ISSN 2822-0773 (Online)

วารสารการศึกษาและนวัตกรรมพัฒนาการเรียนรู้

Journal of Education & Learning Development Innovation

สมาคมดาราศาสตร์และวิทยาศาสตร์อวกาศเพื่อการศึกษา
(Astronomy and Space Science Society for Education; ATSSE)

ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 (2566)
Vol.2, No.1 (2023)

บรรณาธิการแถลง

วารสารการศึกษาและนวัตกรรมพัฒนาการเรียนรู้ (Journal of Education & Learning Development Innovation) สมาคมดาราศาสตร์และวิทยาศาสตร์อวกาศเพื่อการศึกษา (Astronomy and Space Science Society for Education; ATSSE) มีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่บทความทางด้านการศึกษาและนวัตกรรมทางการศึกษา จากผลงานวิจัย ผลงานทางวิชาการ บทความทางวิชาการ ผลงานวิชาการรับใช้สังคม และความรู้ทางวิชาการ เพื่อเป็นสื่อกลางในการแลกเปลี่ยนความรู้และแนวความคิดทางวิชาการ มีการพิจารณาบทความแบบ double blinded โดยผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกจากหลากหลายสถาบัน อย่างน้อย 3 ท่าน และมีกำหนดออกเผยแพร่ ปีละ 1 ฉบับ (ตุลาคม – ธันวาคม) ซึ่งในปี 2565 เผยแพร่เป็นฉบับปฐมฤกษ์ และฉบับนี้เป็นปีที่ 2 ซึ่งเป็นบทความวิจัยทั้งหมด 3 เรื่อง

ทั้งนี้ทางวารสารใคร่ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิคณะกรรมการประเมินอิสระ (Peer Reviewers) เป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้เกียรติและเสียสละเวลาในการพิจารณา กลั่นกรอง แก้ไข และให้ข้อเสนอแนะแก่บทความวิจัย บทความวิชาการ เพื่อความสมบูรณ์ และประโยชน์สูงสุดในทางวิชาการ และขอขอบคุณผู้วิจัยที่ร่วมสร้างสรรค์ผลงาน เพื่อร่วมกันพัฒนาทั้งในมิติของการศึกษา งานวิจัย และสังคม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิระภรณ์ ไหมทอง
บรรณาธิการ

กองบรรณาธิการ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิระภรณ์ ไหมทอง บรรณาธิการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ นามมหาจักร กรรมการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา ทองบุญนาค กรรมการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชีวะ ทัศนา กรรมการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชนี มัธยม กรรมการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อริยะ นามวงศ์ กรรมการ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภัทร สายรัตนอินทร์ กรรมการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุวัติ พิมพะบุตร กรรมการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุณยกฤต รัตนพันธุ์ กรรมการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนวัฒน์ รังสูงเนิน กรรมการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
11. ดร.ปริยาณี หอมสุวรรณ กรรมการ
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
12. ดร.ศักดิ์ชัย กรรมารางกูร กรรมการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
13. ดร.ชุติมา วิชัยดิษฐ กรรมการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
14. ดร.กมล สนิทธรรม กรรมการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
15. อาจารย์วริษา ปานเจริญ กรรมการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
16. อาจารย์ณัฏฐพงษ์ สายพิณ กรรมการ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรารถนา มินเสน กรรมการและเลขานุการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
18. ดร.นิรุธ ล้ำเลิศ กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

คณะกรรมการประเมินอิสระ (Peer Reviewers) ตรวจสอบทางวิชาการ

รองศาสตราจารย์ ดร.พัดตาวัน นาใจแก้ว
มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิระภรณ์ ไหมทอง
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษฎา บุญชม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย เครืออินทร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ คำเจริญ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัฒนพงษ์ จำรัสประเสริฐ
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนวัฒน์ รังสูงเนิน
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดิ์ชาย เพชรช่วย
มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภัทร สายรัตนอินทร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศราวุฒิ ชูโลก
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ดร.ชุติมา วิชัยดิษฐ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี
ดร.นิรุธ ล้ำเลิศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

กองบรรณาธิการ ก

สารบัญ ง

บทความวิจัย

การพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาและสมรรถนะความสามารถในการสื่อสารของผู้เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น 1

สุพรรณษา อินทพงค์

ผลของความยาวคลื่นและความเข้มข้นต่อค่าดัชนีหักเหในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 12

ชีวะ ทัศนา นวพร ค้าพริกไทย และ อรนิดา วรรณรัตน์

การศึกษาการดูดกลืนแสงของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ด้วยกล่องสมองกลฝังตัว 20

ชีวะ ทัศนา และ ธนพัฒน์ ถิระวุฒิ

Received: October 17, 2023 Revised: December 13, 2023
Accepted: December 25, 2023 Published: December 31, 2023

การพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาและสมรรถนะความสามารถในการสื่อสารของผู้เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

Developing problem-solving and communication abilities of learners by organizing integrated learning according to the STEM education approach for middle school students.

สุพรรณษา อินทพงค์[1*]
Supunsa Intapong[1*]

[1] โรงเรียนแม่สะเรียง “บริพัตรศึกษา” สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาแม่ฮ่องสอน จ.แม่ฮ่องสอน
[1] Maesarieng Boripat Suksa School, The Secondary Educational Service Area Office Maehongson
[*] Shinniyong@gmail.com

บทคัดย่อ

การพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา และสมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ประกอบด้วยกิจกรรมโคม ออกหว่า กระทงหลงทาง และต้องลาย โดยแผนการจัดการเรียนรู้ละ 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 12 คาบเรียนและใช้เวลาในการดำเนินการ 4 สัปดาห์ ซึ่งมีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ Normalized gain <g> มาวิเคราะห์ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับ High gain มีทั้งหมด12 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ในระดับ Medium gain มีทั้งหมด18 คน คิดเป็นร้อยละ 60 และ ยังพบว่านักเรียนมีสมรรถนะ ความสามารถในการสื่อสารเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอยู่ใน ระดับ High gain มีทั้งหมด 21 คน คิดเป็นร้อยละ 70 ในระดับ Medium gain มีทั้งหมด 9 คน คิดเป็นร้อยละ 30

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา, สมรรถนะ, การจัดการเรียรู้แบบบูรณาการ, การแก้ปัญหา, การสื่อสาร

Abstract

The purpose of this study was to develop student competencies by organizing integrated learning according to STEM education guidelines for middle school students. This time, the objective was to compare competencies and problem-solving abilities. and communication ability

of 30 Mathayom 2 students by specifically selecting the tools used in the research, namely the following: 3 lesson plans, consisting of lantern activities, Aukwah, Long Krathong, and Tong Lai activities. The lesson plan has 4 class periods. Each class period is 50 minutes, for a total of 12 class periods and takes 4 weeks to complete, which includes data analysis. Data analysis was conducted by using normalized gain <g> to analyze the research results. It was found that students' average problem-solving abilities increased when comparing the difference in pre-study and post-study assessment scores. Students with increased average academic results at the High Gain level totaled 12 people, accounting for 40 percent. At the Medium Gain level, there were a total of 18 people, accounting for 60 percent, and it was also found that the students had increased competency and communication skills when comparing the difference in pre-study and post-study assessment scores. The students with increased average academic results at the High Gain level totaled 21 people, accounting for 70 percent. At the Medium Gain level, there are 9 people, accounting for 30 percent.

Keywords: STEM education, competencies of learners, Integration, problem solving, communication

บทนำ

ปัจจุบันการศึกษาของไทยให้ความสำคัญกับการพัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้ของชาติให้เสริมสร้างสมรรถนะของผู้เรียน ผ่านการจัดการเรียนรู้ในทุกสาขาวิชาและกิจกรรม ที่มีหลักคิดคือ การสร้างเยาวชนไทยให้มีความเก่งในแบบของตนเอง มีสุขภาวะทั้งทางร่างกายและสติปัญญาที่ดี เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้กับการทำงานเป็น และมีความยืดหยุ่นพร้อมปรับตัวกับสถานการณ์อยู่เสมอ สำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จากการศึกษาแผนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เปรียบเทียบกับการเรียนรู้ใน ศตวรรษที่ 20 นั้นมีความแตกต่างกัน เพราะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นให้คนลดการเรียนรู้ทางด้านวิชาการลงแต่ไปเพิ่มการพัฒนาทักษะต่างๆ ให้มากขึ้น ทั้งทักษะในด้านการใช้ชีวิต ทักษะการคิด และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ซึ่งสอดคล้องและสัมพันธ์กับสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน 2551 คือด้านความสามารถในการสื่อสาร ด้านความสามารถในการคิด ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ด้านความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ด้านความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ดังนั้นในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ต้องการให้คนไทยยุคใหม่มีสมรรถนะสำคัญหรือทักษะจำเป็นในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยจึงได้ทำการประเมินสรรถนะผู้เรียนก่อนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าเมื่อทำการวัดและประเมินผลทางสรรถนะผู้เรียน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยยังไม่ผ่านร้อยละ 60 ของคะแนนที่โรงเรียนได้กำหนดในการวัดและประเมินผลตามหลักสูตรสถานศึกษา ซึ่งจำอย่างยิ่งที่ต้องได้รับการพัฒนา และเมื่อผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยให้นักเรียนฝึกการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ใกล้ตัว นักเรียนส่วนใหญ่มากกว่า ร้อยละ 60 ไม่สามารถแก้ปัญหาเป็นขั้นเป็นตอนได้ และเมื่อให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดที่เกิดจากการเรียนในเนื้อหาที่เรียนโดยนำเสนอในรูปแบบการใช้แผนผังความคิดผลปรากฏว่า นักเรียนไม่สามารถนำชิ้นงานสื่อสารให้ผู้อื่นน่าสนใจได้

ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการออกแบบ (Design) วางแผน (Plan) และการแก้ปัญหา (Problem solving) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ต้องใช้องค์ความรู้จากหลายสาขาวิชา เพื่อนำมาพัฒนาและสร้างสรรค์ชิ้นงานภายใต้ข้อจำกัด

หรือเงื่อนไขที่กำหนดเพื่อนำมาแก้ปัญหาที่เกิดในชีวิตจริง โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะช่วยให้ผู้เรียนฝึกทักษะในการวางแผนการทำงาน การแก้ปัญหา และวิธีการทำงานเป็นระบบ (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556: น.35-36) เนื่องจากในชีวิตจริงมักจะเกิดปัญหาที่หลากหลายในการดำเนินชีวิต เพราะฉะนั้นเมื่อผู้เรียนเจอกับปัญหา ผู้เรียนจึงสามารถใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยค้นหาแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จรูญพงษ์ ชลสินธุ์ (2559) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการประยุกต์ใช้ความรู้สะเต็มศึกษาเพื่อร่วมกันแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และงานวิจัยของ ภัสสร ติดมา (2558) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถนำไปพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้

