Fe₃O₄ NPs, inorganic iron, thermal decomposition, organic solvents, PMAO.

1. MỞ ĐẦU

Hạt nano từ thu hút sự quan tâm đặc biệt trong lĩnh vực y - sinh như tách từ, phân phối thuốc, từ nhiệt trị trong điều trị bệnh ung thư và tăng độ tương phản trong chụp ảnh cộng hưởng từ (MRI).^[1-4] Trong số các hạt nano từ, Fe₃O₄ NPs đây hứa hẹn trong lĩnh vực này do chúng có độ từ hóa cao, ổn định hóa học và tương thích sinh học.^[5] Khó khăn lớn trong việc tổng hợp các hạt nano Fe₃O₄ là việc kiểm soát kích thước và sự phân bố của chúng ở thang nano. Do đó, phương pháp tổng hợp để thu được các hạt nano Fe₃O₄ với kích thước mong muốn, sự phân bố kích thước hẹp, không bị kết tụ là rất

quan trọng để ứng dụng vào y - sinh.

Một số phương pháp tổng hợp Fe₃O₄ NPs được sử dụng để chế tạo các hạt nano siêu thuận từ như phương pháp sol – gel, đồng kết tủa, vi nhũ tương, thủy nhiệt và phân hủy nhiệt.^[6] Trong đó, phương pháp phân hủy nhiệt đã chứng minh sự hiệu quả nhất trong việc tổng hợp hạt nano từ chất lượng cao với tính chất siêu thuận từ phù hợp cho y – sinh.^[7] Hiện nay một số tiền chất được dùng trong tổng hợp Fe₃O₄ NPs như Fe(acac)₃ hoặc Fe(CO)₅.^[6] Trong đó, Fe(acac)₃ phổ biến hơn do nó có độ bền cao và độc tính thấp. Tuy nhiên, việc sử dụng hoàn toàn tiền chất Fe(acac)₃ trong tổng hợp Fe₃O₄ NPs cho chi phí sản

xuất cao. Nhằm giảm giá thành sản phẩm mà vẫn giữ được chất lượng hạt nano từ chúng tôi sử dụng thêm tiền chất muối sắt(II) vô cơ trong quá trình tổng hợp. Trong nghiên cứu này, chúng tôi khảo sát sự ảnh hưởng của muối sắt(II) vô cơ và nhiệt độ phản ứng đến quá trình hình thành Fe₃O₄ NPs bằng phương pháp phân hủy nhiệt. Các hạt sau khi tổng hợp được chuyển pha bằng PMAO. Các đặc trưng cấu trúc, hình thái học và tính chất từ, cũng như độ bền của chất lỏng từ ở các thời gian khác nhau được khảo sát và thảo luận.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất

Các hóa chất được dùng trong quá trình chế tạo vật liệu của hãng Sigma – Aldrich gồm: Fe(III) axetylaxetonat (Fe(acac)₃, 99,99 %), sắt(II) sunfat heptahidrat (FeSO₄.7H₂O, 99 %) sắt(II) clorua tetrahydrat (FeCl₂.4H₂O, 99 %) 1-octadecen (ODE, 90 %), etanol (≥ 96 %), hexan (99 %), cloroform (≥ 99 %), axit oleic (OA, 99 %), oleylamin (OLA, 70 %), 1-octadecanol (OCD-ol, 95 %), natri hidroxit (NaOH, ≥ 98 %) và poly (maleic anhydride-alt-1-octadecen) (PMAO).

2.2. Tổng hợp Fe₃O₄ NPs

Hạt nano Fe₃O₄ được tổng hợp bằng phương pháp phân hủy nhiệt theo nghiên cứu trước của nhóm chúng tôi.⁸ Cụ thể, lượng Fe(acac)₃ và muối sắt (II) vô cơ với tỉ lệ [Fe^(III)]/[Fe^(II)] = 2:1 được lấy để tổng nồng độ [Fe] trong dung dịch đạt 190 mM, nồng độ OCD-ol, OLA và OA lần lượt là 300 mM, 558 mM và 558 mM. Khuấy hỗn hợp phản ứng trên máy khuấy từ ở nhiệt độ phòng trong 30 phút. Sau đó tăng dần nhiệt độ lên 100 °C và giữ trong 30 phút. Tiếp tục tăng nhiệt độ lên 200 °C duy trì trong 60 phút. Cuối cùng tăng nhiệt độ lên 315 °C và lưu trong 60 phút, sau đó làm nguội sản phẩm đến nhiệt độ phòng. Toàn bộ quá trình được thực hiện trong điều kiện sục khí nitơ liên tục.

Khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự hình thành Fe₃O₄ NPs với trường hợp sử dụng tiền chất có FeCl₂.4H₂O. Nồng độ các chất không thay đổi, nhiệt độ phản ứng được khảo sát từ 270 °C đến 315 °C.

Hạt nano Fe₃O₄ sau khi tổng hợp được rửa sạch để nghiên cứu một số tính chất đặc trưng. Cụ thể, lấy 1 mL dung dịch mẫu trộn đều với 1 mL etanol sau đó ly tâm ở 10 000-12 000 (vòng / phút) trong 10 phút. Kết tủa thu được phân tán lại trong 1 mL *n*-hexan sau đó kết tủa bằng 1 mL etanol. Quá trình rửa mẫu được lặp đi lặp lại từ 3-5 lần, Fe₃O₄ NPs sau khi rửa sạch được phân tán trong 1 mL *n*-hexan.

2.3. Chuyển pha Fe₃O₄ NPs

Quy trình chuyển pha Fe₃O₄ NPs từ ky nước sang ưa nước được thực hiện tương tự như nghiên cứu của nhóm tác giả *Kannan M. Krishnan*.^[9] Cụ thể, 50 mg mẫu Fe₃O₄ đã rửa sạch được phân tán trong 1 mL cloroform, rung siêu âm từ 3 đến 5 phút (dung dịch A). Cho 1g poly(maleic anhydrit-*alt*-1-octadecen) (PMAO) vào 10 mL cloroform, rung siêu âm từ 3 đến 5 phút (dung dịch B). Cho từ từ dung dịch A vào dung dịch B và rung siêu âm trong 10 phút đảm bảo dung dịch được trộn đều. Khấy sản phẩm ở nhiệt độ phòng đến khi cloroform bay hết, thêm 12 mL dung dịch NaOH 1M rồi tiếp tục khuấy ta thu được các mẫu có khả năng phân tán trong nước.

