

การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่องสมดุล
เคมี DEVELOPMENT OF THREE-TIER DIAGNOSTIC TEST ON
CHEMICAL EQUILIBRIUM

Received: June 17, 2022

Revised: December 29, 2022

Accepted: December 30, 2022

ขวัญกมล ใต้สำโรง¹ และ ญัฐภรณ์ หลาวทอง²
Kwankamol Taisamrong¹ and Nuttaporn Lawthong²

¹นิสิตปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
²รองศาสตราจารย์ ดร. ภาควิชาการวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

^{1,2}Faculty of Education Chulalongkorn University, Thailand

¹Corresponding Author E-mail Address: Krupang_Kwankamol@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบ สอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี และ 3) เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้อง ของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมีด้วยวิธีการสอบ ซ้ำ กลุ่มตัวอย่างวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 60 คน เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสอบ วินิจฉัยสามระดับ การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) คุณสมบัติทางจิตมิติ ด้านความตรงและ ความเที่ยง และ 2) คุณภาพของการวินิจฉัย โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วย วิธีการสอบซ้ำ ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1) ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี พบว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ประกอบด้วยมโนทัศน์หลัก 3 มโนทัศน์ ได้แก่ 1) สมภาวะสมดุล 2) ค่าคงที่สมดุล และ 3) ปัจจัยที่มีผลต่อ สมดุล

2) ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจฉัย พบว่า แบบสอบทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 และความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอนบาคเท่ากับของการทดสอบครั้งที่ 1 เท่ากับ .559 และครั้งที่ 2 เท่ากับ .356 และความ เที่ยงแบบสอบซ้ำเท่ากับ .997

3) ผลการเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบด้วยวิธีการสอบซ้ำ โดยใช้ สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์มีค่าเท่ากับ 1.00 แสดง ว่าผลการวินิจฉัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ, สมบัติทางจิตมิติ, คุณภาพการวินิจฉัย, สมดุลเคมี

ABSTRACT

The objections of this study were 1) To observe the eleventh-grade students' misconceptions of Chemical Equilibrium, 2) To create and verify the validity and reliability of a three-tier diagnostic test for Chemical Equilibrium misconceptions, and 3) To compare the consistency of diagnosis of the three-tier diagnostic test for Chemical Equilibrium misconceptions utilizing the test-retest method. The sample group included 60 eleventh-grade students. The research instrument was the three-tier diagnostic test for Chemical Equilibrium misconceptions. The analysis conducted: 1) the psychometric properties of the validity and reliability, and 2) the diagnostic quality as measured by the consistency of the diagnosis using the test-retest method.

The research result found that

1) The diagnostic of misconceptions in Chemical Equilibrium indicates that there are three misconceptions, including 1) Equilibrium States 2) Equilibrium Constant, and 3) Factors that affect the Equilibrium.

2) The validity of the diagnostic test's development, IOC values ranged from 0.60 to 1.00. The internal reliability using Cronbach's alpha coefficient were .559 for the first test and .356 for the second. And the reliability of the test-retest method was to .997.

3) The test-retest diagnosis was compared using Cramer's V correlation coefficient, was 1.00. The first and second diagnoses results were in terms of statistical significance at level .05.

Keywords: Three-Tier Diagnostic Test, Psychometric Property, Diagnostic Quality, Chemical Equilibrium

บทนำ

วิชาเคมีเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญสำหรับการรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยความรู้หรือมโนทัศน์เกี่ยวกับวิชาเคมีจำนวนมากเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรม และไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า การสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องในวิชาเคมีนั้นจึงเป็นเรื่องที่ยากและยังพบว่านักเรียนจำนวนมากมีแนวโน้มในการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากขึ้น เนื่องจากมโนทัศน์ต่าง ๆ ในวิชาเคมีมักเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน โดยมโนทัศน์ที่เรียนก่อนจะเป็นพื้นฐานของมโนทัศน์ในเรื่องถัดไป (อรรถพล พลอยมีค่า และ

จรรยา ตาสา, 2563, น. 107) ดังนั้น ครูผู้สอนต้องวินิจฉัยชั้นโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่อาจเกิดขึ้น ระหว่างการเรียนรู้ของนักเรียน และดำเนินการแก้ไขส่วนที่บกพร่องให้สมบูรณ์ และทำให้นักเรียนมี มโนทัศน์ที่ถูกต้องพร้อมที่จะเรียนรู้โน้ตทัศน์ที่สูงขึ้นต่อไป (กมลวรรณ รอดพันธ์ และ ญัฐสุภรณ์ หลาวทอง, 2560, น. 18; สุรเดช อนันตสวัสดิ์ กมลวรรณ ตังธนกานนท์ และ และโชติกา ภาชีผล, 2560, น.13)

