



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ TOÀN QUỐC

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

Hà Nội, 12 - 11 - 2020

ERSD 2020



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

MỤC LỤC

TIỂU BAN KHOA HỌC CƠ BẢN TRONG LĨNH VỰC KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ MÔI TRƯỜNG

Thống kê R trong bài toán tìm khoảng tin cậy cho tham số một tổng thể <i>Phạm Ngọc Anh, Lê Thị Hương Giang</i>	1
Tổng quan về cách tạo lỗ nano (nanopore) và ứng dụng lọc, dò một số ion tạp trong chất lỏng <i>Nguyễn Xuân Chung</i>	7
Reversion transport of carbon dioxide in the temperature inversion effect in near surface of the earth <i>Vu Ba Dung, Ho Quynh Anh, Tong Ba Tuan</i>	12
Một số yếu tố ảnh hưởng đến khả năng đóng rắn bùn đỏ bằng phương pháp geopolyme sử dụng chất kết dính cao lanh <i>Công Tiến Dũng, Bùi Đắc Thành, Lê Thị Phương Thảo, Nguyễn Việt Hùng, Lê Thị Duyên, Võ Thị Hạnh, Vũ Thị Minh Hồng, Nguyễn Mạnh Hà, Đặng Văn Kiên, Nguyễn Duyên Phong</i>	17
Ag⁺ ion adsorption on hydroxyapatite powder and Ag metal recovery by electrochemical method <i>Le Thi Duyen, Vo Thi Hanh, Le Thi Phuong Thao, Dinh Thi Mai Thanh</i>	24
Động lực học và điều khiển tay máy robot hai khâu đàn hồi <i>Đinh Công Đạt</i>	33
Nghiên cứu chế tạo vật liệu nano LaMnO₃ pha tạp Sr có độ xốp lớn <i>Trần Thị Hà, Nguyễn Việt Tuyên, Lê Văn Quân, Đỗ Danh Bích, Phạm Nguyễn Hải</i>	40
Tổng hợp và đặc trưng màng hydroxyapatit pha tạp đồng thời các ion Cu²⁺, Ag⁺ và Zn²⁺ trên nền thép không gỉ 316L <i>Võ Thị Hạnh, Lê Thị Duyên, Đỗ Thị Hải, Hà Mạnh Hùng, Đinh Thị Mai Thanh</i>	45
Mô hình Markov ẩn xác định số mục tiêu trong bài toán quan sát quỹ đạo đa mục tiêu <i>Nguyễn Thị Hằng</i>	51
Ảnh hưởng của độ linh động của điện tử lên trạng thái điện môi exciton trong vật liệu bán kim loại <i>Đỗ Thị Hồng Hải, Nguyễn Thị Hậu</i>	58
Quá trình sinh Higgs và U-hạt véc tơ từ va chạm m+m- trong mô hình Randall-Sundrum khi chòm m+m- phân cực <i>Nguyễn Thị Hậu, Đào Thị Lệ Thủy</i>	64
Ảnh hưởng của phonon lên trạng thái ngưng tụ exciton trong mô hình hai dải năng lượng có tương tác điện tử - phonon <i>Đỗ Thị Hồng Hải, Hồ Quỳnh Anh</i>	70
Tổng của các biến ngẫu nhiên độc lập cùng phân phối <i>Nguyễn Thu Hằng, Nguyễn Thùy Linh</i>	75
Quy tắc nhân thêm x tạo sự khác biệt <i>Hoàng Ngự Huân</i>	81

