# บทคัดย่อ

222977

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์แก้วสีให้มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะนำไปใช้สร้างเป็นชิ้นงานหัตถกรรมแก้วศิลป์ โดยใช้วัตถุดิบเป็นทรายท้องถิ่น และใช้เทคนิคการหลอมที่อุณหภูมิสูง และใช้สารเติมแต่งเพื่อให้ได้คุณสมบัติของแก้วที่ดี ผลการทดลองหลอมแก้วโดยเติมสารเคมีต่างๆ ลงไปในระหว่างการหลอมได้ผลการทดลองดังนี้

การเติมโคบอลต์ (III) ออกไซด์ ($Co_2O_3$) ที่ความเข้มข้นต่างๆพบว่า ความหนาแน่นของแก้วมีแนวโน้วเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของโคบอลต์ (III) ออกไซด์ การดูดกลืนแสงในช่วงยูวี-วิสิเบิลของแก้วเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของโคบอลต์ (III) ออกไซด์ ความเร็วตามยาว และความเร็วตามขวางของแก้วตัวอย่าง มีค่าลดลงส่งผลให้ค่าความยืดหยุ่น ค่าความแข็ง (H) และสัมประสิทธิ์การลดทอน มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณการเพิ่มขึ้นของโคบอลต์ (III) ออกไซด์และอัตราส่วนปัวซองของแก้วตัวอย่างมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่เมื่อเพิ่มปริมาณโคบอลต์ (III) ออกไซด์

การเติมเหล็ก(III) ออกไซด์ ($Fe_2O_3$) ที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่า แก้วที่ได้มีสีเหลือง-เขียวเข้มขึ้นตามปริมาณของเหล็กออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น มีการดูดกลืนแสงในช่วงยูวี-วิสิเบิล โดยแก้วตัวอย่างที่มีปริมาณเหล็ก (III) ออกไซด์ที่ 3 เปอร์เซ็นต์โดยโมล มีความสามารถในการดูดกลืนแสงได้ดีที่สุด ค่าความหนาแน่นของแก้วเพิ่มขึ้นตามปริมาณของเหล็กออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น คุณสมบัติความยืดหยุ่นของแก้วลดลงตามปริมาณของเหล็ก (III) ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น

การเติมซีเรียม(II)ออกไซด์($CeO_2$) ที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ที่ความเข้มข้นของซีเรียมออกไซด์เท่ากับ 0.50 และ 1.25 เปอร์เซ็นต์โดยโมล ตัวอย่างแก้วที่เตรียมได้มีสีเหลือง ซึ่งจะดูดกลืนแสงสีน้ำเงินในช่วงความยาวคลื่น 450-480 นาโนเมตรและที่ความเข้มข้นของซีเรียมออกไซด์เท่ากับ 3.75 กับ 5.00 เปอร์เซ็นต์โดยโมล ตัวอย่างแก้วมีลักษณะเป็นสีน้ำตาลแดง ซึ่งเกิดจากการดูดกลืนแสงสีน้ำเงินเขียวในช่วงความยาวคลื่น 480-500 นาโนเมตร โดยสอดคล้องกับสเปกตราการดูดกลืนแสงของแก้วในช่วงยูวี-วิสิเบิล ที่อยู่ในช่วงความยาวคลื่น 450-500 นาโนเมตร ค่าความหนาแน่นของแก้วเพิ่มขึ้นตามปริมาณของสารซีเรียมออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น การลดลงของความเร็วคลื่นเสียงอุลตร้าโซนิก ค่าความแข็งและคุณสมบัติความยืดหยุ่นของแก้วเป็นผลมาจากการเพิ่มจำนวนของแคตไอออนภายในโครงสร้างโครงร่างตาข่ายของแก้วและการที่แอนไอออนของสารประกอบซีเรียมออกไซด์ เข้าไปแทนที่จุดเชื่อมต่อระหว่าง Si-O tetrahedral ทำให้โครงร่างตาข่ายบางส่วนถูกทำลายและอะตอมยึดเหนี่ยวกันด้วยแรงที่อ่อนลง ค่าความหนาแน่นของแก้วเพิ่มขึ้นจากการที่ซิลิกอนถูกแทนที่ด้วยอะตอมของซีเรียม ซึ่งมีมวลอะตอมมากกว่าในขณะที่การ

