



การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

Development of Three-tiered Diagnostic Tests about Chemical Bonds for Tenth-grade Students

สุรเดช อนันตสวัสดิ์¹ กมลวรรณ ตังธนากานนท์² และ โชติกา ภาษีผล³

Suradech Anuntasawat¹ Kamonwan Tangdhanakanond² and Shotiga Pasiphol³

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ เรื่อง พันธะเคมี ในเรื่องค่าความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยง และความตรง กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างในการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 120 คน และกลุ่มตัวอย่างทดลองใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 625 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์ แบบสอบวินิจฉัยสองระดับ และแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ผลการวิจัยพบว่า 1) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มี 40 เรื่อง และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบมากที่สุด คือ สมการไอออนิกสุทธิเขียนได้เฉพาะเมื่อผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเป็นตะกอนเท่านั้น (ร้อยละ 25.33) 2) แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ เรื่อง พันธะเคมี มีคุณภาพผ่านเกณฑ์ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) และตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) จำนวน 80 ข้อ จากแบบสอบวินิจฉัย จำนวน 96 ข้อ

คำสำคัญ: แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ, มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน, พันธะเคมี

Article Info: Received 4 May, 2018; Received in revised form 26 July, 2018; Accepted 6 June, 2020

¹ นิสิตศึกษานิเทศศาสตร์ สาขาวิชาการศึกษาวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อีเมล: suradecies@hotmail.com

Ph.D. Candidate in Educational Measurement and Evaluation Program, Department of Educational Research and Psychology, Faculty of Education, Chulalongkorn University Email: suradecies@hotmail.com

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อีเมล: tkamonwan@hotmail.com

Lecturer in of Educational Measurement and Evaluation Program, Department of Educational Research and Psychology, Faculty of Education, Chulalongkorn University Email: tkamonwan@hotmail.com

³ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อีเมล: aimornj@hotmail.com

Lecturer in Educational Measurement and Evaluation Program, Department of Educational Research and Psychology, Faculty of Education, Chulalongkorn University Email: aimornj@hotmail.com

Abstract

This research aimed to 1) explore misconceptions about chemical bonds among tenth-grade students, 2) improve and validate three-tier diagnostic tests about chemical bonds in terms of difficulty, discrimination, reliability and validity. The samples for the initial investigation of misconception were 120 tenth-grade students, whereas the samples for the pilot study of the three-tier diagnostic tests were 625 tenth-grade students. The research instruments were an interview form, a two-tier diagnostic test, and a three-tier diagnostic test. It was found that 1) there were 40 misconceptions about chemical bonds among the tenth-grade students. The most common misconception was that the net ionic equation is only written when the product is precipitated (25.33%). 2) Based on Classical Test Theory (CTT) and Item Response Theory (IRT) analysis, there were 80 qualified items on the three-tier diagnostic tests about chemical bonds out of 96 total items.

Keywords: three-tier diagnostic tests, misconception, chemical bonds

บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 มาตรา 22 ระบุใจความสำคัญเกี่ยวกับการจัดการศึกษาว่า ต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2545) หากครูทราบจุดอ่อน-จุดแข็งของนักเรียนย่อมเป็นประโยชน์ต่อการวางแผน การจัดการเรียนรู้ และการส่งเสริมนักเรียนได้อย่างตรงตามศักยภาพของแต่ละบุคคล ในการจัดการเรียนการสอนนั้น ครูต้องการให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ แต่ในความเป็นจริงมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ ซึ่งนักเรียนเหล่านี้ถูกจัดเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ทั้งที่ในความเป็นจริงอาจเกิดจากการที่นักเรียนมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในบางประเด็นทำให้ทำข้อสอบไม่ผ่านเกณฑ์ ครูควรวินิจฉัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้นักเรียนมีมีโนทัศน์ที่ถูกต้อง

การศึกษามีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์มีการศึกษาด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การสัมภาษณ์ การใช้คำถามปลายเปิด การเขียนผังมโนทัศน์ และการใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ ซึ่งการใช้แบบสอบวินิจฉัยเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด

(Treagust, 1988) แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบในวิชาวิทยาศาสตร์ แรกเริ่มใช้เป็นแบบสอบแบบประเพณีนิยม ประกอบด้วย ข้อคำถามและคำตอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ทำให้มีข้อจำกัดตรงที่แบบสอบชนิดนี้วินิจัยข้อบกพร่องได้จากตัวลวงเพียงแค่ 3-4 แบบเท่านั้น จึงไม่สามารถมั่นใจได้ว่าการที่นักเรียนเลือกตัวลวงใดแล้วจะแสดงถึงการมีแบบการคิดตามที่ระบุไว้ในตัวลวงเสมอไป นักเรียนอาจเดาสุ่มตัวเลือกที่กำหนด จึงได้มีการพัฒนาแบบสอบวินิจัยแบบสองระดับ (two-tier test) ขึ้นมาโดยระดับแรกวัดความรู้ในเนื้อหา ส่วนในระดับที่สองวัดเหตุผลของคำตอบในระดับแรก แบบสอบวินิจัยแบบสองระดับที่มี 4 ตัวเลือก ช่วยลดโอกาสในการเดาคำตอบลงเหลือร้อยละ 6.25 (Caleon & Subramaniam, 2010) แบบสอบวินิจัยสองระดับเมื่อนำมาใช้ก่อนและหลังเรียน สามารถช่วยระบุโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนซึ่งครูสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงการสอน นักวิจัยจำนวนหนึ่งได้ศึกษาเกี่ยวกับแบบสอบวินิจัยสองระดับ (Adadan & Savasci, 2012; Al-Balushi, 2012; Bayrak, 2013; Ozmen, 2010) อย่างไรก็ตาม แบบสอบวินิจัยสองระดับมีข้อจำกัดบางประการในเรื่องการไม่สามารถจำแนกนักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนกับนักเรียนที่ขาดความรู้ในเรื่องนั้นได้ ในปัจจุบันจึงมีการพัฒนาแบบสอบวินิจัยสามระดับในวิชาฟิสิกส์ (Caleon & Subramaniam, 2010; Pesman & Eryilmaz, 2010) วิชาเคมี (Cetin-Dindar & Gebanc, 2010) วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (Arslan et al., 2012) ซึ่งรูปแบบของแบบสอบวินิจัยสามระดับประกอบด้วย ระดับที่ 1 ระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบสอบเลือกตอบ 2-4 ตัวเลือก มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความรู้ของผู้สอบ ระดับที่ 2 ระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบสอบเลือกตอบ 4-5 ตัวเลือก และระดับที่ 3 ระดับความเชื่อมั่น (confidence rating) เป็นแบบเลือกตอบ 2 คำตอบ หรือแบบมาตราประมาณค่า ซึ่งการเพิ่มระดับที่ 3 ในเรื่องการตรวจสอบระดับความมั่นใจในคำตอบของนักเรียนได้รับแนวคิดมาจากการศึกษาทางด้านจิตวิทยาที่ให้ผู้คคลประเมินความถูกต้องของประสิทธิภาพการทำงาน ส่งผลให้แบบสอบวินิจัยสามระดับมีจุดเด่น คือ สามารถจำแนกนักเรียนกลุ่มที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนออกจากกลุ่มนักเรียนที่ขาดความรู้ กลุ่มที่มีความเข้าใจถูกต้อง (scientific knowledge) ออกจากกลุ่มที่ตอบถูกจากการเดา (lucky guess) ได้อย่างชัดเจน ทำให้การวินิจัยมีความละเอียดมากขึ้น โดยแบบสอบวินิจัยสามระดับสามารถจำแนกประเภทของนักเรียนออกเป็น 6 ประเภทได้แก่ 1) มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific knowledge) 2) มีความผิดพลาด

(false positive) คือ ตอบถูกในระดับที่ 1 แต่ตอบผิดในระดับที่ 2 และเลือกมั่นใจในระดับที่ 3 3) มีความผิดพลาด (false negative) คือ ตอบผิดในระดับที่ 1 แต่ตอบถูกในระดับที่ 2 และเลือกมั่นใจในระดับที่ 3 4) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) 5) เดาคำตอบ (lucky guess) หรือ ขาดความมั่นใจ (lack of confidence) 6) ขาดความรู้ (lack of knowledge) (Arslan et al., 2012)

วิชาเคมีเป็นศาสตร์สาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างองค์ประกอบ และสมบัติของสสาร การเปลี่ยนแปลงและกลไกการเกิดปฏิกิริยาของสสาร ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับวิชาเคมีเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ตามจุดประสงค์ต่าง ๆ มากมาย ความรู้เกี่ยวกับวิชาเคมีจึงกว้างขวางมากยิ่งขึ้นทำให้มีมโนทัศน์ที่นักเรียนต้องเรียนรู้มากตามไปด้วย ซึ่งมีมโนทัศน์จำนวนมากเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า เช่น โครงสร้างอะตอม พันธะเคมี กลไกการเกิดปฏิกิริยาเคมี จึงเป็นเรื่องที่ยากสำหรับครูในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีความเข้าใจหรือมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย พบว่า นักเรียนจำนวนมากมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบมาก คือ เรื่อง พันธะเคมี ในประเด็นที่เกี่ยวกับโครงสร้างของสารประกอบไอออนิก (Dogan & Demirci, 2011) พันธะโคเวเลนต์ และรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ (สมเจตน์ อูระศิลป์, 2554)

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมาข้างต้นสรุปได้ว่า ครูมักใช้แบบสอบวินิจฉัยทั้งแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม แบบสอบวินิจฉัยสองระดับ ในการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แต่ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตว่า ในประเทศไทยยังไม่ค่อยพบแบบสอบวินิจฉัยแบบสามระดับซึ่งช่วยจำแนกนักเรียนได้ดีกว่าแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยในการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ เรื่อง พันธะเคมี ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยประยุกต์ใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับและการแปลความหมายตามงานวิจัยของ Arslan et al. (2012) ผลผลิตจากงานวิจัยนี้ คือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีคุณภาพด้านค่าความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยง ความตรงตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) และตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) เพื่อให้ครูและผู้ที่เกี่ยวข้องนำแบบสอบวินิจฉัยสามระดับไปใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หรือนำแนวทางการสร้างแบบสอบวินิจฉัยสามระดับไปประยุกต์

ใช้สร้างเครื่องมือวินิจฉัยในเรื่องอื่นหรือรายวิชาอื่นต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ เรื่อง พันธะเคมี ด้านค่าความยาก อำนาจจำแนก ความเที่ยง และความตรง

วิธีการวิจัย

ประชากรและตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ใช้ในการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยสองระดับแบบปลายเปิด คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 120 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายจากโรงเรียนในสังกัดคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 6 โรงเรียน โรงเรียนละ 20 คน

ตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 625 คน ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multi-stage random sampling) ซึ่งมีขั้นตอนในการสุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1) สุ่มจังหวัดโดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) โดยสุ่มจังหวัดในแต่ละภูมิภาค ซึ่งผู้วิจัยแบ่งภูมิภาคในประเทศไทยออกเป็น 4 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคเหนือ สุ่มภูมิภาคละ 2 จังหวัด รวมทั้งสิ้น 8 จังหวัด

2) สุ่มโรงเรียนจากจังหวัดที่สุ่มได้ในขั้นตอนแรก จังหวัดละ 3 โรงเรียน โดยแบ่งเป็นโรงเรียนมัธยมขนาดเล็ก 1 โรง โรงเรียนมัธยมขนาดกลาง 1 โรง และโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่ 1 โรงเรียน ด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (stratified random sampling) รวมได้โรงเรียนจำนวน 24 โรง

3) สุ่มนักเรียนจากโรงเรียนที่สุ่มได้ในขั้นตอนที่สอง โรงเรียนละ 26 คน ได้นักเรียนทั้งสิ้น 625 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย

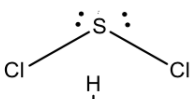
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

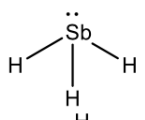
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีทั้งหมด 3 ชุด ได้แก่ 1) แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบในการเรียนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง พันธะเคมี โดยสร้างจากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) แบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับชนิดปลายเปิด สร้างขึ้นจากผลการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมี โดยแบบสอบระดับแรกเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ระดับที่สองแบบเขียนตอบเหตุผลของคำตอบระดับแรก ผู้วิจัยนำผลการตอบมาวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการเลือกคำตอบในระดับแรก ประกอบกับเหตุผลที่เขียนตอบในระดับที่สองว่า สะท้อนถึงการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมโนทัศน์ใด 3) แบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่พัฒนาขึ้นจากผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผลการสัมภาษณ์ และผลการตอบแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับชนิดปลายเปิด ประกอบด้วย 3 ระดับ ระดับแรกเป็นแบบสอบชนิดเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก ระดับที่สองประกอบด้วยเหตุผลสนับสนุนคำตอบระดับแรกและตัวलग จำนวน 4 ตัวเลือก ระดับที่สามระดับความมั่นใจเป็นแบบตรวจสอบรายการ คือ มั่นใจ/ไม่มั่นใจ เกณฑ์การให้คะแนนระดับที่ 1 และระดับที่ 2 ระดับละ 1 คะแนน ส่วนระดับที่ 3 ความเชื่อมั่นไม่มีคะแนนแต่ใช้หาความสัมพันธ์กับคะแนนรวม และใช้เพื่อร่วมพิจารณาการมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องหรือคลาดเคลื่อน โดยการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนพิจารณาจากคำตอบในระดับที่ 1 และระดับที่ 2 นักเรียนเลือกตัวलगที่สะท้อนถึงการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้น ๆ และระดับที่ 3 เลือกมั่นใจ ตัวอย่างของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่วัด เรื่อง สภาพขั้วของโมเลกุล แสดงดังภาพ 1

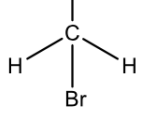
ภาพ 1

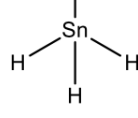
ตัวอย่างแบบสอบวินิจัยแบบสามระดับและการแปลความหมายคำตอบ

1.1 สารประกอบโคเวเลนต์ในข้อใดเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว

ก. 

ข. 

ค. 

ง. 

1.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบข้างต้น

ก. โมเลกุลมีรูปร่างสมมาตรทำให้อานาจไฟฟ้าหักล้างกันหมด

ข. โมเลกุลที่ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเป็นโมเลกุลไม่มีขั้วเสมอ

ค. อะตอมล้อมรอบอะตอมกลางเป็นอะตอมชนิดเดียวกัน

ง. พันธะไม่มีขั้วโมเลกุลจึงไม่มีขั้ว

1.3 นักเรียนมั่นใจในคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

การแปลความหมายคำตอบประยุกต์จากงานวิจัยของ Arslan et al. (2012)

ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3	การแปลความหมาย
*ก.	*ก.	ก.	มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific knowledge) ถูกต้อง
ค.	ข.	ก.	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) ว่า - โมเลกุลที่ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเป็นโมเลกุลไม่มีขั้วเสมอ โดยไม่พิจารณาถึงอะตอมล้อมรอบอะตอมกลาง
*ง.	ข./ค./ง.	ก.	มีความผิดพลาดบวก (false positive)
ก./ข./ค.	*ก.	ก.	มีความผิดพลาดลบ (false Negative)
*ง.	*ก.	ข.	เดาถูก (lucky guess)/ขาดความมั่นใจ (lack of confidence)
คำตอบนอกเหนือจากนี้			ขาดความรู้ (lack of knowledge)

* หมายถึง คำตอบที่ถูกต้อง

ขั้นตอนการพัฒนาแบบสอบ

ตอนที่ 1 สํารวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี

1.1 กำหนดเนื้อหาโดยการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี คู่มือครูวิชาเคมี ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และกำหนดเนื้อหาหลักและเนื้อหาย่อยที่มุ่งวินิจัยจำนวน 3 เนื้อหาหลัก

16 เนื้อหาย่อย ประกอบด้วย เนื้อหาหลักที่ 1 พันธะไอออนิก แบ่งเป็นเนื้อหาย่อย 5 เนื้อหา คือ 1) การเกิดพันธะไอออนิก 2) โครงสร้างของสารประกอบ ไอออนิก 3) การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก 4) สมบัติของสารประกอบไอออนิก 5) ปฏิกิริยาของสารประกอบไอออนิก เนื้อหาหลักที่ 2 พันธะโคเวเลนต์ แบ่งเป็นเนื้อหาย่อย 10 เนื้อหา คือ 1) การเกิดพันธะโคเวเลนต์ 2) ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ 3) โมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต 4) การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์ 5) ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ 6) แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์ 7) รูปร่างโมเลกุล 8) มุมพันธะ 9) สภาพขั้วของโมเลกุล 10) แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล เนื้อหาหลักที่ 3 พันธะโลหะ มีเนื้อหาย่อย 1 เนื้อหา คือ สมบัติของพันธะโลหะ

1.2 สรุปรวมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี

1.3 สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ คือ ครูผู้สอนวิชาเคมี จำนวน 15 คน ในประเด็นเกี่ยวกับโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบในการเรียนการสอน เรื่อง พันธะเคมี

1.4 นำผลจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยและผลการสัมภาษณ์มาสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับชนิดปลายเปิด โดยระดับที่หนึ่งเป็นแบบเลือกตอบ ระดับที่สองเป็นเหตุผลของคำตอบในระดับแรกเป็นแบบเขียนตอบ เพื่อสรุปรวมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากนักเรียน โดยมีขั้นตอนการสร้าง ได้แก่ 1) วิเคราะห์เนื้อหาที่จะสรุปรวมโนทัศน์ 2) กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 3) สร้างแผนผังการสร้างข้อสอบ 4) สร้างแผนผังการสร้างคำถาม 5) สร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับซึ่งประกอบด้วยระดับเนื้อหาและระดับเหตุผล จำนวน 40 ข้อ จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 120 คน