ด้วยเหตุนี้เองผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยได้บูรณาการกิจกรรมการเรียนการสอนให้เชื่อมโยงสู่ชีวิตประจำวันตามพื้นที่บริบทของโรงเรียน โดยเน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร และสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา โดยมีการวางแผนการจัดกิจกรรมประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นที่ 2 กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนโดยในขั้นนี้ได้ใช้กระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน (NRC, 2012) ได้แก่ 1. ระบุปัญหา (Problem identification) 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information Search) 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) 4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) 5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluationand design improvement) และ 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) และขั้นที่ 3 กิจกรรมรวบยอด จากขั้นตอนดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า นักเรียนจะได้มีโอกาสในการวิเคราะห์และระบุปัญหาสถานการณ์ที่ท้าทายและเกิดขึ้นจริงในสังคมที่ตัวเองอาศัยอยู่ จากนั้นจึงได้มีการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลและออกแบบนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหามีการวางแผนการดำเนินการอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยนักเรียนมีโอกาสทดสอบและปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานเพื่อให้รู้ข้อบกพร่อง และพยายามคิดค้นหาวิธีการใหม่ ๆ จนบรรลุเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้สำเร็จ ในขั้นตอนสุดท้ายนักเรียนมีโอกาสพัฒนาสมรรถนะความสามารถการแก้ปัญหาและสมรรถนะความสามารถการสื่อสาร ควบคู่กับการพัฒนาองค์ความรู้ตามตัวชี้วัดของหลักสูตรได้ดียิ่งขึ้น และเป็นแนวทางในการออกแบบหลักสูตรฐานสมรรถนะได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา และสมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบการบูรณาการสะเต็มศึกษาก่อนและหลังเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (pre-experiment research) โดยมีประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการศึกษาค้นคว้า ดังนี้

1. ขอบเขตการวิจัย

1.1 ตัวแปรที่ศึกษา ประกอบด้วย

1.1.1 ตัวแปรจัดกระทำ คือ วิธีการจัดการเรียนการสอนตามแบบการบูรณาการสะเต็มศึกษาเน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1.1.2 ตัวแปรตาม คือ ผลการประเมินสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา และสมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร

1.2 ประชากรในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนแม่สะเรียง “บริพัตรศึกษา” สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษาแม่ฮ่องสอน

1.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 1 ห้อง รวมทั้งสิ้น 30 คน โดยมีวิธีการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจำนวนทั้งสิ้น 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ละ 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 12 คาบเรียนและใช้เวลาในการดำเนินการ 4 สัปดาห์โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยกิจกรรมโคมออกหว่า กระทงหลงทาง และต้องลาย โดยมี 3 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นที่ 2 กิจกรรมพัฒนาผู้เรียนโดยในขั้นนี้ได้ใช้กระบวนการการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ระบุปัญหา (Problem identification) 2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related information Search) 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution design) 4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and development) 5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluationand design improvement) และ 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) และ ขั้นที่ 3 กิจกรรมรวบยอดซึ่งขั้นตอนสุดท้ายนักเรียนมีการพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวจะมีการออกแบบกิจกรรมโดยบูรณาการกับเนื้อหาเทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ตารางที่ 1 เนื้อหา STEM ที่ใช้ในการจัดกิจกรรรมการเรียนรู้

ที่	กิจกรรม	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรม	คณิตศาสตร์
1	โคมออกหว่า	- ความหนาแน่นอากาศ - อุณหภูมิ	1. การเลือกใช้เครื่องมือในการสร้างชิ้นงาน 2. เทคโนโลยีที่ใช้ในการสืบค้นข้อมูล	1. แนวคิดการแก้ปัญหาด้วยการออกแบบเชิงวิศวกรรม 2. การเขียนแบบร่าง	-การหาปริมาตรรูปทรงเรขาคณิต -ค่าความหนาแน่น -การคำนวณค่าใช้จ่าย
2	กระทงหลงทาง	- ความหนาแน่น - แรงลอยตัว - จุดศูนย์ถ่วง			
3	ต้องลาย	- เครื่องกลอย่างง่าย -การนำหลักการของเครื่องกลอย่างง่ายมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน			การหาปริมาตรรูปทรงเรขาคณิต 3. การคำนวณค่าใช้จ่าย

ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จะมีสถานการณ์และชิ้นงานที่นักเรียนต้องสร้างที่แตกต่างกัน มีการนำเทคนิคการสอนต่างๆ ที่ช่วยในการทำงานเป็นทีมมาประยุกต์ในแต่ละขั้นตอน ซึ่งมีรายละเอียดของกิจกรรมและชิ้นงานในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 รายละเอียดของลักษณะกิจกรรมและชิ้นงานในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ที่	กิจกรรม	สถานการณ์	ชิ้นงานที่ต้องสร้าง	เกณฑ์การประเมินชิ้นงาน	ตัวชี้วัดสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา	ตัวชี้วัดสมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร
1	โคมออกหว่า	**สถานการณ์ประเพณีออกหว่า** โคมไฟที่ใช้ประดับในงานประเพณีออกหว่ามีไม่เพียงพอ	โคมไฟที่ใช้ประดับในงานประเพณีออกหว่า	1.ระยะเวลาในการใช้งาน 2. การนำเสนอ Pitching 3. จำนวนเงินจำลองที่เหลือ	-ใช้กระบวนการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบและสรุปผล -ผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา	การใช้ภาษาถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึก และทัศนะของตนเองด้วยการพูดและการเขียน พูดเจรจาต่อรอง เลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสาร เลือกใช้วิธีการสื่อสาร
2	กระทงหลงทาง	**สถานการณ์ การลอยผ้าป่าน้ำ:** ปีนี้ชุมชนมีปัญหาในการจัดงานประเพณีลอยกระทง	กระทงสายจำนวน 5 ดวง	1. จำนวนลูกแก้วที่บรรจุได้โดยกระทงไม่จมเกิน 10 วินาทีและการลอยตัวต่อกันได้ทั้ง 5 ดวง 2. การนำเสนอ Pitching 3. จำนวนเงินจำลองที่เหลือ			
3	ต้องลาย	**สถานการณ์ Soft Power** เพิ่มมูลค่าให้กับขยะในชุมชนเพื่อสร้างเป็นสินค้า O-Top ของชุมชน	ต้องลายจากวัสดุกระป๋องเหลือใช้จากชุมชน	1. สินค้าได้รับการซื้อขาย 2. การนำเสนอ Pitching 3. จำนวนเงินจำลองที่เหลือ		

นอกจากนี้ ในทุกกิจกรรมจะนำเทคนิคการสอนที่ช่วยพัฒนาการแก้ปัญหาในกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาประยุกต์เพิ่มเติม ได้แก่ เทคนิค SCAMPER ที่ช่วยให้ระดมแนวทางการแก้ปัญหาให้หลากหลาย และนำเทคนิคการนำเสนอแบบ Pitching มาปรับประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร

ทั้งนี้การออกแบบ แบบประเมิน สมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ของแต่ละกิจกรรม โดยผู้วิจัยกำหนดประเด็นการประเมิน 2 ตัวชี้วัด คือ ตัวชี้วัดที่ 1 ใช้กระบวนการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ปัญหา วางแผนในการแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา ตรวจสอบและสรุปผล ตัวชี้วัดที่ 2 ผลลัพธ์ของการแก้ปัญหา โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ให้มากที่สุดภายในขอบเขตข้อเท็จจริงที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหา โดยพิจารณาจากข้อเท็จจริงของสถานการณ์ที่กำหนดให้

ขั้นที่ 3 การเสนอแนะวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการวางแผนหรือเสนอแนวทางในการคิดแก้ปัญหาที่ตรงกับสาเหตุของปัญหา และลงมือปฏิบัติตามที่ระบุไว้อย่างสมเหตุสมผล

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากปัญหา หมายถึง ความสามารถในการอธิบายได้ว่าผลที่เกิดขึ้นจากการกำหนดวิธีการแก้ปัญหานั้นสอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้หรือไม่

ส่วนการออกแบบ แบบประเมิน สมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร ประเมินจากการสนทนา สื่อสาร การแลกเปลี่ยนทัศนะและประสบการณ์ของนักเรียนกับ สมาชิกในกลุ่มรวมถึงความร่วมมือในการทำงานของนักเรียนในการทำกิจกรรม ซึ่งวัดได้จากแบบประเมินสมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร ตามประเด็นในการวัด 4 ตัวชี้วัด ดังนี้ตัวชี้วัดที่ 1ใช้ภาษาถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด ความรู้สึก และทัศนะของตนเองด้วยการพูดและการเขียน ตัวชี้วัดที่ 2 พูดเจรจาต่อรอง ตัวชี้วัดที่ 3 เลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสาร ตัวชี้วัดที่ 4 เลือกใช้วิธีการสื่อสารโดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดภารกิจและเป้าหมาย หมายถึง นักเรียนในกลุ่มเข้าใจวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการทำงานที่ชัดเจนร่วมกำหนดภารกิจและเป้าหมายในการทำงานไปในทิศทางเดียวกัน

ขั้นที่ 2 การมอบหมายงานตามบทบาทหน้าที่ หมายถึง นักเรียนในกลุ่มมีการแบ่งงานกันทำอย่างเสมอภาค รวมถึงการทำงานตามที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จและปฏิบัติงานที่ตนเองรับผิดชอบอย่างชัดเจน

ขั้นที่ 3 การกระจายความเป็นผู้นำ หมายถึง นักเรียนในกลุ่มมีความสามารถในการเป็นผู้นำ และเป็นผู้ตามที่ดี หมุนเวียนสับเปลี่ยนไปตามสถานการณ์

ขั้นที่ 4 การรับฟังซึ่งกันและกัน หมายถึง นักเรียนตั้งใจฟังการแสดงความคิดเห็นของสมาชิกคนอื่นในกลุ่ม รวมถึงร่วมแสดงความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม และยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างของสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นที่ 5 การมีส่วนร่วม หมายถึง นักเรียนในกลุ่มร่วมลงมือกันปฏิบัติงานรวมถึงการตัดสินใจร่วมกันในการดำเนินงาน

ขั้นที่ 6 การสื่อสารที่เปิดเผย หมายถึง นักเรียนในกลุ่มมีความเชื่อมั่น และวางใจซึ่งกันและกัน การให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและอภิปรายปัญหาระหว่างกันด้วยความจริงใจและเปิดเผย

หลังจากนั้น ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้และแบบประเมินพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา และสมรรถนะความสามารถในการสื่อสารให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ให้ตรวจสอบ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence : IOC) พบว่าแบบประเมินมีค่าดัชนี ความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.67 เป็นต้นไป

วิธีการเก็บและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยแจ้งวัตถุประสงค์ และรายละเอียดเกี่ยวกับการเรียนการสอนให้กับนักเรียนทราบซึ่งนักเรียนสามารถเลือกได้ว่าจะเลือกเรียนกิจกรรมใดเป็นอันดับแรกตามความสนใจ

ดำเนินการสอนตามกิจกรรมการเรียนรู้ และหลังจากดำเนินการพัฒนาเสร็จสิ้นลง ในแต่ละแผนผู้วิจัยต้องสรุปผลการประเมินสมรรถนะในแต่ละด้าน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การประเมินทำการประเมินสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา และสมรรถนะความสามารถในการสื่อสารนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ Normalized gain <g> เสนอโดย Richard R.Hake ซึ่งเป็นวิธีการประเมินที่สามารถทำได้ด้วยการพิจารณาผลต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเทียบกับโอกาสที่นักเรียนแต่ละคนจะสามารถทำคะแนนเพิ่มขึ้น

