CATEGORY Page

1- Metal-Organic Framework $Cu_2(OBA)_2(BPY)$ as efficient catalyst for C–O bond formation via oxidative cross-coupling reaction of benzaldehyde and 1,4-dioxane 2
- *Huynh Quoc Thai, Nguyen Thi Ngoc Tran, Ha Thanh My Phuong, Dang Huynh Giao, Doan Hoai Son, Phan Thanh Son Nam*

2- Well-defined rod coil diblock copolymers based on poly(3-hexylthiophene) and poly(methyl methacrylate) via metal-free atom transfer radical polymerization 10
- *Nguyen Huu Tam, Tran Minh Hoan, Truong Thu Thuy, Nguyen Tran Ha*

3- Study the effects of reaction parameter on degradation of janus green B by using nano zinc oxide loaded on activated carbon 16
- *Pham Quang Minh, Nguyen Thi Van, Vu Anh Tuan*

4- Improved photocatalytic activity of ZnO by modification with CuO 23
- *Nguyen Van Kim, Nguyen Thi Viet Nga, Tran Thi Thanh Cam, Pham Thi Trinh, Nguyen Thi Lan, Nguyen Van Nghia, Tran Thi Thu Phuong, Vo Vien*

5- Study on preparation of TiO_2 Sol using $TiCl_4$ as a Precursor for catalytic applications 30
- *Pham Minh Tu, Do Manh Hung, Au Thi Hang, Nguyen Bich Ngoc, Vu Thi Thu Ha*

6- Synthesis of TiO_2-V_2O_5 composites for photocatalytic degradation of methylene blue under visible light irradiation 36
- *Le Thi Thanh Thuy, Nguyen Anh Thoang, Le Si*

7- Synthesis and photocatalytic activity of magnetic Fe_3O_4–ZnO composite 43
- *Tran Thi Phuong Hong, Nguyen Thi Hong Nhung, Nguyen Van Kim, Nguyen Thi Viet Nga, Vo Vien*

8- Synthesis of Fe-MIL-101 material and evaluation of photocatytic activity under visible light 49
- *Huynh Thi Minh Thanh, Tran Ngoc Tuyen, Dinh Quang Khieu*

9- Study on phenol adsorption onto Fe-MIL101 in aqueous solution 54
- *Tran Ngoc Tuyen, Nguyen Duc Vu Quyen, Ha Thi Thu Hoai, Nguyen Thanh Tan, Huynh Thi Minh Thanh*

10- Study on the preparation of activated carbon from coffee husk toward the adsorption of dye in aqueous solution 61
- *Ta Huu Son, Le Van Khu, Luong Thi Thu Thuy*

11- Study on building Sylop graph of H_2S after activated carbon layer 67
- *Bui Van Tai, Hoang Trung Hieu*

12- Research on column adsorption of Pb^{2+} by hydroxyapatite granules 71
- *Le Thi Duyen, Le Thi Phuong Thao, Do Thi Hai, Vo Thi Hanh, Pham Tien Dung, Pham Thi Nam, Nguyen Thi Thom, Cao Thi Hong, Le Thi Sau, Dinh Thi Mai Thanh*

13- Synthesis, structural characterization and adsorption capacity of H-δ-MnO_2 80
- *Dang Thi To Nu, Nguyen Thi My Duyen, Cao Van Hoang, Nguyen Thi Lieu, Nguyen Phi Hung*

14- Study on catalyst based on CuO modified with Boron applied for selective oxidation of propylene to acrolein 86
- *Pham Thi Mai Phuong, Vu Quoc Quan, Le Minh Thang*

15- Immobilization of glucose oxidase onto core-shell structure materials Fe_3O_4NP@SiO_2 and testing it's catalytic activity 92
- *Hoang Ngoc Anh Nhan, Nguyen Ba Trung*

16- Preparation of bio-char from Acacia Sawdust and Sugarcane bagasse for Solid acid Catalyst Fabrication 98
- *Le Quang Dien, Nguyen Trung Thanh, Nguyen Thanh Long, Nguyen Thi Nhi, Nguyen Minh Chau, Nguyen Hoang Chung*

17- Synthesis of alkanolamide nonionic surfactant using used cooking oil 105
- *Tran Thi Thanh Ngoc, Nguyen Thanh Nhat, Bui Tan Nghia*

18- Mathematical model and simulation of a heterogeneous catalytic reactor for reforming process of heavy gasoline 111
- *Nguyen Huu Duong, Vu Hong Thai*

19- Synthesis of adsorbed materials from Bentonite Co Dinh – Thanh Hoa, Application for removal of ammonium in water treatment 116
- *Truong Quoc Anh, Mai Van Tien, Bui Thi Thu*

20- Study on preparation of nano-ZIF-67 in ethanol 122
- *Le Van Duong, Dinh Quang Toan, Pham Thu Huong, Le Ngoc Duong, Nguyen Thi Xuan, Ninh Thi Phuong, Ta Ngoc Don*

21- Hydropolymerization of ethylene - A future manufacture of fuel production 128
- *Nguyen Quang Minh, Dao Quoc Tuy*

Vietnam Journal of Catalysis and Adsorption
Tạp chí xúc tác và hấp phụ Việt Nam

http://chemeng.hust.edu.vn/jca/

Tổng hợp và tính chất xúc tác quang của composite từ tính Fe_3O_4–ZnO
Synthesis and photocatalytic activity of magnetic Fe_3O_4–ZnO composite

