

## สมบัติสเปกโตรสโคปีของซาแมเรียมออกไซด์ที่เจือในแก้วซิงค์บิสมีท์แบเรียมเทลลูไรท์

ภัทรวิจิ ยะสะกะ<sup>1\*</sup>, วินิต วงษ์แหวน<sup>1</sup>, ธนภรณ์ สุพรรณโรจน์<sup>2</sup> และ สรายุทธิ์ พานเทียน<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม

<sup>2</sup>สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, ลพบุรี

\*ผู้รับผิดชอบบทความ: pyasaka@hotmail.com

### บทคัดย่อ

ระบบแก้วซิงค์บิสมีท์แบเรียมเทลลูไรท์ที่เจือด้วยซาแมเรียมออกไซด์ ถูกเตรียมขึ้นจากองค์ประกอบ  $(68-x) \text{TeO}_2 - 10\text{ZnO} - 2\text{Bi}_2\text{O}_3 - 20\text{BaO} - x\text{Sm}_2\text{O}_3$  ที่มีความเข้มข้น 0.00 0.05 0.10 0.50 1.00 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์โมล ด้วยเทคนิคการหลอมที่อุณหภูมิ 950 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และปล่อยให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว งานวิจัยนี้ทำการศึกษาสมบัติทางสเปกโตรสโคปีของระบบแก้วซิงค์บิสมีท์แบเรียมเทลลูไรท์ เพื่อศึกษาบทบาทของ  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  ผลที่ได้พบว่า ความหนาแน่นของระบบแก้วที่ได้มีค่าเพิ่มขึ้นในขณะที่ปริมาตรเชิงโมล มีค่าลดลงตามปริมาณความเข้มข้นของ  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  เมื่อวัดสเปกตรัมการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 500 ถึง 2,000 นาโนเมตร ของซาแมเรียมออกไซด์ พบว่า ค่าความเข้มของพีคการดูดกลืนแสงสูงขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของซาแมเรียมออกไซด์ นอกจากนี้ได้ตรวจสอบคุณสมบัติการเปล่งแสงของไอออน  $\text{Sm}^{3+}$  ที่เจือในระบบแก้วซิงค์บิสมีท์แบเรียมเทลลูไรท์ จากการกระตุ้นความยาวคลื่น 403 นาโนเมตร พบพีคการเปล่งแสงที่มีความยาวคลื่น 599 นาโนเมตร

**คำสำคัญ:** แก้วเทลลูไรท์ / ซาแมเรียมออกไซด์ / สมบัติสเปกโตรสโคปี

## Spectroscopy Characteristics of Samarium Oxide Doped Zinc Bismuth Barium Tellurite Glasses

Patarawagee Yasaka<sup>1\*</sup>, Winut Wongwan<sup>1</sup>, Tanapohn Supanroth<sup>2</sup> and Sarayut Pantian<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Physics Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University,  
Nakhon Pathom

<sup>2</sup> Physics Program, Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University, Lopburi

\*corresponding author: pyasaka@hotmail.com

### Abstract

The zinc bismuth barium tellurite glasses system doped samarium oxide with chemical composition of  $(68-x) \text{TeO}_2 - 10\text{ZnO} - 2\text{Bi}_2\text{O}_3 - 20\text{BaO} - x\text{Sm}_2\text{O}_3$ , where x are 0.00 0.05 0.10 0.50 1.00 and 1.50 in mol% have been synthesized by conventional melt quenching technique at room temperature at 950 °C for 1 hour. This research study on spectroscopy properties. In order to study the role of  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  in zinc bismuth barium tellurite glass systems. The results shown that the density increased whereas the molar volume decreased with increasing of  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  concentrations. The optical absorption spectra of glasses were measured in the wavelength range of 500 – 2,000 nm for  $\text{Sm}^{3+}$  ion, the intensity of all absorption bands increased with increasing  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  content. In addition, the luminescence properties of  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  doped zinc bismuth barium tellurite glass systems were carried out using excitation wavelengths of 403 nm the luminescence peaks around 599 nm.

