

การดัดแปลงอุปกรณ์ชุดศึกษาสเปกตรัมเพื่อการบันทึกด้วยสมาร์ทโฟน Modification of spectrum demonstration devices for recording with smartphones

เอกราช ตาแก้ว*¹ และ รัศมี ชัยสุขสันต์²

¹กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนรัตนราษฎร์บำรุง อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี
สพม.8 70110

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร อ. เมือง จ. นครปฐม 73000

*E-mail : Aekchem44@gmail.com

บทคัดย่อ

การดัดแปลงชุดอุปกรณ์ศึกษาสเปกตรัมเพื่อการบันทึกด้วยสมาร์ทโฟน เป็นการช่วยสนับสนุนการทดลองศึกษาสเปกตรัมของธาตุในรายวิชาปฏิบัติการเคมี ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ด้วยการเลือกใช้วัสดุที่มีราคาถูกและหาได้ง่ายเพื่อดัดแปลงชุดศึกษาสเปกตรัมที่ผลิตโดยบริษัทแกมมาโก้ (ประเทศไทย) จำกัด ลักษณะเดิมเป็นกล่องไม้สีน้ำตาล ใช้ใส่แหล่งแสงซึ่งเป็นหลอดบรรจุก๊าซชนิดต่างๆที่จะถูกจุดประกายแล้วให้สเปกตรัม มีฟิวส์และปลั๊กต่อกับไฟฟ้า 220 V, AC 50 Hz เพื่อให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าแก่หลอดบรรจุก๊าซ ผู้วิจัยได้ออกแบบกล่องไม้จากไม้อัดที่ใหญ่กว่ารูปทรงเดิมเล็กน้อยเพื่อบรรจุกล่องเดิมลงไปได้ จึงช่วยแก้ไขเรื่องแสงรบกวนจากภายนอก แล้วประดิษฐ์กล่องสเปกโตรสโคปอย่างง่าย จากกระดาษแข็งม้วนเป็นท่อทรงกระบอกติดกับแผ่น CD ทำหน้าที่แยกแสงแทนแผ่นเกรตติง และใช้โทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟนในการรับแสงพร้อมกับบันทึกภาพสเปกตรัม ชุดอุปกรณ์ที่ดัดแปลงแล้วสามารถใช้ศึกษา Visible spectrum จากแหล่งแสงดวงอาทิตย์ และ หลอดฟลูออเรสเซนต์ และ ศึกษา Emission spectrum ที่ได้จากหลอดบรรจุก๊าซไฮโดรเจน ฮีเลียม ไอปรอท และนีออน โดยไม่ต้องทำการทดลองในห้องมืด โทรศัพท์แบบสมาร์ทโฟนที่เก็บภาพไว้สามารถนำไปเชื่อมต่อกับโปรเจคเตอร์เพื่อแสดงภาพสเปกตรัมบนหน้าจอในห้องเรียน และชุดอุปกรณ์ที่ดัดแปลงสามารถนำไปใช้ศึกษานอกห้องเรียนได้อีกด้วย

คำสำคัญ : ชุดศึกษาสเปกตรัม แผ่น CD กล่องสเปกโตรสโคป สมาร์ทโฟน การดัดแปลง

ABSTRACT

Modification of spectrum demonstration device for recording with smartphone was applied to support study of elemental spectra in chemistry laboratory at high school levels. Cheap and easy available materials were used to modify the spectrum demonstration devices produced by Gammaco (Thailand) Co., Ltd. The original device is a black wooden box for fixing a lamp source which is a gas containing glass tube, with fuse and plug for operation with 220 V, 50 Hz. Various spectra are obtained by using different lamp sources sparked by high voltage generators. The new wooden box was made from plywood to form a bit larger box so that it can cover the original box and prevent interference from the outside stray light. The simple spectroscope was made from a hard paper roll as a cylindrical tube glued with a diffraction grating cut from a CD disc and a smartphone as the spectrum recorder. The fabricated spectroscope can take pictures of visible light from the sun and fluorescent lamps. Emission spectrum of tubes containing hydrogen, helium, mercury vapor, and neon, can be observed by the modified spectroscope without darkroom requirement. Photographs of spectra are easily taken with smartphones which can be connected to a projector in order to show the spectra images on screen in the classroom. The modified device is also applicable outside the classroom.

Keywords: spectrum demonstration device, compact disk (CD), spectroscope, smartphone, modification

บทนำ

การสังเกตสเปกตรัม (spectrum) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนสำหรับการศึกษาเรื่องของแสงและสี ซึ่งเป็นพื้นฐานของการศึกษาสเปกโตรสโคปี (spectroscopy) [1] มีการเผยแพร่วิธีการประดิษฐ์กล้องสเปกโตรสโคปอย่างง่ายและสาธิตวิธีใช้เพื่อศึกษาสเปกตรัมสำหรับการทดลองในชั้นเรียน การประดิษฐ์กล้องสเปกโตรสโคปจากแผ่น CD สามารถทำได้ง่าย เพราะเป็นวัสดุราคาถูก สามารถเห็นสเปกตรัมเป็นที่น่าพอใจ [2], [3], [4], [5], [6] และ [7] โดยแผ่น CD ถูกใช้แทนแผ่นเกรตติง เมื่อมีลำแสงตกกระทบแสงจะเกิดการเลี้ยวเบน (diffraction) แยกออกเป็นแถบสีต่างๆกันที่เรียกว่าสเปกตรัมได้ ลักษณะของเกรตติงมีร่องเป็นเส้นขนานเรียงอยู่ชิดกันมาก โดยทั่วไปมีประมาณ 600 เส้นต่อมิลลิเมตร ขณะที่ในแผ่น CD มีร่องการบันทึกเสียงความกว้าง 1.6 ไมโครเมตร มีจำนวนร่องเป็น 625 เส้นต่อมิลลิเมตร ดังนั้นเมื่อใช้แผ่น CD ในการรับแสง ก็สามารถเห็นเส้นสเปกตรัมปรากฏบนผิวของแผ่น CD ได้ เช่นเดียวกับการใช้แผ่นเกรตติง ในการทดลองถ้าให้แสงอาทิตย์หรือแสงขาวจากหลอดไฟส่องผ่านเกรตติงจะเห็นสเปกตรัมของแสงอาทิตย์หรือแสงขาวปรากฏเป็นสีรุ้ง 7 สี ที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 400-700 นาโนเมตร ซึ่งเป็นสเปกตรัมของแสงที่มองเห็นได้ (visible spectrum) และสามารถใช้ศึกษาการคายพลังงานแสงของธาตุต่างๆที่จะปรากฏเป็นเส้นสเปกตรัมสีต่าง ๆ ที่เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละธาตุได้ [8], [9] และ [10]

การทดลองศึกษาเส้นสเปกตรัมของธาตุตามหนังสือเรียนรายวิชา เคมี เล่ม 1 ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ [11] มีการใช้ชุดศึกษาสเปกตรัมของธาตุ ซึ่งเมื่อนำมาใช้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีข้อจำกัดในเรื่องของแสงสว่างจากภายนอกรบกวน เนื่องจากสภาพห้องเรียนไม่เอื้อต่อการควบคุมแสง ทำให้เห็นสเปกตรัมของธาตุไม่ชัดเจน และไม่สามารถบันทึกภาพสเปกตรัมของธาตุได้ สำหรับองค์ประกอบของชุดศึกษาสเปกตรัมของธาตุที่มีจำหน่าย ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้าความต่างศักย์สูง (high voltage source) หลอดบรรจุก๊าซ (gas discharge tube) ชนิดต่างๆ และแผ่นเกรตติง หรือ กล้องสเปกโตรสโคป ตัวกล้องมีสเกลบอกความยาวคลื่น สามารถใช้กับแสงความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร และใช้ในการส่องสเปกตรัมจากแหล่งกำเนิดแสงต่างๆได้ แต่เนื่องจากแผ่นเกรตติงซึ่งเป็นแผ่นปริซึมแก้วมีอายุการใช้งานจำกัด แดกหักง่าย ส่วนกล้องสเปกโตรสโคปที่ใช้บันทึกสเปกตรัมมีราคาแพงและไม่ได้มีใช้ในทุกห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้เขียนจึงมีแนวคิดที่จะทำการดัดแปลงอุปกรณ์ชุดสเปกตรัมที่ใช้งานร่วมกับสมาร์ตโฟนได้ โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประดิษฐ์กล้องสเปกโตรสโคปที่ใช้แผ่น CD มาเป็นส่วนประกอบของกล้องสเปกโตรสโคป แทนแผ่นเกรตติง เพราะมีราคาถูก หาได้ง่ายและบันทึกภาพ สเปกตรัมของธาตุต่างๆ โดยใช้สมาร์ตโฟน ซึ่งเป็นเครื่องมือสื่อสาร ที่ในปัจจุบันนักเรียนแทบทุกคนมีเป็นของใช้ประจำตัว

