



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ TÀI NGUYÊN VỚI PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Hà Nội, 11 - 11 - 2022

ERSD 2022



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

Toàn bộ thông tin khoa học về hội nghị được tích hợp vào Website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <http://ersd.humg.edu.vn/>.

Ban tổ chức xin trân trọng cảm ơn Trường Đại học Mở - Địa chất, với tư cách là đơn vị đăng cai tổ chức Hội nghị, cùng các đơn vị đồng tổ chức đã hợp tác chặt chẽ và góp phần quan trọng vào việc tổ chức Hội nghị này. Cảm ơn các nhà khoa học và nhà chuyên môn đã đóng góp các công bố khoa học có giá trị cho Hội nghị. Ban tổ chức cũng đánh giá cao sự nỗ lực của các chuyên gia đọc bài đã có nhiều nỗ lực và đóng góp để nâng cao chất lượng khoa học của các báo cáo, góp phần quan trọng vào thành công của hội nghị này.

Ban tổ chức mong muốn tiếp tục nhận được sự hợp tác chặt chẽ và góp ý chân thành của các đơn vị và cá nhân đối với việc chuẩn bị và tổ chức hội nghị, chất lượng báo cáo, biên tập, và xuất bản kỷ yếu hội nghị nhằm nâng cao chất lượng của các hội nghị tiếp theo, góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững của hoạt động nghiên cứu khoa học và trao đổi học thuật thuộc các lĩnh vực Khoa học Trái đất và Tài nguyên và các lĩnh vực khoa học khác có liên quan.

Hà Nội, tháng 11 năm 2022
THAY MẶT BAN TỔ CHỨC

GS.TS Trần Thanh Hải

Thống kê R trong bài toán kiểm định tham số <i>Phạm Ngọc Anh</i>	1106
The experience of organizing EFL online teaching <i>Nguyen Thi Nguyet Anh</i>	1111
Đặc trưng dao động cưỡng bức của hệ lò xo - khối lượng trong mặt phẳng có tính đến ma sát với hiệu ứng Stribeck <i>Phạm Ngọc Chung, Nguyễn Như Hiếu</i>	1117
Tổng quan về một số phương pháp chế tạo vật liệu bán dẫn hệ thấp chiều <i>Nguyễn Xuân Chung</i>	1123
Nghiên cứu tổng hợp và đặc trưng tính chất vật liệu hydroxit lớp kép Zn-Al <i>Công Tiến Dũng, Phương Thảo, Lê Thị Phương Thảo</i>	1128
Tổng hợp và nghiên cứu khả năng bảo vệ chống ăn mòn thép CT3 của màng phủ polypyrrole trong môi trường axit sulfuric <i>Phạm Tiến Dũng, Nguyễn Thị Kim Thoa, Hà Mạnh Hùng</i>	1134
Nghiên cứu khả năng hấp phụ Ni^{2+} bằng hydroxyapatit tổng hợp <i>Lê Thị Duyên, Hoàng Thanh Bình, Trần Thị Thu Hương, Nguyễn Việt Hùng, Lê Thị Phương Thảo, Võ Thị Hạnh, Đỗ Thị Hải, Nguyễn Thị Thu Hiền, Phạm Tiến Dũng, Công Tiến Dũng, Đinh Thị Mai Thanh</i>	1141
Mô hình hóa và thiết lập hệ phương trình chuyển động cho robot song song 3RRR có khâu đàn hồi <i>Đinh Công Đạt</i>	1147
Nghiên cứu quy trình chiết xuất L-tetrahydropalmitine trong cây Bình Vôi chữa bệnh mất ngủ <i>Nguyễn Thu Hà, Vũ Duy Thịnh</i>	1153
Common errors in using English collocations by students at Hanoi University of Mining and Geology <i>Le Thi Thuy Ha, Dang Thanh Mai</i>	1157
Tính chất quang học của hệ exciton trong trạng thái ngưng tụ <i>Đỗ Thị Hồng Hải, Nguyễn Xuân Chung, Hồ Quỳnh Anh</i>	1161
Nghiên cứu khả năng xử lý ion Ni^{2+} trong nước bằng vật liệu tự nhiên sericit ở mỏ Sơn Bình, Hà Tĩnh <i>Võ Thị Hạnh, Lê Thị Duyên, Nguyễn Mạnh Hà, Đỗ Thị Hải, Nguyễn Thị Thanh Thảo, Bùi Hoàng Bắc</i>	1167
Ước lượng xác suất đuôi của nghiệm mô hình CIR với nhiễu là chuyển động Brown phân thứ <i>Nguyễn Thu Hằng</i>	1173
Xây dựng thuật toán tiến cho bài toán quan sát đa mục tiêu MTT sử dụng HMM không tuần nhất <i>Nguyễn Thị Hằng</i>	1178
Ảnh hưởng của áp suất ngoài lên sự hình thành trạng thái điện môi exciton trong các hợp chất đất hiếm chalcogenide <i>Nguyễn Thị Hậu, Đỗ Thị Hồng Hải</i>	1184
Mối quan hệ giữa Glucocorticoid và tế bào tự diệt NK <i>Vũ Thị Minh Hồng, Phạm Tiến Dũng</i>	1190

