



วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<https://www.tci-thaijo.org/index.php/edkkuj>

จัดทำวารสารโดย คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

การออกแบบการปฏิบัติงานสอน เรื่อง โครงสร้างแบบจุดของลิวิส โดยใช้โมเดลแม่เหล็ก A Teaching Design with Magnetic Model of Lewis Dot Structure

พลากร คำขวา^{1*}

Phalakorn Kamkhou^{1*}

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ฝ่ายมัธยมศึกษา (ศึกษาศาสตร์), มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ประเทศไทย^{1*}

Khon Kaen University Demonstration Secondary School (Suksasart), Khon Kaen University, Thailand^{1*}

Received: April 10, 2020 Revised: April 27, 2020 Accepted: May 21, 2020

บทคัดย่อ

แบบจำลองหรือโมเดล เป็นสิ่งที่สร้างขึ้นเพื่ออธิบายแนวคิด หลักการ ที่สามารถเชื่อมโยงทฤษฎีกับความเป็นจริงได้ เพื่อสื่อสารให้เกิดความเข้าใจทฤษฎีหรือหลักการต่าง ๆ ได้มากขึ้น โดยเฉพาะการเรียนรู้ในวิชาเคมีที่นักเรียนจะต้องเรียนเนื้อหาที่มักจะเป็นนามธรรมและไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนจะต้องคิดค้นวิธีการที่จะทำให้ นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เป็นนามธรรมนั้นให้ชัดเจนขึ้น การใช้โมเดลเป็นวิธีการทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ใช้เป็นสื่อกลางในการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนและครูผู้สอน ใช้ตรวจสอบความรู้พื้นฐานและขยายผลไปสู่การเรียนรู้ในแนวคิดใหม่ และช่วยตรวจสอบโมเดลวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนในขณะที่จัดการเรียนการสอน นำไปสู่การแก้ไขโมเดลให้ถูกต้องและทันการณ์ บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวิธีการออกแบบการปฏิบัติงานสอน เรื่องโครงสร้างแบบจุดของลิวิส โดยอาศัยโมเดลแม่เหล็กที่สร้างขึ้น เพื่อใช้เป็นสื่อแนวทางในเขียนโครงสร้างแบบจุด ช่วยลดความยุ่งยากซับซ้อนจากเขียนลงบนกระดาน ทั้งยังทำให้นักเรียนเข้าใจในหลักการและวิธีการเขียนโครงสร้างแบบจุดได้ง่ายขึ้น โดยวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างโมเดลนี้ มีจำหน่ายทั่วไป หาซื้อได้ง่าย และราคาไม่แพงมากนัก

คำสำคัญ: โมเดลแม่เหล็ก โครงสร้างแบบจุดของลิวิส แบบจำลอง

Abstract

Models were created to explain the concepts and the principles, which connect to the theories and actualities for better comprehension. Especially, the students who study chemistry that they often have to learn the contents which is abstract and invisible. Teachers have to invent methods to make students understand with abstract content. Modeling is one of the appropriate ways to help students improve their learning. Modeling can be used as the medium for learning and teaching to stimulate students to interact with their friends and their teachers. Moreover, it is used to examine basic knowledge, expand the learning into new concepts and helps to check the scientific concepts that are in error while providing instruction to correct the concept at time. This article aims to present the teaching design with created magnetic

*Corresponding author. Tel.: 081 545 9422

Email address: phalka@kku.ac.th

model for guiding and reducing the hassle of writing structures on paper. This model also helps to make students have easier and better understanding about Lewis dot structure. The materials are commercially available, easy to find and not very expensive.

Keywords: Magnetic model, Lewis dot structure, Model

■ บทนำ

แบบจำลอง (Model) คือสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นเพื่ออธิบายแนวคิด หลักการ ทฤษฎี หรือกฎ เป็นตัวแทนของวัตถุ แนวคิด กระบวนการ หรือระบบ ซึ่งเป็นสิ่งเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับความจริง เพื่อให้เข้าใจแนวคิดต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ทำให้มองเห็นภาพปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ และใช้แบบจำลองในการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อสื่อความหมายข้อมูลที่เข้าใจได้ยาก ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น (ชาติรี ฝ่ายคำตา และกรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, 2557)

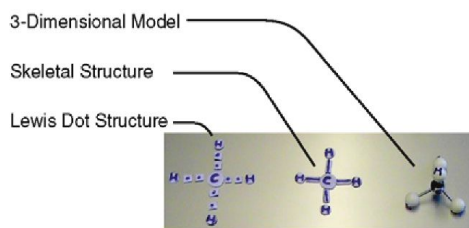
แบบจำลองที่ใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น สามารถใช้เป็นส่วนกลางในการกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายร่วมกันและทำให้นักเรียนมีเวลาสำหรับการคิดมากขึ้น (กานต์ตระกูล วุฒิสเลา, 2557) ใช้เป็นเครื่องมือตรวจสอบความรู้เดิมและความรู้พื้นฐาน เพื่อขยายผลไปสู่การเรียนรู้ในแนวคิดใหม่ ช่วยส่งเสริมให้ได้ลงมือปฏิบัติจริง มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนในชั้นเรียน ช่วยพัฒนาให้มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง (ธัญญา คงทน และคณะ, 2559) และยังสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ที่ผู้เรียนใช้การเรียนรู้ผ่านกิจกรรมและสื่อ นวัตกรรม ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้แนะนำและอำนวยความสะดวก (สถาพร พุทธิพิบูล, 2555)

แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์อย่างหนึ่งที่รู้จักและยอมรับกันอย่างกว้างขวางของนักเคมี คือ สัญลักษณ์แบบจุดของลิวิส (Lewis Dot Symbol) ซึ่ง Gilbert Newton Lewis เป็นผู้คิดค้นขึ้น เพื่อใช้เป็นแบบจำลองที่ช่วยอธิบายเกี่ยวกับอิเล็กตรอนวงนอกสุดของธาตุตามแนวคิดกฎออกเตต โดยใช้จุดแทนอิเล็กตรอนวงนอกสุดของธาตุ นำไปสู่การอธิบายกลไกการเกิดพันธะโคเวเลนต์และโครงสร้างโมเลกุลโคเวเลนต์ได้ (Tieman, 1985) เมื่อใช้สัญลักษณ์แบบจุดในการวาดโครงสร้างของโมเลกุล จะเรียกว่า โครงสร้างแบบจุดของลิวิส (Lewis dot structure)

