

CHẾ TẠO NANOCOMPOZIT QUANG XÚC TÁC ZnO/TiO₂

● TRƯƠNG THỊ HẠNH

TÓM TẮT:

Nghiên cứu này tổng hợp nanocompozit ZnO/TiO₂ bằng phương pháp sol-gel để khử màu thuốc nhuộm trong nước thải dệt may. Vật liệu được phân tích bằng TEM, XRD, BET và UV-Vis. XRD xác nhận cấu trúc dị thể ZnO/TiO₂ và TEM, cho thấy các hạt nano gần như hình cầu. Nanocompozit với tỷ lệ Zn(II):Ti(IV) là 1:5 có diện tích bề mặt BET cao hơn (91,045 m²/g) và vùng cấm hẹp hơn ($E_g = 3,06$ eV) so với tỷ lệ 1:1. Tính năng xúc tác quang hóa cũng được đánh giá qua sự giảm độ màu của Methylene Blue.

Từ khóa: nanocomposit ZnO/TiO₂, sol-gel, dị thể, năng lượng vùng cấm, quang xúc tác.

1. Đặt vấn đề

Việt Nam phát triển mạnh ngành Dệt May, dẫn đến sự gia tăng đáng kể kim ngạch xuất khẩu. Tuy nhiên, ô nhiễm từ thuốc nhuộm dệt may là một thách thức lớn, vì các phương pháp xử lý truyền thống thường gây ô nhiễm thứ cấp. Gần đây, vật liệu nano quang xúc tác từ oxit bán dẫn đã nổi bật như một giải pháp tiềm năng cho vấn đề này.

2. Tổng quan nghiên cứu

Các vật liệu bán dẫn như ZnO, SnO₂, MgO, GeO₂, Sb₂O₃, V₂O₅, WO₃ và TiO₂ có các vùng cấm, biểu thị sự chênh lệch năng lượng giữa các trạng thái electron của chúng (Prasannalakshmi et al. 2017; Shyamalee et al., 2024). Khi chiếu xạ photon, các vật liệu này có thể tạo điều kiện cho các electron chuyển từ vùng hóa trị (VB) sang vùng dẫn (CB) để tạo ra các cặp electron-lỗ trống theo nguyên lý tương đương khối lượng-năng lượng (Olga et al. 2016). Hạn chế chính về hiệu quả quang xúc tác nằm ở sự tái hợp nhanh chóng của các cặp electron-lỗ trống quang kích thích. Sử dụng cấu trúc dị thể như ZnO/TiO₂ có thể tăng cường phân tách điện tích và giảm tái hợp electron-lỗ trống (Masahiro et al. 2002). TiO₂ và

ZnO, nhờ hoạt tính quang xúc tác cao, tính ổn định hóa học, không độc hại và hiệu quả về mặt chi phí nên được sử dụng phổ biến (Ayan et al. 2014). Cả TiO₂ và ZnO đều là chất bán dẫn loại n có năng lượng vùng cấm tương tự, TiO₂ (3,22 eV) và ZnO (3,37 eV), nhưng vị trí mức năng lượng vùng dẫn (CB) và vùng hóa trị (VB) của chúng có sự khác biệt. Do thế năng vùng dẫn của ZnO âm hơn so với TiO₂, các e⁻ tại vùng dẫn của ZnO sẽ dễ dàng di chuyển sang vùng dẫn của TiO₂; ngược lại, các h⁺ từ vùng hóa trị của TiO₂ cũng sẽ di chuyển sang vùng hóa trị của ZnO, dẫn đến trạng thái cân bằng của hệ cấu trúc này. Sự hình thành vật liệu nano ZnO/TiO₂ có thể tạo ra các mức năng lượng mới trong vùng cấm, có khả năng cho phép hấp thụ cả ánh sáng khả kiến (Chebanenko et al. 2023, Chen et al. 2016). Khi hấp thụ năng lượng bằng hoặc lớn hơn năng lượng vùng cấm, chất bán dẫn sẽ tạo ra sự kích thích điện tử từ VB đến CB, tạo ra các lỗ trống ở CB. Các electron và lỗ trống tự do này tham gia vào các phản ứng oxy hóa khử, tạo ra các gốc như •O₂⁻ và •OH, then chốt cho hoạt động quang xúc tác của chất bán dẫn trong quá trình phân hủy

chất ô nhiễm, bao gồm thuốc nhuộm và các hợp chất hữu cơ (Barbara, 2023).