Glucocorticoid và các tác động khi sử dụng <i>Vũ Thị Minh Hồng, Đỗ Thị Hải</i>	1196
Existence and asymptotic behavior of solutions to a class of semilinear degenerate parabolic equations with exponential nonlinearities <i>Nguyen Thi Hong, Dao Xuan Hung</i>	1202
Khả năng quang xúc tác và thu hồi của vật liệu tổ hợp $Ag_3PO_4/CoFe_2O_4$ <i>Nguyễn Mạnh Hùng, Đào Việt Thắng, Nguyễn Thị Diệu Thu, Hồ Quỳnh Anh</i>	1208
Tái sử dụng nước thải làng nghề tái chế nhôm bằng công nghệ màng <i>Nguyễn Việt Hùng, Nguyễn Hoàng Nam, Lê Thị Phương Thảo, Vũ Thị Minh Hồng Nguyễn Mạnh Hà</i>	1213
Dạng biên của hàm Squeezing gần điểm biên lồi tuyến tính <i>Nguyễn Thị Lan Hương</i>	1219
ESP teachers' roles at a technical university from teachers' perspectives <i>Duong Thuy Huong</i>	1224
Độ đo xác suất trên $C[0,1]$ <i>Nguyễn Thế Lâm</i>	1230
Điều kiện tối ưu cho bài toán cực tiểu <i>Nguyễn Thùy Linh</i>	1234
Cấu trúc lõi/vỏ và tính chất vật lý của vật liệu composite $(1-x)PbTiO_3/xCoFe_2O_4$ <i>Ngô Thị Cẩm Linh, Đào Việt Thắng</i>	1238
The application of teaching English as an international language for HUMG students <i>Dang Thanh Mai, Le Thi Thuy Ha, Vu Thanh Tam</i>	1243
Nghiên cứu nâng cao hiệu suất truyền năng lượng không dây sử dụng tấm vật liệu biến hóa có cấu trúc lục giác ở vùng MHz <i>Bùi Hữu Nguyễn, Vũ Đình Lâm, Đào Việt Thắng, Lê Đức Tuyên, Nguyễn Mạnh Hùng, Tống Bá Tuấn, Nguyễn Đức Khoát</i>	1247
Improving HUMG students' speaking skills through the English prosodic features <i>Nguyen Dao Ly Nhan Phuc</i>	1253
Why do we only need to one of the accuracy measures? <i>Le Bích Phương, Ha Huu Cao Trinh, Nguyen Thi Mai Hoa</i>	1258
Convexity of ROC curves <i>Le Bích Phương, Ha Huu Cao Trinh, Nguyen Thi Mai Hoa</i>	1262
Finite time stability of fractional-order neural networks with time-varying delay <i>Nguyen Truong Thanh</i>	1266
Techniques for teaching culture for non-English major college students <i>Nguyen Thi Thao</i>	1271
Đánh giá khả năng chống ăn mòn của lớp mạ tổ hợp Ni-TiO ₂ bằng phương pháp đo phổ tổng trở	

Lê Thị Phương Thảo, Nguyễn Thị Kim Thoa	1275
Ảnh hưởng của ion đất hiếm (Y^{3+} , Nd^{3+} , Sm^{3+}) lên cấu trúc tinh thể, tính chất quang học và tính chất từ của vật liệu $BiFeO_3$	
Đào Việt Thắng, Nguyễn Mạnh Hùng, Hồ Quỳnh Anh, Nguyễn Thị Diệu Thu	1280
Nghiên cứu cấu trúc tinh thể, tính chất sắt điện và sắt từ của vật liệu $Bi_{0,95}RE_{0,05}Fe_{0,975}Ni_{0,025}O_3$ (RE = La, Ho)	
Đào Việt Thắng, Nguyễn Mạnh Hùng, Hồ Quỳnh Anh, Nguyễn Thị Diệu Thu	1285
Nghiên cứu vai trò của cation kim loại chuyển tiếp và nhiệt động học của quá trình tạo phức	
Vũ Duy Thịnh, Nguyễn Thu Hà	1291
Nghiên cứu ảnh hưởng của lovastatin đến khả năng giải phóng lovastatin từ vật liệu tổ hợp chitosan/carrageenan	
Nguyễn Thị Kim Thoa, Vũ Quốc Mạnh, Hà Mạnh Hùng, Võ Thị Hạnh, Vũ Quốc Trung	1296
Kết quả nghiên cứu thành phần hóa học và đánh giá hoạt tính hạ đường huyết của loài Địa hoàng <i>Rehmannia glutinosa</i>	
Vũ Kim Thư, Công Tiến Dũng, Nguyễn Thị Thu Hiền, Nguyễn Thị Kim Thoa, Đỗ Thị Hải, Trương Thị Thanh Thủy	1303
Các hợp chất phenolic phân lập từ loài Sóc xéo <i>Glochidion obliquum</i> Decne	
Vũ Kim Thư, Nguyễn Thị Thu Hiền, Nguyễn Thị Kim Thoa	1309
Trải nghiệm ứng dụng Classkick trong dạy và học tiếng Anh trực tuyến tại trường Đại học Mở - Địa chất	
Trương Thị Thanh Thủy	1313
Tính tự chủ của sinh viên trong học tiếng Anh trực tuyến tại trường Đại học Mở - Địa chất	
Trương Thị Thanh Thủy	1318
Dao động tham số của hệ phi tuyến cấp ba có chứa ma sát Coulomb, ma sát động và cản nhớt cấp phân số	
Bùi Thị Thúy	1323
Bài toán dòng chảy một chiều đối xứng trục tới giếng khai thác	
Trần Thị Trâm	1329
Classifying the idioms concerning money according to their meanings	
Nguyen Hong Van	1334
Introducing new social media terminologies	
Nguyen Hong Van	1338
Tăng cường khả năng phát quang của vật liệu $YVO_4:Eu^{3+}$ ứng dụng trong y sinh	
Lê Thị Vinh, Hà Thị Phương, Hoàng Thị Khuyên, Nguyễn Thanh Hương, Phạm Thị Liên, Trần Thu Hương	1342
Kỹ thuật cộng gộp sóng mang trong truyền dẫn dữ liệu qua mạng di động 4G-LTE	
Tống Ngọc Anh, Hà Thị Chúc	1346
Thuật toán lọc sai số thô trong hệ thống đo ứng dụng công nghệ IOT Gateway	
Đặng Văn Chí, Nguyễn Thế Lực	1353

