บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มา และ ความสำคัญของปัญหาที่นำไปสู่งานวิจัย

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้เข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิตของมนุษย์อย่างมาก ทั้งในทางการการแพทย์ เกษตรกรรม และ อุตสาหกรรม ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนี้รวมถึงการใช้ประโยชน์จากรังสีในด้านต่างๆ จึงต้องมีความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเหมาะสมในการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้งานเพื่อให้มีผลกระทบหรืออันตรายน้อยที่สุด ทั้งนี้เพราะรังสีมีประโยชน์แต่อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้ [1, 2]

รังสีเป็นอนุภาคที่ไม่สามารถรับรู้ได้ด้วยประสาทสัมผัสของมนุษย์ ทำให้ผู้ที่ได้รับรังสีไม่ทราบว่าได้รับรังสีเข้าสู่ร่างกาย เพื่อความปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน และผู้เกี่ยวข้อง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาวิธีการทำงานโดยที่ผู้ปฏิบัติงานมีความปลอดภัยมากที่สุด องค์กรป้องกันอันตรายจากรังสีนานาชาติจึงกำหนดหลักการ ALARA (As Low As Reasonably Achievable) ด้วยการใช้เวลาในการปฏิบัติงานน้อยที่สุด ใช้ระยะทางไกลที่สุด และใช้ อุปกรณ์กำบังรังสีเพื่อป้องกันมิให้ร่างกายได้รับรังสีเกินมาตรฐานที่กำหนด [3,4] จากหลักการดังกล่าวหากมีวัสดุกำบังรังสีที่ดีจะสามารถปฏิบัติงานได้สะดวกและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น วัสดุที่ใช้ในการกำบังรังสีปัจจุบันนิยมใช้วัสดุจากตะกั่ว หรือ คอนกรีตผสมตะกั่ว ในการป้องกันอันตรายจากรังสีเอกซ์และรังสีแกมมา ซึ่งมีข้อด้อย คือทึบแสง ทำให้ไม่สามารถมองเห็นภายในห้องตรวจได้ และตะกั่วเป็นสารก่อมลพิษ ราคาแพง จึงควรมีตัวเลือกอื่นๆในการใช้เป็นวัสดุกำบังรังสีที่มีประสิทธิภาพ และปลอดภัย

แก้ว หรือ กระจก จึงได้เป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับใช้ในการกำบังรังสี เนื่องจากมีคุณสมบัติทางแสงที่ดีคือ ด้านความโปร่งแสง มีความยืดหยุ่นในการขึ้นรูปทั้งขนาดและรูปทรง และสามารถเจือไอออนของสารที่ความเข้มข้นสูงได้ [5] และ สามารถผสมสารให้สามารถดูดกลืนรังสีเอกซ์หรือรังสีแกมมาได้ ในปัจจุบันงานกำบังรังสีมักใช้แก้วผสมตะกั่ว ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูงและในกระบวนการผลิตก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

โดยทั่วไป แก้วโบโรซิลิเกต (Borosilicate glassed) นิยมใช้อย่างกว้างขวางในทางวิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรมเนื่องจากมีความแข็งแรงและทนต่อความร้อน และสามารถปรับเปลี่ยนคุณสมบัติตามความต้องการในงานที่เกี่ยวข้องได้ ด้วยการเติมสารเคมีในส่วนผสม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระหว่างกระบวนการหลอม และยังมีการนำไปใช้ในการจัดเก็บกากนิวเคลียร์ [6] อีกทั้งสามารถปรับเปลี่ยนสมบัติตามความต้องการในงานที่เกี่ยวข้องได้ เช่น ดรรชนีหักเห และความหนาแน่น ขึ้นกับสารเคมีที่เติมลงไปในส่วนผสมระหว่างกระบวนการหลอม นอกจากนี้แก้วโบโรซิลิเกต ยังใช้ทำเลนส์สายตาเนื่องจากการกระเจิงตัวของแสงอยู่ในระดับต่ำ และมีค่าดรรชนีหักเหสูง [5] ในทำนองเดียวกันการเติมโลหะอัลคาไลน์เอิร์ทในแก้วโบโรซิลิเกต มีส่วนทำให้แก้วมีความแข็ง และมีการแยกเฟสเปลี่ยนแปลงสมบัติทางแสงได้ [6]

