

รชานนท์ กลอนดอน : สมบัติเชิงโครงสร้าง เชิงอิเล็กทรอนิกส์ และสมบัติโฟโตคะตะไลติก
ของซีเรียมที่เติมลงในสารประกอบ $\text{PbBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ ภายใต้การฉายแสงอาทิตย์จำลอง
(STRUCTURAL, ELECTRONIC, AND PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF Ce-DOPED
 $\text{PbBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ UNDER SOLAR SIMULATION IRRADIATION) อาจารย์ที่ปรึกษา :
รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรนนท์ ศิริตานนท์, 70 หน้า

คำสำคัญ: โฟโตคะตะไลซิส เพอรอฟสไกต์แบบชั้นโครงสร้างชนิด Aurivillius เลดบิทมัสไนโอเบียม
ออกไซด์ การเติมซีเรียม โฟโตคะตะไลสต์ที่ขับเคลื่อนด้วยแสงที่ตามองเห็นได้ การฉายแสงอาทิตย์
จำลอง การแยกตัวของพาหะประจุ การย่อยสลายเมทิลีนบลู

โฟโตคะตะไลซิสเป็นวิธีการที่มีศักยภาพในการแก้ไขปัญหามลพิษทางสิ่งแวดล้อมโดยอาศัย
การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยวัสดุ Aurivillius ได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีความ
เสถียรทางโครงสร้าง คุณสมบัติทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถปรับแต่งได้ และศักยภาพในการ
ประยุกต์ใช้งานภายใต้แสงที่ตามองเห็นได้ งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการสังเคราะห์และศึกษาวัสดุโฟโตคะตะ
ไลสต์ $\text{PbBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ (PBNO) และ $\text{PbBi}_{2-x}\text{Ce}_x\text{Nb}_2\text{O}_9$ ที่เติมซีเรียม ($x = 0.00-0.50$) เพื่อเพิ่ม
ประสิทธิภาพการเร่งปฏิกิริยารีดอกซ์สำหรับการย่อยสลายสีย้อมอินทรีย์ภายใต้การฉายแสงอาทิตย์
จำลอง จากการเปรียบเทียบวิธีการสังเคราะห์ที่แตกต่างกัน พบว่าวัสดุ PBNO ที่ได้จากวิธีโซล-เจล
แสดงประสิทธิภาพโฟโตคะตะไลติกสูงที่สุด ซึ่งสามารถอธิบายได้จากลักษณะความพรุน พื้นที่ผิว
จำเพาะที่สูง และโครงสร้างที่อุดมไปด้วยตำหนิบกพร่อง จากการปรับความเหมาะสมของอุณหภูมิการ
เผาพบว่า โครงสร้าง PBNO ที่เป็นเฟสเดียวได้มาจากการเผาที่อุณหภูมิ 750 °C การเติมซีเรียมใน
ระดับปานกลาง ($x = 0.20$) สามารถรวมตัวอยู่ในโครงผลึก PBNO ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้
เกิดการบิดเบือนของโครงสร้างผลึก การแคบลงของช่องว่างแถบพลังงาน การดูดกลืนแสงในช่วงที่ตา
มองเห็นได้ และการแยกตัวของพาหะประจุที่ดีขึ้น ผ่านปฏิกิริยารีดอกซ์ $\text{Ce}^{3+}/\text{Ce}^{4+}$ โดยไม่ส่งผลต่อ
สถานะออกซิเดชันของ Pb^{2+} , Bi^{3+} และ Nb^{5+} จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการโฟโต
คะตะไลติกพบว่าวัสดุ $\text{PbBi}_{1.8}\text{Ce}_{0.2}\text{Nb}_2\text{O}_9$ แสดงกิจกรรมโฟโตคะตะไลติกสูงที่สุด โดยให้
ประสิทธิภาพการย่อยสลายสูงกว่าวัสดุ PBNO บริสุทธิ์ประมาณ 2.6 เท่า และมีเสถียรภาพในการใช้
งานซ้ำที่ดี การทดลองดักจับปัจจัยที่มีผลต่อปฏิกิริยาและการวิเคราะห์ตำแหน่งขอบแถบพลังงานระบุ
ว่า โอลที่เกิดจากแสงและอนุมูลไฮดรอกซิลเป็นชนิดที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในกระบวนการย่อยสลาย

สาขาวิชาเคมี

ปีการศึกษา 2568

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ธีรนนท์ ศิริตานนท์

RACHANON KLONDON : STRUCTURAL, ELECTRONIC, AND PHOTOCATALYTIC
PROPERTIES OF Ce-DOPED $\text{PbBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ UNDER SOLAR SIMULATION IRRADIATION.

THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. THEERANUN SIRITANON, Ph.D. 70 PP.

Keywords: Photocatalysis, Aurivillius-type layered perovskite, $\text{PbBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$, Cerium doping, Visible-light-driven photocatalyst, Solar simulation irradiation, Charge carrier separation, Methylene blue degradation

Photocatalysis is a promising approach for addressing environmental pollution using solar energy, with Aurivillius-type layered perovskite oxides attracting attention due to their structural stability, tunable electronic properties, and potential for visible-light-driven applications. In this work, $\text{PbBi}_2\text{Nb}_2\text{O}_9$ (PBNO) and cerium-doped $\text{PbBi}_{2-x}\text{Ce}_x\text{Nb}_2\text{O}_9$ ($x = 0.00-0.50$) photocatalysts were synthesized to enhance photocatalytic performance for organic dye degradation under simulated solar irradiation. Among different synthesis routes (Sol-gel, Hydrothermal, and Molten salt methods), Sol-gel-derived PBNO exhibited superior photocatalytic activity despite its lower crystallinity, which was attributed to its porous morphology, higher surface area, and defect-rich structure. Optimization of calcination temperature revealed that a single-phase PBNO structure was achieved at 750 °C. Moderate Ce doping ($x = 0.20$) was effectively incorporated into the PBNO lattice, including lattice distortion band gap narrowing, enhanced visible-light absorption, and improved charge carrier separation through $\text{Ce}^{3+}/\text{Ce}^{4+}$ redox behavior, without altering the oxidation states of Pb^{2+} , Bi^{3+} and Nb^{5+} . As a result, $\text{PbBi}_{1.8}\text{Ce}_{0.2}\text{Nb}_2\text{O}_9$ photocatalyst exhibited the highest photocatalytic performance, achieving approximately 2.6 times higher methylene blue degradation efficiency than pristine PBNO and demonstrating excellent cycling stability. Reactive species trapping experiments and band edge analysis identified photogenerated holes and hydroxyl radicals as the dominant active species in the degradation process.

School of Chemistry
Academic Year 2025

Student's Signature



Advisor's Signature