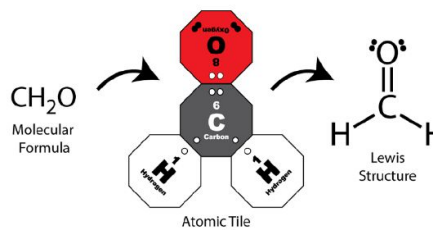
การเรียนการสอนในวิชาเคมีนั้น การเขียนโครงสร้างแบบจุดของลิวิสมีความสำคัญอย่างมาก เพราะการเขียนโครงสร้างแบบจุดของลิวิสไม่ถูกต้อง จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำนายรูปร่างโมเลกุล การระบุสภาพขั้วโมเลกุล ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล และสมบัติของสารที่เกี่ยวข้องกับแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล เช่น การละลาย จุดเดือดและจุดหลอมเหลวของสารโคเวเลนต์ (Nassiff and Czerwinski, 2015) จึงถือว่าเป็นความรู้พื้นฐานสำคัญที่จะนำไปสู่การอธิบายในเรื่องอื่น ๆ ได้อีกมากมาย

แม้ว่าการเขียนโครงสร้างแบบจุดของลิวิส จะมีหลักการและขั้นตอนการเขียนที่กล่าวไว้อย่างชัดเจน และดูเหมือนจะเป็นเรื่องที่ไม่ยากนัก แต่ในความเป็นจริงแล้ว การเขียนโครงสร้างแบบจุดนั้นมีความยากและซับซ้อน ขัดต่อความรู้สึกและไม่มีคามหมายต่อผู้เรียนหลาย ๆ คน (Cooper et al., 2010) จนนำไปสู่การออกแบบขั้นตอนหรือวิธีการเขียนโครงสร้างแบบจุดในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่าย เช่น Zandler and Talaty (1984) ใช้กฎ $6N+2$ สำหรับการเขียนโครงสร้างแบบจุด Ahmad and Omar (1992) เสนอวิธีการเขียนแบบ Step-by-Step ทั้งหมด 5 ขั้นตอน และ Ahmad and Zakaria (2000) ใช้วิธีการ Direct Electron Pairing ที่ทำให้ทราบประจุฟอร์มัลได้ทันที โดยไม่ต้องคำนวณภายหลัง นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาสื่อการสอนในรูปแบบโมเดล เช่น การใช้โมเดล Tactile magnets packaged (ภาพที่ 1 (ก)) เป็นสื่อการสอนการเขียนโครงสร้างแบบจุด (Kimball, 2012) การใช้โมเดล Atomic Tile (ภาพที่ 1 (ข)) สำหรับการสร้างแบบจำลองการเกิดพันธะ เพื่อนำไปสู่การเขียนโครงสร้างแบบจุดและโครงสร้างโมเลกุล (Kiste et al., 2016) การใช้ลูกปัดและลวดก้ามหอย (ภาพที่ 1 (ค)) ทำโมเดลโครงสร้างแบบจุด เพื่อพัฒนาความเข้าใจในการเกิดพันธะโคเวเลนต์ (Turner, 2016) และยังมีการนำเอาสื่อเทคโนโลยี

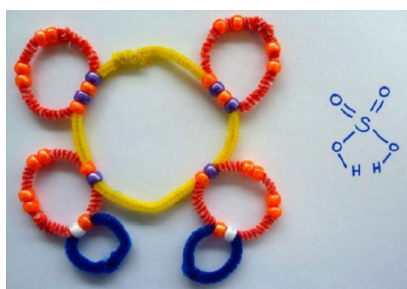
เข้ามาประยุกต์ใช้ในการเขียนโครงสร้างแบบจุด โดยอาศัยโปรแกรม *beSocratic* บนไอแพด (ภาพที่ 1 (ง)) ร่วมกับการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมอีกด้วย (Duffy et al., 2019)



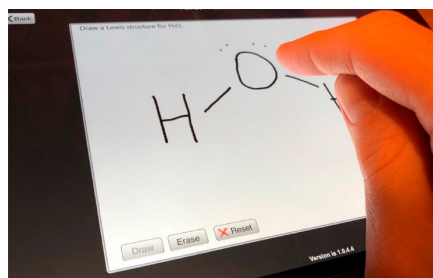
(ก)



(ข)



(ค)



(ง)

ภาพที่ 1. แสดงโมเดล: (ก) Tactile magnets packaged (ข) Atomic Tile (ค) โมเดลลูกปัดและลวดกำมะหยี่ และ (ง) โปรแกรม *beSocratic* บนไอแพด

จากตัวอย่างงานวิจัยข้างต้น สามารถจำแนกรูปแบบการอธิบายโครงสร้างแบบจุดได้ 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ (1) การอธิบายขั้นตอนการเขียนให้ง่ายที่สุด และ (2) การสร้างโมเดลเพื่อช่วยในการอธิบายให้เห็นภาพ ซึ่งต่างมีจุดมุ่งหมายเดียวกัน คือ การทำให้ผู้เรียนเข้าใจการเขียนโครงสร้างแบบจุดได้ง่ายที่สุด สะท้อนให้เห็นว่า การเขียนโครงสร้างแบบจุดนั้นมีความยุ่งยากและซับซ้อนสำหรับผู้เรียนพอสมควร จึงต้องพัฒนาวิธีการต่าง ๆ มาช่วยลดความซับซ้อนและส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น ความยุ่งยากซับซ้อนในมุมมองของผู้เขียนที่สังเกตพบในชั้นเรียน คือ การเขียนโครงสร้างแบบจุดลงบนกระดาษ นักเรียนมักจะเขียนและลบซ้ำ ๆ อยู่บ่อยครั้ง ด้วยสาเหตุหลัก 2 ประการ คือ (1) เขียนไม่ถูกต้อง เช่น เขียนจำนวนจุดแทนอิเล็กตรอนมากเกินไป และ (2) เขียนไม่สวยงาม เช่น เขียนตำแหน่งของอะตอมที่สร้างพันธะห่างกันมากเกินไป ซึ่งข้อเสียของการเขียนและลบซ้ำ ๆ เช่นนี้ ทำให้นักเรียนเสียเวลาในการเรียนรู้มากขึ้นและเกิดความท้อแท้ระหว่างเรียน เพราะคิดว่าการเขียนโครงสร้างแบบจุดมีความยุ่งยากเกินกว่าที่จะทำความเข้าใจได้ และยิ่งไปกว่านั้นการเขียนโครงสร้างแบบจุดลงบนกระดาษของแต่ละคน มีความแตกต่างหลากหลาย ทำให้ผู้สอนตรวจสอบความถูกต้องได้ยากและใช้เวลานานอีกด้วย