2.4. Kỹ thuật xác định đặc trưng vật liệu

Hình thái và kích thước Fe₃O₄ NPs được xác định bằng phương pháp hiển vi điện tử truyền qua (TEM) trên thiết bị JEM 1010 (Nhật Bản). Phân tích cấu trúc pha của vật liệu trên thiết bị nhiễu xạ kế tia X - SIEMENS D5005 sử dụng bức xạ Cu- α ($\lambda = 1,5406$ Å). Phổ hồng ngoại FT-IR được thực hiện trên thiết bị Nicolet iS10 (Mỹ). Tính chất từ của vật liệu được đo ở nhiệt độ phòng trên hệ từ kế mẫu rung (VSM). Độ bền phân tán của các mẫu được xác định bằng phương pháp phổ tán xạ laser động trên thiết bị Zetasizer – Nano ZS.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

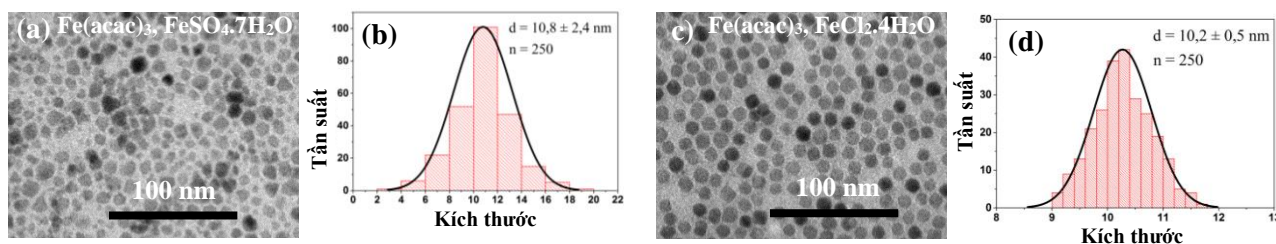
3.1. Hình thái học của hạt nano Fe₃O₄

3.1.1. Ảnh hưởng của tiền chất vô cơ

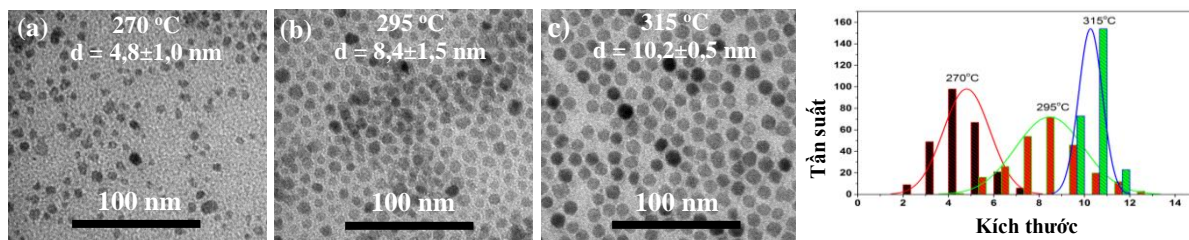
Sự ảnh hưởng của tiền chất vô cơ đến hình dạng, kích thước và sự đồng đều của Fe₃O₄ NPs được kiểm tra bằng phương pháp hiển vi điện tử truyền qua (TEM). Kết quả hình 1 cho thấy hình dạng và kích thước hạt nano Fe₃O₄ phụ thuộc nhiều vào tiền chất sắt (II) vô cơ trong hỗn hợp phản ứng. Khi sử dụng hỗn hợp tiền chất gồm Fe(acac)₃ và FeSO₄.7H₂O các hạt thu được không có hình dạng xác định, biên hạt không rõ ràng, kích thước hạt trung bình là 10,8±2,4 nm, sai số kích thước hạt 22 % (hình 1a, b). Với hỗn hợp tiền chất gồm Fe(acac)₃ và FeCl₂.4H₂O các hạt thu được phần lớn là hình cầu, tương đối đồng đều, biên hạt rõ ràng, kích thước hạt trung bình là 10,2±0,5 nm, sai số kích thước hạt trong trường hợp này gần 5% (hình 1c, d). Như vậy, trong hai loại muối vô cơ được chúng tôi sử dụng để tổng hợp hạt nano Fe₃O₄ cho kích thước hạt trung bình không thay đổi nhiều nhưng hình dạng và sự đồng đều của chúng bị ảnh hưởng rõ rệt. Kết quả thu được cho thấy, hỗn hợp tiền chất gồm Fe(acac)₃ và

$\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ hình thành Fe_3O_4 NPs đồng đều, sự phân

bố kích thước hẹp, phù hợp cho mục đích y - sinh.



Hình 1: Ảnh TEM và biểu đồ phân bố kích thước hạt tương ứng với tiền chất Fe(II) khác nhau



Hình 2: Ảnh TEM và biểu đồ phân bố kích thước hạt tương ứng khi nhiệt độ phản ứng thay đổi

3.1.2. Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng

Ảnh hưởng của nhiệt độ đến sự hình thành Fe_3O_4 NPs được khảo sát với hỗn hợp tiền chất gồm $\text{Fe}(\text{acac})_3$ và $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Hình 2 chỉ ra sự ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng đến sự phát triển hình thái Fe_3O_4 NPs. Có thể nhận thấy, đối với hai mẫu được tổng hợp ở 270 °C và 295 °C, Fe_3O_4 NPs thu được có kích thước tương ứng là $4,8 \pm 1,0$ nm và $8,4 \pm 1,5$ nm, không đồng đều, biên hạt kém rõ nét, sai số kích thước hạt trong hai trường hợp này tương đối lớn tương ứng là 20% và 18%. Với mẫu chế tạo ở 315 °C, thu được các hạt có kích thước trung bình $10,2 \pm 0,5$ nm, sự phân bố kích thước hạt đồng đều, biên hạt rõ nét hơn so với hai mẫu được tổng hợp ở nhiệt độ thấp. Như vậy, khi nhiệt độ phản ứng tăng từ 270 °C đến 315 °C kích thước cũng như sự đồng đều của các hạt tăng. Quy luật biến đổi này cũng hoàn toàn phù hợp với trường hợp chế tạo hạt nano từ bằng phương pháp phân hủy nhiệt khi sử dụng tiền chất chỉ có $\text{Fe}(\text{acac})_3$ trong nghiên cứu trước của nhóm chúng tôi.^[10] Điều này cho thấy nhiệt độ là yếu tố quan trọng trong quá trình hình thành và phát triển Fe_3O_4 NPs.^[11]

3.2. Đặc trưng tính chất hạt nano Fe_3O_4

Để đánh giá mức độ tinh thể hóa cũng như cấu trúc pha của Fe_3O_4 NPs chúng tôi đã tiến hành phân tích giản đồ nhiễu xạ tia X của một mẫu đại diện trong bộ mẫu chế tạo được. Hình 3a chỉ ra giản đồ nhiễu xạ tia X của mẫu nano Fe_3O_4 được điều chế từ hỗn hợp tiền chất $\text{Fe}(\text{acac})_3$ và $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ở 315 °C. Kết quả cho thấy mẫu tổng hợp được có các đỉnh nhiễu xạ đặc trưng cho cấu trúc spinel của Fe_3O_4 , gồm các pic điển

hình tương ứng với các họ mặt (220), (311), (400), (422), (511) và (440) tại các vị trí $30,16^\circ$; $35,49^\circ$; $43,01^\circ$; $53,78^\circ$; $57,21^\circ$ và $62,73^\circ$ (JCPDS, số 19-0629). Kích thước tinh thể trung bình thu được từ sự mở rộng của đỉnh (311) là 9,8 nm, kết quả này phù hợp với kết quả phân tích ảnh TEM đã chỉ ra ở hình 2c là $10,2 \pm 0,5$ nm.

