

การสร้างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบห้าระดับวิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

The Construction of a Five - Tier Diagnostic Test for Detecting Chemistry Misconceptions on Ionic Bond for Matthayom Sueksa Four Students

ชิติสรรค์ วิชชากรทวิรัตน์,* กมลทิพย์ ศรีหาเศษ,** และดารุณี ทิพยกุลไพโรจน์***

Chitisan Witchakorntaweerat, Kamontip Srihaset, and Darunee Tippayakulpairoj

Received: January 11, 2026 Revised: February 18, 2026 Accepted: February 23, 2026

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. สร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบห้าระดับในวิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 2. เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 จำนวน 395 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบห้าระดับ เรื่อง พันธะไอออนิก ซึ่งตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยด้วยค่าความตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยง ความยาก และอำนาจจำแนก สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ความถี่ และร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า 1. แบบสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ประกอบด้วย 5 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 คำตอบ ระดับที่ 2 ความมั่นใจในคำตอบ ระดับที่ 3 เหตุผลของคำตอบ ระดับที่ 4 ความมั่นใจในเหตุผล และระดับที่ 5 แหล่งที่มาของคำตอบและเหตุผล ครอบคลุมตัวชี้วัด 10 ประเด็น แบบสอบมีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.80 – 1.00 และมีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ 0.872 ระดับที่ 1 มีค่าความยาก 0.35 – 0.63 และอำนาจจำแนก 0.21 – 0.51 ส่วนระดับที่ 3 มีค่าความยาก 0.39 – 0.74 และอำนาจจำแนก 0.27 – 0.62 และ 2. ผลการวินิจฉัยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์ และ

*นักศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประเมินและการวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง

Students of Master Degree, Department of Educational Evaluation and Research, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University

**รองศาสตราจารย์ ดร., หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประเมินและการวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง

Associate Professor Dr., Master Degree, Department of Educational Evaluation and Research, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University

*** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการประเมินและการวิจัยการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง

Assistant Professor Dr., Master Degree, Department of Educational Evaluation and Research, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University

*Corresponding Author: chitiwitchakorn@gmail.com

กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนพบทั้งหมด 7 รูปแบบ เมื่อพิจารณาแหล่งที่มาของคำตอบและเหตุผล พบว่า ในทุกกลุ่มแหล่งที่มาของคำตอบและเหตุผลส่วนใหญ่มาจากความคิดเห็นส่วนตัว

คำสำคัญ: แบบสอบวินิจฉัยหำระดับ, มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน, พันธะไอออนิก

Abstract

This research aimed to: 1. construct and validate a five-tier multiple-choice diagnostic test for identifying chemistry misconceptions regarding ionic bonding among tenth-grade students; and 2. diagnose the specific misconceptions held by tenth-grade students in learning ionic bonding. The sample comprised 395 tenth-grade students during the 2024 academic year from schools under the Secondary Educational Service Area Office Bangkok 1, selected via cluster random sampling. The psychometric quality of the diagnostic instrument was evaluated based on content validity, reliability, item difficulty, and discriminatory power. Data were analyzed using frequencies and percentages.

The research findings revealed that: 1. the developed diagnostic instrument is a 10-item, four-option multiple-choice test structured across five distinct tiers: Tier 1 (answer), Tier 2 (confidence in the answer), Tier 3 (reason for the answer), Tier 4 (confidence in the reason), and Tier 5 (sources of the answer and reason). The test covers 10 primary indicators, demonstrating an Index of Item-Objective Congruence (IOC) ranging from 0.80 to 1.00 and an overall test reliability coefficient of 0.872. Regarding item statistics, Tier 1 exhibited a difficulty index of 0.35 – 0.63 and a discriminatory power of 0.21 – 0.51, while Tier 3 exhibited a difficulty index of 0.39 – 0.74 and a discriminatory power of 0.27 – 0.62. 2. The diagnostic results categorized the students into three groups: complete conception, complete misconception, and partial misconception. Within the partial misconception group, seven distinct conceptual patterns were identified. Analysis of the fifth tier indicated that across all groups, the primary sources for the students' chosen answers and reasons were personal opinions.

Keywords: Five - Tier Diagnostic Test, Misconception, Ionic Bonding

บทนำ

เคมีถือเป็นสาขาหนึ่งของวิชาวิทยาศาสตร์ซึ่งลักษณะเฉพาะของวิชาเคมี คือ การมุ่งเน้นศึกษาเกี่ยวกับสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสาร การอธิบายและทำนายปรากฏการณ์ทางเคมีทั้งในระดับมหภาค จุลภาคและสัญลักษณ์ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563) โดยเนื้อหาส่วนใหญ่เป็นนามธรรมเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในหลายรูปแบบ (Mondal & Chakraborty, 2013; ขวัญมงคล ใต้สำโรง, 2564) ผลการวิจัยทั้งในและต่างประเทศ (Dawati et al., 2019; Ebiati et al., 2020; Prodjosantoso et al., 2019; Utami et al., 2019; สุรเดช อนันตสวัสดิ์, 2560; สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และคณะ, 2563) พบว่า ผู้เรียนประสบปัญหาในการเรียนรู้วิชาเคมี เช่น มีแนวคิดคลาดเคลื่อนจากแนวคิดนักเคมี ไม่มีทักษะการสืบเสาะหาความรู้ และมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาเคมี ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้และไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับสสารและการเปลี่ยนแปลงของสสารได้ สาเหตุปัญหาที่กล่าวมาอาจเกิดปัญหาจากครูผู้สอน ผู้เรียน ผู้บริหาร ระบบการศึกษา สังคมหรือปัจจัยอื่น ๆ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในวิชาเคมีที่คลาดเคลื่อนส่วนใหญ่ คือ เรื่อง พันธะเคมี เนื่องจากพันธะเคมีเป็นการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างและการเกิดแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุล ไอออนหรืออะตอมของสารเป็นปรากฏการณ์ระดับจุลภาค ไม่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่าหรือมีค่าความเป็นนามธรรมสูง ทำความเข้าใจได้ยากส่งผลทำให้เกิดมโนทัศน์คลาดเคลื่อนระหว่างการเรียนรู้ได้ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563) ซึ่งเนื้อหาเรื่อง พันธะเคมี ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นเนื้อหาในช่วงแรก ๆ ของรายวิชาเคมีและเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ในเนื้อหาที่สูงขึ้น หากผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหา เรื่อง พันธะเคมี จะก่อให้เกิดอุปสรรคในการเรียนรู้เนื้อหาอื่น ๆ ในรายวิชาเคมีต่อไปในอนาคต (Fadillah & Salirawati, 2018)