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อดัดแปลงอุปกรณ์ชุดศึกษาสเปกตรัมให้สามารถบันทึกภาพสเปกตรัมด้วยสมาร์ตโฟนได้
2. เพื่อศึกษาสเปกตรัมจากแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ ที่ได้จากการใช้อุปกรณ์ชุดศึกษาสเปกตรัมที่ดัดแปลงแล้ว

วัสดุอุปกรณ์

1. ชุดศึกษาสเปกตรัมของบริษัทแกมมาโก้
2. หลอดบรรจุก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ก๊าซฮีเลียม (He) ก๊าซนีออน (Ne) ไอปรอท (Hg) และหลอดฟลูออเรสเซนต์
3. แผ่นซีดี
4. กรรไกร
5. คัตเตอร์
6. กาวลาเท็กซ์
7. เทปใส
8. กระดาษแข็ง
9. กล่องไม้อัดดัดแปลง ที่มีความหนา 10 มิลลิเมตร
10. สีสำหรับทาไม้
11. ไม้บรรทัด

วิธีการดัดแปลงและการประดิษฐ์

การดัดแปลงกล่องอุปกรณ์ชุดศึกษาสเปกตรัมพร้อมหลอดบรรจุก๊าซ

1. ชุดศึกษาสเปกตรัมของบริษัทแกมมาโก้ (ประเทศไทย) จำกัด เป็นผู้ผลิตและจำหน่าย มีลักษณะเป็นกล่องไม้สี่เหลี่ยมสีดำขนาด 13.7x14x35 เซนติเมตร ภายในมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าความต่าศักย์สูง ส่วนหน้ามีขั้วสำหรับใส่หลอดบรรจุก๊าซ มีฟิวส์และปลั๊กต่อกับไฟฟ้า 220 V, AC 50 Hz ซึ่งผู้เขียนนำมาดัดแปลงด้วยการออกแบบกล่องไม้ทำจากไม้อัดให้เป็นกล่องสี่เหลี่ยมขนาด 18x40x40 เซนติเมตร ที่ใหญ่กว่ารูปทรงเดิม จึงใส่กล่องชุดศึกษาสเปกตรัมของธาตุเดิมได้พอดี และช่วยป้องกันแสงสว่างภายนอกห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้

2. ทาสีภายในกล่องไม้อัดด้วยสีดำ และเจาะรูด้านหน้าบริเวณกลางกล่องเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร เพื่อใช้ส่องสเปกตรัมของธาตุ เจาะรูด้านหลังให้ตรงกับสวิตช์ ปิด-เปิด

3. ขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์ชุดศึกษาสเปกตรัม แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดัดแปลงอุปกรณ์ชุดศึกษาสเปกตรัม

การประดิษฐ์กล่องสเปกโตรสโคปอย่างง่ายจากแผ่น CD

งานของ Wakabayashi และคณะ[12] ได้ออกแบบกล่องสเปกโตรสโคปจากแผ่น CD-ROM ในลักษณะกล่องสี่เหลี่ยมซึ่งใช้กล่องรองเท้าหรือกล่องที่ขลุ่ยที่มีขนาดคล้าย ๆ กันได้ แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของการเจาะช่องแสงเข้า (entrance slit) ที่ต้องเจาะให้มีความกว้าง 2 มิลลิเมตรและความยาว 1 มิลลิเมตร โดยมีขอบเรียบชัดเจน ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์ตัดที่มีความคมมาก จึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษเพราะจะมีผลต่อคุณภาพของสเปกตรัมที่ส่องได้ ถ้าหากนักเรียนทำเอง อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุจากการใช้ของมีคม ดังนั้นผู้เขียนจึงดัดแปลงและประยุกต์การประดิษฐ์กล่องสเปกโตรส