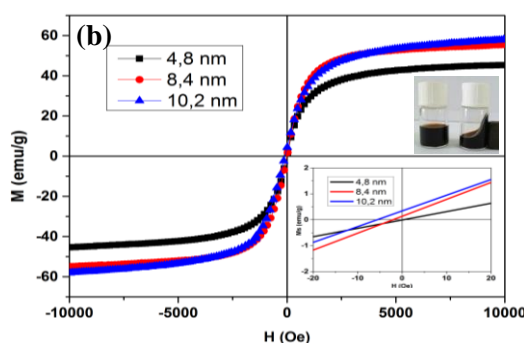
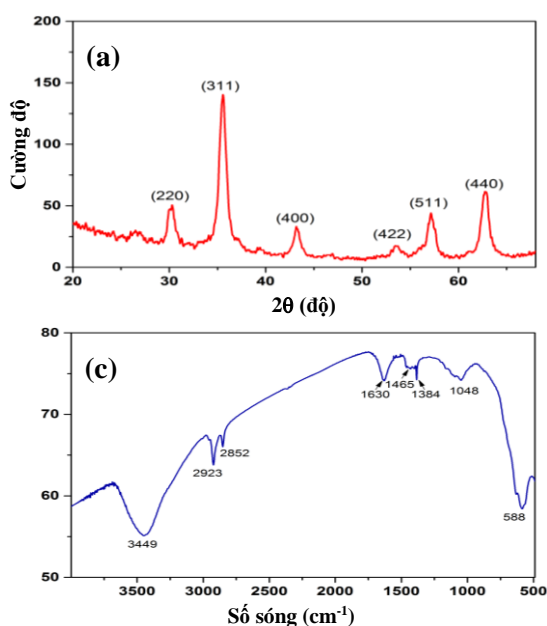
Các hạt nano Fe_3O_4 thu được phân tán ổn định trong dung môi *n*-hexan, không thấy sự kết tụ của các hạt, đồng thời khả năng đáp ứng từ mạnh (hình 3b). Như vậy, Fe_3O_4 NPs được tổng hợp thành công bằng phương pháp phân hủy nhiệt từ hỗn hợp tiền chất sắt(III) và sắt(II) vô cơ với sự có mặt của OA/OLA ở nhiệt độ cao.

Kết quả kiểm tra tính chất từ của các hạt nano Fe_3O_4 tổng hợp được với các kích thước khác nhau trong vùng từ trường ngoài từ -10 kOe đến 10 kOe cho thấy, các mẫu đều gần đạt tới trạng thái bão hòa, giá trị từ hóa bão hòa M_s tại 300 K của các mẫu lần lượt là 45 emu/g, 56 emu/g và 59 emu/g tương ứng với các mẫu có kích thước là 4,8 nm, 8,4 nm và 10,2 nm (hình 3b). Như vậy, từ độ tăng theo sự tăng của kích thước hạt nano từ. Sự thay đổi của từ độ bão hòa (giảm) ở kích thước nano so với của mẫu khối (~ 90 emu/g) được lý giải là do hiện tượng mất trật tự từ ở bề mặt hạt. Hình 3b còn cho thấy đường từ hóa của các mẫu trong vùng từ trường nhỏ có giá trị lực kháng từ (H_c) tăng từ 0 đến 5 Oe tương ứng với kích thước hạt Fe_3O_4 tăng từ 4,8 đến 10,2 nm. Sự phụ thuộc của từ độ cũng như lực kháng từ vào kích thước hạt trong nghiên cứu của chúng tôi cũng tương tự như công bố của một số nhóm tác giả.^[12,13] Mặc dù các mẫu chế tạo được chưa có đặc tính siêu thuận từ thật hoàn hảo ở nhiệt độ phòng nhưng lực kháng từ của chúng là rất nhỏ (≤ 5

Oe), với kích thước hạt đồng đều và có giá trị từ độ bão hòa cao. Fe₃O₄ NPs chế tạo được có tính chất hoàn toàn phù hợp cho các ứng dụng trong y - sinh.

Trong quá trình tổng hợp Fe₃O₄ NPs từ tiền chất Fe(acac)₃ và muối sắt (II) vô cơ, OA và OLA đóng vai trò rất quan trọng trong việc kiểm soát hình thái cũng như kích thước hạt. Để biết được các hạt tạo thành có được bọc bởi các chất hoạt động bề mặt hay không, mẫu Fe₃O₄ NPs sau khi chế tạo được đo phổ hấp thụ hồng ngoại (FT-IR) (hình 3c). Kết quả cho thấy, phổ hồng ngoại có các dải hấp thụ đặc trưng cho các dao động nhóm chức của chất hoạt động bề mặt OA/OLA và của Fe₃O₄.^[14,15] Cụ thể, một băng rộng giữa 3600 và 3000

cm⁻¹ với đỉnh tại vị trí 3449 cm⁻¹ được gán cho dao động hóa trị của liên kết O-H sinh ra do nước hấp phụ trên bề mặt vật liệu. Các đỉnh hấp thụ tại số sóng 2923 cm⁻¹ và 2852 cm⁻¹ là dao động hóa trị của liên kết C-H của chất hoạt động bề mặt OA và OLA. Đỉnh hấp thụ xuất hiện tại số sóng 1630 cm⁻¹ đặc trưng cho liên kết N-H của phân tử OLA. Hai dải tại 1465 cm⁻¹ và 1384 cm⁻¹ lần lượt gán cho dao động hóa trị bất đối xứng và đối xứng của nhóm chức cacboxylat (COO⁻) của phân tử OA. Kết quả này chứng minh OA và OLA đã phủ trên bề mặt Fe₃O₄ NPs.^[15] Ngoài ra, trên phổ còn xuất hiện dải hấp thụ mạnh tại vị trí 588 cm⁻¹ đặc trưng cho liên kết Fe-O của hạt nano từ Fe₃O₄.