จากสูตร <g> = (% post–test) - (% Pre-test) / (100 %) - (% Pre-test)

โดยที่ <g> คือค่า normalized gain

% Post-test คือค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนเป็นร้อยละ

% Pre-test คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนเป็นร้อยละ

ซึ่งค่า normalized gain เป็นผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของนักเรียน (Actual gain = (%post–test)-(% Pre-test)) คิดเป็นกี่เท่าของผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (Maximum possible gain =(100 %)-(% Pre-test)) ซึ่งการประเมินนี้ทำให้สามารถแบ่งระดับของค่า normalized gain ออกเป็นกลุ่มได้เป็นสามระดับ ดังนี้

“High gain” หมายถึง ได้ค่า <g> ≥ 0.7

“Medium gain” หมายถึง ได้ค่า 0.7 ><g> ≥ 0.3

“Low gain” หมายถึง ได้ค่า 0.0 ≤ <g> > 0.3

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

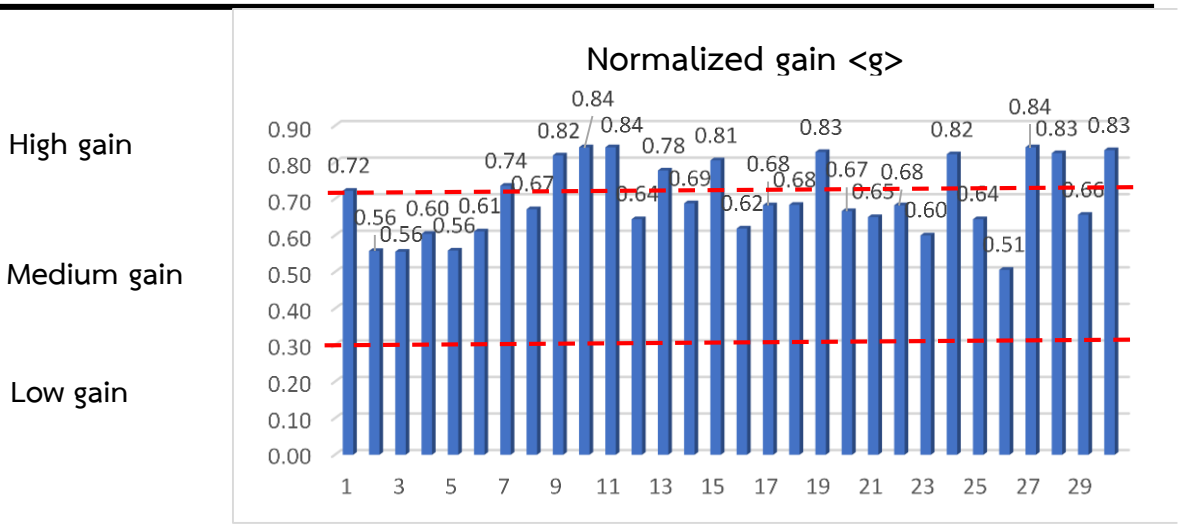
ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์ผลการพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบการบูรณาการสะเต็มศึกษาก่อนและหลังเรียน ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบการบูรณาการสะเต็มศึกษาก่อนและหลังเรียน

กิจกรรม	% Pre-test	% Post-test	Actual gain	Maximum possible gain	Normalized gain <g>
โคมออกหว่า	40.16	79.83	39.67	59.83	0.66
กระทงหลงทาง	37.83	82	44.17	62.17	0.71
ต้องลาย	41.67	83.67	42	58.33	0.72
ค่าเฉลี่ย	39.89	81.83	41.95	60.11	0.70

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าเมื่อประเมินสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้ง 3 กิจกรรม พบว่าจากคะแนนเต็ม กิจกรรมละ 20 คะแนน กลุ่มนักเรียนที่ศึกษาจำนวน 30 คน มีคะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นรายชั้นเรียนเท่ากับ 0.70 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ High gain



รูปที่ 1 ผลการพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบการบูรณาการสะเต็มศึกษาก่อนและหลังเรียน ทั้ง 3 กิจกรรม

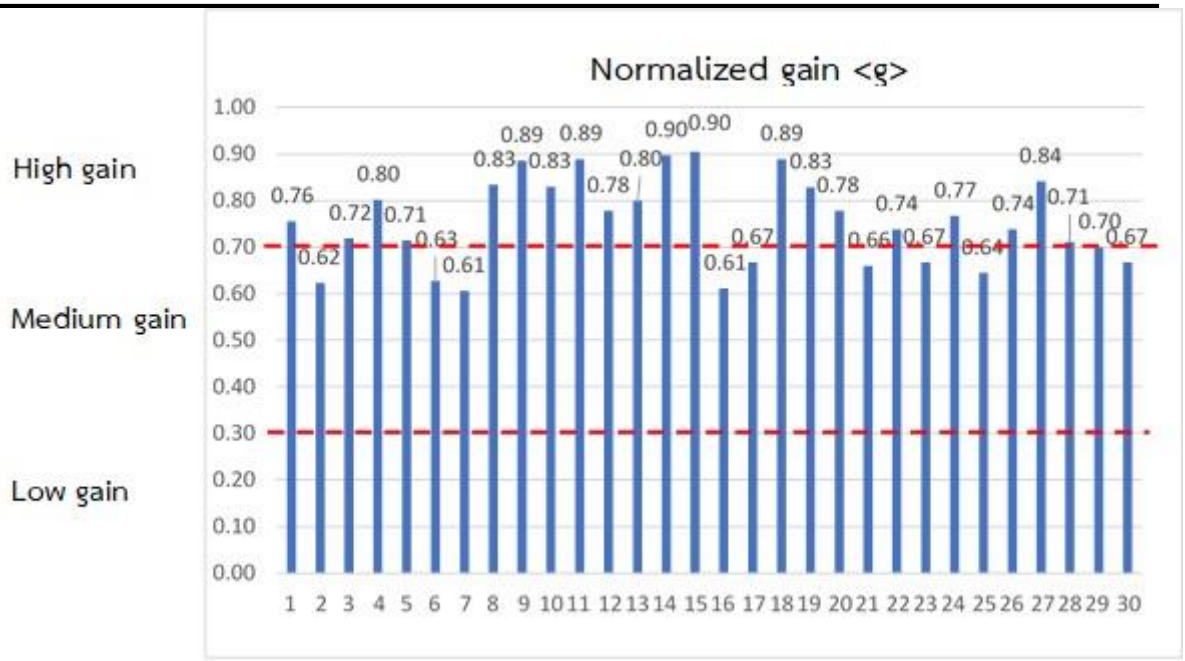
จากรูปที่ 1 มีการแบ่งช่วงของระดับค่า Normalized gain <g> ที่ได้จากการเปรียบเทียบคะแนนแบบประเมินสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาก่อนเรียนและแบบประเมินสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนเฉลี่ย ทั้ง 3 กิจกรรม โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ กลุ่มที่อยู่ในระดับสูง (High gain) ระดับกลาง (Medium gain) และระดับต่ำ (Low gain) พบวาคะแนนประเมินสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นรายบุคคลเมื่อใช้การจัดการเรียนรู้ตามแบบการบูรณาการสะเต็มศึกษาของนักเรียนมีคะแนนประเมินสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น

2. วิเคราะห์ผลการพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการสื่อสารที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบการบูรณาการสะเต็มศึกษาก่อนและหลังเรียน ปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบการบูรณาการสะเต็มศึกษาก่อนและหลังเรียน

กิจกรรม	% Pre-test	% Post-test	Actual gain	Maximum possible gain	Normalized gain <g>
โคมออกหว่า	39	86	47	61	0.77
กระทงหลงทาง	39.5	84.33	44.83	60.5	0.74
ต้องลาย	43.5	85.5	42	56.5	0.75
ค่าเฉลี่ย	40.67	85.28	44.61	59.33	0.75

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าเมื่อประเมินสมรรถนะความสามารถในการสื่อสารทั้ง 3 กิจกรรม พบว่าจากคะแนนเต็ม กิจกรรมละ 20 คะแนน กลุ่มนักเรียนที่ศึกษาจำนวน 30 คน มีคะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นรายชั้นเรียนเท่ากับ 0.75 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ High gain



รูปที่ 2 ผลการพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการสื่อสารที่เพิ่มขึ้นของนักเรียนรายบุคคลที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบการบูรณาการสะเต็มศึกษาก่อนและหลังเรียน ทั้ง 3 กิจกรรม

จากรูปที่ 2 มีการแบ่งช่วงของระดับค่า Normalized gain <g> ที่ได้จากการเปรียบเทียบคะแนนแบบประเมินสมรรถนะความสามารถในการสื่อสารก่อนเรียนและแบบประเมินสมรรถนะความสามารถในการสื่อสารหลังเรียนเฉลี่ย ทั้ง 3 กิจกรรม โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ กลุ่มที่อยู่ในระดับสูง (High gain) ระดับกลาง (Medium gain) และระดับต่ำ (Low gain) พบว่าคะแนนประเมินสมรรถนะความสามารถในการสื่อสารเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นรายบุคคลเมื่อใช้การจัดการเรียนรู้ตามแบบการบูรณาการสะเต็มศึกษาของนักเรียนมีคะแนนประเมินสมรรถนะความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น

อภิปรายผล

การส่งเสริมสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา และสมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแบบการบูรณาการสะเต็มศึกษาก่อนและหลังเรียน มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้จริงและผู้รายงานพบว่าการออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแบบการบูรณาการสะเต็มศึกษาในกิจกรรมโคมออกหว่า กระทงหลงทาง และต้องลาย นั้นสามารถนำแนวทางการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษาไปใช้ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติและเรียนรู้จากปัญหาและสถานการณ์ต่างๆ รอบตัวมีการเชื่อมโยงความรู้ในการทำกิจกรรมและเมื่อประเมินสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา ทั้ง 3 กิจกรรม พบว่ามีคะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นรายชั้นเรียนเท่ากับ 0.70 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ ' High gain และเมื่อประเมินสมรรถนะความสามารถในการสื่อสารทั้ง 3 กิจกรรม พบว่า มีคะแนนผลการเรียนรู้เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นรายชั้นเรียนเท่ากับ 0.75 ซึ่งจัดอยู่ในระดับ ' High gain เช่นกัน โดยสอดคล้องกับ จิราภรณ์ ทัพซ้าย (2564) ที่ทำการศึกษาแนวการบูรณาการ STEM Education เพื่อพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการ กระบวนการของ STEM Education กับเนื้อหาวิชาโดยผู้สอนวางแผนนำบริบทที่ใกล้ตัวผู้เรียนมาท้าทายผู้เรียน ในการหาแนวทางแก้ปัญหาโดยการใช้ศาสตร์ความรู้ จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์เป็นแนวทางที่ที่ผู้เรียนได้ลงมือจริงในการแก้ปัญหา หรือหาแนวทางในการแก้ไข ส่วนด้านการส่งเสริมสมรรถนะ