โคปจากแผ่น CD ที่นักเรียนสามารถทำขึ้นเองได้ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ตัดกระดาษแข็งขนาด 15x12 เซนติเมตร ระบายสีด้านในด้วยสีดำเพื่อป้องกันการสะท้อนแสงภายในของกล่องสเปกตรัม
2. ม้วนกระดาษที่ตัดได้ให้เป็นที่ทรงกระบอกความยาว 15 เซนติเมตร แล้วติดด้วยกาวให้แน่น ให้ได้ทรงกระบอกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 3 เซนติเมตร
3. นำแผ่น CD มากรีดด้วยคัตเตอร์ด้านที่มีตัวอักษรระบุชื่อ จากนั้นใช้เทปใสช่วยดึงและลอกแผ่นพลาสติกออกแล้วตัดแผ่น CD ใสที่ได้ด้วยกรรไกรให้ได้แผ่นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 3 เซนติเมตร (ตำแหน่งแผ่น CD ที่ตัดได้จะเป็นบริเวณ

เดียวกันเพื่อใช้ทำหน้าที่เป็นแกรตติงเมื่อวัดจากเส้นผ่าศูนย์กลางของแผ่น CD) นำไปติดเข้ากับปลายเปิดด้านหนึ่งของม้วนกระดาษแข็งข้างต้นด้วยกาวลาเท็กซ์ ปลายเปิดอีกด้านของทรงกระบอกปิดทับด้วยแผ่นกระดาษแข็งที่เจาะรูตรงกลางให้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร ใช้เป็นช่องสำหรับการส่องมอง

4. ตกแต่งหลอดลายกลิ้งสเปกตรัมตามที่นักเรียนชื่นชอบให้สวยงาม ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 กล้องสเปกโตรสโคปอย่างง่ายจากแผ่น CD

การใช้อุปกรณ์ชุดศึกษาสเปกตรัมที่ดัดแปลงให้บันทึกภาพด้วยสมาร์ทโฟน

1. นำชุดอุปกรณ์ศึกษาสเปกตรัมที่ดัดแปลงมาตรวจสอบความพร้อมในการใช้งานกับแหล่งแสงต่างๆ โดยใส่หลอดบรรจุก๊าซต่างๆ เช่น ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ก๊าซฮีเลียม (He) ก๊าซนีออน (Ne) ไอปรอท (Hg) และหลอดฟลูออเรสเซนต์ เข้ากับขั้วไฟฟ้าในกล่อง เสียบปลั๊กไฟฟ้าและเปิดสวิทช์ ดังรูปที่ 3

2. สอดปลายกล้องสเปกตรัมด้านที่มีแผ่น CD เข้าในช่องด้านหน้าของกล่องไม้ และขยับหาตำแหน่งที่จะเห็นสเปกตรัมซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของแหล่งกำเนิดแสงแต่

ละชนิดด้วยตาเปล่าผ่านช่องส่องมอง นักเรียนจะพบด้วยตนเองว่าตำแหน่งที่เอียงทำมุมประมาณ 60 องศา ไปทางซ้ายหรือขวาก็ประมาณของหลอดบรรจุก๊าซเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด เมื่อได้ตำแหน่งที่แน่นอน จึงใช้กล้องจากสมาร์ทโฟนวางแนบกับช่องส่องมอง เพื่อบันทึกภาพสเปกตรัมที่ได้ เก็บไว้ในสมาร์ทโฟน ดังรูปที่ 4 จากภาพที่ได้สามารถนำไปสรุปและอภิปรายผลกับเพื่อนๆ ในห้องเรียนต่อไป



รูปที่ 3 การตรวจสอบความพร้อมใช้งานของแหล่งแสงต่างๆ เพื่อศึกษาสเปกตรัมของธาตุ



รูปที่ 4 การศึกษาสเปกตรัมของกลุ่มนักเรียนโดยใช้ อุปกรณ์ชุดศึกษาสเปกตรัมที่ดัดแปลง

ผลการวิจัย

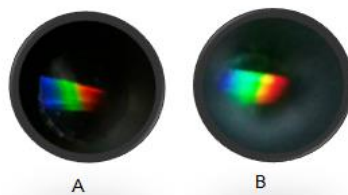
การมองเห็นและการถ่ายรูปสเปกตรัมด้วย สมาร์ตโฟน