จากสภาพปัญหาที่ได้กล่าวมา ผู้เขียนจึงได้คิดค้นวิธีการแก้ไขปัญหาการสอนการเขียนโครงสร้างแบบจุดของลิวอิสในชั้นเรียนของตนเอง โดยการสร้างโมเดลแม่เหล็กเพื่อให้นักเรียนใช้เป็นเครื่องมือแนวทางที่ช่วยลดความยุ่งยากซับซ้อนในการเขียนโครงสร้างแบบจุดก่อนที่จะเขียนลงบนกระดาษ เป็นสื่อที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และสามารถใช้เป็นเครื่องมือช่วยตรวจสอบโมเดลที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในระหว่างเรียน เพื่อแก้ไขโมเดลที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้องได้อย่างทันการณ (Kamkhau and Yuenyong, 2019)

■ แนวทางการสร้างโมเดลแม่เหล็ก

โมเดลแม่เหล็ก สร้างขึ้นจากวัสดุที่หาซื้อได้ทั่วไปในร้านจำหน่ายวัสดุและสั่งซื้อจากทางเว็บไซต์ ซึ่งรายการวัสดุหลักแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1

แสดงรายการวัสดุหลัก สำหรับการสร้างโมเดลแม่เหล็ก 1 ชุด

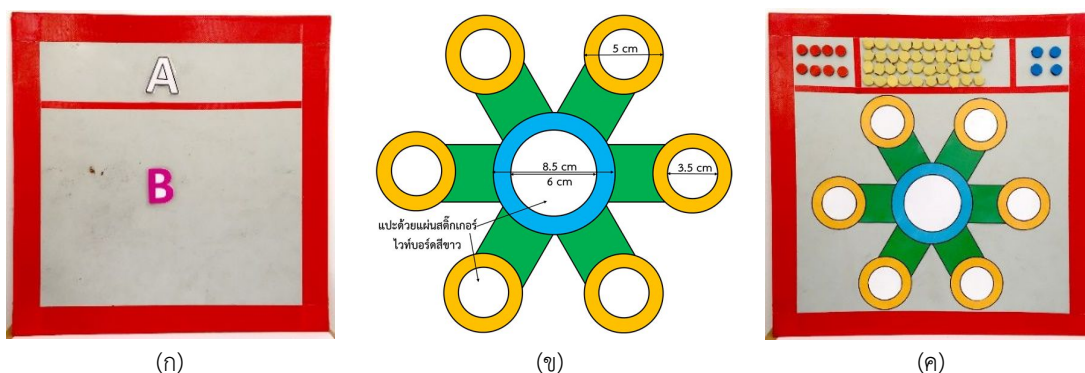
รายการวัสดุหลัก	จำนวน
แผ่นเหล็กเคลือบสังกะสี หนา 1 มม. ขนาด 30 x 30 ซม.	1 แผ่น
แผ่นกระดาษ 6 แฉก พิมพ์สี	1 แผ่น
แผ่นสติ๊กเกอร์ไวท์บอร์ดสีขาว ตัดเป็นวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 8.5 และ 3.5 ซม.	1 และ 6 ชิ้น ตามลำดับ
แม่เหล็กเฟอร์ไรต์ เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 ซม. หนา 0.2 ซม. หุ้มด้วยท่อหุ้มสีเหลือง แดง และน้ำเงิน	42 8 และ 4 อัน ตามลำดับ

ราคาของวัสดุหลัก ๆ ได้แก่ แผ่นเหล็ก 480 บาท (1.8 ตร.ม./แผ่น ตัดเป็นแผ่นเล็กได้ 20 แผ่น) แผ่นสติ๊กเกอร์ไวท์บอร์ด 90 บาท (1.2 ตร.ม./แผ่น) ท่อหุ้ม เมตรละ 7 บาท และแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ อันละ 1 บาท ต้นทุนของโมเดล 1 ชุด ราคาประมาณ 100 - 120 บาท และขั้นตอนการสร้างโมเดล ทำได้ดังนี้

(1) เตรียมแผ่นเหล็ก โดยการตัดแผ่นเหล็กให้ได้ขนาด 30 x 30 ซม. ใช้เทปติดสันหนังสือติดขอบและติดเพื่อแบ่งเป็นส่วน A และ B ตามภาพที่ 2 (ก) โดยส่วน A มีพื้นที่ประมาณ 1 ใน 4 ของพื้นที่ทั้งหมด

(2) ออกแบบกระดาษ 6 แฉก ด้วยโปรแกรม Microsoft PowerPoint และพิมพ์ลงบนกระดาษ A4 แล้วจึงตัดให้ได้ตามภาพที่ 2 (ข) และติดลงบนแผ่นเหล็กส่วน B จากนั้นตัดแผ่นสติ๊กเกอร์ไวท์บอร์ดสีขาวเป็นวงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 8.5 ซม. จำนวน 1 ชิ้น และ 3.5 ซม. จำนวน 6 ชิ้น ติดลงบนแผ่นกระดาษ 6 แฉก ส่วนที่เป็นวงกลมสีขาว เพื่อให้เขียนด้วยปากกาไวท์บอร์ดและลบออกได้ด้วยกระดาษที่ขรุขระ