Khả năng quang xúc tác và thu hồi của vật liệu tổ hợp $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$

Nguyễn Mạnh Hùng*, Đào Việt Thắng, Nguyễn Thị Diệu Thu, Hồ Quỳnh Anh
Trường Đại học Mở - Địa chất

TÓM TẮT

Coban ferrit CoFe_2O_4 được chế tạo bằng phương pháp sol-gel. Sau đó, vật liệu tổ hợp $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ được chế tạo bằng phương pháp thủy nhiệt từ CoFe_2O_4 đã được tạo ra trước đó và các tiền chất AgNO_3 và Na_2HPO_4 . Cấu trúc và thành phần của vật liệu được khảo sát thông qua phép đo giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD) và phổ tán sắc năng lượng (EDS). Hình thái vật liệu được quan sát qua chụp ảnh hiển vi điện tử quét (SEM). Khả năng quang xúc tác và thu hồi của vật liệu $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ được đánh giá thông qua sự suy giảm nồng độ Rhodamine B trong dung dịch. Kết quả cho thấy, vật liệu tổ hợp tồn tại đồng thời hai pha cấu trúc của Ag_3PO_4 và CoFe_2O_4 . Quan sát thấy các hạt CoFe_2O_4 có kích thước 15-18 nm, bám trên các hạt Ag_3PO_4 kích 250-350 nm. Vật liệu tổ hợp $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ phân hủy 95,5% RhB sau 75 phút chiếu sáng và tỉ lệ thu hồi vật liệu đạt 84,3-92,5%.

Từ khóa: Bạc photphat; vật liệu tổ hợp; $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$; quang xúc tác; thu hồi bằng từ trường.

1. Mở đầu

Bạc photphat (Ag_3PO_4) được chú ý sau khi được phát hiện năm 2010 về khả năng quang xúc tác rất cao của nó (Yi, Ye et al. 2010). Khả năng ứng dụng của vật liệu này xuất phát từ các đặc trưng cấu trúc, hình thái bề mặt và năng lượng vùng cấm. Ag_3PO_4 có cấu trúc tinh thể dạng lập phương, thuộc nhóm không gian $P4-3n$. Trong cấu trúc này, mỗi nguyên tử P hay Ag đều liên kết với 4 nguyên tử O tạo thành các tứ diện PO_4 và AgO_4 , mỗi nguyên tử O liên kết với 3 nguyên tử Ag và 1 nguyên tử P xung quanh (Kahk, Sheridan et al. 2014, Botelho, Sczancoski et al. 2015). Đám mây điện tử lớn của PO_4^{3-} sẽ hút các lỗ trống và đẩy các điện tử làm phân tách các cặp điện tử-lỗ trống, tạo nên hiệu ứng quang xúc tác của vật liệu Ag_3PO_4 (Ma, Lu et al. 2011).

Do độ rộng vùng cấm hẹp, vật liệu Ag_3PO_4 có khả năng quang xúc tác rất cao trong quá trình tách O_2 từ nước cũng như phân hủy thuốc nhuộm hữu cơ khi được kích thích bằng ánh sáng khả kiến. Độ rộng vùng cấm của Ag_3PO_4 khoảng 2,36 eV nếu coi chuyển mức năng lượng là gián tiếp, còn trong trường hợp coi chuyển mức năng lượng là trực tiếp thì độ rộng vùng cấm khoảng 2,43 eV (Yi, Ye et al. 2010). Do vậy, Ag_3PO_4 có thể hấp thụ bức xạ với bước sóng nhỏ hơn 530 nm và mở rộng sang vùng ánh sáng khả kiến.