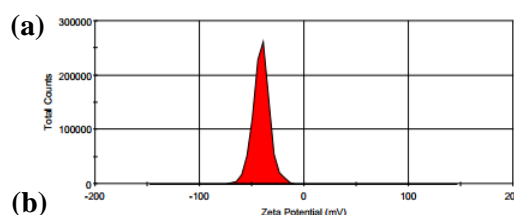
Hình 3: Giảm nhiễu xạ tia X của Fe₃O₄ NPs với kích thước 10,2 nm (a); Đường cong từ hóa, đường cong từ hóa phóng đại trong vùng từ trường nhỏ của Fe₃O₄ NPs ở các kích thước khác nhau và hình ảnh Fe₃O₄ NPs trong hexan khi không có và có nam châm (b); Phổ FT-IR với lớp vỏ bọc OA/OLA của Fe₃O₄ NPs (c)

3.3. Chuyển pha Fe₃O₄ NPs bằng PMAO



Hình 4: Minh họa quá trình chuyển pha hệ hạt nano Fe₃O₄ 10,2 nm bằng PMAO

Fe₃O₄ NPs chế tạo bằng phương pháp phân hủy nhiệt bị bao phủ một lớp chất hoạt động bề mặt OA và OLA do đó chúng phân tán được trong dung môi không phân cực. Để ứng dụng trong y - sinh thì chúng phải



Hình 5: (a) Thế zeta của mẫu Fe₃O₄ có kích thước 10,2 nm bọc PMAO; b) Hình ảnh chất lỏng từ Fe₃O₄ được lưu trữ ở các thời gian khác nhau

phân tán được trong nước. Do đó Fe₃O₄ NPs sau khi tổng hợp được chuyển pha. Cơ chế của quá trình chuyển pha các hạt từ kỵ nước sang ưa nước bằng PMAO có thể được mô tả như sau: PMAO là một

polyme gồm có hai phần, phần kỵ nước là chuỗi hydrocacbon có chức năng giúp các phân tử PMAO bám vào hạt thông qua liên kết kỵ nước – kỵ nước với các phân tử OA và OLA trên bề mặt hạt, phần ưa nước chứa gốc anhydrit có vai trò giúp các hạt phân tán trong môi trường nước (hình 4). Từ hình 4 cho thấy Fe₃O₄ NPs trước khi bọc PMAO phân tán tốt trong n-hexan và sau khi bọc PMAO thì chúng phân tán tốt trong nước. Như vậy, có thể nhận định rằng lớp polyme đã bao phủ trên bề mặt Fe₃O₄ NPs giúp chúng ổn định và phân tán tốt trong nước.

Để đánh giá độ bền phân tán của Fe₃O₄ NPs sau khi chuyển pha, mẫu được khảo sát bằng phương pháp phổ tán xạ laze động. Giảm độ thế zeta của Fe₃O₄ NPs kích thước 10,2 nm bọc bằng PMAO được chỉ ra trên hình 5a. Kết quả cho thấy, chất lỏng từ thu được có độ bền cao với giá trị thế zeta - 43,5 mV.

Bên cạnh đó, khả năng đáp ứng về độ bền của chất lỏng từ theo thời gian cũng là một trong những yêu cầu cho ứng dụng y - sinh. Kết quả khảo sát độ bền của chất lỏng từ trong thời gian từ 1 tháng đến 24 tháng (hình 5b) cho thấy, dung dịch vẫn phân tán tốt và tương đối ổn định, không có hiện tượng kết đám, thế zeta hầu như không thay đổi so với ban đầu.

4. KẾT LUẬN

Hạt nano Fe₃O₄ kích thước 4,8-10,8 nm được tổng hợp thành công bằng phương pháp phân hủy nhiệt từ hỗn hợp tiền chất gồm Fe(acac)₃ và muối sắt (II) vô cơ. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tiền chất sắt (II) vô cơ và nhiệt độ phản ứng ảnh hưởng đến hình dạng, sự đồng đều và kích thước hạt nano từ. Mẫu tổng hợp ở 315 °C từ hỗn hợp tiền chất Fe(acac)₃ và FeCl₂.4H₂O hình thành Fe₃O₄ NPs có độ đồng đều cao với từ độ bão hòa 59 emu/g. Chất lỏng từ Fe₃O₄ @ PMAO phân tán tốt trong nước, bền và ổn định theo thời gian phù hợp cho mục đích ứng dụng trong y - sinh.

Lời cảm ơn. Công trình này được thực hiện với sự hỗ trợ về kinh phí của đề tài cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo B2019-TDV (Lê Thế Tâm); DH2018-TN06-03 (Nguyễn Thị Ngọc Linh) và đề tài nghiên cứu cơ bản 103.02-2017.334 (Ngô Thanh Dung).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Arias, L. *et al.* Iron oxide nanoparticles for biomedical applications: A perspective on synthesis, drugs, antimicrobial activity, and toxicity. *Antibiotics*, **2018**, 7(2), 46.
2. Hedayatnasab, Z., Abnisa, F. & Daud, W. M. A. W. Review on magnetic nanoparticles for magnetic nanofluid hyperthermia application. *Mater. Des.*, **2017**, 123, 174-196.

3. M. E. F. Brollo, J. M. Orozco-Henao, R. Lopez-Ruiz, D. Muraca, C. S. B. Dias, K. R. & M. Knobel, P. and. Magnetic hyperthermia in brick-like Ag@Fe₃O₄ core-shell nanoparticles, *J. Magn. Magn. Mater.*, **2016**, 397, 20-27.
4. Srinivasan, S. Y., Paknikar, K. M., Bodas, D. & Gajbhiye, V. Applications of cobalt ferrite nanoparticles in biomedical nanotechnology. *Nanomedicine*, **2018**, 13(10), 1221-1238.
5. Weissleder, R. *et al.* Superparamagnetic iron oxide: pharmacokinetics and toxicity, *Ajr*, **1989** 152, 167-173.
6. Majidi, S., Sehrig, F. Z., Farkhani, S. M., Goloujeh, M. S. & Akbarzadeh, A. Current methods for synthesis of magnetic nanoparticles. *Artif. Cells, Nanomedicine Biotechnol.* **2014**, 44(2), 1-13.
7. Sun, S. & Zeng, H. Size-controlled synthesis of magnetite nanoparticles. *JACS*, **2002**, 124(28), 8204-8205.
8. Lu L. T. *et al.* Synthesis of magnetic cobalt ferrite nanoparticles with controlled morphology, monodispersity and composition: The influence of solvent, surfactant, reductant and synthetic conditions. *Nanoscale*, **2015**, 7(46), 19596-19610.
9. Asahi Tomitaka, Hamed Arami, S. G. and K. M. K. Lactoferrin conjugated iron oxide nanoparticles for targeting brain glioma cells in magnetic particle imaging. *Nanoscale*, **2015**, 7(40) 16890-16898.
10. Vuong T. K. O. *et al.* Synthesis of high-magnetization and monodisperse Fe₃O₄ nanoparticles via thermal decomposition, *Mater. Chem. Phys.*, **2015**, 163, 537-544.
11. Ahmadi, S., Chia, C. H., Zakaria, S., Saeedfar, K. & Asim, N. Synthesis of Fe₃O₄ nanocrystals using hydrothermal approach, *J. Magn. Magn. Mater.*, **2012**, 324(24), 4147-4150.
12. Iida H., Takayanagi K., Nakanishi T. & Osaka, T. Synthesis of Fe₃O₄ nanoparticles with various sizes and magnetic properties by controlled hydrolysis. *J. Colloid Interface Sci.*, **2007**, 314, 274-280.
13. Jeun M. *et al.* Physical limits of pure superparamagnetic Fe₃O₄ nanoparticles for a local hyperthermia agent in nanomedicine Physical limits of pure superparamagnetic Fe₃O₄ nanoparticles for a local hyperthermia agent in nanomedicine., *Appl. Phys. Lett.*, **2012**, 100, 092406.
14. Maity, D. & Agrawal, D. C. Synthesis of iron oxide nanoparticles under oxidizing environment and their stabilization in aqueous and non-aqueous media, *J. Magn. Magn. Mater.*, **2007**, 308, 46-55.
15. Wu, N. *et al.* Interaction of fatty acid monolayers with cobalt nanoparticles. *Nano Lett.*, **2004**, 4(2), 383-386.