**Keywords:** Tellurite glasses / Samarium oxide / Spectroscopy properties

### 1. บทนำ

ปัจจุบันวงการแก้วและกระจกกำลังรุ่งเรืองทั้งหมดยังคงอยู่ที่ระบบแก้วซิลิเกต ที่ใช้สารซิลิกา ( $\text{SiO}_2$ ) เป็นหลักในการผลิตแก้ว ซึ่งแก้วซิลิเกตนี้ส่วนใหญ่จะถูกใช้ทำหน้าต่าง ขวดน้ำ และกระจกอื่น ๆ ทั่ว ๆ ไปที่ไม่ต้องการสมบัติพิเศษ ถึงแม้ว่าบางครั้งอาจจะมีการผสม  $\text{B}_2\text{O}_3$  ลงไปกับ  $\text{SiO}_2$  (เรียกว่าแก้วบอโรซิลิเกต) ซึ่งแก้วบอโรซิลิเกตนี้นิยมใช้ในเครื่องแก้วทางเคมี หรือภายใต้ความร้อนสูง หรือในกรณีของสาร  $\text{P}_2\text{O}_5$  (เรียกว่าแก้วฟอสเฟต) แต่สารทั้งหมดที่กล่าวมาล้วนมีความหนาแน่นต่ำ ซึ่งไม่เหมาะแก่การไปทำวัสดุกำลังรังสีหากขาดสารเติม (Additive) ที่เหมาะสม และสารต่างๆที่กล่าวมายังมีจุดหลอมเหลวต่างกันไป (Rao, 2002) (Varshneya, 1993) (Singh et al., 2005) สรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าความหนาแน่นและจุดหลอมเหลวของสารเคมีที่เป็นโครงสร้างแก้ว [1-3]

สารเคมีที่เป็นโครงสร้างแก้ว	จุดหลอมเหลว (°C)	ความหนาแน่น (g/cm <sup>3</sup> )
SiO <sub>2</sub>	1,700	2.65
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	450	2.46
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	340	2.39
TeO <sub>2</sub>	733	5.67

ในทางทฤษฎีแก้วนั้น สารอีกชนิดหนึ่งที่สามารถมีพฤติกรรมเป็นโครงสร้างแก้วได้แก่ เทลลูเรียมไดออกไซด์ (TeO<sub>2</sub>) ซึ่งแก้วที่เตรียมได้จาก TeO<sub>2</sub> นั้นจะถูกเรียกว่าแก้วเทลลูไรท์ (Tellurite glass) ซึ่ง TeO<sub>2</sub> นี้มีจุดหลอมเหลวไม่สูงเหมือนซิลิกา (ซึ่งจะทำให้เตรียมแก้วยากและเปลืองพลังงาน เนื่องจากต้องใช้อุณหภูมิสูง) และไม่ต่ำเหมือนกรณีของ B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> และ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (จะระเหยได้ง่าย และไม่สามารถสกัดส่วนของสารเคมีก่อนหลอมได้) จึงทำให้มีความเหมาะสมในช่วงอุณหภูมิที่จะหลอมและนอกจากนั้นยังมีคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดคือ มีค่าความหนาแน่นสูงถึง 5.67 g/cm<sup>3</sup> [3] (มากกว่า SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> และ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> สองเท่าโดยประมาณ)

โดยทั่วไปแล้วหากต้องการเตรียมแก้วที่มีความหนาแน่นสูงในระบบแก้วแบบเก่า (SiO<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> และ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) นั้น จะต้องเติมออกไซด์ของโลหะหนักเช่นตะกั่วซึ่งมีความเป็นพิษสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จะสามารถพัฒนาแก้วระบบใหม่ โดยที่ไม่จำเป็นต้องใส่สารเติม (Additive) มากเกินไปและจะรบกวนสมบัติทางแสงที่ดีของแก้ว ซึ่งจะได้แก้วที่มีสมบัติทางแสงที่ดีที่มีความหนาแน่นสูงมาก งานวิจัยนี้จึงจะเป็นการพัฒนาแก้วให้มีความหนาแน่นสูงที่มีสมบัติทางแสงที่ดี และยังมีกรรมวิธีที่อุณหภูมิต่ำ ประหยัดพลังงานกว่าแก้วทั่ว ๆ ไป (แก้วซิลิเกต)