222977

เพิ่มขึ้นของอัตราส่วนปัวซองเป็นผลมาจากความเครียดที่เกิดการหดตัวทางด้านข้างมีปริมาณมากขึ้น

การเติมซีเรียม(II) ออกไซด์ ($CeO_2$) ที่ความเข้มข้นต่างๆพบว่า ลักษณะของแก้วที่เตรียมจากทรายแม่น้ำมูลกับแก้วตัวอย่างที่เตรียมจากซิลิกอน ที่ไม่เติมซีเรียม(II) ออกไซด์ ($CeO_2$) เนื้อแก้วใสไม่มีสี เมื่อเติมซีเรียม(II) ออกไซด์($CeO_2$) ด้วยความเข้มข้น 0.50 และ 1.25 เปอร์เซนต์โดยโมล สีของแก้วเริ่มมีสีเหลืองและมีสีน้ำตาลที่ความเข้มข้น 3.75 และ 5.00 เปอร์เซนต์โดยโมลตามลำดับ

จากการเติมนีโอดีเมียม(III)ออกไซด์ ($Nd_2O_3$) ที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่า แก้วที่ไม่เติมนีโอดีเมียม(III)ออกไซด์ เนื้อแก้วใสไม่มีสี เมื่อเติมนีโอดีเมียม(III)ออกไซด์ด้วยความเข้มข้น 0.50, 1.00, 2.00 และ 3.00 เปอร์เซ็นต์โดยโมล สีของแก้วเริ่มมีสีม่วง โดยความเข้มของสีเพิ่มขึ้นตามปริมาณของสารนีโอดีเมียม(III)ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น ค่าความหนาแน่นของแก้วตัวอย่างเพิ่มขึ้นตามปริมาณของสารเติมนีโอดีเมียม(III)ออกไซด์ที่เติม ทั้งนี้เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณโลหะหนักออกไซด์ที่เป็นองค์ประกอบของนีโอดีเมียม(III)ออกไซด์และการที่ซิลิกอน ซึ่งมีมวลอะตอม 28 ถูกแทนที่ด้วยอะตอมของนีโอดีเมียมที่มีมวลอะตอม 144 ที่มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น คุณสมบัติความยืดหยุ่นของแก้วตัวอย่างที่เตรียมจากทรายแม่น้ำมูลและ $SiO_2$ มีคุณสมบัติยืดหยุ่นลดลงตามปริมาณของนีโอดีเมียม(II)ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากมวลอะตอมของนีโอดีเมียม(II)ออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นจะดูดกลืนคลื่นเสียงไว้บางส่วนและอัตราส่วนปัวซองของแก้วตัวอย่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณนีโอดีเมียม(II)ออกไซด์ ส่วนค่าความแข็งของแก้วมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณนีโอดีเมียม(II)ออกไซด์

จากการเติมเออร์เบียม(III)ออกไซด์ ($Er_2O_3$) ที่ความเข้มข้นต่างๆพบว่า ที่ไม่เติมเออร์เบียม(III)ออกไซด์ เนื้อแก้วใสไม่มีสี เมื่อเติมซีเรียม(III)ออกไซด์ด้วยความเข้มข้น 0.50, 1.00, 2.00 และ 3.00 เปอร์เซ็นต์โดยโมล สีของแก้วเริ่มมีสีชมพูที่ความเข้มข้น 0.50 เปอร์เซ็นต์โดยโมล ค่าความหนาแน่นของแก้วตัวอย่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของสารเออร์เบียมออกไซด์ ที่เติม ทั้งนี้เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณโลหะหนักออกไซด์ที่เป็นองค์ประกอบของเออร์เมียมออกไซด์และการที่ซิลิกอนซึ่งมีมวลอะตอม 28 ถูกแทนที่ด้วยอะตอมของเออร์เบียมที่มีมวลอะตอม 167 ที่มีผลทำให้ค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น คุณสมบัติความยืดหยุ่นของแก้วตัวอย่างที่เตรียมมีคุณสมบัติยืดหยุ่นลดลงตามปริมาณของเออร์เบียม(III) ออกไซด์ ที่เพิ่มขึ้นทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มปริมาณของสารประกอบเออร์เบียม(III) ออกไซด์ ในองค์ประกอบของแก้ว ทำให้แก้วสามารถดูดกลืนคลื่นเสียงอุลตร้าโซนิกได้มากขึ้น ดังนั้นความเร็วคลื่นเสียงที่สะท้อนออกมาและสัมประสิทธิ์การลดทอน จึงลดลงตามปริมาณของสารประกอบเออร์เบียม(III)ออกไซด์ ที่เติม ในขณะที่