จากการศึกษาของ Prodjosantoso et al., (2019) พบว่า เนื้อหาเรื่องพันธะเคมีนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเกิดพันธะไอออนิก เช่น ธาตุโลหะกับธาตุอโลหะในการเกิดพันธะไอออนิก เนื่องจากผู้เรียนไม่เข้าใจว่า องค์ประกอบของพันธะไอออนิกเป็นองค์ประกอบของธาตุโลหะและธาตุอโลหะ หรือมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับ ไอออนบวกและไอออนลบในพันธะไอออนิก ซึ่งเกิดจากความเข้าใจที่ไม่ชัดเจนเกี่ยวกับพันธะไอออนิกที่เกิดจากไอออนบวกและไอออนลบ (Prodjosantoso et al., 2019) นอกจากนี้ยังมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับการเขียนสูตรสารประกอบไอออนิกและสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิ (ถนอมขวัญ วิบูลย์ธนสาร, 2562) เมื่อศึกษาเอกสารและงานวิจัยเพิ่มเติมทั้งในไทยและต่างประเทศ (Prodjosantoso et al., 2019; กฤษฎา พันธ์ชัย และ ศักดิ์ศรี สุภาธร, 2563; วรุตม์ ผิวงาม, 2563; สุรเดช อนันตสวัสดิ์, 2560; สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และคณะ, 2563) พบว่า นักเรียนยังมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนในเรื่อง พันธะไอออนิก จำนวนมาก ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีเครื่องมือสำหรับตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง พันธะไอออนิกได้อย่างลึกซึ้ง อาจทำให้ผู้สอนไม่ทราบรูปแบบความคลาดเคลื่อนในการเรียน เรื่อง พันธะไอออนิกของนักเรียน ส่งผลให้ผู้สอน ไม่สามารถกำหนดแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยแนวคิดเรื่อง พันธะเคมีหากครูทราบจุดอ่อน จุดแข็งของผู้เรียนก็จะสามารถส่งเสริมนักเรียนได้ตรงและเต็มตามที่ตามศักยภาพของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งส่งผลต่อการประสบความสำเร็จในการเรียนด้านใดด้านหนึ่งและเกิดกำลังใจแรงขับในการเรียนรู้ เห็นคุณค่าของตัวเองและเชื่อมั่นในตนเองของผู้เรียน ดังนั้น การรู้จุดอ่อนจุดแข็งของผู้เรียนจึงนำไปสู่การวางแผนการจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนและเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ศิริเดช สุชีวะ, 2550) การศึกษามโนทัศน์คลาดเคลื่อนและแนวคิดของผู้เรียนมีการทดสอบหลายประเภทเพื่อตัดสินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน การใช้แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด (Treagust, 1988) โดยแบบสอบทั่วไปจะประเมินระดับความเข้าใจ

ของผู้เรียนเป็นหลัก แต่ไม่สามารถให้ข้อมูลละเอียดเพียงพอเพื่อกำหนดความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน (Kaltakci - Gurel et al., 2017) แบบสอบวินิจฉัยได้รับการพัฒนาอย่างแพร่หลาย เริ่มตั้งแต่การสัมภาษณ์ แผนผังความคิด แบบสอบถามปลายเปิด การเชื่อมโยงคำ ภาพวาด แบบสอบแบบปรนัยและแบบสอบหลายระดับ เช่น แบบสอบวินิจฉัย 2 ระดับ แบบสอบวินิจฉัย 3 ระดับ และ แบบสอบวินิจฉัย 4 ระดับ (Kaltakci, 2012; Kaltakci - Gurel et al., 2017; Soeharto et al., 2019)

จากการศึกษางานวิจัยต่าง ๆ ที่มีการใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบต่าง ๆ ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของ Soeharto et al. (2019) พบว่า แบบสอบวินิจฉัยที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด คือ แบบสอบวินิจฉัยหลายระดับ นอกจากนี้แบบสอบวินิจฉัยหลายระดับมีประโยชน์มากสำหรับการวินิจฉัยแนวคิดของผู้เรียนที่ได้เรียนรู้แบบสอบวินิจฉัยไม่เพียงแต่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับแนวคิดของผู้เรียนยังให้เหตุผลเบื้องหลังคำตอบด้วย นอกจากนี้ ครูยังสามารถทราบระดับความมั่นใจของผู้เรียนต่อความเข้าใจ (Caleon & Subramaniam, 2010) ซึ่งทำให้ผู้สอนสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น สามารถระบุเนื้อหาที่ต้องแก้ปัญหาได้มากขึ้น และผู้สอนสามารถวางแผนการเรียนรู้ที่ดีขึ้น เพื่อลดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน (Kaltakci - Gurel et al., 2015) ในการวางแผนกำหนดรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมนั้น จำเป็นต้องทราบแหล่งที่มาของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุในการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยห้าระดับ ซึ่งผู้สอนสามารถวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้นและสามารถปรับปรุงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ได้ โดยแบบสอบวินิจฉัยห้าระดับประกอบด้วย ระดับที่ 1 การเลือกคำตอบสำหรับคำถาม ระดับที่ 2 ระดับความมั่นใจของคำตอบ ระดับที่ 3 เหตุผลของคำตอบ ระดับที่ 4 ระดับความมั่นใจของเหตุผล และ ระดับที่ 5 แหล่งที่มาที่ผู้เรียนใช้ตอบคำถามในระดับที่ 1 และ 3 (Inggit et al., 2021)

ในบริบทของไทยจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี พบว่าแบบสอบวินิจฉัยที่ใช้ในประเทศไทยส่วนใหญ่นิยมใช้แบบสอบวินิจฉัยหลายระดับ เช่น 2 ระดับ 3 ระดับ และ 4 ระดับ ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนซึ่งแบบสอบวินิจฉัยดังกล่าว ไม่ได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความเข้าใจและไม่สามารถค้นหาแหล่งเรียนรู้ที่ผู้เรียนใช้ตอบคำถามได้ ดังนั้น เพื่อให้สามารถวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้อย่างลึกซึ้งและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ของผู้สอน ผู้วิจัยจึงสนใจการสร้างและตรวจสอบคุณภาพโดยใช้ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบ 5 ระดับ วิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 เพื่อทดสอบและวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนและแก้ปัญหาได้ตรงจุด ผู้สอนสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะตามจุดประสงค์การเรียนรู้ วิชาเคมีหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนซ่อมเสริม เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้ประสบความสำเร็จในการเรียนตามศักยภาพของแต่ละบุคคล

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ 5 ระดับในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ วิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การทบทวนวรรณกรรม

สาระการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก

การจัดการเรียนรู้วิชาเคมีในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความเข้าใจเชิงแนวคิดเกี่ยวกับโครงสร้างของสาร การเกิดพันธะเคมี และสมบัติของสาร รวมถึงสามารถนำความรู้ไปใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) สาระการเรียนรู้วิชาเคมี มีลักษณะเป็นองค์ความรู้ที่มีความเป็นนามธรรมสูง และต้องอาศัยการเชื่อมโยงความรู้หลายระดับ ได้แก่ ระดับมหภาค ระดับจุลภาค และระดับสัญลักษณ์ หากผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เหล่านี้ได้อย่างถูกต้อง อาจนำไปสู่การเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้เนื้อหาในระดับที่สูงขึ้น โดยเฉพาะเนื้อหาพื้นฐานด้านพันธะเคมี (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) จากการศึกษางานวิจัยด้านมโนทัศน์ทางเคมี พบว่า เนื้อหาเรื่อง พันธะเคมี โดยเฉพาะพันธะไอออนิก เป็นเนื้อหาที่ผู้เรียนมักเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในหลายประเด็น เนื่องจากมีความซับซ้อนและเป็นนามธรรมสูง อีกทั้งเนื้อหาเรื่อง พันธะเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นเนื้อหาพื้นฐานในการเรียนรู้ในเนื้อหาที่สูงขึ้น หากผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาเรื่องพันธะเคมีจะก่อให้เกิดอุปสรรคในการเรียนรู้เนื้อหาอื่น ๆ ในรายวิชาเคมีต่อไปในอนาคต (กฤษฎา พันธ์ชัย และ ศักดิ์ศรี สุภาพร, 2563; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2563; พงศกร พรหมทา, 2561; วรุตม์ ผิวงาม, 2563; สุเดช อนันตสวัสดิ์, 2560; สุเดช อนันตสวัสดิ์ และคณะ, 2563; Fadillah & Salirawati, 2018; Prodjosantoso et al., 2019)