การวิเคราะห์และวินิจฉัยชั้นโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีนั้นทำได้ค่อนข้างยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลือกใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งมีเฉพาะข้อคำถามและ คำตอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เนื่องจากแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีข้อจำกัดตรงที่แบบสอบ ชนิดนี้วินิจฉัยชั้นโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือข้อบกพร่องได้จากตัวลวงเพียง 3-4 แบบเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถ มั่นใจได้ว่าการที่นักเรียนเลือกตัวลวงใดจะแสดงถึงการมีแบบการคิดที่ระบุไว้ในตัวลวงเสมอไปก็ได้ นักเรียนอาจจะเดาสุ่มตัวเลือกที่กำหนด จึงได้มีการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสองระดับขึ้นมา เพื่อลด ข้อจำกัดของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม และแบบสอบวินิจฉัยสองระดับสามารถจำแนกนักเรียนที่ มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ตรงและละเอียดกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม (สุรเดช อนันตสวัสดิ์ กมลวรรณ ตังธนกานนท์ และโชติกา ภาชีผล, 2560, น.18-20; วนิตา ภู่อี่ยม และ เอมอร จังศิริพรปกรณ์, 2550, น. 2-4)

แบบสอบวินิจฉัยสองระดับเป็นแบบสอบที่ใช้ระบุมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยการเพิ่มการตอบ ระดับเหตุผลจะพบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างแท้จริงของผู้เรียน โดยลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยสอง ระดับ ซึ่งมีความซับซ้อนของรูปแบบมากกว่าแบบสอบแบบประเพณีนิยม ประกอบด้วย 2 ส่วน หรือ 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เรียกว่าระดับเนื้อหา (content tier) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียน และระดับที่ 2 เรียกว่า ระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือกขึ้นไป หรือแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือกขึ้นไป และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงเหตุผลในการระดับที่ 1 คำถาม ระดับเหตุผล (reason tier) มีจุดมุ่งหมายเพื่อจำแนกมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งตัวลวงหลายตัวนั้นมาจาก มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั่นเอง (Caleon and Subramaniam, 2010, p. 314)

อย่างไรก็ตามแบบสอบวินิจฉัยสองระดับมีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถแยกความแตกต่างของนักเรียน ที่ขาดความรู้ (lack knowledge) และนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (misconception) หรือไม่สามารถ แยกความแตกต่างของนักเรียนที่ตอบถูกจากความเข้าใจ (correct knowledge) หรือตอบถูกจากการเดา (lucky guess) ได้ (Caleon and Subramaniam, 2010, p. 314-315; ธนบดี อินหาดกรวด และ ญัฐสุภรณ์ หลาวทอง, 2560; น. 22 สุรเดช อนันตสวัสดิ์ กมลวรรณ ตังธนกานนท์ และโชติกา ภาชีผล , 2560, น. 18) ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อจำกัดหรือจุดอ่อนของแบบ สอบวินิจฉัยสองระดับ โดยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับเป็นแบบสอบมีค่าความเที่ยงสูงกว่าแบบสอบ วินิจฉัยสองระดับ เนื่องจากสามารถแยกความแตกต่างของนักเรียนที่ขาดความรู้ (lack knowledge) และ

นักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (misconception) และสามารถแยกความแตกต่างของนักเรียนที่ตอบถูก จากความเข้าใจ (correct knowledge) หรือตอบถูกจากการเดา (lucky guess) ได้แบบสอบวินิจัยสาม ระดับสามารถจำแนกประเภทนักเรียนออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ 1) มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific knowledge) 2) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงบวก (false positive) 3) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงลบ (false negative) 4) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) 5) เดาคำตอบถูก (lucky guess) หรือขาดความมั่นใจ (lack confidence) และ 6) ขาดความรู้ (lack of knowledge) (Caleon and Subramaniam, 2010, p. 314-315) แบบสอบวินิจัยสามระดับประกอบด้วย 3 ส่วน หรือ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เรียกว่าระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบตั้งแต่ 2 ตัวเลือกขึ้นไป มีวัตถุประสงค์เพื่อ ประเมินความรู้ของนักเรียน ระดับที่ 2 เรียกว่า ระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก ขึ้นไป หรือแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือกขึ้นไป และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดง เหตุผลในการระดับที่ 1 และระดับที่ 3 เรียกว่า ระดับความมั่นใจ (confident tier) มีวัตถุประสงค์ เพื่อแสดง ความมั่นใจในการตอบ 2 ระดับ มี 2 ตัวเลือก คือ มั่นใจและไม่มั่นใจ (จรรยา ดาสา และ อรรถพล พลอยมี คำ, 2563, น. 107; สุรเดช อนันตสวัสดิ์ กมลวรรณ ตังธนากานนท์ และโชติกา ภาชีผล, 2560, น. 8)

จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบวินิจัยสามระดับในรายวิชาต่าง ๆ พบว่า แบบสอบ วินิจัยสามระดับในรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ให้คุณภาพด้านความตรง และความเที่ยงในระดับที่สูง (จรรยา ดาสา และ อรรถพล พลอยมีคำ, 2563, น. 107)) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจการพัฒนาแบบสอบวินิจัย สามระดับ เรื่องสมดุลเคมี เนื่องจากแบบสอบวินิจัยนี้เป็นตัวแทนที่ดีของแบบสอบวินิจัยสามระดับที่มี คุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงที่สูง และจากการศึกษาพบว่า ยังไม่พบงานวิจัยที่ศึกษาความ สอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำ ซึ่งวิธีการสอบซ้ำจะทำให้ทราบว่าแบบสอบมีคุณภาพด้าน ความตรงและความเที่ยงในการวินิจฉัยที่คงที่หรือไม่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาและพัฒนาแบบสอบ วินิจัยสามระดับ เรื่องสมดุลเคมี ที่คุณภาพด้านความตรง ความเที่ยง และความสอดคล้องของผลการ วินิจฉัยมากที่สุด เหมาะสำหรับการนำมาวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน และสามารถนำ ข้อมูลการวินิจฉัยมาพัฒนานักเรียน ประเมินการจัดการเรียนการสอน เพื่อเป็นแนวทางในการซ่อมเสริม เพื่อให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องในบทเรียนนั้น ๆ และประสบผลสำเร็จในการเรียนของนักเรียนตาม ศักยภาพเป็นรายบุคคล

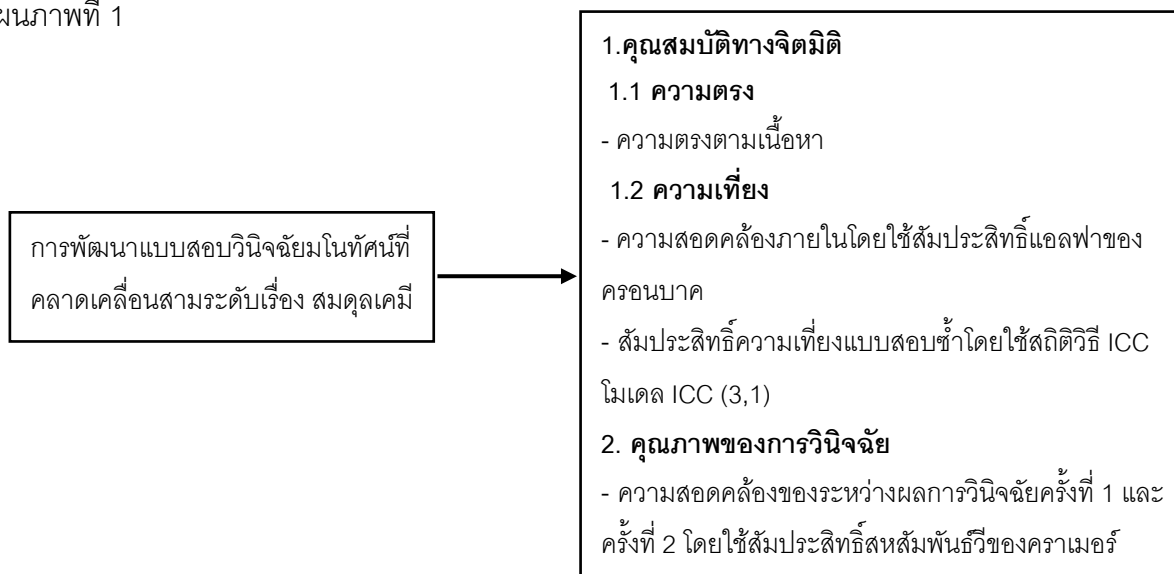
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี

3. เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวิจัยจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมีด้วยวิธีการสอบซ้ำ

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่องสมดุลเคมีวิเคราะห์คุณสมบัติทางจิตมิติตามความตรงและความเที่ยง และเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยดังแผนภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