Gần đây, một vài nghiên cứu về vật liệu tổ hợp giữa Ag_3PO_4 và vật liệu từ đã được công bố. Việc tổ hợp Ag_3PO_4 với vật liệu từ, một mặt tạo ra quá trình chuyển điện tử, lỗ trống qua lại giữa Ag_3PO_4 và vật liệu từ dẫn đến giảm sự tái hợp các cặp điện tử-lỗ trống, từ đó làm tăng hiệu ứng quang xúc tác. Mặt khác, thành phần vật liệu từ trong cấu trúc tổ hợp làm cho vật liệu tổ hợp có thể được thu hồi bằng từ trường (Gan, Xu et al. 2016, Abroshan, Farhadi et al. 2018, Dong, Wang et al. 2018). Theo báo cáo của nhóm tác giả Abroshan (Abroshan, Farhadi et al. 2018), vật liệu tổ hợp $\text{Ag}_3\text{PO}_3/\text{MnFe}_2\text{O}_4$ (30 wt% MnFe_2O_4) đã phân hủy đến 98% methylthionium chloride (MB) sau 82 phút chiếu sáng bằng ánh sáng Mặt trời có cường độ sáng trung bình 185 mW/cm². Vật liệu $\text{Ag}_3\text{PO}_3/\text{MnFe}_2\text{O}_4$ có tính sắt từ với từ độ bão hòa 24,4 emu/g, nhỏ hơn nhiều so với từ độ bão hòa của MnFe_2O_4 do Ag_3PO_4 không có từ tính. Tuy nhiên, với từ tính có được, vật liệu $\text{Ag}_3\text{PO}_3/\text{MnFe}_2\text{O}_4$ dễ dàng được tách khỏi dung dịch MB bằng từ trường 0,1 T.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi tổng hợp vật liệu tổ hợp $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ và đánh giá hiệu suất quang xúc tác, khả năng thu hồi vật liệu bằng từ trường thông qua việc phân hủy Rhodamine B trong dung dịch.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Thực nghiệm

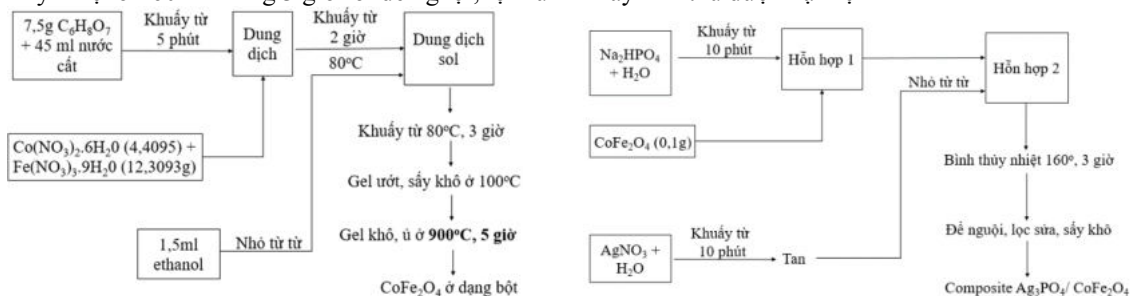
Vật liệu CoFe_2O_4 được chế tạo bằng phương pháp sol-gel. Hoà tan $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ vào 45 ml nước cất. Thêm 4,4 g $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ và 12,3 g $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ vào dung dịch $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$, khuấy hỗn hợp ở 80 °C trong 2 giờ thu được sol. Nhỏ 1,5 ml ethylene glycol vào sol, tiếp tục khuấy từ ở 80 °C trong 3 giờ thu được gel ướt.

*Tác giả liên hệ

Email: nguyenmanhhung@humg.edu.vn

Sấy gel ướt ở nhiệt độ 100 °C thu được gel khô. Gel khô được nung ở nhiệt độ 900 °C trong 5 giờ sau đó được nghiền để thu được CoFe_2O_4 dạng bột.

Vật liệu tổ hợp $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ (APO/CFO) được tổng hợp bằng phương pháp thủy nhiệt. Các bước chế tạo vật liệu tổ hợp APO/CFO như sau: Hoá chất Na_2HPO_4 , AgNO_3 và CoFe_2O_4 được chuẩn bị theo số liệu ở Bảng 1. Hoà tan Na_2HPO_4 và AgNO_3 vào nước cất theo số liệu đã tính toán, sau đó khuấy từ trong 10 phút thu được dung dịch Na_2HPO_4 và dung dịch AgNO_3 . Đổ CoFe_2O_4 vào dung dịch Na_2HPO_4 lắc đều tay thu được hỗn hợp 1. Nhỏ từ từ dung dịch AgNO_3 vào hỗn hợp 1 thu được hỗn hợp 2. Hỗn hợp 2 được thủy nhiệt ở 160 °C trong 3 giờ rồi để nguội, lọc rửa và sấy khô thu được vật liệu APO/CFO.



Hình 1. Sơ đồ quy trình chế tạo vật liệu CFO bằng phương pháp sol-gel và quy trình chế tạo vật liệu APO/CFO bằng phương pháp thủy nhiệt.