Trong nghiên cứu này, vật liệu nanocompozit xúc tác quang ZnO/TiO₂ thu được thông qua quá trình sol-gel với sự thay đổi về tỷ lệ mol Zn(II):Ti(IV). Các phương pháp phân tích, bao gồm TEM, BET, XRD và UV-vis, được sử dụng để đánh giá hình thái, diện tích bề mặt và kích thước của hạt nano TiO₂/ZnO. Hơn nữa, hoạt tính quang xúc tác của vật liệu nano ZnO/TiO₂ cũng được khảo sát.

3. Vật liệu và phương pháp

Acetat kẽm (Zn(CH₃COO)₂·2H₂O), Poly(N-vinylpyrrolidone) (PVP, (C₆H₉NO)_n), Isopropoxide titanium (IV) ([Ti{OCH(CH₃)₂}₄]) là những hóa chất của Sigma Aldrich. Natri hydroxit (97%, Ấn Độ), cồn tuyệt đối (Cemaco, Việt Nam), bột Methylene Blue (Qingdao Sanhuan Colorchem Co.) có độ tinh khiết cao. Các dung dịch được pha chế bằng nước khử ion.

3.1. Chế tạo nanocompozit ZnO/TiO₂

Quá trình tổng hợp sol-gel TiO₂ ở nồng độ 0,2 và 1,0 M được thực hiện bằng cách trộn 5, 10 và 15 mL isopropoxide Titanium (IV) với 50 mL cồn tuyệt đối, khuấy trong 20 phút. Sau đó, thêm 20 mL nước cất và khuấy tiếp để tạo huyền phù trắng.

Điều chế 0,2 M Zn(CH₃COO)₂·2H₂O bởi sự hòa tan 6,57 g trong 20 mL dung dịch PVP 1%, thêm 80 mL ethanol và khuấy mạnh ở 80°C trong 20 phút. Từ từ thêm 50 mL dung dịch NaOH 0,02 M trong hỗn hợp nước/ethanol (2:3, v/v), khuấy liên tục ở 80°C trong 4 giờ.

Đổ dung dịch vào huyền phù TiO₂ đã chuẩn bị

và khuấy trong 120 phút để tạo gel TiO₂/ZnO đồng nhất. Rửa sạch mẫu, sấy khô ở 100°C và nung ở 550°C trong 3 giờ. Các nanocompozit TiO₂/ZnO có tỷ lệ mol Zn(II):Ti(IV) là 1:1 và 1:5 được ký hiệu là ZTO1 và ZTO2.

3.2. Những đặc trưng và hoạt tính xúc tác quang hóa của ZnO/TiO₂

Ảnh TEM của nanocompozit TiO₂/ZnO được ghi bằng kính hiển vi JEOL JEM-1400 (100 kV). Diện tích bề mặt BET phân tích bằng máy NOVA Station C trong điều kiện N₂, ở 120°C, 4 giờ. Giảm nhiễu XRD đo bằng máy Shimadzu 5A (CuKα, λ = 1,5405 Å), quét 0,5°/phút từ 5 đến 80°. Đặc tính quang học được đánh giá bằng quang phổ UV-Vis trên máy Jasco V-630 (200-800 nm).

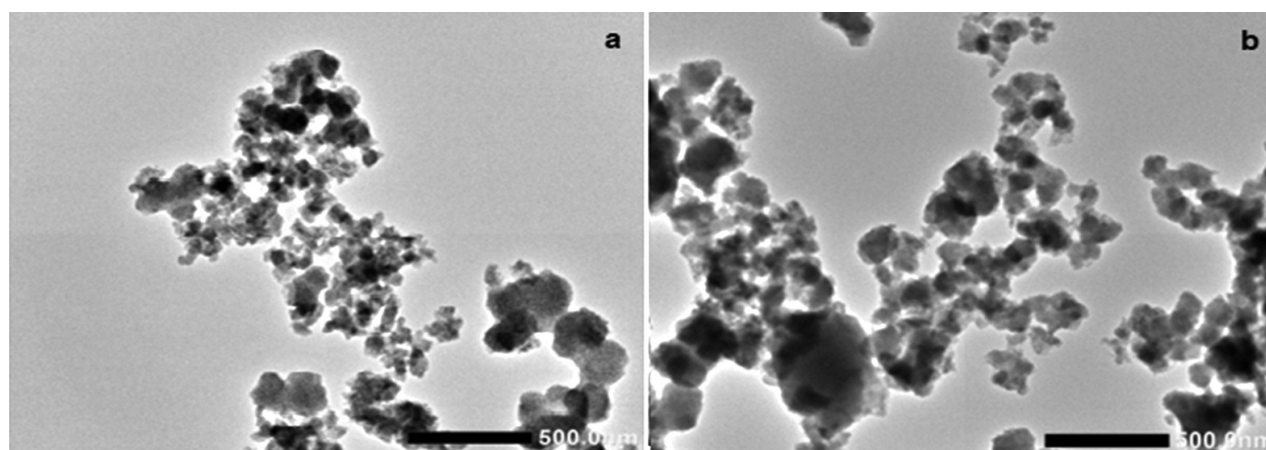
Hoạt tính xúc tác quang của vật liệu nano TiO₂/ZnO được khảo sát từ sự phân hủy thuốc nhuộm Methylene Blue dưới ánh nắng mặt trời. Lấy 1 g nanocompozit TiO₂/ZnO được khuấy trong 20 phút với 100 mL dung dịch 10 mg/L MB trong tối. Sau khi hấp phụ, hỗn hợp được chuyển ra ngoài và phơi nắng trong 30, 45, 60 hoặc 90 phút. Sau mỗi giai đoạn, hỗn hợp được lọc và đo độ hấp thụ quang phổ UV-Vis của dung dịch ở λ ~ 600 nm để đánh giá sự phân hủy thuốc nhuộm.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Đặc trưng của nanocompozit ZnO/TiO₂