(3) ใช้ท่อหุ้มสีเหลือง แดง และน้ำเงิน หุ้มแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 ซม. ความหนา 0.2 ซม. จำนวน 42 8 และ 4 อัน ตามลำดับ โดยใช้เครื่องเป่าลมร้อนในการหุ้มท่อหุ้มให้ติดกับแม่เหล็ก จากนั้นนำแม่เหล็กทั้งหมดติดบนแผ่นเหล็กส่วน A และพร้อมนำไปใช้งาน ดังภาพที่ 2 (ค)



ภาพที่ 2. แสดง: (ก) การเตรียมแผ่นเหล็ก (ข) การออกแบบกระดาษ 6 แฉก (ค) โมเดลแม่เหล็กที่พร้อมใช้งาน

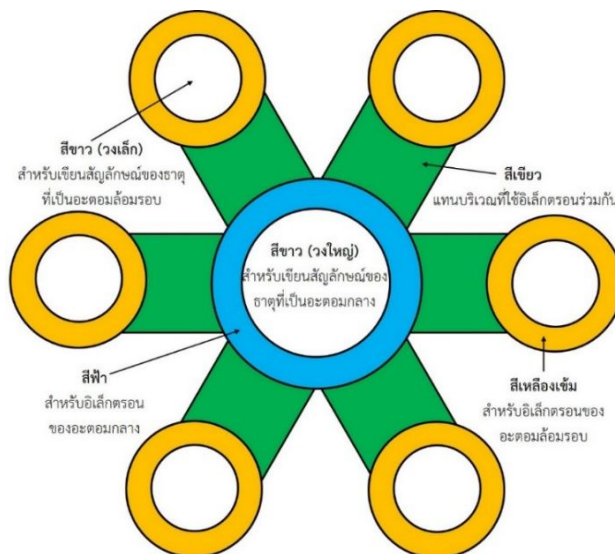
องค์ประกอบของโมเดลแม่เหล็ก การใช้งาน และการแปลความหมาย

ก่อนที่จะเริ่มการเรียนการสอน ขั้นตอนแรก ผู้สอนจะต้องบอกองค์ประกอบของโมเดล วิธีการใช้งาน และการแปลความหมายองค์ประกอบต่าง ๆ ให้เกิดความเข้าใจตรงกันเสียก่อน ดังแสดงรายละเอียด ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2

แสดงองค์ประกอบของโมเดลแม่เหล็ก การใช้งานและการแปลความหมาย

องค์ประกอบ	การใช้งานและการแปลความหมาย
พื้นที่และสีบนกระดาษ 6 แฉก (ภาพที่ 3)	
พื้นที่วงกลมสีขาว (วงใหญ่)	เขียนสัญลักษณ์ของธาตุที่เป็นอะตอมกลาง
พื้นที่วงกลมสีขาว (วงเล็ก)	เขียนสัญลักษณ์ของธาตุที่เป็นอะตอมล้อมรอบ
พื้นที่วงกลมสีฟ้า	วางแม่เหล็กสีแดง
พื้นที่วงกลมสีเหลืองเข้ม	วางแม่เหล็กสีเหลือง
แม่เหล็กเฟอร์ไรต์	
แม่เหล็กหุ้มด้วยท่อหุ้มสีแดง	แทนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมกลาง
แม่เหล็กหุ้มด้วยท่อหุ้มสีเหลือง	แทนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของอะตอมล้อมรอบ
แม่เหล็กหุ้มด้วยท่อหุ้มสีน้ำเงิน	แทน extra electron ซึ่งเป็นอิเล็กตรอนที่รับหรือจ่าย ในกรณีที่เป็นโมเลกุลมีประจุ



ภาพที่ 3. แสดงองค์ประกอบของกระดาษ 6 แฉก การใช้งาน และการแปลความหมาย

แนวปฏิบัติการสอน: การใช้โมเดลแม่เหล็กสร้างแบบจำลองโครงสร้างแบบจุดของลิวอิส

ผู้เขียนขอเสนอตัวอย่างการใช้โมเดลแม่เหล็กสำหรับสร้างแบบจำลองของโมเลกุลคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งก่อนที่จะสร้างแบบจำลอง ครูจะต้องทบทวนเกี่ยวกับกฎออกเตต ดังนี้ “ในโมเลกุลโคเวเลนต์ อะตอมทุกอะตอมจะสร้างพันธะโคเวเลนต์โดยการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน เพื่อให้มีอิเล็กตรอนครบ 8 อนุภาค เหมือนแก๊สเฉื่อย แต่อย่างไรก็ตาม

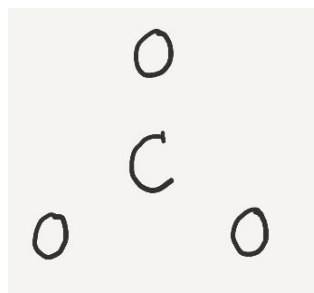
โมเลกุลที่เสถียรในธรรมชาติบางชนิด อะตอมกลางอาจจะมีอิเล็กตรอนน้อยกว่า 8 หรือมากกว่า 8 แต่อะตอมล้อมรอบทุกอะตอมจะเป็นไปตามกฎออกเตตเสมอ” จากนั้นจึงเริ่มการสร้างแบบจำลอง ตามขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เขียนสัญลักษณ์ของธาตุ

ใช้ปากกาไวท์บอร์ด เขียนสัญลักษณ์ของธาตุ โดยพื้นที่วงกลมสีขาววงใหญ่ ให้เขียนตัว C แทนคาร์บอน และพื้นที่วงกลมสีขาววงเล็ก ให้เขียนตัว O แทนออกซิเจน โดยใช้ 3 วง ที่อยู่ในลักษณะสมมาตรกัน เพื่อความสวยงาม ดังภาพที่ 4



(ก)

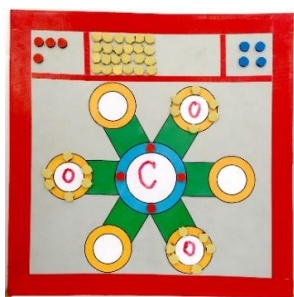


(ข)