Electrochemical synthesis of polypyrrole (PPy) on mild steel electrode and investigation of their anticorrosive properties	
<i>Ha Manh Hung, Hoang Thi Tuyet Lan</i>	85
Tổng hợp vật liệu bạc photphat bằng phương pháp đồng kết tủa kết hợp thủy nhiệt	
<i>Nguyễn Mạnh Hùng, Vũ Thanh Mai, Nguyễn Thị Diệu Thu, Đào Việt Thắng, Lê Thị Vinh, Lâm Thị Hằng, Lê Thị Mai Oanh</i>	92
Squeezing function and fridman invariant in some C_n domains	
<i>Nguyen Thi Lan Huong</i>	97
Nghiên cứu công nghệ truyền năng lượng không dây định hướng ứng dụng cho các thiết bị khai thác hầm lò	
<i>Bùi Hữu Nguyên, Nguyễn Mạnh Hùng, Tống Bá Tuấn</i>	101
Các hàm thất thoát trong vấn đề phân loại	
<i>Lê Bích Phượng, Phạm Tuấn Cường, Tạ Quang Chiểu</i>	108
Cấu trúc, tính chất sắt từ, sắt điện của vật liệu $BiFeO_3$ và $Bi_{0,9}RE_{0,1}Fe_{0,975}Ni_{0,025}O_3$ (RE = Gd, Nd, Y)	
<i>Đào Việt Thắng, Nguyễn Thị Diệu Thu, Hồ Quỳnh Anh, Nguyễn Mạnh Hùng</i>	113
Cấu trúc và tính chất của vật liệu spinel $CoFe_2O_4$ pha tạp Bi	
<i>Nguyễn Thị Diệu Thu, Nguyễn Mạnh Hùng, Đào Việt Thắng, Nguyễn Việt Hùng</i>	119
Một vài kết quả về tính ổn định của hệ quy mô lớn suy biến cấp phân số	
<i>Nguyễn Trường Thanh</i>	124
Thiết kế vật liệu meta hấp thụ sóng điện từ cấu trúc chiral	
Tống Bá Tuấn, Bùi Hữu Nguyên, Nguyễn Thị Hậu, Vũ Đình Lãm, Lê Đắc Tuyên	129
Vật liệu biến hóa hấp thụ sóng điện từ đa đỉnh, dải rộng trên cơ sở polymer dẫn	
<i>Lê Đắc Tuyên, Phạm Thế Linh, Tống Bá Tuấn, Trần Thị Hà, Vũ Đình Lãm</i>	135
Tác động của việc vận dụng trò chơi và các hoạt động thực hành ngôn ngữ tới sinh viên trong giảng dạy tiếng Anh trực tuyến	
<i>Trương Thị Thanh Thủy, Trần Đình Thuớc</i>	141
Những yếu tố quan trọng trong việc xây dựng chương trình dạy ngoại ngữ	
<i>Nguyễn Thị Hồng Vân</i>	147
Khảo sát tính chất của vật liệu nano $TbPO_4.H_2O$ định hướng ứng dụng trong y sinh	
<i>Lê Thị Vinh, Vũ Duy Thịnh, Hà Thị Phượng, Hoàng Thị Khuyên, Nguyễn Mạnh Hùng, Nguyễn Thu Hà, Phan Diệu Hằng, Trần Thu Hương</i>	149

Tổng hợp vật liệu bạc photphat bằng phương pháp đồng kết tủa kết hợp thủy nhiệt

Nguyễn Mạnh Hùng^{1*}, Vũ Thanh Mai², Nguyễn Thị Diệu Thu¹,
 Đào Việt Thắng¹, Lê Thị Vinh¹, Lâm Thị Hằng³, Lê Thị Mai Oanh²