ส่วนประกอบพื้นฐานทางเคมีของแก้วโบโรซิลิเกตประกอบด้วย สารที่ใช้ในการขึ้นรูปแก้ว (Glass former) คือ ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) และ โบรอนไตรออกไซด์ (B_2O_3) และเพิ่มคุณสมบัติต่างๆของแก้ว เพื่อทำให้แก้วมีโครงสร้างที่สามารถนำไปประยุกต์และพัฒนาเพื่อใช้งานได้จริงต่อไป โดยเพิ่มคุณสมบัติต่างๆเช่น ด้านการเพิ่มความแข็งของแก้ว คือ อลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) ด้านการป้องกันการดูดความชื้นของแก้ว คือ แคลเซียมออกไซด์ (CaO) และด้านการลดอุณหภูมิในกระบวนการหลอมแก้ว คือ โซเดียมออกไซด์ (Na_2O) [7] จากการทดลองด้วยการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบต่างๆ ได้ส่วนประกอบพื้นฐานที่เหมาะสมของแก้ว ที่สามารถเติมสารอื่นได้ ดังนี้ (50-x) SiO_2: $15B_2O$:$2Al_2O_3$: 10CaO: $23Na_2O$ เพิ่มคุณสมบัติช่วยในการกำบังรังสีของแก้วโดย x คือสารที่ต้องการเติมเข้าไปในโครงสร้าง และในงานนี้เลือกใช้แบเรียมออกไซด์ (BaO) บิสมัทออกไซด์ (Bi_2O_3) ตะกั่วออกไซด์ (PbO)

ในการประชุมสัมมนานานาชาติเกี่ยวกับการออกแบบที่ใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อมในปี 2003 [8] ได้รณรงค์ให้มีการปรับเปลี่ยนมาใช้สารที่มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในผลิตภัณฑ์ต่างๆ และจากข้อมูลจากศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์ กรมควบคุมมลพิษพบว่า เมื่อเปรียบเทียบความเป็นพิษและระดับความรุนแรง ตะกั่วจะส่งผลกระทบต่อร่างกายมากกว่า แบเรียมและบิสมัท [9-11] และเมื่อเปรียบเทียบระดับความเป็นพิษกับธาตุชนิดอื่น เช่น ธาตุทรานซิชัน หรือสารที่เป็นของแข็งชนิดต่างๆที่อยู่ในรูปของสารประกอบออกไซด์ พบว่าแบเรียมและบิสมัทมีความเป็นพิษต่ำหาได้ง่ายและราคาถูกกว่า อีกทั้งได้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเลือกใช้แบเรียมและบิสมัท [12-14] ในการเพิ่มคุณสมบัติด้านการกำบังรังสี จึงได้เลือกใช้แบเรียมและบิสมัทในงานวิจัยในครั้งนี้ และนำแก้วที่ผลิตได้ไปเปรียบเทียบกับแก้วทางการค้าจากกระจกกำบังรังสีที่ใช้ในแผนกรังสีวิทยา โดยศึกษาคุณสมบัติทางด้านกายภาพ คุณสมบัติด้านการกำบังรังสี และคุณสมบัติด้านการส่องผ่านของแสง เพื่อเป็นแนวทางในการประดิษฐ์และพัฒนาแก้วที่สามารถใช้ทดแทนแก้วที่มีส่วนผสมของตะกั่วที่ใช้กำบังรังสีในแผนกรังสีวิทยาและอุตสาหกรรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 สรุปสาระสำคัญและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แก้วหรือกระจก เป็นวัสดุโปร่งใส จึงมองทะลุผ่านได้ สะดวกต่อการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับรังสี แก้วจึงได้รับการนำมาขึ้นรูปและใช้เป็นกระจกในการกำบังรังสีในแผนกรังสีวิทยา ดังรูปที่ 1.1