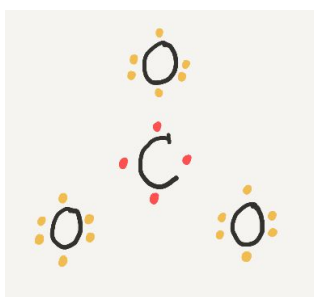
ภาพที่ 4. แสดงการเขียนสัญลักษณ์ของธาตุ: (ก) โดยใช้โมเดล เปรียบเทียบกับ (ข) การเขียนบนกระดาน

ขั้นที่ 2 เตรียมอิเล็กตรอน

คาร์บอน เป็นอะตอมกลาง อยู่หมู่ IVA จึงมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 4 ให้แทนด้วยแม่เหล็กสีแดง โดยวางในวงกลมสีฟ้า จำนวน 4 อัน และออกซิเจนเป็นอะตอมล้อมรอบ อยู่หมู่ VIA จึงมีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 6 แทนด้วยแม่เหล็กสีเหลือง จำนวน 6 อัน วางรอบออกซิเจนแต่ละอะตอม ในพื้นที่วงกลมสีเหลืองเข้ม โมเลกุลนี้มีออกซิเจน 3 อะตอม จึงใช้แม่เหล็กสีเหลืองรวม 18 อัน ดังภาพที่ 5



(ก)



(ข)

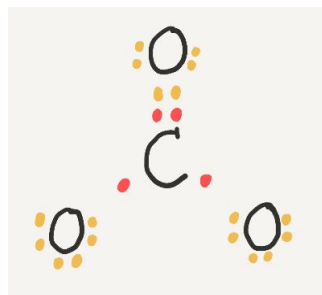
ภาพที่ 5. แสดงการเตรียมอิเล็กตรอนของทุกธาตุ: (ก) โดยใช้โมเดล เปรียบเทียบกับ (ข) การเขียนบนกระดาน

ขั้นที่ 3 การสร้างพันธะ

ออกซิเจน มีเวเลนซ์อิเล็กตรอนเท่ากับ 6 ต้องการอิเล็กตรอนเพิ่มอีก 2 อนุภาค จึงใช้อิเล็กตรอนร่วมกันกับคาร์บอน 2 อนุภาค ให้นำแม่เหล็กสีแดง 2 อัน และแม่เหล็กสีเหลือง 2 อัน จากออกซิเจนอะตอมใดอะตอมหนึ่ง ไปวางในพื้นที่สีเขียว g, เมื่อนับจำนวนอิเล็กตรอนในขณะนี้ (นับทั้งหมด) จะพบว่า คาร์บอนมีอิเล็กตรอน 6 อนุภาค และออกซิเจนอะตอมที่ 1 มีอิเล็กตรอนครบ 8 อนุภาค ดังภาพที่ 6



(ก)



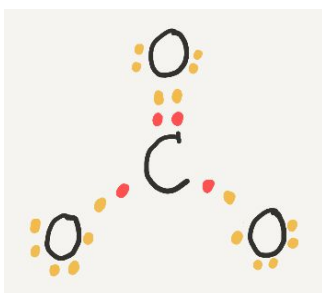
(ข)

ภาพที่ 6. แสดงการสร้างพันธะระหว่างธาตุ C กับ O อะตอมที่ 1: (ก) โดยใช้โมเดล เปรียบเทียบกับ (ข) การเขียนบนกระดาน

ออกซิเจนอีก 2 อะตอมที่เหลือ ต้องการอิเล็กตรอนอีก 2 อนุภาคเพื่อให้ครบ 8 อนุภาค (รวมเป็น 4 อนุภาค) แต่คาร์บอนมีอิเล็กตรอนเหลือเพียง 2 อนุภาคที่สามารถใช้ได้ จึงต้องกระจายไปสร้างพันธะกับออกซิเจน อะตอมละ 1 อนุภาค ให้นำแม่เหล็กสีแดงของคาร์บอนกระจายไปในพื้นที่สี่เหลี่ยมอย่างละ 1 อัน แล้วนำแม่เหล็กสีแดงของออกซิเจน มาเข้าคู่กัน เมื่อนับจำนวนอิเล็กตรอนในขณะนี้ พบว่า คาร์บอนมีอิเล็กตรอนครบ 8 อนุภาค ตามกฎออกเตตแล้ว แต่ออกซิเจนมีอิเล็กตรอนอะตอมละ 7 อนุภาค ซึ่งยังไม่ครบ 8 อนุภาค ตามกฎออกเตต ดังภาพที่ 7



(ก)



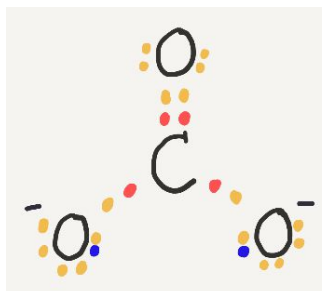
(ข)

ภาพที่ 7. แสดงการสร้างพันธะระหว่างธาตุ C กับ O ที่เหลืออยู่: (ก) โดยใช้โมเดล เปรียบเทียบกับ (ข) การเขียนบนกระดาน

ให้เติม extra electron ไปที่ออกซิเจน 2 อะตอม อะตอมละ 1 อนุภาค โดยใช้แม่เหล็กสีน้ำเงิน 2 อัน วางในพื้นที่สี่เหลี่ยมล้อมรอบออกซิเจน อย่างละ 1 อัน และเมื่อนับจำนวนอิเล็กตรอนขณะนี้ พบว่า ออกซิเจนทั้ง 2 อะตอม มีอิเล็กตรอนครบ 8 อนุภาค ตามกฎออกเตตแล้ว การเติม extra electron จึงทำให้ออกซิเจนแต่ละอะตอมแสดงประจุ -1 ดังนั้นประจุรวมทั้งโมเลกุลจึงเป็น -2 ดังภาพที่ 8



(ก)



(ข)

ภาพที่ 8. แสดงการเติม extra electron ให้ครบตามกฎออกเตต: (ก) โดยใช้โมเดล เปรียบเทียบกับ (ข) การเขียนบนกระดาน

สรุปขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง ได้ว่า เมื่อทราบสูตรโมเลกุล อะตอมกลาง และอะตอมล้อมรอบ ให้เขียนสัญลักษณ์ของธาตุและเตรียมแม่เหล็กให้ครบตามจำนวนเวเลนซ์อิเล็กตรอนของแต่ละธาตุ จากนั้นจึงสร้างพันธะระหว่างอะตอม โดยยึดหลักการสำคัญ คือ อิเล็กตรอนของอะตอมล้อมรอบจะต้องครบ 8 ตามกฎออกเตตเสมอ

หลังจากอธิบายตัวอย่างเสร็จสิ้น จึงมอบหมายให้นักเรียนสร้างแบบจำลองของโมเลกุลอื่นตามที่กำหนดให้ โดยครูจะมีบทบาทในการช่วยตรวจสอบและแก้ไขแบบจำลองของนักเรียนรายบุคคล เมื่อแก้ไขถูกต้องแล้วจึงให้นักเรียนจดบันทึกลงในสมุดหรือใบงานและถ่ายภาพแบบจำลองของตนเองไว้

■ ผลของการใช้โมเดลแม่เหล็กต่อการเรียนรู้ของนักเรียน

ขั้นตอนการสร้างโมเดลแม่เหล็ก ผู้สอนได้ขอความร่วมมือให้นักเรียนเป็นผู้ช่วยสร้างโมเดล โดยผู้สอนเป็นผู้จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และอธิบายวิธีการสร้าง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการมีส่วนร่วมและกระตุ้นความสนใจเบื้องต้นก่อนจะนำโมเดลไปใช้งานจริง และเมื่อจัดการเรียนการสอนเสร็จสิ้นแล้ว ผู้สอนให้นักเรียนตอบแบบสอบถามออนไลน์ผ่านทางกูเกิลฟอร์ม ซึ่งได้แสดงประเด็นคำถามและตัวอย่างคำตอบ ไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3

แสดงคำถามและตัวอย่างคำตอบที่นักเรียนตอบในแบบสอบถาม เกี่ยวกับการใช้โมเดลแม่เหล็ก

คำถามที่ 1: โมเดลแม่เหล็ก ช่วยกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนอยากเรียนรู้หรือไม่ อย่างไร โปรดอธิบาย ตัวอย่างคำตอบ “ช่วยกระตุ้นความสนใจให้อยากเรียนรู้ค่ะ เพราะการเรียนเรื่องโครงสร้างแบบจุด ถ้าอธิบายหรือให้อ่านข้อความเนื้อหา อาจจะเข้าใจเท่าที่ควร โมเดลของอาจารย์ทำให้นักเรียนเห็นภาพโครงสร้างมากขึ้น ทำให้นักเรียนเข้าใจมากขึ้นตามไปด้วยค่ะ” (นักเรียนคนที่ 2) “ช่วยกระตุ้นความสนใจให้อยากเรียนมากขึ้นค่ะ มันทำให้ไม่ต้องเสียเวลาบเวลาทำผิด เราสามารถลองเขียนหรือลองทดลองในโมเดลได้ก่อนที่จะเขียนใบงาน แล้วทำให้เห็นภาพองค์ประกอบชัดเจนขึ้นค่ะ” (นักเรียนคนที่ 5) “ช่วยกระตุ้นครับ เพราะว่ามันสนุกที่ได้ทำกิจกรรมกับเพื่อนและได้ความรู้ควบคู่กันไป ทำให้การเรียนเข้าใจง่ายขึ้นครับ” (นักเรียนคนที่ 8) “กระตุ้นมากเลยคะ ตอนแรกจะหลับแล้วพอเห็นนี่ตื่นเลย มันทำให้เห็นภาพมากขึ้น เข้าใจมากกว่าการเขียนลงในกระดาษเลย พอทำกล่องขึ้นก็สามารถเขียนโดยไม่ต้องใช้โมเดลได้เลยคะ” (นักเรียนคนที่ 11) “ช่วยค่ะ เพราะปกติจะได้ฟังอาจารย์อธิบายแล้วทำแบบฝึกหัดอย่างเดียว บางทีมันมองไม่เห็นภาพ แต่พอมีโมเดลนี้ก็รู้สึกว่าการที่กำลังเรียนไม่น่าเบื่อ น่าสนใจ และทำให้เข้าใจมากขึ้นค่ะ” (นักเรียนคนที่ 12) “ได้ค่ะ เพราะนักเรียนได้ลงมือทำเอง แทนที่จะนั่งฟังเฉย ๆ และต่างจากการลงมือทำผ่านกระดาษคะ โมเดลเป็นชิ้นงานจับต้องได้ ให้ความน่าสนใจมากกว่าคะ” (นักเรียนคนที่ 16)	คำถามที่ 2: โมเดลแม่เหล็ก ช่วยให้นักเรียนเข้าใจหลักการและวิธีการเขียนโครงสร้างแบบจุดได้มากขึ้นหรือไม่ อย่างไร โปรดอธิบาย ตัวอย่างคำตอบ “เข้าใจมากขึ้น เพราะทำให้เห็นภาพชัดเจนและสามารถที่จะเขียนตามแบบของโมเดลได้อย่างถูกต้อง นักเรียนสามารถจำไปใช้ต่อได้ในอนาคตคะ” (นักเรียนคนที่ 2) “เข้าใจมากขึ้นคะ เวลาที่เราได้ลองใส่อิเล็กตรอนลงโมเดลทำให้ได้คิดไปด้วย แล้วเห็นรายละเอียดมากขึ้นคะ” (นักเรียนคนที่ 5)
---	---

ตารางที่ 3 (ต่อ)