222977

อัตราส่วนปัวซอง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณเออร์เบียม(III)ออกไซด์ ส่วนค่าความแข็งของแก้วมีแนวโน้มลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณเออร์เบียม(III)ออกไซด์

จากการเติมไทเทเนียม(II)ออกไซด์ ($TiO_2$)และตะกั่วออกไซด์ ($PbO_2$) ที่ความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ลักษณะทางกายภาพของแก้วที่ได้ ในกรณีของการเติมสารไทเทเนียม(II)ออกไซด์ จะให้แก้วที่มีความแวววาว และมีสีเหลืองอ่อนซึ่งจะเข้มขึ้นเมื่อเติมสารดังกล่าวสูงขึ้น สำหรับในกรณีของการเติมสารตะกั่วออกไซด์ จะให้แก้วที่มีความใสแววาว ซึ่งไม่พบการเปลี่ยนแปลงสีเมื่อเติมสารตะกั่วออกไซด์ ในปริมาณที่สูงขึ้น และแก้วตัวอย่างจะดูดกลืนรังสีในช่วงรังสี UV-A ซึ่งเมื่อเปอร์เซ็นต์ของการเติมสารไทเทเนียม(II)ออกไซด์ สูงขึ้น จะทำให้มีการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นด้วย ในลักษณะเดียวกันกับการทดลองเติมสาร ตะกั่วออกไซด์ ลงในแก้วตัวอย่าง พบว่าแก้วตัวอย่างจะดูดกลืนรังสีในช่วงรังสี UV-A และเมื่อเปอร์เซ็นต์ของการเติมสารตะกั่วออกไซด์สูงขึ้น จะมีการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน ค่าดัชนีหักเหของแก้วตัวอย่างที่เติมสารไทเทเนียม(II)ออกไซด์ในช่วง 0-6 เปอร์เซ็นต์โดยโมล จะวัดได้ 1.5298-1.5652 และค่าดัชนีหักเหของแก้วตัวอย่างจะเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์ของการเติมสารไทเทเนียม(II)ออกไซด์เพิ่มขึ้น สำหรับการวัดค่าดัชนีหักเหของแก้วตัวอย่างที่เติมสารตะกั่วออกไซด์ในช่วง 0-2 เปอร์เซ็นต์โดยโมล จะวัดได้ 1.5298-1.5534 ซึ่งค่าดัชนีหักเหจะเพิ่มเมื่อเปอร์เซ็นต์ของการเติมสารตะกั่วออกไซด์เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ค่าความหนาแน่นของแก้วตัวอย่างที่เติมสารไทเทเนียม(II)ออกไซด์ มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณสารไทเทเนียม(II)ออกไซด์เช่นเดียวกับแก้วตัวอย่างที่เติมสารตะกั่วออกไซด์ จะได้ค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณสารตะกั่วออกไซด์ คุณสมบัติความยืดหยุ่นของแก้วตัวอย่างที่เตรียมโดยเติมสารไทเทเนียม(II)ออกไซด์ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปอร์เซ็นต์โดยโมลของการเติมสารเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์การลดทอนมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย และมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณสารไทเทเนียม(II)ออกมากขึ้น คุณสมบัติความยืดหยุ่นของแก้วตัวอย่างที่เตรียมโดยเติมสารตะกั่วออกไซด์ มีแนวโน้มลดลง เมื่อเปอร์เซ็นต์ของการเติมสารตะกั่วออกไซด์เพิ่มขึ้น และค่าสัมประสิทธิ์การลดทอน จะมีค่าลดลงและค่าความแข็งของแก้วก็มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณสารตะกั่วออกไซด์ มากขึ้น

จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของสารแบเรียมออกไซด์ (BaO) และบิสมัทออกไซด์($Bi_2O_3$) ที่มีต่อสีแก้วบิสมัท – เลดโบโรซิลิเกตและแก้วแบเรียม – เลดโบโรซิลิเกต พบว่า ลักษณะทางกายภาพพบว่าแก้วแบเรียม–เลดโบโรซิลิเกต ลักษณะของเนื้อแก้วใสและมีสีเหลือง ซึ่งไม่แตกต่างกันมากนักสำหรับแต่ละเปอร์เซ็นต์โดยโมลของแบเรียมออกไซด์ ส่วน แก้วบิสมัท– เลดโบโรซิลิเกต ลักษณะของเนื้อแก้วใสและมีสีเหลืองส้มเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซ็นต์โดยโมลของบิสมัทออกไซด์ค่าความหนาแน่นของแก้วแบเรียม– เลดโบโรซิลิเกต

มีค่าเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซ็นต์โดยโมลของแบเรียมออกไซด์ตั้งแต่ 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยโมล ส่วนความหนาแน่นของแก้วบิสมัท– เลดโบโรซิลิเกต มีค่าเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซ็นต์โดยโมลของบิสมัทออกไซด์ ตั้งแต่ 2, 4, 6, 8 และ 10 เปอร์เซ็นต์โดยโมล ความเร็วคลื่นเสียงอุลตร้าโซนิกค่าความแข็งและโมดูลัสความยืดหยุ่นของแก้วแบเรียม–เลดโบโรซิลิเกต และแก้วบิสมัท– เลดโบโรซิลิเกตค่าเพิ่มขึ้นตามเปอร์เซ็นต์โดยโมล ของสารประกอบแบเรียมออกไซด์และบิสมัทออกไซด์ตามลำดับ

จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของสารวาเนเนียมออกไซด์($V_2O_5$) และไทเทเนียมออกไซด์($TiO_2$) ที่มีต่อสมบัติของแก้วโพแทสเซียมโบโรซิลิเกตและโซเดียมโบโรซิลิเกต พบว่า ลักษณะทางกายภาพของแก้วโพแทสเซียมโบโรซิลิเกตและโซเดียมโบโรซิลิเกต ที่เติมไทเทเนียมออกไซด์ และวาเนเนียมออกไซด์ ในปริมาณที่ต่างกันพบว่าแก้วมีสีเหลือง-เขียวเข้มขึ้นตามปริมาณของวาเนเนียมออกไซด์ตามเปอร์เซ็นต์โดยโมลที่เติม และแก้วมีความโปร่งใสตามปริมาณของไทเทเนียมออกไซด์ ตามเปอร์เซ็นต์โดยโมลที่เติม การดูดกลืนแสงในช่วงยูวี-วิสิเบิลที่วัดได้อยู่ใน 2 ช่วงความยาวคลื่น 190 - 326 นาโนเมตร และ 327 - 400 นาโนเมตร การดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 327 นาโนเมตร เปอร์เซ็นการดูดกลืนแสง UV จะเพิ่มขึ้น ตามปริมาณสารประกอบที่เติมในช่วงความยาวคลื่น 400 - 1100 นาโนเมตร แก้วชุดที่ $A_1$ ที่ 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยโมลจะดูดกลืนสูงสุด สำหรับแก้วชุดที่ $B_1$ ดูดกลืนใกล้เคียงกัน ส่วนแก้วชุดที่ $A_2$ และแก้วชุดที่ $B_2$ การดูดกลืนแสงที่วัดได้อยู่ในช่วงความยาวคลื่น 190 - 350 นาโนเมตร การดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 310 นาโนเมตร ส่วนในช่วงความยาวคลื่น 400 - 1100 นาโนเมตร แก้วชุดที่ $A_2$ ที่ 0.1 เปอร์เซ็นต์โดยโมล ดูดกลืนสูงสุดและแก้วชุดที่ $B_2$ ที่ 0.7 เปอร์เซ็นต์โดยโมลดูดกลืนสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบแก้วทั้ง 2 กลุ่ม ($A_1$, $A_2$, $B_1$, $B_2$) ในช่วงความยาวคลื่น 400 - 1100 นาโนเมตร แก้วในกลุ่ม $A_1$, $A_2$ ดูดกลืนสูงกว่า แก้วในกลุ่ม $B_1$, $B_2$ ค่าความหนาแน่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณสารประกอบวาเนเนียมออกไซด์และไทเทเนียมออกไซด์ตามเปอร์เซ็นต์โดยโมลที่เติม เนื่องจากปริมาณสารประกอบที่เติมมีความหนาแน่นของอะตอมกระจายอยู่ในเนื้อแก้วมากขึ้น จึงทำให้ค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ความเร็วคลื่นเสียงตามยาว ความเร็วคลื่นเสียงตามขวาง และสัมประสิทธิ์การลดทอน มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณสารประกอบวาเนเนียมออกไซด์และไทเทเนียมออกไซด์ตามเปอร์เซ็นต์โดยโมลที่เติม ความเร็วคลื่นเสียงอุลตร้าโซนิก สมบัติความยืดหยุ่น และค่าความแข็งของแก้วโพแทสเซียมโบโรซิลิเกต และแก้วโซเดียมโบโรซิลิเกต มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณสารประกอบวาเนเนียมออกไซด์และไทเทเนียมออกไซด์เปอร์เซ็นต์โดยโมลที่เติม เนื่องจากปริมาณสารประกอบที่เติมมีความหนาแน่นของอะตอมกระจายอยู่ในเนื้อแก้วมากขึ้น ความเข้มข้นขององค์ประกอบในโครงสร้างของแก้วโดยการแตกแยกของเตตระฮีดรอล (Tetrahedral) ของ $SiO_2$ อะตอมของออกซิเจนใน