ประชากรและตัวอย่างวิจัย

1. ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

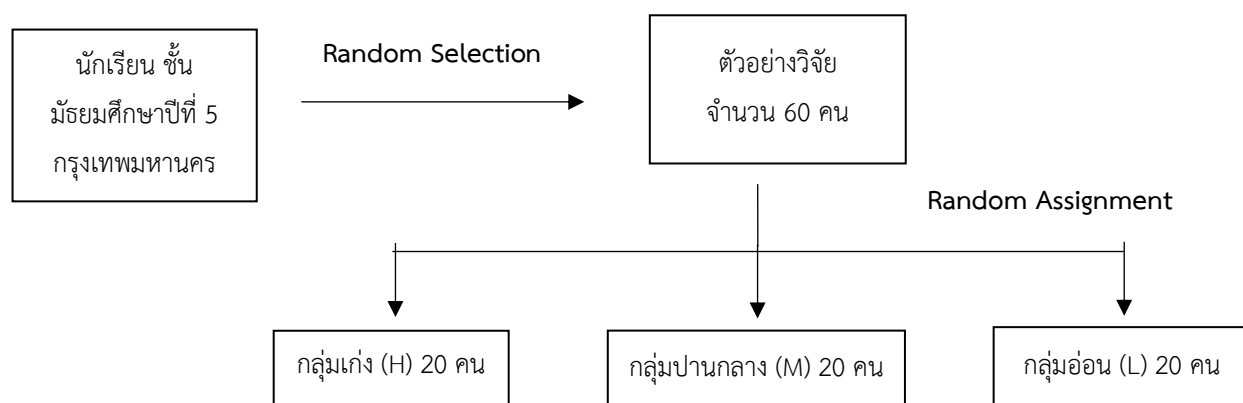
2. ตัวอย่างวิจัย

ตัวอย่างวิจัยที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยเรียน เรื่อง สมดุลเคมีภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1 ตัวอย่างวิจัยที่ใช้ทดลองใช้เครื่องมือ ผู้วิจัยคัดเลือกจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมวัดดุสิต จำนวน 30 คน โดยคำนึงถึงการกระจายระดับความสามารถของนักเรียนทั้งหมด 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี

2.2 ตัวอย่างวิจัยที่ใช้ทดลองจริง ผู้วิจัยคัดเลือกจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 60 คน ซึ่งได้มาจากกระบวนการสุ่มจากประชากรมาเป็นตัวอย่างวิจัย (Random Selection) โดยการสุ่ม

อย่างง่าย (Simple random sampling) ซึ่งคำนึงถึงการกระจายระดับความสามารถของนักเรียนทั้งหมด 3 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี โดย 1) กลุ่มเก่ง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีอยู่ในระดับ 3.50 ขึ้นไป 2) กลุ่มปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีอยู่ในระดับ 2.50-3.49 และ 3) กลุ่มอ่อน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในวิชาเคมีในระดับต่ำกว่า 2.50 ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 20 คน และใช้วิธีสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง (Random Assignment) แบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) เพื่อจัดตัวอย่างวิจัยที่ใช้ทดลองจริง ดังแผนภาพ ที่ 2



ภาพที่ 2 ประชากรและตัวอย่างวิจัย

การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

การสร้างเครื่องมือวิจัยทำโดยการสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (ข้อสอบปลายเปิด) จำนวน 40 ข้อเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี โดยการสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ ผู้วิจัยสร้างแบบสอบที่ประกอบด้วยคำถาม 2 ส่วน ได้แก่ 1) ส่วนที่ 1 คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และ 2) คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเขียนตอบ จากนั้นนำไปตรวจสอบความตรงตามเนื้อหากับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านโดยใช้ดัชนีของความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) แล้วนำมาสร้างและพัฒนาเป็นแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 30 ข้อ ซึ่งการสร้างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี ผู้วิจัยสร้างแบบสอบที่ประกอบไปด้วยคำถาม 3 ส่วน ได้แก่ 1) คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก การให้คะแนนเมื่อตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน 2) คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก การให้คะแนน เมื่อตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน และ 3) คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) เป็นแบบเลือกตอบ 2 ระดับคือ มั่นใจ

และ ไม่มั่นใจ จากนั้นนำไปตรวจสอบความตรงตามเนื้อหากับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านด้วยดัชนี IOC อีกครั้งแล้วนำมาปรับปรุงก่อนนำแบบสอบวินิจฉัยสามระดับไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง ซึ่งขั้นตอนการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับมีรายละเอียดในผลการวิเคราะห์ข้อมูล

โดยสามารถจำแนกประเภทผู้เรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบแบบสอบวินิจฉัย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจำแนกประเภทผู้เรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบแบบสอบวินิจฉัย

กลุ่มที่	ประเภทของกลุ่ม	คำตอบ		
		ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3
1	มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific knowledge)	✓	✓	มั่นใจ
2	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงบวก (false positive)	✓	✗	มั่นใจ
3	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงลบ (false negative)	✗	✓	มั่นใจ
4	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception)	✗	✗	มั่นใจ
5	เดาคำตอบถูก (lucky guess) หรือขาดความมั่นใจ	✓	✓	ไม่มั่นใจ
6	ขาดความรู้ (lack of knowledge)	✓ ✗ ✗	✗ ✓ ✗	ไม่มั่นใจ

(กมลวรรณ รอดพันธ์ และ ญัฐสุภรณ์ หลาวทอง., 2563, น. 11)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. คุณสมบัติทางจิตมิติ

1.1 ความตรง ได้แก่ ความตรงตามเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยใช้ดัชนีของความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC)

1.2 ความเที่ยง ได้แก่ ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค และความเที่ยงแบบสอบซ้ำ โดยใช้สถิติวิธี Intraclass Correlation โมเดล Two-way mixed effects, consistency, single rater/measurement; ICC (3,1)

2. **คุณภาพของการวินิจฉัย** หมายถึง ความสามารถของแบบสอบในการวินิจฉัยนักเรียนได้อย่างถูกต้องและคงที่ โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สมดุลเคมี

1. สำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1 กำหนดขอบเขตของเนื้อหาและมโนทัศน์ที่ต้องการวัด

ผู้วิจัยกำหนดขอบเขตเนื้อหาวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากหลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ซึ่งประกอบด้วยมโนทัศน์หลัก 3 มโนทัศน์ ได้แก่ 1) สภาวะสมดุล 2) ค่าคงที่สมดุล และ 3) ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล และมโนทัศน์รองทั้งหมด 8 มโนทัศน์

2. สำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

2.1 สัมภาษณ์ครูผู้สอนที่เกี่ยวข้องวิชาเรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 5 ท่าน พบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมีมีจำนวน 3 มโนทัศน์หลัก โดยมโนทัศน์หลักที่มีความคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ ค่าคงที่สมดุล รองลงมาคือ สภาวะสมดุล และปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะสมดุลตามลำดับ

2.2 การสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (ปลายเปิด) เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 40 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และส่วนที่ 2 คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเขียนตอบ โดยการศึกษาและสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากสังเคราะห์จากการเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) และการสัมภาษณ์ครูผู้สอนในข้อที่ 2.1 โดยมีรายละเอียดแผนผังแบบสอบ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แผนผังแบบสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	รวม (ข้อ)	น้ำหนัก (%)
1. สภาวะสมดุล	1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้ และสภาวะสมดุลได้ 2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการ	1-10	10	25

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	รวม (ข้อ)	น้ำหนัก (%)
	เปิดปฏิกริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกริยาจนกระทั่งอยู่ในภาวะสมดุลได้			
2. ค่าคงที่สมดุล	1. เขียนความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุลจากสมการเคมีได้ 2. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกริยาเคมีได้ 3. คำนวณความเข้มข้นของสารที่สมดุลได้ 4. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของสารในปฏิกริยาหลายขั้นตอนได้	11-31	21	52.5
3. ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล	1. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลและค่าคงที่สมดุลได้ 2. ใช้หลักเลอชาเตอลิเอนในการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อสมดุลของระบบถูกรบกวนสมดุลได้	32-40	9	22.5
รวม			40	100

2.3 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (ปลายเปิด) เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 40 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยใช้ดัชนีของความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence หรือ IOC) พบว่า แบบสอบวินิจฉัยสองระดับทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 และผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.4 การนำแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (ปลายเปิด) เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 40 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านเรียนเรื่อง สมดุลเคมีมาแล้วจำนวน 30 คน และคัดเลือกนักเรียนมาสัมภาษณ์จำนวน 6 คน แบ่งเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 2 คน (กลุ่มเก่ง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีอยู่ในระดับ 3.50 ขึ้นไป กลุ่มปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีอยู่ในระดับ 2.50-3.49 และกลุ่มอ่อน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีในระดับต่ำกว่า 2.50) โดยให้นักเรียนบอกเหตุผลในการเลือกคำตอบข้อนั้น เพื่อนำมาหามโนทัศน์ที่ถูกต้องและคลาดเคลื่อนเพิ่มเติมแล้วนำไปพัฒนาเป็นตัวลงในแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับต่อไป

2.5 นำแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (ปลายเปิด) มาหาคุณสมบัติทางจิตมิติ พบว่าความเที่ยงแบบ สอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ .880 ความยากอยู่ในช่วง 0.200-0.730 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.230-0.760 จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยจึงเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีความ ค่าความยากและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์มาพัฒนาเป็นแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสาม ระดับ

ตอนที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี

1. การสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี

การสร้างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ ซึ่งสร้างจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในขั้นตอนที่ 2 แล้วนำมาพัฒนาเป็นแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสาม ระดับจำนวน 30 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบ เลือกรับ 4 ตัวเลือก ส่วนที่ 2 คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกรับ 4 ตัวเลือก และแบบ เขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก และส่วนที่ 3 คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) คือ มั่นใจ และไม่มั่นใจ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แผนผังแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี

มโนทัศน์หลัก	ข้อที่	รวม (ข้อ)	น้ำหนัก (%)
1. สภาวะสมดุล	1-5	5	16.67
2. ค่าคงที่สมดุล	6-20	17	56.67
3. ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล	21-30	8	26.66
รวม		30	100

ตัวอย่างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี

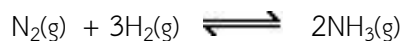
มโนทัศน์หลัก 1. สภาวะสมดุล

มโนทัศน์รอง 1.1 ความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล

จุดประสงค์การเรียนรู้ อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุลได้

ข้อที่ 1

1.1 เมื่อบรรจุแก๊สไนโตรเจน (N_2) และแก๊สไฮโดรเจน (H_2) จำนวนโมลเท่ากัน ในภาชนะปิดที่อุณหภูมิหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยา ดังสมการ