¹ Trường Đại học Mở - Địa chất

² Trường Đại học Sư Phạm Hà Nội

³ Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

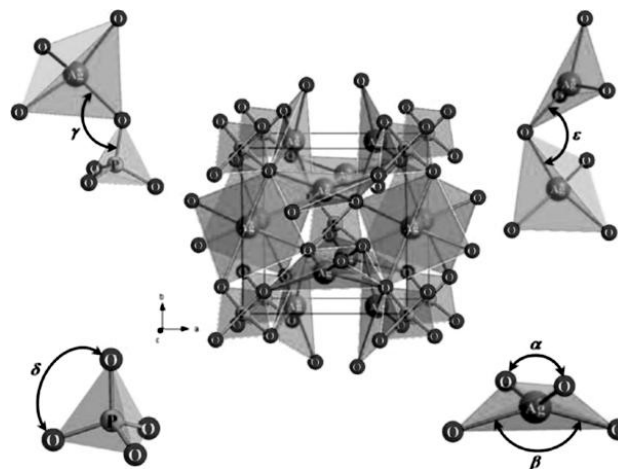
TÓM TẮT

Chúng tôi đã chế tạo thành công hạt nano bạc photphat Ag_3PO_4 bằng phương pháp đồng kết tủa và phương pháp đồng kết tủa kết hợp thủy nhiệt. Cấu trúc của vật liệu được khảo sát thông qua phép đo giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD). Hình thái vật liệu được quan sát qua chụp ảnh hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FE-SEM). Phép đo phổ hấp thụ tử ngoại-khả kiến (UV-Vis) được thực hiện để khảo sát tính chất quang của vật liệu. Khả năng quang xúc tác của vật liệu Ag_3PO_4 được đánh giá thông qua sự suy giảm nồng độ chất hữu cơ trong dung dịch. Kết quả nghiên cứu ban đầu cho thấy, vật liệu Ag_3PO_4 chế tạo được đơn pha cấu trúc, kích thước hạt trung bình khoảng 200-300 nm. Vật liệu Ag_3PO_4 có thể hấp thụ ánh sáng khả kiến với bờ hấp thụ khoảng 470-520 nm và phân hủy gần như hoàn toàn Rhodamine B (RhB) 10 ppm sau 60 phút chiếu sáng bằng đèn Xenon.

Từ khóa: Bạc photphat; Ag_3PO_4 ; đồng kết tủa; thủy nhiệt; quang xúc tác.

1. Đặt vấn đề

Vật liệu bạc photphat (Ag_3PO_4) được chú ý sau phát hiện năm 2010 về khả năng quang xúc tác rất cao của nó (Yi et al. 2010). Khả năng ứng dụng vượt trội 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 (Botelho et al. 2015; Kahk et al. 2014). Tứ diện PO_4 ở các đỉnh và tâm của cấu trúc lập phương, như Hình 1. Mỗi tứ diện PO_4 liên kết với 3 tứ diện AgO_4 thông qua một nguyên tử O. Các ion PO_4^{3-} có điện tích âm lớn duy trì một lưỡng cực điện trong Ag_3PO_4 , dẫn đến sự biến dạng của tứ diện AgO_4 . 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. Cấu trúc này của Ag_3PO_4 tạo nên hiệu ứng quang xúc tác của vật liệu (Ma et al. 2011).



Hình 1. Cấu trúc tinh thể lập phương Ag_3PO_4 và mô tả các tứ diện PO_4 , AgO_4 (Botelho et al. 2015)

* Tác giả liên hệ

Email: nguyenvanhhung@humg.edu.vn

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 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.

Các nghiên cứu đã chỉ ra một số phương pháp khác nhau nhằm ổn định cấu trúc, tính chất và tăng cường hơn nữa khả năng quang xúc tác của Ag_3PO_4 trong vùng ánh sáng khả kiến. Một trong các cách đó là chế tạo Ag_3PO_4 với các hình thái và cấu trúc vi mô khác nhau, từ đó thay đổi diện tích bề mặt riêng của vật liệu dẫn đến cải thiện hiệu quả xúc tác (Wang et al. 2013). Bi và nhóm nghiên cứu (Bi et al. 2011) đã chế tạo Ag_3PO_4 đơn tinh thể có dạng 12 mặt hình thoi và dạng lập phương, mẫu ở cả hai dạng này đều có hoạt tính xúc tác quang cao hơn so với mẫu có hình dạng các quả cầu. Wang và cộng sự (Wang et al. 2012) đã tổng hợp vật liệu Ag_3PO_4 cấu trúc tinh thể dạng tứ giác cỡ micro mét, vật liệu có hoạt tính quang xúc tác cao hơn Ag_3PO_4 dạng hình cầu.

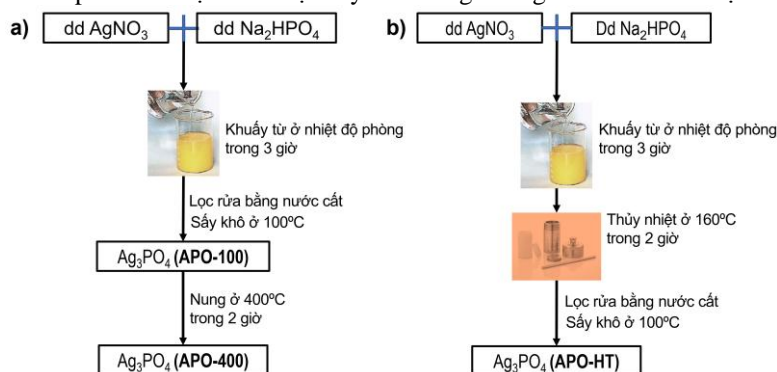
Trong nghiên cứu này, chúng tôi bước đầu tổng hợp vật liệu Ag_3PO_4 bằng phương pháp đồng kết tủa kết hợp thủy nhiệt và đánh giá hiệu suất quang xúc tác của vật liệu tổng hợp được.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Thực nghiệm