1.5 สรุปรวมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง พันธะเคมี จากการศึกษาดูเอกสารและงานวิจัยการสัมภาษณ์ครูผู้สอน และการตอบแบบสอบวินิจฉัยสองระดับแบบปลายเปิดของนักเรียน นำไปสร้างเป็นตัวลงในแบบสอบวินิจฉัยแบบสามระดับในขั้นต่อไป

ตอนที่ 2 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ เรื่อง พันธะเคมี

2.1 สร้างแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ จำนวน 96 ข้อ โดยศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 นำมาสร้างเป็นตัวลงในแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ

2.2 ตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจัยสามระดับ ด้านความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ด้วยดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Item Objective Congruence: IOC) โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.57-1.00

2.3 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบวินิจัยสามระดับตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และจัดพิมพ์แบบสอบวินิจัยสามระดับ

2.4 นำแบบสอบวินิจัยสามระดับที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 625 คน วิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบวินิจัยสามระดับ

2.5 ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจัยสามระดับด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพันธโดยการหาความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจัยด้วยแบบสอบวินิจัยสามระดับกับผลการวินิจัยด้วยวิธีคิดออกเสียง (thinking aloud) โดยสุ่มนักเรียน จำนวน 40 คน จากนักเรียน จำนวน 625 คน จากชั้นทดลองใช้แบบสอบวินิจัยสามระดับมาวินิจัยด้วยวิธีคิดออกเสียง

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในประเด็นที่เกี่ยวกับข้อบกพร่องทางการเรียนหรือมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง พันธะเคมี ด้วยการวิเคราะห์ความถี่ และการวิเคราะห์เนื้อหา

2. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบวินิจัยแบบสองระดับแบบปลายเปิด เพื่อสำรวจมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยการวิเคราะห์ความถี่และร้อยละ

3. วิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบวินิจัยสามระดับด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 7 คน นำคะแนนมาคำนวณดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินคือ ค่า IOC ที่คำนวณได้มากกว่า .50 ($IOC > .05$) (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) จึงจะถือว่าข้อสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่มุ่งวัด

4. วิเคราะห์ค่าความยาก (difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (discrimination) ของแบบสอบวินิจัยสามระดับ ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) และตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 2พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าความยาก (b) อำนาจจำแนก (a)

ด้วยโปรแกรม IRT Pro

5. วิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบวินิจัยแบบสามระดับด้านความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน (internal consistency) ด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient)

6. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมของแบบสอบวินิจัยระดับที่ 1 และ 2 กับคะแนนความเชื่อมั่นในระดับที่ 3 ด้วยสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน

7. วิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบวินิจัยสามระดับด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ โดยหาความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจัยด้วยแบบสอบวินิจัยสามระดับกับผลการวินิจัยด้วยวิธีคิดออกเสียง โดยใช้ค่าสัดส่วนของความสอดคล้องและค่าสถิติแคปปา (K)

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ข้อ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ได้แก่ 1) ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจัยสามระดับ เรื่อง พันธะเคมี

1) ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี พบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จำนวน 25 เรื่อง

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญการสอนวิชาเคมี จำนวน 15 คน พบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ได้จากการศึกษาเอกสารตรงกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ผู้เชี่ยวชาญเคยพบทุกเรื่อง และผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพิ่มเติม 15 เรื่อง โดยมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอมากที่สุด คือ สมการไอออนิกสุทธิเขียนได้เฉพาะเมื่อผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเป็นตะกอนเท่านั้น (ผู้เชี่ยวชาญ 12 คนจาก 15 คนเสนอแนะมโนทัศน์นี้)

สรุปรวมมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้จากการศึกษาเอกสารและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญทั้งสิ้น 40 เรื่อง ผู้วิจัยนำมโนทัศน์ทั้ง 40 เรื่อง มาสำรวจกับนักเรียน จำนวน 120 คน โดยสร้างเป็นแบบสอบวินิจัยสองระดับแบบปลายเปิด จำนวน 40 ข้อ ผลจากการใช้แบบสอบ

วินิจฉัยสองระดับ พบว่า เมื่อพิจารณาจากเนื้อหาหลักที่ 1 เรื่อง พันธะไอออนิก มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบมากที่สุด คือ สมการไอออนิกสุทธิเขียนได้เฉพาะเมื่อผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเป็นตะกอนเท่านั้น (ความถี่ 31, ร้อยละ 25.33) รองลงมาคือ สารประกอบไอออนิกมีลักษณะเป็นโมเลกุลไม่ใช่โครงร่างผลึก (ความถี่ 18, ร้อยละ 15.00) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบน้อยที่สุด คือ สมการไอออนิกสุทธิเขียนเหมือนกับสมการโมเลกุล (ความถี่ 2, ร้อยละ 1.67) เมื่อพิจารณาจากเนื้อหาหลักที่ 2 พันธะโคเวเลนต์ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบมากที่สุดคือ โมเลกุลที่ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเป็นโมเลกุลไม่มีขั้วเสมอ (ความถี่ 25, ร้อยละ 20.83) รองลงมา คือ โมเลกุลโคเวเลนต์ที่มีขั้วมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลเป็นแรงระหว่างขั้วเพียงชนิดเดียวมีผลให้จุดเดือดเพิ่มขึ้นตามมวลโมเลกุลเสมอโดยไม่พิจารณาว่าบางโมเลกุลอาจจะมีพันธะไฮโดรเจน (ความถี่ 23, ร้อยละ 19.17) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบน้อยที่สุด คือ พันธะไฮโดรเจนแรงลอนดอน และแรงดึงดูดระหว่างขั้วเป็นพันธะภายในโมเลกุลโคเวเลนต์ (ความถี่ 3, ร้อยละ 2.50) เมื่อพิจารณาเนื้อหาหลักที่ 3 พันธะโลหะ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบมากที่สุด คือ โลหะนำไฟฟ้าได้เมื่อหลอมเหลวเท่านั้นเหมือนสารประกอบไอออนิก (ความถี่ 13, ร้อยละ 10.83) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบน้อยที่สุด คือ สารที่มีจุดเดือดจุดหลอมเหลวสูงจัดเป็นโลหะเสมอ (ความถี่ 6, ร้อยละ 5.00) แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1

ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากเอกสาร ผู้เชี่ยวชาญ และวินิจฉัยจากนักเรียน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	เอกสาร	ครู	นักเรียน	
	<i>f</i>	<i>f</i>	<i>f</i>	%
1. พันธะไอออนิก				
เนื้อหาย่อย 1.1 การเกิดพันธะไอออนิก				
1. พันธะไอออนิกเกิดจากการสร้างพันธะของโลหะหมู่ IA กับอโลหะหมู่ VIIA เท่านั้น	2	5	7	5.83
2. โลหะหมู่ IIA ทุกตัวเมื่อสร้างพันธะกับอโลหะจะเกิดพันธะไอออนิกเสมอ	1	6	5	4.17
3. กลุ่มของไอออนบวกหรือไอออนบวกสร้างพันธะกับกลุ่มไอออนลบไม่จัดเป็นพันธะไอออนิก	-	8	13	10.83

ตาราง 1 (ต่อ)

ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากเอกสาร ผู้เชี่ยวชาญ และวินิจนัยจากนักเรียน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	เอกสาร		ครู		นักเรียน	
	<i>f</i>		<i>f</i>		<i>f</i>	%
4. พันธะไอออนิกเกิดจากการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันระหว่างโลหะกับโลหะ	-		2		3	2.50
เนื้อหาย่อย 1.2 โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก						
5. สารประกอบไอออนิกมีลักษณะเป็นโมเลกุลไม่ใช่โครงร่างผลึก	2		11		18	15.00
6. สารประกอบไอออนิกมีลักษณะเชื่อมกันเป็นเส้นตรง	2		4		10	8.33
เนื้อหาย่อย 1.3 การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก						
7. เรียกชื่อสารประกอบไอออนิกโดยไม่ได้เปลี่ยนเสียงท้ายเป็นไอดี	3		6		7	5.83
8. เรียกชื่อสารประกอบไอออนิกของโลหะที่มีเลขออกซิเดชันหลายค่า ด้วยตัวเลขภาษากรีกตามหลักการอ่านของสารประกอบโคเวเลนต์	-		8		12	10.00
เนื้อหาย่อย 1.4 สมบัติของสารประกอบไอออนิก						
9. เรียกชื่อสารประกอบไอออนิกจากไอออนลบก่อนไอออนบวก	2		3		5	4.17
10. สารประกอบไอออนิกทุกชนิดสามารถละลายน้ำได้	2		2		6	5.00
11. สารประกอบไอออนิกที่หลอมเหลวจะไม่นำไฟฟ้า จะนำไฟฟ้าได้เฉพาะสารที่ละลายน้ำ	1		5		9	7.50
12. สารประกอบไอออนิกของหมู่ IIA ละลายน้ำได้ทุกชนิด	-		9		12	10.00
เนื้อหาย่อย 1.5 ปฏิกริยาของสารประกอบไอออนิก						
13. สมการไอออนิกสุทธิเขียนได้เฉพาะเมื่อผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเป็นตะกอนเท่านั้น	1		12		31	25.33
14. สมการไอออนิกสุทธิเขียนเหมือนกับสมการโมเลกุล	-		4		2	1.67
2. พันธะโคเวเลนต์						
เนื้อหาย่อย 2.1 การเกิดพันธะโคเวเลนต์						
15. สารประกอบของโลหะ Be หรือ B กับโลหะไม่จัดเป็นสารประกอบโคเวเลนต์ เนื่องจากสารประกอบโคเวเลนต์ต้องเกิดจากอะตอมของโลหะกับโลหะเท่านั้น	-		11		14	11.67

ตาราง 1 (ต่อ)

ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากเอกสาร ผู้เชี่ยวชาญ และวินิจัยจากนักเรียน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	เอกสาร	ครู	นักเรียน	
	<i>f</i>	<i>f</i>	<i>f</i>	%
16. การเกิดพันธะโคเวเลนต์ อโลหะกับอโลหะจะมีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกันซึ่งอิเล็กตรอนต้องมาจากอะตอมทั้งสองอย่างละเท่า ๆ กันเสมอ	2	4	5	4.17
เนื้อหาย่อย 2.2 ชนิดของพันธะโคเวเลนต์				
17. โมเลกุลที่มีอะตอมของออกซิเจนเป็นองค์ประกอบจะมีพันธะโคออดิเนตโคเวเลนต์	-	9	15	12.50
18. โมเลกุลที่ประกอบด้วยพันธะเดี่ยวและพันธะคู่จะเกิดโคออดิเนตโคเวเลนต์เสมอ	1	6	9	7.50
เนื้อหาย่อย 2.3 โมเลกุลที่ไม่เป็นไปตามกฎออกเตต				
19. โมเลกุลที่อะตอมรอบอะตอมกลางเป็นอะตอมต่างชนิดกันจะไม่เป็นไปตามกฎออกเตต	1	10	13	10.83
20. สารประกอบโคเวเลนต์ทุกตัวเป็นไปตามกฎออกเตตเสมอ	-	5	7	5.83
เนื้อหาย่อย 2.4 การเรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์				
21. เรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์โดยไม่เปลี่ยนเสียงท้ายเป็นไอด์	2	7	11	9.17
22. เรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์จากชื่อธาตุก่อนระบุจำนวนอะตอมของธาตุเป็นตัวเลขภาษากรีก	-	4	6	5.00
23. เรียกชื่อสารประกอบโคเวเลนต์โดยใช้คำว่า “มอนอ” นำหน้ากรณีธาตุตัวแรกมีอยู่เพียงอะตอมเดียว	-	8	18	15.00
เนื้อหาย่อย 2.5 ความยาวพันธะและพลังงานพันธะ				
24. ความยาวพันธะระหว่างอะตอมคู่เดียวกันในโมเลกุลของสารต่างชนิดกันมีความยาวเท่ากัน	1	5	4	3.33
25. ความยาวพันธะมากจะมีพลังงานพันธะมากตาม	1	8	12	10.00
เนื้อหาย่อย 2.6 แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์				
26. เรโซแนนซ์เกิดได้ในโมเลกุลที่มีพันธะคู่ทุกโมเลกุล	2	4	11	9.17
27. เรโซแนนซ์เกิดได้ในวงเบนซีนเท่านั้น	-	8	17	14.17