Trần Thị Phương Hồng[1], Nguyễn Thị Hồng Nhung[1], Nguyễn Văn Kim[1], Nguyễn Thị Việt Nga[1], Võ Viễn[1,2]*

[(1)] Khoa Hóa, [(2)] Viện Nghiên cứu ứng dụng khoa học và công nghệ
Trường Đại học Quy Nhơn - 170 An Dương Vương, Quy Nhơn, Bình Định
**Email: vovien@qnu.edu.vn*

ARTICLE INFO

Received: 16/5/2018
Accepted: 28/5/2018

Keywords:
Fe_3O_4,
composite ZnO–Fe_3O_4,
rhodamin B,
ánh sáng nhìn thấy,
quang xúc tác

ABSTRACT

Magnetic Fe_3O_4-ZnO composite was synthesized by combining green chemistry method and hydrothermally technique, in which ZnO was hydrothermally grown in the presence of Fe_3O_4 formerly prepared using green tea extract as a reducing agent and $Fe(NO_3)_3$. For comparison, Fe_3O_4 and ZnO were prepared. The as-prepared samples were characterized by X-ray diffraction, infrared spectroscopy, scanning electron microscopy, energy-dispersive X-ray spectroscopy, UV-visible diffuse reflectance spectroscopy. The results show that the Fe_3O_4-ZnO composite contains two components ZnO and Fe_3O_4, and can absorb more visible light than ZnO. The photocatalytic activity of Fe_3O_4-ZnO composite was assessed by degradation of Rhodamine B (RhB) under visible light, shows that the composite exhibits the higher activity compared to the single component, ZnO and Fe_3O_4. This result can be believed enhancement of electron transfer on the surface of photocatalyst via Fe(II)-Fe(III) pair of Fe_3O_4. A mechanism for photocatalytic degradation of RhB on the composite was proposed. Using the magnetic property of composite for recovery of photocatalyst in reaction mixtures was demonstrated.

Mở đầu

Cùng với sự phát triển công nghiệp và gia tăng dân số, ô nhiễm môi trường ngày càng trở nên trầm trọng. Vì thế, xử lí ô nhiễm môi trường một cách hiệu quả là một vấn đề thách thức ở mức độ toàn cầu. Các phương pháp xử lý môi trường được nghiên cứu rộng rãi và đạt được nhiều kết quả tốt, trong đó có các phương pháp phổ biến như sinh học, vật lí và hóa học. Gần đây, một phương pháp hấp dẫn các nhà khoa học trong xử lý các chất hữu cơ khó phân hủy bằng cách sử dụng vật liệu xúc tác quang bán dẫn. Trong số các chất bán dẫn được công bố đến nay, oxit kim loại được nghiên cứu nhiều nhất do tính bền hóa học, quang hóa, ít độc hại và giá thành rẻ [1]. Trong số các oxit, TiO_2 và ZnO được quan tâm nhiều nhất [2]. Riêng ZnO được biết đến như một ứng viên tiềm năng cho phản ứng quang xúc tác do nó hoạt động quang xúc tác cao, tính năng tương thích môi trường, chi phí tương đối thấp và do đó được sử dụng nhiều trong xử lý nước thải [3, 4].

Xúc tác dị thể có ưu điểm là khả năng thu hồi và tái sử dụng chất xúc tác. Phương pháp thu hồi luôn được quan tâm, do liên quan đến tính kinh tế và tiện ích trong thí nghiệm cũng như triển khai thực tiễn. Với các chất xúc tác dạng bột phân tán trong chất lỏng có ưu điểm là hoạt tính cao nhưng khó tách chất xúc tác. Phương pháp tách truyền thống có giá thành cao, bất tiện và có thể dẫn đến ô nhiễm thứ cấp do mất chất xúc tác [5]. Gần đây, các nghiên cứu chỉ ra rằng, vật liệu xúc tác quang từ tính cung cấp một phương pháp mới

để tách và tái chế các chất xúc tác nhờ sử dụng từ trường bên ngoài [6]. Cho đến nay, hầu hết các chất quang xúc tác từ tính có hai phần: một phần từ tính (γ-Fe_2O_3 hoặc Fe_3O_4) với chức năng tách thông qua từ trường ngoài; phần thứ hai là chất hoạt động với chức năng xúc tác quang phân hủy các chất hữu cơ gây ô nhiễm, chẳng hạn như SnO_2 [7], ZnO [8] hoặc TiO_2 hạt nano [9]. Những chất xúc tác dị thể này đã được chứng minh là có khả năng thu hồi và tái chế rất đơn giản, hiệu quả [9]. Ví dụ, các hạt cấu trúc lõi Fe_3O_4/Ag/SnO_2 có thể được thu hồi bằng cách sử dụng một từ trường ngoài và hiệu quả quang xúc tác của chúng vẫn có thể duy trì ở mức 95,74%, thậm chí sau tám chu kỳ sử dụng [7]. Do đó, phát triển các xúc tác quang từ tính với khả năng thu hồi và tái sử dụng hiệu quả là vấn đề đang được đặt ra trong lĩnh vực quang xúc tác [10].