การพัฒนาแก้วเทลลูไรท์ระบบใหม่ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาทฤษฎีเพื่อกำหนดสูตรในการหลอมแก้วเทลลูไรท์ โดยออกแบบสูตรแก้วเทลลูไรท์เน้นที่ใช้แก้วที่เตรียมจาก สารเคมี TeO<sub>2</sub> ร่วมกับสารประกอบออกไซด์ที่ทำให้สมบัติทางแสงดีขึ้น เช่น ZnO BaO Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ซึ่ง ZnO เป็นส่วนประกอบหนึ่งที่สำคัญในการฟอร์มตัวเป็นแก้ว และแก้วที่มี ZnO เป็นองค์ประกอบจะทำให้แก้วมีจุดหลอมเหลวต่ำอย่างต่อเนื่องการหลอมแก้วในห้องปฏิบัติการ มีค่าดัชนีหักเหสูง และมีเสถียรภาพทางความร้อนที่ดี เนื่องจากเมื่อเติม ZnO ลงในแก้วแล้วจะช่วยลดสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงความร้อน BaO เป็นสารเคมีที่มีความน่าสนใจอีกสารหนึ่ง คือ มีลักษณะทางโครงสร้าง ทางแสง และทางไฟฟ้าที่ดี อีกทั้งมีเสถียรภาพทางเคมีค่อนข้างสูง คือ ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีชนิดอื่นๆ และมีจุดหลอมเหลวต่ำ มีสภาพต้านทานและสภาพนำไฟฟ้าที่เหมาะสม นอกจากนี้แก้วที่มีองค์ประกอบของ Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ยังสามารถใช้แทนตะกั่วได้เนื่องจากเพิ่มความหนาแน่น และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากไอระเหยของ Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ไม่เป็นพิษเหมือนกับตะกั่ว ส่วนมาก Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ที่เติมลงไป ใน แก้วจะมีจุดประสงค์ คือ ต้องการให้แก้วนั้นมีความหนาแน่นสูงขึ้น

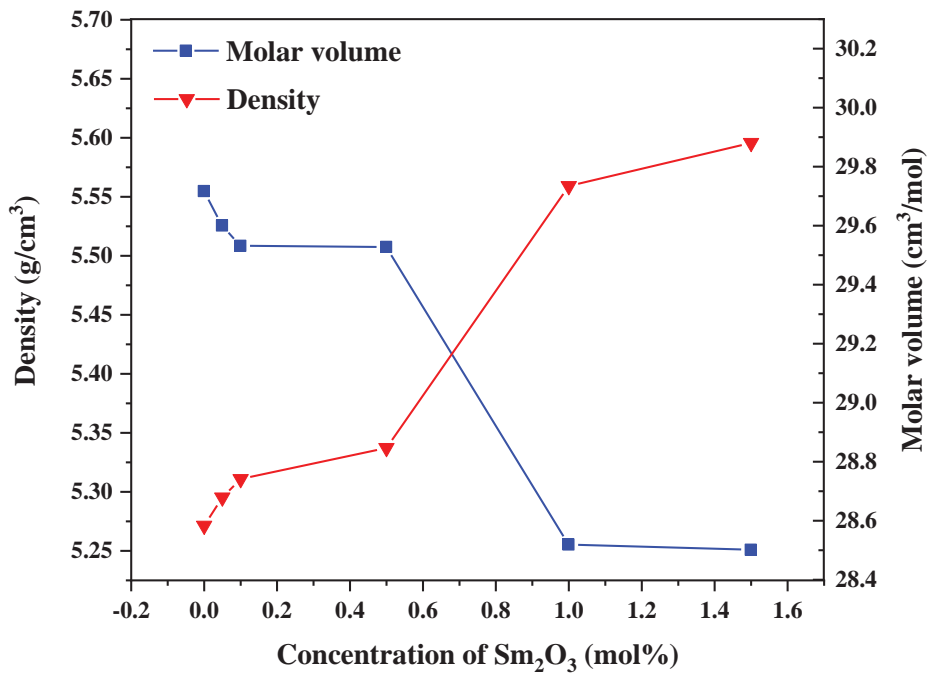
## 2. วิธีการทดลอง

สูตรแก้วเชิงคัมพัสัทแบเรียมเทลลูไรท์สูตร (68-x) TeO<sub>2</sub> - 10ZnO - 2Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 20BaO - xSm<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (เมื่อ x คือ 0.00 0.05 0.10 0.50 1.00 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์โมล) ด้วยเทคนิคการทำให้แก้วเย็นตัวอย่างรวดเร็ว (melt quenching technique) เมื่อนำมาผสมเข้าบ่หลอมอะลูมินาแล้ว นำไปหลอมที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส ใช้เวลาประมาณ 1 ชม. จากนั้นนำมาเทใส่แม่พิมพ์แกรไฟต์ รอให้แก้วเย็นตัวลงและเข้าอบที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 3 ชม. เมื่อแก้วที่เย็นตัวลงไปตัดและขัดให้มีขนาดและความกว้าง 1.0 ซม. ยาว 1.5 ซม. และหนา 0.3 ซม. สำหรับการวิเคราะห์ความหนาแน่นจะใช้เครื่องรุ่น AND HR-200 การวิเคราะห์สมบัติการดูดกลืนแสงโดยใช้เครื่องยูวี-วิสเนียร์ไออาร์สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (รุ่น UV-