Các ảnh TEM xác nhận hình thái gần như dạng cầu của vật liệu nano ZTO1 và ZTO2, có xu hướng kết dính, sắp xếp thành chuỗi như Hình 1. Quan sát này phù hợp với cấu trúc được ghi nhận cho các nanocompozit ZnO/TiO₂ được tổng hợp thông qua

Hình 1: Ảnh TEM của ZTO1 và ZTO2



phương pháp sol-gel, như trong tài liệu tham khảo (Lawrence et al., 2023). Các vùng sáng hơn biểu thị các hạt nano TiO_2 do hiệu suất tán xạ electron cao, trong khi các vùng tối hơn có thể là hạt ZnO bao bọc bởi PVP. Phát hiện này phù hợp với các nghiên cứu trước, trong đó các hạt nano TiO_2 biểu hiện độ tương phản sáng cao hơn so với ZnO trong ảnh TEM của nanocompozit ZnO/ TiO_2 (Hamouda et al. 2021).

Hình 2 minh họa giản đồ XRD của các mẫu ZTO1, ZTO2 và ZTO3 sau khi ủ ở 550°C trong 2 giờ. Các đỉnh ở $\sim 25^\circ$ chỉ ra sự hiện diện của pha “anatase” của TiO_2 (JCPDS 00-021-1272), trong khi các đỉnh ở $\sim 36^\circ$ cho thấy pha “wurtzite” của ZnO (JCPDS 36-1451) (Anguraj et al. 2023, Pedro et al. 2021). Điều này xác nhận sự hiện diện đồng thời của cả 2 pha ZnO và TiO_2 trong vật liệu nanocompozit ZTO. Phân tích kích thước tinh thể bằng phương pháp Debye-Scherrer cho thấy kích thước hạt nano lần lượt là 25,2 và 27,1 nm đối với TiO_2 tại $\sim 25^\circ$ và 22,3 và 24,9 nm đối với ZnO ở $\sim 36^\circ$ cho các mẫu ZTO1 và ZTO2 tương ứng. Các tiếp xúc dị thể trong quá trình nung thường dẫn đến xu hướng kết tụ, phù hợp với các quan sát TEM trong Hình 1. Lawrence và cộng sự đã báo cáo xu hướng kết tụ ít hơn trong vật liệu nano TiO_2/ZnO chế tạo ở 350°C so với ở 400°C (Lawrence et al., 2023).

Hình 3 thể hiện đường đẳng nhiệt tuyến tính hấp phụ/giải hấp của diện tích bề mặt BET từ quá trình hấp phụ/giải hấp N_2 của ZTO₂. Giá trị BET tăng từ $68,803 \text{ m}^2/\text{g}$ đối với ZTO1 lên $91,045 \text{ m}^2/\text{g}$ đối với ZTO₂, cho thấy sự gia tăng pha “anatase” khi hàm lượng TiO_2 tăng. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu trước, cho thấy vật liệu có diện tích bề mặt BET lớn hơn thường chứa nhiều pha “anatase”, trong khi diện tích bề mặt nhỏ hơn có sự pha trộn của cấu trúc “anatase” và “wurtzite” (Adam et al. 2019).