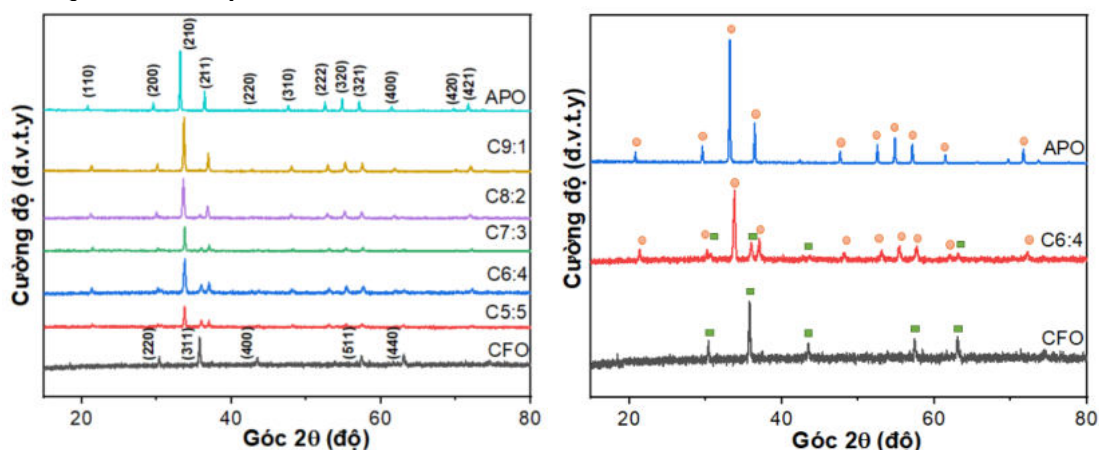
Bảng 1. Số liệu khối lượng, thể tích hóa chất AgNO_3 , Na_2HPO_4 , CoFe_2O_4 theo tỉ lệ mol và kí hiệu mẫu.

TT	Kí hiệu	Tỉ lệ mol APO:CFO	AgNO_3		Na_2HPO_4		CoFe_2O_4
			m (g)	V (ml)	m (g)	V (ml)	
1	C9:1	9:1	1,9548	50,03	0,8168	25,02	0,1
2	C8:2	8:2	0,8689	46,49	0,3630	23,25	0,1
3	C7:3	7:3	0,5068	49,72	0,2118	24,86	0,1
4	C6:4	6:4	0,3258	54,80	0,1361	24,40	0,1
5	C5:5	5:5	0,2172	51,14	0,0907	25,57	0,1

2.2. Phương pháp phân tích

Cấu trúc của vật liệu được khảo sát bởi phép đo giản đồ nhiễu xạ tia X thực hiện trên hệ đo D8-Advance với bức xạ Cu-K α . Phổ tán sắc năng lượng tia X được thực hiện tại Trung tâm thí nghiệm và phân tích công nghệ cao, Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Hình thái bề mặt của vật liệu Ag_3PO_4 được thực hiện bởi phép đo SEM thực hiện trên hệ Hitachi S-4800. Khả năng quang xúc tác của vật liệu được đánh giá thông qua phép đo phổ truyền qua tại bước sóng 552 nm trên máy Jasco L1 tại phòng thí nghiệm Trung tâm Khoa học và Công nghệ Nano, Trường Đại học Sư phạm Hà Nội.

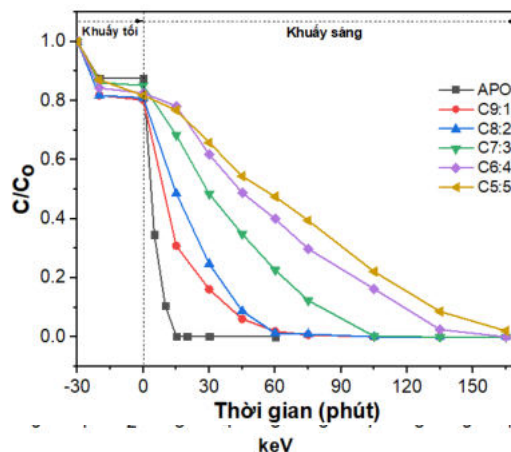
3. Kết quả và thảo luận



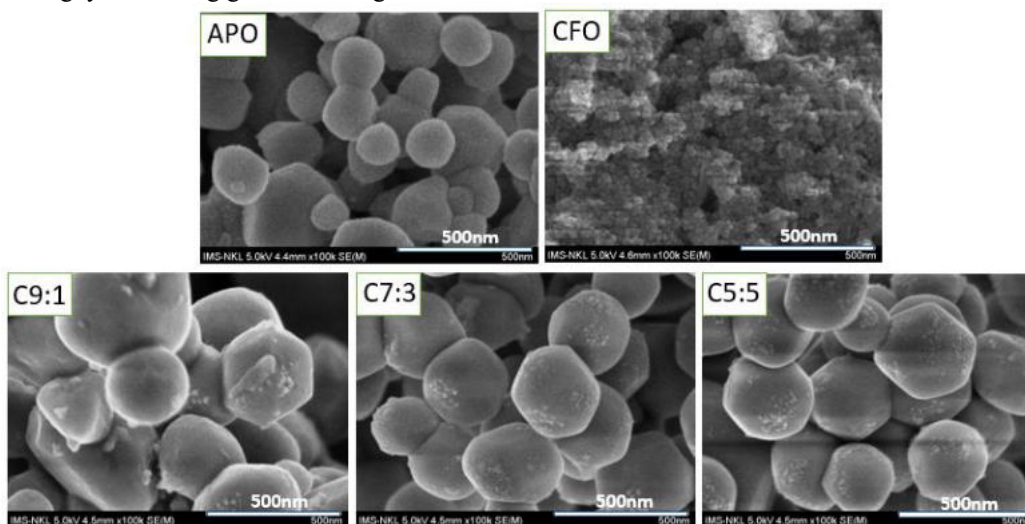
Hình 2. Giản đồ XRD của các mẫu Ag_3PO_4 chế tạo ở các điều kiện khác nhau
Giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD) của các mẫu APO, mẫu CFO và mẫu tổ hợp APO/CFO với góc nhiễu xạ