3600 บริษัท Bara Scientific) และการวิเคราะห์สมบัติการเปล่งแสงโดยใช้เครื่อง Fluorescence Spectrophotometer (รุ่น Cary Eclipse บริษัท Agilent Technologies)

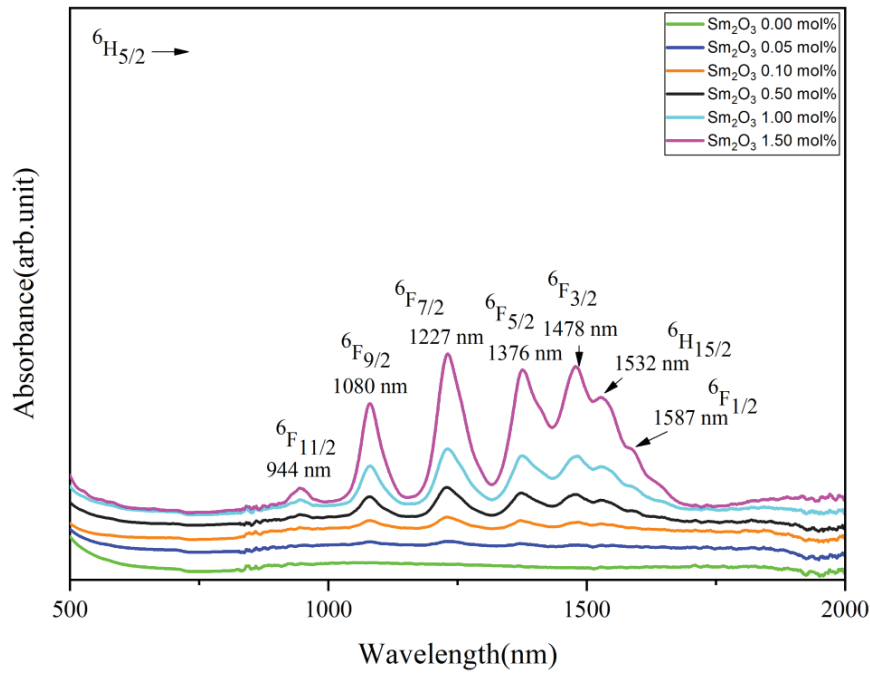
### 3. ผลการวิจัย

ผลจากการศึกษาค่าความหนาแน่นและค่าปริมาตรเชิงโมลของแก้วซิงค์บิสมีท์แบเรียมเทลลูไรท์ที่เจือด้วย  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  ที่แตกต่างกันตั้งแต่ 0.00 ถึง 1.50 เปอร์เซ็นต์โมล ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยทั่วไป ค่าความหนาแน่นของแก้วจะอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างมวลและปริมาตรที่เกิดจากโครงสร้างแก้ว ความหนาแน่นมีความสัมพันธ์เกี่ยวกับการจัดเรียงตัวของอะตอมและกลุ่มของอะตอมที่สามารถเข้าไปแทนที่อะตอมดังกล่าวในโครงสร้างแก้วได้ พบว่าค่าความหนาแน่นและค่าปริมาตรเชิงโมล มีค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น กล่าวคือ เมื่อเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของ  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  ซึ่งจากความสัมพันธ์นี้แสดงให้เห็นว่า ปริมาณความเข้มข้นของ  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  มีอิทธิพลต่อค่าความหนาแน่นของตัวอย่างแก้วซึ่ง ค่าความหนาแน่นอยู่ระหว่าง  $5.2714 \pm 0.0013$  ถึง  $5.5957 \pm 0.0104$  กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เนื่องจากมวลโมเลกุลของ  $\text{TeO}_2$  มีค่าน้อยกว่ามวลโมเลกุลของ  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  เกิดการแทนที่  $\text{TeO}_2$  ในโครงสร้างแก้วส่งผลให้ค่าความหนาแน่นของตัวอย่างแก้วเพิ่มขึ้น และนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับปริมาณความเข้มข้นของ  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  จากการวิเคราะห์หาค่าปริมาตรเชิงโมลของแก้วตัวอย่าง ค่าปริมาตรเชิงโมลจะขึ้นกับค่าความหนาแน่นของแก้ว ซึ่งพบว่าปริมาตรเชิงโมลมีค่าลดลงตามความเข้มข้น โดยค่าปริมาตรเชิงโมล มีค่าอยู่ระหว่าง 28.5017 ถึง 29.7170 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อโมล