ตาราง 1 (ต่อ)

ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากเอกสาร ผู้เชี่ยวชาญ และวินิจัยจากนักเรียน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	เอกสาร	ครู	นักเรียน	
	<i>f</i>	<i>f</i>	<i>f</i>	%
เนื้อหาย่อย 2.7 รูปร่างโมเลกุล				
28. รูปร่างโมเลกุลพิจารณาจากจำนวนอะตอมที่อยู่รอบอะตอมกลางเท่านั้น	2	9	19	15.83
29. อิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวในโมเลกุลไม่มีผลต่อรูปร่างโมเลกุล	2	8	10	8.33
เนื้อหาย่อย 2.8 มุมพันธะ				
30. ขนาดของมุมพันธะพิจารณาจากอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวสิ่งเดียวไม่ต้องพิจารณาจากความแตกต่างของค่า EN	1	9	14	11.67
31. โมเลกุลที่มีรูปร่างโมเลกุลกันเหมือนจะมีขนาดมุมพันธะเท่ากันเสมอ	-	4	6	5.00
เนื้อหาย่อย 2.9 สภาพขั้วของโมเลกุล				
32. โมเลกุลที่มีอะตอมล้อมรอบอะตอมกลางเป็นอะตอมชนิดเดียวกันจัดเป็นโมเลกุลโคเวเลนต์ไม่มีขั้วเสมอ โดยไม่พิจารณาอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว	1	7	11	9.17
33. โมเลกุลที่มีค่า EN ระหว่างอะตอมแตกต่างกันจัดเป็นโมเลกุลมีขั้วเสมอ โดยไม่พิจารณาทิศทางของขั้วที่หักล้างกัน	2	6	9	7.50
34. โมเลกุลที่ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเป็นโมเลกุลไม่มีขั้วเสมอ	1	8	25	20.83
35. สารประกอบโคเวเลนต์ที่เขียนสูตรโครงสร้างได้มากกว่า 1 แบบ จะมีสภาพขั้วและทิศของขั้วเหมือนกันทุกโครงสร้าง	-	2	7	5.83
เนื้อหาย่อย 2.10 แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล				
36. โมเลกุลโคเวเลนต์ที่มีขั้วมีแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลเป็นแรงระหว่างขั้วเพียงชนิดเดียว มีผลให้จุดเดือดเพิ่มขึ้นตามมวลโมเลกุลเสมอ โดยไม่พิจารณาว่าบางโมเลกุลอาจจะมีพันธะไฮโดรเจน	2	14	23	19.17
37. พันธะไฮโดรเจน แรงลอนดอน และแรงดึงดูดระหว่างขั้ว เป็นพันธะภายในโมเลกุลโคเวเลนต์	1	3	3	2.50
38. พันธะไฮโดรเจนเป็นพันธะที่เกิดขึ้นในโมเลกุลที่ประกอบด้วยอะตอมของ H กับ F O หรือ N โดยไม่พิจารณาว่าอะตอมของ H อยู่ติดกับอะตอมของ F O หรือ N หรือไม่	-	4	8	6.67

ตาราง 1 (ต่อ)

ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากเอกสาร ผู้เชี่ยวชาญ และวินิจัยจากนักเรียน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	เอกสาร	ครู	นักเรียน	
	<i>f</i>	<i>f</i>	<i>f</i>	%
3. พันธะโลหะ				
เนื้อหาย่อย 3.1 สมบัติของพันธะโลหะ				
39. สารที่มีจุดเดือด จุดหลอมเหลวสูง จัดเป็นโลหะเสมอ	1	2	6	5.00
40. โลหะนำไฟฟ้าได้เมื่อหลอมเหลวเท่านั้นเหมือนสารประกอบไอออนิก	-	8	13	10.83

2) ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจัยสามระดับ เรื่อง พันธะเคมี

ผู้วิจัยพัฒนาแบบสอบวินิจัยสามระดับ เรื่อง พันธะเคมี ตามเนื้อหาย่อย จำนวน 16 เรื่อง และกำหนดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มุ่งวัด จำนวน 16 เรื่อง โดยพิจารณาจากมโนทัศน์ที่มีจำนวนนักเรียนคลาดเคลื่อนตั้งแต่ร้อยละ 10 ซึ่งถือว่ามีความมากตามงานวิจัยของ Caleon and Subramaniam (2010) สร้างข้อสอบมโนทัศน์ละ 6 ข้อ รวมทั้งสิ้น 96 ข้อ

ผลการนำแบบสอบวินิจัยแบบสามระดับไปทดลองใช้กับนักเรียน โดยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์สถิติพื้นฐาน พบว่า คะแนนในส่วนของแบบสอบระดับที่ 1 เต็ม 96 คะแนน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 64.16 คะแนน มีฐานนิยม (mode) เท่ากับ 69 มัธยฐาน (median) เท่ากับ 67 คะแนนสูงสุด 89 คะแนน คะแนนต่ำสุด 25 คะแนน การแจกแจงของคะแนนเป็นแบบเบ้ซ้าย (skewness = -.805) แสดงว่า นักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนในระดับสูง ความโด่งสูงกว่าโค้งปกติ (kurtosis = .315) แสดงว่า คะแนนของนักเรียนส่วนใหญ่เกาะกลุ่มกัน

คะแนนในส่วนของแบบสอบระดับที่ 2 เต็ม 96 คะแนน นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 48.17 คะแนน มีฐานนิยม (mode) เท่ากับ 69 มัธยฐาน (median) เท่ากับ 47 คะแนนสูงสุด 80 คะแนน คะแนนต่ำสุด 17 คะแนน การแจกแจงของคะแนนเป็นแบบเบ้ขวา (skewness = .315) แสดงว่านักเรียนส่วนใหญ่ได้คะแนนในระดับต่ำ ความโด่งต่ำกว่าโค้งปกติ (kurtosis = -.006) แสดงว่า คะแนนของนักเรียนส่วนใหญ่กระจายกัน แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2