รูปที่1.1 กระจกบริเวณที่ปฏิบัติงานทางด้านรังสีวิทยาที่มีความโปร่งแสงช่วยเพิ่มความสะดวกในการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับรังสี

ความเหมาะสมของวัสดุที่จะใช้ในการกำบังรังสี สามารถคำนวณเบื้องต้นด้วยโปรแกรม XCOM หรือ Win XCOM ซึ่งสามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล (μ_m) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น (μ) และค่าความหนาครึ่งค่า (HVL) ของสารประกอบอนินทรีย์ชนิดต่างๆเพื่อใช้ในการขึ้นรูปแก้ว และ เพื่อบอกโอกาสการเกิดอันตรกิริยาของโฟตอนกับตัวกลางของวัสดุ ซึ่งขึ้นกับจำนวนอะตอมต่อปริมาตร และความหนาแน่นของตัวกลาง (ρ) [15-17]

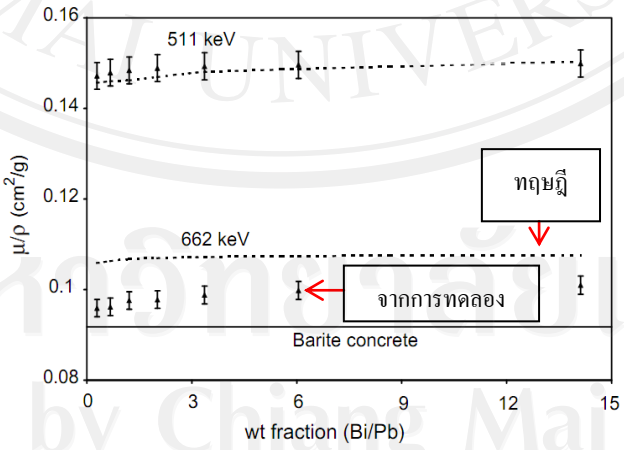
จากการใช้โปรแกรม XCOM [17] ช่วยในการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น และค่าความหนาครึ่งค่า เพื่อใช้บอกความสามารถในการกำบังรังสี ของวัสดุหรือแก้ว จากงานวิจัยต่างๆ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแก้วเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารเติมที่ช่วยในการกำบังรังสี เช่น แบเรียม บิสมัท หรือ ตะกั่ว เพิ่มสูงขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลจะลดลงเมื่อระดับพลังงานของรังสีแกมมาเพิ่มสูงขึ้น และค่าความหนาครึ่งค่าจะลดต่ำลงเมื่อเข้มข้นของสารเติมที่ช่วยในการกำบังรังสีเพิ่มสูงขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการที่แก้วบอเรต มีความแข็งแรงและทนต่อความร้อน สามารถปรับเปลี่ยนคุณสมบัติตามความต้องการในการนำมาใช้งานจึงมีผู้สนใจนำแก้วบอเรต ที่อยู่ในรูปของโบรอนไตรออกไซด์ (B_2O_3) เป็นองค์ประกอบหลักในการขึ้นรูปของแก้ว มาศึกษาทดลองโดยเติมสารที่มีความสามารถในการกำบังรังสี เช่น งานวิจัยของ ของ K. Singh และคณะ ในปี 2002 [18] N. Singh และคณะ ในปี 2004 [12] N. Singh และคณะในปี 2006 [19] และ J. Kaewkhao และคณะในปี 2010 [13] เพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น และค่าความหนาครึ่งค่า เพื่อใช้บอกความสามารถในการกำบังรังสี สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