Liên hệ: Nguyễn Thị Ngọc Linh

Trường Đại học Khoa học – Đại học Thái Nguyên.

20 Lương Ngọc Quyến, Thành phố Thái Nguyên.

E-mail: ngoclinbhm@gmail.com.

Điện thoại: +84- 984 792 522

MỤC LỤC
TABLE OF CONTENTS

	<i>Trang</i>
1 Tổng hợp và khảo sát hoạt tính xúc tác tương tự enzym peroxidase của loại vật liệu nanocomposite Fe ₃ O ₄ /C cấu trúc lõi/vỏ. Synthesis and investigation of peroxidase-like catalytic activity of Fe ₃ O ₄ /carbon core-shell nanoparticles. <i>Nguyễn Thị Đài Trang, Nguyễn Đức Nghĩa, Trần Vĩnh Hoàng, Lê Hải Đăng</i>	1
2 Hấp phụ ion đồng(II) trên điện cực poly(1,8-diaminonaphthalen)/graphen ứng dụng xác định vitamin B6 (pyridoxin). Adsorption of copper(II) Ions onto poly(1,8-diaminonaphthalene)/graphene electrode for detection of Vitamin B6 (pyridoxine). <i>Vũ Văn Trọng, Nguyễn Lê Huy, Nguyễn Văn Anh, Nguyễn Tuấn Dung</i>	6
3 Nghiên cứu chế tạo hạt nano Ag đơn phân tán trong dung môi hữu cơ. Study on fabrication of monodisperse Ag nanoparticles prepared in organic solvent. <i>Nguyễn Thị Ngọc Linh, Ngô Thanh Dung, Lê Thế Tâm, Lê Thị Thanh Tâm, Đào Thị Thu Hà, Trần Đại Lâm, Lê Trọng Lưu</i>	11
4 Nghiên cứu khả năng xử lý As(V) bằng quá trình hấp phụ cột trên vật liệu FD. Study on the treatment of As(V) by the column adsorption onto the FD material. <i>Nguyễn Thị Mơ, Nguyễn Hoàng Hào, Phùng Thị Lan, Lê Minh Cẩm</i>	16
5 Ảnh hưởng của tiền chất vô cơ đến kích thước, độ đồng đều và tính chất của hạt nano Fe ₃ O ₄ chế tạo bằng phương pháp phân hủy nhiệt. Effects of inorganic compounds on size, uniform and characteristics of Fe ₃ O ₄ nanoparticles prepared by thermal decomposition. <i>Nguyễn Thị Ngọc Linh, Lê Thế Tâm, Lê Thị Thanh Tâm, Ngô Thanh Dung, Phạm Hồng Nam, Đoàn Thanh Tùng, Nguyễn Văn Đàm Thiên, Phan Ngọc Hồng, Trần Đại Lâm, Lê Trọng Lưu</i>	22
6 Nghiên cứu xây dựng qui trình xác định đồng thời các chất hoạt động bề mặt nhóm anky sunfat trong mẫu nước bằng phương pháp điện di mao quản với detector độ dẫn không tiếp xúc (CE-C ⁴ D). Study on the development of method for simultaneous determination of alkyl sulfate surfactants in aqueous solution by capillary electrophoresis with contactless conductivity detection (CE-C ⁴ D). <i>Phạm Huy Đông, Đặng Thị Huyền My, Lê Thị Thuỳ, Nguyễn Thị Tuyết Nhung, Đinh Duy Chính, Nguyễn Thị Ánh Hoàng, Phạm Tiến Đức, Phạm Thị Ngọc Mai</i>	27
7 Tổng hợp graphen chấm lượng tử từ đệm cacbon ứng dụng làm xúc tác cho phản ứng oxy hóa điện hóa etanol.	31

Synthesis of graphene quantum dots from carbon felt applies as catalysts for ethanol oxidation reaction.

Lâm Thị Tho, Nguyễn Quang Minh, Vũ Thị Thu Hà

- 8 Ảnh hưởng của tỉ lệ khối lượng đến hoạt tính quang xúc tác của compozit ZnO/CuO. 36
Influence of weigh ratio to the photocatalytic activity of ZnO/CuO composite.
Nguyễn Thị Việt Nga, Trần Thị Thanh Cẩm, Hoàng Nữ Thùy Liên, Nguyễn Văn Kim
- 9 Tổng hợp và hoạt tính quang xúc tác của compozit CuO_x/g-C₃N₄. 42
Synthesis and photocatalytic activity of CuO_x/g-C₃N₄ composite.
Nguyễn Thị Việt Nga, Lê Thị Kiều My, Trần Thị Thu Phương, Nguyễn Văn Kim
- 10 Nghiên cứu sử dụng kappa-carrageen làm phụ gia cho vữa xây dựng bền trong môi trường biển. 48
Research on the use of kappa-carrageenan as an additive for durable mortar in the marine environment.
Lê Thị Nhung, Phạm Trung Sản, Trương Anh Khoa, Nguyễn Hoàng, Nguyễn Thu Hiền
- 11 Thuộc tính quang điện hóa của vật liệu ZnO cấu trúc sợi nano chế tạo bằng phương pháp phun điện. 53
Photoelectrochemical properties of ZnO nanofibers fabricated by electrospinning.
Nguyễn Văn Nghĩa, Hoàng Nhật Hiếu
- 12 Tổng hợp, tính chất phức chất hỗn hợp phối tử benzoat và 2,2'-dipyridyl N,N'-dioxit của một số nguyên tố đất hiếm nhẹ. 58
Synthesis, properties of mixed ligands complexes of benzoate and 2,2'-dipyridyl N,N'-dioxide with some light rare earth elements.
Nguyễn Thị Hiền Lan, Hoàng Hải Vân, Dương Thị Tú Anh
- 13 Phân hủy metylen xanh trong môi trường nước bằng quá trình nội điện phân trên vật liệu Fe-C. 63
Removal of methylene blue from aqueous solutions by internal microelectrolysis on the Fe-C materials.
Đỗ Trà Hương, Nguyễn Văn Tú, Nguyễn Anh Tiến, Hoàng Minh Hào, Nguyễn Phương Chi
- 14 Hiệu quả xúc tác của axit khi thủy phân rong sụn *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty đối với đặc tính của oligocarrageenan. 68
Catalytic efficiency of acids for the hydrolysis of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty to oligocarrageenan properties.
Nguyễn Hoàng, Phạm Trung Sản, Trương Anh Khoa, Lê Thị Nhung, Nguyễn Thu Hiền
- 15 Cấu trúc và hoạt tính gây độc tế bào ung thư của các terpenoid tách từ rễ cây Giá (*Excoecaria agallocha* L.) 74
Structures and cytotoxic activities of terpenoids isolated from the roots of the *Excoecaria agallocha* L.
Trần Thị Minh, Trần Thu Hương
- 16 Nghiên cứu tổng hợp, cấu trúc và hoạt tính sinh học một số azomethine và hydrazone của 3,4-dimethoxy-2-nitrobenzaldehyde. 79