โครงสร้างของแก้ว การประกอบของสายโซ่เตตระฮีดรอล (2, 3 Tetrahedral) และ ความกว้างของรัศมีไอออนบวก (Cationic radius) ที่บรรจุ เช่น $V^{5+}$ ,$Ti^{2+}$

อัตราส่วนปัวซอง (Poission'ratio; $\mu$ ) ของแก้วโพแทสเซียมโบโรซิลิเกตเป็น 0.172 และแก้วโซเดียมโบโรซิลิเกตเป็น 0.205 ค่าอัตราส่วนปัวซอง (Poission'ratio ; $\mu$ )

จากการศึกษาผลของความเข้มข้นของแอนติโมนีไตรออกไซด์ ($Sb_2O_3$) และตะกั่วออกไซด์ ($PbO_2$) ที่มีผลต่อสมบัติของแก้วแมงกานีส-โซดา-ไลม์-เลด-อะลูมิโน-ซิลิเกต พบว่าปริมาณแอนติโมนีไตรออกไซด์ต่อสมบัติแก้วแมงกานีส-โซดา-ไลด์-เลด-อะลูมิโน-ซิลิเกต โดยใช้เทคนิคการดูดกลืนแสงยูวี-วิสิเบิลและลูมิเนสเซนซ์สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ พบว่า ในกรณีที่มีแอนติโมนีไดตออกไซด์ได้เนื้อแก้วใสไม่มีสีของแมงกานีส (II) เกิดพีคในช่วงวิสิเบิลที่มีความเข้มต่ำที่ความยาวคลื่น ประมาณ 420 นาโนเมตร เกิดจากการทราซิชันของอิเล็กตรอนจาก 6A1g(S) $\rightarrow$4T2g(G) ส่วนในกรณีที่ไม่มีแอนติโมนีไตรออกไซด์ได้เนื้อแก้วสีชมพูถึงสีม่วงของแมงกานีส (III) เกิดพีคในช่วงแสงวิสิเบิลที่ความยาวคลื่น 492 นาโนเมตร ที่กว้างและมีความเข้มสูง เกิดจากการทรานซิชันของอิเล็กตรอนจาก $^5E_g \rightarrow {}^5T_{2g}$ ส่วนในช่วงแสงยูวีของทั้งแมงกานีส (II)และแมงกานีส (III) เกิดจากการทรานซิชันของอิเล็กตรอนแบบ Charge transfer จาก $O^{2-} \rightarrow Mn^{3+}$ และ $O^{2-} \rightarrow Mn^{2+}$

จากการทดลองหลอมแก้วโคบอลต์ -โซดา-ไลม์-อะลูมิโน-ซิลิเกต ที่มีส่วนผสมของโลหะออกไซด์ที่แตกกัน 4 ชนิด คือ BaO, $Bi_2O_3$ , $TiO_2$ และ $PbO_2$ พบว่าแก้วที่ได้มีลักษณะใส สีน้ำเงินเข้ม เมื่อนำมาศึกษาสมบัติทางแสงเพื่อทดสอบความสามารถในการ block แสงช่วง UV-A (315 -400 นาโนเมตร) ซึ่งจะนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตแก้วกรองแสง พบว่า แก้วที่เติมด้วย $Bi_2O_3$ มีความสามารถในการ block แสง UV-A ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ BaO , $PbO_2$ และ$TiO_2$ ตามลำดับ