K. Singh และคณะ [18] ได้ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล ของแก้วบอเรตในสูตร xBi_2O_3 (1-x) B_2O_3 เมื่อ x= 0.3, 0.35, 0.4, 0.45, 0.55 ตามลำดับ โดยศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล โดยใช้โปรแกรม XCOM ที่ระดับพลังงาน 356 กิโลอิเล็คตรอนโวลต์ (keV) keV,662 keV, 1173 keV, 1332 keV แล้วเปรียบเทียบ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแก้วเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของบิสมัทเพิ่มสูงขึ้น และค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลจะลดลงเมื่อระดับพลังงานของรังสีแกมมาเพิ่มสูงขึ้น

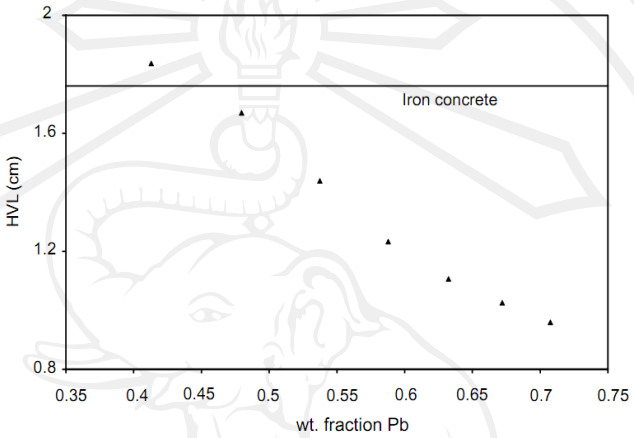
N. Singh และคณะ [12] เปรียบเทียบแก้วบอเรตที่เติมตะกั่ว เทียบกับ แก้วบอเรตที่เติมบิสมัทและตะกั่ว โดยคำนวณความหนาแน่นของแก้ว (ρ) ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล (μ_m) และค่าความหนาครึ่งค่า (HVL) ที่ระดับพลังงาน 511 keV และ 662 keV โดยเปรียบเทียบค่าจากการทดลองกับค่าจากการคำนวณ โดยใช้โปรแกรม XCOM ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแก้วบอเรตที่เติมบิสมัทและตะกั่วมีค่าสอดคล้องกับค่าที่ได้จากจากคำนวณ และมีค่าสูงกว่าคอนกรีตที่เติมแบไรต์ทั้ง 2 ระดับพลังงาน และ ดังรูปที่ 1.2



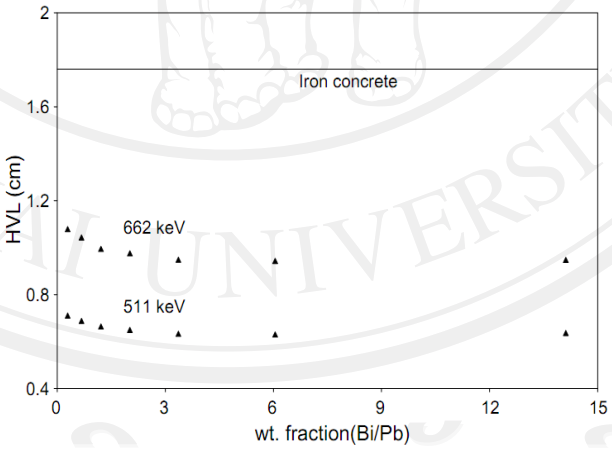
รูปที่ 1.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง เศษส่วนโดยมวลของบิสมัท (Bi) ต่อ ตะกั่ว (Pb) จากแก้ว Bi_2O_3–PbO–B_2O_3 ในแกน x และค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล (μ/ρ) ในแกน y [12]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล สามารถคำควณค่าความหนาครึ่งค่าของแก้วบอเรตที่เติมตะกั่ว พบว่ามีค่าความหนาครึ่งค่าต่ำกว่า คอนกรีตที่เติมเหล็ก ดังรูปที่ 1.3 และค่าความหนาครึ่งค่าของแก้วแก้วบอเรตที่เติมบิสมัทและตะกั่ว มีค่าความหนาครึ่งค่าต่ำกว่า คอนกรีตที่เติมเหล็ก ดังรูปที่ 1.4