- Study on synthesis, structure and biological activity of some azomethine and hydrazone of 3,4-dimethoxy-2-nitrobenzaldehyde.
- Trương Minh Lương, Nguyễn Thị Mỹ Hoa, Nguyễn Thị Hồng Nhung*
- 17 Nghiên cứu cấu trúc phức chất dị nhân Mn^{2+}/Ce^{3+} với phối tử đipicolinoyl-2,6-bis(*N,N*-đietylthioure). 85
- Structural study of heteronuclear complexes of Mn^{2+}/Ce^{3+} and dipicolinoyl-2,6-bis(*N,N*-diethylthiourea).
- Nguyễn Thu Hà, Nguyễn Ngọc Thành, Nguyễn Hùng Huy*
- 18 Nghiên cứu điều chế và cấu trúc sét hữu cơ từ bentonit Bình Thuận với propyltriphenylphosphoni bromua. 90
- Synthesis and structure research organoclays from Binh Thuan bentonite with propyltriphenylphosphonium bromide.
- Phạm Thị Hà Thanh*
- 19 Tách protein có hoạt tính kháng tế bào ung thư từ nọc rắn cạp nong *Bungarus fasciatus* phân bố ở Vĩnh Phúc. 95
- Isolation of protein having anticancer activity from *Bungarus fasciatus* venom distributed in Vinh Phuc.
- Trần Vũ Thiên, Phạm Đình Chương, Phùng Văn Trung, Nguyễn Cửu Khoa, Utkin Yuri Nicolaevich, Hoàng Ngọc Anh*
- 20 Tổng hợp và tính chất điện hóa của nano ZnO theo phương pháp thủy nhiệt và ứng dụng chế tạo làm điện cực âm trong ắc quy bạc-kẽm. 100
- Synthesis and electrochemical performance of ZnO nanorods by hydrothermal method and used as an anode for zinc - silver battery.
- Nguyễn Văn Tú, Trần Thị Hương Nụ, Đỗ Trà Hương, Bùi Đức Cường*
- 21 Nghiên cứu ảnh hưởng của điều kiện phân cực tới hình thái học và cấu trúc của graphene chế tạo bằng phương pháp điện hóa plasma. 104
- A study on the effectiveness of polarization conditions on the morphology and structural properties of graphene preparing by plasma electrochemical method.
- Phạm Văn Hào, Hà Xuân Linh, Phùng Thị Oanh, Phan Ngọc Hồng, Nguyễn Nhật Huy, Đặng Văn Thành*
- 22 Nghiên cứu lý thuyết phản ứng hydro hóa CO trên hệ xúc tác lưỡng kim loại Ni_2Cu_2 trên chất mang MgO(200) bằng phương pháp phiếm hàm mật độ. 108
- A theoretical study of the CO hydrogenation on the Ni_2Cu_2 bimetallic catalyst supported on MgO(200) by means of density functional theory.
- Nguyễn Bình Long, Nguyễn Thị Thu Hà, Lê Minh Cẩm, Phùng Thị Lan, Nguyễn Ngọc Hà*
- 23 Tổng hợp và đánh giá hoạt tính xúc tác của màng TiO_2 trên gốm cordierite trong việc xử lý metyl da cam. 115
- Synthesis and evaluation the photocatalytic activities of TiO_2 thin film on cordierite ceramic for methyl orange treatment.
- Nguyễn Trung Hiếu, Hoàng Thế Huỳnh, Trịnh Giang Khánh, Vũ Anh Tuấn, Lê Minh Thắng*
- 24 Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ graphene oxit (GO) trong quá trình biến tính xúc tác quang hóa TiO_2 bằng phương pháp sol-gel và xử lý metyl da cam (MO). 122

- Study on influence of graphene oxide (GO) ratio In the sol-gel method of photocatalyst GO-TiO₂ synthesis for methyl orange treatment.
Nguyễn Trung Hiếu, Trịnh Huy Quang, Lê Minh Thắng
- 25 Tổng hợp coenzyme Q10. 128
Synthesis of coenzyme Q10.
Mạc Đình Hùng, Vũ Lương, Lê Nguyễn Trường Giang, Phạm Văn Phong, Nguyễn Thị Thu Trang
- 26 Tổng hợp, cấu trúc và hoạt tính kháng tế bào ung thư của một số phức chất platin(II) với phối tử loại quinoline-thiosemicarbazide. 133
Synthesis, structure and anticancer activities of complexes platinum(II) with quinoline-thiosemicarbazide.
Ninh Thị Minh Giang, Nguyễn Hiền, Lê Thị Hồng Hải
- 27 Tối ưu hoạt tính tăng cường tín hiệu phổ tán xạ raman của nano vàng. 138
Optimization of Surface-Enhanced Raman Scattering Activity of Gold Nanoparticles.
Nguyễn Hữu Đông, Phạm Văn Hải, Nguyễn Thị Tuyết Mai
- 28 Nghiên cứu tách nhôm từ cao lanh để tổng hợp spinel CoAl₂O₄ bằng phản ứng pha rắn. 143
Study to extract aluminum from kaolin to synthesis spinel CoAl₂O₄ by solid state reaction.
Vũ Minh Khôi, La Thế Vinh, Huỳnh Thu Suong, Vũ Thị Tàn
- 29 Nghiên cứu và lựa chọn hệ chất hoạt động bề mặt dùng trong sản xuất bột chữa cháy tạo màng nước bền rượu. 149
Study and selection of surfactant systems to use for manufacture alcohol resistant aqueous film-forming foam concentrate (AFFF).
Nguyễn Thị Ngoan, Lương Như Hải, Đỗ Sơn Hải, Vũ Đình Ly, Phạm Thị Lưu, Trần Văn Chức, Nguyễn Thị Mùa, Lê Văn Thụ
- 30 Nghiên cứu phổ UV-Vis và phổ huỳnh quang hai dãy hợp chất loại 7-(alkylamino)-5-bromo-6-hydroxy-3-sulfonate-1-methylquinolinium. 155
Study on UV-Vis and fluorescent spectra of two series of 7-alkylamino-5-bromo-6-hydroxy-3-sulfonate-1-methylquinoliniums.
Nguyễn Hữu Đình, Lê Văn Cơ, Lê Thị Hoa
- 31 Tổng hợp, nghiên cứu đặc trưng cấu trúc và hoạt tính quang xúc tác phân hủy Rhodamin B của oxit nano ZnO pha tạp Al³⁺. 159
Preparation, characterization and photocatalytic activity for degradation of Rhodamine B of Al-doped zinc oxide nanoparticles.
Nguyễn Thị Tố Loan, Nguyễn Quang Hải, Nguyễn Thị Bích Nga, Nguyễn Thị Thúy Hằng
- 32 Nghiên cứu lý thuyết động học phản ứng giữa metanol với gốc vinyl. 165
A theoretical study on the kinetics for methanol reaction with vinyl radical.
Nguyễn Trọng Nghĩa, Vũ Anh Tuấn, Nguyễn Thị Minh Huệ, Phùng Thị Việt Bắc
- 33 Phân tích tạp chất dạng vết trong ZrCl₄ độ sạch cao bằng ICP-MS sau khi tách nền Zr/HNO₃ bằng phương pháp chiết dung môi với D2EHPA/xylene và tinh chế ZrO₂ nanomet. 170