ความสามารถในการสื่อสาร และสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา โดยผลการประเมินพัฒนาพบว่า ซึ่งถือว่ากิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 กิจกรรม “โคมออกหว่า กระทงหลงทาง และต้องลาย” สามารถพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา และ สมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับกุลธิดา สุวัชระกุลธร (2560) ที่ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.01 ซึ่งการนำกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมาประยุกต์ในการแก้ปัญหาจะมีขั้นตอนที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเสนอแนวทางแก้ปัญหาที่หลากหลายและสามารถเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุดภายใต้ข้อจำกัดที่นักเรียนได้รับมาใช้แก้ปัญหา อีกทั้งยังมีขั้นตอนที่ฝึกให้นักเรียนวางแผนการทำงานและการทดสอบประสิทธิภาพร่วมกัน จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องอภิสิทธิ์ ธงไชย (2559) ได้กล่าวว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบภายใต้ทรัพยากรและข้อจำกัดด่าง ๆ รวมถึงการวิเคราะห์ข้อดี ข้อด้อย และความคุ้มทุน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้นจากข้อมูลเบื้องต้นจะเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 กิจกรรม กิจกรรมโคมออกหว่า กระทงหลงทาง และต้องลาย สามารถพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร และสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการสื่อสารและสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา ได้จริง ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวจะเน้นในเรื่องของการลงมือปฏิบัติ และการทำงานกลุ่มซึ่งนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนแบบนี้ก็จะสามารถพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาและการนำเสนอแบบ Pitching สามารถนำมาปรับประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร สมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร ได้เป็นอย่างดีเพื่อเตรียมความพร้อมสู่การเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21ต่อไป

สรุปผลการวิจัย

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแบบการบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับการพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา และ สมรรถนะความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2จำนวน 30 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ในเรื่อง กิจกรรมโคมออกหว่า กระทงหลงทาง และต้องลาย แผนการจัดการเรียนรู้ละ 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที รวมทั้งสิ้น 12 คาบเรียนและใช้เวลาในการดำเนินการ 4 สัปดาห์ และแบบประเมินสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา และสมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร และมีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ Normalized gain <g> มาวิเคราะห์ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหาเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอยู่ใน่ ระดับ High gain มีทั้งหมด12 คน คิดเป็นร้อยละ 40 ในระดับ Medium gain มีทั้งหมด18 คน คิดเป็นร้อยละ 60 และ ยังพบว่านักเรียนมีสมรรถนะความสามารถในการสื่อสารเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนประเมินก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนักเรียนที่มีผลการเรียนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอยู่ใน่ ระดับ High gain มีทั้งหมด 21 คน คิดเป็นร้อยละ 70 ในระดับ Medium gain มีทั้งหมด 9 คน คิดเป็นร้อยละ 30

กิตติกรรมประกาศ

กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแบบการบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา และ สมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนแม่สะเรียง “บริพัตรศึกษา” สำนักงานเขตพื้นที่มัธยมศึกษาแม่ฮ่องสอน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ฉบับนี้ สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งและกำลังใจจากผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน ทั้งโดยส่วนตัวและ

ตามสายงาน จนทำให้รายงานการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบการบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นที่จัดทำขึ้นนี้ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการโรงเรียนแม่สะเรียง “บริพัตรศึกษา”และคณะครูที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกตลอดระยะเวลาของการเก็บรวมรวมข้อมูล และขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ทุกคนที่ให้ ความร่วมมือในการทำกิจกรรมกับผู้ศึกษาอย่างดียิ่ง ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ ทุกท่านทุกคนที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการการพัฒนาการจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับพัฒนาสมรรถนะความสามารถในการแก้ปัญหา และ สมรรถนะความสามารถในการสื่อสาร ในครั้งนี้ ผู้ศึกษาขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณบิดามารดา ครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมและประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ซึ่งเป็นการวางรากฐานการศึกษาที่ดีให้แก่ผู้ศึกษาตลอดมาสำหรับผู้ที่สนใจในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเพื่อประโยชน์ในการพัฒนาการศึกษาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กุลธิดา สุวัชระกุลธร. (2560). ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความพึงพอใจมีผลต่อจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในโรงเรียน ระดับชาติครั้งที่ 23 (วทร. 23)*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

จิราภรณ์ ทัพซ้าย. (2564). แนวการบูรณาการ STEM Education เพื่อพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. *Journal of Buddhist Education and Research, 7*(2): 288-299.

จรูญพงษ์ ชลสินธุ์. (2559). *การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่ส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภัสสร ติดมา. (2558). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่องระบบร่างกายมนุษย์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 2* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2559). *ความสำคัญของวิศวกรรมในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, 31*(3): 48-53.

Received: October 22, 2023 Revised: December 12, 2023
Accepted: December 25, 2023 Published: December 31, 2023

ผลของความยาวคลื่นและความเข้มข้นต่อค่าดัชนีหักเหในสารละลายโซเดียมคลอไรด์
Effect of Wavelength and Concentration on Refractive Index in Sodium Chloride Solution

ชีวะ ทัศนา[1*] นวพร ค้าพริกไทย[2] และ อรนิดา วรรณรัตน์[2]
Chewa Thassana[1*] Nawaporn Khapringthai[2] and Onnida Wannarat[2]

[1] ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี 22000 ไทย
[2] หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี 22000 ไทย
[1] Department of Physics and General Science Faculty of Science and Technology Rambhai Barni Rajabhat University
[2] Bachelor of Education Program in Physics, Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University
[*] chewa.t@rbru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของความหนาแน่นของสารละลายและความยาวคลื่นแสงต่อค่าดัชนีหักเหในสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 5–25 โดยมวล ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และใช้เลเซอร์เป็นแหล่งกำเนิดแสงสีแดงความยาวคลื่น 650±10 นาโนเมตร สีน้ำเงิน 532±10 นาโนเมตร และสีเขียว 450±10 นาโนเมตร ผลการศึกษาพบว่า ในทุกความยาวคลื่น ดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์มีค่าเพิ่มขึ้นแบบเชิงเส้นแปรผันโดยตรงกับความเข้มข้นของสารละลาย โดยค่าดัชนีหักเหจะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้น ในขณะที่ค่าดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์แปรผกผันกับความยาวคลื่นของแสง โดยค่าดัชนีหักเหจะลดลงตามการเพิ่มขึ้นของความยาวคลื่น ซึ่งสอดคล้องกับกฎการหักเหของสเนลล์ เมื่อสารละลายมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น สารละลายจะมีความหนาแน่นหรือปริมาณโมเลกุลมากขึ้น ทำให้แสงเดินทางในสารละลายได้ช้าลงจึงทำให้แสงเกิดการหักเหมากขึ้น ดังนั้นค่าดัชนีหักเหจึงเพิ่มขึ้น และคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่นยาวกว่าจะมีพลังงานต่ำกว่า ดังนั้นโมเลกุลของสารละลายจึงเกิดการสั่นสะเทือนด้วยพลังงาน ต่ำกว่าจึงทำให้แสงเกิดการหักเหลดลง ส่งผลให้ค่าดัชนีหักเหลดลง

คำสำคัญ: ดัชนีหักเห, สารละลายโซเดียมคลอไรด์, ความยาวคลื่น, ความเข้มข้น

Abstract

The purpose of this research was to study the effect of solution density and wavelength of light on refract index in sodium chloride solution concentrations of 5–25% by mass at 25 degrees Celsius and using a laser as a red light source with wavelength of 650±10 nm. Blue 532±10 nm. and Green 450±10 nm. The results of the study showed that: At all wavelengths, the refractive index of sodium chloride solution increases linearly in direct

proportion to the solution concentration. The refractive index increases with the increase in concentration, while the refractive index of sodium chloride solution is inversely proportional to the wavelength of light. The refractive index decreases with the increase in wavelength. This is consistent with Snell's law of refraction. When the solution becomes more concentrated, the solution has a greater density or molecular content. This slows down the light travel in the solution, thus causing the light to be more refracted. Therefore, the refractive index increases, and light waves with longer wavelengths have lower energy, so the molecules of the solution vibrate with energy. lower, thus reducing light refraction. As a result, the refractive index value decreases.

Keywords: refraction index, NaCl solution, wavelength, concentrate

บทนำ

ดัชนีหักเหเป็นสมบัติทางแสงอย่างหนึ่งของวัสดุ แสดงถึงอัตราส่วนระหว่างความเร็วของแสงในสุญญากาศกับความเร็วของแสงในวัสดุนั้น ๆ ซึ่งบ่งบอกถึงสมบัติการกระจายแสงของวัสดุนั้น ๆ ดัชนีหักเหของวัสดุจะแปรผันตามปัจจัยหลายประการ เช่น ความหนาแน่นของวัสดุ ความยาวคลื่นของแสง และอุณหภูมิของวัสดุ ดังนั้นการศึกษาดัชนีหักเหจึงเป็นการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมของแสงและคุณสมบัติทางแสงของตัวกลางนั้น ๆ ได้ จึงมีการนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ เช่น การวัดความเข้มข้นของสาระลาย หรือความหวานของสารละลาย ซึ่งความเข้มข้นของสารละลายเป็นค่าที่บอกให้ทราบว่าในสารละลายหนึ่ง มีปริมาณตัวถูกละลายจำนวนเท่าไหร่ เช่น น้ำเกลือ ประกอบด้วยน้ำเป็นตัวทำละลายและเกลือเป็นตัวถูกละลาย และความเข้มข้นของสารละลายยังสามารถหาได้หลายวิธี ในกรณีที่สารละลายเป็นของเหลวโปร่งใสนั้น สามารถหาค่าความเข้มข้นของสารละลายได้ด้วยวิธีการหาค่าดัชนีหักเห โดยใช้กฎของสเนลล์ (Snell’s law) ที่กล่าวว่า เมื่อแสงเคลื่อนที่จากตัวกลางที่ 1 (n_1) ไปยังตัวกลางที่ 2 (n_2)พบว่า แนวทางการเดินของรังสีหักเหของแสงจากตัวกลางที่ 1 ผ่านไปยังตัวกลางที่ 2 มีการเปลี่ยนไปจากแนวรังสีตกกระทบเดิม ซึ่งเรียกว่า การหักเหของแสง ถ้าให้ (θ_i) คือมุมที่รังสีตกกระทบกับเส้นปกติ และ (θ_r)คือมุมที่รังสีหักเหทำกับเส้นปกติ จะได้ความสัมพันธ์ระหว่างมุมตกกระทบ กับมุมหักเห และค่าดัชนีหักเหในตัวกลางทั้งสอง $n_1 \sin\theta_i = n_2 \sin\theta_r$

Jassim and Noor (2015) ได้หาค่าความเข้มข้นจากดัชนีหักเหโดยใช้ Michelson Interferometer พบว่า ความเข้มข้นของสารละลายจะมีผลต่อดัชนีหักเห ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของดัชนีหักเหเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลาย ทำให้ทราบว่า ค่าดัชนีหักเหสามารถนำมาวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของสารละลายได้อีกด้วย และ Belay and Assefa (2018) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของดัชนีหักเหกับความยาวคลื่น ความเข้มข้นของสารสลายน้ำตาล และอุณหภูมิ แล้วพบว่าดัชนีหักเหของสารละลายน้ำตาลจะขึ้นอยู่กับความยาวคลื่น ความเข้มข้นของสารละลาย และอุณหภูมิด้วย