รูปที่1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนโดยมวลของ ตะกั่ว (Pb) จากแก้ว $PbO–B_2O_3$ ในแกน x และค่าความหนาครึ่งค่า (HVL) ในแกน y [12]

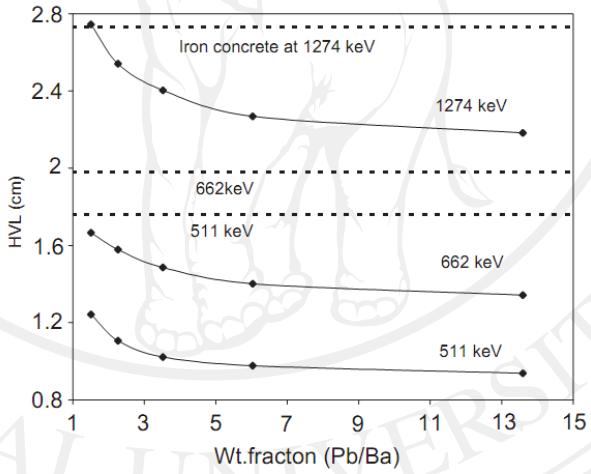


รูปที่ 1.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง สัดส่วนโดยมวลของบิสมัท (Bi) ต่อ ตะกั่ว (Pb) จากแก้ว $Bi_2O_3–PbO– B_2O_3$ ในแกน x และค่าความหนาครึ่งค่า (HVL) ในแกน y [12]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากงานวิจัยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแก้วบอแรตที่เติมตะกั่ว และแก้วบอเรตที่เติมบิสมัทและตะกั่ว มีค่าสูงกว่าคอนกรีต และค่าความหนาครึ่งค่าของแก้วบอแรตที่เติมตะกั่ว และ แก้วบอแรตที่เติมบิสมัทและตะกั่ว มีค่าต่ำกว่าคอนกรีต จึงมีสามารถในการกำบังรังสีได้ดีกว่าคอนกรีต และจากการเปรียบเทียบพบว่า แก้วบอแรตที่เติมบิสมัทและตะกั่ว มีความหนาแน่น และค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล สูงกว่าแก้วบอแรตที่เติมตะกั่ว แสดงให้เห็นว่าแก้วที่มีส่วนผสมของบิสมัท สามารถที่จะใช้แทนตะกั่วในการผลิตแก้วสำหรับกำบังรังสีได้

N. Singh และคณะ [19] ได้ศึกษาแก้วบอเรตที่มีส่วนผสมของตะกั่วออกไซด์และแบเรียมออกไซด์ (PbO- BaO-B_2O_3) โดยได้หาค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลและค่าความหนาครึ่งค่าที่ระดับพลังงาน 511 keV, 662 keV, 1274 keV เปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎี พบว่าแก้วบอเรตที่มีส่วนผสมของตะกั่วออกไซด์และแบเรียมออกไซด์มีความสามารถในการกำบังรังสีได้ดีกว่าคอนกรีตที่มีส่วนผสมของเหล็ก ดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง สัดส่วนโดยมวลของบิสมัท (Bi) ต่อ ตะกั่ว (Pb) จากแก้ว Bi_2O_3–PbO–B_2O_3 ในแกน x และค่าความหนาครึ่งค่า (HVL) ในแกน y [20]

J. Kaewkhao และคณะ [13] ได้ศึกษาแก้วบอเรต ที่มีส่วนผสมของบิสมัทออกไซด์ และแบเรียมออกไซด์แล้วเปรียบเทียบกับแก้วที่มีส่วนผสมของตะกั่วออกไซด์ เปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎี พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแก้วทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารประกอบเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

