บทที่ 5

วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุป

อุปกรณ์ที่ใช้ในการกำบังรังสีถูกสร้างขึ้นเพื่อลดทอนปริมาณรังสีสำหรับผู้ปฏิบัติงานทางรังสีวิทยาหรือบุคคลทั่วไปโดยคำนึงถึงความสะดวกและเพิ่มความคล่องตัวในการปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น แก้วหรือกระจกจึงเป็นหนึ่งในทางเลือกสำหรับใช้เป็นอุปกรณ์ในการกำบังรังสี โดยคำนึงถึงโครงสร้าง และความเหมาะสมในการนำไปพัฒนาเพื่อใช้ในงานได้จริง แก้วโบโรซิลิเกต จึงเป็นโครงสร้างในการขึ้นรูปของแก้วในงานวิจัยนี้ และเติมสารที่เพิ่มคุณสมบัติต่างๆ เช่น เพิ่มความแข็งแรงของแก้ว (Al_2O_3) ป้องการการดูดความชื้น (CaO) ลดอุณหภูมิในการหลอมแก้ว (Na_2O) และคุณสมบัติด้านการกำบังรังสี คือ แบเรียมออกไซด์ บิสมัทออกไซด์ และตะกั่วออกไซด์ตามลำดับ จึงได้สูตรแก้วจากงานวิจัยนี้เป็น(50-x) SiO_2: $15B_2O$:$2Al_2O_3$: 10CaO: $23Na_2O$: xBaO, xBi_2O_3, xPbO เมื่อ x คือเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นโดยโมลของสาร ที่ x= 0, 5, 10, 15, 20 ตามลำดับ เมื่อได้แก้วแล้วทำการศึกษาคุณสมบัติต่างๆของแก้ว ดังนี้ ความหนาแน่น ความแข็ง ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น ค่าความหนาครึ่งค่า ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล อันตรกิริยาย่อย ค่าการดูดกลืนแสง ค่าดรรชนีหักเหแสง สเปกตรัมของรังสีเอกซ์ เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานที่สามารถนำไปใช้งานได้จริงโดยผลการศึกษาคุณสมบัติต่างๆของแก้วมีดังนี้

จากการวัด พบว่าค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเมื่อ เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของสารที่เติมเข้าไปเพิ่มขึ้น และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกระจกตะกั่วที่ใช้ในแผนกรังสีวิทยา พบว่า ค่าความหนาแน่นของกระจกตะกั่วที่ใช้ในแผนกรังสีวิทยา มีค่าเท่ากับ 3.2510±0.0004 ซึ่งมีค่าสูงกว่าแก้วที่เติมแบเรียมทุกเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้น และต่ำกว่าแก้วที่เติมบิสมัทและตะกั่วที่เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้น 10, 15, 20 ตามลำดับ

จากการวัดพบว่าค่าความแข็งของแก้วตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดที่เติมแบเรียม, บิสมัท และตะกั่วมีค่าความแข็งมากกว่ากระจกตะกั่วที่ใช้ในแผนกรังสีวิทยา

จากการศึกษา ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น และค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแก้วตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด เทียบกับกระจกตะกั่วที่ใช้ในแผนกรังสีวิทยา จากการวัดด้วยแหล่งกำเนิดรังสีแกมมาพลังงาน 662 keV และ จากการทดสอบด้วยเครื่องวัดสเปกตรัมที่เทคนิค 120 kVp 100 mA 2 sec และ 100 kVp 100 mA 2 sec พบว่า แก้วตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด ค่าสัมประสิทธิ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การลดทอนเชิงเส้นและค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล เพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของสารที่เติมเข้าไปเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติในการกำบังรังสีดีขึ้น และพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้นและค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล ของกระจกตะกั่วที่ใช้ในแผนกรังสีวิทยามีค่าสูงกว่าแก้วที่เติมแบเรียมทุกเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้น แสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติในการกำบังรังสีของ กระจกตะกั่วที่ใช้ในแผนกรังสีวิทยาดีกว่าแก้วที่เติมแบเรียมในงานวิจัยนี้ แต่อย่างไรก็ตามในกรณีของแก้วที่เติมบิสมัทและตะกั่ว มีคุณสมบัติการกำบังรังสีที่ดีกว่ากระจกตะกั่วที่ใช้ในแผนกรังสีวิทยาที่เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้น 10 15 และ 20 ตามลำดับ

จากการศึกษา ค่าความหนาครึ่งค่าของแก้วตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด เทียบกับ กระจกทั่วไป คอนกรีต พบว่า แก้วตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด มีค่าความหนาครึ่งค่าดีกว่า คอนกรีต และ กระจกทั่วไป จากการวัดด้วยแหล่งกำเนิดรังสีแกมมาพลังงาน 662 keV และ จากการทดสอบด้วยเครื่องวัดสเปกตรัมที่เทคนิค 120 kVp 100 mA 2 sec และ 100 kVp 100 mA 2 sec พบว่าค่าความหนาครึ่งค่าลดลงเมื่อเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของสารที่เติมเข้าไปเพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติในการกำบังรังสีดีขึ้น และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกระจกตะกั่วที่ใช้ในแผนกรังสีวิทยา มีค่าต่ำกว่าแก้วที่เติมแบเรียมทุกเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้น แสดงให้เห็นว่าคุณสมบัติในการกำบังรังสีของ กระจกตะกั่วที่ใช้ในแผนกรังสีวิทยาดีกว่าแก้วที่เติมแบเรียมในงานวิจัยนี้ แต่อย่างไรก็ตามในกรณีของแก้วที่เติมบิสมัทและตะกั่ว มีคุณสมบัติการกำบังรังสีที่ดีกว่ากระจกตะกั่วที่ใช้ในแผนกรังสีวิทยาที่เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้น 10 15 และ 20 ตามลำดับ

จากการทดลองและค่าจากทฤษฎีที่ได้จากการคำนวณ โดยใช้โปรแกรม XCOM เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลและอันตรกิริยาย่อยของแก้วตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแก้วทั้ง 3 ชนิดมีค่าสูงขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์โมลสูงขึ้น พบว่าอัตราร้อยละของผลต่างระหว่างการทดลองกับทฤษฎีมีค่าไม่เกิน ± 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับค่าที่ได้จากทฤษฎี และพบว่าการดูดกลืนโฟโตอิเล็กตริกของแก้วโบโรซิเกตที่เติมแบเรียม บิสมัท หรือตะกั่วสูงขึ้นการกระเจิงของคอมป์ตันลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารเติมสูงขึ้น อย่างไรก็ตามการกระเจิงของคอมป์ตันเป็นอันตรกิริยาหลักของค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลรวมของแก้วโบโรซิลิเกตที่เติมแบเรียม บิสมัท หรือตะกั่ว จากการศึกษาดังกล่าวทำให้ทราบถึงประโยชน์สำหรับการออกแบบแก้วกำบังรังสี

จากการทดสอบหาค่าการดูดกลืนแสงของแก้วตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด ค่าความยาวคลื่นจะเพิ่มขึ้น เมื่อเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นสูงขึ้นซึ่งสอดคล้องกับสีของแก้วที่ปรากฏ และเมื่อเปรียบเทียบกับกระจกตะกั่วที่ใช้ในแผนกรังสีวิทยา พบว่าค่าความยาวคลื่นขีดเริ่มของกระจกตะกั่วที่ใช้ใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แผนกรังสีวิทยามีค่าเท่ากับ 334 นาโนเมตร ซึ่งพบว่าค่าความยาวคลื่นขีดเริ่มของแก้วตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดมีค่าสูงกว่ากระจกตะกั่วในช่วงความยาวคลื่น 300-1100 นาโนเมตร

จากการทดสอบหาค่าดรรชนีหักเหแสงของแก้วตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด และกระจกตะกั่วที่มีในท้องตลาด พบว่าค่าดรรชนีหักเหแสงแก้วเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของแบเรียม, บิสมัท และ ตะกั่วเพิ่มขึ้น และที่เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้น15 และ 20 ตามลำดับไม่สามารถวัดค่าได้ เนื่องมาจากขีดจำกัดของเครื่อง Abbe Refractometer รุ่น ATAGO และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกระจกตะกั่วที่ใช้ในแผนกรังสีวิทยาพบว่าค่าดรรชนีหักเหแสงของกระจกตะกั่วที่ใช้ในแผนกรังสีวิทยามีค่าเท่ากับ 1.5653±0.0001 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าแก้วที่เติมแบเรียมที่เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้น 10, 15, 20 ตามลำดับและต่ำกว่าแก้วที่เติมบิสมัทและตะกั่วทุกเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้น

จากคุณสมบัติด้านการกำบังรังสี พบว่า แก้วตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดในงานวิจัยนี้มีความสามารถในการกำบังรังสีเอกซ์และรังสีแกมมาที่ระดับพลังงาน 662 keV ได้เทียบเท่าหรือดีกว่ากระจกตะกั่วที่ใช้งานในแผนกรังสีวิทยา และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแก้วตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด พบว่า แก้วที่เติมบิสมัท จะมีความสามารถในการกำบังรังสีเอกซ์และรังสีแกมมาที่ระดับพลังงาน 662 keVได้ดีกว่าแก้วที่เติมตะกั่ว และแก้วที่เติมแบเรียมที่เปอร์เซ็นค์ความเข้มข้นเดียวกัน และแก้วที่เติมบิสมัทที่เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นเท่ากับ 20 มีความสามารถในการกำบังรังสีเอกซ์และรังสีแกมมาที่ระดับพลังงาน 662 keV ดีที่สุด

จากคุณสมบัติด้านการส่องผ่านของแสง พบว่า แก้วตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดทุกเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นมีคุณสมบัติที่สามารถยอมให้แสงส่องผ่านได้ดีกว่ากระจกตะกั่วที่ใช้งานในแผนกรังสีวิทยา แต่เมื่อมองด้วยตาเปล่าพบว่า แก้วที่เติมตะกั่วที่เปอร์เซ็นต์ความเข้มเข้น 15 และ 20 ตามลำดับ และแก้วที่เติมบิสมัทที่เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้น 5 10 15 และ 20 ตามลำดับ จะทำให้เห็นแก้วมีสีเหลือง

เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติด้านการกำบังรังสี และคุณสมบัติด้านการส่องผ่านของแสงแล้วพบว่า แก้วที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาและศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการประดิษฐ์แก้วหรือกระจกกำบังรังสีเพื่อใช้งานในแผนกรังสีวิทยา คือ แก้วที่เติมตะกั่วที่เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นเท่ากับ 10

ข้อดีของแก้วจากงานวิจัยนี้ คือ มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ความเป็นพิษต่ำ ความแข็งสูง และความสามารถด้านการส่องผ่านของแสงดีกว่ากระจกตะกั่วที่ใช้งานในแผนกรังสีวิทยา รวมถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้เมื่อเทียบกับกระจกตะกั่วที่มีในท้องตลาดแล้วพบว่ามีต้นทุนต่ำกว่า จึงสามารถช่วยลดต้นทุนนำเข้ากระจกจากต่างประเทศและนำไปพัฒนาและศึกษาเพิ่มเติมเพื่อเป็นแนวทางในการประดิษฐ์แก้วหรือกระจกกำบังรังสีเพื่อใช้งานในแผนกรังสีวิทยาได้ในโอกาสต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved