การศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนและมโนมติเรื่อง รูปร่างและสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ ด้วยเทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลลิตี้

ไชยา พรมโส[1] ประนอม แซ่จึง[2] และกานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา[2,3*]

[1]หลักสูตรปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา [2]ภาควิชาเคมี และ [3]ศูนย์วิจัยและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190
[*]E-mail: karntarat@hotmail.com

รับบทความ: 4 เมษายน 2558 ยอมรับตีพิมพ์: 3 มิถุนายน 2558

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนและมโนมติเรื่องรูปร่างและขั้วโมเลกุลโคเวเลนต์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลลิตี้ (เออาร์) ความก้าวหน้าทางการเรียนประเมินทั้งแบบทั้งชั้นเรียนและรายบุคคล มโนมติวิทยาศาสตร์รวมถึงมโนมติที่คลาดเคลื่อนได้รับการประเมินทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียน กลุ่มที่ศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใบกิจกรรม และแบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์โดยใช้สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความก้าวหน้าทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียนหาได้จากสัดส่วนระหว่างผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (ร้อยละคะแนนสอบหลังเรียน – ร้อยละคะแนนสอบก่อนเรียน) และผลการเรียนรู้สูงสุดที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ (100 – ร้อยละคะแนนสอบก่อนเรียน) ผลการวิจัยพบว่า ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนแบบทั้งชั้นอยู่ในระดับปานกลาง ค่า $\langle g \rangle$ เท่ากับ 0.64 จำนวนนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลางขึ้นไปถึงระดับสูงมีค่าเท่ากับร้อยละ 90.9 ระหว่างเรียนนักเรียนเขียนรูปร่างโมเลกุลจากเออาร์ได้ถูกต้อง อย่างไรก็ตาม นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนในโครงสร้าง 3 มิติของ AX_5 AX_4 และ AX_6 คิดเป็นร้อยละ 50 ร้อยละ 12.5 และร้อยละ 12.5 ตามลำดับ ภายหลังเรียนรู้ นักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์เรื่องรูปร่างโมเลกุลและสภาพขั้วโมเลกุล แต่ยังมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่องสภาพขั้วพันธะ จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การใช้เออาร์ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มสูงขึ้นและยังช่วยให้นักเรียนใช้สมาร์ทโฟนในทางสร้างสรรค์และในทางด้านการศึกษา

คำสำคัญ: เทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลลิตี้ มโนมติวิทยาศาสตร์ มโนมติที่คลาดเคลื่อน ความก้าวหน้าทางการเรียน

Study on Normalized Learning Gains and Concepts of Molecular Shape and Polar Covalent Bond Learning through Augmented Reality Technology

Chaiya Promso[1], Pranorm Saejueng[2] and Karntarat Wuttisela[2,3*]

[1]Master of Science in Science Education Program, [2]Department of Chemistry, and
[3]Research and Innovation in Science Education Center (RISE Center), Faculty of Science,
Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand
[*]E-mail: karntarat@hotmail.com

Abstract

The objectives of this research were to study normalized learning gains and concepts of Molecular Shape and Polar Covalent Bond of students who have learnt though augmented reality (AR) technology. The normalized gains were assessed both as a whole class and individual students. Students' science concepts including alternative concepts were evaluated both during and culminating course. Research participants were 33 students of 10th grade. Research instruments consisted of lesson plans, achievement tests, activity sheets, and unstructured interview. Data were collected and then analyzed by means, percentage, standard deviation, and normalized gain (<*g*>). The <*g*> is defined as the ratio of the actual average gain (%<post> – %<pre>) to the maximum possible average gain (100 – %<pre>). The results revealed that the class normalized gain was at the medium level with <*g*> = 0.64. The students' achieved normalized gain was in ranges of high and medium levels (approximately 90.9%). During class, students were able to draw the molecular structure following AR correctly. However, students had alternative concepts on the 3D structures of AX_5, AX_4 and AX_6 molecules at 50, 12.5, and 12.5%, respectively. At the end of course, students greatly had science concepts on the shape of molecule and molecular polarity, whereas they still had alternative concepts on bond polarity. In summary, the use of AR technology could help improve the students' learning gain. Moreover, it could help students to use smartphones in creative and educational ways.

Keywords: Augmented reality, Scientific conception, Misconception, Normalized gains

บทนำ

เคมีเป็นวิชาที่มีเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางเคมี นักเคมีส่วนใหญ่อธิบายการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสารใน 3 ระดับ ได้แก่ ระดับมหภาค (macroscopic level) คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงและสังเกตเห็นด้วยตาเปล่า ระดับจุลภาค (sub-microscopic level) คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงแต่ไม่สามารถมองเห็นได้ เพราะกล่าวถึงอิเล็กตรอน โมเลกุลและอะตอม และระดับสัญลักษณ์ (symbolic level) เป็นสิ่งที่ใช้แทนปรากฏการณ์ทางเคมีเพื่อเชื่อมโยงระหว่างระดับมหภาคกับระดับจุลภาค (Johnstone, 1993) ดังนั้นเพื่อสื่อความหมายของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนักการศึกษาจึงพยายามหาวิธีการอธิบายในเนื้อหาที่เป็นนามธรรม พันธะเคมีเป็นอีกหนึ่งเนื้อหาในวิชาเคมีที่มีความสำคัญและมีการใช้แบบจำลอง เพื่อแทนปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ (Taber et al., 2002) จึงจำเป็นต้องใช้จินตนาการจากการมองภาพ ซึ่งบางภาพไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน จึงทำให้ผู้เรียนทำความเข้าใจและจินตนาการตามเนื้อหาได้ยาก และอาจมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนได้ ดังจะเห็นจากรายงานวิจัยของ Özmen (2004) ที่พบว่า มโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่อง พันธะเคมี ที่พบมากในนักเรียนเกรด 11 และ 12 คือ เรื่องการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเมื่อมีการสร้างพันธะระหว่างอะตอมและเกิดเป็นรูปร่างโมเลกุล โดยนักเรียนส่วนใหญ่ไม่ได้พิจารณาอิทธิพลของค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตี (electronegativity; EN) จึงมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนในการที่ใช้อิเล็กตรอนร่วมกันเพื่อสร้างพันธะดังในตาราง 1