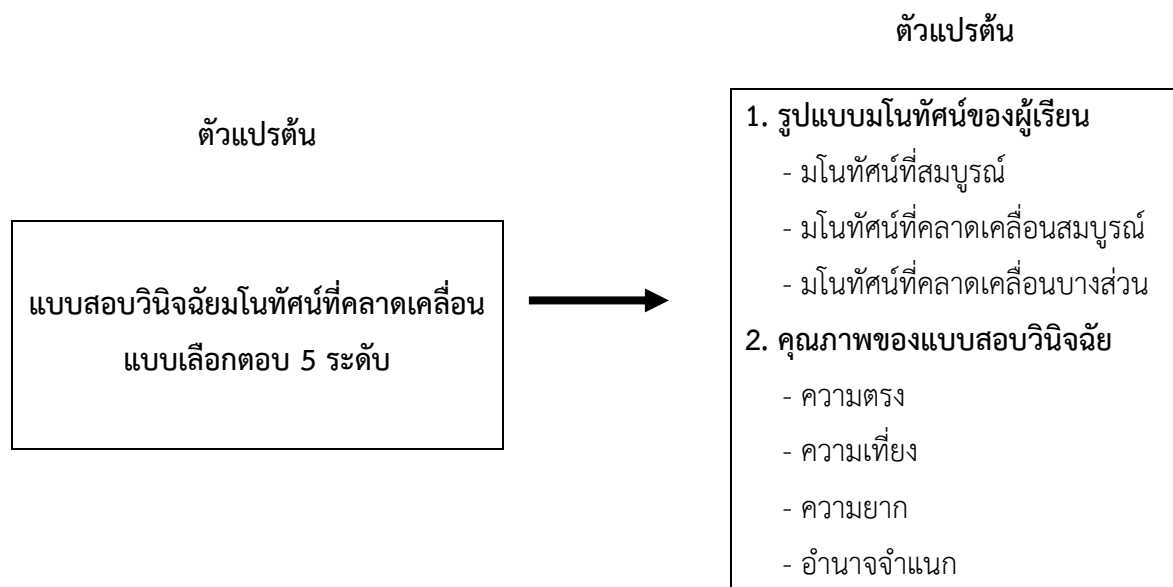
แบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ 5 ระดับ

แบบสอบวินิจัยเป็นเครื่องมือทางการวัดและประเมินผลที่มุ่งตรวจสอบความเข้าใจเชิงแนวคิดของผู้เรียน รวมทั้งค้นหาสาเหตุของความเข้าใจที่ไม่ถูกต้อง โดยให้ความสำคัญกับกระบวนการคิดมากกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพียงอย่างเดียว (Bloom et al., 1971; Singha, 1974) จากการทบทวนงานวิจัยด้านมโนทัศน์ทางเคมีทั้งในและต่างประเทศ พบว่า แบบสอบวินิจัยการเรียนรู้ที่เหมาะสมและนิยมสร้างเป็นแบบสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) เนื่องจากมีความเหมาะสมที่สามารถสร้างแบบสอบให้ครอบคลุมกับเนื้อหา รวมทั้งง่ายต่อการใช้ทดสอบและวิเคราะห์ผลการสอบ สามารถตีความคำตอบของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การสร้างแบบสอบวินิจัยได้รับการพัฒนาเพื่อที่จะให้สามารถตอบข้อบกพร่องเหล่านี้ ซึ่งเป็นการพัฒนาแบบสอบวินิจัยให้มีหลายระดับชั้นเพื่อใช้สำหรับขจัดข้อบกพร่องหรือใช้เพื่อเพิ่มเติมความสมบูรณ์ในการวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการทำแบบสอบ ซึ่งแบบสอบวินิจัยที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ แบบสอบวินิจัย 2 ระดับ 3 ระดับ และ 4 ระดับ (พิระพล จอมใจเหล็ก และคณะ, 2564; ภัตสุภา สุขสวัสดิ์ และคณะ, 2565; Caleon & Subramaniam, 2010; Inggit et al., 2021; Kaltakci, 2012; Kaltakci - Gurel et al., 2015, 2017; Soeharto et al., 2019) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าแบบสอบวินิจัยสี่ระดับจะสามารถให้ข้อมูลเชิงลึกที่ชัดเจนเกี่ยวกับความเข้าใจของผู้เรียน แต่แบบสอบวินิจัย 4 ระดับไม่ได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความเข้าใจ จึงมีการพัฒนาแบบสอบวินิจัย 5 ระดับขึ้นมาเพื่อเพิ่มเติมในการระบุความเข้าใจผิดของนักเรียน และสามารถวิเคราะห์ความเข้าใจผิดได้อย่างลึกซึ้ง เพื่อวินิจัยความเข้าใจผิดของนักเรียนให้ชัดเจนยิ่งขึ้นโดยการเพิ่มคำถามเพื่อระบุแหล่งที่มาของข้อมูลที่ผู้เรียนใช้อ้างอิงของคำตอบและเหตุผล อีกทั้งแบบสอบวินิจัย 5 ระดับสามารถให้ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความคิดของผู้เรียนได้มากกว่า เนื่องจากสามารถตรวจสอบทั้งคำตอบ เหตุผล ระดับความมั่นใจ และแหล่งที่มาของความคิดได้อย่างครอบคลุม แบบสอบวินิจัย 5 ระดับ ประกอบด้วย คำถาม 5 ส่วน

ได้แก่ คำตอบ ความมั่นใจในคำตอบ เหตุผลของคำตอบ ความมั่นใจในเหตุผล และแหล่งที่มาของคำตอบและเหตุผล ซึ่งโครงสร้างดังกล่าวช่วยให้สามารถแยกแยะลักษณะของความเข้าใจผิดได้อย่างชัดเจน และสนับสนุนการวิเคราะห์ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้อย่างเป็นระบบ (Inggit et al., 2021; Putri & Ermawati, 2021; Rosita et al., 2020)

กรอบแนวความคิด

การวิจัยเรื่องนี้มุ่งศึกษาเกี่ยวกับการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แบบเลือกตอบ 5 ระดับ และวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 จากการทบทวนวรรณกรรมรวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และทำการสังเคราะห์จึงได้กรอบแนวคิดการวิจัย ดังต่อไปนี้



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1 ในโรงเรียนขนาดกลางขึ้นไป จำนวนนักเรียน 16,509 คน จากจำนวน 47 โรงเรียน

1.2 กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 ซึ่งกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Yamane (1967) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และค่าคลาดเคลื่อน .05 หรือร้อยละ 5 ได้ขนาดตัวอย่างขั้นต่ำ 391 คน ทั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลได้จริง 395 คน ซึ่งคิดเป็นค่าคลาดเคลื่อนโดยประมาณ .0497 หรือร้อยละ 4.97

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบโน้ตที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบ 5 ระดับวิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้แก่ เพศ ผลการเรียนรู้เฉลี่ยสะสม (GPAX) ผลการเรียนรายวิชาเคมี