Trong bài báo này, một vật liệu composite từ tính ZnO-Fe_3O_4 được tổng hợp, trong đó Fe_3O_4 được tổng hợp bằng phương pháp hóa học xanh và sau đó ZnO được tổng hợp thủy nhiệt trong sự có mặt của Fe_3O_4. Composite được đánh giá hoạt tính xúc tác quang và khả năng thu hồi chất xúc tác bằng từ trường ngoài cũng được nghiên cứu.

Thực nghiệm

2.1. Hóa chất

Các hóa chất chính sử dụng trong nghiên cứu này là NaOH 99,0% (Merck, Germany); $Fe(NO_3)_3.9H_2O$ 98,5% (Xilong Chemical Co.,Ltd, Trung Quốc); $Zn(CH_3COO)_2.2H_2O$ 99,0% Xilong Chemical Co.,Ltd, Trung Quốc); ethanol 99,5% (Công ty Cổ phần hóa chất Việt Nam); rhodamin B ≥ 95,0% (Merck, Germany).

2.2. Phương pháp tổng hợp mẫu

2.2.1. Tổng hợp vật liệu Fe_3O_4

Chọn 18 gam lá chè xanh, non, rửa sạch, cắt nhỏ và cho vào 150 mL nước, đun ở nhiệt độ 90 ^oC khoảng 20 phút, sau đó lọc, thu được dung dịch A. Cho 25 mL dung dịch A vào 50 mL dung dịch $Fe(NO_3)_3$ 0,03M được dung dịch B. Gia nhiệt dung dịch B ở 60 ^oC trong 20 phút. Để nguội, điều chỉnh pH của dung dịch B bằng dung dịch NaOH 1M đến 6. Ly tâm và rửa mẫu thu được bằng ethanol, cô cạn mẫu ở 80 ^oC trên bếp điện gia nhiệt trong 1 giờ. Mẫu thu được ký hiệu là Fe_3O_4.

2.2.1. Tổng hợp vật liệu Fe_3O_4–ZnO và ZnO

Cân 0,5 gam kẽm axetat cho vào cốc 100 mL, thêm 25 mL ethanol, siêu âm hỗn hợp khoảng 5 phút. Thêm 0,05g Fe_3O_4 vào hỗn hợp trên, tiếp tục siêu âm khoảng 10 phút. Sử dụng dung dịch NaOH 0,25 M trong ethanol để điều chỉnh hỗn hợp trên đến pH = 8. Chuyển hỗn hợp vừa điều chỉnh pH vào bình teflon tiến hành thủy nhiệt ở 90 ^oC trong 12 giờ. Sau đó, li tâm để tách phần rắn, rửa vật liệu thu được bằng ethanol 3 lần, sấy ở 80 ^oC đến khô. Mẫu tổng hợp được ký hiệu là Fe_3O_4–ZnO.

Một mẫu ZnO cũng được tổng hợp để so sánh với phương pháp tổng hợp hoàn toàn tương tự vật liệu composite nhưng không có mặt Fe_3O_4.

2.3. Phương pháp đặc trưng

Nhiễu xạ tia X (XRD) của các mẫu được đo trên máy Brucker D8 Advance, ống phát tia X bằng Cu có bước sóng λ = 1,540 Å, điện áp 30kV, cường độ dòng ống phát 0,01A. Phổ hồng ngoại được ghi trên phổ kế IRAffinity-1S (Shimadzu) trong khoảng 400 đến 4000 cm^{-1}. Phổ tán xạ năng lượng tia X (EDS) và ảnh hiển vi điện tử quét (SEM) được đo trên máy Nova Nano SEM 450. Phổ phản xạ khuếch tán tử ngoại khả kiến (UV-Vis-DRS) trạng thái rắn của mẫu được đo trên máy GBC Instrument–2885. Nồng độ rhodamin B (RhB) của các mẫu dung dịch sau phản ứng được xác định bằng phương pháp đo quang trên máy UV–Vis Jenway 6800 của Anh.

2.4. Đánh giá hoạt tính xúc tác quang

2.4.1. Hấp phụ

Cân 0,01 gam vật liệu cho vào 80 mL dd RhB (10 mg/L), khuấy trong bóng tối, sau mỗi 30 phút lấy ra 8 mL dung dịch mẫu li tâm. Tiến hành trong 4 giờ, đo quang xác định thời gian đạt cân bằng hấp phụ. Thời điểm đạt cân bằng hấp phụ – giải hấp phụ (1 giờ đối với Fe_3O_4 và ZnO; 2 giờ đối với composite Fe_3O_4–ZnO).

2.4.2. Xúc tác

Cho 0,01 gam vật liệu vào 80 mL dung dịch RhB (10 mg/L), tiến hành khuấy trong bóng tối đến thời điểm đạt cân bằng hấp phụ – giải hấp phụ (1 giờ với Fe_3O_4 và ZnO, 2 giờ với các composite), sau đó lấy 8 mL mẫu đem li tâm, đo quang xác định nồng độ (kí hiệu là C_0). Chiếu sáng dung dịch phản ứng với đèn dây tóc 60W – 220V, sau mỗi giờ. Lấy 8 mL hỗn hợp phản ứng, li tâm, kí hiệu C_i với i = 1 đến 7. Đo quang để xác định nồng độ C_i. Nồng độ RhB trong các mẫu dung dịch sau phản

ứng ở các thời điểm khác nhau được xác định bằng phương pháp đo quang trên máy UV-Vis Jenway 6800. Để xác định nồng độ RhB, đường chuẩn được thiết lập bởi mối quan hệ độ hấp thụ theo nồng độ trên máy UV-vis Jenway 6800 tại bước sóng khoảng 553 nm. Hiệu suất xúc tác của vật liệu được xác định theo công thức:

$$H = \frac{C_0 - C_i}{C_0} \times 100\%$$

trong đó, C_o là nồng độ đầu tại thời điểm đạt cân bằng hấp phụ và C_i là nồng độ tại thời điểm khảo sát.