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและความยาวคลื่นกับดัชนีหักเหแสงของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ โดยออกแบบและสร้างชุดทดลองอย่างง่ายเพื่อวัดดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นต่างๆ ที่ความยาวคลื่นต่างๆ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับดัชนีหักเหแสงของสารละลายโซเดียมคลอไรด์
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นกับดัชนีหักเหแสงของสารละลายโซเดียมคลอไรด์

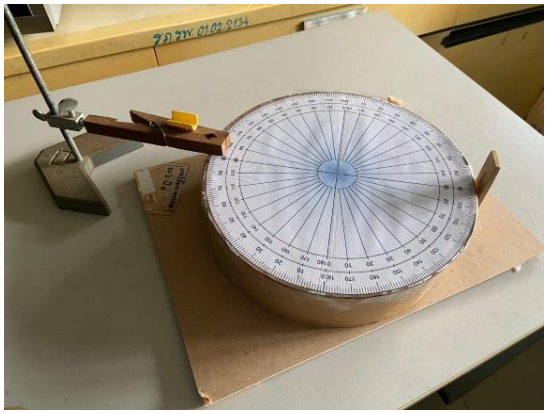
วิธีดำเนินการวิจัย

1 ขั้นเตรียมชุดการทดลอง

1.1 นำไม้อัดมาตัดเป็นทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 29 เซนติเมตร มาต่อกับฐานวางที่หมุนได้ เพื่อปรับค่ามุมตกกระทบที่ต้องการ พร้อมกับติดแผ่นโปรแทรกเตอร์เพื่ออ่านค่ามุมตกกระทบและมุมหักเหที่ได้

1.2 นำเลเซอร์ที่มีความยาวคลื่นที่ต้องการใช้ในการทดลองติดกับขาตั้งเลเซอร์ ดังแสดงในรูปที่ 1

1.3 เตรียมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 10 15 20 และ 25 โดยมวล



รูปที่ 1 ชุดทดลองอย่างง่ายสำหรับหาค่าดัชนีหักเหของของเหลว

2 ขั้นการหาค่าความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์จากการวัดค่าดัชนีหักเห

2.1 จัดตั้งชุดทดลองและนำเลเซอร์สีแดงซึ่งมีความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร มาติดตั้งเข้ากับขาตั้งเลเซอร์และทำการปรับแสงเลเซอร์ให้เท่ากับมุมตกกระทบที่ต้องการ ซึ่งมุมตกกระทบที่เลือกใช้ในการทดลองนี้มี 5 มุมตกกระทบ คือ 25 30 45 50 และ 60 องศา ตามลำดับ

2.2 นำสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยมวล ที่เตรียมไว้ใส่ในภาชนะกล่องพลาสติกบางใส แล้วแยแสงเลเซอร์ไปยังสารละลายด้วยมุมตกกระทบตามที่กำหนด แสงจากเลอเซอร์จะเดินทางผ่านอากาศ (ตัวกลางที่ 1) ไปยังสารละลาย (ตัวกลางที่ 2) ซึ่งแสงที่เดินทางผ่านเข้าไปในสารละลายจะเกิดการหักเห บันทึกค่ามุมหักเหในตารางบันทึกผล

2.3 เมื่อได้ค่ามุมตกกระทบ และมุมหักเหแล้ว สามารถคำนวณค่าดัชนีหักเหได้จากค่าความชันจากการสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง $\sin$ ของมุมหักเห (θ_r) กับ $\sin$ ของมุมตกกระทบ (θ_i) จะได้ค่าดัชนีหักเหเฉลี่ยที่อุณหภูมิขณะนั้น ทำการบันทึกผลและคำนวณหาค่าดัชนีหักเหเฉลี่ย

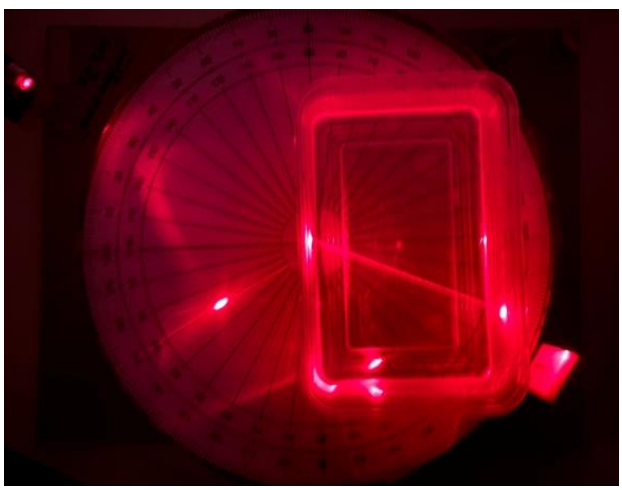
2.4 ทำการทดลองใหม่ตามข้อ 1-3 ซ้ำอีก 4 ครั้ง โดยในข้อ 2 ให้เปลี่ยนเป็นสารละลายโซเดียมคลอไรด์เป็นความเข้มข้นร้อยละ 10 15 20 และ 25 โดยมวล ตามลำดับ

2.5 นำค่าดัชนีหักเหเฉลี่ยความเข้มข้นร้อยละ 5 10 15 20 และ 25 โดยมวล มาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับดัชนีหักเหแสง

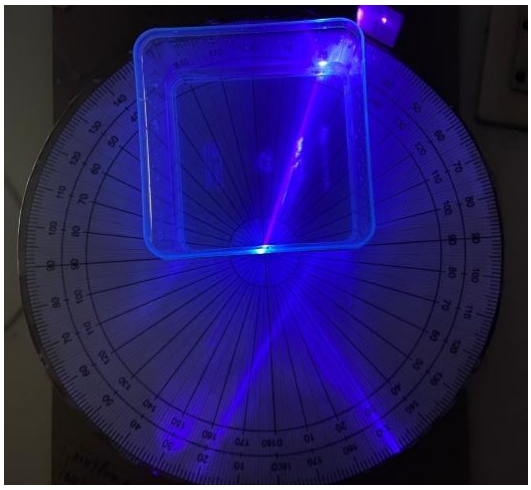
2.6 ตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของเส้นแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับดัชนีหักเหที่ได้

2.7 ทำการทดลองใหม่ตั้งแต่ข้อ 1-6 ซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยในข้อ1 ให้เปลี่ยนค่าความยาวคลื่นเป็น 532 และ 450 นาโนเมตร เมื่อทำการทดลองครบแล้ว นำค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของเส้นแนวโน้มที่ได้จากทั้งสามกราฟ มาสรุปผลการทดลอง

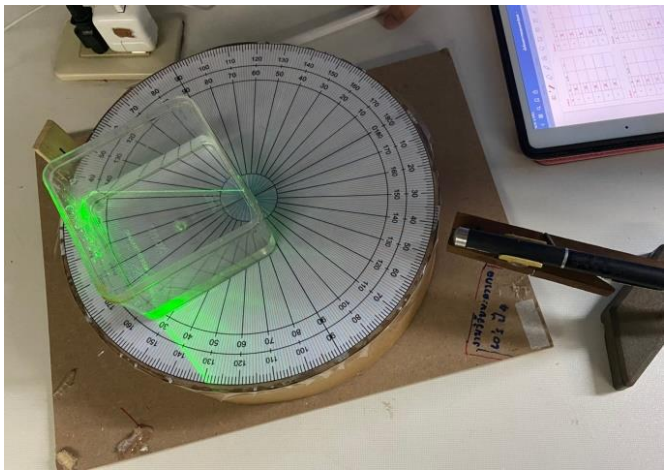
2.8. นำผลการทดลองที่ได้จากการวัดค่าดัชนีหักเหเฉลี่ยที่ความเข้มข้น 5 10 15 20 และ 25%W/W และที่ความยาวคลื่น 450±10 532±10 และ 650±10 นาโนเมตร มาบันทึกผลลงตาราง เพื่อนำมาแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวคลื่นกับดัชนีหักเหที่ความเข้มข้นเดียวกัน



(ก)



(ข)



(ค)

รูปที่ 2 ชุดทดลองอย่างง่ายสำหรับหาค่าดัชนีหักเหของของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นเมื่อที่แสงกระทบมีความยาวคลื่น (ก) 650 $\pm$10 (ข) 450 $\pm$10 (ค) 532$\pm$10 นาโนเมตร ตามลำดับ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลของความเข้มข้นต่อค่าดัชนีหักเหของสารละลาย

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 5-25 โดยมวล ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า ดัชนีหักเหแสงของสารละลายโซเดียมคลอไรด์มีค่าเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของสารละลาย แสดงในรูปที่ 3 โดยค่าดัชนีหักเหแสงของสารละลายที่ได้จากเลเซอร์แสงสีน้ำเงิน (450±10 นาโนเมตร) สีเขียว (ความยาวคลื่น 532±10 นาโนเมตร) และสีแดง (650±10 นาโนเมตร) มีค่าอยู่ระหว่าง 1.3549–1.4031 1.3529–1.3813 และ 1.3322-1.3707 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องจากตัวกลางที่มีความเข้มข้นมากจะมีอนุภาคอยู่หนาแน่นจึงทำแสงเดินทางได้ช้าลงส่งผลให้สารละลายมีค่าดัชนีหักเหแสงเพิ่มขึ้น ตามสมการ $n = c / v$ เมื่อ n คือ ดัชนีหักเหของสารละลาย c และ v อัตราเร็วของแสงในสุญญากาศและตัวกลาง (สารละลาย) ตามลำดับ

นอกจากนี้ผลการศึกษายังพบว่า ค่าดัชนีหักเหแสงของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 5-25 โดยมวล อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่าเพิ่มขึ้นแบบเชิงเส้นตามการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของสารละลาย โดยเขียนเป็นสมการได้เป็น