นักเรียนสามารถมองเห็นสเปกตรัมของแสงจากแหล่งกำเนิดแสงได้ เมื่อใช้กล้องสเปกโตรสโคปอย่างง่ายที่ประดิษฐ์จากแผ่น CD เช่นเดียวกับผลการทดลองที่ได้จากการประดิษฐ์กล้องสเปกโตรสโคปด้วยแผ่น CD-ROM ในงานของ Wakabayashi และคณะ [12] แต่งานวิจัยของเขามีวิธีการทำกล้องที่ยุ่งยากมากกว่า ในการถ่ายภาพโดยใช้สมาร์ตโฟนนั้น สามารถทำได้ง่ายเนื่องจากเมื่อได้ตำแหน่งที่แน่นอนของมุกกล้องแล้ว ให้ประกบช่องส่องมองเข้ากับสมาร์ตโฟน และปรับให้ชัดเจนได้อีกด้วยการปรับจุดโฟกัสภาพที่ปรากฏบนจอของสมาร์ตโฟน

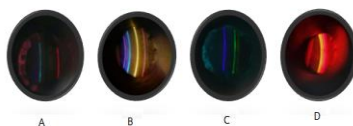
สเปกตรัมที่ได้จากการใช้อุปกรณ์ชุด ศึกษาสเปกตรัมที่ดัดแปลง

ผลจากการใช้อุปกรณ์ชุดศึกษาสเปกตรัมที่ดัดแปลง นักเรียนได้เรียนรู้และสังเกตเห็นสเปกตรัมแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ สเปกตรัมแบบต่อเนื่อง (continuous spectrum) จากแสงจากดวงอาทิตย์ และหลอดฟลูออเรสเซนต์ ดังรูปที่ 5 ที่สามารถมองเห็นสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด และแดง เป็นแถบต่อเนื่องกันไป และสามารถเห็นสเปกตรัมแบบไม่ต่อเนื่อง (discontinuous spectrum) ของ ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ก๊าซฮีเลียม (He) ไอปรอท (Hg) และ ก๊าซนีออน (Ne) ดังรูปที่ 6 จึงสรุปได้ว่าธาตุละชนิดให้สเปกตรัมที่เป็นลักษณะเฉพาะมีจำนวนเส้นสีและสีที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ภาพถ่ายสเปกตรัมของธาตุ

อาจมีลักษณะที่เป็นแถบตรงหรือโค้งต่างกัน เพราะร่องบนแผ่น CD เป็นร่องที่โค้งขนานกัน มุมตกกระทบของแสงบนแผ่น CD และมุมสะท้อนแสงจากแผ่น CD ในกล้องสเปกโตรสโคปที่ประดิษฐ์เอง เข้าสู่กล้องของสมาร์ตโฟนที่แตกต่างกันไปเพียงเล็กน้อยของนักเรียนแต่ละคน สามารถทำให้เห็นเป็นแถบสเปกตรัมที่ตรงหรือโค้งได้ต่างกันไปด้วย แต่จำนวนเส้นและสีสำหรับแหล่งแสงชนิดเดียวกันจะไม่ต่างกัน



รูปที่ 5 ภาพถ่ายบันทึกโดยสมาร์ตโฟนของ Visible spectrum ของแสงจากดวงอาทิตย์ (A) และหลอดฟลูออเรสเซนต์ (B) ที่ส่องจากกล้องสเปกโตรสโคปประดิษฐ์จากแผ่น CD



รูปที่ 6 ภาพถ่ายบันทึกโดยสมาร์ตโฟน จาก Emission spectrum ของหลอดบรรจุก๊าซ (A) ไฮโดรเจน, (B) ฮีเลียม, (C) ไอปรอท และ (D) นีออน เมื่อใช้อุปกรณ์ชุดศึกษาสเปกตรัมที่ดัดแปลงและใช้กล้อง สเปกโตรสโคปประดิษฐ์จากแผ่น CD