ตาราง 1 มโนมติที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเกรด 11 และ 12 เรื่อง พันธะและโครงสร้างของสารโคเวเลนต์ (Birk and Kurtz, 1999; Coll and Treagust 2001; 2002)

สภาพขั้วพันธะ
- คู่อิเล็กตรอนที่ใช้สร้างพันธะเท่ากันในพันธะโคเวเลนต์ทุกประเภท
- ขั้วพันธะขึ้นกับจำนวนของเวเลนซ์อิเล็กตรอนในแต่ละอะตอมในพันธะ
- ประจุไอออนจะกำหนดโดยขั้วพันธะ

รูปร่างโมเลกุล
- รูปร่างโมเลกุลเกิดจากการผลักกันระหว่างพันธะ
- รูปร่างโมเลกุล V-shape เกิดจากการผลักกันระหว่างคู่อิเล็กตรอนที่ไม่ได้สร้างพันธะ
- ขั้วพันธะจะกำหนดรูปร่างโมเลกุล

ขั้วโมเลกุล
- โมเลกุลไม่มีขั้วเกิดจากอะตอมในโมเลกุลมีค่าอิเล็กโตรเนกาติวิตีใกล้เคียงกัน
- โมเลกุลของ OF_2 มีขั้ว เพราะอิเล็กตรอนที่ไม่ได้สร้างพันธะของออกซิเจนมีประจุบางส่วน (partial charge) เป็นลบ

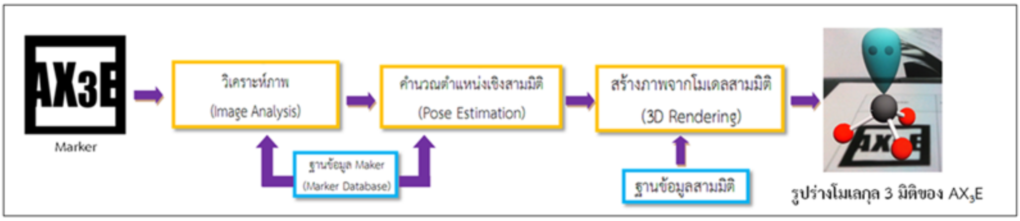
แรงระหว่างโมเลกุล
- แรงระหว่างโมเลกุลเป็นแรงภายในโมเลกุล
- แรงระหว่างโมเลกุลที่แข็งแรงอยู่ในของแข็งโคเวเลนต์อย่างต่อเนื่อง
- พันธะโคเวเลนต์จะแตกออกจากกันเมื่อสารเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

กฎออกเตต
- อะตอมไนโตรเจนสามารถใช้ 5 อิเล็กตรอนในการสร้างพันธะได้

โครงผลึก
- โมเลกุลของแข็งบางชนิดมีความหนืดสูงเนื่องจากมีพันธะที่แข็งแรงในโครงผลึกโคเวเลนต์อย่างต่อเนื่อง

จากข้อค้นพบในงานวิจัยที่กล่าวมา พบว่ามีงานวิจัยที่สำรวจมโนมติที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนและพยายามปรับเปลี่ยนมโนมติที่คลาดเคลื่อนให้เป็นมโนมติวิทยาศาสตร์โดยใช้กลวิธีการสอนแบบต่าง ๆ มากมาย เช่น ใช้วิธีแบบจำลองความคิด (ณัชธฤต เกื้อทาน และคณะ, 2554; ดวงกมล บำรุงบ้านทุ่ม และสุธา ภู่สิทธิศักดิ์, 2556) และใช้การจัดการเรียนรู้ T5 แบบกระดาษ (สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2554) เป็นต้น รวมทั้งการสร้างสื่อการสอนขึ้นมาเพื่อใช้แทนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เช่น การใช้ดินสอมาสร้างโมเดล 3 มิติแสดงรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ (ศศินี อังกานนท์, 2557) การใช้ลูกปิงปองและลวดกำมะหยี่แสดงการจัดเรียงเวเลนซ์ของธาตุในตารางธาตุ (Selco et al., 2013) และการใช้โมเดลโฟมและเข็มหมุดในการจำลองอะตอมโมเลกุลเพื่ออธิบายการผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ (กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา, 2557) นอกจากนี้ยังมีการใช้เทคนิคการสร้างสื่อด้านไอทีเพื่อประกอบการอธิบายแบบจำลองหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในรูปแบบ 3 มิติ เช่น การใช้เทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลลิตี้ (augmented reality, AR) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องโครงสร้างอะตอมและพันธะเคมี ซึ่งสามารถมองแบบจำลองผ่านแอพพลิเคชันของสมาร์ทโฟน (smartphone) ระบบแอนดรอยด์ (andriod) ในรูปแบบ 3 มิติ (ณัฏฐ์ ดิษเจริญ และคณะ, 2557) รวมถึงการใช้เกมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนุกและดึงดูดความสนใจ (กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา, 2554)