ตอนที่ 2 แบบสอบวินิจฉัยแบบโน้ตที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบ 5 ระดับวิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย 10 ประเด็น ข้อสอบมีลักษณะแบบเลือกตอบ 5 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 คำตอบ เป็นส่วนที่วัดความรู้ในเนื้อหาที่มีลักษณะเป็นแบบสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้องและอีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ไม่ถูกต้อง ระดับที่ 2 ความมั่นใจในคำตอบ ประกอบด้วย มั่นใจและไม่มั่นใจ ระดับที่ 3 เหตุผลของคำตอบ เป็นส่วนที่ใช้ตรวจสอบว่าผู้เรียนเข้าใจแนวคิดและสามารถอธิบายที่มาของคำตอบได้เพียงใด มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้องและอีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ไม่ถูกต้อง ระดับที่ 4 ความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ ประกอบด้วย มั่นใจและไม่มั่นใจ และระดับที่ 5 แหล่งที่มาของคำตอบและเหตุผล เป็นส่วนที่บอกให้ทราบถึงแหล่งที่มาของความรู้ที่นำมาใช้อ้างอิงในการตอบคำถามและเหตุผลของคำตอบ ซึ่งแบบสอบวินิจฉัยทั้งฉบับผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และทดสอบความเที่ยง (Reliability) โดยวิธีของ Kuder – Richardson สูตร KR - 20 (Kuder & Richardson, 1937) ได้ค่าสัมประสิทธิ์ KR - 20 เท่ากับ 0.872

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง โดยให้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ตอบแบบสอบวินิจฉัยด้วยตนเองจนได้จำนวนครบตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ ได้แบบสอบวินิจฉัยกลับมาทั้งสิ้น 395 ชุด คิดเป็นอัตราการตอบกลับ ร้อยละ 100

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติโดยใช้โปรแกรม JAMOWI 2.6.26 และวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือด้วยโปรแกรม RTAP (Research Tools Analysis Program) ได้กำหนดการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้ ข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนค่าสถิติพื้นฐานโดยการแจกแจงความถี่ (Frequency) และร้อยละ (Percentage) ของเพศ ผลการเรียนรู้เฉลี่ยสะสม (GPAX) ผลการเรียนรายวิชาเคมี

4.1 การสร้างและการหาคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบโน้ตที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบ 5 ระดับวิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย

4.1.1 การสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบโน้ตที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบ 5 ระดับ วิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

4.1.2 การหาค่าความตรงเชิงเนื้อหาโดยวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

4.1.3 การหาค่าความเที่ยงของแบบสอบ โดยวิเคราะห์เฉพาะระดับที่ 1 และระดับที่ 3 เนื่องจาก ระดับที่ 1 เป็นคำตอบ และระดับที่ 3 เป็นเหตุผลของคำตอบ จึงต้องวัดค่าความเที่ยงเพื่อตรวจสอบความสม่ำเสมอของการตอบทั้งระดับคำตอบและระดับเหตุผล

4.1.4 ค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบสอบ เนื่องจากเป็นแบบสอบวินิจฉัยจึงต้องมีลักษณะข้อที่ง่ายไปจนถึงข้อที่ยาก โดยวิเคราะห์เฉพาะระดับที่ 1 และระดับที่ 3 และใช้เทคนิค 27% ในการแบ่งกลุ่มสูง กลุ่มต่ำ

4.2 วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยผู้วิจัยได้จำแนกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์ และกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบ 5 ระดับ วิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นลักษณะเป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 5 ระดับ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ โดยประกอบด้วย 5 ระดับ คือ ระดับที่ 1 คือ คำตอบระดับที่ 2 คือ ความมั่นใจในคำตอบ ระดับที่ 3 คือ เหตุผลของคำตอบ ระดับที่ 4 คือ ความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ และระดับที่ 5 คือ แหล่งที่มาของคำตอบและเหตุผล ครอบคลุมประเด็นการวัดทั้งหมด 10 ประเด็น ได้แก่ 1) การเกิดไอออนและพันธะไอออนิก โดยใช้แผนภาพหรือสัญลักษณ์แบบจุดลิวอิส 2) โครงสร้างสารประกอบไอออนิก 3) การเขียนสูตรสารประกอบไอออนิก 4) การอ่านชื่อสารประกอบไอออนิก 5) ปฏิกริยาในการเกิดสารประกอบไอออนิก 6) การคำนวณค่าพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักรบอร์น - ฮาร์เบอร์ 7) การนำไฟฟ้าของสารประกอบไอออนิก 8) การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก 9) พลังงานที่เกี่ยวข้องกับการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก และ 10) การเขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิ ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพ พบว่า ความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 5 ระดับ วิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัย จำนวน 10 ข้อ มีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.80 – 1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด (ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป) และแบบสอบมีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ 0.872 เมื่อจำแนกตามระดับแบบสอบวินิจฉัยมีรายละเอียดดังนี้ ระดับที่ 1 คำตอบ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.791 ระดับที่ 2 ความมั่นใจในคำตอบ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.762 ระดับที่ 3 เหตุผลของคำตอบ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.604 และระดับที่ 4 ความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.824 ตามลำดับส่วน ระดับที่ 5 ไม่ได้หาความเที่ยงเนื่องจากเป็นแหล่งที่มาที่ใช้ในการตอบของคำตอบและเหตุผล ซึ่งถือว่าเป็นแบบสอบวินิจฉัยที่มีความเที่ยงสูง และค่าความยาก อำนาจจำแนกข้อสอบ พบว่า ระดับที่ 1 คำตอบมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.35 - 0.63 ส่วนค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.21 - 0.51 และในระดับที่ 3 เหตุผลของคำตอบมีค่าความยากอยู่ในช่วง 0.39 - 0.74 ส่วนค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.27 - 0.62 ข้อสอบมีอำนาจจำแนกปานกลาง สูงและสูงมาก ตรงตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำแนกนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์ และกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 กลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ คือ การตอบและให้เหตุผลถูกต้อง มีความมั่นใจทั้งคู่ โดยภาพรวม จำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่สมบูรณ์มีจำนวนน้อยกว่าร้อยละ 50 โดยข้อที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่สมบูรณ์มากที่สุด คือ ข้อที่ 5 ปฏิกริยาในการเกิดสารประกอบไอออนิก จำนวน 103 คน คิดเป็นร้อยละ 26.08

2.2 กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์ คือ การตอบและให้เหตุผลผิดทั้งคู่ มีความมั่นใจทั้งคู่ โดยภาพรวมจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์มีจำนวนน้อยกว่าร้อยละ 50 โดยข้อที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์มากที่สุด คือ ข้อที่ 4 การเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก จำนวน 66 คน คิดเป็นร้อยละ 16.71

2.3 กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน มีทั้งหมด 7 รูปแบบ โดยภาพรวมจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนจำนวนมากกว่าร้อยละ 50 เมื่อพิจารณาแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดดังนี้

รูปแบบที่ 1 คือ การตอบและให้เหตุผลถูกต้องทั้งคู่ มีความมั่นใจหรือไม่มั่นใจ พบว่า โดยภาพรวมจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนมีจำนวนน้อยกว่าร้อยละ 50 โดยข้อที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนรูปแบบที่ 1 มากที่สุด คือ ข้อที่ 2 โครงสร้างสารประกอบไอออนิก จำนวน 38 คน คิดเป็นร้อยละ 9.62

รูปแบบที่ 2 คือ การตอบและให้เหตุผลถูกต้องทั้งคู่ มีความไม่มั่นใจทั้งคู่ พบว่า โดยภาพรวมจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนมีจำนวนน้อยกว่าร้อยละ 50 โดยข้อที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนรูปแบบที่ 2 มากที่สุด คือ ข้อที่ 2 มโนทัศน์โครงสร้างสารประกอบไอออนิก ข้อที่ 6 มโนทัศน์การคำนวณพลังงานที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสารประกอบไอออนิกจากวัฏจักรบอร์น - ฮาร์เบอร์ จำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 10.38

รูปแบบที่ 3 คือ การตอบและให้เหตุผลถูกต้องหรือผิด มีความมั่นใจทั้งคู่ พบว่า โดยภาพรวมจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนมีจำนวนน้อยกว่าร้อยละ 50 โดยข้อที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนรูปแบบที่ 3 มากที่สุด คือ ข้อที่ 3 การเขียนสูตรสารประกอบไอออนิก จำนวน 82 คน คิดเป็นร้อยละ 20.76

รูปแบบที่ 4 คือ การตอบและให้เหตุผลถูกต้องหรือผิด มีความมั่นใจหรือไม่มั่นใจ พบว่า โดยภาพรวมจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนมีจำนวนน้อยกว่าร้อยละ 50 โดยข้อที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนรูปแบบที่ 4 มากที่สุด คือ ข้อที่ 1 การเกิดพันธะไอออนิก จำนวน 114 คน คิดเป็นร้อยละ 28.86

รูปแบบที่ 5 คือ การตอบและให้เหตุผลถูกต้องหรือผิด มีความไม่มั่นใจทั้งคู่ พบว่า โดยภาพรวมจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนมีจำนวนน้อยกว่าร้อยละ 50 โดยข้อที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนรูปแบบที่ 5 มากที่สุด คือ ข้อที่ 10 การเขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิ จำนวน 83 คน คิดเป็นร้อยละ 21.01

รูปแบบที่ 6 คือ การตอบและให้เหตุผลผิดทั้งคู่ มีความมั่นใจหรือไม่มั่นใจ พบว่า โดยภาพรวมจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนมีจำนวนน้อยกว่าร้อยละ 50 โดยข้อที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนรูปแบบที่ 6 มากที่สุด คือ ข้อที่ 1 การเกิดพันธะไอออนิก จำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 13.92

รูปแบบที่ 7 คือ การตอบและให้เหตุผลผิดทั้งคู่ มีความไม่มั่นใจทั้งคู่ พบว่า โดยภาพรวมจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนมีจำนวนน้อยกว่าร้อยละ 50 โดยข้อที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนรูปแบบที่ 7 มากที่สุด คือ ข้อที่ 9 พลังงานในการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก จำนวน 123 คน คิดเป็นร้อยละ 31.14

เมื่อพิจารณาแหล่งที่มาของคำตอบและเหตุผล พบว่า ในทุกกลุ่มแหล่งที่มาของคำตอบและเหตุผลส่วนใหญ่มาจากความคิดเห็นส่วนตัว

อภิปรายผล

จากผลการวิจัยมีประเด็นอภิปรายดังนี้

1. แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบ 5 ระดับ วิชาเคมี เรื่อง พันธะไอออนิก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้น ประกอบด้วย 5 ระดับ ได้แก่ การเลือกคำตอบ ความมั่นใจในคำตอบ เหตุผลของคำตอบ ความมั่นใจในเหตุผล และแหล่งที่มาของคำตอบและเหตุผล สอดคล้องกับแนวคิดของแบบสอบวินิจฉัยหลายระดับที่สามารถตรวจสอบทั้งความเข้าใจ เหตุผล และระดับความมั่นใจของผู้เรียนได้อย่างลึกซึ้ง (Caleon & Subramaniam, 2010; Inggit et al., 2021) โดยผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ พบว่า แบบสอบวินิจฉัยมีความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ในระดับสูง โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์อยู่ในช่วง 0.80 – 1.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานการพัฒนาเครื่องมือวัดทางการศึกษา (ไพศาล วรคำ, 2564) และมีค่าความเที่ยงทั้งฉบับเท่ากับ 0.872 แสดงว่า เป็นเครื่องมือที่มีความคงที่และเชื่อถือได้ในการวัดมโนทัศน์ของผู้เรียน โดยค่าความเที่ยงของแต่ละระดับอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ถึงระดับสูง สอดคล้องกับแนวคิดของ Hulin et al. (2001) ผลการวิเคราะห์ค่าความยากของข้อสอบในระดับที่ 1 คำตอบอยู่ในช่วง 0.35 – 0.63 และระดับที่ 3 เหตุผลอยู่ในช่วง 0.39 – 0.74 ซึ่งสะท้อนว่าข้อสอบมีระดับความยากง่ายตั้งแต่ปานกลางถึงง่าย เหมาะสมสำหรับการวินิจฉัยมโนทัศน์ของผู้เรียน (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2566) ขณะเดียวกัน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบทั้งในระดับคำตอบและระดับเหตุผลอยู่ในช่วง 0.21 – 0.62 แสดงให้เห็นว่า ข้อสอบสามารถจำแนกผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมต่อการนำไปใช้วิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (ผกาพรรณ แสงสุวรรณ และคณะ, 2567) ผลการวิเคราะห์ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบ 5 ระดับที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน สามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง พันธะไอออนิกของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนในการวางแผนจัดการเรียนรู้และกิจกรรมแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้อย่างตรงจุด

2. ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จำแนกนักเรียนตามกลุ่มแนวคิดเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์และกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ในการอภิปรายผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอเฉพาะกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์และกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน ซึ่งมีประเด็นอภิปรายดังนี้

กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์ หมายถึง นักเรียนที่ตอบคำถามและให้เหตุผลผิดทั้งคู่ และมีความมั่นใจทั้งคำตอบและเหตุผล ผลการวิจัยพบว่า โดยภาพรวมจำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์มีน้อยกว่าร้อยละ 50 อย่างไรก็ตาม ยังพบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์ในบางประเด็นสำคัญของเรื่อง พันธะไอออนิก ข้อคำถามที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์มากที่สุด คือ ข้อที่ 4 เรื่องการเรียกชื่อสารประกอบไอออนิก ซึ่งอาจเกิดจากนักเรียนไม่ทราบชื่อหรือสัญลักษณ์ของธาตุอย่างถูกต้อง รองลงมา คือ ข้อที่ 5 เรื่องปฏิกิริยาในการเกิดสารประกอบไอออนิก เนื่องจากนักเรียนไม่เข้าใจพลังงานที่เกี่ยวข้องในแต่ละขั้นของการเกิดพันธะ หรือเกิดความสับสนในลำดับขั้นของกระบวนการเกิดสารประกอบไอออนิก นอกจากนี้ยังพบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์ในข้อที่ 2 เรื่อง โครงสร้างของสารประกอบไอออนิก โดยนักเรียนอาจสับสนกับโครงสร้างของสารประกอบโคเวเลนต์ และข้อที่ 9 เรื่อง พลังงานในการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก ซึ่งนักเรียนอาจไม่เข้าใจว่าการละลายเป็นกระบวนการดูดหรือคายพลังงาน และตีความจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ไม่ถูกต้อง จากการวิเคราะห์แหล่งที่มาของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พบว่า ส่วนใหญ่มาจากความคิดเห็นส่วนตัว การที่นักเรียนตอบและให้เหตุผลผิดทั้งคู่แต่มีความมั่นใจ

แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์ ซึ่งอาจเกิดจากการขาดความรู้ความเข้าใจ ความเข้าใจผิด หรือไม่มีความรู้ในประเด็นนั้น แต่ยังคงเชื่อมั่นในแนวคิดของตนเอง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ผกาพรรณ แสงสุวรรณ และคณะ (2567) ที่พบว่า นักเรียนซึ่งตอบและให้เหตุผลผิดแต่มีความมั่นใจ แสดงถึงความบกพร่องทางมโนทัศน์ในเนื้อหาเป็นอย่างดีชัดเจน

กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน มีทั้งหมด 7 รูปแบบ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนมากกว่าร้อยละ 50 ซึ่งสะท้อนว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานบางประเด็นถูกต้อง แต่ยังขาดความเข้าใจเชิงลึกหรือมีความไม่มั่นคงทางแนวคิด โดยสามารถจำแนกรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนได้ 7 รูปแบบ ครอบคลุมทั้งกรณีที่ตอบถูกหรือผิดร่วมกับระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน ประเด็นที่พบมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบ่อย ได้แก่ โครงสร้างสารประกอบไอออนิก การเขียนสูตรสารประกอบไอออนิก การเกิดพันธะไอออนิก การคำนวณพลังงานจากกฎจอร์จอร์น - ฮาร์เบอร์ การละลายน้ำและพลังงานในการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก รวมถึงการเขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิ ซึ่งล้วนเป็นเนื้อหาที่ต้องอาศัยการเชื่อมโยงแนวคิดระดับจุลภาคมหภาค และเชิงสัญลักษณ์ทำให้นักเรียนเกิดความสับสนหรือใช้ความคิดเห็นส่วนตัวในการตอบคำถาม ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบที่ 6 (การตอบและให้เหตุผลผิดทั้งคู่ มีความมั่นใจหรือไม่มั่นใจ) และ รูปแบบที่ 7 (การตอบและให้เหตุผลผิดทั้งคู่มีความไม่มั่นใจทั้งคู่) แม้จะพบในสัดส่วนต่ำกว่าร้อยละ 50 แต่สะท้อนถึงปัญหาที่คลาดเคลื่อนในระดับสำคัญ โดยเฉพาะในเนื้อหาเรื่อง การเกิดพันธะไอออนิก การละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก พลังงานในการละลายน้ำ และการเขียนสมการไอออนิกและสมการไอออนิกสุทธิ สำหรับ รูปแบบที่ 6 นักเรียนตอบและให้เหตุผลผิด แต่ยังแสดงความมั่นใจหรือไม่มั่นใจ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนอาจมีความเข้าใจผิดที่ฝังแน่น (Robust Misconception) โดยเฉพาะเรื่อง การเกิดพันธะไอออนิก ซึ่งเกี่ยวข้องกับการถ่ายโอนอิเล็กตรอนและการอธิบายในระดับจุลภาคผ่านสัญลักษณ์ลิวอิส นักเรียนจำนวนมากไม่สามารถเชื่อมโยงการอธิบายเชิงสัญลักษณ์กับความหมายเชิงแนวคิดได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้เกิดการตอบผิดแต่ยังเชื่อมั่นในคำตอบของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Caleon & Subramaniam (2010) ที่ระบุว่า ความมั่นใจในคำตอบที่ผิดเป็นตัวบ่งชี้มโนทัศน์คลาดเคลื่อนที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเป็นระบบ ขณะที่รูปแบบที่ 7 นักเรียนตอบและให้เหตุผลผิดทั้งคู่และมีความไม่มั่นใจ แสดงให้เห็นถึงการขาดความรู้พื้นฐานหรือความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ โดยเฉพาะในประเด็นที่ต้องบูรณาการความรู้หลายแนวคิดร่วมกัน เช่น พลังงานในการละลายน้ำของสารประกอบไอออนิก และการเขียนสมการไอออนิกสุทธิ ซึ่งต้องอาศัยความเข้าใจทั้งเรื่องการแตกตัวการละลาย พลังงาน และการดุลสมการเคมี ความไม่มั่นใจของผู้เรียนสะท้อนว่าผู้เรียนตระหนักถึงความไม่เข้าใจของตนเอง แต่ยังไม่สามารถสร้างคำอธิบายที่ถูกต้องได้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และคณะ (2563) ที่พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสมการไอออนิกสุทธิและกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการละลายน้ำเป็นจำนวนมากทั้ง 2 รูปแบบสะท้อนให้เห็นว่า แหล่งที่มาของมโนทัศน์คลาดเคลื่อนส่วนใหญ่มาจากความคิดเห็นส่วนตัวของผู้เรียน ซึ่งอาจเกิดจากการเรียนรู้แบบท่องจำ การขาดสื่อหรือกิจกรรมที่ช่วยเชื่อมโยงระดับมหภาค จุลภาค และสัญลักษณ์ของแนวคิดทางเคมี (Triplet Representation) ดังนั้น การใช้แบบสอบถามวินิจฉัยมโนทัศน์แบบเลือกตอบ 5 ระดับ จึงมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้ผู้สอนสามารถแยกแยะลักษณะของความคลาดเคลื่อน ทั้งในด้านความถูกต้องของคำตอบ เหตุผล และระดับความมั่นใจของผู้เรียน อันนำไปสู่การวางแผนจัดการเรียนรู้หรือการสอนซ่อมเสริมที่ตรงจุดและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Kaltakci - Gurel et al., 2015; Inggit et al., 2021)

องค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการวิจัย

การสร้างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบห้าระดับในครั้งนี้ ทำให้แนวทางการวัดความเข้าใจของผู้เรียนขยายออกไปจากการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ไปสู่การเข้าถึงลักษณะความคิดของผู้เรียนที่อยู่เบื้องหลังคำตอบเหล่านั้น โดยเฉพาะการเพิ่มระดับที่ 5 คือ แหล่งที่มาของคำตอบและเหตุผล เป็นการทำให้การวินิจฉัยมีความลึกซึ้งมากขึ้นจากระดับผลลัพธ์ของความคิดไปสู่ระดับกระบวนการ และที่มาของความคิด ซึ่งช่วยให้การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนมีความลึก ซ้ำซ้อน และสะท้อนความเป็นจริงทางการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ทำให้แบบสอบชนิดนี้เหมาะสม มีความสามารถในการวินิจฉัยสูงทั้งในเชิงการวิจัยและการพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งแบบสอบวินิจฉัย 2 ระดับ 3 ระดับ และ 4 ระดับ ในงานวิจัยเดิมส่วนใหญ่ยังไม่สามารถให้ข้อมูลได้อย่างชัดเจน ผลการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือยืนยันว่าแบบสอบวินิจฉัย 5 ระดับที่สร้างขึ้นมีความตรงและความเที่ยงอยู่ในระดับสูง พร้อมทั้งมีค่าความยากและอำนาจจำแนกที่เหมาะสมทั้งในระดับคำตอบและระดับเหตุผล สิ่งนี้สะท้อนว่าเครื่องมือไม่ได้เพียงมีความน่าเชื่อถือในเชิงสถิติเท่านั้น แบบสอบนี้ยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยความคิดของผู้เรียนได้อย่างละเอียด โดยช่วยแยกให้เห็นว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความเข้าใจแตกต่างกันอย่างไร งานวิจัยนี้จึงช่วยยกระดับบทบาทของแบบสอบวินิจฉัยจากเครื่องมือที่ใช้วัดคะแนนไปเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ครูมองเห็นความคิด และความเข้าใจของผู้เรียนได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งช่วยเพิ่มความรู้และแนวทางในการวัดมโนทัศน์ทางเคมีได้อย่างชัดเจนมากขึ้น