4.2. Hoạt tính quang xúc tác của nanocompozit ZnO/ TiO_2

Các đặc tính quang học đóng một vai

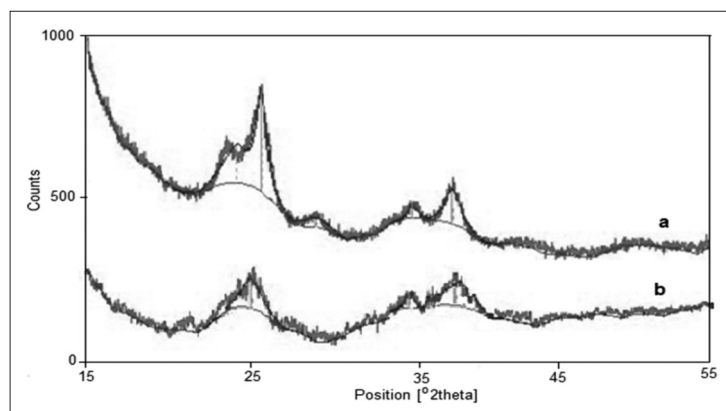
trò then chốt trong ứng dụng xúc tác quang, thúc đẩy hiệu suất của các phép đo độ hấp thụ UV-Vis. Kết quả trên Hình 4a cho thấy các đỉnh hấp thụ quan sát được trong phạm vi bước sóng 300-400 nm. Những đỉnh này có thể do sự đóng góp của cả thành phần TiO_2 và ZnO trong vật liệu nanocompozit. Phương pháp Tauc là một kỹ thuật được áp dụng rộng rãi để xác định năng lượng vùng cấm của vật liệu bán dẫn dựa trên phổ hấp thụ UV-Vis. Khả năng ứng dụng của phân tích biểu đồ Tauc đòi hỏi vật liệu phải có khả năng phân tán trong môi trường lỏng, tạo ra dung dịch trong suốt về mặt quang học, không đục (Makula et al. 2018).

Đây là phương trình Tauc:

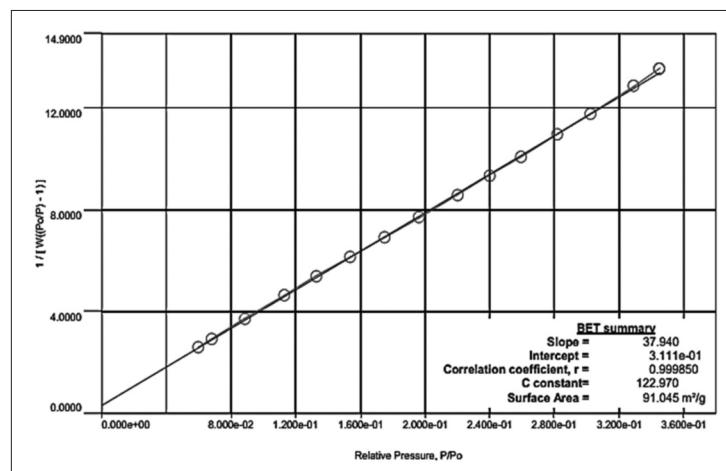
$$(\alpha h\nu)^{1/n} = B(h\nu - E_g) \quad (2)$$

Phương trình này liên hệ sự hấp thụ ánh sáng của vật liệu với năng lượng ($h\nu$) và năng lượng

Hình 2: Giản đồ nhiễu xạ tia X của ZTO1 (a) và ZTO2(b)