Phương pháp đồng kết tủa: Đầu tiên, dung dịch $AgNO_3$ (dung dịch A) được chuẩn bị bằng cách cân 0,5096 g muối $AgNO_3$ hòa tan vào 150 ml nước cất. Tiếp đến, 0,142 g $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ được hòa tan vào 50 ml nước cất, thu được (dung dịch B). Đổ từ từ dung dịch B vào dung dịch A và khuấy từ trong 3 giờ ở nhiệt độ phòng để tạo thành các hạt kết tủa màu vàng đồng nhất (dung dịch C). Lọc rửa kết tủa nhiều lần bằng nước cất. Sản phẩm sau lọc rửa được sấy khô trong không khí ở 100 °C được mẫu APO-100. Một phần mẫu APO-100 tiếp tục được nung ở 400 °C trong thời gian 2 giờ, thu được mẫu APO-400.

Phương pháp đồng kết tủa kết hợp thủy nhiệt: Thực hiện quá trình đồng kết tủa để tạo thành dung dịch C như trên. Dung dịch này được cho vào bình Teflon, đậy kín và thực hiện quá trình thủy nhiệt ở nhiệt độ 160 °C trong thời gian 2 giờ. Sau đó, để nguội dung dịch xuống nhiệt độ phòng và lọc rửa mẫu nhiều lần để loại bỏ các ion. Sản phẩm sau lọc rửa được sấy khô trong không khí ở 100 °C được mẫu APO-HT.



Hình 2. Sơ đồ quy trình chế tạo vật liệu Ag_3PO_4 bằng phương pháp đồng kết tủa (a) và phương pháp đồng kết tủa kết hợp thủy nhiệt (b).

Bảng 1. Điều kiện chế tạo và kí hiệu mẫu tương ứng

Kí hiệu mẫu Ag_3PO_4	Phương pháp và điều kiện chế tạo
APO-100	Phương pháp đồng kết tủa, xử lí nhiệt ở 100 °C
APO-400	Phương pháp đồng kết tủa, xử lí nhiệt ở 400 °C
APO-HT	Phương pháp đồng kết tủa kết hợp thủy nhiệt ở 180 °C trong 2 giờ

Khả năng quang xúc tác của hệ vật liệu Ag_3PO_4 được thử nghiệm với dung dịch Rhodamine B (RhB) có nồng độ 10 ppm, dưới sự kích thích của ánh sáng đèn Xenon và ánh sáng Mặt trời. Đầu tiên, 0,06 g Ag_3PO_4 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.

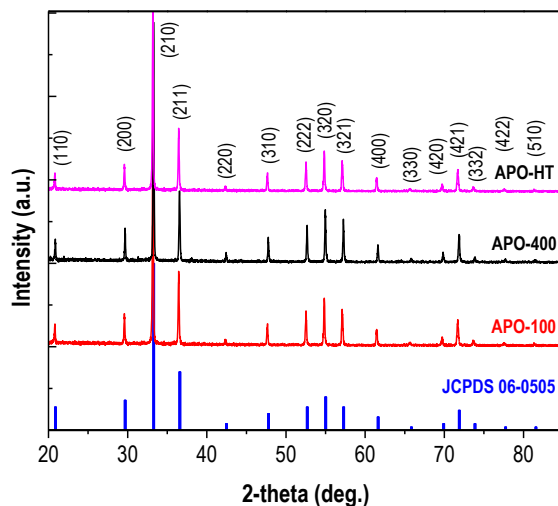
2.2. Phương pháp phân tích

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 . 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

Giản đồ nhiễu xạ tia X (XRD) của các mẫu Ag_3PO_4 chế tạo ở các điều kiện khác nhau bằng phương pháp đồng kết tủa và phương pháp đồng kết tủa kết hợp thủy nhiệt ở nhiệt độ 180 °C được trình bày trên Hình 3.



Hình 3. Giản đồ XRD của các mẫu Ag_3PO_4 chế tạo ở các điều kiện khác nhau

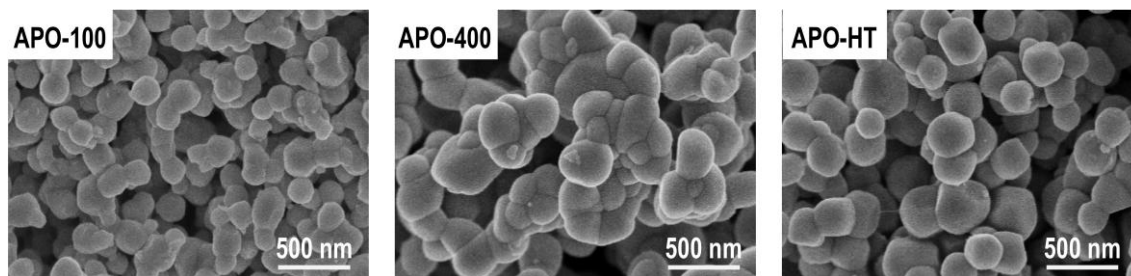
Trên giản đồ XRD của các mẫu APO-100, APO-400 và APO-HT đều xuất hiện các đỉnh tại vị trí góc 2θ khoảng 20,8; 29,5; 33,2; 36,4; 42,4; 47,7; 52,6; 54,9; 57,1; 61,5; 71,7 độ. Đối chiếu với thẻ chuẩn JCPDS số 06-0505 của tinh thể Ag_3PO_4 trong thư viện ICDD, ta thấy các đỉnh phổ tương ứng với họ các mặt phẳng mạng (110), (200), (210), (211), (220), (200), (310), (222), (320), (321), (400) và (421). Vị trí các đỉnh phổ của tất cả các mẫu trùng khớp với thẻ chuẩn, chứng tỏ mẫu chế tạo được hoàn toàn đơn pha Ag_3PO_4 . Theo thẻ chuẩn này, tinh thể Ag_3PO_4 có cấu trúc tinh thể dạng lập phương, thuộc nhóm không gian $P4-3n$.

Các thông số mạng tinh thể của các mẫu APO-100, APO-400 và APO-HT được tính toán thông qua phần mềm Unicell dựa vào giản đồ XRD được trình bày trên Bảng 2.

Bảng 2. Thông số mạng tinh thể của các mẫu APO-100, APO-400 và APO-HT

Mẫu	APO-100	APO-400	APO-HT
Hằng số mạng a (Å)	6.03	6.029	6.00
Thể tích ô mạng V (Å ³)	219.19	217.94	214.34

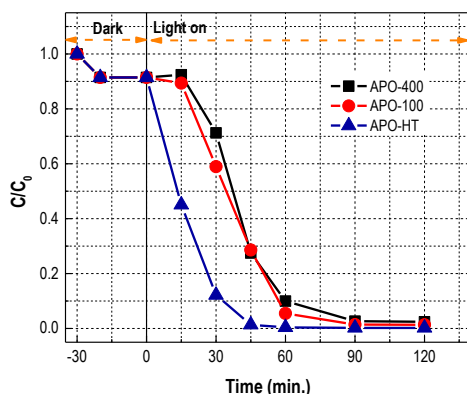
Ảnh hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FE-SEM) của các mẫu APO-100, APO-400 và APO-HT được trình bày trên Hình 4. Kết quả cho thấy mẫu APO-100, APO-400 được chế tạo bằng phương pháp đồng kết tủa có kích thước hạt kém đồng đều hơn các hạt của mẫu APO-HT được chế tạo bằng phương pháp đồng kết tủa kết hợp thủy nhiệt. Kích thước hạt ước lượng được trong khoảng 200-300 nm. Trên ảnh FE-SEM của các mẫu APO-100 và APO-400 còn quan sát thấy sự kết đám của các hạt, điều này dự đoán làm giảm diện tích bề mặt riêng, dẫn tới giảm hiệu ứng quang xúc tác của các mẫu. Việc nghiên cứu để chế tạo các mẫu có kích thước hạt nhỏ, đồng đều và ít kết đám cần được tiếp tục để có thể tăng khả năng quang xúc tác của vật liệu.



