

TỔNG HỢP VẬT LIỆU CÓ CẤU TRÚC XỐP 3D α -Fe₂O₃ TRÊN CƠ SỞ KHUNG HỮU CƠ KIM LOẠI

Hồ Văn Minh Hải^{1,2*}, Nguyễn Đức Vũ Quyên¹, Bùi Thị Hoàng Diễm¹, Đặng Xuân Tín¹,
Đinh Quang Khiếu¹, Nguyễn Văn Cường²

¹Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

²Khoa Công nghệ Hóa học, Trường Đại học Công nghiệp Thành Phố Hồ Chí Minh

* Email: hvmhai@hueuni.edu.vn

Ngày nhận bài: 01/12/2021; ngày hoàn thành phản biện: 10/01/2021; ngày duyệt đăng: 28/02/2022

TÓM TẮT

Trong bài báo này, vật liệu có cấu trúc xốp 3D α -Fe₂O₃ đã được tổng hợp trên cơ sở khung hữu cơ kim loại prussian blue. Các phương pháp hiện đại đã được sử dụng để đặc trưng vật liệu như nhiễu xạ tia X (XRD), hiển vi điện tử quét (SEM), hiển vi điện tử truyền qua (TEM). Nghiên cứu cảm biến điện hóa cho thấy, diện tích hiệu dụng của điện cực đã được cải thiện khi sử dụng vật liệu có cấu trúc xốp 3D α -Fe₂O₃ biến tính điện cực GCE.

Từ khóa: 3D α -Fe₂O₃; Prussian blue; Khung hữu cơ kim loại; cảm biến điện hóa.

GIỚI THIỆU

Gần đây, việc phát triển vật liệu cảm biến điện hóa đã thu hút nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học trong và ngoài nước. Trong tiến trình phát triển, những nỗ lực gần đây đang tập trung cho sự phát triển các cấu trúc nano oxit kim loại bán dẫn nhằm khai thác những tính chất cảm biến điện hóa độc đáo [1]. Trong đó, một trong những hướng đi quan trọng là thiết kế vật liệu nano có cấu trúc xốp, hình thái xác định nhằm gia tăng số lượng tâm hấp phụ, cũng như giúp các chất phân tích dễ dàng tiếp xúc, hấp phụ và giải hấp phụ trên bề mặt điện cực, dẫn đến phản ứng oxi hóa khử xảy ra nhanh và hiệu suất cao [2].

Hematit (α -Fe₂O₃) là oxit kim loại bán dẫn loại n (ở điều kiện nhiệt độ phòng $E_g \sim 2.1$ eV), bền nhiệt và bền hóa, rẻ và thân thiện môi trường đã và đang được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực quan trọng như xúc tác, hấp phụ, vật liệu từ, cảm biến khí và vật liệu biến tính điện cực [3-5]. Trong những thập kỷ gần đây, cấu trúc nano hematit đã nhận được nhiều sự quan tâm nghiên cứu, khám phá bởi nhiều tính chất hóa lý mới lạ mà vật liệu dạng khối không có được. Các tính chất hóa lý này không chỉ đến từ trạng

thái đa hóa trị của oxit sắt mà còn phụ thuộc nhiều vào hình thái, trạng thái bề mặt và kích thước hạt ở quy mô nanomet [6]. Cho đến nay, nhiều dạng cấu trúc nano α -Fe₂O₃ như thanh (nanorods) [7], dây (nanowires) [8], tấm (nanoplates) [9], quả cầu rỗng (hollow spheres) [10], phân cấp 3 chiều hình nhím biển (hierarchical urchin) [11], đã tổng hợp thành công bằng các phương pháp khác nhau như phương pháp sol-gel, đồng kết tủa, thủy nhiệt, vi sóng... Trong sự đa dạng cấu trúc và hình thái, nano α -Fe₂O₃ có cấu trúc xếp, hình thái lập phương là một trong những vật liệu có khả năng thực hiện điện hóa ưu việt so với cấu trúc dạng khối đặc khít, xuất phát từ diện tích bề mặt lớn, hệ thống mao quản phong phú giúp các chất phân tích dễ dàng tiếp xúc với tâm hấp phụ/ xúc tác trên bề mặt điện cực.