AR หรือเทคโนโลยีเสมือนจริง เป็นการนำเอาโลกแห่งความเป็นจริง (real world) มาผสานเข้ากับโลกเสมือน (virtual world) โดยใช้วิธีการซ้อนภาพสามมิติที่จัดทำขึ้นซึ่งอยู่ในโลกเสมือนไปอยู่บนภาพที่สามารถมองผ่านทางอุปกรณ์เว็บแคมของคอมพิวเตอร์ กล้องมือถือสมาร์ทโฟน และอุปกรณ์แท็บเล็ต ในรูปแบบ 3 มิติที่มีมุมมอง 360 องศา (พนิดา ตันศิริ, 2553) โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริงประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่ 1) การวิเคราะห์ภาพ เป็นขั้นตอนการค้นหา marker จากภาพที่ได้จากกล้อง จากนั้นสืบค้นจากฐานข้อมูล (marker database) ที่เก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ marker 2) การคำนวณค่าตำแหน่งเชิงสามมิติของ marker เทียบกับกล้อง 3) กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพโดยใช้ค่าตำแหน่งเชิงสามมิติที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการทำงานของ AR (ปรับปรุงจาก ณัฏฐ์ ดิษเจริญ และคณะ, 2557)

ภาพที่ 1 เป็นการใช้ AR เพื่อแสดงรูปร่างโมเลกุลพีระมิดฐานสามเหลี่ยม (trigonal pyramidal) ในรูปแบบสามมิติ โดย marker ที่ใช้มีสัญลักษณ์ AX_3E โดยที่ A คืออะตอมกลาง X คือจำนวนอะตอมที่มาล้อมรอบ 3 อะตอม และ E คืออิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว

AR เริ่มนำมาใช้ในด้านการศึกษามากขึ้นเนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้มีแนวโน้มราคาถูกลง เช่น สมาร์ทโฟนหรือแท็บเล็ต และเป็นการนำเสนอข้อมูลที่ทำให้ผู้เรียนสามารถสัมผัสกับประสบการณ์ในมิติเสมือนจริง ซึ่งช่วยในการแก้ปัญหาในข้อจำกัดด้านการจินตนาการภาพของผู้เรียนทำให้เกิดการเรียนรู้ให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น (สมศักดิ์ เตชะโกสิท และ ณมน จีรังสุวรรณ, 2556; ณัฏฐ์ ดิษเจริญ และคณะ, 2557) จนทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นในเรื่องโครงสร้างอะตอมและพันธะเคมี AR นำมาใช้ในขั้นสร้างความสนใจ ทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากและแก้ปัญหามโนมติที่คลาดเคลื่อนจากการมองภาพจำลองแบบเดิมที่เป็นแบบสองมิติ เป็นการมองภาพจำลองแบบสามมิติที่หมุนได้ 360 องศา (ณัฏฐ์ ดิษเจริญ และคณะ, 2557) นอกจากนี้ยังทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นอยากรู้อยากเห็นในเนื้อหาที่จะเรียน ทำให้การเรียนวิชาเคมีมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น (ณัฏฐ์ ดิษเจริญ และคณะ, 2557; จำรัส กลิ่นหนู, 2556) และการใช้ AR มาจัดทำเป็นบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ในรายวิชาสารสนเทศเรื่องความปลอดภัยของสารสนเทศ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น เนื่องจากบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์เป็นภาพสามมิติหมุนรอบทิศทางและยังมีวีดิโอแอนนิเมชันสามารถเร้าความสนใจทำให้ผู้เรียนสนใจอยากที่จะเรียนรู้ (จำรัส กลิ่นหนู, 2556) นอกจากนี้ AR ยังนำมาใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี เพื่ออำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งพบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้องต่อการใช้เครื่องมือในการทำการทดลอง เนื่องจากการใช้ AR ในห้องปฏิบัติการเคมีนั้นมีข้อดีหลายอย่าง เช่น สามารถจัดทำแหล่งเรียนรู้ได้รอบห้องเรียนจากแผ่นป้ายนิเทศ เป็นฐานข้อมูลในการค้นคว้าหารายละเอียดของอุปกรณ์การทดลองและสามารถดูคลิปวีดิทัศน์สาธิตการทดลองที่เป็นอันตรายและทบทวนย้อนหลังได้ (สมศักดิ์ เตชะโกสิท และณมน จีรังสุวรรณ, 2556) โดย AR สามารถลดมโนมติที่คลาดเคลื่อนได้ แต่ยังไม่มีรายงานว่าเมื่อมองรูปร่างโมเลกุลผ่าน AR แล้วนักเรียนมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนเรื่องใดบ้าง ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำ AR มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในเรื่องรูปร่างและสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ และศึกษาในประเด็นนี้

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนแบบทั้งชั้นเรียนและรายบุคคลของนักเรียนที่เรียนเรื่องรูปร่างและสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ด้วย AR
2. สำรวจมโนมติระหว่างเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนเรื่องรูปร่างและสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ด้วย AR

ระเบียบวิธีวิจัย

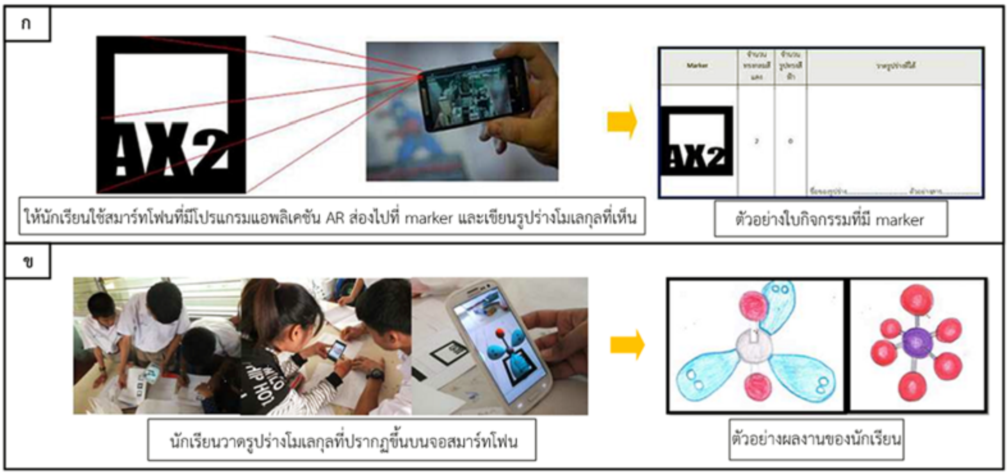
การศึกษาวิจัยนี้เป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (one-group pretest-posttest design) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง รูปร่างและสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ ด้วย AR จำนวน 180 นาที ระหว่างสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาใช้ในงานวิจัยนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 (แผนการเรียนวิทยาศาสตร์–คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 33 คน

เครื่องมือและสถิติที่ใช้ในงานวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ AR เรื่องรูปร่างและสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ จำนวน 1 แผน ใช้เวลา 3 ชั่วโมง โดยกิจกรรมเรียนรู้หลักคือ ใช้ AR มองรูปร่างโมเลกุลแบบ 3 มิติ ขั้นตอนในการจัดกิจ-กรรมประกอบด้วย (1) ให้นักเรียนที่มีสมาร์ทโฟนระบบแอนดรอยด์มาลงแอพพลิเคชันของ AR และใช้สมาร์ทโฟนส่อง marker ในใบกิจกรรม (ภาพที่ 2ก) และ (2) ให้นักเรียนวาดรูปร่างโมเลกุลที่ปรากฏในจอสมาร์ทโฟน (ภาพที่ 2ข) ลงในใบกิจกรรม



ภาพที่ 2 ตัวอย่างขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ AR เรื่อง รูปร่างและสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียนชนิดปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียนประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วน-แรกเป็นข้อสอบเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน และส่วนที่ 2 เป็นแบบทดสอบชนิดอัตนัยจำนวน 2 ข้อ โดยให้เขียนรูปร่างโมเลกุลและบอกสภาพขั้วพันธะของมีเทน (methane, CH_4) และไอโอดีนไตร-ฟลูออไรด์ (iodine trifluoride, IF_3) โดยแบบทดสอบปรนัยมีค่าความยากง่าย (p) รายข้ออยู่ระหว่าง 0.25 – 0.79 ค่าอำนาจจำแนก (r) รายข้อระหว่าง 0.27 – 0.88 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 และแบบทดสอบอัตนัยได้วิเคราะห์ประสิทธิภาพของข้อสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และการหาความก้าวหน้าทางการเรียนใช้วิธี normalized gain $<g>$ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ (low gain) อยู่ในช่วง $<g> < 0.3$ ระดับปานกลาง (medium gain) อยู่ในช่วง $0.3 \leq <g> < 0.7$ และระดับสูง (high gain) อยู่ในช่วง $<g> \geq 0.7$ (Hake, 1998) เกณฑ์การให้คะแนนข้อสอบอัตนัยพิจารณาจาก

รายการประเมินเรื่องการเขียนโครงสร้างโมเลกุล รูปร่างโมเลกุล สภาพขั้วพันธะ และสภาพขั้วโมเลกุล สำหรับการเขียนโครงสร้างโมเลกุล พิจารณามโนมติย่อยเรื่องมุมระหว่างพันธะ จำนวนอะตอมล้อมรอบ การเขียนเวกเตอร์ อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และพันธะระหว่างอะตอม ส่วนสภาพขั้วพันธะ พิจารณามโนมติย่อยในเรื่องการเขียนเวกเตอร์ และการบอกสภาพขั้วของพันธะ

3. ใบกิจกรรม ประกอบด้วยแบบฝึกหัดระหว่างเรียนจำนวน 13 ข้อ ได้แก่ งานที่ให้นักเรียนเขียนโครงสร้างรูปร่างโมเลกุลในสามมิติจากแอพพลิเคชันของ AR ในสมาร์ทโฟน (ณัฏฐ์ ดิษเจริญ และคณะ, 2557)

4. แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง โดยสัมภาษณ์นักเรียนทุกคนเกี่ยวกับการทำแบบทดสอบหลังเรียนแบบอัตนัยของตนเองทีละข้อ

ผลการวิจัยและอภิปราย

ผลการวิจัยแบ่งเป็น 3 ตอน ได้แก่ (1) ความก้าวหน้าทางการเรียน (2) มโนมติของนักเรียนระหว่างเรียนด้วย AR และ (3) มโนมติของนักเรียนหลังเรียนด้วย AR

1. ความก้าวหน้าทางการเรียน

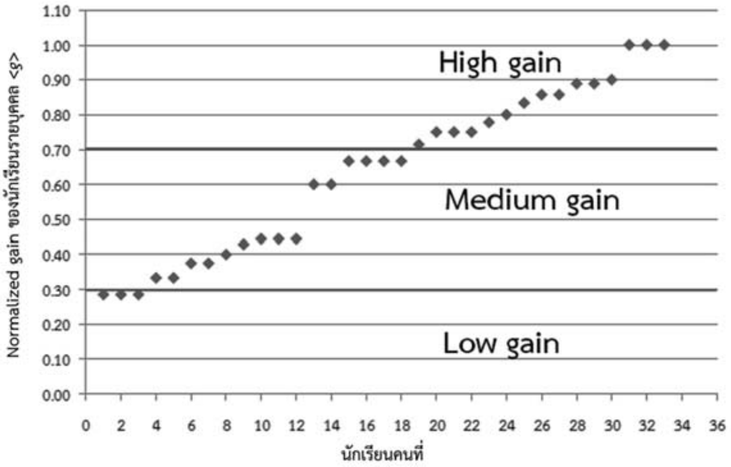
1.1 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบทั้งชั้นเรียน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ AR และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อวิเคราะห์หาความก้าวหน้าทางการเรียนทั้งชั้นเรียน โดยมีคะแนนเต็มเท่ากับ 10 คะแนน (ตาราง 2) พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 2.45 และ 7.27 คิดเป็นร้อยละ 24.54 และ 72.73 ตามลำดับ โดยมีค่าเพิ่มขึ้นร้อยละ 48.19 และผลจากการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนทั้งชั้น พบว่า นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง (<*g*> = 0.64) ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนผ่านบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างจาก AR เรื่อง ความปลอดภัยของสารสนเทศที่ทำให้นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น (จำรัส กลิ่นหนู, 2556)

ตาราง 2 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบทั้งชั้นเรียน

การทดสอบ	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	SD	<*g*>	ระดับความก้าวหน้า
ก่อนเรียน	2.45	24.54	1.48	0.64	ปานกลาง
หลังเรียน	7.27	72.73	1.74		

1.2 ความก้าวหน้าทางการเรียนแบบรายบุคคล เมื่อวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนรายบุคคล จากนั้นเรียงลำดับค่าคะแนนจากน้อยไปหามากของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 33 คน (ภาพที่ 3) พบว่า ร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีความก้าวหน้าทางการเรียนอยู่ในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ มีค่าเท่ากับ 45.45 45.45 และ 21.21 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าของผลการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับปานกลางถึงระดับสูงสุด พบว่า มีค่ามากถึงร้อยละ 90.9 ของนักเรียนทั้งหมด ทั้งนี้เนื่องจากในหัวข้อนี้เป็นเรื่องที่นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจมาก เป็นเรื่องที่นักเรียนได้

เรียนรู้ด้วยตนเองจากการทำกิจกรรมที่นำแอพพลิเคชันของ AR มาใช้ผ่านโทรศัพท์มือถือของนักเรียนเอง จึงทำให้นักเรียนเกิดความตื่นเต้นและตั้งใจทำกิจกรรม (ณัฏฐ์ ดิษเจริญ และคณะ, 2557)



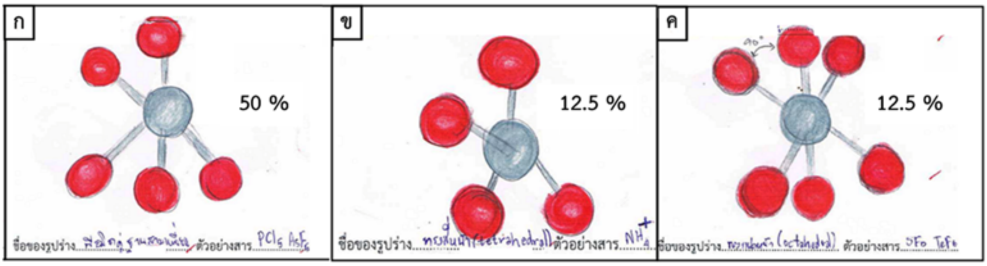
ภาพที่ 3 ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนรายบุคคล

2. มโนมติของนักเรียนระหว่างเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ AR