Analysis of trace impurities in high purity $ZrCl_4$ by ICP-MS after separation of the Zr/HNO_3 matrix by solvent extraction with D2EHPA/xylene and purity nano- ZrO_2 .

Chu Mạnh Nhung, Nguyễn Trung Kiên, Trần Quốc Toàn

- 34 Nghiên cứu tổng hợp và vi cấu trúc của Pd/rGO cho ứng dụng trong phản ứng hydro hoá. 175

Study on the synthesis and microstructure of Pd/rGO applied for hydrogenated reactions.

Lê Hải Đăng, Vũ Việt Doanh, Nguyễn Thị Ngát, Nguyễn Thu Uyên, Trịnh Quang Thông

- 35 Tối ưu hóa quá trình thủy phân rong sụn *Kappaphycus alvarezii* bằng acid ascorbic định hướng sử dụng làm phân bón lá. 180

Optimization hydrolysis from *Kappaphycus alvarezii* by ascorbic acid oriented to use as foliar fertilizer.

Nguyễn Thu Hiền, Phạm Trung Sản, Huỳnh Hoàng Như Khánh, Nguyễn Hoàng, Trương Anh Khoa, Lê Thị Nhung

- 36 Tổng hợp xanh nano bạc từ dung dịch bạc nitrat bằng dịch chiết lá rau lang (*Ipomoea batatas*) và đánh giá khả năng kháng nấm. 185

Green synthesis of silver nanoparticles using *Ipomoea batatas* leaf extract and evaluation of their antifungal activity.

Nguyễn Hữu Thọ, Phạm Thị Bích Trâm, Nguyễn Thị Hoa, Nguyễn Hữu Trí

- 37 Tổng hợp, nghiên cứu cấu trúc và thử khả năng gây độc tế bào của phức chất Pt(II) với 4-methyl thiosemicacbazone menton. 190

Synthesis, characterization and cytotoxicity of Pt(II) complex of menthone 4-methyl thiosemicarbazone.

Đinh Thị Hồng Vân, Phan Thị Hồng Tuyết, Nguyễn Hoa Du, Lê Thế Tâm

- 38 Một số kết quả ban đầu của sơn thủy tinh lỏng mô đun cao chứa kẽm. 195

Some initial results of silicate paint using sodium silicate with high ratio contained zinc.

Lê Hồng Quân, Nguyễn Văn Chi, Mai Văn Minh, Đồng Văn Kiên, Nông Quốc Quảng

- 39 Nghiên cứu quá trình hấp phụ ion Zn(II) trên nano kẽm oxit. 200

Phần 1. Cân bằng hấp phụ.

Study on the adsorption of Zn(II) ion on nano zinc oxide.

Part 1. Adsorption equilibrium.

Nguyễn Thị Thu Hà, Lê Văn Khu, Phan Thị Hồng Dung, Lương Thị Thu Thủy, Lê Minh Cẩm

- 40 Nghiên cứu quá trình hấp phụ ion Zn(II) trên nano kẽm oxit. 205

Phần 2. Động học hấp phụ và các thông số nhiệt động.

Study on the adsorption of Zn(II) ion on nano zinc oxide.

Part 2. Adsorption kinetics and thermodynamic parameters.

Nguyễn Thị Thu Hà, Nguyễn Thị Mơ, Phùng Thị Lan, Nguyễn Ngọc Hà, Lê Minh Cẩm

- 41 Tổng hợp, nghiên cứu đặc trưng cấu trúc của các vật liệu Ti- Cu/hydroxit và thăm dò khả năng xử lý rhodamin-B trong môi trường nước. 210

Synthesis, characterization of sets Ti-Cu/hydroxide and examination degradation rhodamine-b in water.

Vũ Văn Nhung, Nguyễn Công Toàn, Phạm Thị Ngọc Diệp, Dương Thị Thanh Mai

42	Novel QSPR modeling of stability constants of complexes between metal ions with thiosemicarbazones using MLR and ANN methods.	216
	<i>Nguyen Minh Quang, Tran Nguyen Minh An, Tran Xuan Mau, Nguyen Thi Ai Nhung, Pham Van Tat</i>	
43	Determining parameters of Lennard-Jones potential and calculation of virial coefficients of molecular systems using critical properties and artificial neural network.	223
	<i>Pham Van Tat, Nguyen Minh Quang, Nguyen Thi Ai Nhung, Pham Nu Ngoc Han</i>	
44	Synthesis of a-ring triterpenoid derivatives from allobetulone.	228
	<i>Dinh Ngoc Thuc</i>	
45	Lifetime prediction of gas barrier multilayer films based on ethylene vinyl alcohol (EVOH) by decomposition kinetics.	233
	<i>Nguyen Tuan Nam, Nguyen Thanh Tung, Nguyen Tien Dung, Pham Thu Trang, Nguyen Van Khoi, Nguyen Trung Duc, Pham Thi Thu Ha</i>	
46	Effect of enzyme treatment on the ability to juice extraction and physico-chemical properties of passion fruit juice.	238
	<i>Nguyen Xuan Phung, Tran Duc Viet, Vu Ngoc Ha, Pham Duc Chinh, Nguyen Minh Tan</i>	
47	Phenolic compounds, terpenoids, and sterols from <i>Eupatorium japonicum</i> Thunb. in Vietnam.	243
	<i>Phan Minh Giang, Nguyen Thi Thuy, Duong Ha Nam, Tran Thi Ha Thu, Do Thi Viet Huong</i>	
48	Preparation of some new <i>N</i> -acetyl derivatives from 5-nitrovanilline.	248
	<i>Duong Quoc Hoan, Nguyen Thi Ngoc Mai, Nguyen Thi Lan, Trinh Thi Huan</i>	
49	An initial study on the adsorption of Cu(II) from aqueous solution onto diatomite-coated chitosan membrane.	254
	<i>Ho Phuong Hien, Dao Thi Quynh, Nguyen Duc Anh</i>	
50	Green light emission of Mn, Cr CO-doped Zn ₂ GeO ₄ based on synthesis by hydrothermal method.	260
	<i>Nguyen Mai Cao Hoang Phuong Lan, Vuong-Hung Pham, Cao Xuan Thang, Pham The Kien, Nguyen Thi Minh, Tong Thi Hao Tam</i>	
51	Cu.MFI zeolite as a highly active catalyst for the degradation of methylene blue.	265
	<i>Phan Thi Phuong Mai, Le Thanh Son, Do Van Dang, Pham Dinh Trong</i>	
52	Gelatin-pluronic copolymers-based nanogels as a potential platform for delivering nanoquercetin and hydrophobic drugs.	271
	<i>Dinh Van Thoai, Nguyen Dinh Trung, Nguyen Cong Truc, Hoang Thi Hong, Ly Le Quynh, Le Van Thu, Tran Ngoc Quyen</i>	
53	Synthesis, characterization of high hydrothermally stable Cu/SAPO-34 and Fe/SAPO-34 prepared by ion-exchange method.	276
	<i>Doan Anh Tuan, Nguyen Ngoc Khang, Dam Le Quoc Phong, Vuong Thanh Huyen, Le Minh Thang, Pham Thanh Huyen</i>	
54	Effect of polyethylene graft maleic anhydride compatibilizer content on mechanical properties and morphological structure of polyamide11/bamboo flour composite.	284
	<i>Mai Duc Huynh, Tran Huu Trung, Nguyen Huu Dat, Do Quang Tham, Nguyen Vu Giang</i>	
55	Chemical constituents of <i>Huperzia serrata</i> plant, collected in Ha Giang province.	289
	<i>Pham Huu Dien, Nguyen Thi Thach Thao, Do Thu Huong, Nguyen Duc Du</i>	