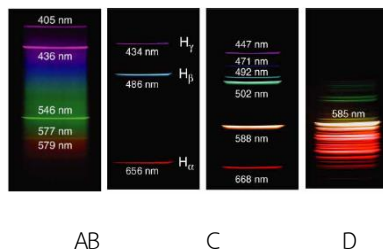
จากผลการทดลอง พบว่าเส้นสเปกตรัมของไอปรอทและนีออน แยกออกจากกันไม่ชัดเจนนัก เมื่อเปรียบเทียบกับงานของ Wakabayashi และ Hamada [13] ที่ประดิษฐ์กล้องสเปกโตรสโคปจากแผ่น DVD ที่ให้ความละเอียดและชัดเจนของเส้นสเปกตรัมดังรูปที่ 7 โดยเฉพาะการแยกเส้นสเปกตรัมสีเหลืองที่ความยาวคลื่น 577 และ 579 นาโนเมตร ของไอปรอทจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ออกจากกันได้เนื่องจากแผ่น DVD เป็นแถบบันทึกข้อมูลที่มีความกว้างของร่อง เพียง 0.74 ไมโครเมตร และมีจำนวนเส้น 1,350 เส้นต่อมิลลิเมตร จึงเป็นเกรตติงที่มีความละเอียดมากกว่า มีประสิทธิภาพในการแยกสเปกตรัมที่สูงกว่าการใช้แผ่น CD แต่ทั้งนี้งานที่เสนอโดยใช้แผ่น CD นี้ก็เพียงพอสำหรับการศึกษาสเปกตรัมของนักเรียนในรายวิชาเคมี ของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถจำแนกสเปกตรัมของแสงขาวได้ การดัดแปลงอุปกรณ์ชุดศึกษาสเปกตรัมเพื่อใช้กับสมาร์ตโฟนนี้ สามารถลดการรบกวนของแสงที่มาจากภายนอก ทำให้นำไปใช้ในอกห้องเรียนได้ ซึ่งต่างจากการใช้อุปกรณ์ชุดศึกษาสเปกตรัมเดิม ตามหลักสูตรที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ได้จัดทำวิดีโอ มีการสาธิตการใช้ที่ต้องทำในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีด ต้องมีผ้ามาบังแสง จึงจะสามารถมองเห็นสเปกตรัมของธาตุได้เมื่อมองส่องผ่านแผ่นเกรตติง ดังรูปที่ 8 [14] และการใช้อุปกรณ์ชุดศึกษาสเปกตรัมที่ดัดแปลง ใช้ดูสเปกตรัมจากแสงอาทิตย์ได้โดยไม่เป็นอันตราย เพราะไม่ต้องใช้ตาส่องดูดวงอาทิตย์โดยตรงผ่านแผ่นเกรตติง สามารถนำไปใช้ในการจัด

กิจกรรมกระบวนการเรียนรู้ให้กับนักเรียนในการศึกษาสเปกตรัมจากแหล่งกำเนิดแสงต่าง ๆ ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน

สรุปและเสนอแนะ

1. สามารถประดิษฐ์กล้องสเปกโตรสโคปจากแผ่น CD ได้ง่ายจากวัสดุที่มีอยู่ ราคาถูก และช่วยประหยัดงบประมาณ ในการจัดซื้ออุปกรณ์การทดลองที่มีราคาแพง สามารถนำไปใช้งานได้เป็นอย่างดีในการทดลองศึกษาสเปกตรัมในชั้นเรียน

2. การดัดแปลงอุปกรณ์ชุดศึกษาสเปกตรัมของธาตุ โดยการบรรจุกล่องแหล่งกำเนิดศัลยกรรมไฟฟ้าความต่างศักย์สูงพร้อมหลอดบรรจุก๊าซในกล่องไม้อัดอีกชั้นหนึ่ง ทำให้นำ



รูปที่ 7 ภาพถ่ายบันทึกโดยกล้องถ่ายรูปของ Visible spectrum (A) หลอดฟลูออเรสเซนต์ และ Emission spectrum ของหลอดบรรจุก๊าซของธาตุ (B) ไฮโดรเจน, (C) ฮีเลียม และ (D) นีออน ที่ได้จากกล้องสเปกโตรสโคปประดิษฐ์จากแผ่น DVD [13]



รูปที่ 8 การศึกษาเส้นสเปกตรัมของธาตุ
วิทยาศาสตร์ ม. 4-6 (เคมี) [14]