สถิติพื้นฐานของคะแนนสอบจากแบบสอบวินิจัยสามระดับ

ค่าสถิติ	คะแนนเต็ม	mode	mean	SD	median	range	max	min	skewness	kurtosis
คะแนน ระดับที่ 1	96	69	64.16	12.43	67	64	89	25	-.805	.315
คะแนน ระดับที่ 2	96	49	48.17	12.34	47	63	80	17	.360	-.006

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมของแบบสอบวินิจัยระดับที่ 1 และ 2 กับคะแนนความเชื่อมั่นในระดับที่ 3 ด้วยสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .757 ซึ่งถือว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับสูง แสดงว่านักเรียนที่ได้คะแนนรวมสูงมีแนวโน้มที่จะมีความมั่นใจในคำตอบสูง และนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำมีแนวโน้มที่จะไม่มั่นใจในคำตอบ

ผลการตรวจสอบคุณภาพด้านอำนาจจำแนก ความยาก ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) พบว่า คะแนนในส่วนของแบบสอบระดับที่ 1 แบบสอบทั้ง 96 ข้อ ด้านความตรงเชิงเนื้อหา มีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.57- 1.00 มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.57-0.76 ค่าความยากเฉลี่ยเท่ากับ 0.67 แสดงว่าข้อสอบระดับที่ 1 ค่อนข้างง่าย มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.23-0.50 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.28 แสดงว่า ข้อสอบระดับที่ 1 มีอำนาจจำแนกปานกลาง ค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค เท่ากับ 0.723 สำหรับคะแนนในส่วนของแบบสอบระดับที่ 2 ด้านความตรงเชิงเนื้อหา มีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.57-1.00 มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.42-0.56 ค่าความยากเฉลี่ยเท่ากับ 0.50 แสดงว่า ข้อสอบระดับที่ 2 ยากง่ายปานกลาง มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.20-0.39 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.28 แสดงว่า ข้อสอบระดับที่ 2 มีอำนาจจำแนกปานกลาง ค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค เท่ากับ 0.850

ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจัยตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) แบบ 2 พารามิเตอร์ ได้แก่ ค่าความยาก (b) อำนาจจำแนก (a) ด้วยโปรแกรม IRT Pro พบว่าแบบสอบวินิจัย จำนวน 90 ข้อ ผ่านเกณฑ์คุณภาพ จำนวน 80 ข้อ โดยแบบสอบระดับที่ 1 ค่าความยาก (b) เฉลี่ยเท่ากับ -1.44 แสดงว่า เป็นข้อสอบที่ง่าย ค่าอำนาจจำแนก (a) เฉลี่ยเท่ากับ 0.57 และมีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ (test information; $I(\theta)$) มีค่าสูงสุด

ที่ $\theta = -1$ แสดงว่า เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความสามารถต่ำ สำหรับแบบสอบระดับที่ 2 ค่าความยาก (b) เฉลี่ยเท่ากับ 0.09 แสดงว่า เป็นข้อสอบที่ยากง่ายปานกลาง ค่าอำนาจจำแนก (a) เฉลี่ยเท่ากับ 0.52 และมีค่าฟังก์ชันสารสนเทศของแบบสอบ (test information; $I(\theta)$) มีค่าสูงสุดที่ $\theta = 0$ แสดงว่า เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความสามารถปานกลาง แสดงดังตาราง 3

ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจัยสามระดับ

คุณภาพด้าน	ทฤษฎีการทดสอบแบบ ดั้งเดิม (CTT)		ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT)		$I(\theta)$ สูงสุด
	ความยาก (p) เฉลี่ย	อำนาจ จำแนก (r) เฉลี่ย	ความยาก (b) เฉลี่ย	อำนาจ จำแนก (a) เฉลี่ย	
คะแนนระดับที่ 1	0.67	0.28	-1.44	0.57	-1
คะแนนระดับที่ 2	0.50	0.28	0.09	0.52	0

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบวินิจัยสามระดับด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ โดยหาความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจัยด้วยแบบสอบวินิจัยสามระดับกับผลการวินิจัยด้วยวิธีคิดออกเสียงกับนักเรียน จำนวน 40 คน พบว่า เมื่อพิจารณาภาพรวมผลการวินิจัยเนื้อหาย่อยทั้งหมด 16 เรื่อง มีความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจัยด้วยแบบสอบวินิจัยสามระดับกับผลการวินิจัยด้วยวิธีคิดออกเสียงทุกเนื้อหา โดยมีค่าสถิติแคปปา (K) อยู่ระหว่าง 0.545-0.834 โดยเนื้อหาย่อยที่วินิจัยได้สอดคล้องกันมากที่สุดคือ เนื้อหาย่อยที่ 1.5 ปฏิกริยาของสารประกอบไอออนิกมีค่าแคปปา เท่ากับ 0.834 แปลว่า สอดคล้องในระดับดีมาก รองลงมาคือ เนื้อหาย่อย 1.2 โครงสร้างของสารประกอบไอออนิกมีค่าแคปปา เท่ากับ 0.806 แปลว่า สอดคล้องในระดับดีมาก และเนื้อหาที่สอดคล้องกันน้อยที่สุดคือ เนื้อหาย่อย 2.6 แนวคิดเกี่ยวกับเรโซแนนซ์ มีค่าแคปปา เท่ากับ 0.545 แปลว่า มีความสอดคล้องในระดับปานกลาง สรุปได้ว่า แบบสอบวินิจัยแบบสามระดับมีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์

อภิปรายผล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นสำรวจทัศนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจัยสามระดับ

เรื่อง พันธะเคมี ซึ่งผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มี 40 เรื่อง และมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบมากที่สุดมาจากเรื่องพันธะไอออนิก คือ สมการไอออนิกสุทธิเขียนได้เฉพาะเมื่อผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเป็นตะกอนเท่านั้น (ร้อยละ 25.33) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ในหนังสือแบบเรียนส่วนใหญ่จะยกตัวอย่างสมการไอออนิกที่ผลิตภัณฑ์เกิดตะกอนหลายสมการ แต่กรณีผลิตภัณฑ์เกิดแก๊สยกตัวอย่างน้อยมารองลงมาเรื่องพันธะโคเวเลนต์ คือ โมเลกุลที่ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยวเป็นโมเลกุลไม่มีขั้วเสมอ (ร้อยละ 20.83) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่านักเรียนพิจารณาไม่รอบคอบโดยไม่พิจารณาอะตอมรอบอะตอมกลางด้วยว่า ถ้าเป็นอะตอมต่างชนิดกันสภาพขั้วจะหักล้างกันไม่หมดส่งผลให้เป็นโมเลกุลมีขั้ว ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Dogan and Demirci (2011) และ สมเจตน์ อูระศิลป์ (2554) ที่พบว่า นักเรียนส่วนมากมักมีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับเรื่องพันธะไอออนิก รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ และสภาพขั้วของโมเลกุลโคเวเลนต์

