

## THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

### 1. Thông tin chung:

- Tên đề tài: **Tổng hợp, nghiên cứu đặc trưng cấu trúc, tính chất và hoạt tính quang xúc tác của nanocomposite  $ZrO_2@ZnO$  pha tạp ion  $Ce^{4+}$ .**

- Mã số: **TNUE-2023-13**

- Chủ nhiệm đề tài: **PGS.TS Dương Thị Tú Anh**

- Tổ chức chủ trì: **Trường Đại học Sư phạm – ĐH Thái Nguyên**

- Thời gian thực hiện: **07/2023 – 12/2024**

### 2. Mục tiêu:

Bằng phương pháp thủy nhiệt hỗ trợ rung siêu âm, tổng hợp thành công các vật liệu nano  $ZrO_2:Ce^{4+}$ , nano  $ZnO:Ce^{4+}$  và nanocomposites  $ZrO_2@ZnO:Ce^{4+}$ ; Các hệ vật liệu nano có đặc trưng tính chất vật liệu tốt và khả năng quang xúc tác phân hủy phẩm nhuộm dưới chiếu sáng khả kiến.

### 3. Tính mới và sáng tạo:

- Đề tài là công trình khoa học nghiên cứu một cách hệ thống, logic các tính chất vật liệu nano nền  $ZrO_2$ ,  $ZnO$  và composite của chúng, được biến tính bằng cách pha tạp ion  $Ce^{4+}$ .

- Các nano  $ZrO_2:Ce^{4+}$ , nano  $ZnO:Ce^{4+}$  và nanocomposites  $ZrO_2@ZnO:Ce^{4+}$  đều tồn tại ở dạng tinh thể, thể hiện đầy đủ các tính chất đặc trưng về cấu trúc của nền, hình thái vi mô, độ sạch cao và sự phân bố nguyên tố đồng đều, có khả năng hấp thụ năng lượng vùng UV-Vis. Các vật liệu pha tạp  $Ce^{4+}$  đều khẳng định sự tồn tại của cặp ion  $Ce^{4+}/Ce^{3+}$ , do đó thể hiện hoạt tính quang xúc tác tốt khi phân hủy phẩm nhuộm.

### 4. Kết quả nghiên cứu:

- Đã tổng hợp thành công các hệ vật liệu nano  $ZrO_2:Ce^{4+}$ , nano  $ZnO:Ce^{4+}$  và nanocomposites  $ZrO_2@ZnO:Ce^{4+}$ .

- Đã phân tích các đặc trưng tính chất, thành phần hoá học, trạng thái hoá trị của các hệ vật liệu nano  $ZrO_2:Ce^{4+}$ , nano  $ZnO:Ce^{4+}$  và nanocomposites  $ZrO_2@ZnO:Ce^{4+}$  bằng các phương pháp vật lý hiện đại.

- Đã đánh giá khả năng quang xúc tác phân hủy phẩm nhuộm RhB theo thời gian, ảnh hưởng của một số yếu tố pH, khối lượng xúc tác và tác nhân oxy hoá khử.

- Đã xây dựng mô hình động học phản ứng quang xúc tác và đề xuất cơ chế các phản ứng trong quá trình quang phân RhB.

### 5. Sản phẩm:

#### 5.1. Sản phẩm khoa học

Đã công bố được 02 bài báo: 01 SCIE, 01 trong nước:

1. **Nhuong Chu Manh, Anh Duong Thi Tu\***, Truong Mai Xuan, Lan Nguyen Thi Hien, Nguyen Bui Duc, Loan Nguyen Thi To, Duong Hoang Tran Bach, Le Tien Ha, Huan Pham Van (Published online 01 October 2024), “Enhanced Visible-Light Photocatalytic Degradation Efficiency of  $Ce^{4+}$ -Doped  $ZrO_2/ZnO$  Nanocomposites Fabricated by a Simple Hydrothermal Method”, *J. Electron. Mater.* (2024). <https://doi.org/10.1007/s11664-024-11460-8>.

2. **Dương Thị Tú Anh, Chu Mạnh Như\***, Mai Xuân Trường, Bùi Đức Nguyên, Nguyễn Thị Hiền Lan, Trần Thị Huế, Phạm Hồng Chuyên, Lê Thị Phương (7/2024), “Nghiên cứu cấu trúc, tính

chất của hạt nano ZnO pha tạp  $Ce^{4+}$  chế tạo bằng thủy nhiệt hỗ trợ siêu âm”, *Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học - Tập 30, số 2A/2024*, trang 189-196.