แสดงคำถามและตัวอย่างคำตอบที่นักเรียนตอบในแบบสอบถาม เกี่ยวกับการใช้โมเดลแม่เหล็ก

“ช่วยครับ เพราะจากที่ผมเคยทำไม่เป็นเลย ก็เริ่มทำเป็นมากขึ้น ดังนั้นโมเดลแม่เหล็กก็เลยเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ทำให้ผมเข้าใจมากขึ้นครับ” (นักเรียนคนที่ 8) “มากขึ้นค่ะ ทำให้เข้าใจว่าจะจับคู่กันยังไรระหว่างอิเล็กตรอนของอะตอมกลางกับอิเล็กตรอนของอะตอมล้อมรอบ” (นักเรียนคนที่ 11) “ช่วยค่ะ เพราะทำให้มองเห็นภาพมากขึ้น และเข้าใจหลักการและวิธีเขียนมากขึ้นค่ะ” (นักเรียนคนที่ 12) “ได้ เพราะ ตัวโมเดลมีขอบเขตแบ่งชัดเจนว่าบริเวณไหนเป็นอะไร ควรวางอะไรง่ายๆ และยังให้เห็นรูปร่างหน้าตาที่ควรจะเป็นของโครงสร้าง” (นักเรียนคนที่ 16)	คำถามที่ 3 : โมเดลแม่เหล็ก สามารถเป็นเครื่องมือแนวทางให้นักเรียนเขียนโครงสร้างแบบจุดลงในใบงานได้ดีหรือไม่อย่างไร โปรดอธิบาย <u>ตัวอย่างคำตอบ</u> “สามารถนำทางได้ดี เพราะ โมเดลมีลักษณะที่ทำให้จดจำได้ดีในขณะที่เรียนรู้ การจำโมเดลได้ ทำให้เกิดความเข้าใจ ดังนั้น การเขียนโครงสร้างแบบจุดได้ดีที่เกิดจากความเข้าใจ ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาต่อได้” (นักเรียนคนที่ 2) “ได้ค่ะ ทำให้สามารถลำดับขั้นตอนในการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน เห็นว่ามีการใช้อิเล็กตรอนครบ 8 หรือไม่ ย่อยต่อการมองภาพรวมค่ะ” (นักเรียนคนที่ 5) “ได้ดีครับ เพราะ เป็นการใช้เครื่องมือเข้ามาช่วยในการจัดโครงสร้าง และเมื่อลองทำเป็นโมเดลขึ้นมา ก็พบว่ามันตรงกับใบงานพอดี ดังนั้น โมเดลจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเขียนโครงสร้างแบบจุดได้ดีครับ” (นักเรียนคนที่ 8) “ได้ดีเลยคะ เพราะพอเข้าใจว่าจับคู่กันยังไรระหว่างอิเล็กตรอน ก็เริ่มรู้ว่าจะจับกันที่พันธะแล้วก็เขียนง่ายขึ้น ยิ่งถ้าอะตอมกลางเหลืออิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวก็ยิ่งง่ายขึ้น” (นักเรียนคนที่ 11) “โมเดลแม่เหล็กช่วยได้เยอะมาก ๆ เลยคะ เพราะบางทีมานั่งนึกเขียนเองมันนึกไม่ออก หรือบางครั้งจะเป็นงง ๆ ว่าต้องเขียนอะไรง่ายตรงไหน แต่พอลองทำในโมเดลแม่เหล็ก ก็เข้าใจมากขึ้น และก็สมารถทำใบงานได้คะ” (นักเรียนคนที่ 12) “ได้คะ เพราะ เราได้ลองวางโครงสร้างควรจะเป็นแบบไหน ปรับแก้ได้ง่าย ต่างกับถ้าไม่มีโมเดลก็ต้องลบล้างใหม่ในกระดาษ” (นักเรียนคนที่ 16)
คำถามที่ 4: โมเดลแม่เหล็กนี้ มีข้อบกพร่องอะไรบ้างที่อยากให้ปรับปรุงให้ดีขึ้น โปรดเสนอแนะ <u>ตัวอย่างคำตอบ</u> “รู้สึกว่ามันตึกเกอร์ไวท์บอร์ดเวลาลบแล้วรอยปากกาที่ถูกลบมันไม่ค่อยสะอาด และเป็นบริเวณกระดาษโมเดลรอบ ๆ ค่ะ” (นักเรียนคนที่ 2) “ตัวสติ๊กเกอร์ขาวที่ติดมันเล็กไปนิดนึงค่ะ เวลาเขียนแล้วมันเป็นตรงแผ่นกระดาษที่ไม่ได้ติดค่ะ น่าจะหุ้มไปทั้งกระดาษโมเดล” (นักเรียนคนที่ 5) “อยากให้แม่เหล็กใหญ่ขึ้นหน่อยครับ เพราะบางอันมันหยาบมากครับ” (นักเรียนคนที่ 8)	

ผลจากการตอบแบบสอบถามของนักเรียน สรุปได้ว่า โมเดลนี้ช่วยกระตุ้นและดึงดูดความสนใจได้ดี เป็นอุปกรณ์ที่แปลกใหม่ ทำให้อยากร่วมกิจกรรมขณะเรียนมากขึ้น ได้ทดลองสร้างโครงสร้างแบบจุดก่อนที่จะเขียนลงในกระดาษ ทำให้ไม่เสียเวลาในการลบเมื่อทำไม่ถูกต้อง เป็นอุปกรณ์เสริมร่วมกับการอธิบายหลักการในหนังสือ ทำให้เห็นภาพมากกว่าการอ่านจากข้อความเพียงอย่างเดียว มองเห็นภาพลำดับขั้นที่ชัดเจนเมื่ออะตอมใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเพื่อเกิดเป็นพันธะโคเวเลนต์ ทำให้เข้าใจและจดจำได้ดีขึ้น ช่วยให้เขียนโครงสร้างแบบจุดลงในใบงานได้ง่ายขึ้น ได้คิดและปรึกษากับเพื่อนขณะที่กำลังทำกิจกรรม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของธัญญา และคณะ (2559) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน นอกจากนี้นักเรียนยังเสนอแนะให้เคลือบส่วนที่เป็นกระดาษด้วยพลาสติกใส เพื่อไม่ให้เกิดรอยเปื้อน

■ ข้อจำกัดของการใช้โมเดลและข้อเสนอแนะ

โมเดลแม่เหล็กมีข้อจำกัด ดังนี้ (1) ใช้สำหรับการสร้างแบบจำลองของโมเลกุลโคเวเลนต์ที่ไม่ซับซ้อนและมีอะตอมกลางเพียง 1 อะตอม เช่น CO_2 H_2O CH_4 แต่ไม่สามารถใช้สร้างแบบจำลองของโมเลกุลโคเวเลนต์ที่ซับซ้อนและมีหลายอะตอมได้ เช่น HNO_3 H_2SO_4 CH_3COOH และ (2) ตำแหน่งการวางอะตอมที่สร้างพันธะและตำแหน่งของอิเล็กตรอน อาจจะไม่ตรงตามตำแหน่งในโครงสร้างโมเลกุลจริง เนื่องจากเป็นโมเดลที่แสดงการสร้างพันธะในสองมิติเท่านั้น ผู้สอนจะต้องอธิบายเชื่อมโยงกับการทำนายรูปร่างโมเลกุลด้วยทฤษฎีการผลักคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ด้วย