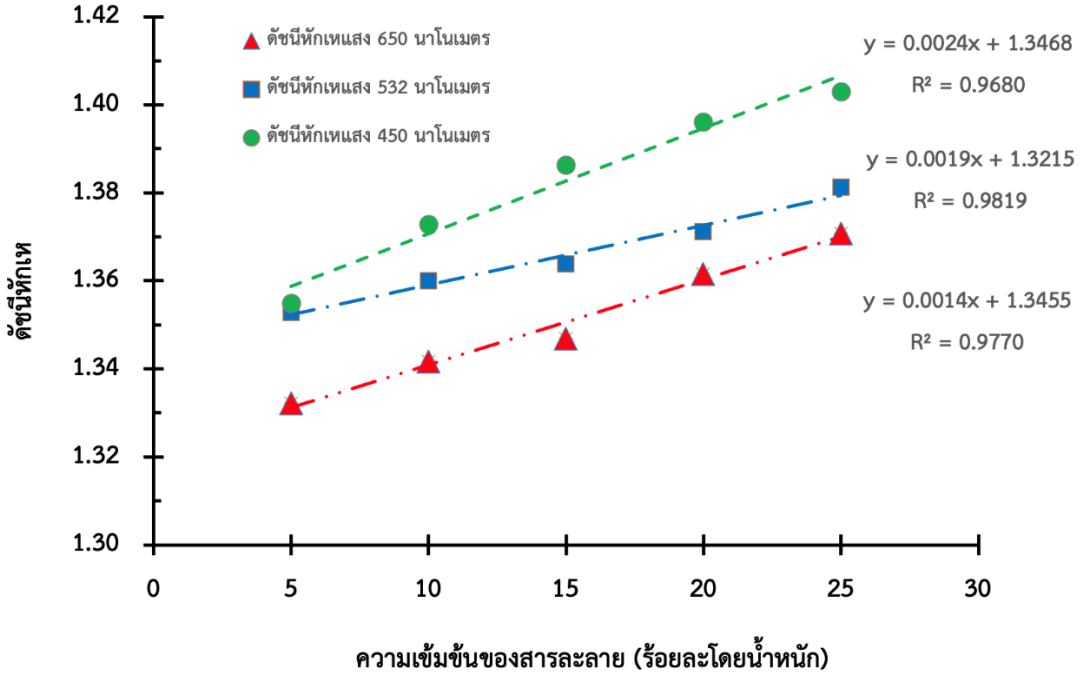
$$n_{450nm} = 2.4\times10^{-3}C_{NaCl}+1.3468 \quad (1)$$

$$n_{532nm} = 1.9\times10^{-3}C_{NaCl}+1.3215 \quad (2)$$

$$n_{650nm} = 1.4\times10^{-3}C_{NaCl}+1.3455 \quad (3)$$

เมื่อ C_{NaCl} คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ร้อยละโดยน้ำหนัก

n_{450nm} n_{532nm} และ n_{650nm} คือ ดัชนีหักเหแสงของสารละลายที่ได้จากแสงเลเซอร์สีน้ำเงิน สีเขียวและสีแดงตามลำดับ



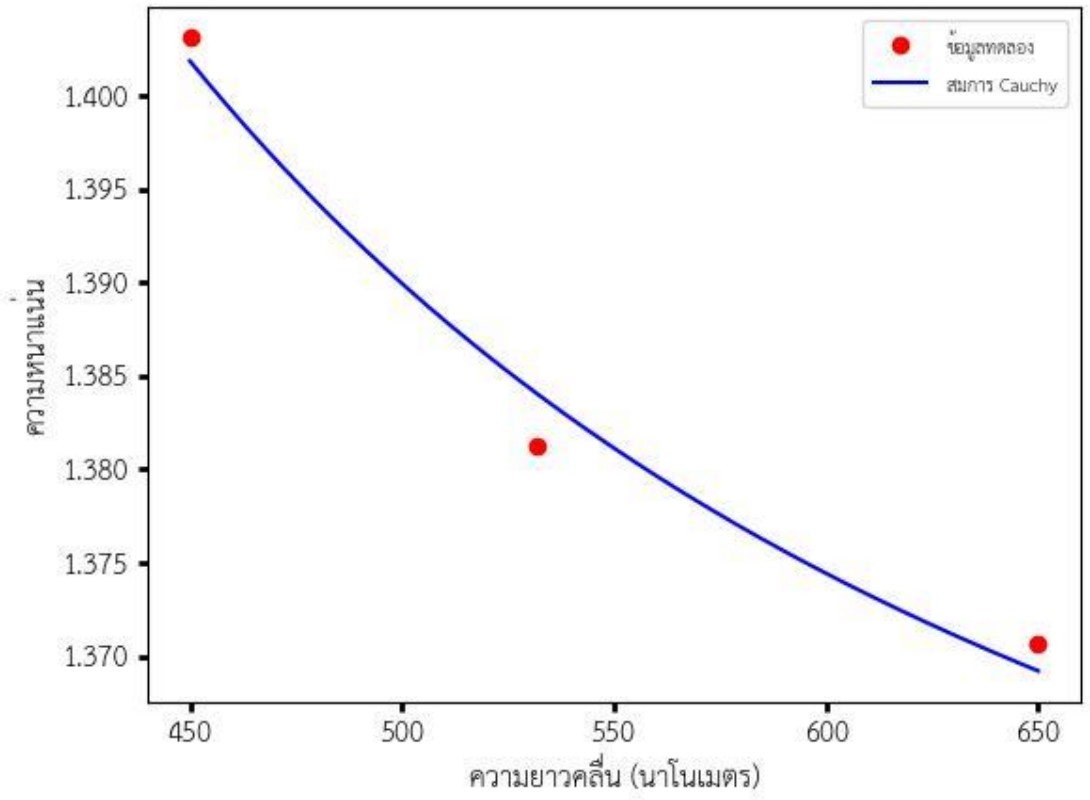
รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์กับความเข้มข้นของสารละลาย

รูปที่ 3 แสดงให้เห็นว่า ค่าดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์แปรผันโดยตรงกับความเข้มข้นของสารละลายจะเห็นได้ว่าค่าดัชนีหักเหของสารละลายมีค่าเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้น เมื่อใช้แสงสีแดง (650±10 นาโนเมตร แสงสีเขียว (ความยาวคลื่น 532±10 นาโนเมตร) และแสงสีน้ำเงิน (450±10 นาโนเมตร) ค่าดัชนีหักเหของสารละลายมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 1.3332 เป็น 1.3707 1.3529 เป็น 1.3813 และ 1.3549 เป็น 1.4031 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎี เมื่อความเข้มข้นของสารละลายเพิ่มขึ้น ความหนาแน่นหรือปริมาณโมเลกุลของสารละลายเพิ่มขึ้นทำให้แสงเกิดการหักเหมากขึ้ ค่าดัชนีหักเหเพิ่มขึ้น

ผลการศึกษานี้สามารถอธิบายได้จากการที่สารละลายโซเดียมคลอไรด์มีความหนาแน่นมากกว่าน้ำบริสุทธิ์ เมื่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์เพิ่มขึ้น ความหนาแน่นของสารละลายก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ส่งผลให้ดัชนีหักเหของสารละลายเพิ่มขึ้น

2. ผลของความยาวคลื่นแสงตกกระทบต่อค่าดัชนีหักเหของสารละลาย

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของค่าดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 25 โดยมวล กับความยาวคลื่น ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่าดัชนีหักเหของสารละลายมีการเปลี่ยนแปลงแบบผกผันกับความยาวคลื่นของแสงที่ตกกระทบสารละลาย เมื่อฉายแสงความยาวคลื่น 450±10 นาโนเมตร (สีน้ำเงิน) 532±10 นาโนเมตร (สีเขียว) และ 650±10 นาโนเมตร (สีแดง) ตกกระทบสารละลายแล้วนำมุมหักเหไปคำนวณค่าดัชนีหักเหตามกฎของสเนลส์ พบว่า ดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์มีค่าลดลงแบบไม่เป็นเชิงเส้น เมื่อความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 25 โดยมวล กับความยาวคลื่นแสง

สมการของ Cauchy เป็นสมการเชิงประจักษ์ที่อธิบายเกี่ยวกับ ดัชนีหักเห (n) ของวัสดุที่แปรผันตามความยาวคลื่น λ ว่าเป็นอย่างไร ซึ่งเขียนเป็นสมการได้ดังนี้ $n(\lambda) = A + (B/\lambda^2)$ เมื่อ $n(\lambda)$ คือ ดัชนีหักเหที่ความยาวคลื่น λ ในขณะที่ A และ B เป็นค่าคงที่เฉพาะเจาะจงของวัสดุ

ค่าคงที่ A และ B ของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ สามารถหาได้จากผลการทดลอง โดยทำการวัดดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ จากนั้นนำผลการทดลองมาใส่ในสมการของ Cauchy เพื่อหาค่า A และ B ดังแสดงในรูปที่ 4 พบว่า สารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 25 โดยมวล อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสมีค่า A=1.339 และ $B=1.2698 \times 10^{-14}$ ทั้งนี้ค่าคงที่ A ของสารละลายโซเดียมคลอไรด์มีค่าใกล้เคียงกับดัชนีหักเหของน้ำบริสุทธิ์ที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร ซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่ใช้ในการวัดค่าคงที่ A โดยทั่วไป ค่าคงที่ B ของสารละลายโซเดียมคลอไรด์มีค่าเป็นบวก หมายความว่าดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์จะลดลงตามการเพิ่มขึ้นของความยาวคลื่น

ค่าคงที่ A และ B ของสารละลายโซเดียมคลอไรด์สามารถใช้ในการทำนายดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความยาวคลื่นอื่นๆ ได้ โดยสามารถใช้สมการของ Cauchy ดังนี้

$$n(\lambda) = 1.3392 + 1.2698 \times 10^{-14}/\lambda^2 \qquad (4)$$

เมื่อนำความยาวคลื่น λ 450 532 และ 650 นาโนเมตร แทนในสมการ (4) จะได้ค่าดัชนีหักเหของสารละลายเท่ากับ 1.4019 1.3840 และ 1.3692 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าที่ได้จาการทดลอง (1.4031 1.3813 และ 1.3707) ดังแสดงในรูปที่ 4 และสอดคล้องกับทฤษฎีโดยแสงที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่าจะมีพลังงานสูงกว่าโมเลกุลของสารละลายจึงเกิดการสั่นสะเทือนด้วยพลังงานสูงกว่าทำให้แสงเกิดการหักเหมากขึ้นจึงทำให้ค่าดัชนีหักเหลดลง

ทั้งนี้ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นและความยาวคลื่นของแสงเป็นปัจจัยที่มีผลต่อค่าดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ซึ่งความรู้นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวัดความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์โดยใช้เทคนิคการวัดดัชนีหักเหได้

สรุปผลการวิจัย

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและความยาวคลื่นของแสงตกกระทบต่อค่าดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์เข้มข้นร้อยละ 5-25% โดยมวล และความยาวคลื่นของแสงตกกระทบ 450±10 532±10 และ 650±10 นาโนเมตร ด้วยชุดทดลองอย่างง่าย พบว่า ดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์มีค่าเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของสารละลาย และมีค่าลดลงตามการเพิ่มขึ้นของความยาวคลื่นของแสงตกกระทบสอดคล้องกับทฤษฎี นอกจากนี้ผลการศึกษานี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวัดความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมคลอไรด์โดยใช้เทคนิคการวัดดัชนีหักเหและคำนวณค่าดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความยาวคลื่น ใดก็ได้ โดยใช้สมการของ Cauchy ร่วมกับค่าคงที่ A และ B ที่ได้จากการทดลอง ซึ่งผลการศึกษาค่าคงที่ A และ B ของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 25% โดยมวล อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า $A = 1.339$ และ $B = 1.2698 \times 10^{-14}$

ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรทำการทดลองที่อุณหภูมิต่างๆ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความเข้มข้นและความยาวคลื่นของแสงต่อค่าดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ นอกจากนี้ ควรทำการทดลองกับสารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้นอื่นๆ เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นและความยาวคลื่นของแสงต่อค่าดัชนีหักเหของสารละลายโซเดียมคลอไรด์อย่างละเอียดยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Belay, A. and Assefa, G. (2018). Concentration, wavelength and temperature dependent refractive index of sugar solutions and methods of determination contents of sugar in soft drink beverages using laser lights. *Journal of Laser, Optics & Photonics*, *5*(2): 1-5.