2 θ từ 10-80° được trình bày trên Hình 2. Đối với mẫu APO, có xuất hiện các đỉnh tại 2 θ = 20,8°; 30,1°; 33,2°; 36,4°; 42,1°; 57,1°; 62,7°;... ứng với họ mặt phẳng (110), (200), (210), (211), (220), (321), (400),... phù hợp với thẻ chuẩn JCPDS số 06-0505. Điều này chứng tỏ mẫu APO chế tạo có cấu trúc lập phương tâm khối và thuộc nhóm không gian P4-3n. Với mẫu CFO, có thể thấy các đỉnh tại 2 θ = 30,1°; 35,4°; 43,5°; 57,1° và 62,7° ứng với họ mặt phẳng (220), (311), (400), (511) và (440) phù hợp với thẻ chuẩn JCPDS số 22-1086 của pha tinh thể CFO thuộc nhóm không gian $Fd\bar{3}m$. Giảm độ XRD của các mẫu composite thể hiện các đỉnh nhiễu xạ tương ứng với cả APO, CFO và không quan sát thấy các đỉnh tạp chất nào khác, chứng tỏ rằng vật liệu CFO và vật liệu tổ hợp APO/CFO đã được chế tạo thành công.

Thành phần hoá học của vật liệu CFO và các vật liệu tổ hợp APO/CFO được xác định bằng phổ tán sắc năng lượng tia X tại 3 vùng khác nhau, kết quả được thể hiện ở Hình 3. Hình 3 cho thấy, các đỉnh phổ ứng với nguyên tố Ag, P, O, Co, Fe đều xuất hiện, điều này chứng tỏ vật liệu tổ hợp APO/CFO có chứa các thành phần hoá học mong muốn. Cường độ đỉnh ứng với nguyên tố O, Fe và Co tăng dần khi giảm tỉ lệ mol APO:CFO từ 9:1 đến 5:5 trong khi đó cường độ đỉnh ứng với nguyên tố P, Ag giảm dần khi giảm tỉ lệ mol APO:CFO.



Hình 3. Kết quả phân tích EDS của mẫu CFO, mẫu C9:1, mẫu C7:3 và mẫu C5:5.



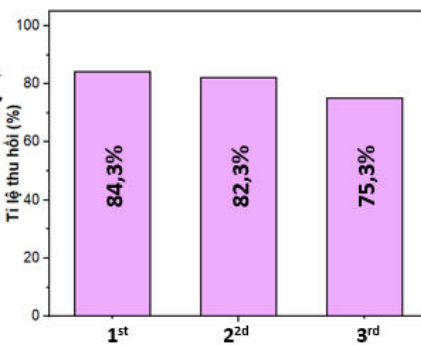
Hình 4. Ảnh SEM của các mẫu APO, mẫu CFO, mẫu C9:1, mẫu C7:3 và mẫu C5:5.

Hình dạng, kích thước các hạt APO, CFO và APO/CFO được quan sát thông qua ảnh SEM được thể hiện trong Hình 4. Ảnh của CFO cho thấy nó có dạng giả cầu, khá đồng đều, kích thước hạt khoảng 15-18 nm, dễ dàng nhận thấy có sự co cụm của các đám hạt. Còn các hạt APO có cũng có dạng hình giả cầu, khá đồng đều và có kích thước hạt khoảng 250-350 nm. Tuy nhiên, vẫn có một số hạt có kích thước lớn hơn hẳn, khoảng 500 nm. Với các mẫu vật liệu tổ hợp APO/CFO, các hạt CFO nhỏ bám trên các hạt APO, có sự phân tán đều và bám dính của CFO lên bề mặt APO. Ở mẫu C9:1, quan sát thấy số hạt CFO bám dính trên hạt APO ít hơn mẫu C7:3 và mẫu C5:5. Chúng tôi hy vọng rằng, nhờ có các hạt CFO bám dính chắc vào các hạt APO mà vật liệu composite có thể dễ dàng thu hồi bằng từ trường.