ผู้สนใจสามารถนำโมเดลนี้ไปปรับใช้ให้สอดคล้องกับบริบทของแต่ละสถานศึกษา สามารถใช้เป็นเครื่องมือให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน ใช้ในการตรวจสอบและทดสอบความเข้าใจของนักเรียน ใช้เป็นสื่อสาธิตร่วมกับการอธิบายทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง หรืออาจจะให้นักเรียนนำไปใช้เรียนรู้ด้วยตนเองนอกห้องเรียนได้ตามความเหมาะสม

■ บทสรุป

บทความนี้นำเสนอวิธีการออกแบบการปฏิบัติงานสอน เรื่องโครงสร้างแบบจุดของลิวอิส โดยใช้โมเดลแม่เหล็กที่สร้างขึ้นจากวัสดุที่หาซื้อได้ง่ายและราคาไม่แพงมากนัก เพื่อให้นักเรียนได้ใช้สำหรับทำความเข้าใจหลักการและขั้นตอนการเขียนโครงสร้างแบบจุดของลิวอิส เป็นสื่อที่ช่วยนำทางก่อนที่นักเรียนจะเขียนโครงสร้างแบบจุดลงบนกระดาษ เนื่องจากการเขียนลงบนกระดาษนั้น หากเขียนไม่ถูกต้องหรือไม่สวยงาม นักเรียนก็ต้องลบและเขียนใหม่ซ้ำ ๆ ทำให้เสียเวลาในการเรียนรู้มากขึ้น จนบางครั้งเกิดความท้อแท้และทำให้หมดกำลังใจในการเรียน โมเดลนี้มีขั้นตอนการสร้างและใช้งานที่ไม่ยุ่งยาก ซึ่งผู้สนใจอาจจะเลือกใช้เป็นสื่อสำหรับการจัดการเรียนการสอน เพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนด้วยกันและนักเรียนกับผู้สอน ใช้ตรวจสอบความรู้พื้นฐานที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ในเนื้อหาใหม่ และใช้ตรวจสอบโมเดลที่คลาดเคลื่อนระหว่างที่จัดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขโมเดลให้ถูกต้องได้อย่างทันการณ์ โดยโมเดลนี้อาจจะใช้เป็นสื่อสาธิต ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ หรือให้นักเรียนนำไปใช้เรียนรู้ด้วยตนเองนอกเวลาเรียนตามความเหมาะสม แต่มีข้อจำกัดประการหนึ่ง คือ ไม่สามารถใช้สร้างแบบจำลองโมเลกุลโคเวเลนต์ที่ซับซ้อนได้

■ References

- กานต์ตระกูล วุฒิสภา. (2557). แบบจำลองอะตอมโมเลกุลทางเลือกสำหรับการสอน เรื่อง ทฤษฎีแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 5(2), 209–213.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา และภรตทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557). การเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 29(3), 86–99.
- ธัญญา คงทน บุญนาศ สุขุมเมฆ และชาติรี ฝ่ายคำตา. (2559). การพัฒนาแนวคิด เรื่อง เคมีอินทรีย์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 7(1), 62–76.
- สถาพร พงษ์พิบูล. (2555). คุณภาพผู้เรียน เกิดจากกระบวนการเรียนรู้. *วารสารบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา*, 6(2), 1–13.
- Ahmad, W. Y., & Omar. S. (1992). Drawing Lewis Structure: A Step-by-Step Approach. *Journal of Chemical Education*, 69(10), 791–792.

- Ahmad, W. Y., & Zakaria, M. B. (2000). Drawing Lewis Structure from Lewis Symbols: A Direct Electron Pairing Approach. *Journal of Chemical Education*, 77(3), 329–331.
- Cooper, M. M., Grove, N., Uderwood, S. M., & Klykowsky, M. W. (2010). Lost in Lewis Structures: An Investigation of Student Difficulties in Developing Representational Competence. *Journal of Chemical Education*, 87(8), 869–874.
- Duffy, P. L., Enneking, K. M., Gampp, T. W., Hakim, K. A., Coleman, A. F., Laforest, K. V., Paulson, E. T., Shepard, J. D., Tiettmeyer, J. M., Mazzarone, K. M., & Grove, N. P. (2019). Form versus Function: A Comparison of Lewis Structure Drawing Tools and the Extraneous Cognitive Load They Induce. *Journal of Chemical Education*, 96, 238–247.
- Kamkhon, P., & Yuenyong, C. (2019). Magnet and Pin kit: connection symbolic and submicroscopic representations of Lewis dot structure and molecular geometry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1340, 012070 (1–7).
- Kimball, D. B. (2012). Adaptive Instructional Aids for Teaching a Blind Student in a Nonmajors College Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*, 89, 1395–1399.
- Kiste, A. L., Hooper, R. G., Scott, G. E., & Bush, S. D. (2016). Atomic Tiles: Manipulative Resources for Exploring Bonding and Molecular Structure. *Journal of Chemical Education*, 93, 1900–1903.
- Nassiff, P., & Czerwinski W. A. (2015). Teaching Beginning Chemistry Students Simple Lewis Dot Structures. *Journal of Chemical Education*, 92, 1409–1411.
- Tiernan, N. F. (1985). Gilbert Newton Lewis and the Amazing Electron Dots. *Journal of Chemical Education*, 62(7), 569–570.
- Turner, K. L. (2016). A Cost-Effective Physical Modelling Exercise To Develop Student's Understanding of Covalent Bonding. *Journal of Chemical Education*, 93, 1073–1080.
- Zandler, M. E., & Talaty, E. R. (1984). The “ $6N+2$ Rule” for Writing Lewis Octet Structure. *Journal of Chemical Education*, 61(2), 124–127.