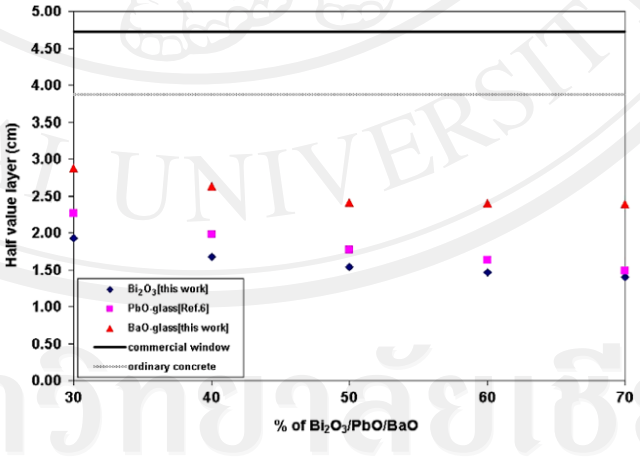
ตารางที่ 1.1 ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแก้วที่มีส่วนผสมของบิสมัทออกไซด์และแบเรียมออกไซด์เปรียบเทียบกับแก้วที่มีส่วนผสมของตะกั่วออกไซด์ [13]

Total mass attenuation coefficients of glass samples.

% Weight	BaO-glass (this work)			Bi_2O_3-glass (this work)			PbO-glass (take from Ref. [6])		
	$(\mu_m)_{th} \times 10^{-2}$ (cm^2/g)	$(\mu_m)_{ex} \times 10^{-2}$ (cm^2/g)	% RD	$(\mu_m)_{th} \times 10^{-2}$ (cm^2/g)	$(\mu_m)_{ex} \times 10^{-2}$ (cm^2/g)	% RD	$(\mu_m)_{th} \times 10^{-2}$ (cm^2/g)	$(\mu_m)_{ex} \times 10^{-2}$ (cm^2/g)	% RD
30	7.61	7.59 ± 0.15	0.26	8.55	8.98 ± 0.11	5.03	8.51	8.31 ± 0.18	2.35
40	7.63	7.11 ± 0.10	6.81	8.88	8.68 ± 0.10	2.25	8.84	8.93 ± 0.17	1.01
50	7.65	7.93 ± 0.19	3.66	9.22	8.71 ± 0.09	5.53	9.16	8.87 ± 0.10	3.16
60	7.67	7.31 ± 0.13	4.69	9.55	9.57 ± 0.15	0.21	9.48	9.12 ± 0.16	3.80
70	7.69	7.21 ± 0.14	6.24	9.89	10.27 ± 0.12	3.84	9.81	9.96 ± 0.14	1.53

*RD = Relative difference of μ_m between experiment and theory.

ค่าความหนาครึ่งค่า ของแก้วตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดจะมีค่าน้อยกว่าคอนกรีตและแก้วทั่วไปซึ่งจะทำให้ความเข้มของรังสีลดลงได้มากกว่า ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า แก้วที่มีส่วนผสมของบิสมัท สามารถใช้แทนแก้วที่มีส่วนผสมของตะกั่วได้ ที่ระดับพลังงาน 662 keVในส่วนของแบเรียมสามารถที่จะใช้ในการกันอันตรายจากรังสีเอกซ์หรือระดับพลังงานที่ต่ำกว่า ดังรูปที่ 1.6