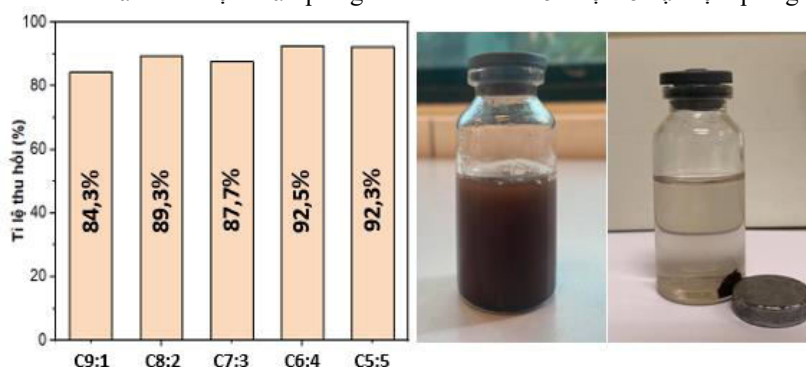
Khả năng quang xúc tác của các hệ vật liệu được thử nghiệm với dung dịch Rhodamine B (RhB) có nồng độ 10 ppm, dưới sự kích thích của ánh sáng đèn Xenon. Đầu tiên, 0,06 g vật liệu được cho vào 100 ml dung dịch RhB, khuấy từ trong điều kiện không chiếu ánh sáng trong thời gian 30 phút để vật liệu đạt trạng thái hấp phụ bão hòa. Sau đó dung dịch được đem ra chiếu sáng, cứ sau 15 phút, một lượng nhỏ dung dịch được lấy ra, li tâm lọc kết tủa và đem đo xác định nồng độ RhB còn lại trong dung dịch. Hiệu suất phân hủy RhB của các vật liệu tổ hợp APO/CFO theo tỉ lệ mol được đánh giá thông qua tỉ số nồng độ C/C_0 và được biểu diễn trên Hình 5. Kết quả cho thấy, sau 10 phút khuấy tối, nồng độ RhB trong dung dịch giảm khoảng 12-16% tùy thuộc vật liệu tổ hợp APO/CFO. Từ 10 phút đến 30 phút, mẫu được tiếp tục khuấy tối, nồng độ RhB của hệ mẫu gần như không đổi. Điều này chứng tỏ tất cả các mẫu đạt trạng hấp phụ bão hòa sau 10 phút khuấy tối.

Khi giảm tỉ lệ mol APO:CFO từ 9:1 đến 5:5 thì hiệu suất quang xúc tác của vật liệu tổ hợp giảm. Có thể lấy dữ liệu sau 75 phút chiếu sáng để so sánh. Hiệu suất quang xúc tác tăng dần của các mẫu theo thứ tự C5:5, C6:4, C3:7, C2:8 và C9:1. Vật liệu tổ hợp C9:1 cho kết quả quang xúc tác cao nhất, sau 75 phút chiếu sáng đã đạt hiệu suất phân hủy 95,5%. Chúng tôi cho rằng có 2 nguyên nhân dẫn tới việc giảm hiệu suất quang xúc tác như sau: Thứ nhất, từ kết quả SEM cho thấy các mẫu C7:3 và mẫu C5:5 có số hạt CFO bám trên bề mặt hạt APO nhiều hơn mẫu C9:1. Số hạt bám trên APO tăng sẽ che chắn ánh sáng kích thích tiếp xúc với APO dẫn tới bề mặt hạt APO được tiếp xúc với ánh sáng kích thích giảm làm cho hiệu suất quang xúc tác giảm. Thứ hai, khối lượng mẫu dùng để quang xúc tác là 0,06 g. Khi tỉ lệ mol CFO tăng thì khối lượng CFO trong vật liệu tổ hợp tăng và khối lượng APO giảm khiến cho hiệu suất trong các lần quang xúc tác giảm. Tuy vậy, các mẫu vật liệu APO/CFO vẫn cho hiệu suất quang xúc tác cao so với một số vật liệu quang xúc tác khác.

Hình 8. Dung a

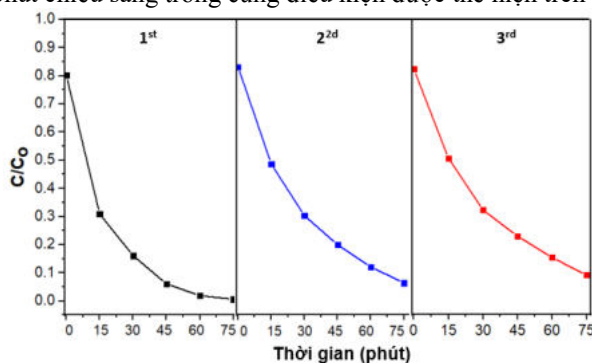


Hình 8. Tỉ lệ thu hồi của mẫu C9:1 sau 3 chu kì quang xúc tác.



Hình 6. Tỉ lệ thu hồi của vật liệu tổ hợp APO/CFO sau quang xúc tác lần thứ nhất.

Để đánh giá khả năng thu hồi và tính ổn định của vật liệu tổ hợp APO/CFO, các thí nghiệm thu hồi và quang xúc tác lặp lại đã được thực hiện. Hình 6 cho kết quả về tỉ lệ thu hồi vật liệu tổ hợp APO/CFO bằng từ trường sau khi thực hiện phản ứng quang xúc tác. Khối lượng mẫu thu hồi sụt giảm từ 7,5% đến 15,7%. Lượng mẫu bị thất thoát do quá trình lọc rửa và lượng mẫu còn bám lại cốc đựng khi lấy mẫu. Để đánh giá sự ổn định của vật liệu tổ hợp APO/CFO sau khi đã thực hiện phản ứng quang xúc tác, mẫu C9:1 sau khi thu hồi, được quang xúc tác lặp lại lần 2, lần 3. Hiệu suất quang xúc tác của vật liệu tổ hợp C9:1 sau 3 chu kì quang xúc tác với 75 phút chiếu sáng trong cùng điều kiện được thể hiện trên Hình 7.