Trong những năm gần đây, vật liệu khung hữu cơ kim loại (MOFs) với những ứng dụng mới lạ và hiệu quả đã được nghiên cứu rộng rãi từ các nhà khoa học trong và ngoài nước [12-14]. Cấu trúc của MOFs gồm những cation kim loại liên kết với nhau thông qua các cầu nối phối tử hữu cơ tạo thành vật liệu có độ xốp lớn với mức độ tinh thể cao [15]. Vì vậy, MOFs đã được sử dụng làm khuôn mẫu (template) để tổng hợp các vật liệu nano oxit kim loại bán dẫn có độ xốp cao và hình thái xác định. Ví dụ như, Wang và cs đã sử dụng khuôn khung hữu cơ kim loại ZIF-8 (Zn(MeIM)₂, MeIM=2-methylimidazole) để tổng hợp vật liệu nano oxit kim loại Co₃O₄ có hình thái lập phương [16]. X.D. Xu và cs đã tổng hợp thành công vật liệu α -Fe₂O₃ cấu trúc xếp, hình thái cây kim (spindle) bằng cách nung phân hủy nhiệt vật liệu MIL-88-Fe ở 380 °C [17].

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày cách thức tổng hợp vật liệu có cấu trúc xếp 3D α -Fe₂O₃ bằng cách nung phân hủy nhiệt khung hữu cơ kim loại Prussian blue được cấu tạo từ phối tử là nhóm -CN và các ion kim loại Fe^{II} và Fe^{III}. Vật liệu 3D α -Fe₂O₃ tổng hợp thành công vẫn duy trì hình thái lập phương của khung hữu cơ kim loại Prussian blue. Ngoài ra, vật liệu tổng hợp được sử dụng làm chất xúc tác nhằm tăng khả năng cảm biến điện hóa khi biến tính điện cực than thủy tinh (GCE).

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Hóa chất

Polyvinepyrrolidone (PVP, K30, MW \approx 40 000, 99%); Kali hexacyanoferrat (II) (K₄Fe(CN)₆·3H₂O, 99%), axit clohidric (HCl, 37%), Merck, Đức.

2.2. Thiết bị

Phân tích nhiễu xạ tia X (XRD) được đo trên Máy nhiễu xạ kế X-ray anode D8 Advance Bruker với bức xạ Cu K α ($\lambda = 0.154$ nm). Ảnh hiển vi điện tử truyền qua (TEM) và hiển vi điện tử quét (SEM) được ghi lại trên các thiết bị JEOL JEM-2100F (USA) và SEM JMS-5300LV (USA). Các thí nghiệm điện hóa được thực hiện bằng máy phân tích cực phổ CPA-HH5 (Việt Nam). Các phép đo Von-ampe được thực hiện bằng

cách sử dụng điện cực than thủy tinh (GCE, đường kính 2,8 mm) hoặc GCE được biến tính bằng vật liệu có cấu trúc xốp 3D α -Fe₂O₃ đóng vai trò là điện cực làm việc, điện cực so sánh Ag/AgCl/3M KCl và điện cực đối platinumium.

2.3. Tổng hợp vật liệu vật liệu có cấu trúc xốp 3D α -Fe₂O₃

Đầu tiên, khung hữu cơ kim loại Prussian blue được tổng hợp theo tài liệu tham khảo [18]. Quá trình tổng hợp được mô tả vắn tắt như sau, 3.8 g Polyvinepyrrolydone (PVP, K30, MW \approx 40 000) và 0.11 g Kali hexacyanoferrat (II) (K₄Fe(CN)₆·3H₂O được hòa tan trong 50 mL dung dịch HCl 0.1 M. Sau khi được khuấy đồng nhất bằng máy từ trong 1 giờ, hỗn hợp dung dịch được đưa vào bình Teflon 100 mL và được gia nhiệt ở 90 °C trong 24 giờ ở tủ điện. Tiếp theo, sản phẩm rắn thu được Prussian blue màu xanh được ly tâm, tách sản phẩm và được rửa 3 lần bằng dung môi nước đã loại ion. Cuối cùng, sản phẩm Prussian blue được đem sấy khô ở nhiệt độ 90 °C trong tủ sấy.

Để thu được 3D α -Fe₂O₃, vật liệu khung hữu cơ kim loại Prussian blue được đem nung ở nhiệt độ 600 °C với tốc độ nâng nhiệt 2 °C/phút trong 2 h ở môi trường không khí.

2.4. Chuẩn bị các điện cực

Điện cực than thủy tinh (GCE) (đường kính 2,8 mm) được mài nhẵn bóng bằng cách sử dụng bột nhôm oxit 0,05 μ m và rửa kỹ bằng nước cất. GCE được làm sạch bằng rung siêu âm 5 phút trong etanon. Phân tán 1,0 mg vật liệu 3D α -Fe₂O₃ trong 1 ml dung dịch nước cất 2 lần bằng sóng siêu âm trong 60 phút, kết quả là xuất hiện huyền phù màu đỏ đồng nhất. Nhỏ 5 μ l dung dịch huyền phù lên bề mặt điện cực. Sau đó sấy khô điện cực ở nhiệt độ phòng để thu được điện cực biến tính 3D α -Fe₂O₃/GCE.

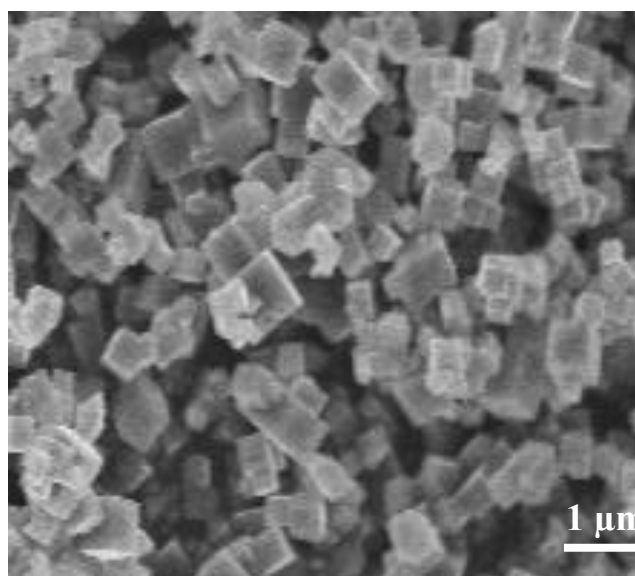
2.5. Các phép đo điện hóa

Sử dụng phương pháp von-ampe vòng (CV) để xác định diện tích hiệu dụng đối với hỗn hợp dung dịch 0,1 mM K₃[Fe(CN)₆]/K₄[Fe(CN)₆] trong 0,1 M KCl. Phương pháp CV được ghi ở khoảng thế -1500 mV đến 1000 mV ở nhiệt độ phòng.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