Grange, B. W., Stevenson, W. H. and Viskanta, R. (1976). Refractive index of liquid solutions at low temperatures: an accurate measurement. *Applied Optics*, *15*(4): 858- 859.

Jassim, M. J. and Noor, S. K. (2015). Study the effective a temperature and concentration on refractive index of water by using Michelson interferometer. *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*, *3*(11): 27 -30.

Shao, D., Tian, L., Chen, J. and Chen, X. (2010). Improved retroreflection method for measuring the refractive index of liquids. *Applied Optics*, *49*(16): 3049-3052.

Tan, C. Y. and Huang, Y. X. (2015). Dependence of refractive index on concentration and temperature in electrolyte solution, polar solution, nonpolar solution, and protein solution. *Journal of Chemical & Engineering Data*, *60*(10): 2827-2833.

Received: October 24, 2023 Revised: December 12, 2023
Accepted: December 25, 2023 Published: December 31, 2023

การศึกษาการดูดกลืนแสงของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ด้วยกล่องสมองกลฝังตัว
A Study on Absorption of NH_4Cl Solution by using Embedded Box

ชีวะ ทัศนา[1*] และ ธนพัฒน์ ถิระวุฒิ[1]
Chewa Thassana[1*] and Tanapat Tirawoot[1]

[1] ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี 22000 ไทย
[1] Department of Physics and General Science Faculty of Science and Technology Rambhai Barni Rajabhat University
[*] chewa.t@rbru.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้กล่องสมองกลฝังตัว WIO Terminal ศึกษาการดูดกลืนแสงของสารละลายแอมโนเนียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2.00 -10.00 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้แอลอีดีโมดูล เค-วาย 016 เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ความยาวคลื่น 475±5.00 (สีน้ำเงิน) 520±5.00 (สีเขียว) และ 630±5.00 นาโนเมตร (สีแดง) ผลการศึกษาพบว่า สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นสามารถดูดกลืนแสงความยาวคลื่น 475±5.00 นาโนเมตร ได้สูงกว่าความยาวคลื่นแสงสีเขียวและสีแดง และค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของสารละลาย โดยมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดร้อยละ 85.10 ±1.68. ที่ความเข้มข้น 10.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ความยาวคลื่น 475±5.00 นาโนเมตร และมีค่าการดูดกลืนแสงต่ำสุด 3.94± 0.78 ความเข้มข้น 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตร

คำสำคัญ: การดูดกลืนแสง, แอมโมเนียมคลอไรด์ ,กล่องสมองกลฝังตัว, ความเข้มข้นของสารละลาย

Abstract

This research aims to use the WIO terminal embedded brainbox to study the light absorption of ammonium chloride solutions at concentrations ranging from 2.00 to 10.00 mg/L. The study uses the KY-016 RGB LED module as a light source with wavelengths of 475±5.00 nm (blue), 520±5.00 nm (green), and 630±5.00 nm (red). The results of the study show that all concentrations of the ammonium chloride solution can absorb light with a wavelength of 475±5.00 nm and higher wavelengths of green and red light. The light absorption increases with the concentration of the solution and reaches a maximum absorbance of 85.10±1.68 at a concentration of 10.00 mg/L and a wavelength of 475±5.00 nm. The lowest light absorption is 3.94±0.78 at a concentration of 2.00 milligrams per liter and a wavelength of 630 nm.

Keywords: absorption, ammonium chloride, embedded box, concentration

บทนำ

ความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชและผลไม้ ทั้งนี้ความอุดมสมบูรณ์ของดินพื้นฐานจะวัดจากระดับหรือปริมาณธาตุอาหารหลักคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม หรือที่เรียกว่า NPK ซึ่งการใส่ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารหลักครบถ้วนในปริมาณที่เพียงพอและสอดคล้องกับความต้องการของพืชในแต่ละช่วงเวลานั้นจะช่วยให้ต้นไม้มีการเจริญเติบโตที่ดีและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไนโตรเจนจะอยู่ในรูปของแอมโมเนียม ($NH4^+$) และไนเตรต ($NO3^-$) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของโปรตีนช่วยในการสร้างคลอโรฟิลล์ทำให้ใบพืชมีสีเขียว ทำให้สังเคราะห์แสงได้ดีและทำให้ลำต้นและใบของพืชเจริญเติบโตได้ดี (Singh and Shaligram, 2014) จะเห็นได้ว่าไนโตรเจน เป็นธาตุที่มีความสำคัญมากต่อการเพาะปลูก ดังนั้นนักวิจัยจึงได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือสำหรับตรวจวัดปริมาณหรือระดับของไนโตรเจน ในดินโดยใช้เทคนิคต่างๆ เช่น Color Sensor (Akriti et.al., 2020), Fiber Optic Sensor and PIC Controller (Ramane et.al., 2015), LED Spectroscopy (Rigor and Jennifer, 2016) และ UV spectroscopy (Isaak et.al., 2019) เป็นต้น

ปัจจุบันมีการนำไมโครคอนโทรลเลอร์หรือระบบสมองกลฝังตัวมาประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตร เช่น Akriti Jain ได้สร้างชุดวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในดินโดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino ร่วมกับเซ็นเซอร์สี TCS3200 ในตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักในดินโดยใช้หลักการดูดกลืนและการสะท้อนแสง ทั้งนี้การใช้ Arduino และ TCS3200 นั้นมีข้อจำกัดด้านการแสดงผลและความเข้มแสงของเอลอีดี

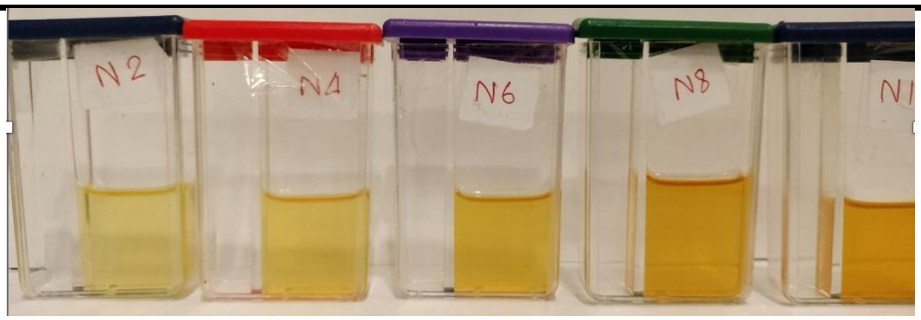
ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดปริมาณไนโตเจนโดยใช้หลักการดูดกลืนแสงร่วมกับระบบสมองกลฝังตัว WIO terminal โดยในเบื้องต้นจึงทำการศึกษาค่าร้อยละการดูดกลืนแสงของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2.00-10.00 มิลลิกรัม ต่อลิตร โดยใช้แสงจากแอลอีดีโมดูลเค-วาย 016 เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มีความยาวคลื่น 475± 5 นาโนเมตร (สีน้ำเงิน) (สีน้ำเงิน) 520±5 นาโนเมตร (สีเขียว) และ 630±5 นาโนเมตร (สีแดง) และใชเซนเซอร์วัดความเข้มแสงของ WIO Termial เป็นตัววัดปริมาณแสงที่ส่องผ่านตัวกลาง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการดูดกลืนแสงจากแอลอีดีโมดูลเค-วาย 016 ที่มีความยาวคลื่น 475± 5 นาโนเมตร (สีน้ำเงิน) (สีน้ำเงิน) 520±5นาโนเมตร (สีเขียว) และ 630±5 นาโนเมตร (สีแดง) ของสารละลายแอมโนเนียมคลอไรด์เข้มข้น 2.00-10.00 มิลลิกรัมต่อลิตร

วิธีดำเนินการวิจัย

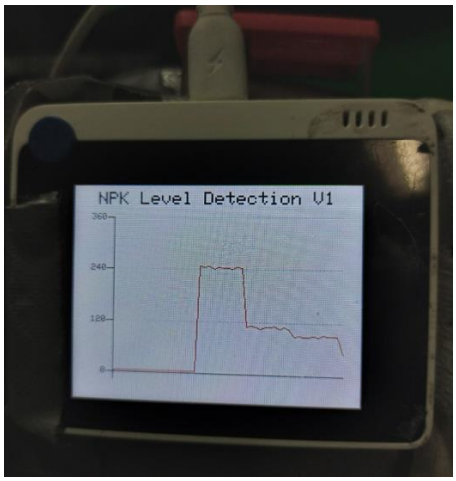
1. เตรียมสาระลายแอมโมเนียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2.00 4.00 6.00 8.00 และ 10.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นละ 5.00 มิลลิลิตร ใส่ลงในกล่องพลาสติกใสแล้วเติม Nessler's reagent ปริมาณ 500 ไมโครลิตร ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2.00 – 10.00 มิลลิกรัมต่อลิตร

2. วัดและบันทึกค่าความเข้มแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินจากแอลอีดีโมดูล เค-วาย 016 ที่ส่องผ่านกล่องพลาสติกใสก่อนเติมสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ ด้วยเซนเซอร์วัดความเข้มแสงของกล่องสมองกลฝังตัว WIO Terminal บันทึกค่าความเข้มแสงแต่ละสี สีละ 30 วินาที สลับกันเป็นจำนวน 15 ครั้ง แล้วนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน บันทึกความเข้มแสงสีแดง (I_{R0}). สีเขียว (I_{G0}) และสีน้ำเงิน (I_{Bo})

3. วัดและบันทึกค่าความเข้มแสงสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินจากแอลอีดีโมดูล เค-วาย 016 ที่ส่องผ่านกล่องพลาสติกใสที่มีสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เข้มข้น 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังเติมด้วย Nessler's reagent ปริมาณ 500 ไมโครลิตร เป็นเวลา 15 นาที ด้วยเซนเซอร์วัดความเข้มแสงของกล่องสมองกลฝังตัว WIO Terminal บันทึกค่าความเข้มแสงแต่ละสี สีละ 30 วินาที สลับกันเป็นจำนวน 15 ครั้ง แล้วนำมาคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงแบนมาตรฐาน บันทึกเป็นค่าความเข้มแสงสีแดง (I_R). สีเขียว (I_G) และสีน้ำเงิน (I_B) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 การวัดความเข้มแสงด้วย WIO Terminal

4. คำนวณหาผลต่างของค่าความเข้มแสงเฉลี่ยของแต่สี (ความยาวคลื่น) ที่วัดขณะไม่มีสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์กับความเข้มแสงเฉลี่ยที่วัดขณะมีสารละลาย