Hình 4. Ảnh FE-SEM của các mẫu Ag_3PO_4

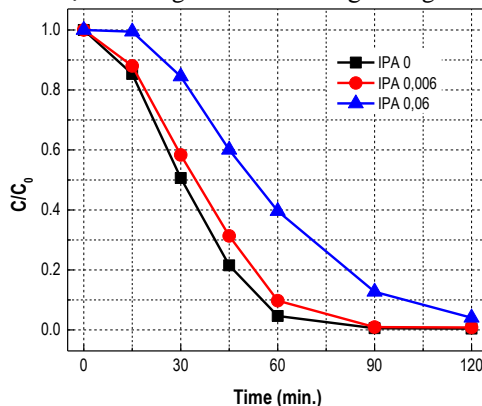
Để nghiên cứu khả năng quang xúc tác của các mẫu APO-100, APO-400 và APO-HT khi được tổng hợp bằng phương pháp và điều kiện khác nhau, chúng tôi đánh giá khả năng phân hủy dung dịch RhB 10 ppm dưới sự chiếu xạ của đèn Xenon. Kết quả quang xúc tác phân hủy dung dịch RhB được trình bày trong Hình 5. Kết quả cho thấy, quá trình hấp phụ xảy ra trong 10 phút đầu tiên và bão hòa sau 30 phút khuấy trong bóng tối.

Kết quả trình bày trên Hình 5 cho thấy khả năng quang xúc tác của các vật liệu Ag_3PO_4 chế tạo bằng phương pháp đồng kết tủa xử lý ở 100 và 400 °C không có sự khác biệt lớn. Cả hai mẫu APO-100 và APO-400 đều thể hiện khả năng phân hủy RhB tốt, RhB trong dung dịch gần như bị phân hủy hoàn toàn sau 90 phút chiếu sáng bằng đèn Xenon. Mẫu Ag_3PO_4 được chế tạo bằng phương pháp đồng kết tủa kết hợp thủy nhiệt phân hủy gần như hoàn toàn RhB trong dung dịch sau 45 phút chiếu sáng cùng điều kiện trên. Tốc độ phân hủy RhB của mẫu APO-HT cao hơn so với mẫu APO-100 và APO-400. Điều này được dự đoán do mẫu APO-HT có độ kết tinh tốt hơn, kích thước hạt đồng đều hơn. Trong khi đó, ở các mẫu APO-100 và APO-400, hình thái bề mặt vật liệu kém đồng nhất hơn, có sự kết đám của các đám hạt tinh thể, làm giảm diện tích bề mặt và dẫn đến giảm hiệu suất phản ứng quang xúc tác.



Hình 5. Sự suy giảm nồng độ RhB trong dung dịch theo thời gian chiếu sáng khi sử dụng chất xúc tác lần lượt là APO-400, APO-100 và APO-HT.

Để đánh giá vai trò của cặp điện tử-lỗ trống trong quá trình phân hủy RhB ở phản ứng quang xúc tác, chúng tôi đã thí nghiệm “bẫy” các điện tử bằng chất isopropyl alcohol (IPA). Trong thí nghiệm này, chúng tôi tiến hành thí nghiệm với vật liệu APO-100 và nồng độ IPA lần lượt là 0,006; 0,06 M. Thí nghiệm quang xúc tác được tiến hành tương tự như trên, chỉ khác là chất IPA với các nồng độ khác nhau được sử dụng trong mỗi lần thí nghiệm. Kết quả về sự suy giảm nồng độ RhB trong thí nghiệm được so sánh với kết quả của thí nghiệm không sử dụng chất IPA (Hình 6). Kết quả trên Hình 6 cho thấy, hiệu ứng quang xúc tác giảm khi có sự tham gia của IPA trong quá trình phản ứng. Khi không sử dụng chất IPA, sau 60 phút chiếu sáng, RhB trong dung dịch gần như bị phân hủy hoàn toàn (đường IPA 0 trong Hình 6). Khi dùng chất IPA nồng độ 0,006 M, sau 60 phút chiếu sáng, RhB bị suy giảm nồng độ khoảng 90%. Nếu sử dụng chất IPA nồng độ 0,06 M thì nồng độ RhB chỉ suy giảm 40% sau 60 phút chiếu sáng. Điều này chỉ ra rằng, điện tử có vai trò đáng kể trong phản ứng quang xúc tác của vật liệu Ag_3PO_4 . Đây là một kết quả khá thú vị, kết quả này gợi ý trong nghiên cứu tiếp theo về vật liệu Ag_3PO_4 khi thực hiện việc pha tạp hoặc tạo vật liệu tổ hợp nhằm tạo ra sự linh động cho điện tử trong cấu trúc để tăng cường khả năng quang xúc tác.