จากการตรวจใบกิจกรรมของนักเรียนที่ใช้สมาร์ทโฟนส่องที่ marker โดยวิเคราะห์ความถูกต้องของมุมและรูปร่างโมเลกุลแบบต่าง ๆ ตามหนังสือเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) เป็นเกณฑ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนรูปร่างโมเลกุลโดยใช้แอพพลิเคชันของ AR ในสมาร์ทโฟนได้ถูกต้อง แต่ยังมีรูปร่างโมเลกุลบางรูปร่างที่ยังคลาดเคลื่อนในการวาด โดยรูปร่าง AX_5 พีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยมมีความคลาดเคลื่อนมากที่สุดถึงร้อยละ 50 (ภาพที่ 4ก) รองลงมาคือรูปร่าง AX_4 ทรงสี่หน้า (ภาพที่ 4ข) และ AX_6 ทรงแปดหน้า (ภาพที่ 4ค) มีความคลาดเคลื่อนเท่ากัน คือ ร้อยละ 12.5 ซึ่งความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่เกิดจากนักเรียนเขียนรูปร่างไม่ชัดเจน กล่าวคือ เมื่ออะตอมเกิดการซ้อนทับกัน นักเรียนไม่สามารถเขียนรูปร่างนั้นได้อย่างถูกต้อง และมีมุมที่ไม่ถูกต้องตามทฤษฎีทางเคมี จากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับรูปร่างในแบบฝึกหัด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้คำตอบเดียวกัน คือ ไม่ได้หมุนดูรูปร่างโมเลกุลแบบ 360 องศา เพราะรีบทำแบบฝึกหัด ดังนั้น เมื่ออะตอมเกิดการซ้อนทับกันจึงไม่สามารถเขียนรูปร่างนั้นได้ มโนมติคลาดเคลื่อนในการเขียนรูปร่างโมเลกุลผ่านแอพพลิเคชันของ AR ในสมาร์ทโฟนนี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นกับรูปร่างโมเลกุลที่มีจำนวนอะตอมล้อมรอบมากกว่า 4 อะตอม

3. มโนมติของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ AR

จากการวิเคราะห์มโนมติของนักเรียนหลังเรียนจากแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 2 ข้อ โดยให้นักเรียนเขียนโครงสร้างของ CH_4 และ IF_3 รวมถึงการเกิดรูปร่างโมเลกุล สภาพขั้วพันธะ และสภาพขั้วโมเลกุล (ตาราง 3) พบว่า นักเรียนสามารถบอกรูปร่างโมเลกุลและสภาพขั้วโมเลกุลได้ถูกต้อง



ภาพที่ 4 มโนมติที่คลาดเคลื่อนในการเขียนรูปร่างโมเลกุล
(ก) AX_5 พีระมิดคู่ฐานสามเหลี่ยม (ข) AX_4 ทรงสี่หน้า และ (ค) AX_6 ทรงแปดหน้า

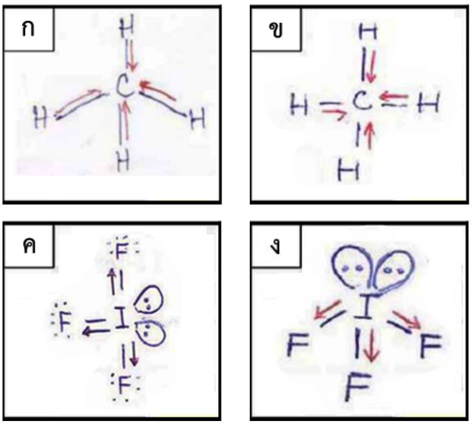
ตาราง 3 มโนมติของนักเรียนต่อสารโคเวเลนต์ ได้แก่ มีเทน (CH_4) และไอโอดีนไตรฟลูออไรด์ (IF_3)

ลำดับ	รายการประเมิน	มโนมติของนักเรียน	ร้อยละจำนวนนักเรียน	
			CH_4	IF_3
1	รูปร่างโมเลกุล	บอกรูปร่างโมเลกุลถูกต้อง*	100	100
2	สภาพขั้วโมเลกุล	บอกสภาพขั้วโมเลกุลถูกต้อง*	100	100
3	จำนวนอะตอม	อะตอมครบ*	97	94
		อะตอมไม่ครบ	3	6
4	เวกเตอร์	เขียนเวกเตอร์*	94	73
		ไม่เขียนเวกเตอร์	6	27
5	มุมพันธะ	มุม H–C–H ถูกต้อง (ภาพที่ 5ก) และ มุม F–I–F ถูกต้อง (ภาพที่ 5ค)*	91	91
		มุม H–C–H ไม่ถูกต้อง (ภาพที่ 5ข) และ มุม F–I–F ไม่ถูกต้อง (ภาพที่ 5ง)	9	9
6	อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวของอะตอมกลาง (พิจารณาเฉพาะ IF_3)	เขียนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 2 คู่*	–	88
		เขียนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว 1 คู่	–	6
		ไม่เขียนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว	–	6
7	พันธะระหว่างอะตอม	เขียนพันธะตรงตำแหน่ง*	88	94
		เขียนพันธะระหว่างอะตอมไม่ถูกต้อง	12	6
8	สภาพขั้วพันธะ	บอกสภาพขั้วพันธะได้ถูกต้อง ครบถ้วน*	55	57
		บอกสภาพขั้วพันธะไม่ถูกต้อง	45	43