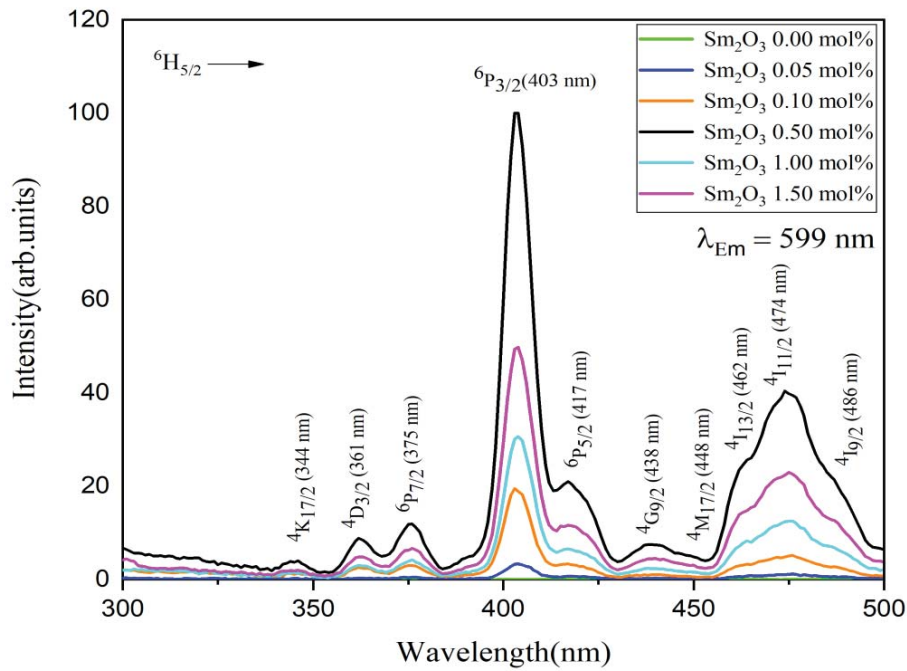
ภาพที่ 1 กราฟค่าความหนาแน่นและปริมาตรเชิงโมลของแก้วสูตร  $(68-x)\text{TeO}_2 - 10\text{ZnO} - 2\text{Bi}_2\text{O}_3 - 20\text{BaO} - x\text{Sm}_2\text{O}_3$  ที่เจือด้วย  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  ที่ความเข้มข้นที่ต่างกัน

จากการวิเคราะห์สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของแก้วซิงค์บิสมัทแบเรียมเทลลูไรท์ ที่เจือด้วย  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ตั้งแต่ 0.00 ถึง 1.5 เปอร์เซ็นต์โมล สเปกตรัมการดูดกลืนแสงถูกบันทึกในช่วงความยาวคลื่น 500 ถึง 2,000 นาโนเมตร อยู่ในช่วง UV-VIS-NIR ที่อุณหภูมิห้องแสดงดังในภาพที่ 2 จากผลที่ได้ พบว่า สามารถสังเกตเห็นสเปกตรัมการดูดกลืนแสงได้อย่าง ชัดเจนทั้งหมด 7 พีก อยู่ที่ตำแหน่ง ( ${}^6\text{F}_{11/2}$ ) 994 นาโนเมตร ( ${}^6\text{F}_{9/2}$ ) 1,080 นาโนเมตร ( ${}^6\text{F}_{7/2}$ ) 1,227 นาโนเมตร ( ${}^6\text{F}_{5/2}$ ) 1,376 นาโนเมตร ( ${}^6\text{F}_{3/2}$ ) 1,478 นาโนเมตร ( ${}^6\text{H}_{15/2}$ ) 1,532 นาโนเมตร และ( ${}^6\text{F}_{1/2}$ ) 1,587 นาโนเมตรและมีความเข้มของสเปกตรัมการดูดกลืนแสงมีค่าเพิ่มขึ้นสูงตามปริมาณการเจือ  $\text{Sm}_2\text{O}_3$