Hình 6. Sự suy giảm nồng độ RhB trong dung dịch theo thời gian chiếu sáng khi sử dụng chất bẫy điện tử IPA ở các nồng độ khác nhau

4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã tổng hợp thành công vật liệu Ag_3PO_4 đơn pha cấu trúc bằng phương pháp đồng kết tủa kết hợp xử lý nhiệt và kết hợp phương pháp thủy nhiệt. Vật liệu Ag_3PO_4 có cấu trúc tinh thể dạng lập phương, thuộc nhóm không gian $P4-3n$ với kích thước hạt 200-300 nm. Vật liệu có hiệu ứng quang xúc tác tốt khi phân hủy Rhodamine B nồng độ 10 ppm dưới sự chiếu sáng của đèn Xenon. Phản ứng quang xúc tác xảy ra gần như hoàn toàn sau 60 phút chiếu sáng. Nghiên cứu ban đầu chỉ ra vai trò đáng kể của điện tử trong quá trình quang xúc tác của vật liệu Ag_3PO_4 .

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

Bi, Yingpu, Shuxin Ouyang, Naoto Umezawa, Junyu Cao, and Jinhua Ye, 2011. Facet Effect of Single-Crystalline Ag_3PO_4 Sub-microcrystals on Photocatalytic Properties. *J. Am. Chem. Soc.*,133, 6490-92.

Botelho, G., J. C. Sczancoski, J. Andres, L. Gracia, and E. Longo, 2015. Experimental and Theoretical Study on the Structure, Optical Properties, and Growth of Metallic Silver Nanostructures in Ag_3PO_4 . *J. Phys. Chem. C*,119, 6293-306.

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, 6092-99.

Ma, Xinguo, Bin Lu, Di Li, Rui Shi, Chenshi Pan, and Yongfa Zhu, 2011. Origin of Photocatalytic Activation of Silver Orthophosphate from First-Principles. *J. Phys. Chem. C*,115, 4680-87.

Wang, Hua, Liang He, Lihua Wang, Pengfei Hu, Lin Guo, Xiaodong Han, and Jinghong Li, 2012. Facile synthesis of Ag_3PO_4 tetrapod microcrystals with an increased percentage of exposed {110} facets and highly efficient photocatalytic properties. *Cryst. Eng. Comm.*,14, 8342-44.

Wang, Jun, Fei Teng, Mindong Chen, Jingjing Xu, Yueqin Song, and Xiaolong Zhou, 2013. Facile synthesis of novel Ag_3PO_4 tetrapods and the {110} facets-dominated photocatalytic activity. *Cryst. Eng. Comm.*,15, 39-42.

Yi, Zhiguo, Jinhua Ye, Naoki Kikugawa, Tetsuya Kako, Shuxin Ouyang, Hilary Stuart-Williams, Hui Yang, Junyu Cao, Wenjun Luo, Zhaosheng Li, Yun Liu, and Ray L. Withers, 2010. An orthophosphate semiconductor with photooxidation properties under visible-light irradiation. *Nat. Mater.*,9, 559-64.

ABSTRACT

T Synthesis of silver phosphate materials by co-precipitation method combined with hydrothermal method

Nguyen Manh Hung^{1,*}, Vu Thanh Mai², Nguyen Thi Dieu Thu¹,
Dao Viet Thang¹, Le Thi Vinh¹, Lam Thi Hang³, Le Thi Mai Oanh²

¹ Hanoi University of Mining and Geology

² Hanoi National University of Education

³ Hanoi University for Natural Resources and Environment

In this study, silver phosphate materials were prepared by co-precipitation method combined with hydrothermal method. The structure, morphology and optical properties of material were investigated by X-ray powder diffraction (XRD), field emission scanning electron microscopy (FE-SEM), UV-Vis absorption spectroscopy. Photocatalytic activities of Ag_3PO_4 samples were tested in photocatalytic degradation of Rhodamine B (RhB) in liquid phase under visible light irradiation. After 60 minutes of reaction, the conversion reached the value of 100%.

Keywords: Silver phosphate; Ag_3PO_4 ; co-precipitation method; hydrothermal method; photocatalyst.