<u>หมายเหตุ</u> *มโนมติวิทยาศาสตร์

ทุกคน (ร้อยละ 100) ทั้งโครงสร้างของ CH_4 และ IF_3 โดยทุกรายการประเมิน นักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์มากกว่าร้อยละ 80 ยกเว้นการเขียนเวกเตอร์ของ IF_3 และสภาพขั้วพันธะของ CH_4 และ IF_3 คิดเป็นร้อยละ 73 55 และ 57 ตามลำดับ จากการสัมภาษณ์นักเรียนภายหลังทำแบบทดสอบ พบว่าสาเหตุที่นักเรียนไม่เขียนเวกเตอร์ของ IF_3 เนื่องจากนักเรียนไม่สามารถเปรียบเทียบค่าอิเล็กโทรเนกาติวิตี้ (electronegativity, EN) ของ I กับ F ได้จึงไม่เขียนเวกเตอร์ เช่นเดียวกับเรื่องสภาพขั้วพันธะซึ่งนักเรียนต้องพิจารณาค่า EN ของ C กับ H และ I กับ F ในการเขียนเวกเตอร์ จึงจะทำให้เขียนระบุส่วนต่าง ๆ ในโครงสร้างได้ แสดงว่า สมบัติของธาตุตามตารางธาตุเป็นปัจจัยที่มีผลต่อมโนมติเรื่องนี้ (Özmen, 2004) กล่าวโดยสรุปคือ กิจกรรมการเรียนรู้ด้วย AR นักเรียนเข้าใจเรื่องการเกิดรูปร่างโมเลกุลและสภาพขั้วโมเลกุล สามารถมองรูปร่างโมเลกุลในรูปแบบ 3 มิติสามารถมองเห็นอะตอมได้ทุกอะตอมในโครงสร้าง ทำให้นักเรียนเข้าใจง่ายและมีมโนมติวิทยาศาสตร์ (ณัฏฐ์ ดิษเจริญ และคณะ, 2557) แต่ยังมีข้อจำกัดเรื่องการบอกสภาพขั้วพันธะ เพราะต้องพิจารณาค่า EN ของอะตอมที่มาสร้างพันธะกัน จากการสัมภาษณ์นักเรียนกลุ่มนี้ พบว่า สามารถพิจารณาค่า EN ได้ถูกต้อง อย่างไรก็ตาม นักเรียนไม่สามารถบอกสภาพขั้วพันธะได้ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ในกลุ่มนี้ให้เหตุผลว่า “จำหลักการหาสภาพขั้วพันธะไม่ได้”

จากผลการตรวจสอบมโนมติของนักเรียนเกี่ยวกับการเขียนโครงสร้างของโมเลกุลของ CH_4 (ภาพที่ 5ก และ 5ข) และ IF_3 (ภาพที่ 5ค และ 5ง) พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ที่เขียนโครงสร้างโมเลกุลของ CH_4 และ IF_3 ที่ถูกต้อง (ภาพ 5ก และ 5ค) ตามหลักของทฤษฎีแบบจำลองแรงผลักระหว่าง



ภาพที่ 5 ตัวอย่างการเขียนโครงสร้างโมเลกุล CH_4 (ก) ถูกต้อง (ข) ไม่ถูกต้อง และ IF_3 (ค) ถูกต้อง (ง) ไม่ถูกต้อง

คู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์ ซึ่งอิเล็กตรอนคู่ร่วมพันธะและอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวจัดเรียงตัวให้อยู่ห่างกันมากที่สุด เพื่อลดแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอน อย่างไรก็ตาม ยังมีนักเรียนส่วนน้อยที่บอกรูปร่างและสภาพขั้วโมเลกุลได้ถูกต้องแต่ไม่สามารถเขียนเวกเตอร์บอกมุมพันธะ เขียนอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว เขียนพันธะระหว่างอะตอม และบอกสภาพขั้วพันธะได้ ทำให้เขียนโครงสร้างโมเลกุลของ CH_4 และ IF_3 ที่ไม่ถูกต้อง (ภาพ 5ข และ 5ง) สอดคล้องกับการรายงานของ ดวงกมล บำรุงบ้านทุ่ม และสุธา ภู่สิทธิศักดิ์ (2556) ที่ใช้ตัวแทนความคิดศึกษามโนมติเรื่องพันธะเคมี พบว่า การทำนายรูปร่างโมเลกุลของนักเรียนบางส่วนใช้หลักการจำคำศัพท์ การใช้สัญลักษณ์ในการพิจารณาหรืออธิบายคำตอบของตน จากข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการสอนโดยใช้ AR ช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจในการเขียนรูปร่างและโครงสร้างโมเลกุลที่สามารถมองผ่านด้วยแอพพลิเคชันของ AR ในสมาร์ทโฟนและสามารถหมุนรอบทุกทิศทาง ทำให้นักเรียนบอกส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างและยังทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นอีกด้วย ส่งผลให้

นักเรียนมีมโนมติวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น (ณัฏฐ์ ดิษเจริญ และคณะ, 2557) แต่การใช้ AR ยังมีข้อจำกัดเรื่องสภาพขั้วพันธะที่นักเรียนต้องใช้การพิจารณาค่า EN ในการอธิบายเพิ่มเติม จึงทำให้นักเรียนเกิดความสับสนและเข้าใจได้ยาก (Peterson and Treagust, 1989; Peterson et al., 1989) อย่างไรก็ตาม กิจกรรมการเรียนรู้ด้วย AR เป็นตัวอย่างหนึ่งที่มีการใช้สมาร์ทโฟนในทางสร้างสรรค์และทางด้านการศึกษามากขึ้น

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความก้าวหน้าทางการเรียนและมโนมติวิทยาศาสตร์ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วย AR ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องรูปร่างและสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์ สรุปผลตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนแบบทั้งชั้นอยู่ในระดับปานกลางและแบบรายบุคคลมีความก้าวหน้าที่อยู่ในระดับปานกลางถึงระดับสูงมีจำนวนร้อยละ 90.9

2. ในการใช้แอพพลิเคชันของ AR ในสมาร์ทโฟนระหว่างเรียน ทำให้นักเรียนเขียนรูปร่างโมเลกุลได้ถูกต้อง แต่มี 3 โมเลกุลที่นักเรียนมีมโนมติคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ AX_5 (ร้อยละ 50) รองลงมาคือ AX_4 และ AX_6 ที่มีความคลาดเคลื่อนเท่ากัน คือ ร้อยละ 12.5

3. นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนมติวิทยาศาสตร์หลังเรียนที่ถูกต้อง 100% ในเรื่อง รูปร่างโมเลกุลและสภาพขั้วโมเลกุล มีเพียงเรื่องสภาพขั้วพันธะที่ยังมีมโนมติที่คลาดเคลื่อนมาก คิดเป็นร้อยละ 45 ของ CH_4 และร้อยละ 43 ของ IF_3

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณแหล่งทุนจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ตามแผนดำเนินงานโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) และขอขอบคุณ ดร.ณัฏฐ์ ดิษเจริญ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ สถิติ และคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์โปรแกรมสำเร็จรูป AR และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้งานตลอดการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา. (2554). เกมบัตรสำหรับการจัดการเรียนรู้เรื่องธาตุและสารประกอบ. **วารสารหน่วยวิจัย วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้** 2(2): 132–137.

กานต์ตะรัตน์ วุฒิเสลา. (2557). แบบจำลองอะตอมโมเลกุลทางเลือกสำหรับการสอนเรื่อง ทฤษฎีแรงผลักระหว่างคู่อิเล็กตรอนในวงเวเลนซ์. **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้** 5(2): 209–213.

จำรัส กลิ่นหนู. (2556). **การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมสร้างบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์และกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องความปลอดภัยของสารสนเทศเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ**. เข้าถึงได้จาก http://oer.thaicyberu.go.th/handle/6626105234/847, สืบค้นเมื่อวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2558.

ณัชธฤต เกื้อทาน ชาตรี ฝ่ายคำตา และสุดจิต สงวนเรือง. (2554). แบบจำลองความคิดเรื่องพันธะเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. **วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์** 17(2): 299–314.

ณัฏฐ์ ดิษเจริญ กรวัฒน์ พลเยี่ยม พนิดา วังคะฮาต และปุริม จารุจำรัส. (2557). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่อง โครงสร้างอะตอมและพันธะเคมีด้วยเทคโนโลยีออกเมนเต็ดเรียลลิตี้. **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้** 5(1): 21–27.

ดวงกมล บำรุงบ้านทุ่ม และสุธา ภู่สิทธิศักดิ์. (2556). ตัวแทนความคิดเรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบเปรียบเทียบ (Analogy) ตามแนว FAR Guide. **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น** 7(4): 127–136.

พนิดา ตันศิริ. (2553). โลกเสมือนผสานโลกความจริง (Augmented Reality). **วารสารสำนักบริหารมหาวิทยาลัยกรุงเทพ** 30(2): 169–175.

ศศินี อังกานนท์. (2557). **การใช้ดินสอมาสร้างโมเดล 3 มิติแสดงรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ที่สอดคล้องกับทฤษฎี VSEPR ศูนย์บริการออนไลน์ด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมีด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้**. เข้าถึงได้จาก http://www.mwit.ac.th/~chem/Inquiry/index.html, สืบค้นเมื่อวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2558.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท). (2556). **เคมี เล่ม 1**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์ สกสค.

สมเจตน์ อุระศิลป์ และศักดิ์ศรี สุภาษร. (2554). การเปรียบเทียบมโนมติก่อนและหลังเรียนเรื่องพันธะเคมี ตามโมเดลการเรียนรู้ T5 แบบกระดาษ. **วารสารวิจัย มข** 1(1): 38–57.

สมศักดิ์ เตชะโกสิท และณมน จีรังสุวรรณ. (2556). แนวทางในการจัดการเรียนรู้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง. **วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้** 4(2): 117–123.

Birk, J. P., and Kurtz, M. J. (1999). Effect of experience on retention and elimination of misconceptions about molecular structure and bonding. **Journal of Chemical Education** 76: 124–128.

Coll, R. K., and Treagust, D. F. (2001). Learners' mental models of chemical bonding. **Research in Science Education** 31: 357–382.

Coll, R. K., and Treagust, D. F. (2002). Exploring tertiary students' understanding of covalent bonding. **Research in Science and Technological Education** 20: 241–267.

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement vs traditional methods: A six–thousand student survey of mechanics test data for

introductory physics courses. **American Journal of Physics** 61(1): 64–74.

Johnstone, A.H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to a changing demand. **Journal of Chemical Education** 70(9): 701-705.

Özmen, H. (2004). Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. **Journal of Science Education and Technology** 13(2): 147–159.

Peterson, R. F., and Treagust, D. F. (1989). Grade–12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. **Journal of Chemical Education** 66(6): 459.

Peterson, R. F., Treagust, D. F., and Garnett, P. (1989). Development and application of a diagnostic instrument to evaluate of covalent bonding and structure following a course of instruction. **Journal of Research in Science Teaching** 26(4): 301–314.

Selco, J., Bruno, M., and Chan, S. (2013). **Hands on, Minds on Periodic Table: Visualizing the Unseen**. Retrieved from http://www.researchgate.net/publication/260671680_Discovering_Periodicity_Hands–On_Minds–On_Organization_of_the_Periodic_Table_by_Visualizing_the_Unseen, Febuary 24, 2015.

Taber, K. S., Coll, R. K., and Gilbert, J. K. (2002). **Chemical Education: Towards Research–Based Practice**. Netherlands: Kluwer Academic.