เมื่อระบบเข้าสู่สมดุล ข้อใดถูกต้อง

- ก. ความเข้มข้นของ N_2 H_2 และ NH_3 เท่ากัน
 - *ข. อัตราการรวมตัวของ N_2 และ H_2 เท่ากับอัตราการสลายตัวของ NH_3
 - ค. จำนวนโมลของ N_2 ที่ลดลงเท่ากับจำนวนโมลของ NH_3 ที่เกิดขึ้น
 - ง. อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะสูงในช่วงแรกและต่ำลงในช่วงหลังแล้วจึงเข้าสู่สมดุล
- 1.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว
- ก. จำนวนโมลของสารที่ลดลงเท่ากับจำนวนโมลของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น
 - ข. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จะมีเท่ากัน
 - *ค. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ
 - ง. อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะสูงในช่วงแรก เพราะมีปริมาณสารตั้งต้นมากและต่ำลงในช่วงหลังเพราะมีปริมาณสารตั้งต้นลดลง แล้วจึงเข้าสู่สมดุล
- จ.

1.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

- ก. มั่นใจ
- ข. ไม่มั่นใจ

2. การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบวินิจจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ

จำนวน 40 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยใช้ดัชนี IOC พบว่า แบบสอบวินิจจัยสามระดับทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 และผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3. การทดลองใช้แบบสอบวินิจจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี

นำแบบสอบวินิจจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับจำนวน 30 ข้อ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านเรียนเรื่อง สมดุลเคมีมาแล้วจำนวน 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 20 คน

4. การตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติด้านความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบวินิจจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยการทดสอบครั้งที่ 2 เว้นระยะห่างจากการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน 2 สัปดาห์ วิเคราะห์ความเที่ยงแบบสอบซ้ำ โดยใช้สถิติวิธี Intraclass Correlation โมเดล Two-way mixed effects, consistency, single rater/measurement; ICC (3,1)

ตอนที่ 3 การเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
สามระดับเรื่อง สมดุลเคมีด้วยวิธีการสอบซ้ำ

1. ผลการวิจัยเพื่อจัดกลุ่มผู้เรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยทำการทดสอบซ้ำครั้งที่ 2 เว้นระยะห่าง
2 สัปดาห์จากการทดสอบครั้งที่ 1 ทั้งฉบับ
2. เมื่อนำผลการวิจัยเพื่อจัดกลุ่มผู้เรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มาวิเคราะห์หาคุณภาพการ
วินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยใช้
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์พบว่า ผลการวิจัยมีความสอดคล้อง

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ตอน ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่
คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี และตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการ
วินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมีด้วยวิธีการสอบซ้ำ

ตอนที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

จากการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี พบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมีจำนวน
3 มโนทัศน์หลัก โดยมโนทัศน์หลักที่มีความคลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ ค่าคงที่สมดุล รองลงมาคือ สภาวะ
สมดุล และปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่
คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี

1. ผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ
จำนวน 40 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยใช้ดัชนี IOC พบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามระดับทุกข้อมี
ค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 และผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. การตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติด้านความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์
แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี ครั้งที่ 1 และ
ครั้งที่ 2 โดยการทดสอบครั้งที่ 2 เว้นระยะห่างจากการทดสอบครั้งที่ 1 จำนวน 2 สัปดาห์ วิเคราะห์ความ
เที่ยงแบบสอบซ้ำ โดยใช้สถิติวิธี Intraclass Correlation โมเดล Two-way mixed effects, consistency,
single rater/measurement; ICC(3,1) พบว่าได้ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าความเที่ยงของแบบสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และความเที่ยงแบบสอบซ้ำ

การทดสอบ	ความเที่ยงแบบ สัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค	ค่าเฉลี่ยความยาก (ทั้งฉบับ)	ค่าอำนาจจำแนก
ครั้งที่ 1	.559	0.487	-.111-0.554
ครั้งที่ 2	.356	0.546	-.199-0.509
ความเที่ยงแบบสอบซ้ำ ด้วยวิธี Intraclass Correlation	.997		

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมีด้วยวิธีการสอบซ้ำ

1. ผลการวิจัยเพื่อจัดกลุ่มผู้เรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยทำการทดสอบซ้ำครั้งที่ 2 เว้นระยะห่าง 2 สัปดาห์จากการทดสอบครั้งที่ 1 ทั้งฉบับพบว่า ผลการวิจัยเพื่อจัดกลุ่มผู้เรียน ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของผู้เรียนในแต่ละกลุ่มตามมโนทัศน์