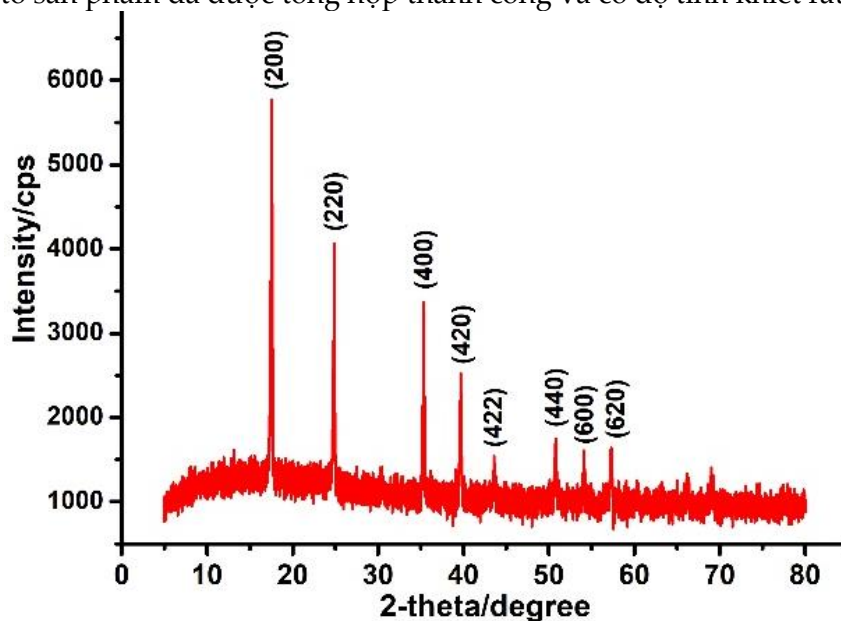
3.1. Đặc trưng vật liệu

Vật liệu khung hữu cơ kim loại Prussian blue được tổng hợp bằng phương pháp thủy nhiệt dưới sự hỗ trợ của chất hoạt động bề mặt Polyvinepyrrolydone (PVP). Hình thái của các mẫu Prussian blue được đặc trưng bằng SEM (Hình 1). Kết quả cho thấy, Prussian blue có hình thái 3D lập phương với độ đồng nhất cao, kích hạt trung bình khoảng 200 nm. Quan sát các hạt vật liệu cho thấy bề mặt vật liệu rất nhẵn, chúng tỏ mức độ hình thành thành các pha đơn tinh thể rất cao.

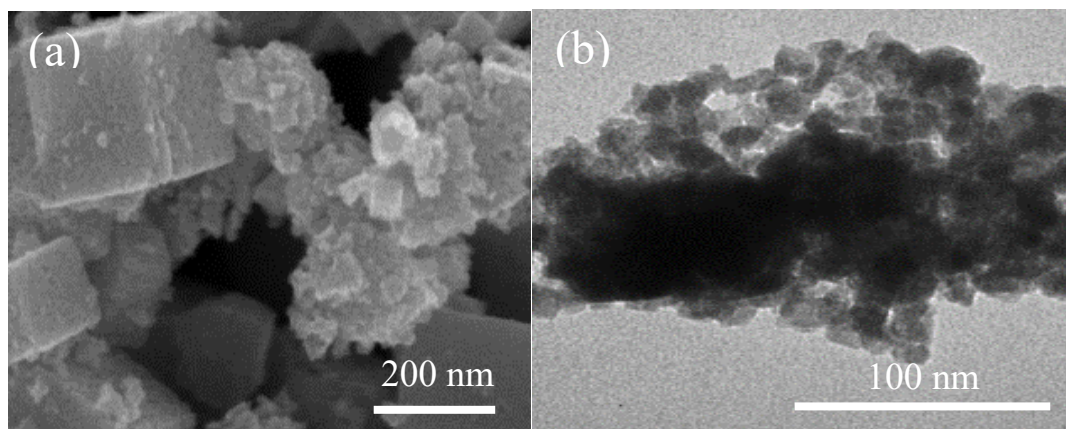


Hình 1. SEM của vật liệu khung hữu cơ kim loại Prussian blue

Cấu trúc tinh thể của vật liệu khung hữu cơ kim loại Prussian blue được xác định bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD). Quan sát phổ XRD trong hình 2 cho thấy, những đỉnh nhiễu xạ đặc trưng xuất hiện tại góc $2\theta = 17.2^\circ, 25.3^\circ, 35.8^\circ, 39.4^\circ, 43.2^\circ, 51.2^\circ, 53.1^\circ$ và 56.8° tương ứng với mặt mạng tinh thể (200), (220), (400), (420), (422), (440), (600) và (620). Tất cả các đỉnh đặc trưng được phân loại theo mẫu XRD mô phỏng của vật liệu khung hữu cơ kim loại Prussian blue có cấu trúc lập phương tâm mặt fcc (JCPDS 73-0687; nhóm không gian $Fm\bar{3}m$, $a = b = c = 10.13 \text{ \AA}$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$) [18]. Tuy nhiên, không có những đỉnh nhiễu xạ của tạp chất được quan sát trên giản đồ, chứng tỏ sản phẩm đã được tổng hợp thành công và có độ tinh khiết rất cao.



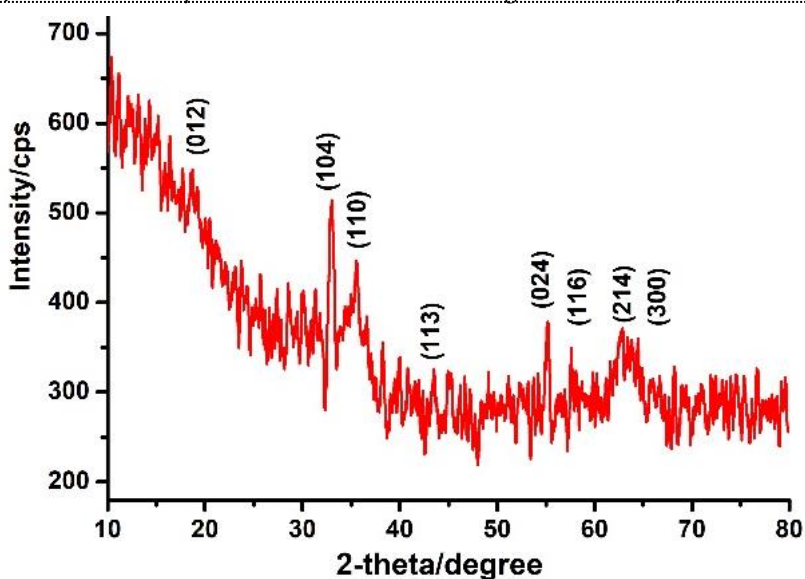
Hình 2. Phổ XRD của vật liệu khung hữu cơ kim loại Prussian blue



Hình 3. SEM (a) và TEM (b) của vật liệu 3D α -Fe₂O₃

Khung hữu cơ kim loại Prussian blue có hình thái 3D lập phương được sử dụng để tổng hợp vật liệu 3D α -Fe₂O₃ bằng phương pháp nung phân hủy nhiệt trong môi trường không khí ở nhiệt độ 500 °C trong 2 giờ. Hình 3 trình bày hình thái của vật liệu α -Fe₂O₃, kết quả cho thấy α -Fe₂O₃ được nung từ khung hữu cơ kim loại Prussian vẫn giữ nguyên hình thái 3D lập phương. Đáng chú ý, bề mặt của vật liệu trở nên xốp và xuất hiện những lỗ trống nano. Để quan sát rõ ràng hơn bề mặt của vật liệu 3D α -Fe₂O₃, chúng tôi đã tiến hành xác định hiển vi điện tử truyền qua (TEM) của vật liệu 3D α -Fe₂O₃. Quan sát hình ảnh TEM cho thấy, xuất hiện những lỗ xốp nano bên trong vật liệu 3D α -Fe₂O₃. Đáng chú ý, vật liệu 3D α -Fe₂O₃ lập phương được xây dựng nên từ các hạt nano α -Fe₂O₃ sơ cấp có kích thước khoảng 10 nm.

Phân tích XRD của vật liệu 3D α -Fe₂O₃ được nung từ khung hữu cơ kim loại Prussian blue đã được thực hiện (Hình 4). Tất cả các đỉnh đặc trưng của α -Fe₂O₃ được phân loại theo mẫu XRD mô phỏng của tại góc $2\theta = 20.4^\circ, 32.8^\circ, 35.3^\circ, 40.6^\circ, 49.7^\circ, 54.8^\circ, 62.3^\circ$ và 64.5° tương ứng với mặt mạng tinh thể (012), (104), (110), (113), (024), (116), (214) và (300) theo phân loại JCPDS 04-0783 [18]. Điều này chứng tỏ vật liệu 3D α -Fe₂O₃ đã được tổng hợp thành công bằng phương pháp nung phân hủy nhiệt khung hữu cơ kim loại Prussian blue.



Hình 4. Phổ XRD của vật liệu vật liệu 3D $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$

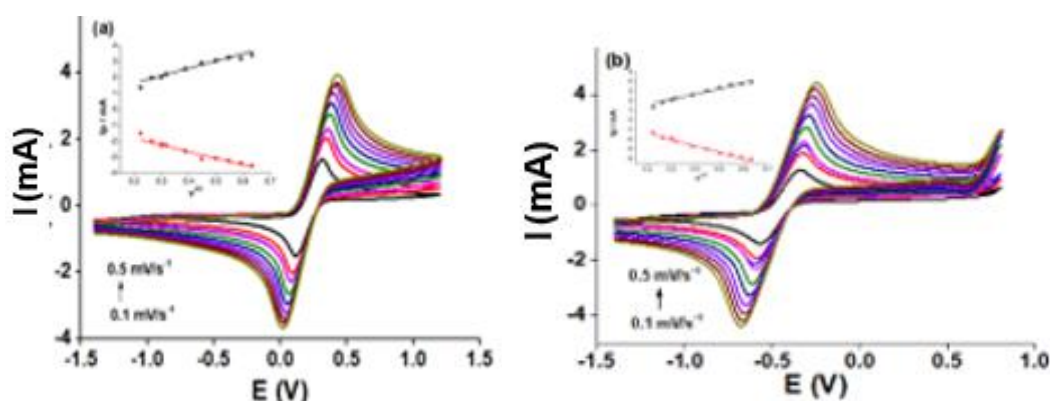
3.2. Nghiên cứu đặc tính điện hóa

Phương pháp von-ampe vòng (CV) được sử dụng để nghiên cứu đặc tính điện hóa của điện cực GCE được biến tính bởi vật liệu 3D $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$. Diện tích hiệu dụng của điện cực biến tính bởi vật liệu $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ được xác định theo mô hình của Randles-Sevcik [19].

$$I_p = (2.69 \times 10^5) \cdot n^{3/2} \cdot A \cdot C \cdot D^{1/2} \cdot v^{1/2}$$

Trong đó: I_p là đỉnh dòng anot hoặc catot (μA), D là hệ số khuếch tán của hỗn hợp dung dịch $[\text{Fe}(\text{CN})_6]/\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ($\text{cm}^2 \text{ s}^{-1}$), C là nồng độ của hỗn hợp dung dịch $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]/\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (mM); A là diện tích hiệu dụng (cm^2), n là số electron chuyển hóa và v là tốc độ quét (V s^{-1}).

Hình 5 trình bày các đường CV của dung dịch $[\text{Fe}(\text{CN})_6]/\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 1 M sử dụng điện cực GCE và điện cực biến tính ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-GCE}$) ở tốc độ quét từ 0.1 đến 0.5 mV s^{-1} . Kết quả cho thấy, diện tích hiệu dụng của điện cực GCE và điện cực biến tính ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-GCE}$) tương ứng là 0.04 và 0.06 cm^2 . Chứng tỏ khả năng cảm biến điện hóa được cải thiện khi biến tính vật liệu có cấu trúc xốp 3D $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ hình thái lập phương lên bề mặt điện cực GCE.



Hình 5. Đường CV của dung dịch $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}/\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ 1 M sử dụng các điện cực GCE (a) và $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3\text{-GCE}$ (b).

KẾT LUẬN

Vật liệu có cấu trúc xốp 3D $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ được tổng hợp thành công bằng phương pháp phân hủy nhiệt khung hữu cơ kim loại Prussian blue. Vật liệu thu được có cấu trúc xốp, hình thái 3D lập phương và mức độ tinh độ tinh thể cao. Nghiên cứu cảm biến hóa cho thấy điện cực được biến tính với vật liệu 3D $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ có diện tích hiệu dụng được cải thiện rõ rệt so với điện cực GCE. Kết quả này mở ra khả năng áp dụng phương pháp để phân tích các hợp chất hữu cơ cũng như vô cơ bằng phương pháp cảm biến điện hóa.

SỰ GHI NHẬN

Tác giả liên hệ được tài trợ bởi Tập đoàn Vingroup – Công ty CP và hỗ trợ bởi Chương trình học bổng thạc sĩ, tiến sĩ trong nước của Quỹ Đổi mới sáng tạo Vingroup (VINIF), Viện Nghiên cứu Dữ liệu lớn, mã số [VINIF.2021.TS.080].

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Chengzhou Zhu, Guohai Yang, He Li, Dan Du, and Yuehe Lin, (2015), Electrochemical Sensors and Biosensors Based on Nanomaterials and Nanostructures, *Anal. Chem*, 87, 230-249
- [2]. Nongnoot Wongkaew, Marcel Simsek, Christian Griesche, and Antje J. Baeumner (2019), Functional Nanomaterials and Nanostructures Enhancing Electrochemical Biosensors and Lab-on-a-Chip Performances: Recent Progress, Applications, and Future Perspective, *Chem. Rev*, 119, 120-194.
- [3]. Bashir Ahmmad , Kwati Leonard, Md.Shariful Islam Junichi Kurawaki Manickavachagam Muruganandham Takahiro Ohkubo Yasushige Kuroda (2013),

- Green synthesis of mesoporous hematite (α -Fe₂O₃) nanoparticles and their photocatalytic activity, *Advanced Powder Technology* 24, pp. 160-167.
- [4]. Wenshu Tang, Yu Su, Qi Li, Shian Gaoa and Jian Ku Shang (2013), Mg-doping: a facile approach to impart enhanced arsenic adsorption performance and easy magnetic separation capability to α -Fe₂O₃ nanoadsorbents, *J. Mater. Chem. A*, 1, 830–836.
- [5]. Shunsuke Tanaka, Yusuf Valentino Kaneti, Ni Luh Wulan Septiani, Shi Xue Dou, Yoshiom Bando, Md. Shahriar A. Hossain, Jeonghun Kim, and Yusuke Yamauchi (2019), A Review on Iron Oxide-Based Nanoarchitectures for Biomedical, Energy Storage, and Environmental Applications, *Small Methods*, 1800512.
- [6]. Jiabiao Lian, Xiaochuan Duan, Jianmin Ma, Peng Peng, Tongil Kim, and Wenjun Zheng (2009), Hematite (α -Fe₂O₃) with Various Morphologies: Ionic Liquid-Assisted Synthesis, Formation Mechanism, and Properties, *ACS Nano*, 3, 11, 3749–3761.
- [7]. Yong-Mao Lin, Paul R. Abel, Adam Heller, and C. Buddie Mullins (2011), α -Fe₂O₃ Nanorods as Anode Material for Lithium Ion Batteries, *J. Phys. Chem. Lett.*, 2, 2885–2891.
- [8]. Li-Chieh Hsu, Yuan-Yao Li, Chun-Yen Hsiao (2008), Synthesis, Electrical Measurement, and Field Emission Properties of α -Fe₂O₃ Nanowires, *Nanoscale Res Lett*, 3:330–337.
- [9]. Lei Wang, Jianmin Ma, Libao Chen, Zhi Xu, Taihong Wang (2013), Tailoring the subunits of α -Fe₂O₃ nanoplates for optimizing electrochemical performance, *Electrochimica Acta* 113, 194–199.
- [10]. Yu Zhao, Yang Wen, Bing Xu, Lu Lu1 and Reiming Ren (2011), Fe₂O₃ hollow sphere nanocomposites for supercapacitor applications, *Earth and Environmental Science* 121, 042004.
- [11]. Bao Wang, Jun Song Chen, Hao Bin Wu, Zhiyu Wang, and Xiong Wen (David) Lou (2011), Quasiemulsion-Templated Formation of α -Fe₂O₃ Hollow Spheres with Enhanced Lithium Storage Properties, *J. Am. Chem. Soc.*, 133, 17146–17148.
- [12]. Umemura, A.; Diring, S.; Furukawa, S.; Uehara, H.; Tsuruoka, T.; Kitagawa, S, (2012), Morphology design of porous coordination polymer crystals by coordination modulation, *J. Am. Chem. Soc.*, 133, 15506.
- [13]. Nune, S. K.; Thallapally, P. K.; Dohnalkova, A.; Wang, C. M.; Liu, J.; Exarhos, G (2010), Synthesis and properties of nano zeolitic imidazolate frameworks, *J. Chem. Commun.*, 46, 4878.
- [14]. Jung, S.; Oh, M. (2008), Monitoring shape transformation from nanowires to nanocubes and size-controlled formation of coordination polymer particles, *Angew. Chem., Int. Ed.*, 47, 2049.
- [15]. Jiang, Z.; Sun, H. Y.; Qin, Z. H.; Jiao, X. L.; Chen, D. R (2012), Synthesis of novel ZnS nanocages utilizing ZIF-8 polyhedral template, *Chem. Commun.*, 48, 3620.
- [16]. WeixiaWang, YingweiLi, RongjunZhang, DehuaHe, HongliLiu, ShijunLiao (2011), Metal-organic framework as a host for synthesis of nanoscale Co₃O₄ as an active catalyst for CO oxidation, *Catalysis Communication*, 12, 10, 875-879.

- [17]. Xiaodong Xu, Ruiguo Cao, Sookyung Jeong and Jaephil Cho (2012), Spindle-like Mesoporous α -Fe₂O₃ Anode Material Prepared from MOF Template for High Rate Lithium Batteries, *Nano Lett*, 12, 9, 4988-4991.
- [18]. Lei Zhang, Hao in Wu, Srinivasan Madhavi, Huey Hoon Hng, and Xiong Wen (David) Lou, Formation of Fe₂O₃ Microboxes with Hierarchical Shell Structures from Metal-Organic Frameworks and Their Lithium Storage Properties, *J. Am. Chem. Soc*, 134, 17388-17391.
- [19]. S. a Maier (2004), *Fundamentals and Applications Plasmonics : Fundamentals and Applications*, 677, 1.

SYNTHESIS OF 3D α -Fe₂O₃ POROUS MICROSTRUCTURE BASED ON METAL ORGANIC FRAMEWORKS

Ho Van Minh Hai^{1,2*}, Nguyen Duc Vu Quyen¹, Bui Thi Hoang Diem¹, Dang Xuan Tin¹,
Dinh Quang Khieu¹, Nguyen Van Cuong²

¹Faculty of Chemistry, University of Sciences, Hue University

²Faculty of Chemical Engineering, Industrial University of Ho Chi Minh city

*Email: hvmmhai@hueuni.edu.vn

ABSTRACT

In this study, 3D α -Fe₂O₃ porous microstructure was synthesized based on metal organic frameworks Prussian blue. The morphology and crystallinity of product were characterized via X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), transmission electron microscope (TEM). The investigation of electrochemical sensor of bare GCE and 3D α -Fe₂O₃ modified GCE electrodes were performed. It was found that the electroactive surface area for 3D α -Fe₂O₃ modified GCE have significantly improved compared to bare GCE.

Keywords: 3D α -Fe₂O₃; Prussian blue, Metal organic frameworks, electrochemical sensor.



Hồ Văn Minh Hải sinh ngày 06/11/1986. Ông tốt nghiệp đại học năm 2009 ngành Công nghệ vật liệu Silicat tại Trường Đại học Bách Khoa Đà Nẵng. Năm 2015, ông tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Hóa Vô cơ tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Hiện tại, Ông đang công tác tại Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa Vô cơ, Vật liệu nano, Khung hữu cơ kim loại MOFs.



Nguyễn Đức Vũ Quyên sinh năm 1985. Bà tốt nghiệp tiến sĩ Hóa học năm 2019 tại Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế. Hiện nay đang công tác tại Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: vật liệu nano, vật liệu vô cơ, hấp phụ và xúc tác.



Đặng Xuân Tín sinh năm 1964. Ông tốt nghiệp Thạc sĩ Hóa học năm 1995 tại Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế. Hiện tại, Ông đang công tác tại Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa Vô cơ



Nguyễn Văn Cường sinh năm 1980. Ông tốt nghiệp tiến sĩ Kỹ thuật y sinh năm 2011 tại Trường Đại học Chungbuk, Hàn Quốc, được phong học hàm Phó giáo sư năm 2016. Ông hiện đang công tác tại Khoa Công nghệ Hóa học, trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu nano, Khung hữu cơ kim loại MOFs.



Bùi Thị Hoàng Diễm sinh năm 1977. Bà tốt nghiệp cử nhân năm 2004 tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Bà hiện đang công tác tại Khoa Hóa học, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa Vô cơ.