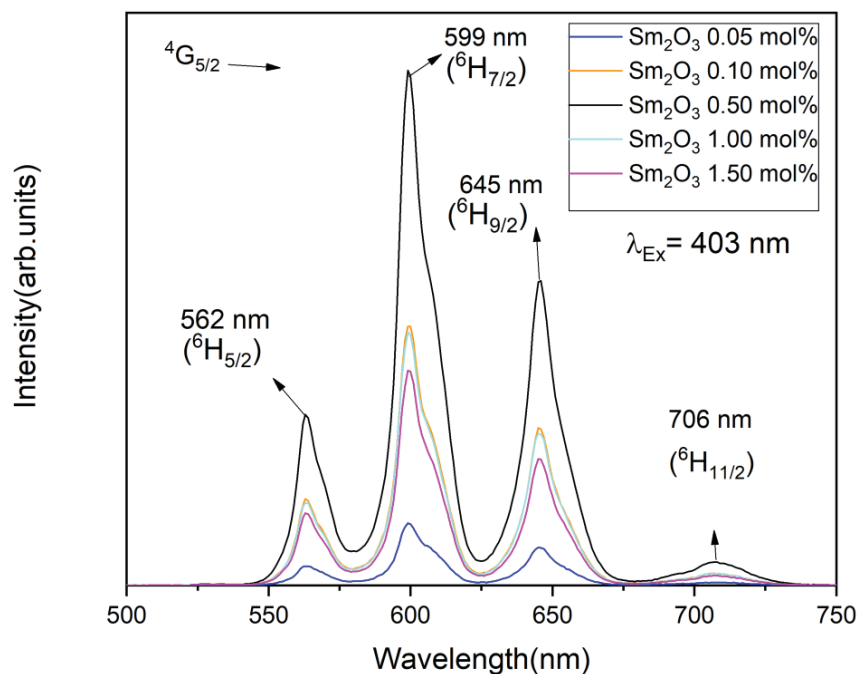
ภาพที่ 2 สเปกตรัมการดูดกลืนของแก้วสูตร  $(68-x)\text{TeO}_2 - 10\text{ZnO} - 2\text{Bi}_2\text{O}_3 - 20\text{BaO} - x\text{Sm}_2\text{O}_3$  ที่เจือด้วย  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  ที่ความเข้มข้นที่ต่างกัน

ผลการศึกษาสเปกตรัมการกระตุ้นแสงของแก้วซิงค์บิสมัทแบเรียมเทลลูไรท์ ที่เจือด้วย  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ตั้งแต่ 0.00 ถึง 1.5 เปอร์เซ็นต์โมล สเปกตรัมการกระตุ้นแสง ถูกบันทึกในช่วงความยาวคลื่น 300 ถึง 500 นาโนเมตร ดังแสดงในภาพที่ 3 พบว่า สังเกตเห็นสเปกตรัมทั้งหมด 10 พีก โดยใช้การแปลงแสงที่มีความยาวคลื่น 599 นาโนเมตร ซึ่งพบพีคการกระตุ้นที่ความยาวคลื่น ( ${}^4\text{K}_{17/2}$ ) 344 นาโนเมตร ( ${}^4\text{D}_{3/2}$ ) 361 นาโนเมตร ( ${}^6\text{P}_{7/2}$ ) 375 นาโนเมตร ( ${}^6\text{P}_{3/2}$ ) 403 นาโนเมตร ( ${}^6\text{P}_{5/2}$ ) 417 นาโนเมตร ( ${}^4\text{G}_{9/2}$ ) 438 นาโนเมตร ( ${}^4\text{M}_{17/2}$ ) 448 นาโนเมตร ( ${}^4\text{I}_{13/2}$ ) 462 นาโนเมตร ( ${}^4\text{I}_{11/2}$ ) 474 นาโนเมตร และ ( ${}^4\text{I}_{9/2}$ ) 486 นาโนเมตร

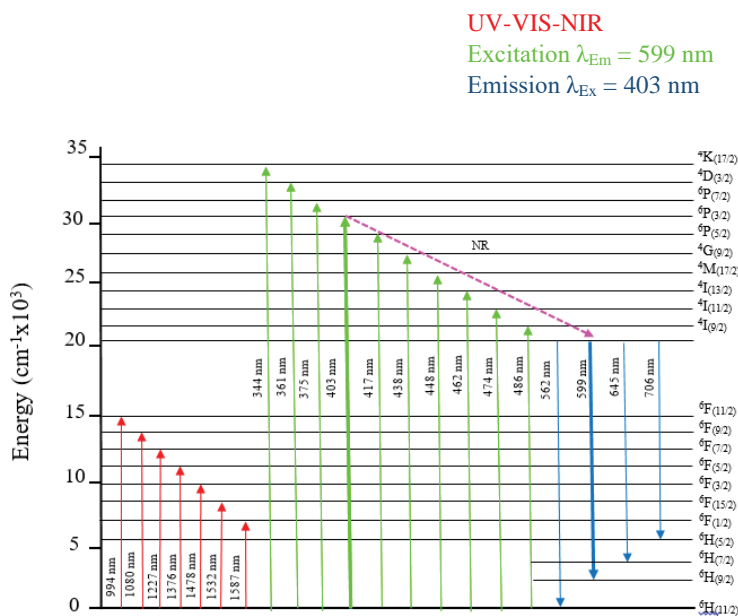


ภาพที่ 3 สเปกตรัมการกระตุ้นแสงของแก้ว สูตร  $(68-x) \text{TeO}_2 - 10\text{ZnO} - 2\text{Bi}_2\text{O}_3 - 20\text{BaO} - x\text{Sm}_2\text{O}_3$  ที่เจือด้วย  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  ที่ความเข้มข้นที่ต่างกัน

นอกจากการนี้ยังศึกษาสเปกตรัมการเปล่งแสงของแก้วซิงค์บิสมัทแบเรียมเทลลูไรท์ ที่เจือด้วย  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ตั้งแต่ 0.00 ถึง 1.5 เปอร์เซ็นต์โมล จากกราฟสเปกตรัมการเปล่งแสงบันทึกในช่วงความยาวคลื่น 500 ถึง 750 นาโนเมตร และใช้ความยาวคลื่นที่มากที่สุดของการกระตุ้นมาหาสเปกตรัมการเปล่งแสง ความยาวคลื่นที่ใช้กระตุ้น คือ 403 นาโนเมตร โดยแหล่งกำเนิดแสงคือหลอดไฟแฟลช (xenon flash lamp) ดังแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งพบว่าสามารถสังเกตเห็นสเปกตรัม 4 พิก ในช่วง VIS และจากงานวิจัยพบว่าความเข้มข้นของ  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  ที่ 1.00 เปอร์เซ็นต์โมล ให้ค่าความเข้มข้นของพิกสูงสุดโดยมีความยาวคลื่น 599 นาโนเมตร และพบว่าค่าที่มีความเข้มข้นมากกว่า 1.50 เปอร์เซ็นต์โมล ค่าความเข้มข้นของพิกการเปล่งแสงกลับมีค่าลดลงเนื่องจากมีค่าความเข้มข้นของปริมาณ  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  มากเกินไปโดยสอดคล้องกับรูปแบบระดับพลังงานของ  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  ดังแสดงในภาพที่ 5 ซึ่งรูปจะแสดงไดอะแกรมของระดับพลังงานไอออน  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  ที่เกิดการดูดกลืนการกระตุ้นและการเปล่งแสง



ภาพที่ 4 สเปกตรัมการเปล่งแสงของแก้วสูตร  $30\text{TeO}_2 - (38 - x)\text{B}_2\text{O}_3 - 10\text{ZnO} - 2\text{Bi}_2\text{O}_3 - 20\text{BaO} - x\text{Sm}_2\text{O}_3$  ซึ่งเจือด้วย  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  ที่ความเข้มข้นที่ต่างกัน



ภาพที่ 5 แผนภาพไดอะแกรมของระดับพลังงานไอออน  $\text{Sm}^{3+}$  ที่เกิดการดูดกลืน การกระตุ้นแสง และการเปล่งแสง