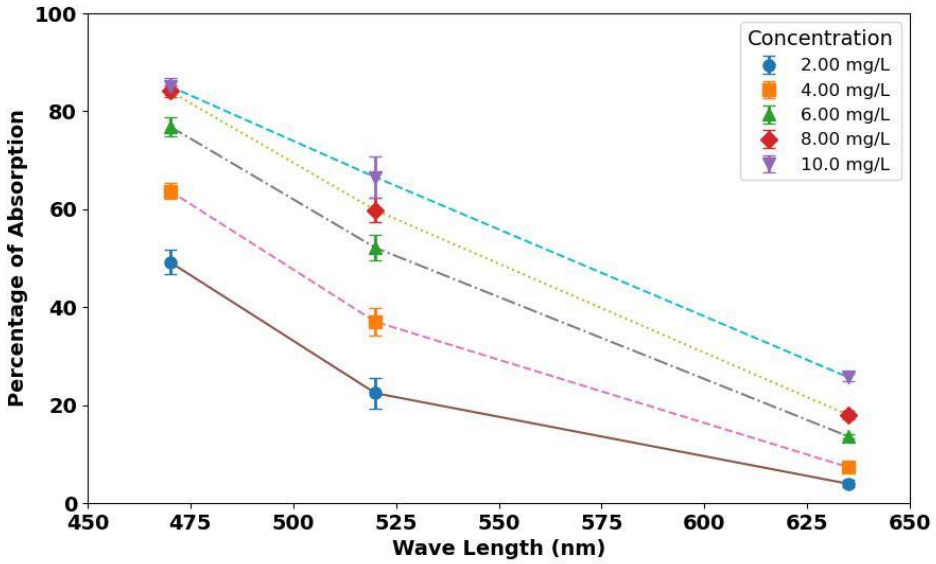
5. นำผลต่างของค่าความเข้มแสงเฉี่ยมาคำนวณค่าร้อยละการดูดกลืนแสงของสารละลาย

6. วิเคราะห์ค่าร้อยละการดูดกลืนแสงเพื่อสรุปถึงผลของความยาวคลื่นและความเข้มข้นของสารละลายต่อค่าการดูดกลืนแสง

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

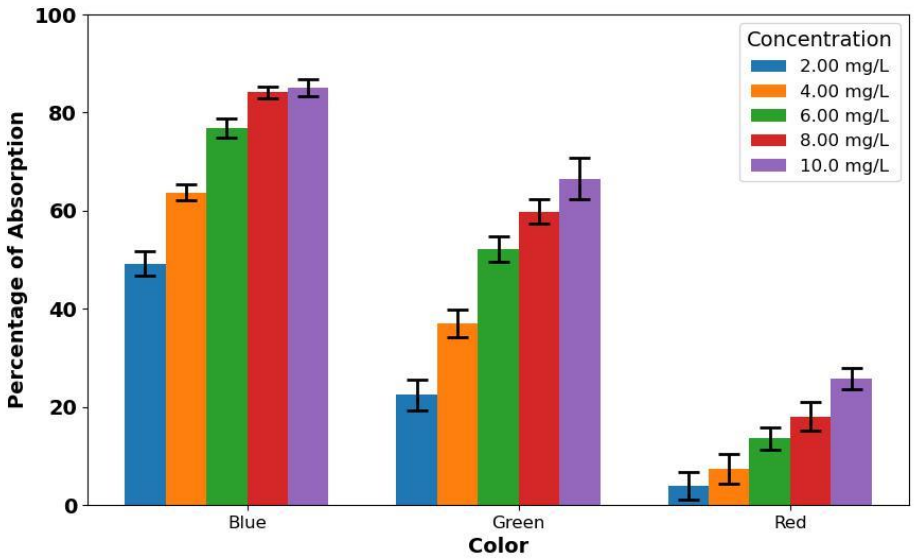
1. ผลของความความยาวคลื่นต่อการดูดแสงของสารละลาย

ผลศึกษาการดูดกลืนแสงของแอมโนเนียมคลอไรความเข้มข้น 2.00-10.00 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าการดูดกลืนแสงของสารละลายในทุกความเข้มข้นมีค่าลดลง เมื่อความยาวคลื่นเพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยแอมโมเนียมคลอไรด์ความเข้มข้น 10.00 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าการดูดกลืนแสงร้อยละ 85.10 ±1.68 ที่ความยาวคลื่น 475±5.00 นาโนเมตร และลดลงแบบเชิงเส้นจนมีค่าเป็นร้อยละ 25.70 ±0.78 ที่ความยาวคลื่น 635±5.00 นาโนเมตร ในขณะที่สารละลายเข้มข้น 2.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ความยาวคลื่น 475±5.00 520±5 และ 630±5.00 นาโนเมตร มีค่าการดูดกลืนแสงร้อยละ 49.21±2.56 22.43±2.11 และ 3.94 ±0.78 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากแอมโมเนียมคลอไรด์มีแอมโมเนียม (NH_4^+) มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบซึ่งไนโตรเจนสามารถดูดกลืนความยาวคลื่นช่วง 44–485 นาโนเมตร (Akriti Jain และคณะ, 2020) ได้สูงกว่าความยาวคลื่นสีเขียวและสีน้ำเงิน



รูปที่ 3 ร้อยละของการดูดกลืนแสงของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์เข้มข้น 2.00-10.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงความยาวคลื่น 475±5 นาโนเมตร 520±5 นาโนเมตร. และ 630±5 นาโนเมตร

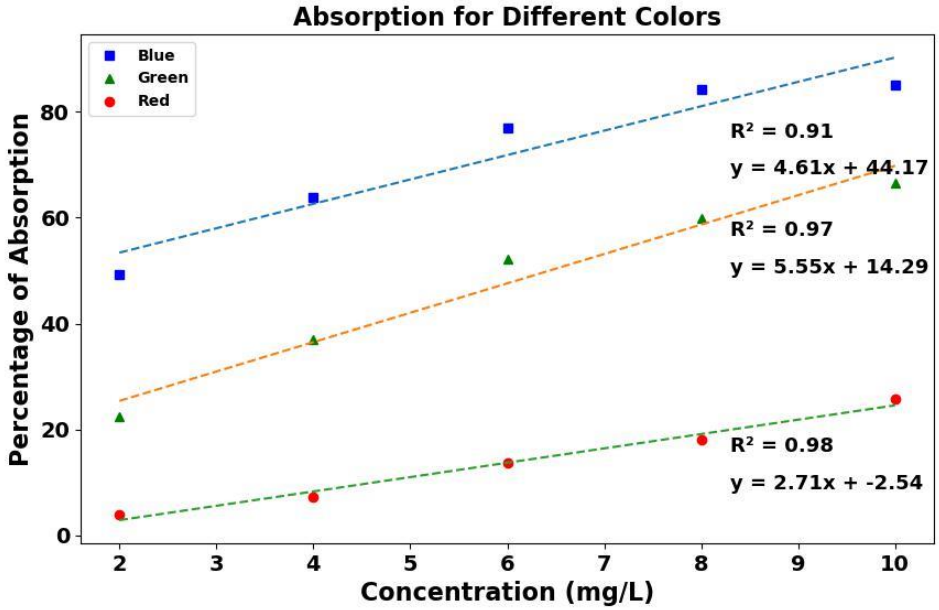
รูปที่ 4 แสดงการดูดกลืนแสงสีน้ำเงิน สีเขียวและสีแดงของแอมโมเนียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 2.00-10.00 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ทุกความเข้มข้นสามารถดูดกลืนแสงความยาวคลื่นสีน้ำเงิน (520±5.00 นาโนเมตร) ได้ดีกว่าแสงสีเขียวและสีแดง โดยมีค่าการดูดกลืนแสงร้อยละ 49.22 ±2.56 – 85.10 ±1.68 ในขณะที่แสงสีเขียว(520±5.00 นาโนเมตร) และแดง (630±5.00 นาโนเมตร) มีค่าการดูดกลืน ร้อยละ 22.44±3.11 - 66.54 ±4.29 และ 3.94±0.78 - 25.70 ±0.78 ตามลำดับ



รูปที่ 4 การดูดกลืนแสงความยาวคลื่น 475± 5.00 นาโนเมตร (สีน้ำเงิน) 520±5.00 นาโนเมตร (สีเขียว) และ 630±5.00 นาโนเมตร (สีแดง) ของสารละลายโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2.00-10.00 มิลลิกรัมต่อลิตร

2. ผลของความเข้มข้นต่อค่าการดูดแสงของสารละลาย

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2.00–10.00 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ค่าร้อยละของการดูดกลืนแสงสีน้ำเงิน สีเขียวและสีแดงมีค่าเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของสารละลาย แสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างร้อยการดูดกลืนแสงความยาวคลื่น 475± 5.00 นาโนเมตร (สีน้ำเงิน) 520±5.00 นาโนเมตร (สีเขียว) และ 630±5.00 นาโนเมตร (สีแดง) กับความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์

ผลการศึกษาพบว่าค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ความเข้มข้น 2.00 – 10.00 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเพิ่มขึ้นแบบเชิงเส้นตามการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของสารละลาย โดยเขียนเป็นสมการได้เป็น

$$A_{475nm} = 4.61X_{NH4Cll}+44.17 \quad (1)$$

$$A_{520nm} = 5.55X_{NH4Cll}+14.29. \quad (2)$$

$$A_{630nm} = 2.71X_{NH4Cll}-2.54. \quad (3)$$

เมื่อ X_{NH4Cl} คือ ความเข้มข้นของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

A_{475nm} A_{520nm} และ A_{630nm} คือ ร้อยละการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ได้จากแสงสีน้ำเงิน สีเขียว และสีแดงตามลำดับ

สรุปผลการวิจัย

กล่องสมองกลฝังตัว WIO Terminal สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาการดูดกลืนแสงของสารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4CL) ความเข้มข้น 2.00 -10.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ ดังนั้นจากผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าเราสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาวิธีวิเคราะห์แอมโมเนียมคลอไรด์ด้วยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมตรี โดยสามารถกำหนดความยาวคลื่นที่เหมาะสมในการวัดค่าการดูดกลืนแสงของแอมโมเนียมคลอไรด์ เพื่อใช้ในการหาความเข้มข้นของแอมโมเนียมคลอไรด์ในตัวอย่าง และน่าจะนำไปประยุกต์ใช้สำหรับตรวจวัดปริมาณหรือความเข้มข้นของสารละลายอื่น ๆ ได้เช่นกัน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ประจำปีงบประมาณ 2566

เอกสารอ้างอิง

Akriti, J., Ahizer, S. and Vaudana, K. (2020). Prediction of nutrients (N, P, K) in soil using color sensor (TCS3200). *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, 9*(3): 1768 – 1771.

Ramane, D. V., Patil, S. S. and Shaligram, A. D. (2015). Detection of NPK nutrients of soil using fiber optic sensor. *International Journal of Research in Advent Technology (Special Issue National Conference "ACGT, 2015)*, 13-14 February 2015: 66-70.

Singh, N. and Shaligram, A. (2014). NPK measurement in soil and automatic soil fertilizer dispensing robot. *International Journal of Engineering Research & Technology*, *3*(7): 635-637.

Rigor, G. R. and Jennifer, C. D. C. (2016). Soil pH and nutrient (Nitrogen, Phosphorus and Potassium) analyzer using colorimetry. *IEEE Region 10 Conference (TENCON), Proceedings of the International Conference*, 1 November 2016: 2387 – 2391.

Isaak, S., Yusof, Y., Ngajikin, N. H., Ramli, N. and Chuan, M. W. (2019). A low cost spectroscopy with Raspberry Pi for soil macronutrient monitoring. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control), 17*(4): 1867-1873.

สมาคมดาราศาสตร์และวิทยาศาสตร์อวกาศเพื่อการศึกษา
(Astronomy and Space Science Society for Education; ATSSE)
ที่ตั้ง: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
เลขที่ 38 หมู่ 8 ตำบลนาวุ้ง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี 76000

https://www.atsse.org/