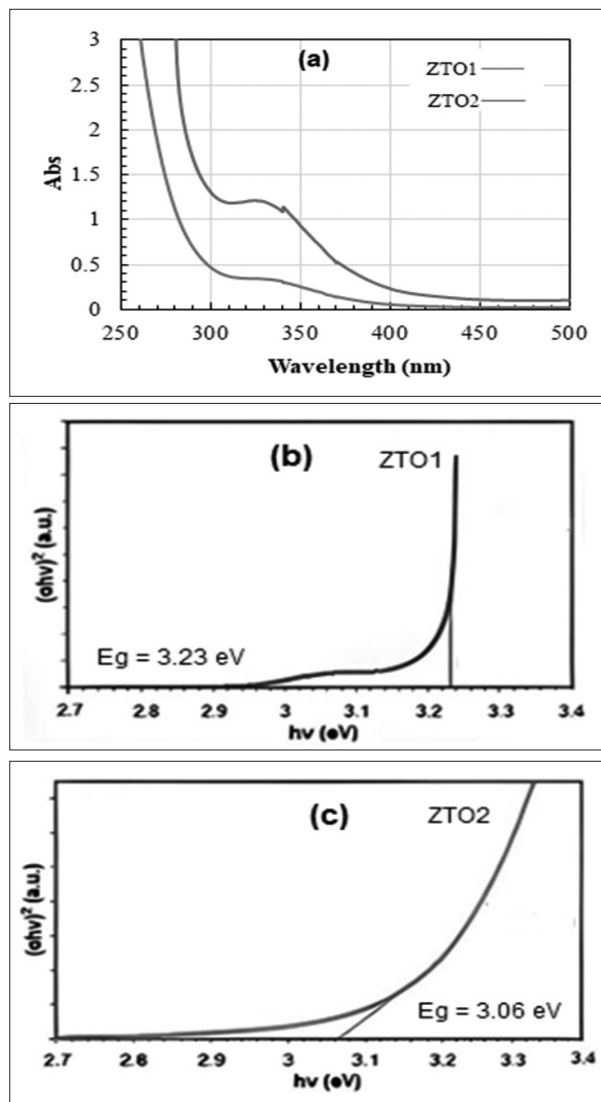
Hình 3: Đường đẳng nhiệt tuyến tính hấp phụ/giải hấp N_2 theo BET ở $77,4^\circ\text{K}$ cho ZTO₂



vùng cấm (E_g) của vật liệu. Hệ số hấp thụ α được xác định từ giá trị hấp thụ quang (A) của phổ UV Vis. Hệ số n được sử dụng để xác định loại chuyển tiếp điện tử xảy ra khi các photon được vật liệu hấp thụ (Anguraj et al. 2023). Trong biểu đồ Tauc, năng lượng vùng cấm - Band Gap (E_g) được xác định bằng cách ngoại suy đoạn tuyến tính của biểu đồ $(\alpha h\nu)^2$ so với $h\nu$ trục x, trong đó $(\alpha h\nu)^2$ bằng 0. Các giá trị E_g thu được là 3,23 eV và 3,06 eV ứng với ZTO1, ZTO2 có tỷ lệ mol ZnO:TiO₂ là 1:1 và 1:5 (Hình 4b, 4c). Đáng chú ý, năng lượng vùng cấm hẹp hơn trong vật liệu nanocompozit ZnO/TiO₂ so với giá trị E_g của ZnO (3,37 eV). Sự biến đổi E_g này được cho là do sự dịch chuyển bờ của vùng dẫn (CB) hoặc vùng hóa trị (VB) của ZnO khi thay đổi tỷ lệ mol TiO₂ trong hỗn hợp. Sự biến đổi năng lượng ở giao diện cho phép tách các hạt mang điện trên mỗi phần của bề mặt dị thể (Masahiro et al. 2002). Khoảng cách dải năng lượng hẹp hơn được quan sát trong nanocompozit cho thấy hoạt động xúc tác quang tăng cường. Hơn nữa, những phát hiện này cũng chứng minh thêm sự tồn tại của cấu trúc dị thể trong hỗn hợp ZnO/TiO₂.

Hiệu ứng quang xúc tác của vật liệu nanocompozit ZnO/TiO₂ được đánh giá bằng khả năng phân hủy thuốc nhuộm Methylene Blue (MB) dưới ánh sáng mặt trời. Hình 5 cho thấy phổ hấp thụ của dung dịch MB sau khi xử lý với các mẫu ZTO1 và ZTO2 ở các khoảng thời gian chiếu nắng khác nhau (0, 30, 45, 60 và 90 phút). Giá trị độ hấp thụ của dung dịch MB được xử lý bằng ZTO1 và ZTO2 giảm dần khi chiếu xạ ánh sáng mặt trời kéo dài. Sự suy giảm này có thể được cho là do sự hấp thụ photon tăng lên của chất bán dẫn làm tăng các cặp electron-lỗ trống. Kết quả là sự hình thành các gốc phản ứng ($\bullet\text{O}_2^-$) và ($\bullet\text{OH}$) trên bề mặt chất xúc tác quang. Nồng độ gốc tăng cao giúp tăng cường khả năng hấp thụ phân tử MB, do đó làm tăng tốc độ oxy hóa và phân hủy MB, bằng chứng là sự giảm độ hấp thụ màu. Điều này phù hợp với nghiên cứu của Curcio và cộng sự về ảnh hưởng của sự hấp thụ bức xạ đến sự phân hủy chất màu (Curcio et al. 2002; Adam et al., 2019), trong đó sự giảm độ hấp thụ của thuốc nhuộm khi thời gian chiếu xạ kéo