จากการศึกษา การขึ้นรูปและนำเนื้อแก้วไปใช้สำหรับงานศิลป์พบว่าเนื้อแก้วที่ได้มีคุณสมบัติโดยรวมที่ดี คือมีความสวยงามคงทนไม่แตกร้าวง่ายและมีราคาต่ำกว่าต่างประเทศประมาณสามถึงสี่เท่า จึงมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อทดแทนการนำเข้าได้

# Abstract

222977

The objective of this research was to synthesize the colors in glass so they are suitable for producing extensive artwork and handicrafts. Also processing the local sand under high melting point temperatures with chemical additives, in order to produce the highest quality of glass. The result of glass, processed with various chemicals added, can be shown as follows:

By adding cobalt (III) oxide ($Co_2O_3$) at different concentrations, it was found that the density of glass tended to increase according to the concentration of cobalt (III) oxide. UV visible light absorption of the glass tended to increase according to the increased addition of cobalt (III) oxide. The sound wave speed, lengthwise and crosswise of the glass sample was found to be decreased, which affected elasticity and hardness (H) and the attenuation coefficient tended to decrease according to the increase of cobalt (III) oxide. Poisson's Ratio of glass sample tended to remain stable, when adding quantities of cobalt (III) oxide.

By adding iron (III) oxide ($Fe_2O_3$) at different concentrations, it was found that glass' yellows and greens were deeper in color, according to the increase of iron (III) oxide. The UV visible light absorption of glass was tested and it was found that the glass sample with 3 % by mole iron (III) oxide had the best UV visible light absorption. The density of glass increased according to the quantity of iron (III) oxide added. The elasticity attribute decreased according to the quantity of iron (III) oxide added.

By adding cerium (II) oxide ($CeO_2$) at different concentrations, it was found that with the concentrations of cerium (II) oxide at 0.50% and 1.25% by mole, the glass samples were yellow, which absorbed blue at wavelength 450-480 nanometer, and with the concentrations of cerium (III) oxide at 3.75% and 5.00% by mole, the glass samples were red-brown which was due to the absorption of green blue light at wavelength 480-500 nanometer which was consistent with the spectra of UV visible light glass absorption at wave lengths of 450-500 nanometer. The density of glass increased according to the quantity of cerium (II) oxide. The sound wave speed, hardness and elasticity were decreased due to the quantity of cation inside the glass structure being increased and an ion of cerium oxide replaced the connector between Si-O tetrahedral, thus leading to destruction of some parts of the network and atoms that adhered to each other, were powerless. The density of glass increased because Si was replaced with atoms of Cerium that had

more atomic mass. In the process, Poisson's Ratio was increased because of the strain occurring from shrinkage inside such a large amount.

By adding cerium (II) oxide ($CeO_2$) at different concentrations, it was found that the appearance of glass, which was made from Moon River sand, and the glass which made from silicon, without adding cerium (II) oxide ($CeO_2$), tended to be transparent but when cerium (II) oxide was added with a concentration 0.05% and 1.25% by mole, the glass became yellowish and brownish, at concentrations of 3.75% and 5.00% by mole, respectively.

It can be seen from the study that when the concentrations of cerium (II) oxide were 0.50% and 1.25% by mole, the glass sample was yellow, which occurred due to absorption of the blue ray, at wavelengths of 450-480 nanometers. When the concentrations of cerium (II) oxide were 3.75% and 5.00% by mole, the glass samples were red-brown due to the absorption of blue-green rays at wavelengths of 480-500 nanometers. Such data was associated with the spectra of UV visible light, glass absorption at wavelengths of 450-500 nanometers. The density of glass increased when Si was replaced by atoms of Cerium that had more mass. Meanwhile, the Poison's Ratio tended to be increased, due the strain occurring from inside shrinkage of the large amount. The sound wave speed, hardness and elasticity were decreased due to the quantity of cations inside the glass structure being increased and an ion of cerium (II) oxide replacing the connector between Si-O tetrahedral, thus destroying some parts of the network and the atoms adhered to each other, were powerless.