ในด้านของการวินิจฉัยผู้เรียน งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าความเข้าใจเรื่อง พันธะไอออนิกของนักเรียนมีหลายระดับ ตั้งแต่ความเข้าใจที่ถูกต้อง ความไม่แน่ใจ ไปจนถึงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และสามารถจำแนกมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนได้ถึง 7 รูปแบบ ซึ่งสะท้อนความไม่มั่นคงของความรู้ในลักษณะต่าง ๆ เช่น ผู้เรียนที่ตอบถูกแต่ไม่มั่นใจ ผู้เรียนที่ตอบผิดแต่มั่นใจ หรือผู้เรียนที่ให้เหตุผลถูกแต่เลือกคำตอบผิด รูปแบบเหล่านี้ แสดงให้เห็นว่า ความรู้ของผู้เรียนมีความชัดเจน และการเชื่อมโยงของความคิดแตกต่างกัน ซึ่งไม่สามารถอธิบายได้ด้วยการดูเพียงคะแนนหรือความถูกต้องของคำตอบ การจำแนกเชิงลึกเช่นนี้เป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ช่วยให้เข้าใจธรรมชาติของการเรียนรู้เรื่อง พันธะไอออนิกได้ชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้การที่แหล่งที่มาของคำตอบและเหตุผลของผู้เรียนส่วนใหญ่มาจากความเห็นส่วนตัวยังสะท้อนลักษณะเฉพาะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาพันธะไอออนิก ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความเป็นนามธรรมสูง ต้องอาศัยการเชื่อมโยงระหว่างระดับจุลภาค มหภาค และเชิงสัญลักษณ์ เมื่อผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ในแต่ละระดับได้อย่างถูกต้อง ผู้เรียนจึงมักตีความสัญลักษณ์ สูตร หรือกฎทางเคมีตามความเข้าใจของตนเอง ส่งผลให้เกิดความเข้าใจผิดในหลายลักษณะ บางกรณียังคงใช้ความเข้าใจเดิมและเปลี่ยนแปลงได้ยาก บางกรณียังไม่มั่นใจ งานวิจัยนี้ช่วยให้เห็นลักษณะความเข้าใจผิดเกี่ยวกับพันธะไอออนิกได้ละเอียดกว่างานวิจัยเดิม ซึ่งมักบอกเพียงว่าผู้เรียนเข้าใจผิดเรื่องใดเท่านั้น

ในด้านการจัดการเรียนรู้ ผลจากงานวิจัยนี้ช่วยให้ครูไม่ต้องสอนแบบใช้แนวทางเดียวกันทั้งหมดแต่สามารถจัดการสอนให้เหมาะกับลักษณะความคิดของผู้เรียนแต่ละกลุ่มได้จริง ช่วยให้ครูสามารถเลือกกลยุทธ์การสอนที่เหมาะสมกับลักษณะผู้เรียน เช่น การช่วยให้ผู้ที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนได้ปรับแนวคิดของตนเอง และการเสริมพื้นฐานพร้อมสร้างความมั่นใจให้กับผู้ที่ยังมีความรู้ไม่ชัดเจน ขณะเดียวกันข้อมูลแหล่งที่มาของความคิดยังช่วยให้ครูสามารถแก้ไขปัญหาที่ต้นตอ ไม่ว่าจะเป็นหนังสือเรียน วิธีการสอน หรือการใช้สัญลักษณ์ทางเคมี

งานวิจัยนี้ได้เพิ่มพูนองค์ความรู้ทั้งในเชิงทฤษฎีการวัดและเชิงการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยแสดงให้เห็นว่าแบบสอบวินิจฉัย 5 ระดับ สามารถทำหน้าที่เป็นทั้งเครื่องมือวัดและเครื่องมือออกแบบการเรียนรู้บนฐานข้อมูล

มโนทัศน์ของผู้เรียนได้อย่างเป็นระบบ จึงทำให้การศึกษามโนทัศน์เรื่องพันธะไอออนิกก้าวจากการดูเพียงว่าคำตอบถูกหรือผิดไปสู่การอธิบายลักษณะความเข้าใจของผู้เรียนและแนวทางในการพัฒนาได้อย่างชัดเจน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เนื่องจากแบบสอบวินิจฉัย 5 ระดับเหมาะสำหรับวินิจฉัยความเข้าใจผิดของนักเรียน โดยนำแบบสอบวินิจฉัยไปใช้ทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดการพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ และยังสามารถนำไปใช้ทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง พันธะไอออนิก ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานในเนื้อหาวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยผลการวิจัยสามารถจำแนกนักเรียนตามกลุ่มแนวคิดต่าง ๆ ได้แก่ มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์ และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วนได้อย่างชัดเจน และทำให้ทราบที่มาเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียนที่ใช้ในการตอบคำถาม ทำให้สามารถนำข้อมูลนั้นมาแก้ไข และพัฒนานักเรียนและสร้างความพร้อมในการเรียนเรื่องต่อไป และในระดับชั้นที่สูงขึ้น ซึ่งจากการจำแนกนักเรียนเป็นกลุ่มต่าง ๆ พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนสมบูรณ์เป็นกลุ่มที่ต้องได้รับการแก้ไขข้อบกพร่องมากที่สุด เนื่องจากมีการตอบและให้เหตุผลผิดทั้งคู่และมีความมั่นใจทั้งคู่ ซึ่งอาจเกิดจากนักเรียนขาดความรู้ เข้าใจผิดหรือไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ดังนั้น ครูผู้สอนจึงควรมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการสอนที่ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยลงมือปฏิบัติ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจโมเดลอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น และส่งผลให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากมโนคติที่ถูกต้องน้อยหรือผิดไปเป็นความเข้าใจโมเดลที่ถูกต้องมากขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. จากผลการวิจัยนักเรียน จำนวน 3 กลุ่ม จำเป็นที่ต้องได้รับการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยเร่งด่วน เมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ประกอบด้วย กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์ กลุ่มมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน รูปแบบที่ 6 และกลุ่มมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน รูปแบบที่ 7 เนื่องจากมีรูปแบบความเข้าใจและระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน จึงควรนำผลไปใช้ในการออกแบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อปัญหาเฉพาะของแต่ละกลุ่ม โดยแนวทางแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแต่ละกลุ่มมีดังนี้

2.1 กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสมบูรณ์ นักเรียนตอบและให้เหตุผลผิดทั้งคู่ มีความมั่นใจทั้งคู่ กลุ่มนี้สะท้อนว่านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด หรือมีความเข้าใจพื้นฐานที่ยังไม่ถูกต้อง ควรได้รับการสอนที่ช่วยสร้างความเข้าใจพื้นฐานใหม่อย่างเป็นระบบ ผ่านการใช้แบบจำลอง การทดลอง หรือกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนอธิบายแนวคิดของตนเองและได้รับการชี้แนะที่ถูกต้อง

2.2 กลุ่มมโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน รูปแบบที่ 6 นักเรียนตอบผิดและให้เหตุผลผิดทั้งคู่ มีความมั่นใจหรือไม่มั่นใจ ควรได้รับการช่วยเหลือที่แตกต่างกัน ผู้เรียนที่มั่นใจสูงแม้ตอบผิดควรใช้กิจกรรมที่สร้างความขัดแย้งทางปัญญาเพื่อให้ตรวจสอบแนวคิดของตนเอง ขณะที่ผู้เรียนที่ไม่มั่นใจจำเป็นต้องได้รับการสอนแบบค่อยเป็นค่อยไปเพื่อสร้างโครงสร้างความรู้และความเชื่อมั่นใหม่ และกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางส่วน