ผลการตรวจสอบคุณภาพแบบสามวินิจัยสามระดับตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) และทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) พบว่า แบบสอบวินิจัยสามระดับที่พัฒนาขึ้นค่อนข้างง่าย ไปจนถึงความยากง่ายปานกลาง สามารถให้ค่าสารสนเทศของแบบสอบมีค่าสูงในช่วง $\theta = -1$ ถึง 0 ซึ่งเหมาะสมกับการนำไปใช้วินิจัยกับนักเรียนที่มีความสามารถปานกลางและต่ำ สอดคล้องแนวคิดของ Bloom (1971) เสนอว่า แบบสอบวินิจัยควรมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .65 ขึ้นไป และควรมีจำนวนข้อมาก เนื่องจากแบบสอบวินิจัยใช้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ และยังสอดคล้องกับ ผลการวิจัยของ Arslan et al. (2012) Cetin-Dindar and Gebanc (2011) และ Pesman and Rylmaz (2010) ที่พบว่า เมื่อนำแบบสอบวินิจัยสามระดับไปทดลองใช้และตรวจสอบคุณภาพ แบบสอบวินิจัยจะมีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วงค่อนข้างง่ายไปจนถึงยากง่ายปานกลาง อำนาจจำแนกพอใช้

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมของแบบสอบวินิจัยระดับที่ 1 และ 2 กับคะแนนความเชื่อมั่นในระดับที่ 3 ด้วยสูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันพบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ .757 ซึ่งถือว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับสูง แปลความหมายได้ว่า นักเรียนที่ได้คะแนนสูงมีแนวโน้มที่จะมีความมั่นใจในคำตอบของตนเองสูง และนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำมีแนวโน้มที่จะไม่มั่นใจในคำตอบ ของตนเอง แสดงให้เห็นว่า คำถามเกี่ยวกับระดับความมั่นใจ/ไม่มั่นใจ ของนักเรียนมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งทำให้แบบสอบวินิจัยสาม

ระดับสามารถจำแนกประเภทของนักเรียนออกเป็นนักเรียนที่มีความรู้ นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เดาคำตอบถูกต้อง และนักเรียนที่ขาดความรู้ ได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Cetin-Dindar and Gebanc (2011) ที่พบว่า คะแนนสอบจากแบบสอบวินิจฉัยระดับที่ 1 และ 2 มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับคะแนนความมั่นใจในระดับที่ 3 ของนักเรียน

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ครูสามารถนำผลการวิจัยในส่วนของการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปใช้เป็นสารสนเทศในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบอยู่ในมาตรฐานตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ใด จากนั้นครูควรออกแบบหน่วยการเรียนรู้ เขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และกำหนดระยะเวลาการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมโดยเนื้อหาที่มักพบว่านักเรียนจำนวนมากมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนควรกำหนดเวลาที่สอนให้มากพอสมควรเพื่อให้ครูมีเวลาในการเน้นย้ำเนื้อหาเหล่านั้นให้นักเรียนเพื่อให้เข้าใจยิ่งขึ้น และควรวางแผนการสอนซ่อมเสริมเพื่อให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนตามศักยภาพของแต่ละบุคคล สำหรับผลการวิจัยในส่วนของการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ครูสามารถนำแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่พัฒนาขึ้นไปใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และสามารถนำขั้นตอนการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยไปประยุกต์ใช้ในการสร้างเครื่องมือช่วยในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนในเนื้อหาอื่น ๆ หรือวิชาอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

งานวิจัยครั้งนี้ศึกษาเฉพาะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง พันธะเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีคุณภาพผ่านเกณฑ์เพื่อให้เกิดประโยชน์กับนักเรียนเพิ่มขึ้น ควรมีการศึกษาวิจัยในเรื่องการให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับผลที่ได้จากการวินิจฉัยเพื่อให้นักเรียนปรับปรุงและพัฒนาข้อบกพร่องของตนเอง และควรมีการศึกษาพัฒนาการของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับด้วย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมเจตน์ อรุณศิลป์. (2554). การเปรียบเทียบมโนคติก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พันธะเคมีตามโมเดลการเรียนรู้ T5 แบบกระต่าย. *วารสารวิจัย มข*, 1(1), 38-57.

ภาษาอังกฤษ

- Adadan, E., & Savasci, F. (2012). An analysis of 16–17-year-old students' understanding of solution chemistry concepts using a two-tier diagnostic instrument. *International Journal of Science Education*, 34(4), 513-544.
- Al-Balushi, S. M. (2012). Omani twelfth grade students' most common misconceptions in chemistry. *Science Education International*, 23(3), 221-240.
- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667-1686.
- Bayrak, B. K. (2013). Using two-tier test to Identify primary students' conceptual understanding and alternative conceptions in acid base. *Mevlana International Journal of Education*, 3(2), 19-26.
- Bloom, B. S. (1971). *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. McGraw-Hill.
- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32, 939-961.

- Cetin-Dindar, A., & Gebanc, O. (2010). Development of a three-tier test to assess high school students' understanding of acids and bases. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 600–604.
- Dogan, D., & Demirci, B. (2011). High school chemistry students' and prospective chemistry teachers' misconceptions about ionic bonding. *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 12(1), 67-84.
- Ozmen, H. (2010). Determination of science student teachers' conceptions about ionization energy. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 9, 1025–1029.
- Pesman, H., & Eryilmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103, 208–222.
- Treagust, D. F. (1988). The development and use of diagnostic instruments to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10, 159–169.