#### 4.สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติทางสมบัติทางสเปกโตรสโคปีของแก้วซิงค์บิสมัทแบเรียมเทลลูไรท์ ที่เจือด้วย  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนานำไปประยุกต์ใช้งานทางด้านอุปกรณ์ทางแสงและทางเลเซอร์ซึ่งผลที่ได้ พบว่า ค่าความหนาแน่นและค่าปริมาตรเชิงโมลของแก้วมีค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น และค่าปริมาตรเชิงโมลลดลง ตามปริมาณการเจือ  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  ที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของ  $\text{Sm}_2\text{O}_3$  มีอิทธิพลต่อค่าความหนาแน่นและปริมาตรเชิง โมลของแก้วระบบนี้ สเปกตรัมการดูดกลืนแสง พบพีคการดูดกลืนแสง ทั้งหมด 7 พีค ซึ่งพีคการดูดกลืนของแสงเกิดระดับพลังงานที่ ( ${}^6\text{F}_{11/2}$ ) 944 นาโนเมตร ( ${}^6\text{F}_{9/2}$ ) 1080 นาโนเมตร ( ${}^6\text{F}_{7/2}$ ) 1227 นาโนเมตร ( ${}^6\text{F}_{5/2}$ ) 1376 นาโนเมตร ( ${}^6\text{F}_{3/2}$ ) 1478 นาโนเมตร ( ${}^6\text{H}_{15/2}$ ) 1532 นาโนเมตร ( ${}^6\text{F}_{1/2}$ ) 1587 นาโนเมตร สเปกตรัมการกระตุ้นแสงถูกบันทึกในช่วงความยาวคลื่น 300 ถึง 500 นาโนเมตร สังเกตเห็นสเปกตรัมได้อย่างชัดเจนทั้ง 10 พีค โดยใช้การเปล่งแสงที่มีความยาวคลื่น 599 นาโนเมตร ซึ่งพีคการ กระตุ้นของแสงเกิดการทรานซิชันของระดับพลังงานที่ ( ${}^6\text{K}_{17/2}$ ) 344 นาโนเมตร ( ${}^6\text{D}_{3/2}$ ) 361 นาโนเมตร ( ${}^6\text{P}_{7/2}$ ) 375 นาโนเมตร ( ${}^6\text{P}_{3/2}$ ) 403 นาโนเมตร ( ${}^6\text{P}_{5/2}$ ) 417 นาโนเมตร ( ${}^6\text{G}_{9/2}$ ) 438 นาโนเมตร ( ${}^6\text{M}_{17/2}$ ) 448 นาโนเมตร ( ${}^6\text{I}_{13/2}$ ) 462 นาโนเมตร ( ${}^6\text{I}_{11/2}$ ) 474 นาโนเมตร ( ${}^6\text{I}_{9/2}$ ) 486 นาโนเมตร และ สเปกตรัมการเปล่งแสงถูกบันทึกในช่วงความยาวคลื่น 500 ถึง 750 นาโนเมตร ความยาวคลื่นที่ใช้กระตุ้น 403 นาโนเมตร สามารถสังเกตเห็นสเปกตรัมได้อย่างชัดเจนทั้ง 4 พีค ที่ความยาวคลื่น ( ${}^6\text{H}_{5/2}$ ) 562 นาโนเมตร ( ${}^6\text{H}_{7/2}$ ) 599 นาโนเมตร ( ${}^6\text{H}_{9/2}$ ) 645 นาโนเมตร ( ${}^6\text{F}_{11/2}$ ) 706 นาโนเมตร ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบพลังงานของไอออน  $\text{Sm}^{3+}$  ที่ความเข้มข้นของไอออนธาตุซาแมเรียม 1 เปอร์เซ็นต์โมล ที่เจือลงในระบบแก้วซิงค์บิสมัทแบเรียมเทลลูไรท์ให้ค่าความเข้มของพีคสูงสุดอยู่ที่ความยาวคลื่น ( ${}^6\text{H}_{7/2}$ ) 599 นาโนเมตร

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม สำหรับทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้ และศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศทางเทคโนโลยีแก้วและวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่อำนวยความสะดวกและให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย

#### 6. เอกสารอ้างอิง

Rao, K.J., 2002, "Structural Chemistry of Glasses", Elsevier Science, Netherlands, pp. 478-482.

Varshneya, A.K., 1993, "Fundamentals of Inorganic Glasses", Academic Press, San Diego, pp. 105-475

Raouf EL-Mallawany, 2011, "Tellurite Glasses Handbook: Physical Properties and Data", Second Edition, Publisher: CRC Press LLC, Florida, USA.

Singh, N., Singh, K.J., Singh, K. and Singh, H., 2005, "Comparative Study of Lead Borate and Bismuth Lead Borate Glass System as Gamma-Radiation Shielding Materials", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, Vol. 225, pp. 305-309.

Singh, K., Singh, H., Sharma, V., Nathuram, R., Khanna, A., Kumar, R., Bhatti, S.S. and Sahota, H.S., 2002, "Gamma-Ray Attenuation Coefficient in Bismuth Borate Glass", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, Vol. 194, pp. 1-6.