2.3 มโนทัศน์คลาดเคลื่อนบางส่วน รูปแบบที่ 7 นักเรียนตอบผิดและให้เหตุผลผิดทั้งคู่ มีความไม่มั่นใจทั้งคู่ ควรเน้นการเสริมพื้นฐานและให้ข้อเสนอแนะเชิงบวกอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างทัศนคติที่ดีและความมั่นใจต่อการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาแบบสอบวินิจฉัยที่เป็นข้อคำถามแบบสร้างคำตอบ (Constructed Response) เพราะช่วยสะท้อนความเข้าใจเชิงลึก กระบวนการคิด และเหตุผลของนักเรียนได้ดีกว่าข้อสอบแบบเลือกตอบ อีกทั้งยังลดผลกระทบจากการเดาสุ่มและช่วยให้ผู้สอนวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้อย่างชัดเจน ทำให้มีการประเมินผลที่เที่ยงตรงและสอดคล้องกับสมรรถนะที่ต้องการวัดมากขึ้น
2. ควรวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือของแบบสอบวินิจฉัยโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบโดยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ เนื่องจากสามารถวิเคราะห์ความเที่ยงและอำนาจจำแนกได้ดีกว่าทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ยังช่วยประเมินความสามารถของนักเรียนได้ละเอียดและสะท้อนถึงระดับความเข้าใจได้อย่างแม่นยำเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ข้อสอบแบบหลายชั้นที่ใช้ตรวจสอบความเข้าใจและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กฤษฎา พันธ์ชัย และ ศักดิ์ศรี สุภาพร. (2563). การพัฒนาความเข้าใจโมเดลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สารประกอบไอออนิกด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับโมเดลระดับอนุภาค. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 3(2), 165 – 175. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSSE/article/view/245263/167133>
- ขวัญกมล ไต้สำโรง. (2564). *การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับในวิชาเคมีที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน* [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD). <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/5418>
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2563). *กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เคมี*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณอมขวัญ วิบูลย์นสร. (2562). *การพัฒนาชุดกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะเคมี เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย* [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ]. คลังปัญญามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. <https://hdl.handle.net/20.500.14740/54149>
- ผกาพรรณ แสงสุวรรณ, ดารุณี ทิพย์กุลไพโรจน์, และกมลทิพย์ ศรีหาเศษ. (2567). การสร้างแบบสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *Interdisciplinary Academic and Research Journal*, 4(4), 679 – 698. <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/IARJ/article/view/276358/184444>
- พงศกร พรหมทา. (2561). *การพัฒนากิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะเคมี: ฝ่าฝายกันน้ำเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย* [วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษา มหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พรณี ลีกิจวัฒน์. (2566). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 13 ฉบับแก้ไขปรับปรุง). สำนักพิมพ์ มิน เซอร์วิส ซัพพลาย.
- พีระพล จอมใจเหล็ก, ทวีกา ตั้งประภา, และพนิดา ศกุนตนา. (2564). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารนาคบุตรปริทรรศน์*, 13(3), 160 – 170. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/nakboot/article/view/253122/173494>
- ไพศาล วรคำ. (2564). *การวิจัยทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 12). ตักศิลาการพิมพ์.

- ภัสสุภา สุขสวัสดิ์, สมพงษ์ ปั่นหุ่น, และสุริพร อนุศาสนนันท์. (2565). การสร้างแบบทดสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสี่ชั้นวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงานสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา*, 34(123), 50 – 58. <https://so09.tci-thaijo.org/index.php/jted/article/view/45/35>
- วรุตม์ ผิวงาม. (2563). *การพัฒนาแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์เรื่องพันธะไอออนิกโดยใช้โมเดลวินิจัยพุทธปัญญาจิไตนา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4* [ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD). <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/4155>
- ศิริเดช สุชีวะ. (2550). การวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของผู้เรียน. ใน สุวิมล ว่องวานิช (บ.ก.), *การประเมินผล การเรียนรู้แนวใหม่* (พิมพ์ครั้งที่ 2, หน้า 154 – 176). โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรเดช อนันตสวัสดิ์. (2560). *การพัฒนาระบบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีโดยใช้แบบสอบวินิจัยสามระดับร่วมกับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD). <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/1224>
- สุรเดช อนันตสวัสดิ์, กมลวรรณ ตังชนกานนท์, และโชติกา ภาชีผล. (2563). การพัฒนาระบบวินิจัยสามระดับเรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 48(2), 280 – 300. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDUCU/article/view/243211/164976>
- Bloom, B. S., Hastings, J. T., & Madaus, G. F. (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(7), 939 – 961. <https://doi.org/10.1080/09500690902890130>
- Dawati, F. M., Yamtinah, S., Rahardjo, S. B., Ashadi, A., & Indriyanti, N. Y. (2019). Analysis of students' difficulties in chemical bonding based on Computerized Two-Tier Multiple Choice (CTTMC) test. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(4), Article 042017. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042017>
- Ebiati, E., Asrial, A., & Effendi - Hasibuan, M. H. (2020). Sensitivity of two - tier and three - tier tests in detecting student's misconceptions of chemical bonding. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 12(2), 79 – 87. <https://doi.org/10.24114/jpkim.v12i2.19405>
- Fadillah, A. & Salirawati, D. (2018). Analysis of misconceptions of chemical bonding among tenth grade senior high school students using a two - tier test. *AIP Conference Proceedings*, 2021(1), Article 080002. <https://doi.org/10.1063/1.5062821>

- Hulin, C. L., Netemeyer, R. G., & Cudeck, R. (2001). Can a reliability coefficient be too high? *Journal of Consumer Psychology*, 10(1/2), 55 – 58.
https://doi.org/10.1207/S15327663JCP1001&2_05
- Inggit, S. M., Liliawati, W., & Suryana, I. (2021). Identifikasi miskonsepsi dan penyebabnya menggunakan instrumen Five-Tier Fluid Static Test (5TFST) pada peserta didik kelas XI sekolah menengah atas. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 6(1), 49 – 68.
<https://doi.org/10.15575/jotalp.v6i1.11016>
- Kaltakci, D. (2012). *Development and application of a four-tier test to assess pre - service physics teachers' misconceptions about geometrical optics* [Doctoral dissertation, Middle East Technical University]. Middle East Technical University.
- Kaltakci - Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2015). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 989 – 1008.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1369a>
- Kaltakci - Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2017). Development and application of a four - tier test to assess pre - service physics teachers' misconceptions about geometrical optics. *Research in Science & Technological Education*, 35(2), 238 – 260.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1310094>
- Kuder, F. G. & Richardson, M. W. (1937). The theory of the estimation of test reliability. *Psychometrika*, 2(3), 151 – 160. <https://doi.org/10.1007/BF02288391>
- Mondal, C. B. & Chakraborty, A. (2013). *Misconception in chemistry*. LAP LAMBERT Academic Publishing.
- Prodjosantoso, A. K., Hertina, A. M., & Irwanto, I. (2019). The misconception diagnosis on ionic and covalent bonds concepts with three tier diagnostic test. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1477 – 1488. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12194a>
- Putri, W. K. & Ermawati, F. U. (2021). Pengembangan, uji validitas dan reliabilitas tes diagnostik five - tier untuk materi getaran harmonis sederhana beserta hasil uji coba. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(1), 92 – 101. <https://doi.org/10.33369/pendipa.5.1.92-101>
- Rosita, I., Liliawati, W., & Samsudin, A. (2020). Pengembangan instrumen Five - Tier Newton's Laws Test (5TNLT) untuk mengidentifikasi miskonsepsi dan penyebab miskonsepsi siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 6(2), 297 – 306.
<https://doi.org/10.29303/jpft.v6i2.2018>
- Singha, H. S. (1974). *Modern educational testing*. Sterling Publishers.

- Soeharto, S., Csapó, B., Sarimanah, E., Dewi, F. I., & Sabri, T. (2019). A review of students' common misconceptions in science and their diagnostic assessment tools. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 247 – 266. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i2.18649>
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159 – 169. <https://doi.org/10.1080/0950069880100204>
- Utami, G., Firman, H., & Nahadi, N. (2019). Development of computer based two-tier multiple choice diagnostic test to identify misconceptions on chemical bonding. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(4), Article 042033. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042033>
- Yamane, T. (1967). *Statistics: An introductory analysis* (2nd ed.). Harper & Row.