With the addition of neodymium (III) oxide ($Nd_2O_3$) at different concentrations, it was found that without the neodymium (III) oxide, the glass content was not colored but when neodymium (III) oxide, with concentrations of 0.50%, 1.00%, 2.00% and 3.00%, by mole, were added, the glass color began to change to purple and the concentration of color increased according to the quantity of neodymium (III) oxide added. The density of glass sample increased according to the quantity of neodymium (III) oxide added because the quantity of heavy metal oxide was increased as a component of neodymium (III) oxide and. Si with an atomic mass of 28 was replaced with Nd which had an atomic mass of 144. This led to an increased density. When considering the elasticity attribute of the glass sample, which was made from the Moon River sand and $SiO_2$, the elasticity attribute was decreased according to the increase of neodymium (III) oxide quantity because atomic mass of neodymium (III) oxide which had increased, absorbed

some of the sound waves and Poisson's Ratio of glass sample tended to increase when the quantity of neodymium (III) oxide was increased. When considering the hardness of the glass, it tended to decrease when the quantity of neodymium (III) oxide was increased.

By adding erbium (III) oxide ( $Er_2O_3$ ), at different concentrations, it was found that the glass content without added erbium (III) oxide, was colorless and with added erbium (III) oxide at concentrations of 0.50%, 1.00%, 2.00% and 3.00% by mole, the glass color began to change to pink and the concentration of color tended to be increased according to the increase of erbium (III) oxide quantity because the quantity of heavy metal oxide which as a component of erbium (III) oxide was increased. Si with an atomic mass 28 was replaced with erbium (III) oxide which has an atomic mass 167, this led to an increase in the density of the glass. When considering the elasticity attribute of glass sample, the elasticity attribute was decreased according to the increase of erbium (III) oxide because the quantity of erbium (III) oxide was increased in the glass component and so it could absorb sound wave increasingly. Thus the speed of sound wave reflection and attenuation coefficient would decrease according to the quantity of erbium (III) oxide. Meanwhile, Poisson's Ratio of glass sample tended to be increased when the quantity of erbium (III) oxide was increased. When considering the hardness of the glass, it tended to be decreased when the quantity of erbium (III) oxide was increased.

By adding titanium (II) oxide ( $TiO_2$ ) and lead oxide ( $PbO_2$ ) at different concentrations, it was found that the physical attributes of glass in the case of adding titanium (II) oxide affected the occurrence of sparkling of the glass and the glass changed to be yellowish. This color deepened when the quantity of titanium (II) oxide was increased. However, in the case of adding lead oxide, it produced the sparkling on the glass but it did not affect the color change when adding more lead oxide. The glass sample absorbed rays in the range of UV-A and when the quantity of titanium (II) oxide was increased, the capability of absorption was increased. In the same way, when lead oxide was added to the glass sample, it was found that the glass could absorb rays in the range of UV-A and when the quantity of lead oxide was increased, the capability of absorption was also increased. The Relative Refractive Index of the glass sample with the addition of titanium (II) oxide between 0-6%, by mole, gained by 1.5298-1.5652 and the Relative Refractive Index of the glass sample increased with the addition of a quantity of titanium (II) oxide. The Refractive Index of the glass when adding lead oxide by 0-2% by mole, gained at

1.5298-1.5534. The Refractive Index also increased according to the quantity of lead oxide added.

The density of the glass sample with the addition of titanium (II) oxide increased the same as lead oxide, when the quantity was increased. The elasticity attribute of the glass sample, prepared by adding titanium (II) oxide, tended to increase when the percentage of titanium (II) was increased, furthermore, the attenuation coefficient also increased and it was also found that the hardness was increased when the quantity of titanium (II) oxide was increased. The elasticity attribute of the glass sample prepared by adding lead (II) oxide tended to decrease and the hardness of the glass decreased when the quantity of lead (II) oxide was increased.

From the study results that BaO and $Bi_2O_3$ affects the color of bismuth-lead borosilicate and barium. Concerning the physical attributes, it was found that barium-lead Borosilicate glass was transparent and yellowish which was not much different in each percentage, by mole, of BaO and when considering bismuth- lead borosilicate ($Bi_2O_3$), the density of barium glass – lead borosilicate increased according to percentage, by mole, of BaO from 2%, 4%, 6%, 8% and 10%, by mole. The speed of ultrasonic sound waves, hardness and elasticity modulus of barium-lead borosilicate glass and bismuth – lead borosilicate increased according to percentage by mole of BaO and $Bi_2O_3$ , respectively.