Hình 4: Phổ UV-Vis (a) và đồ thị của $(\alpha h\nu)^2$ với năng lượng photon $h\nu$ cho (b) ZTO1 và (c) ZTO2

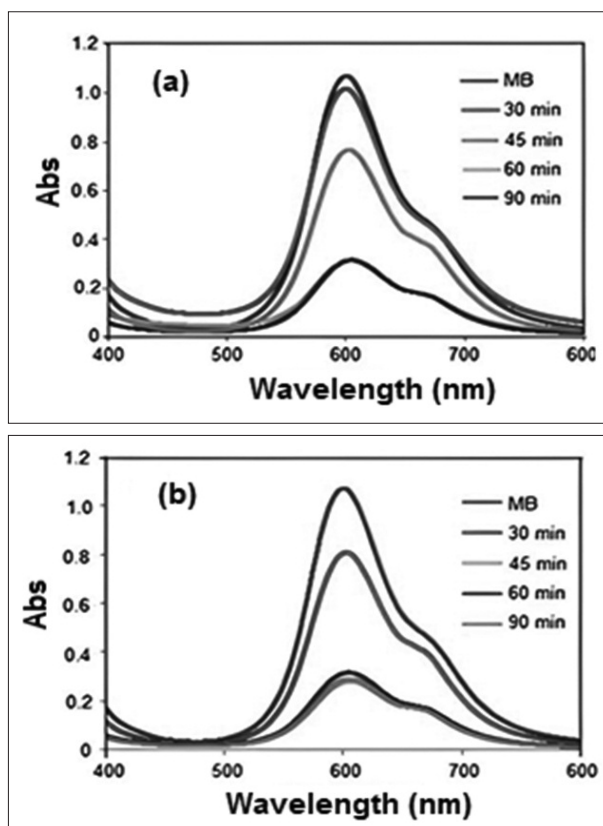


dài thường được quan sát thấy trong quá trình quang xúc tác. Hiện tượng này được cho là do sự tạo ra các gốc phản ứng bên trong chất bán dẫn trong quá trình quang xúc tác.

Sự khác biệt hiệu suất phân hủy có thể do diện tích bề mặt riêng của vật liệu nanocompozit. ZTO₂ có diện tích bề mặt BET là 91,045 m²/g sau khi nung ở 550°C trong 2 giờ, trong khi ZTO₁ chỉ có 68,803 m²/g. Nghiên cứu cho thấy diện tích bề mặt BET lớn hơn liên quan đến khả năng hấp phụ tốt hơn, vì nhiều vị trí hoạt động hơn giúp tăng cường tiếp xúc với chất xúc tác quang (Huyen et

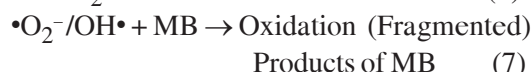
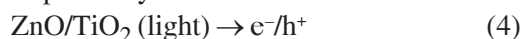
al., 2018). Điều này cải thiện khả năng hấp thụ ánh sáng và tạo ra nhiều cặp electron-lỗ trống, tăng cường hiệu quả của phản ứng quang xúc tác (Sweta et al. 2021). Việc thu hẹp khoảng cách vùng cấm của vật liệu bán dẫn không chỉ nâng cao hoạt tính xúc tác quang, mà còn cải thiện khả năng hấp thụ ánh sáng và kéo dài tuổi thọ của chất xúc tác. Khoảng cách dải hẹp hơn giúp hấp thụ ánh sáng khả kiến, tăng hiệu quả trong các phản ứng quang xúc tác, đồng thời giảm tốc độ tái hợp của các cặp electron (e^-)-lỗ trống (h^+), kéo dài sự tồn tại của các hạt mang điện. Kết quả trong Hình 5 cho thấy ZTO2 (Hình 5b) phân hủy thuốc nhuộm tốt hơn ZTO1 (Hình 5a), độ hấp thụ quang giảm nhanh theo thời gian chiếu xạ, đặc biệt sau 45 phút.

Hình 5: Quang phổ hấp thụ của dung dịch MB xử lý với (a) ZTO1 và (b) ZTO2 sau 0' (MB), 30', 45', 60' và 90' dưới bức xạ mặt trời

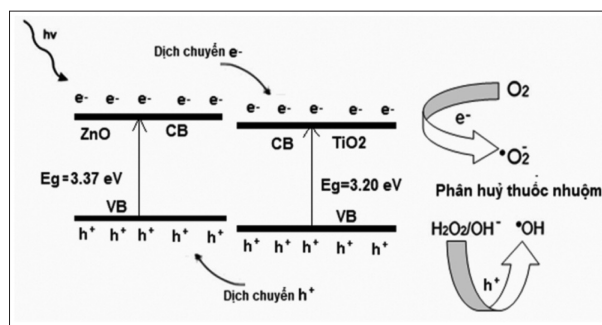


Sự hình thành dị thể của các oxit bán dẫn ZnO và TiO_2 giúp phân tích cặp (e^-)/(h^+) quang sinh. Khi vật liệu hấp thụ năng lượng lớn hơn năng lượng

vùng cấm (E_g), các e^- sẽ dịch chuyển từ vùng hóa trị lên vùng dẫn và tạo các h^+ . Các e^- tại vùng dẫn của ZnO sẽ di chuyển sang vùng dẫn của TiO_2 , trong khi h^+ từ vùng hóa trị của TiO_2 di chuyển về ZnO (Endrika et al. 2023). Các e^- tạo ra gốc superoxide ($\cdot\text{O}_2^-$) từ oxy trong không khí, còn h^+ tạo ra gốc hydroxyl ($\cdot\text{OH}$) từ nước. Cơ chế được thể hiện trong Hình 6. Các phản ứng hình thành gốc tự do và phân hủy chất màu:



Hình 6: Sơ đồ cơ chế quang xúc tác của ZnO/TiO₂, CB: Dải dẫn, VB: Dải hóa trị



5. Kết luận

- Nanocomposite ZnO/ TiO_2 đã được tổng hợp thành công bằng phương pháp sol-gel 2 bước. Trong quá trình này, các hạt nano ZnO và TiO_2 được chuẩn bị riêng biệt, sau đó kết hợp để tạo thành cấu trúc dị thể ZnO/ TiO_2 . Kích thước tinh thể đạt 25-27 nm đối với TiO_2 và 22-25 nm đối với ZnO, với tỷ lệ tiền chất Zn(II):Ti(IV) là 1:1 và 1:5 ứng với ZTO1, ZTO2. Các vật liệu nanocomposit đều thể hiện hoạt tính quang xúc tác, trong đó, ZTO2 phân hủy xanh methylene hiệu quả hơn nhờ diện tích bề mặt lớn ($91,045 \text{ m}^2/\text{g}$) và vùng cấm hẹp ($3,06 \text{ eV}$).

- Vật liệu nano ZnO/ TiO_2 cho thấy hiệu quả vượt trội trong việc xử lý nước thải dệt nhuộm nhờ cấu trúc dị thể. Sự kết hợp này giúp tăng cường khả năng hấp thụ ánh sáng và tạo ra các gốc tự do mạnh mẽ, phân hủy hiệu quả các phân tử thuốc nhuộm. Với chi phí hợp lý, vật liệu này hứa hẹn sẽ là giải pháp bền vững cho vấn đề ô nhiễm môi trường ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

- [1] Adam K, Katarzyna S, Zuzanna B. (2019). Synthesis of highly crystalline photocatalysts based on TiO_2 and ZnO for the degradation of organic impurities under visible-light irradiation. *Adsorption* 25, 309-325.
- [2] Anguraj G., Ashok K. R., Chandrasekar M., et al. (2023). Synthesis and Characterization of ZnO Doped TiO_2 Nanocomposites for Their Potential Photocatalytic and Antimicrobial Applications *Catalysts* 13. 215.
- [3] Ayan S., Ashutosh K.S., Gobinda G.K., et al. (2014). TiO_2/ZnO core/shell nano-heterostructure arrays as photo-electrodes with enhanced visible light photoelectro chemical performance, *RSC Adv.* 4, 55629-55634.
- [4] Barbara S. (2023). TiO_2 and ZnO as Advanced photocatalysts for effective dye degradation in textile wastewater *Tekstilec* 66(3) 178-198.
- [5] Chebanenko M., Lebedev L.A., Seroglazova A.S., et al. (2023). Novel g- $\text{C}_3\text{N}_4/\text{PrFeO}_3$ nanocomposites with Z-scheme structure and superior photocatalytic activity toward visible-light-driven removal of tetracycline antibiotics. *Heliyon* 9, e22038.
- [6] Chen J., Liao W., Jiang Y., et al. (2016). Facile Fabrication of ZnO/TiO_2 Heterogeneous nanofibres and their photocatalytic behaviour and mechanism towards Rhodamine B nanomater. *Nanotechnol.* 6, 9.
- [7] Curco D., Giménez J., Addardak A. (2002). Effects of radiation absorption and catalyst concentration on the photocatalytic degradation of pollutants. *Catal. Today* 76, 177-188.
- [8] Endrika W., Chen-Tien C., Jue-Liang H. (2023) Photocatalytic antimicrobial and photostability studies of TiO_2/ZnO thin films. *Arab. J. Chem.* 16(8), 105010.
- [9] Hamouda M.M., Jarah F.A., Ibrahim M.A.M., et al. (2021). Synthesis of $\text{TiO}_2@\text{ZnO}$ heterojunction for dye photodegradation and wastewater treatment. *J. Alloys Compd.* 886, 161169.
- [10] Huyen T.T.T., Chi T.T.K., Trung N.D. (2018). Enhanced Photocatalytic Activity of Faceted TiO_2 Rutile Nanorods in the Photodegradation of Hazardous Pharmaceuticals. *Nanomaterials* 8(5), 276.
- [11] Lawrence S., Opeyemi O., Damian C.O. et al. (2023). Photocatalytic degradation of tetracycline using surface defective black $\text{TiO}_2\text{-ZnO}$ heterojunction photocatalyst under visible light. *Heliyon* 9, e21423.
- [12] Makula P., Pacia M., Macyk W. (2018). How to correctly determine the band gap energy of modified semiconductor photocatalysts based on UV-Vis spectra. *J. Phys. Chem. Lett.* 9, 6814-6817.
- [13] Masahiro M., Akira N., Toshiya W., et al. (2002). Photocatalysis and Photoinduced Hydrophilicity of Various Metal Oxide Thin Films, *Chem. Mater.* 14, 4714-4720.
- [14] Olga M.I., Vincent R., Guillaume L., et al. (2016). TiO_2 - and ZnO -Based Materials for Photocatalysis: Material Properties, Device Architecture and Emerging Concepts, in: *Semiconductor Photocatalysis - Materials, Mechanisms and Applications*, INTECH 2016, 1- 30.
- [15] Pedro J.N., Maria J.M., Encarna B. (2021). Original Approach to Synthesize TiO_2/ZnO Hybrid Nanosponges Used as Photoanodes for Photoelectrochemical Applications. *Materials* 14(21), 6441
- [16] Prasannalakshmi P., Shangmugam N., (2017). Fabrication of TiO_2/ZnO nanocomposites for solar energy driven photocatalysis, *Mater. Sci. Semicond. Process.* 61, 114-124.
- [17] Shyamalee P., Rishi M., Balin K.B., et al. (2024). Fabrication of CoFe_2O_4 / sulphonated graphene oxide antibacterial nanohybrid and evaluation of its enhanced photocatalytic activity, mechanism and pathway of degradation of textile dyes, *J. Water Process Eng.* 58, 104795.
- [18] Sweta G., Frederic D., Shashank M. et al. (2021). High surface area g- C_3N_4 and g- C_3N_4 TiO_2 photocatalytic activity under UV and Visible light: Impact of individual component. *J. Environ.Chem. Eng.* 9(4), 105587.

Ngày nhận bài: 14/6/2024

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 1/7/2024

Ngày chấp nhận đăng bài: 16/7/2024

Thông tin tác giả:

TS. TRƯƠNG THỊ HẠNH

Viện Tiên tiến Khoa học và Công nghệ

Trường Đại học Văn Lang, TP. Hồ Chí Minh

FABRICATION OF ZnO/TiO₂ PHOTOCATALYTIC NANOCOMPOSITE

● **PhD. TRUONG THI HANH**

Science and Technology Advanced Institute,

Van Lang University, Ho Chi Minh City, Vietnam

ABSTRACT:

In this study, the sol-gel method was used to synthesize ZnO/TiO₂ nanocomposites for dye removal from textile wastewater. The material was analyzed by using TEM, XRD, BET, and UV-Vis. XRD was used to confirm the ZnO/TiO₂ heterostructure, and TEM showed nearly spherical nanoparticles. The nanocomposite with a Zn(II):Ti(IV) ratio of 1:5 had a higher BET surface area (91.345 m²/g) and a narrower band gap ($E_g = 3.06$ eV) compared to the 1:1 ratio. The photocatalytic performance was also assessed by the reduction in Methylene Blue dye concentration.

Keywords: ZnO/TiO₂ nanocomposite, sol-gel, heterostructure, band gap energy, photocatalysis.