56	Research the evaporation and residue formation of pyrolysis oil.	293
	<i>Huynh Van Nam, Nguyen Thi Thu, Truong Thanh Tam, Van Dinh Son Tho</i>	
57	Extraction of azadirachtin from neem seeds using Soxhlet method and testing antibacterial activity against <i>Vibrio parahaemolyticus</i> causing early mortality syndrom in shrimp.	301
	<i>Nguyen Trinh Phuong Mai, Lu Thi Mong Thy, Le Ba Khoa, Chung Ngoc Diep, Tran Thi Loan, Nguyen Thi Lien Phuong, Huynh Ngoc Oanh, Hoang Minh Nam, Mai Thanh Phong, Nguyen Huu Hieu</i>	
58	Extraction of flavonoids from <i>Pseuderanthemum palatiferum</i> (Nees) Radlk. leaves by ultrasound-assisted method and investigation of anti-bacterial activity of the extract.	305
	<i>Nguyen Luu Vinh Khang, Nguyen Thi Lien Phuong, Pham Thuy Hang, Tran Thi Loan, Tran Le Nha Trang, Bui Kim Nga, Hoang Minh Nam, Mai Thanh Phong, Nguyen Huu Hieu</i>	
59	Determination of equilibrium constants of citric acid from the pH values of the potentiometric titration.	311
	<i>Tran The Nga, Dao Thi Phuong Diep</i>	
60	Optimization of the surfactant systems for aqueous film-forming foam concentrate (AFFF).	316
	<i>Nguyen Thi Ngoan, Luong Nhu Hai, Do Son Hai, Vu Dinh Ly, Tran Van Chuc, Truong Hoang Son, Nguyen Thi Mua, Le Van Thu</i>	
61	Synthesis of nano encapsulated low-molecular weight anticoagulants.	322
	<i>Nguyen Dinh Trung, Nguyen Ngoc The, Nguyen Cuu Khoa, Utkin Yuri Nicolaevich, Tran Ngoc Quyen, Hoang Ngoc Anh</i>	
62	Application of the MOFs MnBPDC-based colorimetric chemosensor for identification of Fe(II) in water.	328
	<i>Vu Thi Hau, Luong Xuan Dien, Tran Thuong Quang, Nguyen Xuan Truong</i>	
63	Removal of Methylene Blue from Water by Adsorption Using Zeolite Materials.	333
	<i>Vu Thu Ha, Bui Thi Hanh, Pham Dinh Trong, Ngo Hong Anh Thu</i>	
64	Structures and luminescent properties of samarium(III) complexes containing benzoyltrifluoroacetone and <i>N,N</i> -dimethyl- <i>N'</i> -(9-methylanthracenyl)ethylenediamine ligands.	338
	<i>Phan Thi Thu Ha, Nguyen Minh Hai, Dinh Thi Hien</i>	
65	Synthesis, structure and properties of platinum (II) complexes containing 2,2-bipyridine N-oxide.	343
	<i>Nguyen Thu Thao, Nguyen Ngoc Duc, Le Thi Hong Hai</i>	
66	Sử dụng định luật bảo toàn proton kết hợp với kết quả chuẩn độ điện thế để tính hằng số phân li của axit oxalic.	348
	Using proton conservation law combined with potentiometric titration result to calculate dissociation constants of oxalic acid.	
	<i>Trần Thế Ngà, Đào Thị Phương Diệp</i>	
67	Tổng hợp vật liệu silica mao quản trung bình SBA-15 và Fe ₃ O ₄ @SBA-15 từ thủy tinh lỏng làm quang xúc tác để xử lý ion phóng xạ uranium (VI) trong dung dịch nước.	353

Preparation of mesostructured silica SBA-15 and $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SBA-15}$ using sodium silicate for enhance photocatalytic removal of radioactive uranium(VI) in aqueous solution.

*Nguyễn Đức Hải, Nguyễn Đình Chung, Nguyễn Thị Thu An, Hà Phương Long,
Vũ Duy Hiến, Nguyễn Ngọc Tuấn, Phạm Thái Hưng, Ngô Văn Quang,
Nguyễn Quyết Tiến, Nguyễn Văn Chính, Nguyễn Bá Tiến, Cao Đình Thanh,
Lê Thị Mai Hương, Đỗ Quốc Hùng, Nguyễn Đình Tuyên*

- 68 Nghiên cứu tổng hợp vật liệu mao quản trung bình SBA-15 và composite biến tính SBA-15/ TiO_2 nanotube từ thủy tinh lỏng Việt Nam ứng dụng xử lý chất thải phóng xạ trong môi trường nước. 361

Study on synthesis of mesostructured silica SBA-15 and composite SBA-15/ TiO_2 nanotube using Vietnam sodium silicate for efficient removal of radioactive wastes in aqueous solution.

*Nguyễn Văn Chính, Nguyễn Bá Tiến, Cao Đình Thanh, Vương Hữu Anh, Đoàn Thị Thu Hiền,
Lê Xuân Hữu, Lưu Cao Nguyên, Nguyễn Huy Cường, Lê Thị Mai Hương, Nguyễn Đức Hải,
Nguyễn Đình Chung, Phạm Thái Hưng, Hà Phương Long, Nguyễn Anh Dũng,
Nguyễn Đình Tuyên*