Kết quả và thảo luận

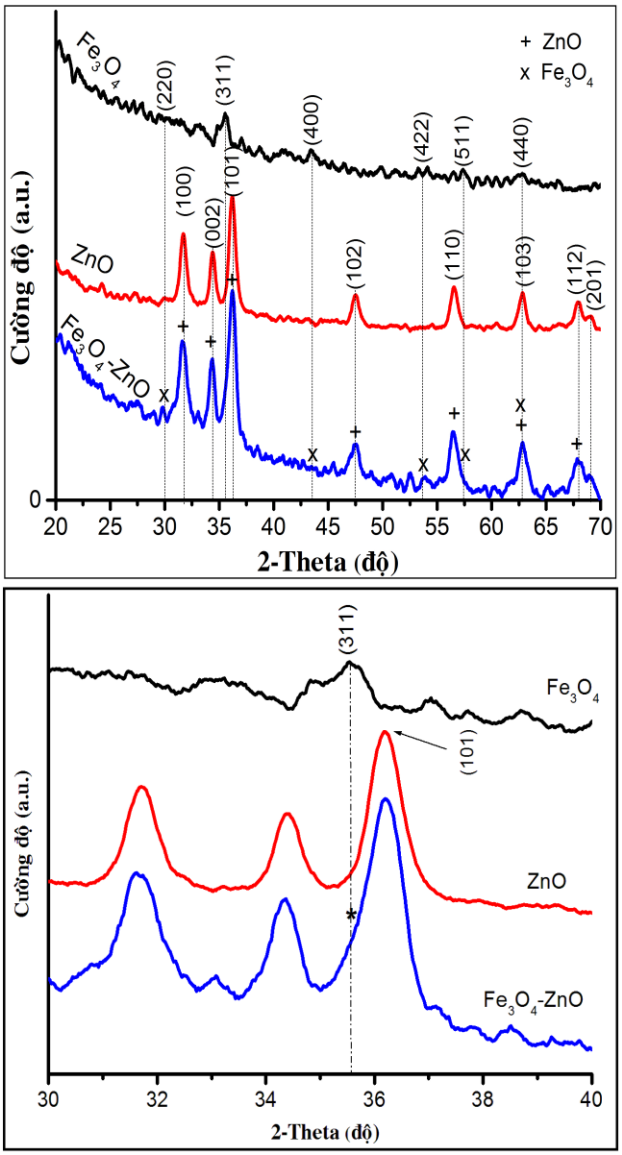
3.1. Đặc trưng vật liệu

3.1.1. XRD

Giản đồ XRD của các mẫu vật liệu được trình bày ở Hình 1. Có thể nhận thấy, nhiễu xạ của Fe_3O_4 có các pic tại các giá trị 2θ = 30,11; 35,57; 43,22; 53,68; 57,47 và 62,90° lần lượt tương ứng với các mặt nhiễu xạ (220), (311), (400), (422), (511) và (440) [11, 12]. Tuy nhiên, cường độ nhiễu xạ của các pic là không mạnh. Đây có thể là đặc điểm thường thấy đối với các vật liệu có kích thước Fe_3O_4 nano. Dựa vào công thức Scherrer:

$$D = \frac{0,89.\lambda}{\beta.\cos\theta}$$

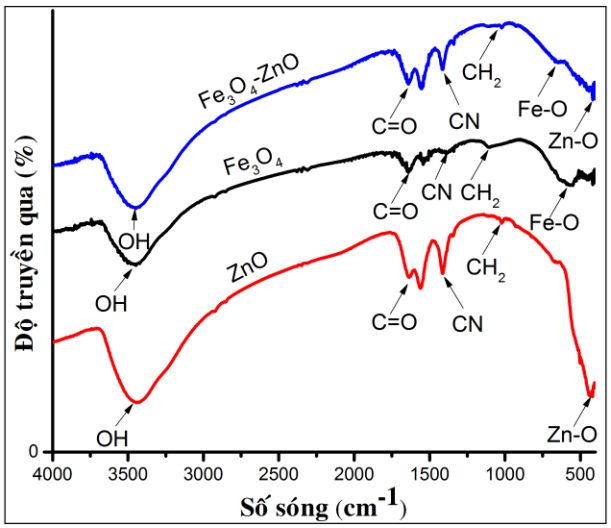
trong đó, D là kích thước trung bình của tinh thể Fe_3O_4, λ = 1,540 Å; β là độ rộng bán phổ (FWHM), θ (tính theo độ) là góc nhiễu xạ ứng với mặt (311), có thể tính được kích thước tinh thể trung bình của Fe_3O_4 khoảng 50 nm. Đối với mẫu ZnO, xuất hiện các pic rất đặc trưng tại các giá trị 2θ = 31,67°; 34,31°; 36,17°; 47,57°; 56,54°; 62,81°; 67,94° và 69,11° ứng với mặt nhiễu xạ (100), (002), (101), (102), (110), (103), (112) và (201). Kết quả này phù hợp với các công trình đã được công bố [13, 14]. Điều đáng lưu ý, hình này còn cho thấy giản đồ của mẫu composite Fe_3O_4–ZnO có đầy đủ hệ thống của các pic nhiễu xạ tương ứng với ZnO. Riêng đối với sự đóng góp cấu tử Fe_3O_4, giản đồ XRD trong khoảng 2 theta từ 30 đến 40° cũng được trình bày trong hình 1 (phần dưới). Pic tương ứng với mặt (311) của Fe3O4 có thể bị che phủ bởi pic tương ứng với mặt (101) của ZnO và có thể làm cho chân của pic này bị giãn ra tại vị trí được đánh dấu (*) trong hình dưới của Hình 1. Hiện tượng này có thể do Fe_3O_4 có cường độ XRD bé. Mặc dù vậy, kết quả này chứng tỏ composite Fe_3O_4–ZnO bao gồm hai cấu tử Fe_3O_4 và ZnO.



Hình 1: Giản đồ XRD của các mẫu vật liệu: hình trên (từ 20-70°), dưới (từ 30-40°)

3.1.3. Phổ IR

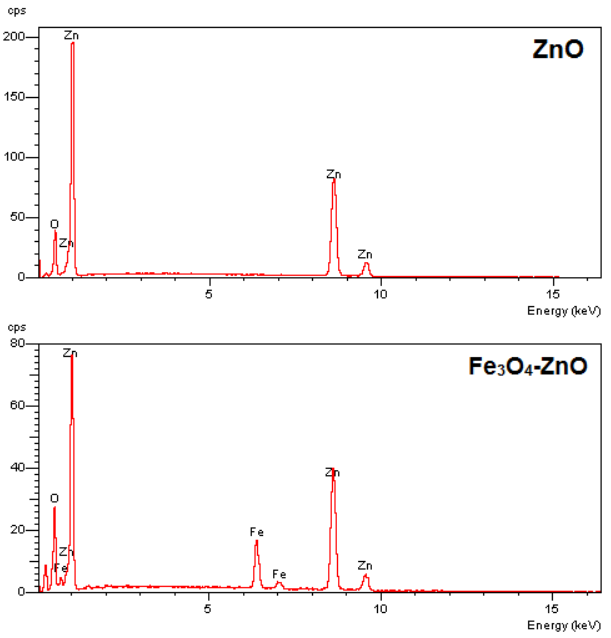
Liên kết hóa học trong các mẫu vật liệu ZnO, Fe_3O_4 và composite Fe_3O_4–ZnO được đặc trưng bởi phổ IR, kết quả được trình bày ở Hình 2. Trong mẫu composite Fe_3O_4–ZnO đều xuất hiện dao động của các chất thành phần, cụ thể pic ở số sóng 436 cm^{-1} là dao động của liên kết Zn–O [15], ở số sóng 572 cm^{-1} dao động của liên kết Fe–O [16]. Ngoài ra, còn có một số dao động của các nhóm chức có trong thành phần của lá chè xanh ứng với pic ở số sóng 1051 cm^{-1} là dao động của liên kết C–H trong nhóm -CH_2- [17], pic ở số sóng ở 1410 cm^{-1} là dao động của liên kết C–N [17, 18], pic ở số sóng 1651 cm^{-1} là dao động của liên kết C=O [17].



Hình 2: Phổ IR của các mẫu vật liệu

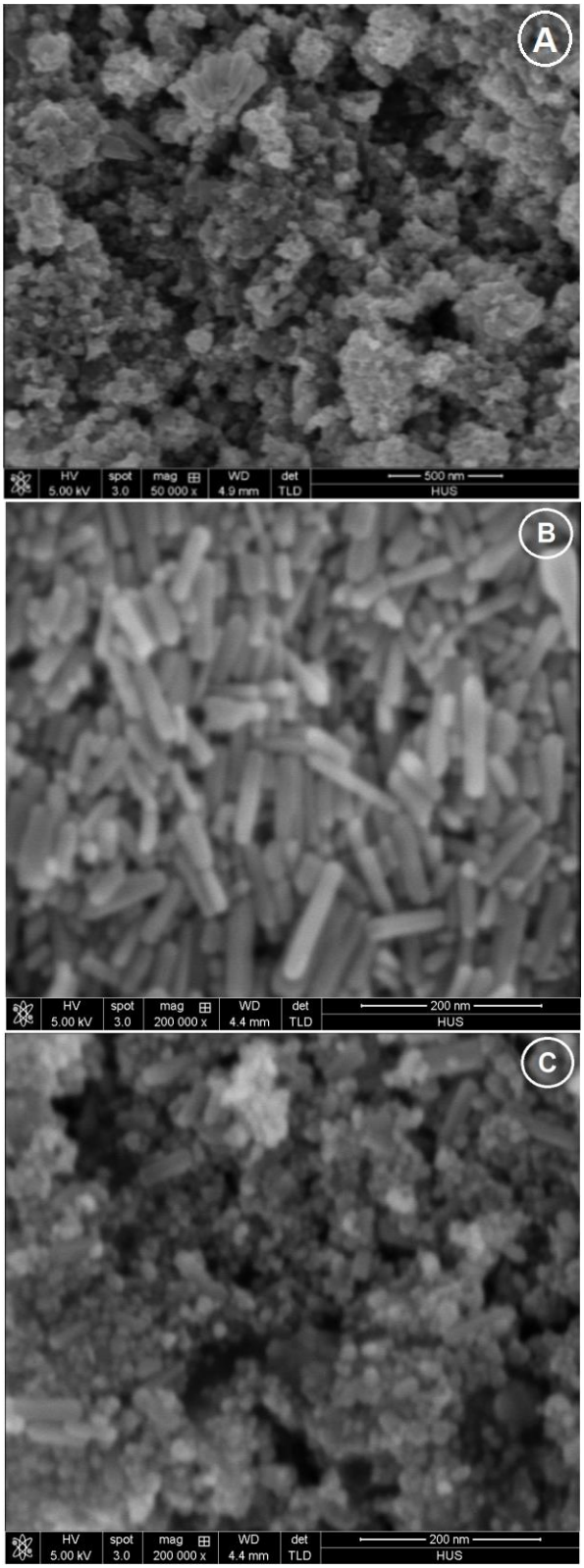
3.1.2. Ảnh SEM và EDS

Phổ EDS của các mẫu được trình bày ở Hình 3.



Hình 3: Phổ EDS của các mẫu

Trên Hình 3, mẫu ZnO có sự hiện diện đầy đủ các nguyên tố thành phần Zn và O, trong đó, nguyên tố Zn ứng với mức năng lượng khoảng 1,1; 8,7 và 9,6 keV; nguyên tố O ở vùng năng lượng khoảng 0,5 keV [19, 20]. Cũng theo phương pháp này, thành phần nguyên tố của ZnO cũng được xác định, dữ liệu này là khá phù hợp với thành phần nguyên tố ứng với công thức hóa học của ZnO (tương ứng với tỉ lệ nguyên tử Zn:O = 1:1). Khác với mẫu ZnO, trong composite Fe_3O_4–ZnO đã có sự xuất hiện của nguyên tố Fe khá đặc trưng, tương ứng với các mức năng lượng 0,7; 6,4 và 7,1 KeV [21]. Ảnh SEM của các mẫu vật liệu được trình này ở Hình 4.

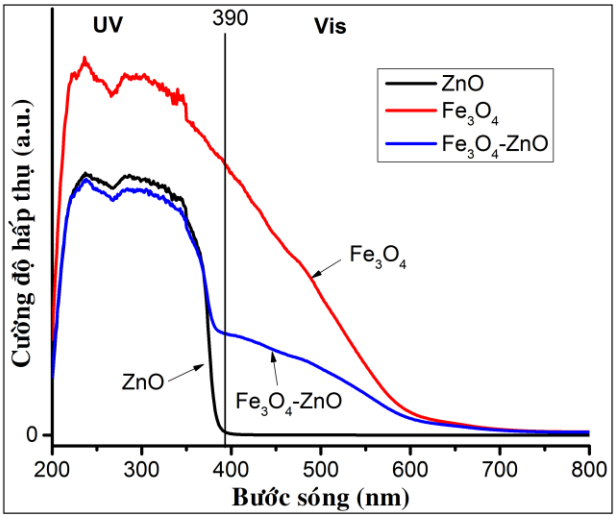


Hình 4: Ảnh SEM của các mẫu Fe_3O_4 (A), ZnO (B) và Fe_3O_4–ZnO (C)

Kết quả cho thấy vật liệu Fe_3O_4 (Hình 4A) có dạng hạt hình cầu với kích thước khoảng 50 nm. Ảnh SEM của mẫu ZnO (Hình 4B) là các tinh thể hình que kích thước nano (nanorod), có đường kính khoảng 20 – 25 nm, chiều dài khác nhau, ước tính từ 40 – 150 nm. Hình ảnh SEM của composite (Hình 4C) là sự phủ trên hoặc xen kẻ giữa các tinh thể hình que nano (ZnO) là các tinh thể hình cầu (Fe_3O_4). Như vậy, đặc trưng EDS và SEM là những minh chứng thêm cho sự tổng hợp thành công vật liệu composite Fe_3O_4–ZnO.

3.1.5. UV-Vis-DRS

Sự hấp thụ ánh sáng của vật liệu được đặc trưng bằng phương pháp UV–Vis–DRS. Kết quả được trình bày ở Hình 5.

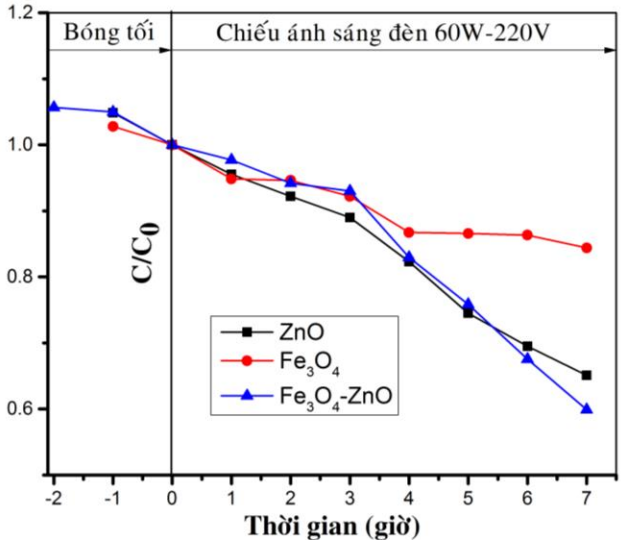


Hình 5: Phổ UV-Vis-DRS của các mẫu vật liệu

Hình này cho thấy, bờ hấp thụ ánh sáng của vật liệu ZnO nằm hoàn toàn trong vùng tử ngoại (vùng có bước sóng < 390 nm), vật liệu Fe_3O_4 có bước sóng trải dài từ vùng tử ngoại kéo dài đến vùng khả kiến ứng với bước sóng 600 nm. Vật liệu composite có bước nhảy từ vùng tử ngoại giống với ZnO sang vùng khả kiến đến bước sóng gần bằng 600 nm tương ứng với Fe_3O_4. Kết quả này cho thấy vùng hấp thụ ánh sáng của vật liệu composite đã có sự cải thiện đáng kể so với ZnO nano. Tóm lại, tất cả các đặc trưng trên đều chứng minh vật liệu composite Fe_3O_4–ZnO đã được tổng hợp thành công.

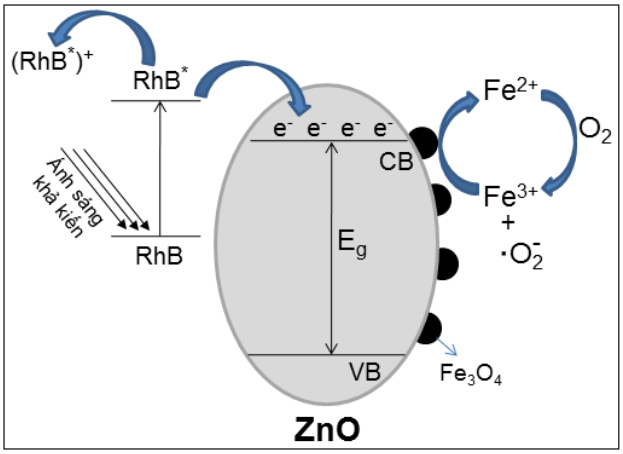
3.2. Đánh giá hoạt tính xúc tác quang

Kết quả đánh khả năng hấp phụ và hoạt tính xúc tác của các vật liệu được trình bày ở Hình 6. Kết quả cho thấy, vật liệu composite Fe_3O_4–ZnO có khả năng xúc tác tốt hơn so với hai cấu tử riêng lẻ, ZnO và Fe_3O_4, mặc dù sự khác nhau so với ZnO không nhiều.



Hình 6: Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc C/C_0 của RhB (nồng độ 10 mg/L) theo thời đạt cân bằng hấp phụ - giải hấp phụ, và thời gian chạy xúc tác

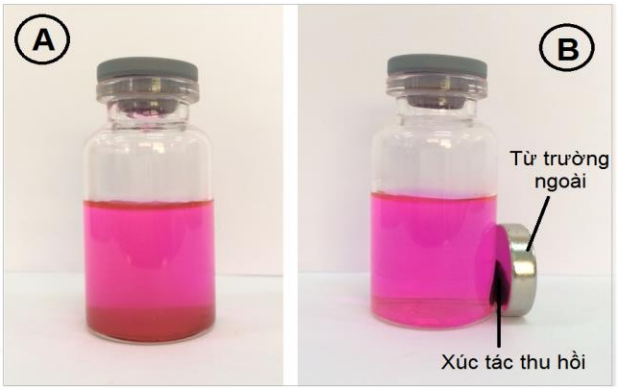
Trên cơ sở một số tài liệu đã công bố [22, 23, 24], cơ chế phản ứng xúc tác quang của composite Fe_3O_4–ZnO được trình bày ở Hình 7.



Hình 7: Cơ chế đề nghị sự phân hủy RhB trên composite Fe_3O_4–ZnO

Trong cơ chế này, Fe_3O_4 đóng vai trò làm tăng hoạt tính bề mặt của pha quang xúc tác (ZnO) trong vật liệu xúc tác quang từ tính Fe_3O_4–ZnO, do đó làm tăng khả năng tạo gốc anion $\cdot O_2^-$, đây là tác nhân có tính oxi hóa mạnh, không chọn lọc, phân hủy mạnh các chất hữu cơ. Vì thế, hiệu suất phân hủy RhB của vật liệu Fe_3O_4–ZnO tăng so với các vật liệu thành phần.

Như đã trình bày trong phần Mở đầu, ưu điểm của vật liệu có tính chất từ làm xúc tác quang là khả năng tách bằng từ trường ngoài. Để minh chứng cho nhận định này, việc tách Fe_3O_4–ZnO ra khỏi dung dịch RhB sau khi chạy xúc tác bằng từ trường ngoài được trình bày ở Hình 8. Kết quả cho thấy, xúc tác từ tính Fe_3O_4–ZnO bị hút hoàn toàn về phía nam châm vĩnh cửu. Đây là sự khác biệt giữa vật liệu xúc tác quang từ tính (Fe_3O_4–ZnO) với các loại vật liệu xúc tác quang thông thường khác. Nhờ tính chất từ này mà việc thu hồi xúc tác trở nên dễ dàng và đơn giản hơn.