กลุ่ม ที่	ประเภทของกลุ่ม	จำนวน	ร้อยละของผู้เรียน				
			ครั้งที่ 1	อันดับ	จำนวน	ครั้งที่ 2	อันดับ
1	มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific knowledge)	5	8.33	3	3	5.00	5
2	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ ผิดเชิงบวก (false positive)	4	6.67	4	4	6.67	4
3	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ ผิดเชิงลบ (false negative)	3	5.00	5	5	8.33	3
4	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception)	8	13.33	2	10	16.67	2
5	เดาคำตอบถูก (lucky guess) หรือขาดความมั่นใจ	4	6.67	4	2	3.33	6
6	ขาดความรู้ (lack of knowledge)	36	60.00	1	36	60.00	1
รวม		60	100.00		60	100.00	

2. เมื่อนำผลการวิจัยเพื่อจัดกลุ่มผู้เรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มาวิเคราะห์หาคุณภาพภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์พบว่า ผลการวิจัยมีความสอดคล้อง ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ความถี่และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ระหว่างผลการวินิจฉัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2							สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	รวม	
กลุ่มที่ 1	3	0	1	1	0	0	5	1.00*
กลุ่มที่ 2	0	4	0	0	0	0	4	
กลุ่มที่ 3	0	0	3	0	0	0	3	
กลุ่มที่ 4	0	0	0	8	0	0	8	
กลุ่มที่ 5	0	0	1	1	2	0	4	
กลุ่มที่ 6	0	0	0	0	0	36	36	
รวม	3	4	5	10	2	36	60	

* $p < .05$

อภิปรายผล

การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ เมื่อนำมาสำรวจจนในทัศนที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี พบว่าในทัศนที่คลาดเคลื่อน เรื่องสมดุลเคมี ประกอบด้วยมโนทัศน์หลัก 3 มโนทัศน์ ได้แก่ 1) ค่าคงที่สมดุล 2) สภาวะสมดุล และ 3) ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล ซึ่งมีลำดับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากมากไปน้อย โดยค่าคงที่สมดุล ประกอบด้วยมโนทัศน์รอง คือ 1) ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุลจากสมการเคมี 2) จำนวนค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมี 3) จำนวนความเข้มข้นของสารที่สมดุล และ 4) จำนวนค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาหลายขั้นตอน สภาวะสมดุล ประกอบด้วยมโนทัศน์รอง คือ 1) ความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุล และ 2) การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเปิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งอยู่ในภาวะสมดุล และปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล ประกอบด้วยมโนทัศน์รอง คือ 1) ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลและค่าคงที่สมดุล และ 2) หลักเลอชาเตอลิเย ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาเคมีเรื่อง สมดุลเคมี จากหลักสูตรการเรียนรู้อุณหภูมิ การเรียนรู้อุณหภูมิ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) และสอดคล้องกับงานวิจัยของอรรถพล พลอยมีค่า และจรรยา ดาสา (2563) และเมื่อจำแนกผู้เรียนในแต่ละกลุ่มตามมโนทัศน์

สำหรับการทดสอบครั้งที่ 1 พบว่า ผู้เรียนอยู่ในกลุ่มขาดความรู้ (lack of knowledge) มากที่สุด รองลง คือ กลุ่มมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) กลุ่มมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงบวก (false positive) กลุ่มเดาคำตอบถูก (lucky guess) หรือขาดความมั่นใจ กลุ่มมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific knowledge) และกลุ่มมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงลบ (false negative) ตามลำดับ แต่เมื่อทดสอบครั้งที่ 2 พบว่า ผู้เรียนอยู่ในกลุ่มขาดความรู้ (lack of knowledge) มากที่สุด และกลุ่มเดาคำตอบถูก (lucky guess) หรือขาดความมั่นใจน้อยสุด ซึ่งผลจำแนกผู้เรียนในแต่ละกลุ่มตามมโนทัศน์ไม่สอดคล้องกันทั้งหมด อาจเกิดจากแบบสอบวินิจฉัยสามระดับบางข้อมีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของแบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่เนื่องจากแบบทดสอบวินิจฉัยไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์แต่มีวัตถุประสงค์เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนจึงสามารถนำไปใช้ในสำรวจมโนทัศน์และจำแนกกลุ่มผู้เรียนได้ (Deniz & Etna, 2015, p. 197-217; อรรถพล พลอยมีค่า และ จรรยา ดาสา, 2563, p. 116)

ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี พบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามระดับทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ทุกข้อ และความเที่ยงแบบสอบค้ำกรองภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับของการทดสอบครั้งที่ 1 เท่ากับ .559 และครั้งที่ 2 เท่ากับ .356 และความเที่ยงแบบสอบซ้ำเท่ากับ .997 ซึ่งมีค่าสูง แสดงว่าแบบสอบนี้สามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ได้อย่างคงที่ และจะเห็นว่าความเที่ยงของการทดสอบครั้งที่ 2 ต่ำลง อาจเกิดจากค่าความยากเพิ่มขึ้นและค่าอำนาจจำแนกลดลงส่งผลให้ค่าความเที่ยงต่ำลงด้วย (สุพัฒน์ สุขมลรัตน์, 2563, น. 55-59)

ผลการเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมีด้วยวิธีการสอบซ้ำ ซึ่งพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างผลการวินิจฉัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์พบว่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์มีค่าเท่ากับ 1.00 แสดงว่าผลการวินิจฉัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งมีระดับความสัมพันธ์สูง ดังนั้นแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่พัฒนาขึ้นควรมีสอดคล้องของผลการวินิจฉัย โดยสามารถวินิจฉัยและจำแนกผู้เรียนตามกลุ่มมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง (Caleon and Subramaniam, 2010, p. 314-315; ธนบดี อินทาดกรวด และ ณีฐกรภรณ์ หลาวทอง, 2560; น. 22; สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และ กมลวรรณ ตั้งธนกานนท์, 2560, น. 18)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้

1.1 การนำแบบสอบวินิจฉัยสามระดับไปใช้ครูผู้สอนจะต้องคำนึงวิธีการตรวจให้คะแนน และวิธีการจำแนกนักเรียนตามกลุ่มมโนทัศน์ต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้วินิจฉัยมโนทัศน์และจัดกลุ่มผู้กลุ่มของนักเรียนได้อย่างถูกต้อง

1.2 การนำแนวทางในการสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับไปใช้ครูผู้สอนต้องคำนึงมโนทัศน์ที่ต้องการวัด และระดับความสามารถของนักเรียน เพื่อให้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติทางจิตมิติที่สูงและให้ผลการวินิจฉัยที่ถูกต้อง

1.3 การนำแบบสอบวินิจฉัยไปใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ครูผู้สอนควรคำนึงถึงรูปแบบการทดสอบ หากเป็นการทดสอบออนไลน์ อาจจะต้องเข้มงวดในเรื่องการจัดสอบ ถ้านักเรียนขาดความตั้งใจการทำแบบสอบและทุจริตในการสอบอาจทำให้ได้ข้อมูลการวินิจฉัยไม่ตรงตามสภาพความเป็นจริง และทำให้แบบสอบวินิจฉัยมีคุณภาพด้านความตรง และความเที่ยงต่ำ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยครั้งต่อไปควรตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับโดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบการตรวจให้คะแนน 2 ค่า (Dichotomous IRT model) และควรเพิ่มขนาดตัวอย่างวิจัยให้สอดคล้องกับโมเดลการวิเคราะห์คุณภาพด้านความตรงและความเที่ยง

2.2 การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการพัฒนาการสอบวินิจฉัยในระบบดิจิทัลและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้นักเรียนทราบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเองและสามารถแก้ไขมโนทัศน์คลาดเคลื่อนให้ถูกต้องขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

2.3 การวิจัยครั้งต่อไปหากต้องการทดสอบซ้ำควรคำนึงถึงระยะเวลาระหว่างการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ไม่ควรห่างกันมาก เพราะอาจจะทำให้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับมีคุณภาพทางจิตมิติ และคุณภาพด้านการวินิจฉัยต่ำได้

2.4 การวิจัยครั้งต่อไปหากอยู่ในช่วงสถานการณ์โควิดที่มีการทดสอบแบบออนไลน์ต้องคำนึงความตั้งใจการทำแบบสอบของนักเรียนและการทุจริตในการสอบ เพราะอาจจะทำให้ได้ข้อมูลการวินิจฉัยไม่ตรงตามสภาพความเป็นจริง

บรรณานุกรม

กมลวรรณ รอดพันธ์ และณัฐฐภรณ์ หลาวทอง. (2565). การพัฒนาแบบสอบคู่ขนานวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับรายวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารการวัดผลการศึกษา*, 105(39), 1-12.

- ธนบดี อินหาดกรวด และณัฐสุภรณ์ หลาวทอง. (2560). การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยชั้นในทัศนที่คลาดเคลื่อนในรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ณัฐสุภรณ์ หลาวทอง. (2558). การสร้างเครื่องมือวิจัยทางการศึกษา. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วนิดา ภูเี่ยม และ เอมอร จังศิริพรปกรณ์. (2550) การเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ แบบประเพณีนิยมกับแบบสองระดับ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุรเดช อนันตสวัสดิ์, กมลวรรณ ตังธนากานนท์ และโชติกา ภาษีผล (2563). การพัฒนาระบบวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับร่วมกับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุพัฒน์ สุขมลรัตน์. (2563). นานาปัจจัยที่มีผลต่อความเที่ยงและความตรงของแบบสอบ. *วารสารวิธีวิทยาการวิจัย*, 2(3), 52-63.
- อรรถพล พลอยมีค่า และจรรยา ดาสา. (2560). แบบทดสอบวินิจฉัยสามลำดับขั้นเพื่อระบุโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่องสมดุลเคมี. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 15(3), 105-118.
- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves*, 32(7), 939-961. <https://doi.org/10.1080/09500690902890130>
- Deniz, G. & Etna, G. (2015). Development of Three-Tier Heat, Temperature and Internal Energy Diagnostic Test, *Research in Science & Technological Education*, 33(2), 197-217