From the study of the concentration of $V_2O_5$ and $TiO_2$ - effects of potassium borosilicate and sodium borosilicate on the glass attributes. Concerning the physical attributes of potassium borosilicate and sodium borosilicate by adding titanium (III) oxide and vanadium oxide in different amounts, it was found that the glass color was a deeper yellow-green, according to the quantity of $V_2O_5$ and the glass was transparent according to the quantity of $TiO_2$ added. The capability of UV-visible absorption could be measured in 2 wavelength ranges of 190-326 nm. and 327-400 nm., the highest UV visible light absorption was at 327 nm. The percentage of UV visible light absorption increased according to the quantity of the compound in wavelengths at 400-1100 nm. Glass $A_1$ at 0.5 mole% had the highest absorption. Glass $B_1$ was similar to $A_1$. As for Glass $A_2$ and $B_2$, the absorption could be measured at wavelengths of 190-350 nm and the highest UV visible light absorption was at 310 nm. Glass $A_2$ at 0.1% mole. Glass $B_2$ at 0.7 mole% could absorb the highest UV visible light at wavelengths of 400-1100 nm. When comparing the 2 groups ($A_1$, $A_2$, $B_1$, $B_2$) at wavelengths of 400-1100 nm, it was found that

Glass $A_1, A_2$ could absorb at a higher rate than Glass $B_1, B_2$. The density tended to increase according to the quantity of $V_2O_5$ and $TiO_2$ added, and the percentage by mole, because the compound is dispersed in the glass content increasingly, thus increasing the density. The speed of the lengthwise sound waves, the speed of the crosswise sound waves and attenuation coefficient tended to decrease according to the quantity of $V_2O_5$ and $TiO_2$ and the percentage by mole. The speed of the ultrasonic sound waves, elasticity, and the hardness of the potassium borosilicate glass and sodium borosilicate glass tended to decrease according to the quantity of $V_2O_5$ and $TiO_2$ added and the percentage by mole, because the dense compound was dispersed in the glass content increasingly, thus increasing the density. The concentration of components in the glass structure by separation of tetrahedral of $SiO_2$, atoms of Oxygen in glass structure, assembly of tetrahedral chain and cationic radius such as $V^{5+}$, $Ti^{2+}$

Poisson's Ratio ( $\mu$ ) of potassium borosilicate glass was 0.172 and sodium borosilicate glass was 0.205.

From the study of the concentration of antimony oxide ( $Sb_2O_3$ ) and lead oxide ( $PbO_2$ ) effecting to manganese, soda, lime, lead, silicate attributes. Concerning the quantity of Antimony oxide effecting to manganese, soda, lime, lead, silicate attributes via UV visible light absorption and Luminescence Spectrophotometer, it was found that, antimony oxide produced glass content that was colorless in manganese and it peaked during low UV visible light at wavelengths averaging 420 nanometers, it came from the transition of electrons from $6A1g(s) \rightarrow 4T2g(G)$. Without antimony oxide, it produced glass content with pink and purple in manganese (III) and it peaked in UV visible light phase at wavelengths of 492 nanometers. The width and high concentration came from the transition of electrons from $^5E_g \rightarrow {}^5T_{2g}$. During UV visible light of manganese (II) and manganese (III), it came from electron transitions in the way of charge transfer from $O^{2-} \rightarrow Mn^{3+}$ และ $O^{2-} \rightarrow Mn^{2+}$

From the study of concentration of BaO, $Bi_2O_3$, $TiO_2$ and $PbO_2$ effecting to cobalt, soda, lime, alumina, silicate

From the test melting of glass, of various kinds, including cobalt, soda, lime, alumina, silicate composed of metal oxides in different forms as in the following : BaO, $Bi_2O_3$, $TiO_2$ and $PbO_2$, it was found that the glass was clear and transparent, dark blue, and when considering the

attribute of illumination, in order to test the capability of blocking a particular range of UV-A light (315-400 nanometer) which was very useful for light-filter glass production, it was found that glass, when doped by $Bi_2O_3$, could block UV-A light the best, followed by BaO, $PbO_2$ and $TiO_2$, respectively.

From the study, when considering glass forms and using glass content in various artworks, it was found that, overall, glass products were quite good, or in other words, they were durable and the price was lower in this country by 3-4 times, against foreign imports. Thus local glass products are more suitable for use as raw material than imported glass products.