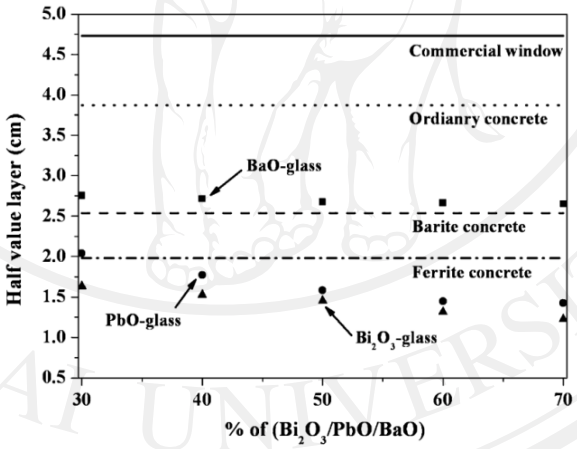
รูปที่ 1.6 ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของสารประกอบในแกน x และค่าความหนาครึ่งค่าในแกน y [13]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากแก้วบอเรตที่ได้นำมาใช้ขึ้นรูปแล้ว แก้วซิลิเกตที่อยู่ในรูปของ ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ได้ถูกนำมาใช้ขึ้นรูปแก้วด้วยเช่นกัน โดยมีคุณสมบัติด้านความทนทานต่อความร้อน และเมื่อหลอมเป็นแก้วจะมีลักษณะโปร่งใส ทนต่อการกัดกร่อน เช่นงานวิจัยของ K.J. Singh และคณะ ในปี 2008 [20] และ K.Kirdsiri และคณะ ในปี 2011 [14] โดยสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

จากผลการวิจัยของ K.J. Singh และคณะ [20] พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลของแก้วซิลิเกตที่เติมตะกั่ว จากทฤษฎีและค่าจากการคำนวณ มีค่าสูงกว่า คอนกรีตที่เติมแบไรต์ ที่ระดับพลังงาน 662 keV และ 1173 keV และ ค่าความหนาครึ่งค่า จะลดลงเมื่ออัตราส่วนโดยมวลของตะกั่วเพิ่มขึ้นด้วย

จากผลการวิจัยของ K.Kirdsiri และคณะ [14] พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวลเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารที่เติม คือ แบเรียมออกไซด์ บิสมัทออกไซด์ ตะกั่วออกไซด์ เพิ่มขึ้น และ ค่าความหนาครึ่งค่าจะลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารที่เติมเพิ่มสูงขึ้น และแก้ว จากงานวิจัย มีค่าความหนาครึ่งค่าต่ำกว่ากระจกทั่วไป และ คอนกรีต ทั่วไป ดังรูปที่ 1.7



รูปที่ 1.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนาครึ่งค่าในแกน x และเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของสารประกอบในแนวแกน y [14]

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าส่วนใหญ่เป็นการศึกษาแก้วในองค์ประกอบที่ไม่ซับซ้อนและยากต่อการใช้งานจริง ในงานวิจัยนี้จึงเลือกโครงสร้างของแก้วโบโรซิลิเกต ที่สามารถปรับเปลี่ยนสมบัติตามความต้องการในงานที่เกี่ยวข้องได้ เช่น ดรรชนีหักเห และความหนาแน่น อีกทั้งแบเรียมออกไซด์ และบิสมัทออกไซด์ มีความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า แก้วที่เติมตะกั่วออกไซด์ [9-11] และจากการเปรียบเทียบ ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล และ ค่าความหนาครึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า ของแก้วที่เติมบิสมัทออกไซด์พบว่ามีคุณสมบัติ ด้านการกำบังรังสีได้ดีกว่าแก้วที่เติมตะกั่วออกไซด์ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ในการป้องกันอันตรายจากรังสี อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ได้ออกแบบสูตรแก้วที่มีองค์ประกอบและสูตรโครงสร้างใกล้เคียงกับกระจกที่ใช้งานในแผนกรังสีวิทยา มากขึ้น โดยมีเงื่อนไขการผลิตเพื่อทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ และศึกษาคุณสมบัติทางด้านกายภาพ คุณสมบัติด้านการกำบังรังสี และคุณสมบัติด้านการส่องผ่านของแสง ต่อไป