## **5.2. Sản phẩm đào tạo:**

Đã hướng dẫn thành công 01 Đề tài SV NCKH (05/2024):

1. Vũ Mai Linh, Dương Tùng Minh (05/2024), *Tổng hợp, nghiên cứu tính chất vật liệu nano  $ZrO_2$  pha tạp  $Ce^{4+}$  và bước đầu định hướng xử lý Rhodamine B trong môi trường nước*. Đề tài sinh viên NCKH, Trường ĐHSP – ĐHTN (xếp loại xuất sắc).

## **5.3. Sản phẩm ứng dụng**

- Biên bản chuyển giao sản phẩm: “Quy trình chế tạo vật liệu nanocomposite  $ZrO_2@ZnO$  pha tạp ion  $Ce^{4+}$ , đặc trưng tính chất và khả năng ứng dụng quang xúc tác xử lý ô nhiễm môi trường nước” cho Viện Công nghệ Xạ hiếm – Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam.

- Chuyển giao hướng dẫn giáo viên và học sinh trường THCS Tân Long – Tp Thái Nguyên thực hiện dự án NCKH năm học 2023-2024.

## **5.4. Sản phẩm khác**

## **6. Phương thức chuyển giao, địa chỉ ứng dụng, tác động và lợi ích mang lại của kết quả nghiên cứu:**

### **6.1. Phương thức chuyển giao:**

- Chuyển giao quy trình tổng hợp vật liệu cho các Trung tâm nghiên cứu thuộc Viện Công nghệ Xạ hiếm – Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam và chuyển giao phục vụ đào tạo sinh viên ngành cử nhân sư phạm Hoá học, học viên thạc sĩ ngành Hoá phân tích, Hoá vô cơ tại Trường ĐHSP - ĐHTN Thái Nguyên.

- Công bố kết quả nghiên cứu trong các bài báo quốc tế và trong nước uy tín.

### **6.2. Địa chỉ ứng dụng:**

- Các phòng thí nghiệm Khoa Hóa học, Trường ĐHSP Thái Nguyên.

- Các Trung tâm nghiên cứu, Viện Công nghệ Xạ hiếm – Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam.

### **6.3. Tác động và lợi ích mang lại:**

- Đề tài có tác động và hiệu quả lớn trong lĩnh vực giáo dục đào tạo, bồi dưỡng nâng cao năng lực nghiên cứu cho sinh viên, học viên cao học và học sinh phổ thông làm dự án khoa học kỹ thuật.

- Đề tài có hiệu quả và đóng góp lợi ích tích cực cho sự phát triển khoa học công nghệ trong lĩnh vực vật liệu xúc tác quang hoá nhằm xử lý các chất hữu cơ độc hại trong nước, mở rộng định hướng ứng dụng trong xúc tác phản ứng cracking, reforming trong tổng hợp hữu cơ,.... Từ đó góp phần thúc đẩy sự phát triển kinh tế - xã hội.

*Ngày 16 tháng 10 năm 2024*

**Chủ nhiệm đề tài**

**PGS.TS Dương Thị Tú Anh**

## INFORMATION ON RESEARCH RESULTS

### 1. General information:

- Project title: **Synthesis, study of structural characteristics, properties and photocatalytic activity of Ce<sup>4+</sup>doped ZrO<sub>2</sub>@ZnO nanocomposite.**
- Code number: **TNUE-2023-13**
- Coordinator: **Ass. Prof. Dr. Duong Thi Tu Anh**
- Implementing institution: **Thai Nguyen University Of Education**
- Duration: **07/2023 - 12/2024**

### 2. Objective(s):

By hydrothermal method assisted ultrasonic, successfully synthesized nano materials ZrO<sub>2</sub>:Ce<sup>4+</sup>, nano ZnO:Ce<sup>4+</sup> and nanocomposites ZrO<sub>2</sub>@ZnO:Ce<sup>4+</sup>; The nanomaterials have good material properties and photocatalytic ability to decompose dyes under visible light.

### 3. Creativeness and innovativeness:

- The topic is a scientific work that systematically and logically studies the properties of ZrO<sub>2</sub>, ZnO nanomaterials and their composites, modified by doping with Ce<sup>4+</sup> ions.
- The nano ZrO<sub>2</sub>:Ce<sup>4+</sup>, nano ZnO:Ce<sup>4+</sup> and nanocomposites ZrO<sub>2</sub>@ZnO:Ce<sup>4+</sup> all exist in crystalline form, fully exhibiting the characteristic properties of the matrix structure, micro-morphology, high purity and uniform element distribution, with the ability to absorb energy in the UV-Vis region. The Ce<sup>4+</sup> doped materials all confirm the existence of the Ce<sup>4+</sup>/Ce<sup>3+</sup> ion pair, thus exhibiting good photocatalytic activity in decomposing dyes.

### 4. Research results:

- Successfully synthesized nanomaterials, such as ZrO<sub>2</sub>:Ce<sup>4+</sup>, ZnO:Ce<sup>4+</sup> and nanocomposites ZrO<sub>2</sub>@ZnO:Ce<sup>4+</sup>.
- Analyzed the characteristics, chemical composition, and valence state of nanomaterials ZrO<sub>2</sub>:Ce<sup>4+</sup>, ZnO:Ce<sup>4+</sup> and nanocomposites ZrO<sub>2</sub>@ZnO:Ce<sup>4+</sup> by modern physical methods.
- Evaluated the photocatalytic ability to decompose RhB dye over time, the influence of some factors such as pH, catalyst mass, and redox agent.
- Established a kinetic model of the photocatalytic reaction and proposed the reaction mechanism in the RhB photolysis process.

### 5. Products:

#### 5.1. Scientific products:

There have been published 02 articles: 01 SCIE and 01 national/domestic:

1. **Nhuong Chu Manh, Anh Duong Thi Tu\***, Truong Mai Xuan, Lan Nguyen Thi Hien, Nguyen Bui Duc, Loan Nguyen Thi To, Duong Hoang Tran Bach, Le Tien Ha, Huan Pham Van (Published online 01 October 2024), "Enhanced Visible-Light Photocatalytic Degradation Efficiency of Ce<sup>4+</sup> -Doped ZrO<sub>2</sub>/ZnO Nanocomposites Fabricated by a Simple Hydrothermal Method", *J. Electron. Mater.* (2024). <https://doi.org/10.1007/s11664-024-11460-8>.
2. **Duong Thi Tu Anh, Chu Manh Nhuong\***, Mai Xuan Truong, Bui Duc Nguyen, Nguyen Thi Hien Lan, Tran Thi Hue, Pham Hong Chuyen, Le Thi Phuong (2024), "Study on the structure,

properties of Ce<sup>4+</sup> doped ZnO nanoparticles fabricated by ultrasonic assisted hydrothermal”, *Journal of Analytical Sciences*, Vol. 30(2A/2024), pp. 189-196.

### **5.2. Training products:**

Successfully guided 01 student research topic (05/2024):

1. Vu Mai Linh, Duong Tung Minh (05/2024), *Synthesis, study of the properties of Ce<sup>4+</sup> doped ZrO<sub>2</sub> nanomaterials and initial orientation for treating Rhodamine B in water environment*. Student research topic, TNUE - TNU (Ranked as excellent).

### **5.3. Application products:**

- Product transfer contract: "Process of manufacturing nanocomposite material Ce<sup>4+</sup> doped ZrO<sub>2</sub>@ZnO, characterization of properties and photocatalytic application in water pollution treatment" for the Institute of Radioactive Technology - Vietnam Atomic Energy Institute.
- Transferring instructions to teachers and students of Tan Long Secondary School - Thai Nguyen City to implement the scientific research project for the 2023-2024 school year.

### **5.4. Other products:**

**6. Transfer alternatives, application institutions, impacts and benefits of research results:**

#### **6.1. Transfer method:**

- Transferring the material synthesis process to the Research Centers of the Institute of Radioactive Technology - Vietnam Atomic Energy Institute and transferring it to serve the training of Bachelor of Chemistry Education students, Master of Analytical Chemistry and Inorganic Chemistry at Thai Nguyen University of Education.
- Publishing research results in prestigious international and domestic journals.

#### **6.2. Application address:**

- Laboratories of the Faculty of Chemistry, Thai Nguyen University of Education.
- Research centers of the Institute of Radioactive Technology - Vietnam Atomic Energy Institute.

#### **6.3. Impacts and benefits:**

- The topic has great impact and effectiveness in the field of education and training, fostering and improving research capacity for students, graduate students and high school students to do science and technology projects.
- The topic is effective and contributes positively to the development of science and technology in the field of photocatalytic materials to treat toxic organic substances in water, expanding the application orientation in catalytic cracking and reforming reactions in organic synthesis, .... Thereby contributing to promoting socio-economic development.

October 16<sup>th</sup>, 2024

**Implementing institution**

**Coordinator**

**Ass. Prof. Dr. Duong Thi Tu Anh**