Hình 7. Hiệu suất quang xúc tác của mẫu C9:1 sau 3 chu kì với 75 phút chiếu sáng.

Kết quả cho thấy, sau 3 chu kì, mẫu C9:1 vẫn cho hiệu suất quang xúc tác tốt. Cụ thể, lần quang xúc tác thứ 2, mẫu cho hiệu suất 74,4% và ở lần 3, mẫu cho hiệu suất 66,2%. Sau khi quang xúc tác, mẫu được thu hồi dễ dàng bằng nam châm và tỉ lệ thu hồi mẫu sau 3 chu kì quang xúc tác được thể hiện trên Hình 8. Khối lượng của mẫu giảm 15,7% đến 24,7% cho thấy khả năng thu hồi vật liệu bằng nam châm tốt. Điều này chứng tỏ vật liệu tổ hợp APO/CFO chế tạo được có tính ổn định, có khả năng thu hồi và hiệu suất quang xúc tác cao.

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã tổng hợp thành công vật liệu tổ hợp $\text{Ag}_3\text{PO}_4/\text{CoFe}_2\text{O}_4$. Đã đánh giá được khả năng phân hủy RhB của các mẫu vật liệu với tỉ lệ tổ hợp khác nhau. Trong đó, vật liệu tổ hợp

Ag₃PO₄/CoFe₂O₄ với tỉ lệ 9/1 cho hiệu suất quang xúc tác cao nhất, phân hủy 95,5% chất hữu cơ sau 75 phút chiếu sáng. Vật liệu có thể được thu hồi trên 90% bằng từ trường và vẫn đạt hiệu suất cao khi phân hủy chất hữu cơ sau khi được thu hồi và sử dụng lại.

Lời cảm ơn

Bài báo được hỗ trợ kinh phí từ đề tài cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo, mã số B2020-MDA-11.

Tài liệu tham khảo

Abroshan, E., S. Farhadi and A. Zabardasti, 2018. *Novel magnetically separable Ag₃PO₄/MnFe₂O₄ nanocomposite and its high photocatalytic degradation performance for organic dyes under solar-light irradiation*. Sol. Energ. Mat. Sol. C., 178: 154-163.

Botelho, G., J. C. Sczacoski, J. Andres, L. Gracia and E. Longo, 2015. *Experimental and Theoretical Study on the Structure, Optical Properties, and Growth of Metallic Silver Nanostructures in Ag₃PO₄*. J. Phys. Chem. C, 119: 6293-6306.

Dong, T., P. Wang and P. Yang, 2018. *Synthesis of magnetic Ag₃PO₄/Ag/NiFe₂O₄ composites towards super photocatalysis and magnetic separation*. Int. J. Hydrogen Energ., 43: 20607-20615.

Gan, L., L. Xu and K. Qian, 2016. *Preparation of core-shell structured CoFe₂O₄ incorporated Ag₃PO₄ nanocomposites for photocatalytic degradation of organic dyes*. Mater. Design, 109: 354-360.

Kahk, J. M., D. L. Sheridan, A. B. Kehoe, D. O. Scanlon, B. J. Morgan, G. W. Watson and D. J. Payne, 2014. *The electronic structure of silver orthophosphate: experiment and theory*. J. Mater. Chem. A, 2: 6092-6099.

Ma, X., B. Lu, D. Li, R. Shi, C. Pan and Y. Zhu, 2011. *Origin of Photocatalytic Activation of Silver Orthophosphate from First-Principles*. J. Phys. Chem. C, 115: 4680-4687.

Yi, Z., J. Ye, N. Kikugawa, T. Kako, S. Ouyang, H. Stuart-Williams, H. Yang, J. Cao, W. Luo, Z. Li, Y. Liu and R. L. Withers, 2010. *An orthophosphate semiconductor with photooxidation properties under visible-light irradiation*. Nat. Mater., 9: 559-564.

ABSTRACT

Photocatalysis and magnetic separation of Ag₃PO₄/CoFe₂O₄ composite materials

Nguyen Manh Hung*, Dao Viet Thang, Nguyen Thi Dieu Thu, Ho Quynh Anh
Hanoi University of Mining and Geology

Cobalt ferrite CoFe₂O₄ was prepared by sol-gel method. The Ag₃PO₄/CoFe₂O₄ composite material was prepared by hydrothermal method from the previously generated CoFe₂O₄ and the precursors AgNO₃ and Na₂HPO₄. The structure and elemental composition of the materials were investigated through X-ray diffraction (XRD) and energy dispersive spectroscopy (EDS), respectively. The material morphology was observed by scanning electron microscopy (SEM). The photocatalytic ability and magnetic separation of Ag₃PO₄/CoFe₂O₄ composite materials was evaluated through the reduction of Rhodamine B concentration. The results show that, the composite material have two phases of Ag₃PO₄ and CoFe₂O₄. Size of CoFe₂O₄ particles were 15-18 nm and size of Ag₃PO₄ particles were 250-350 nm. Ag₃PO₄/CoFe₂O₄ composite material decomposes 95.5% Rhodamine B after 75 minutes of light and the material recovery rate reaches 84.3-92.5%.

Keywords: Silver phosphate; composite; Ag₃PO₄/CoFe₂O₄; photocatalyst; magnetic separation.