ไปใช้นอกห้องเรียนหรือในภาคสนามได้ โดยที่สามารถลดการรบกวนของแสงจากภายนอกได้ จึงเหมาะกับการจัดนิทรรศการทางวิทยาศาสตร์ที่เดิมต้องทำในห้องที่มีดสามารถนำไปใช้เป็นสื่อการสอนเรื่องสีและสเปกตรัมนักเรียนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา

3. นักเรียนสามารถมองเห็นสเปกตรัมได้ง่ายและเข้าใจความแตกต่างของสเปกตรัมที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสงต่าง ๆ นักเรียนสนุกกับการถ่ายภาพด้วยสมาร์ตโฟนของนักเรียนเอง สามารถบันทึกภาพ ลบภาพ และเก็บไว้เพื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นในการอภิปรายผลการทดลอง นอกจากนี้ยังสามารถเชื่อมต่อกับโปรเจคเตอร์เพื่อฉายภาพบนจอในชั้นเรียนได้

4. สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์และคิดแก้ปัญหาโดยนำความรู้ทางทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้

5. เป็นแนวทางแก่ครูผู้สอนในการจัดการศึกษา ที่ให้ความสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้อย่าง

แท้จริง ให้มีความสอดคล้องกับวิสัยทัศน์ในการพัฒนาคนให้มีการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพในการจัดการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 การเรียนการสอนเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Child – Centered) โดยนักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้เอง (Construction of Knowledge) จากกระบวนการการเรียนรู้เน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง

เอกสารอ้างอิง

- [1] Shakhshiri, B. Z. 1983. *Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry*; University of Wisconsin Press: Madison.
- [2] Edwards, R. K., Brandt, W. W. and Companion, A. L. 1962. "Simple and Inexpensive Student Spectroscope". *Journal of Chemistry Education*. 39(3):147-148.
- [3] Cortel, A. and Fernández, L. 1986. "Inventory Control". *Journal of Chemistry Education*. 63(4):348-349.
- [4] Jacobs, S. F. 1997. "Challenges of Everyday Spectra". *Journal of Chemistry Education*. 74(9):1070.
- [5] Solomon, S. and et al. 1994. "Overhead projector demonstration". *Journal of Chemistry*

- Education. 71(3):250–251.
- [6] Goode, S. R. and Mets, L. A. 2003. "Emission Spectroscopy in the Undergraduate Laboratory". *Journal of Chemistry Education*. 80(12):1455–1459.
- [7] Knauer, T. 2002. "A Compact Disk Transmission Spectroscope". *Physics Teacher*. 40(8):466–467.
- [8] Mebane, R. C. and Rybolt, T. R. 1992. "Filtrates & residues" *Journal of Chemistry Education*. 69(5):401-402.
- [9] Brouwer, H. 1992. "Line spectra Using a CD Disc" *Journal of Chemistry Education*. 69(10):829.
- [10] Cornwell, M. G. 1993. "CD means Colourful Diffraction". *Physics Education*. 28:12-14.
- [11] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553. หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติม เคมี เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 1; กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ. ลาดพร้าว [12] Wakabayashi, F., Hamada. K. and Sone, K. 1998. "CD-ROM Spectroscope: A Simple and Inexpensive Tool for Classroom Demonstrations on Chemical Spectroscopy". *Journal of Chemistry Education*. 75(12):1569–1570.
- [13] Wakabayashi, F. and Hamada. K. 2006. "A DVD Spectroscope: A Simple, High-Resolution Classroom Spectroscope". *Journal of Chemistry Education*. 83(1): 56–58.
- [14] *Spectrum of Elements Science M.4-6* (Chemistry). Available: <https://www.youtube.com/watch?v=q7B9GIPE8d8>. Accessed 05 October 2017. (in Thai)

ภาคผนวก



รูปที่ 9 การศึกษาสเปกตรัมจากการใช้อุปกรณ์ชุดศึกษา สเปกตรัมตัดแปลงในห้องเรียนวิชาเคมี ม.4

รูปที่ 10 การประดิษฐ์กล่องสเปกโตรสโคปจากแผ่น CD และศึกษาสเปกตรัมในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ โรงเรียนรัตนราษฎร์บำรุง อ. บ้านโป่ง จ. ราชบุรี