Hình 8: Dung dịch RhB trước (A) và sau (B) thu hồi xúc tác Fe_3O_4–ZnO bằng từ trường

Kết luận

1. Đã tổng hợp được vật liệu từ tính composite Fe_3O_4–ZnO, trong đó, Fe_3O_4 được tổng hợp bằng phương pháp hóa học xanh với chất khử là thành phần được chiết xuất từ lá chè xanh. Các đặc trưng XRD, IR, SEM, EDS đã minh chứng cho sự tạo thành composit Fe_3O_4–ZnO.

2. Vật liệu từ tính gồm 2 phần, một phần có tính từ là Fe_3O_4, phần thứ hai có vai trò quang xúc tác là ZnO. Với tính năng từ tính, vật liệu composite Fe_3O_4–ZnO có thể dễ dàng được thu hồi từ hỗn hợp phản ứng bằng từ trường ngoài. Về tính năng quang xúc tác, vật liệu composite có hoạt tính xúc tác cao hơn hai chất hợp phần Fe_3O_4 và ZnO tuy không nhiều.

3. Cơ chế xúc tác quang phân hủy rhodamin B dưới điều kiện ánh sáng khả kiến cũng được đề nghị. Theo đó, Fe_3O_4 đóng vai trò như một chất tăng hoạt tính bề mặt giúp quá trình chuyển electron hiệu quả hơn.

Lời cảm ơn. Các tác giả chân thành cảm ơn tổ chức The World Academy of Sciences đã tài trợ kinh phí để thực hiện công trình này qua dự án (Grant 16-496 RG/CHE/AS_G – FR3240293298).

Tài liệu tham khảo

1. S. Ahmed, M. G. Rasul, R. Brown, M. A. Hashi, Journal of Environmental Management, 92, (2011), p. 311–330.
2. M. Azarang, A. Shuhaimi, R. Yousefi, S. P. Jahromi, RSC Adv., 5, (2015), p. 21888–21896.
3. S. M. Jilani, P. Banerji, ACS Appl. Mater. Interfaces, 6, (2014), p. 16941–16948.
4. M. Azarang, A. Shuhaimi, R. Yousefi, A. M. Golsheikh, M. Sookhakian, Ceram. Int., 40, (2014), p. 10217–10221.
5. J.F. Guo, B.W. Ma, A.Y. Yin, K.N. Fan, W.L. Dai, Appl. Catal. B, 101, (2011),p. 580–586.
6. M. Cano, K. Sbargoud, Green Chem., 14 (2012), p. 1786–1795.
7. L.L. Sun, W. Wu, S.L. Yang, J. Zhou, M.Q. Hong, X.H. Xiao, F. Ren, C.Z. Jiang, ACS Appl. Mater. Interfaces, 6, (2014), p. 1113–1124.
8. X.H. Feng , H.J. Guo , K. Patel , H. Zhou, X. Lou, Chem. Eng. J., 244, (2014), p. 327–334.
9. R. Chalasani, S. Vasudevan, ACS Nano, 7, (2013), p. 4093–4104.
10. W. Wu, C.Z. Jiang, V.A.L. Roy, Nanoscale, 7, (2015), p. 38–58.
11. L. Zhuang, W. Zhang, Y. Zhao, H. Shen, H. Lin, J. Liang, Scientific reports, 5, (2015), p. 1–6.
12. J. Wang, B. Chen, N. Jin, G. Xia, Y. Chen, Y. Zhou, X. Cai, J. Ding, X. Li, and X. Wang, Int J Nanomedicine., 6, (2011), p. 605–610.
13. M.J. Akhtar, M. Ahamed, S. Kumar, M.M. Khan, J. Ahmad, S.A. Alrokayan, Int J Nanomedicine., 7, (2012), p. 845-857.
14. A. Khorsand Zak, R. Razali, W.H. Abd Majid, Majid Darroudi, International Journal of Nanomedicine, 6, (2011), p. 1399–1403.
15. S. P. Prakoso, R. Saleh, Materials Sciences and Applications, 8 (3), (2012), p. 530–537.
16. H. Veisia, A. Sedrpoushan, B. Maleki, M. Hekmati, M. Heidari, and S. Hemmati, Appl. Organometal. Chem., 29, (2015), p. 834–839.
17. Z. Xu, L. Ding, Y. Long, L. G. Xu, L. Wang, C. Xu, Anal. Methods, 3, (2011), p. 1737.
18. M. Kim, S. Hwang, J.-S. Yu, J. Mater. Chem., 17, (2007), p. 1656–1659.
19. P. Wang, H. Du, S. Shen, M. Zhang, B. Liu, Nanoscale Research Letters, 7, (2012), p. 176–180.
20. S. S. Kumar, P. Venkateswarlu, V. R. Rao, G. N. Rao, International Nano Letters, 3, (2013), p. 30–36.
21. M. B. Gawande, A. Velhinho, I. D. Nogueira, C. A. A. Ghumman, O. M. N. D. Teodoro, P. S. Branco, RSC Adv., 2, (2012), p. 6144–6149.
22. S. Kuriakose, V. Choudhary, B. Satpati, S. Mohapatra, Beilstein J. Nanotechnol., 5, (2014), p. 639–650.
23. X. Feng, H. Guo, K. Patel, H. Zhou, X. Lou, Chemical Engineering Journal, 244, (2014), p. 327–334.
24. S. Feizpoor, A. Habibi-Yangjeh, Journal of Colloid and Interface Science, 524, (2018), p. 325–336.