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้จากการใช้แก้วโบโรซิลิเกตที่เติมสารต่างกัน 3 ชนิด คือ แบเรียมออกไซด์ บิสมัทออกไซด์ และตะกั่วออกไซด์ ในการกำบังรังสีเอกซ์และรังสีแกมมา
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการกำบังรังสีเอกซ์และรังสีแกมมา ของแก้วที่มีส่วนผสมของแบเรียมออกไซด์ บิสมัทออกไซด์ และตะกั่วออกไซด์ โดยเปรียบเทียบกับ กระจกกำบังรังสีจากผลิตภัณฑ์ทางการค้าที่ใช้สำหรับหน่วยงานทางรังสีวิทยา

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สูตรแก้วกำบังรังสีที่มีความสามารถในการกำบังรังสีได้ใกล้เคียงหรือดีกว่าแก้วตะกั่ว
2. ได้แนวทางในการประดิษฐ์และพัฒนาอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันอันตรายจากรังสีเอกซ์และรังสีแกมมาที่ทำจากแก้วที่มีส่วนผสมของบิสมัทและแบเรียมทดแทนตะกั่ว
3. เพิ่มทางเลือกในการผลิตและใช้ อุปกรณ์กำบังรังสี เพื่อป้องกันอันตรายจากรังสี มากขึ้น
4. ในเชิงเศรษฐกิจ เป็นการเพิ่มศักยภาพของประเทศด้านความสามารถในการผลิตกระจกเพื่อใช้สำหรับอุปกรณ์ในการป้องกันอันตรายจากรังสีที่มีมลพิษต่ำกว่ากระจกตะกั่ว

1.5 สมมติฐานการวิจัย

แก้วกำบังรังสีที่ผู้วิจัยผลิตขึ้นโดยอัตราส่วนผสมของสารเคมีที่กำหนดมีประสิทธิภาพในการกำบังรังสีเอกซ์และรังสีแกมมาได้ใกล้เคียงหรือดีกว่าแก้วที่มีส่วนผสมของตะกั่วที่ใช้ในแผนกรังสีวิทยา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.6 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

ขอบเขตของการศึกษาวิจัยนี้เป็นการเตรียมและศึกษาคุณสมบัติของสารที่ใช้ในการเตรียมแก้วคุณสมบัติทางกายภาพ คุณสมบัติทางแสง และคุณสมบัติการกำบังรังสี ของระบบแก้ว Na_2O-CaO-Al_2O_3-B_2O_3-SiO_2 ที่เติม BaO, Bi_2O_3และ PbO โดยขั้นตอนแรกจะศึกษาคุณสมบัติของสารที่จะใช้ในการเตรียมแก้ว โดยศึกษาสารที่ใช้ในการขึ้นรูปแก้ว ด้านการเพิ่มความแข็งของแก้ว ด้านการป้องกันการดูดความชื้นของแก้ว และด้านการลดอุณหภูมิในกระบวนการหลอมแก้วร่วมด้วย เมื่อได้สารเคมีแล้วจะหาอัตราส่วนโดยโมลของสารที่จะใช้หลอมแก้ว รวมถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมในการหลอมแก้ว เมื่อสามารถขึ้นรูปแล้ว จะทำการคุณสมบัติต่างๆดังนี้

1. ขั้นตอนศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ
   - วัดความหนาแน่น (ρ)
   - วัดความแข็ง (HV)

ขั้นตอนศึกษาคุณสมบัติทางแสง
   - วัดค่าดรรชนีหักเหแสง (n)
   - วัดการดูดกลืนแสง (A)

ขั้นตอนศึกษาคุณสมบัติการกำบังรังสี
   - ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงเส้น (μ)
   - ค่าความหนาครึ่งค่า (HVL)
   - ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนเชิงมวล (μ_m)
   - คำนวณค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนเชิงมวลในทางทฤษฎี โดยใช้โปรแกรม XCOM
   - คำนวณอันตรกิริยาย่อย (partial interaction) ของรังสีที่เกิดขึ้นในแก้วโดยใช้โปรแกรม XCOM

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved