

Chulalongkorn University

Chula Digital Collections

Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)

2021

การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับในวิชาเคมีที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

ขัณณกุล ใต้สำโรง

คณะครุศาสตร์

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd>



Part of the [Educational Assessment, Evaluation, and Research Commons](#)

Recommended Citation

ใต้สำโรง, ขัณณกุล, "การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับในวิชาเคมีที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน" (2021). *Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD)*. 5418.

<https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/5418>

This Thesis is brought to you for free and open access by Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in Chulalongkorn University Theses and Dissertations (Chula ETD) by an authorized administrator of Chula Digital Collections. For more information, please contact ChulaDC@car.chula.ac.th.

การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับในวิชาเคมีที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2564

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF THREE-TIER DIAGNOSTIC TEST ON CHEMISTRY WITH
DIFFERENT LEVELS OF CONFIDENCE



Miss Kwankamol Taisamrong

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Methodology for Innovation Development in
Education

Department of Educational Research and Psychology

FACULTY OF EDUCATION

Chulalongkorn University

Academic Year 2021

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับในวิชาเคมีที่มีระดับ ความมั่นใจแตกต่างกัน
โดย	น.ส.ชวัลญกมล ได้สำโรง
สาขาวิชา	วิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมการทางการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐฐภรณ์ หลาวทอง

คณะกรรมการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของการ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต

.....	คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช สุชีวะ)	
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ประธานกรรมการ
.....	
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กฤษณาสกุล)	
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐฐภรณ์ หลาวทอง)	
.....	กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ณภัทร ชัยมงคล)	

ขวัญภูมิ ใต้สำโรง : การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับในวิชาเคมีที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน. (DEVELOPMENT OF THREE-TIER DIAGNOSTIC TEST ON CHEMISTRY WITH DIFFERENT LEVELS OF CONFIDENCE) อ.ที่ปรึกษาหลัก : รศ. ดร.ณัฐภรณ์ นลาทอง

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อสำรวจแนวโน้มที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน 3) เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน และ 4) เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีด้วยวิธีการสอบซ้ำ ตัวอย่างวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 180 คน เครื่องมือวิจัยแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับจำนวน 3 ฉบับ ได้แก่ 1) แบบวินิจฉัยฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ 2) แบบวินิจฉัยฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ และ 3) แบบวินิจฉัยฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ และแบบสัมภาษณ์การคิดออกเสียงสำหรับในทัศนที่คลาดเคลื่อน การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) คุณสมบัติทางจิตมิติ ด้านความตรงและความเที่ยง และ 2) คุณภาพของการวินิจฉัย โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำ และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการวินิจฉัยในครั้งที่ 1 และ 2 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1) ผลการสำรวจแนวโน้มที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี พบว่า ในทัศนที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ สมภาวะสมดุล รองลงมาคือ ค่าคงที่สมดุล และปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล

2) ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน สรุปผลได้ดังนี้ 2.1) คุณภาพด้านความตรง พบว่า แบบสอบฉบับที่ 1, 2 และ 3 มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์จากแบบสอบวินิจฉัยสามระดับเทียบกับการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง เท่ากับ .519, .842 และ .753 ตามลำดับ ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจ เท่ากับ .676, .208. และ .352 ตามลำดับ และร้อยละผลการวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนภาพรวมที่ตรงกันโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยเปรียบเทียบกับการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง เท่ากับ 46.67%, 80.00% และ 73.33% ตามลำดับ และ 2.2) คุณภาพด้านความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค พบว่า แบบสอบฉบับที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ .698, .571 และ .110 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) ผลการเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน โดยเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ สรุปผลได้ดังนี้ 3.1) คุณภาพด้านความตรง พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีคุณภาพด้านความตรงภาพรวมสูงสุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3.2) คุณภาพด้านความเที่ยง พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคสูงที่สุด ($\alpha = .571$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) ผลการเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีด้วยวิธีการสอบซ้ำ พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีคุณภาพของการวินิจฉัย (ภาพรวม) สูงที่สุด ส่วนแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 6 มีคุณภาพของการวินิจฉัย (ภาพรวม) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการวินิจฉัยในครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปคุณภาพโดยภาพรวม ซึ่งพิจารณาจากคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงและคุณภาพของการวินิจฉัยของแบบสอบวินิจฉัย พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีคุณภาพของผลการวินิจฉัยดีที่สุดในแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับกับแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีคุณภาพของผลการวินิจฉัยไม่แตกต่างกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา วิทยาลัยการพัฒนานวัตกรรมการศึกษา

ลายมือชื่อนิสิต

ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

6380015727 : MAJOR METHODOLOGY FOR INNOVATION DEVELOPMENT IN EDUCATION

KEYWORD:

Kwankamol Taisamrong : DEVELOPMENT OF THREE-TIER DIAGNOSTIC TEST ON CHEMISTRY WITH DIFFERENT LEVELS OF CONFIDENCE. Advisor:
Assoc. Prof. Dr. NUTTAPORN LAWTHONG

The objections of this study were 1) to observe the misconceptions about Chemical Equilibrium of the eleventh-grade students 2) to develop and verify the validity and reliability of a three-tier diagnostic test of the misconceptions on Chemistry using various levels of confidence 3) to compare the validity and reliability of the three-tier diagnostic test on Chemistry using various levels of confidence, and 4) to compare the consistency of the diagnosis of the three-tier diagnostic test of misconceptions on Chemistry using test-retest method. The participants were 180 eleventh-grade students. The tools used in this study were 3 three-tier diagnostic tests including 1) first diagnostic test using 2 levels of confidence 2) second diagnostic test using 4 levels of confidence, and 3) third diagnostic test using 6 levels of confidence; and a think-aloud method for misconceptions. The data analysis was divided into 2 parts: 1) the psychometric properties of the validity and reliability, and 2) the diagnostic quality by considering the consistency of the diagnosis using a test-retest method, and the covariant analysis of the scores from the first and second diagnosis occasions. The research results found that:

1) The diagnosis of misconceptions on Chemistry about Chemical Equilibrium indicated that the most misconception was Equilibrium States, followed by Equilibrium Constants and Factors that affect the Equilibrium.

2) The results of the development and the verification of the validity and reliability of the three-tier diagnostic test of the misconceptions on Chemistry using different levels of confidence could be summarized as follows: 2.1) The validity of the criterion-related validity from the three-tier diagnostic tests and the think-aloud method of the first, second, and third diagnostic tests were .519, .842, and .753, respectively. The criterion-related validity of the correlation between students' content-and-reason answers and confidence answers of the first, second, and third diagnostic tests were, respectively, .676, .208, and .352. And the respective percentages of the diagnosis of the overall misconceptions using the three-tier diagnostic tests and the think-aloud method from the first, second, and third diagnostic tests were 46.67, 80.00, and 73.33. And 2.2) The internal reliability using Cronbach's alpha coefficient indicated that the first test had the value of .698. The second test had .571, and the third test had .110. The results in terms of statistical significance were at a level of .05.

3) The comparisons of the quality of the validity and reliability of the three-tier diagnostic test of the misconceptions on Chemistry with various levels of confidence using multiple comparisons resulted as follows: 3.1) The quality of the validity revealed that the second diagnostic test had the highest validity quality with statistical significance at level .05. And 3.2) The quality of the reliability revealed that the second diagnostic test had the highest internal reliability using Cronbach's alpha coefficient ($\alpha = .571$) with statistical significance at level .05.

4) The comparisons of the consistency of the three-tier diagnostic test of the misconceptions on Chemistry using the test-retest method indicated as follows: The second diagnostic test had the highest diagnostic quality (overall) whereas the first and third diagnosis tests had no differences in the diagnostic quality (overall) with statistical significance at level .05. The overall conclusion of the quality considering the quality of validity and reliability and the diagnostic quality of the diagnostic test indicated that the second diagnostic test using 4 levels of confidence had the best diagnostic quality. And the first diagnostic test using 2 levels of confidence and the third diagnostic test using 6 levels of confidence had a similar diagnostic quality.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study:

Methodology for Innovation Development in Education

Student's Signature

Academic Year:

2021

Advisor's Signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดีโดยได้รับความเมตตากรุณาจากรองศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือ และในการตรวจและแก้ไขการเขียนวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ตลอดจนติดตามความก้าวหน้าและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดีเสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กฤษศยาสน์ ประธานกรรมการสอบ และอาจารย์ ดร.ณภัทร ชัยมงคล กรรมการสอบ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของงานวิจัยทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์กลุ่มการวัดและการประเมินผลทางการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ประสาทความรู้เกี่ยวกับการวัดและประเมินผลทางการศึกษา ให้คำแนะนำ และคำปรึกษาในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ อาจารย์ณัฐธยาน์ เลชะวัฒนพงษ์ คุณครูกัลยา จันทร์อัน คุณครูณัฐพล สิทธิกุล คุณครูนันท์นภัส วิรัตน์ภทธีรากร และคุณครูกฤติยา ตุนถาสรรค์ดำรง ที่สละเวลาให้สัมภาษณ์เพื่อสำรวจวินิจฉัยหมั่นในทัศนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สมดุลเคมี

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวลละออ รัตนวิมานวงศ์ อาจารย์ ดร.งามจิต ไพรงาม อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี อาจารย์ณัฐธยาน์ เลชะวัฒนพงษ์ คุณครูเพชรรัตน์ รักช้าง และคุณครูนันท์นภัส วิรัตน์ภทธีรากร ครูประจำวิชาเคมี ที่สละเวลาในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ และคำแนะนำเพื่อปรับแก้ไขเครื่องมือให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ การวัดและประเมินผลทางการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี โดยเฉพาะคุณพ่อชูชาติ ไต้สำโรง คุณแม่ดวงพร ไต้สำโรง ที่สนับสนุน ส่งเสริม ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ขวัญกมล ไต้สำโรง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง.....	ณ
สารบัญภาพ.....	ท
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
คำถามวิจัย.....	4
สมมติฐานการวิจัย	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	9
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	13
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบถามวิจัย	14
1.1 ความหมายของการวิจัย.....	14
1.2 ความหมายของแบบสอบถามวิจัย.....	14
1.3 ประโยชน์ของแบบสอบถามวิจัย	15
1.4 รูปแบบและระดับของการประเมินเพื่อวิจัย.....	15
1.5 วิธีวิจัยและเครื่องมือที่ใช้วิจัย	16
ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบถามวิจัยสองระดับและสามระดับ	21

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ	21
2.2 แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ	24
ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	54
3.1 แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ในรายวิชาเคมี	54
3.2 ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	56
3.3 สาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	56
3.4 ผลกระทบของการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	56
3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี	56
ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี	58
4.1 สมดุลเคมี	58
4.2 ผลการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี	58
4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี	59
4.4 แผนผังการสร้างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ	59
ตอนที่ 5 กรอบแนวคิดการวิจัย	60
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	62
ประชากรและตัวอย่างวิจัย	62
แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย	63
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	64
ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย	65
การเก็บรวบรวมข้อมูล	78
การวิเคราะห์ข้อมูล	78
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	81

ตอนที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	81
ส่วนที่ 1 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในวิชาเคมี	82
ส่วนที่ 2 ผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ	84
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี	87
ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน.....	115
ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี ด้วยวิธีการสอบซ้ำ.....	128
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	145
สรุปผลการวิจัย	146
การอภิปรายผล.....	158
ข้อเสนอแนะ	163
บรรณานุกรม	165
ภาคผนวก.....	169
ภาคผนวก ก.....	170
ภาคผนวก ข	174
ประวัติผู้เขียน.....	243

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ลักษณะวิธีการวินิจฉัยแบบสองระดับ สามระดับ และสี่ระดับ	18
ตารางที่ 2 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการวินิจฉัยแบบสองระดับ สามระดับ และสี่ระดับ	18
ตารางที่ 3 การจำแนกประเภทนักเรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบแบบสอบถามวินิจฉัย	28
ตารางที่ 4 การจำแนกประเภทนักเรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบด้วยค่า CRI	29
ตารางที่ 5 การสังเคราะห์การสร้างและการพัฒนาแบบสอบถามวินิจฉัยสามระดับ	30
ตารางที่ 6 การสังเคราะห์การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามวินิจฉัยสามระดับ	33
ตารางที่ 7 การสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ	40
ตารางที่ 8 แผนผังการสร้างแบบสอบถามวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ	60
ตารางที่ 9 วิเคราะห์มโนทัศน์เรื่อง สมดุลเคมี จากหลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)	67
ตารางที่ 10 แผนผังแบบสอบถามเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี	68
ตารางที่ 11 แผนผังการสร้างแบบสอบถามวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ	71
ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวินิจฉัยสองระดับ	86
ตารางที่ 13 แผนผังแบบสอบถามวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี	88
ตารางที่ 14 การจัดกลุ่มนักเรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบแบบสอบถามวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ	88
ตารางที่ 15 การจัดกลุ่มนักเรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบแบบสอบถามวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ	89
ตารางที่ 16 การจัดกลุ่มนักเรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบแบบสอบถามวินิจฉัยสามฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ	90

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2.....	91
ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2.....	93
ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2.....	95
ตารางที่ 20 จำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของนักเรียนในแต่ละกลุ่มเมื่อจำแนกแต่ละมโนทัศน์หลัก ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ครั้งที่ 1.....	97
ตารางที่ 21 จำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของนักเรียนในแต่ละกลุ่มเมื่อจำแนกแต่ละมโนทัศน์หลัก ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ครั้งที่ 2.....	98
ตารางที่ 22 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและ ภาพรวม ฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ครั้งที่ 1.....	99
ตารางที่ 23 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและ ภาพรวม ฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ครั้งที่ 2.....	100
ตารางที่ 24 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและ ภาพรวม ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ครั้งที่ 1.....	101
ตารางที่ 25 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและ ภาพรวม ฉบับที่ 3 ระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ครั้งที่ 2.....	102
ตารางที่ 26 จำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของนักเรียนในแต่ละกลุ่มตามมโนทัศน์ ฉบับที่ 1 ที่มีระดับ ความมั่นใจ 2 ระดับ.....	103
ตารางที่ 27 จำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของนักเรียนในแต่ละกลุ่มตามมโนทัศน์ ฉบับที่ 2 มีระดับ ความมั่นใจ 4 ระดับ.....	105
ตารางที่ 28 จำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของนักเรียนในแต่ละกลุ่มตามมโนทัศน์ ฉบับที่ 3 ที่มีระดับ ความมั่นใจ 6 ระดับ.....	106
ตารางที่ 29 การจำแนกประเภทนักเรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบแบบสอบวินิจฉัย และแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง	107

ตารางที่ 30 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการ สัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ครั้งที่ 1	108
ตารางที่ 31 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการ สัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ครั้งที่ 2	109
ตารางที่ 32 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการ สัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ครั้งที่ 1	110
ตารางที่ 33 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการ สัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ครั้งที่ 2	111
ตารางที่ 34 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการ สัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ครั้งที่ 1	112
ตารางที่ 35 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการ สัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ครั้งที่ 2	113
ตารางที่ 36 ค่าความเที่ยงของแบบสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และความเที่ยงแบบสอบซ้ำ ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ	114
ตารางที่ 37 ค่าความเที่ยงของแบบสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และความเที่ยงแบบสอบซ้ำฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ	114
ตารางที่ 38 ค่าความเที่ยงของแบบสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และความเที่ยงแบบสอบซ้ำฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ	115
ตารางที่ 39 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์รายคู่ของความตรงตาม เกณฑ์สัมพัทธ์ของการวินิจฉัยโดยใช้ผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับหา ความสัมพันธ์กับผลการวินิจฉัยจากแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ครั้งที่ 1	117
ตารางที่ 40 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์รายคู่ของความตรงตาม เกณฑ์สัมพัทธ์ของการวินิจฉัยโดยใช้ผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับหา ความสัมพันธ์กับผลการวินิจฉัยจากแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ครั้งที่ 2	118

ตารางที่ 41 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์รายคู่ของความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจ ครั้งที่ 1	119
ตารางที่ 42 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์รายคู่ของความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจ ครั้งที่ 2	120
ตารางที่ 43 ผลการเปรียบเทียบและการทดสอบความแตกต่างของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมที่ตรงกันโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยเปรียบเทียบกับการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ครั้งที่ 1	121
ตารางที่ 44 ผลการเปรียบเทียบและการทดสอบความแตกต่างของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมที่ตรงกันโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยเปรียบเทียบกับการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ครั้งที่ 2	122
ตารางที่ 45 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับของการทดสอบครั้งที่ 1	123
ตารางที่ 46 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับของการทดสอบครั้งที่ 2	124
ตารางที่ 47 ผลการเปรียบเทียบและการทดสอบความแตกต่างของความเที่ยงแบบสอบซ้ำโดยใช้สถิติวิธี Intraclass Correlation; ICC(3,1) ของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 1	125
ตารางที่ 48 การเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 1	126
ตารางที่ 49 การเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 2	127
ตารางที่ 50 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำตามมโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมดุล	130

ตารางที่ 51 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำตามมโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุล	132
ตารางที่ 52 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำตามมโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล	134
ตารางที่ 53 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยภาพรวมด้วยวิธีการสอบซ้ำ.....	137
ตารางที่ 54 การเปรียบเทียบคุณภาพของการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับ.....	139
ตารางที่ 55 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจกับระดับความสามารถของนักเรียนที่มีผลต่อการวินิจฉัยที่ตรงกันระหว่างแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงในครั้งที่ 1 และ 2.....	140
ตารางที่ 56 การวิเคราะห์ความแปรปรวนรวมแบบทางเดียวโดยมีระดับความสามารถของนักเรียนเป็นตัวแปรร่วม.....	144

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	61
ภาพที่ 2 จำนวนตัวอย่างวิจัยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้ทดลองจริงจำนวน 180 คน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีที่แตกต่างกัน.....	63
ภาพที่ 3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจกับระดับความสามารถของนักเรียนที่มีผลต่อการวินิจฉัยที่ตรงกันระหว่างแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิค การคิดออกเสียงในครั้งที่ 1	142
ภาพที่ 4 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจกับระดับความสามารถของนักเรียนที่มีผลต่อการวินิจฉัยที่ตรงกันระหว่างแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิค การคิดออกเสียงในครั้งที่ 2	143

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

วิชาเคมีเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญสำหรับการรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง องค์ประกอบและสมบัติของสสาร การเปลี่ยนแปลงและกลไกการเกิดปฏิกิริยาของสสาร โดยความรู้หรือมโนทัศน์เกี่ยวกับวิชาเคมีจำนวนมากเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่เป็นนามธรรม และไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า การสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องในวิชาเคมีนั้นจึงเป็นเรื่องที่ยาก และยังพบว่านักเรียนจำนวนมากมีแนวโน้มในการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากขึ้น เนื่องจากมโนทัศน์ต่าง ๆ ในวิชาเคมีมักเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน โดยมโนทัศน์ที่เรียนก่อนจะเป็นพื้นฐานของมโนทัศน์ในเรื่องถัดไป ถ้านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ในมโนทัศน์ที่สูงขึ้น (Fisher, 1985; เกษสุดา บุรณพັນศักดิ์, 2545; ศิริเดช สุชีวะ, 2537; อรรถพล พลอยมีค่า และจรรยา ดาสา, 2563) ดังนั้น ครูผู้สอนต้องวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ของนักเรียน และดำเนินการแก้ไขส่วนที่บกพร่องให้สมบูรณ์ โดยอาจใช้การจัดการสอนซ่อมเสริมช่วยให้นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ ความสามารถเพียงพอ และมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องพร้อมที่จะเรียนรู้มโนทัศน์ที่สูงขึ้นต่อไป (กมลวรรณ รอดพันธ์ และณัฐภรณ์ หลาวทอง, 2560; สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และกมลวรรณ ตังธนากานนท์, 2560)

การวิเคราะห์และวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีนั้นทำได้ค่อนข้างยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลือกใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งมีเฉพาะข้อคำถามและคำตอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เนื่องจากแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยมมีข้อจำกัดตรงที่แบบสอบชนิดนี้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือข้อบกพร่องได้จากตัวลองเพียง 3-4 แบบเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถมั่นใจได้ว่าการที่นักเรียนเลือกตัวลองใดจะแสดงถึงการมีแบบการคิดที่ระบุไว้ในตัวลองเสมอไปได้ นักเรียนอาจจะเดาสุ่มตัวเลือกที่กำหนดจึงได้มีการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสองระดับขึ้นมา เพื่อลดข้อจำกัดของแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม (Treagust, 1992; สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และกมลวรรณ ตังธนากานนท์, 2560) และวนิดา ภู่อี่ยม และเอมอร จังศิริพรภรณ์ (2550) กล่าวว่า แบบสอบวินิจฉัยสองระดับสามารถจำแนกนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ตรงและละเอียดกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม และ Gurel et al (2015) ได้สรุปข้อดีของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ ดังนี้ 1) ประหยัดเวลา 2) ตรวจให้คะแนนได้รวดเร็ว 3) ตรวจให้คะแนนได้อย่างเป็นปรนัย

- 4) มีหลักฐานที่น่าเชื่อถือสูงเกี่ยวกับความตรง 5) ใช้ได้กับผู้เข้าสอบจำนวนจำนวนมาก และ 6) มีโอกาสที่จะตัดสินสัดส่วนของนักเรียนตอบผิดพลาดเชิงบวกและผิดพลาดเชิงลบได้

แบบสอบวินิจฉัยสองระดับเป็นแบบสอบที่ใช้ระบุโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยการเพิ่มการตอบระดับเหตุผลจะพบโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างแท้จริงของนักเรียน โดยลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ ซึ่งมีความซับซ้อนของรูปแบบมากกว่าแบบสอบแบบประเพณีนิยมประกอบด้วย 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 มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงผลในการระดับที่ 1 คำถามระดับเหตุผล (reason tier) มีจุดมุ่งหมายเพื่อจำแนกโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งตัวลงหลายตัวนั้นมาจากโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั่นเอง (Arslan et al., 2012)

อย่างไรก็ตามแบบสอบวินิจฉัยสองระดับมีข้อจำกัด คือ ไม่สามารถแยกความแตกต่างของนักเรียนที่ขาดความรู้ (lack knowledge) และนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (misconception) หรือไม่สามารถแยกความแตกต่างของนักเรียนที่ตอบถูกจากความเข้าใจ (correct knowledge) หรือตอบถูกจากการเดา (lucky guess) ได้ (Caleon and Subramaniam, 2010; ธนปดี อินหาดกรวด และณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2560; สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และกมลวรรณ ตั้งธนานนท์, 2560) ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อจำกัดหรือจุดอ่อนของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ โดยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับเป็นแบบสอบมีค่าความเที่ยงสูงกว่าแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ เนื่องจากสามารถแยกความแตกต่างของนักเรียนที่ขาดความรู้ (lack knowledge) และนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (misconception) และสามารถแยกความแตกต่างของนักเรียนที่ตอบถูกจากความเข้าใจ (correct knowledge) หรือตอบถูกจากการเดา (lucky guess) ได้ (เลิศบุษยา ไทยเจริญ และวรรณิ์ แกมเกตุ, 2558) แบบสอบวินิจฉัยสามระดับสามารถจำแนกประเภทนักเรียนออกเป็น 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) (Arslan et al., 2012)

แบบสอบวินิจฉัยสามระดับประกอบด้วย 3 ส่วน หรือ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เรียกว่าระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบตั้งแต่ 2 ตัวเลือกขึ้นไป มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมิน

ความรู้ของนักเรียน ระดับที่ 2 เรียกว่า ระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือกขึ้นไป หรือแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือกขึ้นไป และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงผลในการระดับที่ 1 และระดับที่ 3 เรียกว่า ระดับความมั่นใจ (confident tier) มีวัตถุประสงค์ เพื่อแสดงความมั่นใจในการตอบ 2 ระดับ ระดับความมั่นใจแบบสอบวินิจัยสามระดับที่พบส่วนใหญ่จะมี 2 ตัวเลือก คือ มั่นใจและไม่มั่นใจ (Anwar et al., 2019; Arslan et al., 2012; Kahraman, 2019; Prodjosantoso et al., 2019; Taslidere, 2016) แต่บางงานวิจัยวัดระดับความมั่นใจด้วยมาตราประมาณค่า 4 ระดับ (Sari et al., 2019) และมาตราประมาณค่า 6 ระดับ (Caleon and Subramaniam, 2010; George, 2017; ธนบดี อินหาดกรวด และ ณัฐภรณ์ หลาวทอง, 2560)

จากการศึกษางานวิจัยทั้งต่างประเทศและในประเทศไทยเกี่ยวกับแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เมื่อใช้ระดับความมั่นใจแตกต่างกัน คือ 2, 3, 4 และ 6 ระดับ พบว่าแบบสอบวินิจัยสามระดับแต่ละรูปแบบมีคุณภาพด้านความตรง และความเที่ยงอยู่ในระดับที่สูง ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยของมนัสสิริ อินทร์สวาท และศิริชัย กาญจนวาสี (2559) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบวินิจัยสามระดับเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน โดยใช้กลุ่มนักเรียนแบบลดความสามารถทางการเรียนรู้ พบว่า แบบสอบวินิจัยที่มีระดับความมั่นใจ 2 และ 3 ระดับให้คุณภาพด้านความตรง ความเที่ยง และผลการวินิจฉัยไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ยังไม่พบงานวิจัยที่เปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรง ความเที่ยง และความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบการสอบซ้ำเกี่ยวกับแบบสอบวินิจัยสามระดับเมื่อใช้ระดับความมั่นใจ 2, 4 และ 6 และจากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับแบบสอบวินิจัยสามระดับในรายวิชาต่าง ๆ พบว่าแบบสอบวินิจัยสามระดับในรายวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ให้คุณภาพด้านความตรง และความเที่ยงในระดับที่สูง (Siswaningsih et al., 2019; จรรยา ดาสา และอรรณพ พลอยมีค่า, 2563) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจการพัฒนาแบบสอบวินิจัยสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี ที่มีระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน เนื่องจากแบบสอบวินิจัยสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี เป็นตัวแทนที่ดีของแบบสอบวินิจัยสามระดับที่มีคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยง จากนั้นนำแบบสอบวินิจัยสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี ที่มีระดับความมั่นใจที่แตกต่างกันที่พัฒนาขึ้นมาเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจัยสามระดับ ซึ่งเป็นหลักฐานเพื่อยืนยันว่าแบบสอบวินิจัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันระดับใดคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงมากที่สุดเหมาะสำหรับการนำมาวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน และการเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจัยสามระดับ เรื่อง สมดุล

เคมี ที่มีระดับความมั่นใจที่แตกต่างกันด้วยวิธีการสอบซ้ำ จะเป็นหลักฐานอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ในการยืนยันว่าแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี ที่มีระดับความมั่นใจที่แตกต่างกันที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ถูกต้องและได้ผลการวินิจฉัยที่คงที่หรือไม่ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี ที่มีระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน ที่คุณภาพด้านความตรงความเที่ยง และความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยมากที่สุด เหมาะสำหรับการนำมาวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน และสามารถนำข้อมูลการวินิจฉัยมาพัฒนานักเรียน ประเมินการจัดการเรียนการสอน เพื่อเป็นแนวทางในการซ่อมเสริมเพื่อให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องในบทเรียนนั้น ๆ และประสบผลสำเร็จในการเรียนของนักเรียนตามศักยภาพเป็นรายบุคคล

คำถามวิจัย

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นอย่างไร และมีรูปแบบอะไรบ้าง
2. แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน ที่จะพัฒนาขึ้นมีคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงหรือไม่ อย่างไร
3. แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน มีคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
4. ผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีด้วยวิธีการสอบซ้ำแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน
3. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน

4. เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีด้วยวิธีการสอบซ้ำ

สมมติฐานการวิจัย

แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ประกอบด้วย 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เรียกว่าระดับเนื้อหา (content tier) ระดับที่ 2 เรียกว่า ระดับเหตุผล (reason tier) และระดับที่ 3 เรียกว่า ระดับความมั่นใจ (confident tier) โดยระดับความมั่นใจ 4 รูปแบบ คือ 2, 3, 4 และ 6 ระดับ (Arslan et al., 2012; Caleon and Subramaniam, 2010; Saat et al. , 2016; มนัสสิริ อินทร์สวาท , 2559) มนัสสิริ อินทร์สวาท (2559) ได้ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่ต่างกันพบว่า แบบสอบวินิจฉัยที่มีระดับความมั่นใจ 2 และ 3 ระดับให้ผลการวินิจฉัยไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และสุพัฒน์ สุกมลรัตน์ (2563) กล่าวว่า การให้คะแนนแบบมาตรฐานประมาณค่าจะให้ค่าความเที่ยงของแบบสอบสูงขึ้นเมื่อระดับมาตรฐานค่ามากขึ้น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ 2, 4 และ 6 ระดับเมื่อเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรง ความเที่ยง และความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำแล้วของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน ระดับความมั่นใจ 6 ระดับ น่าจะมีคุณภาพด้านความตรง ความเที่ยง และความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำสูงกว่า แบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ และ 4 ระดับ (Arslan et al., 2012; Caleon and Subramaniam, 2010; Saat et al. , 2016; ธนบดี อินทาดกรวด และณัฐฎภรณ์ หลาวทอง, 2560; มนัสสิริ อินทร์สวาท และศิริชัย กาญจนวาสี, 2559)

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

2. เนื้อหาสาระที่ใช้ในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยสามระดับสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกเนื้อหาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ซึ่งมีผลการเรียนรู้ทั้งหมด 5 ข้อ ดังนี้

- 1) ทดสอบ และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล
- 2) อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล
- 3) คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา
- 4) คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน
- 5) ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักการของเลอชาเตอลิเอร์

3. แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ

ในการวิจัยครั้งนี้มีการสร้างแบบสอบวินิจฉัยสามระดับสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี เมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน จำนวน 3 ฉบับ โดยแบบสอบฉบับที่ 1 เป็นแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ แบบสอบฉบับที่ 2 เป็นแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ และแบบสอบฉบับที่ 3 เป็นแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ แบบสอบแต่ละฉบับมีจำนวนข้อคำถามเท่ากันและระดับตัวเลือกในแต่ละคำถามเท่ากันทั้ง 3 ฉบับ โดยข้อสอบแต่ละข้อจะแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เรียกว่าระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียน ระดับที่ 2 เรียกว่า ระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงเหตุผลในการระดับที่ 1 และระดับที่ 3 เรียกว่า ระดับความมั่นใจ (confident tier) มีวัตถุประสงค์ เพื่อแสดงความมั่นใจในการตอบ 2 ระดับ โดยจะเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้ง 3 ฉบับจากระดับความมั่นใจที่แตกต่างกันในแต่ละฉบับ ดังนี้

- 1) แบบสอบวินิจฉัยสามระดับสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี แบบที่ 1 (ฉบับที่ 1) ประกอบด้วย

- 1.1) คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

- 1.2) คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก (Arslan et al, 2012; Caleon and Subramaniam, 2010; George, 2017; Kirbulut, 2014; มนัสสิริ อินทร์วาท และศิริชัย กาญจนวาสี, 2559; เลิศบุษยา ไทยเจริญ และวรรณิ แกมเกตุ, 2558; ธนบดี อินหาดกรวด และณัฐกรรณ์ หลาวทอง, 2560)

1.3) คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) ระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ได้แก่ มั่นใจ และไม่มั่นใจ (Anwar et al., 2019; Arslan et al., 2012; Dusica et al., 2016; Kahraman, 2019; Prodjosantoso et al., 2019; Taslidere, 2016)

2) แบบสอบวินิจฉัยสามระดับสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี แบบที่ 2 (ฉบับที่ 2) ประกอบด้วย

2.1) คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

2.2) คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก

2.3) คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) ระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ และมั่นใจมาก (Sari et al., 2019)

3) แบบสอบวินิจฉัยสามระดับสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี แบบที่ 3 (ฉบับที่ 3) ประกอบด้วย

3.1) คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3.2) คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก

3.3) คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) ระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจมาก, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก และมั่นใจที่สุด (Caleon and Subramaniam, 2010; George, 2017; ธนบดี อินหาดกรวด และณัฐภรณ์ หลาวทอง, 2560)

4. ผลการวินิจฉัยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี สามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม 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) (Arslan et al., 2012)

4. ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรต้น ระดับความมั่นใจในแบบสอบวินิจฉัยสามระดับสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน 3 แบบ ได้แก่

แบบที่ 1 (ฉบับที่ 1) ระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ได้แก่ มั่นใจและไม่มั่นใจ

แบบที่ 2 (ฉบับที่ 2) ระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ และ มั่นใจมาก

แบบที่ 3 (ฉบับที่ 3) ระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจมาก, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก และมั่นใจที่สุด

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. คุณสมบัติทางจิตมิติ

1.1 ความยากและอำนาจจำแนก

1.2 ความตรง

1.2.1 ความตรงตามเนื้อหา โดยใช้ ดัชนีของความสอดคล้องกันระหว่าง ข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ (Item Objective Congruence หรือ IOC)

1.2.2 ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับเทียบกับเกณฑ์ภายนอก คือ การวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ซึ่งใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์

1.2.3 ความสอดคล้องของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผล กับคำตอบในระดับความมั่นใจ พิจารณาจากความสัมพันธ์ของคะแนนผู้ที่มี มโนทัศน์ถูกต้องในระดับที่สองกับคะแนนค่าระดับความมั่นใจ ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับแต่ละฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

1.2.4 ร้อยละของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมตรงกัน โดยพิจารณาจากค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเชิงบวก และ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเชิงลบ ในแบบสอบสามระดับแต่ละฉบับที่มีผลการวินิจฉัยตรงกับ การวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง

1.3 ความเที่ยง

1.3.1 ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาค จากคะแนนของผู้ที่มีมโนทัศน์ถูกต้องของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับแต่ละฉบับ

1.3.2 ความเที่ยงแบบสอบซ้ำ โดยใช้สถิติวิธี Intraclass Correlation; ICC(3,1)

2. คุณภาพของการวิจัย

2.1 ความสอดคล้องของผลการวิจัยด้วยวิธีการสอบซ้ำ

ความสอดคล้องของระหว่างผลการวิจัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์

2.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการวิจัยในครั้งที่ 1 และ 2

การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบสองทาง (One-way ANCOVA) คะแนนเฉลี่ยผลการวิจัยในครั้งที่ 1 และ 2 โดยมีตัวแปรอิสระคือ ระดับความมั่นใจในแบบสอบวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมี และตัวแปรร่วม (Covariate) คือ ระดับความสามารถของนักเรียน

ตัวแปรควบคุม ระดับความสามารถของนักเรียน

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเคมี หมายถึง ความเข้าใจที่ไม่ถูกต้องของนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ เรื่องสมดุลเคมี ซึ่งได้มาจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเคมี การวิจัยโดยใช้แบบสอบวิจัยสองระดับ และการสัมภาษณ์จากนักเรียนโดยตรง โดยในการวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางเคมีเป็นรายมโนทัศน์หลัก 3 มโนทัศน์ และรายวัตถุประสงค์ 8 วัตถุประสงค์ ได้แก่

- 1) นักเรียนสามารถทดสอบและอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุลได้
- 2) นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสภาวะสมดุลได้
- 3) นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุลจากสมการเคมีได้
- 4) นักเรียนสามารถคำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมีได้
- 5) นักเรียนสามารถคำนวณความเข้มข้นของสารที่สมดุลได้
- 6) นักเรียนสามารถคำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาหลายขั้นตอนได้
- 7) นักเรียนสามารถระบุปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบได้ และ
- 8) นักเรียนสามารถใช้หลักของเลอชาเตอลีเอในการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อสมดุลของระบบถูกรบกวนได้

แบบสอบวิจัยสามระดับ หมายถึง ชุดแบบสอบวิจัยสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี เมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกันจำนวน 3 ฉบับ โดยมีลักษณะของแบบสอบวิจัยสามระดับในแต่ละข้อคำถาม ประกอบไปด้วยคำถาม 3 ส่วน ได้แก่

คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก เป็นระดับที่วัดความรู้ ความเข้าใจในส่วนของเนื้อหา การให้คะแนน เมื่อตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน

คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก เป็นระดับที่วัดเหตุผลเพื่อสนับสนุนการตอบคำถามในระดับเนื้อหา การให้คะแนน เมื่อตอบถูกได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน

คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) ระดับความมั่นใจแบบมาตราประมาณค่า เป็นระดับที่วัดความมั่นใจในการตอบคำถามในระดับเนื้อหาและระดับเหตุผล ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ฉบับ ได้แก่

- 1) ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ได้แก่ มั่นใจ และไม่มั่นใจ
- 2) ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ และมั่นใจมาก
- 3) ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจมาก, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก และมั่นใจที่สุด

ระดับความสามารถของนักเรียน หมายถึง ระดับเกรดเฉลี่ยหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของในวิชาเคมีของนักเรียนหลังจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่แตกต่างกัน

- 1) กลุ่มเก่ง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีอยู่ในระดับ 3.50 ขึ้นไป
- 2) กลุ่มปานกลาง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีอยู่ในระดับ 2.50-3.49
- 3) กลุ่มอ่อน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในวิชาเคมีในระดับต่ำกว่า 2.50

มโนทัศน์ที่ถูกต้อง หมายถึง ความรู้และเหตุผลที่นักเรียนเข้าใจถูกต้องจากสิ่งที่เรียนรู้หรือในบทเรียนอย่างแน่ชัด ในงานวิจัยนี้จะหมายถึง นักเรียนตอบคำถามในระดับเนื้อหา และระดับเหตุผลได้อย่างถูกต้อง และมีระดับความมั่นใจ สำหรับฉบับที่ 1 คือ มั่นใจ ฉบับที่ 2 คือ มั่นใจ และมั่นใจมาก และฉบับที่ 3 คือ มั่นใจ มั่นใจมาก และมั่นใจที่สุด

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หมายถึง ความรู้และเหตุผลที่นักเรียนเข้าใจไม่ถูกต้องจากสิ่งที่เรียนรู้หรือบทเรียนอย่างแน่ชัด ในงานวิจัยนี้จะหมายถึง นักเรียนตอบคำถามในระดับเนื้อหา และระดับเหตุผลผิดทั้งสองระดับ หรือผิดระดับใดระดับหนึ่ง แต่มีระดับความมั่นใจ คือ มั่นใจ (ฉบับที่ 1, 2 และ 3) ซึ่งสามารถระบุมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ 3 รูปแบบ คือ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเชิงบวก และ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเชิงลบ

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ คำตอบในระดับเนื้อหาผิด ระดับเหตุผลผิด และระดับความมั่นใจ สำหรับฉบับที่ 1 คือ มั่นใจ ฉบับที่ 2 คือ มั่นใจ และมั่นใจมาก และฉบับที่ 3 คือ มั่นใจ มั่นใจมาก และมั่นใจที่สุด

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเชิงบวก คือ คำตอบในระดับเนื้อหาถูก แต่ระดับเหตุผลผิด และระดับความมั่นใจ สำหรับฉบับที่ 1 คือ มั่นใจ ฉบับที่ 2 คือ มั่นใจ และมั่นใจมาก และฉบับที่ 3 คือ มั่นใจ มั่นใจมาก และมั่นใจที่สุด

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเชิงลบ คือ คำตอบในระดับเนื้อหาผิด แต่ระดับเหตุผลถูก และระดับความมั่นใจ สำหรับฉบับที่ 1 คือ มั่นใจ ฉบับที่ 2 คือ มั่นใจ และมั่นใจมาก และฉบับที่ 3 คือ มั่นใจ มั่นใจมาก และมั่นใจที่สุด

การวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง หมายถึง เทคนิคการวินิจฉัยมโนทัศน์ของนักเรียน โดยการพูดออกเสียงหรือการสัมภาษณ์นักเรียนและครูผู้สอน เพื่อสะท้อนความคิดทางสมอง วิธีการนี้สามารถตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธได้อย่างน่าเชื่อถือ เนื่องจากเป็นการสัมภาษณ์จากตัวนักเรียนเองและครูผู้สอนในวิชาเคมี เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ภายนอก ซึ่งข้อคำถามในการสัมภาษณ์นั้นเป็นอิสระจากแบบสอบวินิจฉัยสามระดับแต่มุ่งวัดในจุดประสงค์เดียวกัน

คุณสมบัติทางจิตมิติ หมายถึง ความสามารถของแบบสอบในการวินิจฉัยนักเรียนโดยพิจารณาจากความเที่ยงและความตรงของแบบสอบ มีรายละเอียด ดังนี้

1. ความตรง

1.1 ความตรงตามเนื้อหา โดยใช้ ดัชนีของความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ (Index of Item–Objective Congruence หรือ IOC)

1.2 ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับเทียบกับเกณฑ์ภายนอก คือ การวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ซึ่งใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วิของคราเมอร์

1.3 ความสอดคล้องของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผล กับคำตอบในระดับความมั่นใจ พิจารณาจากความสัมพันธ์ของคะแนนผู้ที่มโนทัศน์ถูกต้องในระดับที่สองกับคะแนนค่าระดับความมั่นใจ ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับแต่ละฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

1.4 ร้อยละของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมตรงกัน โดยพิจารณาจากค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มโนทัศน์ที่

คลาดเคลื่อนเชิงบวก และ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเชิงลบ ในแบบสอบถามระดับแต่ละฉบับที่มีผลการวินิจฉัยตรงกับการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง

2. ความเที่ยง

2.1 ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค จากคะแนนของผู้ที่มีมโนทัศน์ถูกต้องของแบบสอบถามวินิจฉัยสามระดับแต่ละฉบับ

2.2 ความเที่ยงแบบสอบซ้ำ โดยใช้สถิติวิธี Intraclass Correlation โมเดล Two-way mixed effects, consistency, single rater/measurement; ICC(3,1)

Two-way mixed effects คือ ตัวอย่างวิจัยจะถูกประเมินด้วยแบบสอบถามวินิจฉัยที่สร้างขึ้น โดยวิธีนี้นิยมใช้ในการศึกษาความเที่ยงของแบบสอบถามวินิจฉัยที่เกิดจากการทดสอบซ้ำ

คุณภาพของการวินิจฉัย หมายถึง ความสามารถของแบบสอบในการวินิจฉัยนักเรียนได้อย่างถูกต้อง โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำ และ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการวินิจฉัยในครั้งที่ 1 และ 2 มีรายละเอียด ดังนี้

1. ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำ

ความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์

2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการวินิจฉัยในครั้งที่ 1 และ 2

การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว (One-way ANCOVA) โดยมีผลการวินิจฉัยที่ตรงกันระหว่างแบบสอบถามวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงในครั้งที่ 1 และ 2 ตัวแปรอิสระคือ ระดับความมั่นใจในแบบสอบถามวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมี และตัวแปรร่วม (Covariate) คือ ระดับความสามารถของนักเรียน

ผลการวินิจฉัย หมายถึง ร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มที่ถูกจัดกลุ่มเป็นกลุ่มตามรูปแบบการตอบแต่ละข้อแล้วนำมาหาฐานนิยมเพื่อเป็นผลวินิจฉัยในรายมโนทัศน์หลัก ส่วนผลการวินิจฉัยในภาพรวมของแบบสอบถามวินิจฉัยทั้งฉบับเกิดจากการเอาผลการวินิจฉัยจากทั้ง 4 มโนทัศน์หลักมาหาฐานนิยม หากไม่สามารถหาค่าฐานนิยมได้จากผลการวินิจฉัยทั้ง 4 มโนทัศน์หลักได้ให้นำฐานนิยมจากผลการวินิจฉัยด้วยข้อสอบทั้งหมดในแบบสอบถามวินิจฉัยมาประกอบการตัดสินใจผลการวินิจฉัยในภาพรวม ซึ่งถ้าหากพิจารณารูปแบบการตอบจากแบบสอบถามวินิจฉัยสามระดับสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ 1) มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific knowledge) คือ ตอบระดับที่ 1 ถูก ระดับที่ 2 ถูก และระดับที่ 3 มั่นใจ 2) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงบวก (false positive) คือ ตอบระดับที่ 1 ถูก ระดับที่ 2 ผิด และระดับที่ 3

มั่นใจ 3) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงลบ (false negative) คือ ตอบระดับที่ 1 ผิด ระดับที่ 2 ถูก และระดับที่ 3 มั่นใจ 4) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) คือ ตอบระดับที่ 1 ผิด ระดับที่ 2 ผิด และระดับที่ 3 มั่นใจ 5) เดาคำตอบถูก (lucky guess) หรือขาดความมั่นใจ (lack confidence) คือ ตอบระดับที่ 1 ถูก ระดับที่ 2 ถูก และระดับที่ 3 ไม่มั่นใจ และ 6) ขาดความรู้ (lack of knowledge) คือ ตอบระดับที่ 1 และ 2 ผิด หรือตอบระดับที่ 1 หรือ 2 ผิด และระดับที่ 3 ไม่มั่นใจ (Arslan et al., 2012; กมลวรรณ รอดพันธ์ และณัฐฐภรณ์ หลาวทอง, 2563)

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1) เชิงวิชาการ

ได้แนวทางในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมีที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน และเพื่อให้ครูผู้สอนและผู้สนใจนำไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้อย่างถูกต้อง

2) เชิงปฏิบัติการ

ได้แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี ที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน ที่มีคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงมากที่สุดเหมาะสำหรับการนำมาวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน และครูผู้สอนสามารถนำข้อมูลการวินิจฉัยมาพัฒนานักเรียน ประเมินการจัดการเรียนการสอน และเป็นแนวทางในการซ่อมเสริมเพื่อให้ นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องในบทเรียนนั้น ๆ และประสบผลสำเร็จในการเรียนตามศักยภาพของแต่ละบุคคล

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถระดับของนักเรียนที่ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอออกเป็น 5 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัย ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยสองระดับและสามารถระดับ ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี และตอนที่ 5 กรอบแนวคิดการวิจัย

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัย

แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยแบ่งออกเป็น 5 หัวข้อ ดังนี้ 1) ความหมายของการวินิจฉัย 2) ความหมายของแบบสอบวินิจฉัย 3) ประโยชน์ของแบบสอบวินิจฉัย 4) รูปแบบและระดับของการประเมินเพื่อวินิจฉัย และ 5) วิธีวินิจฉัยและเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัย

1.1 ความหมายของการวินิจฉัย

ราชบัณฑิตยสถาน (2556) ได้ให้ความหมายของการวินิจฉัยว่า การวินิจฉัย คือ การไต่ตรอง การใคร่ครวญหรือการตัดสินใจว่า วินิจฉัยพบได้ทั้งทางการแพทย์และทางการศึกษา สำหรับทางการศึกษามักใช้คำว่า การประเมินเพื่อวินิจฉัย (diagnostic assessment) ซึ่งนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของการประเมินวินิจฉัย (Hopkins and Hopkins, 1990; Miller et al., 2009; Nitko, 2007; อ้างอิงในสุเรศ อนันตสวัสดิ์ และกมลวรรณ ตังธนากันท์, 2560) ไว้ว่า การประเมินวินิจฉัย คือ กระบวนการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนเป็นรายบุคคลเพื่อระบุว่า นักเรียนมีจุดแข็ง จุดอ่อนหรือข้อบกพร่องในทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้ใด มีความคลาดเคลื่อนในมโนทัศน์ใดบ้าง และเกิดความเข้าใจคลาดเคลื่อนเนื่องจากสาเหตุใด เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงการสอนของครูผู้สอนและหาแนวทางแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเป็นรายบุคคล

1.2 ความหมายของแบบสอบวินิจฉัย

แบบสอบวินิจฉัยเป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาจุดอ่อน หรือความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล แบบสอบวินิจฉัยไม่ได้เน้นความสำคัญของคะแนนรวม แต่เน้นรูปแบบการตอบเป็นสำคัญ ผลของการตอบสามารถบอกชนิดความบกพร่อง และสาเหตุของ

ความบกพร่อง ผลการวินิจฉัยนำมาใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนของครูโดยการสอนซ่อมเสริมหรือการให้คำแนะนำได้ตรงประเด็น

(Adams & Torgerson, 1964; Brown, 1970; Ebel, 1965; Gronlund, 1981; Karmel, 1966; Wiersma, 1990; อ้างอิงในสุรเดช อนันตสวัสดิ์, 2560)

1.3 ประโยชน์ของแบบสอบวินิจฉัย

แบบสอบวินิจฉัยมีประโยชน์กับผู้ที่เกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นนักเรียน ครูผู้สอน และผู้บริหาร และมีประโยชน์หลายประการ ได้แก่ ค้นหาความบกพร่องทางการเรียน วิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อย จำแนกกลุ่มที่มีความรู้ถูกหรือผิดเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครูผู้สอน ผู้บริหาร และมีแนวทางในการแก้ปัญหา (กมลวรรณ รอดพันธ์ และณัฐภรณ์ หลาวทอง, 2563)

1.4 รูปแบบและระดับของการประเมินเพื่อวินิจฉัย

การวินิจฉัยทางการศึกษาเป็นกระบวนการประเมินอย่างหนึ่งมีเป้าหมายเพื่อหาสาเหตุของปัญหาการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ และประเมินสิ่งที่นักเรียนรู้ว่าถูกต้องหรือไม่ ศิริเดช สุชีวะ (2537) แบ่งรูปแบบการวินิจฉัยทางการศึกษาออกเป็น 3 รูปแบบ ดังนี้

1) การวินิจฉัยแบบไม่เป็นทางการ (Informal diagnostic) เป็นการค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนด้วยวิธีการง่าย ๆ ไม่มีแบบแผนที่แน่นอน ได้แก่ การสังเกต การสัมภาษณ์ การคิดออกเสียง การตรวจแบบฝึกหัด เป็นต้น

2) การประเมินแบบเป็นทางการ (formal diagnostic) เป็นการค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนโดยวิธีการที่สร้างขึ้นมาอย่างเป็นระบบและมีแบบแผนด้วยการใช้เครื่องมือวินิจฉัยแบบต่าง ๆ ได้แก่ การใช้แบบสอบวินิจฉัยหรือการวินิจฉัยจากแบบแผนการตอบข้อสอบ โดยใช้ดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนการตอบข้อสอบ การใช้วิธีการของ Rule space การใช้การย้อนรอยกระบวนการคิด หรือการวินิจฉัยทางพุทธิปัญญา เป็นต้น

3) วิธีการผสมผสาน คือ ใช้วิธีผสมผสานระหว่างการประเมินแบบไม่เป็นทางการกับการประเมินแบบเป็นทางการ

จะเห็นได้ว่ารูปแบบการวินิจฉัยทางการศึกษามีหลากหลายทั้งการใช้การสังเกต การสัมภาษณ์ การตรวจงาน และการใช้ข้อสอบวินิจฉัย ซึ่งการเลือกใช้วิธีการวินิจฉัยแบบต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ประเภทของข้อมูลที่ต้องการและระดับของนักเรียน (สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และกมลวรรณ ตังธนากานนท์, 2560)

ระดับการวินิจฉัยของการประเมินจำแนกตามระดับของข้อมูลที่ได้รับจากการวินิจฉัยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

1) **การวินิจฉัยแบบทั่วไป (General diagnostic)** เป็นการวินิจฉัยด้วยการประเมินเพื่อให้ทราบข้อมูลการวินิจฉัยแบบคร่าว ๆ เช่น การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเทียบกับเกณฑ์ ทำให้ทราบว่านักเรียนกลุ่มใดอยู่ในเกณฑ์ผ่านหรือไม่ผ่าน แต่ยังไม่สามารถระบุสาเหตุของปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนได้

2) **การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์ (Analysis diagnostic)** เป็นการวินิจฉัยเพื่อหาสาเหตุของปัญหาและข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียน

3) **การวินิจฉัยแบบคลินิก (Clinical diagnostic)** เป็นการวินิจฉัยเพื่อหาสาเหตุที่ซับซ้อนของปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียน ต้องใช้การรวบรวมข้อมูลจากหลาย ๆ แหล่งเพื่อการวินิจฉัย เช่น การใช้ข้อมูลจากแบบสอบถาม การสังเกต การสัมภาษณ์ และการศึกษาสภาพครอบครัว เป็นต้น (Underhill, 1972; อ้างอิงในสุปรานี นุระ, 2557)

1.5 วิธีวินิจฉัยและเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัย

(Gurel et al., 2015; กมลวรรณ รอดพันธ์, 2563; ธนบดี อินหาดกรวด, 2560) จำแนกวิธีการวินิจฉัยทางการศึกษาทั้งในรูปแบบที่ไม่เป็นทางการและรูปแบบที่เป็นทางการ ออกเป็น 4 วิธีการ ได้แก่ 1) การสัมภาษณ์ 2) การทดสอบด้วยแบบทดสอบที่เป็นคำถามปลายเปิด 3) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ และ 4) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบระดับต่าง ๆ

15.1 การสัมภาษณ์

เป็นวิธีการวินิจฉัยแบบไม่เป็นทางการ แต่เป็นวิธีการที่มีความสำคัญ เนื่องจาก การสัมภาษณ์จะให้ข้อมูลในเชิงลึก การสัมภาษณ์ในวิธีการวินิจฉัยทางคลินิกอาจได้ข้อมูลที่เป็นโครงสร้างทางความคิดของนักเรียน การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ทำได้ง่ายและยืดหยุ่นไปตามสภาพการณ์ อาจจะเป็นการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลหรือสัมภาษณ์พร้อมกันเป็นกลุ่มก็ได้ แต่การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ใช้เวลานาน หากให้ผู้สัมภาษณ์จำนวนมากก็ต้องเสียเวลาอบรมผู้สัมภาษณ์ที่มีความตรงตามสภาพ นอกจากนี้ผลสัมภาษณ์ยังประมวลผลได้ยากและมีอคติจากการสัมภาษณ์ด้วย

15.2 การทดสอบด้วยแบบสอบที่เป็นคำถามปลายเปิด

วิธีการนี้นิยมใช้ทั่วไปในการวินิจฉัยทางการศึกษาของสาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา ผู้เข้าทดสอบต้องใช้เวลามากเพื่อคิดและเขียนอธิบาย สามารถตอบได้อย่างอิสระตามความคิดของ

นักเรียน แต่การตรวจคำตอบเพื่อประเมินผลหรือวินิจฉัยข้อบกพร่องทำได้ยาก เนื่องจากบางครั้งนักเรียนขาดความกระตือรือร้นที่จะเขียนตอบ

15.3 การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ

การวินิจฉัยวิธีนี้เป็นการวินิจฉัยมุกกว้าง ถ้าจะใช้ให้ได้ข้อมูลเชิงลึกอาจใช้การสัมภาษณ์ ภายหลังจากที่ใช้แบบทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบร่วมด้วย

ข้อดีของการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ มีดังนี้

- 1) สามารถทดสอบเนื้อหาหลาย ๆ ประเด็นได้ในเวลาที่รวดเร็ว
- 2) สามารถใช้วัดทักษะทางพุทธิพิสัยและทักษะการเรียนรู้ในหลาย ๆ ระดับได้
- 3) การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัยและมีความเที่ยงสูง
- 4) ตรวจให้คะแนนได้ง่ายและรวดเร็ว
- 5) เป็นวิธีการที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนที่มีทักษะการเขียนต่ำ
- 6) มีความเหมาะสมในการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบเป็นรายข้อเมื่อมีการกำหนด

คุณลักษณะในการวัดหลายคุณลักษณะ

- 7) ได้ข้อมูลผลการวินิจฉัยที่มีคุณค่าและทันท่วงทีที่สามารถนำไปใช้สัมภาษณ์เพื่อค้นหาข้อมูลวินิจฉัยเชิงลึก

ข้อจำกัดของการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ มีดังนี้

- 1) คำตอบที่นักเรียนตอบถูกต้องอาจเกิดจากการเดา
- 2) แบบสอบแบบเลือกตอบเพียงอย่างเดียวไม่สามารถอธิบายความเข้าใจในเชิงลึกของนักเรียนได้

- 3) นักเรียนถูกบังคับให้เลือกตอบในตัวเลือกที่มี ซึ่งนักเรียนอาจไม่ได้มีความคิดตรงกับตัวเลือกที่มีให้

- 4) การสร้างแบบสอบแบบเลือกตอบให้มีคุณภาพดีทำได้ยาก

15.4 การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบระดับต่าง ๆ

เป็นข้อสอบที่มีความละเอียดมากกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ เพราะสามารถวินิจฉัยนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ว่ามีความบกพร่องเรื่องใด และครูผู้สอนสามารถนำผลการวินิจฉัยไปปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนได้ การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบระดับต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 1) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ 2) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ 3) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ และ 3) การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

1.5.4.1 ลักษณะวิธีการวินิจฉัยแบบสองระดับ สามระดับ และสี่ระดับ

ธนบดี อินหาดกรวด (2560) ได้สรุปลักษณะวิธีการวินิจฉัยแบบสองระดับ สามระดับ และสี่ระดับ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะวิธีการวินิจฉัยแบบสองระดับ สามระดับ และสี่ระดับ

แบบสองระดับ	แบบสามระดับ	แบบสี่ระดับ
1. การตอบระดับคำตอบ	1. การตอบระดับคำตอบ	1. การตอบระดับคำตอบ
2. การตอบระดับเหตุผล	2. การตอบระดับเหตุผล	2. ความมั่นใจในการตอบระดับคำตอบ
	3. ความมั่นใจในการตอบ	3. การตอบระดับเหตุผล
		4. ความมั่นใจในการตอบระดับเหตุผล

1.5.4.2 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการวินิจฉัยแบบสองระดับ สามระดับ และสี่ระดับ

Gurel et al. (2015) ได้สรุปข้อดีและข้อจำกัดแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ สามระดับ และสี่ระดับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ข้อดีและข้อจำกัดของวิธีการวินิจฉัยแบบสองระดับ สามระดับ และสี่ระดับ

	แบบสองระดับ	แบบสามระดับ	แบบสี่ระดับ
ข้อดี	<ul style="list-style-type: none"> - ประหยัดเวลา - ตรวจให้คะแนนได้รวดเร็ว - ตรวจให้คะแนนได้อย่างเป็นปรนัย - มีหลักฐานที่น่าเชื่อถือสูงเกี่ยวกับความตรง - ใช้ได้กับผู้เข้าสอบจำนวนมาก 	<ul style="list-style-type: none"> - มีข้อดีเหมือนกับการทดสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ - มีการจำแนกการตอบที่ผิดออกเป็นกลุ่มที่ตอบผิด เพราะมีโน้ตที่คลาดเคลื่อน หรือเพราะความผิดพลาดในการตอบ หรือเพราะไม่มีความรู้ 	<ul style="list-style-type: none"> - มีข้อดีเหมือนกับการทดสอบวินิจฉัยแบบสามระดับ - เป็นการประเมินที่แยกกลุ่มที่มีมีโน้ตที่คลาดเคลื่อนออกจากกลุ่มที่ตอบเพราะความคลาดเคลื่อน

ตารางที่ 2 (ต่อ)

	แบบสองระดับ	แบบสามระดับ	แบบสี่ระดับ
	- มีโอกาสที่จะตัดสิน สัดส่วนของนักเรียนตอบ ผิดพลาดเชิงบวกและ ผิดพลาดเชิงลบ)		ของการตอบ และ กลุ่มที่ตอบ เพราะไม่มีความรู้ได้ อย่างชัดเจน
ข้อจำกัด	- มีการประมาณค่าที่เกิน ความเป็นจริงเมื่อไม่ สามารถระบุกลุ่มที่ตอบ ผิดเพราะขาดความรู้ได้ อย่างแน่นอน	- มีการประมาณค่าที่ต่ำ กว่าความจริง เพราะไม่ สามารถตัดสินได้แน่ชัดใน กลุ่มนักเรียนที่ตอบผิด เพราะไม่มีความรู้ ในกรณี ที่มีความมั่นใจ เพราะไม่ สามารถระบุแน่ชัดว่า นักเรียนมั่นใจในระดับหนึ่ง หรือระดับสอง หรือมั่นใจ ทั้งสองระดับ - มีการประมาณค่าคะแนน ที่ได้มากกว่าความเป็นจริง	- ใช้เวลาทดสอบนาน

จากตารางที่ 2 พบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบสี่ระดับ สามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่คุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงมากกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสามระดับและสองระดับสามลำดับ แต่แบบสอบวินิจฉัยแบบสี่ระดับมีข้อจำกัด คือ ใช้เวลานาน และออกแบบข้อสอบให้มีคุณภาพได้ยาก ทำให้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบสามระดับ เนื่องจากผลการวิจัยของธนบดี อินทาคกรวด (2560) แสดงให้เห็นว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบสามระดับและ

แบบสอบวินิจจัยแบบสี่ระดับให้ผลการวิจัยที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นแบบสอบวินิจจัยแบบสามระดับจะประหยัดเวลาและทรัพยากรมากกว่าแบบสอบวินิจจัยแบบสี่ระดับ (กมลวรรณ รอดพันธ์ และณัฐภรณ์ หลาวทอง, 2563)

1.5.4.3 หลักการและวิธีการสร้างแบบสอบวินิจจัย

วิธีการสร้างแบบสอบวินิจจัยทางการศึกษา จากการศึกษาของนักการศึกษาหลายท่านที่มีความสอดคล้องกัน โดยมีงานวิธีการวินิจจัยในงานวิจัยของ Brown, 1970; Noll, 1965; S., 1974; ประภาพรณ มั่นสวัสดิ์, 2548; ศิริเดช สุชีวะ, 2550; สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และกมลวรรณ ดังธนทานนท์, 2560) สามารถสรุปหลักการสร้างแบบสอบวินิจจัยเป็นขั้นตอน ดังนี้

- 1) กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบสอบวินิจจัย
- 2) กำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- 3) กำหนดวัตถุประสงค์ของสมรรถนะหรือทักษะย่อยที่จะวินิจจัย และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบวัตถุประสงค์
- 4) สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
- 5) สร้างแบบสอบเพื่อสำรวจจรรยาบรรณที่คลาดเคลื่อน หรือข้อบกพร่องทางเรียน
- 6) ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา
- 7) นำแบบสอบไปทดลองใช้ เพื่อสำรวจจรรยาบรรณที่คลาดเคลื่อน หรือข้อบกพร่องทางเรียน
- 8) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์และปรับปรุงเพื่อสร้างแบบสอบวินิจจัย โดยใช้คำตอบที่ผิดมาเป็นตัวลง
- 9) สร้างแบบสอบวินิจจัย
- 10) นำแบบสอบไปทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบคุณภาพรายข้อและวิเคราะห์ความเที่ยง
- 11) คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ
- 12) นำแบบสอบไปทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบคุณภาพรายข้อและวิเคราะห์ความเที่ยง
- 13) จัดทำคู่มือการใช้แบบสอบวินิจจัย และการแปลความหมายของคะแนน
- 14) จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

ตอนที่ 2 แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจัยสองระดับและสามระดับ

แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจัยสองระดับและสามระดับแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อ ดังนี้

1) แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจัยแบบสองระดับ และ 2) แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจัยสามระดับ

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจัยแบบสองระดับ

แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบในวิชาวิทยาศาสตร์ แรกเริ่มใช้แบบสอบแบบประเพณีนิยมซึ่งประกอบด้วยข้อคำถามและคำตอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แต่เนื่องจากแบบสอบวินิจัยแบบประเพณีนิยมมีข้อจำกัดตรงที่แบบสอบชนิดนี้วินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหรือข้อบกพร่องได้จากตัวลวงเพียง 3-4 แบบเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถมั่นใจได้ว่าการที่นักเรียนเลือกตัวลวงใดจะแสดงถึงการมีแบบการคิดที่ระบุไว้ในตัวลวงเสมอไปได้ นักเรียนอาจจะเดาสุ่มตัวเลือกที่กำหนด จึงได้มีการพัฒนาแบบสอบวินิจัยสองระดับขึ้นมา เพื่อลดข้อจำกัดของแบบสอบวินิจัยแบบประเพณีนิยม (สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และกมลวรรณ ตังธนากานนท์, 2560)

แบบสอบวินิจัยแบบสองระดับเป็นแบบสอบที่ใช้ระบุมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยการเพิ่มการตอบระดับเหตุผลจะพบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างแท้จริงของนักเรียน โดยลักษณะของแบบสอบวินิจัยสองระดับ ซึ่งมีความซับซ้อนของรูปแบบมากกว่าแบบสอบแบบประเพณีนิยม ประกอบด้วย 2 ส่วน หรือ 2 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เรียกว่าระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบตั้งแต่ 2 ตัวเลือกขึ้นไป มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียน ระดับที่ 2 เรียกว่าระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือกขึ้นไป หรือแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือกขึ้นไป และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงเหตุผลในการระดับที่ 1 คำถามระดับเหตุผล (reason tier) มีจุดมุ่งหมายเพื่อจำแนกมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งตัวลวงหลายตัวนั้นมาจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั่นเอง (Arslan et al, 2012)

ตัวอย่างแบบสอบวินิจัยสองระดับ

ตัวอย่างข้อคำถามในแบบสอบวินิจัยสองระดับ (Tuysuz, 2009)

คำถาม: F เกิดจากอนุภาคชนิดเดียวกัน เมื่อให้ความร้อนกับ F จะสลายตัวให้ C และ T F เป็นสารประเภทใด

- ก) โลหะผสม
- ข) ธาตุ
- ค) สารละลาย
- ง) สารเนื้อผสม

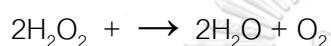
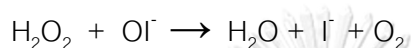
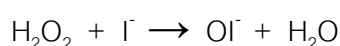
จ) สารประกอบ

อธิบายเหตุผลของคุณ

.....

ตัวอย่างข้อคำถามในแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (Mutlu and Sesen, 2015)

คำถาม: สมการการสลายตัวของสารประกอบโดยใช้ตัวเร่ง



ในปฏิกิริยาข้างต้นข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับ I^-

- ก) ทำหน้าที่เป็นอินดิเคเตอร์
- ข) พลังงานของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้น
- ค) หากไม่ได้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ปฏิกิริยาจะไม่เกิดขึ้น
- ง) ไม่มีผลต่อภาวะสมดุลของปฏิกิริยา
- จ) ทำให้เอนทัลปีของปฏิกิริยาลดลง

เหตุผล:

- ก) ทำให้ปฏิกิริยาเข้าสู่จุดสมดุลเร็วขึ้น
- ข) ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดเพิ่มขึ้น
- ค) ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเพิ่มขึ้นในอัตราส่วนที่เท่ากัน
- ง) ให้พลังงานกับปฏิกิริยา
- จ) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพลังงานศักย์ของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์

2.1.1 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ

Treagust (1998) ได้เสนอขั้นตอนในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ ดังนี้

- 1) กำหนดขอบเขตของมโนทัศน์ เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ แผนผังมโนทัศน์ของเนื้อหาที่จำเป็นในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์
- 2) พัฒนาแบบสอบปลายเปิดตามขอบเขตของเนื้อหาที่กำหนด และนำไปทดลองใช้กับนักเรียน
- 3) วิเคราะห์คำตอบจากแบบสอบปลายเปิด

ของนักเรียน ระบุโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบ และดำเนินการสัมภาษณ์นักเรียนเพื่อให้นักเรียนอธิบายเหตุผลเพิ่มเติม 4) สร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ โดยพัฒนามาจากคำตอบของนักเรียนในคำถามปลายเปิดและจากผลการสัมภาษณ์

2.1.2 ข้อดีและข้อจำกัดของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ

แบบสอบวินิจฉัยสองระดับมีทั้งข้อดีและข้อจำกัด ดังนี้ Gurel et al (2015) ได้สรุปข้อดีของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ ดังนี้ 1) ประหยัดเวลา 2) ตรวจให้คะแนนได้รวดเร็ว 3) ตรวจให้คะแนนได้อย่างเป็นปรนัย 4) มีหลักฐานที่น่าเชื่อถือสูงเกี่ยวกับความตรง 5) ใช้ได้กับผู้เข้าสอบจำนวนจำนวนมาก และ 6) มีโอกาสที่จะตัดสินสัดส่วนของนักเรียนตอบผิดพลาดเชิงบวกและผิดพลาดเชิงลบ และ วนิดา ภู่อี่ยม และเอมอร จังศิริพรปกรณ์ (2550) กล่าวว่า แบบสอบวินิจฉัยสองระดับสามารถจำแนกนักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและโมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ตรงและละเอียดกว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม

สำหรับข้อจำกัดของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ คือ เมื่อนักเรียนตอบผิดไม่สามารถแยกความแตกต่างของนักเรียนที่ขาดความรู้ และนักเรียนที่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือนักเรียนตอบถูกจะไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างของนักเรียนที่ตอบถูกจากความมั่นใจหรือตอบถูกจากการเดา (ธนบดี อินหาดกรวด และณัฐภรณ์ หลาวทอง, 2560; สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และกมลวรรณ ตั้งธนากานนท์, 2560)

2.1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ

Adadan and Savasci (2012) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์โมโนทัศน์เรื่อง สารละลาย ในวิชาเคมี ของนักเรียนอายุ 16-17 ปี มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) พัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสองระดับในเรื่องสารละลาย และ 2) ระบุขอบเขตของโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สารละลายโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสองระดับ รูปแบบเครื่องมือที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ ระดับที่ 1 เน้นหา เป็นแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือก ระดับที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยที่ตัวเลือกสุดท้ายให้ระบุเหตุผลเอง ผลการวิจัยพบว่า 1) ค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.748 2) ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.11-0.69 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.22-0.77

Loh et al. (2014) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การสำรวจความเข้าใจเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสองระดับ มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) พัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสองระดับแนวใหม่เพื่อวินิจฉัยความรู้เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี และ 2) เพื่อตรวจสอบศักยภาพของแบบสอบวินิจฉัยเพื่อระบุโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมี รูปแบบเครื่องมือที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 (เนื้อหา) เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก (ถูก/ผิด) ระดับที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยมีชุดของตัวเลือก 2 ชุดที่สอดคล้องกับคำตอบในระดับที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าแบบสอบทั้งฉบับมีค่าความเที่ยง เท่ากับ 0.28

2.2 แนวคิดเกี่ยวกับแบบสอบวินิจัยสามระดับ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการพัฒนาแบบสอบวินิจัยสามระดับเพื่อวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนพบว่า แบบสอบวินิจัยสองระดับมีข้อจำกัด คือ เมื่อนักเรียนตอบผิดไม่สามารถแยกความแตกต่างของนักเรียนที่ขาดความรู้ และนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือนักเรียนตอบถูกจะไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างของนักเรียนที่ตอบถูกจากความมั่นใจหรือตอบถูกจากการเดา ดังนั้นการทดสอบแบบวินิจัยสามระดับจึงถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อแก้ไขข้อจำกัดหรือจุดอ่อนของแบบสอบวินิจัยสองระดับ (ธนบดี อินหาดกรวด, 2560; สุรเดช อนันตสวัสดิ์, 2560)

2.2.1 ลักษณะของแบบสอบวินิจัยแบบสามระดับ

แบบสอบวินิจัยแบบสามระดับเป็นแบบเลือกตอบ ประกอบด้วย 3 ส่วน หรือ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เรียกว่าระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบตั้งแต่ 2 ตัวเลือกขึ้นไป มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียน ระดับที่ 2 เรียกว่า ระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือกขึ้นไป หรือแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือกขึ้นไป และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงเหตุผลในการระดับที่ 1 และระดับที่ 3 เรียกว่า ระดับความเชื่อมั่น (confident tier) มีวัตถุประสงค์ เพื่อแสดงความมั่นใจในการตอบ 2 ระดับ ระดับความเชื่อมั่นในแบบสอบวินิจัยสามระดับที่พบส่วนใหญ่จะเป็นมี 2 ตัวเลือก คือ มั่นใจและไม่มั่นใจ (Arslan et al, 2012; Anwar et al, 2019; Dusića D. et al, 2016; Kahraman, 2019; Prodjosantoso et al, 2019; Siswaningsih et al, 2019; Taslidere, 2016) แต่บางงานวิจัยวัดระดับความมั่นใจด้วยมาตรประมาณค่าของลิเคิร์ต (Caleon and Subramaniam, 2010; George, 2017; Sari et al., 2019; ธนบดี อินหาดกรวด และณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2560) แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับเป็นแบบสอบที่มีค่าความเที่ยงสูงกว่าแบบสอบวินิจัยสองระดับ เนื่องจากแบบสอบวินิจัยสองระดับนั้นไม่สามารถแยกความแตกต่างของนักเรียนที่ขาดความรู้ (lack knowledge) และนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (misconception) หรือไม่สามารถแยกความแตกต่างของนักเรียนที่ตอบถูกจากความเข้าใจ (correct knowledge) หรือตอบ

จากการเดา (lucky guess) การสร้างแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับนั้นมีขั้นตอนค่อนข้างยุ่งยาก แต่มีคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงในการวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสูงกว่าแบบสอบวินิจัยสองระดับ ดังนั้นรูปแบบของแบบวินิจัยสามระดับนั้นถูกพัฒนามาจากแบบสอบวินิจัยสองระดับ ซึ่งเป็นแบบสอบที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อพัฒนาความตรงและความเที่ยงของแบบสอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน (เลิศบุษยา ไทยเจริญ และวรรณิ์ แกมเกตุ, 2558)

จากข้อความที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปรูปแบบของแบบสอบวินิจัยได้ 3 รูปแบบ ดังนี้

- 1) รูปแบบที่ 1 ประกอบด้วยระดับที่ 1 ระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ ระดับที่ 2 ระดับเหตุผล (reason tier) และระดับที่ 3 เรียกว่า ระดับความเชื่อมั่น (confident tier) 2 ระดับ (ไม่มั่นใจ หรือ มั่นใจ) (Arslan et al, 2012; Anwar et al, 2019; Dusica D. et al, 2016; Kahraman, 2019; Prodjosantoso et al, 2019; Siswaningsih et al, 2019; Taslidere, 2016)
- 2) รูปแบบที่ 2 ประกอบด้วย ระดับที่ 1 ระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ ระดับที่ 2 ระดับเหตุผล (reason tier) และระดับที่ 3 เรียกว่า ระดับความเชื่อมั่น (confident tier) เป็นมาตรฐานประมาณค่า 4 ระดับ (เดา, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ และมั่นใจมาก) (Sari et al., 2019)
- 3) รูปแบบที่ 3 ประกอบด้วย ระดับที่ 1 ระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ ระดับที่ 2 ระดับเหตุผล (reason tier) และระดับที่ 3 เรียกว่า ระดับความเชื่อมั่น (confident tier) เป็นมาตรฐานประมาณค่า 6 ระดับ (เดา, ไม่มั่นใจมาก, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก, มั่นใจที่สุด) (Caleon and Subramaniam, 2010; George, 2017; Sari et al., 2019; ธนบดี อินหาดกรวด และณัฐสุภรณ์ หลาวทอง, 2560)

ตัวอย่างแบบสอบวินิจัยสามระดับ

ตัวอย่างข้อคำถามในแบบสอบวินิจัยสามระดับรูปแบบที่ 1 (Siswaningsih et al, 2019)

คำถาม: พิจารณาปฏิกิริยาการเกิดสมดุลเคมี ต่อไปนี้



ปฏิกิริยาจะอยู่ในสภาวะสมดุลได้ก็ต่อเมื่อ...

- ก) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เกิดการเปลี่ยนแปลง
- ข) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นน้อยกว่าความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์
- ค) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่

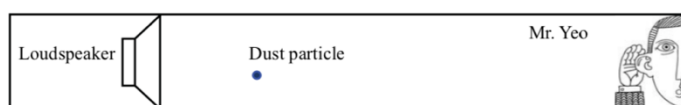
เหตุผล:

- ก) อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ
- ข) อัตราการเกิดผลิตภัณฑ์ไม่เท่ากับอัตราการเกิดสารตั้งต้น
- ค) ไม่เกิดปฏิกิริยา
- ง) อัตราการเกิดผลิตภัณฑ์เท่ากับอัตราการเกิดสารตั้งต้น
- จ) ความเข้มข้นของสารตั้งต้นเท่ากับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์

ระดับความมั่นใจ:

- ก) มั่นใจ
- ข) ไม่มั่นใจ

ตัวอย่างข้อคำถามในแบบสอบวินิจฉัยสามระดับรูปแบบที่ 2 (Caleon and Subramaniam, 2010)



คำถาม: ใน

ห้องปิดอนุภาคของฝุ่นละอองลอยตัวอยู่ด้านหน้าของลำโพง (ดังภาพ) ขณะที่นายโย ได้ยินเสียงเป็นระยะห่างจากลำโพงที่เปิดอยู่และมีความถี่คงที่ ข้อใดอธิบายได้ดีที่สุดเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของอนุภาคฝุ่น

- ก) อนุภาคของฝุ่นเคลื่อนที่ขึ้นลงและรักษาระยะห่างจากลำโพง
- ข) อนุภาคของฝุ่นเคลื่อนที่ซ้ายขวาและรักษาระยะห่างจากลำโพง
- ค) อนุภาคของฝุ่นเคลื่อนที่เป็นรูปคลื่นแบบไซน์ (sin) และเคลื่อนที่เข้าใกล้ลำโพง
- ง) อนุภาคของฝุ่นเคลื่อนที่ซ้ายขวาและเคลื่อนที่เข้าใกล้ลำโพง

เหตุผล: คลื่นเสียงทำให้อนุภาคในสื่อกลาง

- ก) สั่นในแนวตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง และเมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านไปแล้ว อนุภาคในตัวกลางยังคงอยู่ในตำแหน่งที่ไม่มีการรบกวน
- ข) สั่นในแนวขนานกับการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง และเมื่อคลื่นเสียงเคลื่อนที่ผ่านไปแล้ว อนุภาคในตัวกลางยังคงอยู่ในตำแหน่งที่ไม่มีการรบกวน

ค) เคลื่อนที่ไปตามแอมพลิจูด รูปร่างของคลื่นตามยาว ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบไม่เป็นเส้นตรง โดยคลื่นเสียงดันหรือผลักดันอนุภาคในสื่อกลางให้ไกลออกไปจากแหล่งกำเนิด

ง) สั่นในแนวขนานกับการเคลื่อนที่ของคลื่นเสียง โดยคลื่นเสียงดันหรือผลักดันอนุภาคในสื่อกลางให้ไกลออกไปจากแหล่งกำเนิด

จ)

ระดับความมั่นใจ:

1) เด่า 2) ไม่มั่นใจมาก 3) ไม่มั่นใจ 4) มั่นใจ 5) มั่นใจมาก 6) มั่นใจที่สุด

2.2.2 การให้คะแนนและการระบุโน้ตที่คลาดเคลื่อนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ

การให้คะแนนรูปแบบที่ 1 แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 first-tier scores หมายถึง คะแนนจากระดับที่ 1 (ระดับเนื้อหา) ระดับเดียว ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

ส่วนที่ 2 two-tier scores หรือ both-tier scores หมายถึง คะแนนจากระดับที่ 1 (ระดับเนื้อหา) รวมกับคะแนนระดับที่ 2 (ระดับเหตุผล) ตอบถูกทั้งสองระดับได้ 1 คะแนน ตอบผิดทั้งสองระดับหรือตอบผิดเพียงระดับเดียว ได้ 0 คะแนน

ส่วนที่ 3 three-tier scores หรือ total-tier scores หมายถึง คะแนนรวมจากระดับที่ 1, 2 และ 3 ตอบถูกในระดับที่ 1, 2 และ ระดับที่ 3 เลือกมั่นใจได้ 1 คะแนน ในกรณีอื่น ๆ ได้ 0 คะแนน

ส่วนที่ 4 confidence tiers หมายถึงคะแนนจากระดับที่ 3 ระดับเดียว คะแนนส่วนนี้แสดงถึงความมั่นใจในการตอบของนักเรียน

ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสอบวินิจฉัยสามระดับช่วยให้ครูผู้สอนตรวจสอบความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและสามารถศึกษาโน้ตที่คลาดเคลื่อนและจำแนกประเภทของนักเรียนออกเป็น 6 กลุ่ม ดังตารางที่.3

ตารางที่ 3 การจำแนกประเภทนักเรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบแบบสอบถามวินิจฉัย

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
		✗	✓	
		✗	✗	

(Arslan et al., 2012 และสุรเดช อนันตสวัสดิ์, 2560; อ้างอิงในกมลวรรณ รอดพันธ์, 2563)

การให้คะแนนรูปแบบที่ 2 แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ 1) first-tier scores หมายถึง คะแนนระดับที่ 1 (ระดับเนื้อหา) ระดับเดียว ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน 2) two-tier scores หรือ both-tier scores หมายถึง คะแนนจากระดับที่ 1 (ระดับเนื้อหา) รวมกับคะแนนระดับที่ 2 (ระดับเหตุผล) ตอบถูกทั้งสองระดับได้ 1 คะแนน ตอบผิดทั้งสองระดับหรือตอบผิดเพียงระดับเดียวได้ 0 คะแนน และ 3) คะแนนเฉลี่ยความเชื่อมั่นมีการคำนวณค่าต่าง ๆ ดังนี้

- ค่า CF หมายถึง ค่าเฉลี่ยของระดับความเชื่อมั่นของนักเรียนทั้งหมด
- ค่า CFC หมายถึง ค่าเฉลี่ยของระดับความเชื่อมั่นของนักเรียนที่ตอบถูก
- ค่า CFW หมายถึง ค่าเฉลี่ยของระดับความเชื่อมั่นของนักเรียนที่ตอบผิด
- ค่า CAQ หมายถึง ค่าเปรียบเทียบระดับความมั่นใจของนักเรียนที่ตอบถูกของนักเรียนที่ตอบผิดโดยคำนวณจากค่า $CFC-CFW/SD$ ของคะแนนความเชื่อมั่นทั้งหมด

สำหรับการระบุโน้ตสโน้ตที่คลาดเคลื่อนใช้เกณฑ์ ดังนี้ คือ ร้อยละของนักเรียนที่เลือกมโนทัศน์ต้องมากกว่าร้อยละ 10 และระดับความเชื่อมั่นต้องมากกว่า 3.5 จึงจะจัดว่าเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างแท้จริง

จากการศึกษาวิจัยของ Fadllan et al (2019) พบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ รูปแบบที่ 2 ประกอบด้วย ระดับที่ 1 ระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ ระดับที่ 2 ระดับเหตุผล (reason tier) และระดับที่ 3 เรียกว่า ระดับความเชื่อมั่น (confident tier) เป็นมาตรฐานค่า 6 ระดับของลิเคิร์ต (เดาทั้งหมด, เดาเกือบหมด, ไม่แน่ใจ, แน่ใจ, แน่ใจมาก, แน่ใจที่สุด) และใช้ค่า CRI index ของ สาขาน ระดับความเชื่อมั่นในการตอบ โดยค่า CRI index น้อยกว่า 5 คือ คำตอบในระดับที่ 3 เป็น เดาทั้งหมด เดาเกือบหมด และไม่แน่ใจ ถ้าค่า CRI index มากกว่า 5 คือ คำตอบในระดับที่ 3 เป็น แน่ใจ แน่ใจมาก และแน่ใจที่สุดจะมีสามารถศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและจำแนกประเภทของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การจำแนกประเภทนักเรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบด้วยค่า CRI

คำตอบ			ประเภทของกลุ่ม	กลุ่มที่
ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3 (CRI)		
P	P	> 2.5	เข้าใจเนื้อหาอย่างดี	1
P	P	< 2.5	เข้าใจเนื้อหา แต่ไม่แน่ใจ	2
P	O	> 2.5	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	3
P	O	< 2.5	ไม่เข้าใจเนื้อหา	4
O	P	> 2.5	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	3
O	P	< 2.5	ไม่เข้าใจเนื้อหา	4
O	O	> 2.5	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	3
O	O	< 2.5	ไม่เข้าใจเนื้อหา	4

(Fadllan et al, 2019)

2.2.3 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ

การสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับในรายวิชาเคมีนั้น ได้ศึกษาเรื่องการสร้างและพัฒนาเครื่องมือจากแนวคิดของนักการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การสังเคราะห์การสร้างและการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	การสร้างและการพัฒนาเครื่องมือ
Caleon and Subramaniam (2010)	การพัฒนาและการประยุกต์ใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับเพื่อประเมินความเข้าใจเรื่องคลื่นของนักเรียนมัธยมศึกษา	1) ศึกษาเอกสาร 2) สร้างข้อคำถามปลายเปิด 3) ทดลองใช้และสัมภาษณ์ 4) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสามระดับให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ 5) ทดลองใช้และสัมภาษณ์ 6) ปรับปรุงแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ 7) ใช้เทคนิคการคิดออกเสียง
Arslan et al. (2012)	แบบทดสอบวินิจฉัยสามระดับเพื่อประเมินความเข้าใจคลาดเคลื่อนของครูผู้สอนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม	1) กำหนดขอบเขตของเนื้อหา 2) สร้างข้อคำถามปลายเปิด 3) สร้างแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ
Kirbulut (2014)	การประเมินความเข้าใจของนักศึกษามหาวิทยาลัยเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ	1) กำหนดวัตถุประสงค์ 2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัย 3) สัมภาษณ์ 4) สร้างข้อคำถามปลายเปิด 5) สร้างแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ 6) ทดลองใช้และปรับปรุงแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	การสร้างและการพัฒนาเครื่องมือ
Siswaningsih et al. (2019)	การพัฒนาแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี	1) กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตในการทดสอบ 2) เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทำนายมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน 3) สร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี
Jusniar et al. (2020)	การพัฒนาแบบสอบวินิจัยสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี	1) วิเคราะห์หิมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการทบทวนวรรณกรรมและศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 2) สร้างแบบสอบวินิจัยสามระดับ 3) ทดลองใช้และสัมภาษณ์ 4) วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ
ธนบดี อินทากวด (2560)	การเปรียบเทียบผลการวินิจัยที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายระหว่างแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ	1) ศึกษาเอกสาร 2) สร้างข้อคำถามปลายเปิด 3) ทดลองใช้และสัมภาษณ์ 4) สร้างแบบทดสอบวินิจัยสามระดับสี่ระดับให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ 5) ทดลองใช้และสัมภาษณ์ 6) ปรับปรุงแบบสอบวินิจัยสามระดับ 7) ใช้เทคนิคการคิดออกเสียง

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	การสร้างและการพัฒนาเครื่องมือ
สุรเดช อนันต สวัสดิ์ (2560)	แบบทดสอบวินิจัยสามระดับ ร่วมกับการสะท้อนข้อมูล ย้อนกลับด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 4	1) ศึกษาเอกสาร 2) สร้างข้อคำถามปลายเปิด 3) ทดลองใช้และสัมภาษณ์ 4) สร้างแบบทดสอบวินิจัยสามระดับ ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ 5) ทดลองใช้และสัมภาษณ์ 6) ปรับปรุงแบบสอบวินิจัยสามระดับ 7) ใช้เทคนิคการคิดออกเสียง
อรรถพล พลอยมี คำ (2560)	แบบสอบวินิจัยสามระดับเพื่อ ระบุโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่องสมมูลเคมี	1) ระบุเนื้อหา แนวคิดเชิงประพจน์ และสร้างแผนผังมโนคติ 2) สัมภาษณ์เอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อหา มโนคติที่คลาดเคลื่อน 3) พัฒนาแบบสอบมโนคติสามลำดับ ขั้น 4) เก็บข้อมูลแบบทดสอบกับนักเรียน และสัมภาษณ์นักเรียนที่ เพื่อวิเคราะห์ มโนคติที่คลาดเคลื่อน
		5) สร้างตัวเลือกในส่วนการให้เหตุผล 6) ประเมินแบบทดสอบรายข้อเพื่อหา ความตรงเชิงเนื้อหา 7) เก็บข้อมูลแบบทดสอบกับนักเรียน และวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการสร้างและการพัฒนาแบบสอบวินิจัยสามระดับ พบว่า การสร้างและการพัฒนาแบบสอบวินิจัยสามระดับมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) ศึกษาเอกสาร
- 2) สร้างข้อคำถามปลายเปิด

- 3) ทดลองใช้และสัมภาษณ์
- 4) สร้างแบบทดสอบวินิจัยสามระดับให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ
- 5) ทดลองใช้และสัมภาษณ์
- 6) ปรับปรุงแบบสอบวินิจัยสามระดับ
- 7) ใช้เทคนิคการคิดออกเสียง

2.2.4 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือแบบสอบวินิจัยสามระดับ

การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจัย แบ่งออกเป็น 1) การตรวจสอบคุณภาพรายฉบับ ได้แก่ ความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และความเที่ยง (Reliability) และ 2) การตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก (Difficulty) และค่าอำนาจการจำแนก (Discriminant)

การสร้างแบบสอบวินิจัยสามระดับในรายวิชาเคมี เรื่อง กรดและเบส ได้ศึกษาเรื่องการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดจากแนวคิดของนักการศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การสังเคราะห์การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจัยสามระดับ

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	สถิติที่ใช้	การตรวจสอบคุณภาพรายฉบับ
Caleon and Subramaniam (2010)	การพัฒนาและการประยุกต์ใช้แบบสอบวินิจัยสามระดับเพื่อประเมินความเข้าใจเรื่องคลิ่นของนักเรียนมัธยมศึกษา	- ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค	ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของเนื้อหาเท่ากับ .63 คะแนนรวม เท่ากับ .69 และความมั่นใจเท่ากับ .93

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	สถิติที่ใช้	การตรวจสอบ คุณภาพรายฉบับ
Arslan et al. (2012)	แบบทดสอบวินิจจัย สามระดับเพื่อประเมิน ความเข้าใจ คลาดเคลื่อนของ ครูผู้สอนเกี่ยวกับ สิ่งแวดล้อม	- ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค - สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แบบ Point-biserial	ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอ นบาค เท่ากับ .74 สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ แบบ Point-biserial เท่ากับ .38
Kirbulut (2014)	การประเมินความ เข้าใจของนักศึกษา มหาวิทยาลัยเกี่ยวกับ ปัญหาสิ่งแวดล้อมโดย ใช้แบบสอบวินิจจัย สามระดับ	- ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค - สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แบบ Point-biserial	ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอ นบาค เท่ากับ .83 สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ แบบ Point-biserial เท่ากับ .49 ค่าความยากเท่ากับ .82
Taslidere (2016)	การพัฒนาและการใช้ แบบทดสอบวินิจจัย สามระดับเพื่อประเมิน มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนเรื่อง โฟ โตอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียน มัธยมศึกษาตอนปลาย	- หาความเที่ยงโดยใช้ค่า สัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาค	ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอ นบาค เท่ากับ .83

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	สถิติที่ใช้	การตรวจสอบ คุณภาพรายฉบับ
Siswaningsih et al. (2019)	การพัฒนาแบบสอบ วินิจฉัยมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี	- ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค	ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอ นบาค เท่ากับ .759
Kahraman (2019)	การประเมินความ เข้าใจของนักศึกษา มหาวิทยาลัยเกี่ยวกับ ปัญหาสิ่งแวดล้อมใน บรรยากาศโดยใช้แบบ สอบวินิจฉัยสามระดับ	- ค่าความเที่ยง (KR20) - สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ แบบ Point-biserial	ความเที่ยง (KR20) เท่ากับ .81 ค่าความยากเท่ากับ .24สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ แบบ Point-biserial เท่ากับ .54 ความตรงเชิง โครงสร้าง เท่ากับ .39
Jusniar et al. (2020)	การพัฒนาแบบสอบ วินิจฉัยสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี	- ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาค	ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอ นบาค ระดับที่ 1 เท่ากับ .83 ระดับที่ 2 เท่ากับ .81 และ ระดับที่ 3 เท่ากับ .91

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	สถิติที่ใช้	การตรวจสอบ คุณภาพรายฉบับ
เลิศบุษยา ไทย เจริญ และวรรณิ แกมเกตุ (2558)	การพัฒนาแบบสอบ วินิจฉัยมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนแบบ เลือกตอบสามระดับ วิชาชีววิทยาของนิสิต ฝึกสอน	- ทฤษฎีการทดสอบแบบ ดั้งเดิม - ทฤษฎีการทดสอบแบบ สรุปอ้างอิง (GT)	ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอน นบาค เท่ากับ .85 ค่าสัมประสิทธิ์การ สรุปอ้างอิงการตัดสิน เชิงสัมพัทธ์เท่ากับ .705 ค่าสัมประสิทธิ์การ สรุปอ้างอิงการตัดสิน เชิงสัมบูรณ์เท่ากับ .693
มนัสสิริ อินทร์ วาท (2559)	การเปรียบเทียบ คุณภาพของแบบสอบ วินิจฉัยแบบสามระดับ สำหรับมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนทาง คณิตศาสตร์ที่ใช้ระดับ ความมั่นใจที่แตกต่าง กัน	- หาความเที่ยงโดยใช้ค่า สัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาค - ความตรงตามเกณฑ์ สัมพัทธ์โดยใช้เทคนิค การคิดออกเสียง - สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคราเมอร์วี	ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอน นบาค แบบที่ 1 เท่ากับ .956 และ แบบที่ 2 เท่ากับ .942 ความตรงตาม เกณฑ์สัมพัทธ์โดยใช้ เทคนิคการคิดออก เสียง แบบที่ 1 มีช่วง สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ของครา เมอร์วี .555-.854 และแบบ ที่ 2 มีช่วง สัมประสิทธิ์

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	สถิติที่ใช้	การตรวจสอบ คุณภาพรายฉบับ
			สหสัมพันธ์ของ คราเมอร์วี .516-.777
ธนบดี อินหาด กรวด (2560)	การเปรียบเทียบผลการ วินิจฉัยที่คลาดเคลื่อน ในวิชาชีววิทยาของ นักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่างแบบสอบ วินิจฉัยแบบเลือกตอบ สามระดับกับสี่ระดับ	- หาความเที่ยงโดยใช้ค่า สัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาค - ความตรงตามเกณฑ์ สัมพัทธ์โดยใช้เทคนิค การคิดออกเสียง - สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคราเมอร์วี	แบบสอบวินิจฉัยทั้ง สองฉบับมีความ สอดคล้องในระดับ ปานกลาง คือ สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ของครา เมอร์วี เท่ากับ .536 ความสอดคล้องของ แบบสอบวินิจฉัยทั้ง สองฉบับและข้อมูล เชิงประจักษ์จากการ สัมภาษณ์ด้วย เทคนิคการคิดออก เสียงไม่แตกต่างกัน แบบสอบสามระดับ ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟา
			ของครอนบาค ระดับ เนื้อหา เท่ากับ .733 ระดับเหตุผล เท่ากับ .635 และระดับความ เชื่อมั่น .925

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	สถิติที่ใช้	การตรวจสอบ คุณภาพรายฉบับ
สุรเดช อนันต สวัสดิ์ (2560)	แบบทดสอบวินิจจัย สามระดับร่วมกับการ สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ ด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4	ทฤษฎีการทดสอบแบบ ดั้งเดิม (CTT) ทฤษฎีการตอบสนอง ข้อสอบ (IRT)	ทฤษฎีการทดสอบ แบบดั้งเดิม (CTT) - ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอ นบาค ระดับที่ 1 เท่ากับ .723 และแบบที่ 2 เท่ากับ .850 ค่าความยากเท่ากับ .50 อำนาจจำแนก ทฤษฎีการตอบสนอง ข้อสอบ (IRT) - แบบสอบระดับที่ 1 มีค่าความยากเท่ากับ .65 ระดับที่ 2 มีค่าความ ยากเท่ากับ .43
อรรถพล พลอย มีค่า (2560)	แบบสอบวินิจจัยสาม ระดับเพื่อระบุโมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สมดุลเคมี	- ค่าความยาก - อำนาจจำแนก - ความเที่ยง KR20	ค่าความยากอยู่ ในช่วง .16-.65 อำนาจจำแนกอยู่ ในช่วง .15-.47 ความเที่ยง KR20 เท่ากับ .701

จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับสร้างและการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือของแบบสอบวินิจัยสามระดับพบว่า การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้งฉบับจะใช้ค่าความตรง และค่าความเที่ยง โดยส่วนใหญ่จะตรวจสอบโดยใช้ทฤษฎีแบบดั้งเดิม (CTT) ต่อมาได้มีการพัฒนาโดยใช้ทฤษฎีแนวใหม่ (GT, IRT) ซึ่งตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ความตรง เชิงโครงสร้างโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบเพื่อจัดหมวดหมู่ของเนื้อหา และการหาความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (Think aloud)

2.2.5 การวินิจัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง

การวินิจัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (Think aloud) หมายถึง เทคนิคการวินิจัยนักเรียนโดยใช้แบบสอบวินิจัยสามระดับวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี โดยให้นักเรียนคิดออกเสียงซึ่งเป็นวิธีการตรวจสอบความตรงที่มีความน่าเชื่อถือเนื่องจากการสัมภาษณ์จากตัวนักเรียนเอง โดยใช้เป็นเกณฑ์ภายนอกและใช้คัดเลือกนักเรียนไปทดสอบด้วยแบบทดสอบวินิจัยสามระดับทั้งสองรูปแบบซึ่งข้อคำถามในการสัมภาษณ์นั้นเป็นอิสระจากแบบสอบวินิจัยสามระดับแต่มุ่งวัดในจุดประสงค์เดียวกัน

2.2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบบสอบวินิจัยสามระดับ

จากที่ได้กล่าวถึงความหมาย รูปแบบ การสร้างเครื่องมือ และวิธีการวินิจัย ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัย และสรุปไว้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับ

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	รูปแบบ เครื่องมือ	การจัดกลุ่ม นักเรียน	คุณภาพแบบ สอบ
Caleon and Subramaniam (2010)	การพัฒนา และการ ประยุกต์ใช้ แบบสอบ วินิจัยสาม ระดับเพื่อ ประเมินความ เข้าใจเรื่อง คลื่นของ นักเรียน มัธยมศึกษา	แบบสอบวินิจัย สามระดับ ระดับที่ 1 เป็น แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกระดับที่ 2 เป็นแบบ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก และเขียนตอบ อีก 1 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบ เลือกตอบ 6 ระดับ (เดา, ไม่ มั่นใจมาก, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก, มั่นใจที่สุด)	-	ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของ ครอนบาคของ เนื้อหา เท่ากับ .63 คะแนนรวม เท่ากับ .69 และความ มั่นใจ เท่ากับ .93

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	รูปแบบ เครื่องมือ	การจัดกลุ่ม นักเรียน	คุณภาพแบบ สอบ
Arslan et al. (2012)	แบบทดสอบ วินิจัยสาม ระดับเพื่อ ประเมินความ เข้าใจ คลาดเคลื่อน ของครูผู้สอน เกี่ยวกับ สิ่งแวดล้อม	แบบสอบวินิจัย สามระดับ ระดับที่ 1 เป็น แบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือกระดับที่ 2 เป็นแบบ เลือกตอบ 3 ตัวเลือก และเขียนตอบ อีก 1 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบ เลือกตอบ 2 ระดับ (มั่นใจ/ ไม่มั่นใจ)	แบ่งนักเรียนเป็น 6 กลุ่ม คือ 1. ไม่มีความรู้ 2. มีมีโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน ผิดเชิง บวก 3. มีมีโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนผิดเชิง ลบ 4. มีมีโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน 5. เดาคำตอบถูก หรือไม่มั่นใจในการ ตอบ 6. มีมีโนทัศน์ที่ ถูกต้อง	ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของ ครอนบาค เท่ากับ .74 สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ แบบPoint- biserial เท่ากับ .38

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	รูปแบบ เครื่องมือ	การจัดกลุ่ม นักเรียน	คุณภาพแบบ สอบ
Kirbulut (2014)	การประเมิน ความเข้าใจ ของนักศึกษา มหาวิทยาลัย เกี่ยวกับ ปัญหา สิ่งแวดล้อม โดยใช้แบบ สอบ วินิจฉัยสาม ระดับ	แบบสอบวินิจฉัย สามระดับ ระดับที่ 1 เป็น แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือกระดับที่ 2 เป็นแบบ เลือกตอบ 5 ตัวเลือก และเขียนตอบ อีก 1 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบ เลือกตอบ 2 ระดับ (มั่นใจ/ไม่ มั่นใจ)	แบ่งนักเรียนเป็น 6 กลุ่ม คือ 1. ไม่มีความรู้ 2. มีมโนทัศน์ที่คลาด เคลื่อน ผิดเชิงบวก 3. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนผิดเชิง ลบ 4. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน 5. เดาคำตอบถูก หรือไม่มั่นใจในการ ตอบ 6. มีมโนทัศน์ที่ ถูกต้อง	ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของ ครอนบาค เท่ากับ .83 สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ แบบPoint- biserial เท่ากับ .49 ค่าความยาก เท่ากับ .82
Saat et al. (2016)	การพัฒนา แบบสอบ วินิจฉัยสาม ระดับ (ออนไลน์) สำหรับ นักศึกษาก่อน เข้า มหาวิทยาลัย เรื่องการ	แบบสอบวินิจฉัย สามระดับ ระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 เป็น แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และ ระดับที่ 3 เป็นแบบมาตร ประมาณค่า 4 ระดับ (เดา, ไม่	-	ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของ ครอนบาค เท่ากับ .864

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	รูปแบบ เครื่องมือ	การจัดกลุ่ม นักเรียน	คุณภาพแบบ สอบ
	หายใจระดับ เซลล์	มั่นใจ,มั่นใจ, มั่นใจมาก)		
Taslidere (2016)	การพัฒนา และการใช้ แบบทดสอบ วินิจฉัยสาม ระดับเพื่อ ประเมินใน ทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน เรื่องไฟโตเล็ก ริกของนักเรียน มัธยมศึกษา ตอนปลาย	แบบสอบวินิจฉัย สามระดับ ระดับที่ 1 เป็น แบบเลือกตอบ อย่างน้อย 2 ตัวเลือก ระดับที่ 2 เป็น แบบเลือกตอบ อย่างน้อย 2 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบ เลือกตอบ 2 ระดับ (แน่ใจ/ไม่ แน่ใจ) ข้อเสนอแนะใน งานวิจัย ควร เพิ่มระดับที่ 3 ระดับความ เชื่อมั่น เป็น 2-6 ระดับ	แบ่งนักเรียนเป็น 4 กลุ่ม คือ 1. มีความรู้ 2. ไม่มีความรู้ 3. ขาดความมั่นใจ (เดาถูก)4. มีมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อน	ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของ ครอนบาค เท่ากับ .83

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	รูปแบบ เครื่องมือ	การจัดกลุ่ม นักเรียน	คุณภาพแบบ สอบ
George (2019)	การพัฒนา แบบสอบ วินิจัยสาม ระดับเพื่อ ประเมินความ เข้าใจของ ครูผู้สอน เรื่อง รอยเท้านิเวศน์	แบบสอบวินิจัย สามระดับ ระดับที่ 1 เป็น แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกระดับที่ 2 เป็นแบบ เลือกตอบ 5 ตัวเลือก และเขียนตอบ อีก 1 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบ เลือกตอบ 6 ระดับ (เดา, ไม่ มั่นใจมาก, ไม่ มั่นใจ , มั่นใจ, มั่นใจ มาก, มั่นใจ ที่สุด)	-	- ค่า สัมประสิทธิ์ แอลฟาของ ครอนบาค ระดับเนื้อหา เท่ากับ .682 ระดับเหตุผล เท่ากับ .349 และระดับ ความมั่นใจ เท่ากับ .893 - ค่า สัมประสิทธิ์ แอลฟา ของครอนบาค ทั้งฉบับเท่ากับ .839

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	รูปแบบ เครื่องมือ	การจัดกลุ่ม นักเรียน	คุณภาพแบบ สอบ
Sari et al. (2019)	การพัฒนา และหาความ ตรงของแบบ สอบวินิจฉัย สามระดับ สำหรับทักษะ การคิดขั้นสูง	แบบสอบวินิจฉัย สามระดับ ระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 เป็น แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และ ระดับที่ 3 เป็น แบบเลือกตอบ 2 ระดับ (มั่นใจ/ไม่ มั่นใจ)	แบ่งนักเรียนเป็น 6 กลุ่ม คือ 1. ไม่มีความรู้ 2. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนผิดเชิง บวก 3. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนผิดเชิง ลบ 4. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน 5. เดาคำตอบถูก หรือไม่มั่นใจในการ ตอบ 6. มีมโนทัศน์ที่ ถูกต้อง	- ค่า สัมประสิทธิ์ แอลฟาของ ครอนบาค เท่ากับ .93 - ดัชนีความ เที่ยงของ ข้อสอบ เท่ากับ .89 และดัชนีความ เที่ยงของผู้สอบ เท่ากับ .91

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	รูปแบบ เครื่องมือ	การจัดกลุ่ม นักเรียน	คุณภาพแบบ สอบ
Prodjosantoso et al. (2019)	การวินิจฉัย มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน เรื่องพันธะ ไฮออนิกและ โคเวเลนต์ด้วย แบบสอบ วินิจฉัยสาม ระดับ	แบบสอบวินิจฉัย สามระดับ ระดับที่ 1 และ ระดับที่ 2 เป็น เลือกตอบ 2 ตัวเลือก และ ระดับที่ 3 เป็น แบบเลือกตอบ 2 ระดับ (มั่นใจ/ไม่ มั่นใจ)	แบ่งนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม คือ 1. มีความรู้ 2. เดาคำตอบถูก 3. การเดา 4. ไม่มีความรู้ 5. มีมโนทัศน์ คลาดเคลื่อน	-
Siswaningsih et al. (2019)	การพัฒนา แบบสอบ วินิจฉัยแบบ สามระดับเพื่อ ประเมินมโน ทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน เรื่องสมดุลเคมี ของนักเรียน	แบบสอบวินิจฉัย สามระดับ ระดับที่ 1 เป็น แบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือกระดับที่ 2 เป็นแบบ เลือกตอบ 6 ตัวเลือก และ ระดับที่ 3 เป็น แบบเลือกตอบ 2 ระดับ (มั่นใจ/ไม่ มั่นใจ)	แบ่งนักเรียนเป็น 3 กลุ่ม คือ 1. มีความรู้ 2. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน 3. ไม่มีความรู้	ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของ ครอนบาค เท่ากับ .759

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	รูปแบบ เครื่องมือ	การจัดกลุ่ม นักเรียน	คุณภาพแบบ สอบ
Kahraman (2019)	การประเมิน ความเข้าใจ ของนักศึกษา มหาวิทยาลัย เกี่ยวกับ ปัญหา สิ่งแวดล้อมใน บรรยากาศ โดยใช้แบบ สอบ วินิจฉัยสาม ระดับ	แบบสอบวินิจฉัย สามระดับ ระดับที่ 1 เป็น แบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือกระดับที่ 2 เป็นแบบ เลือกตอบ 3 ตัวเลือก และเขียนตอบ อีก 1 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบ เลือกตอบ 2 ระดับ (มั่นใจ/ไม่ มั่นใจ)	แบ่งนักเรียนเป็น 6 กลุ่ม คือ 1. ไม่มีความรู้ 2. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนผิดเชิง บวก 3. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนผิดเชิง ลบ 4. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน 5. เดาคำตอบถูก หรือไม่มั่นใจในการ ตอบ 6. มีมโนทัศน์ที่ ถูกต้อง	ความเที่ยง (KR20) เท่ากับ .81 ค่าความยาก เท่ากับ .24 สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ แบบ Point-biserial เท่ากับ .54 ความตรงเชิง โครงสร้าง เท่ากับ .39

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	รูปแบบ เครื่องมือ	การจัดกลุ่ม นักเรียน	คุณภาพแบบ สอบ
เลิศบุษยา ไทย เจริญ (2558)	การพัฒนา แบบสอบ วินิจฉัยใน ทัศนที่ คลาดเคลื่อน แบบเลือกตอบ สามระดับวิชา ชีววิทยาของ นิสิตฝึกสอน	แบบสอบวินิจฉัย สามระดับ ระดับที่ 1 เป็น แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกระดับที่ 2 เป็นแบบ เลือกตอบ 4 ตัวเลือก และเขียนตอบ อีก 1 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบ เลือกตอบ 2 ระดับ (มั่นใจ/ไม่ มั่นใจ)	แบ่งนักเรียนเป็น 6 กลุ่ม คือ 1. ไม่มีความรู้ 2. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนผิดเชิง บวก 3. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนผิดเชิง ลบ 4. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน 5. เดาคำตอบถูก หรือไม่มั่นใจในการ ตอบ 6. มีมโนทัศน์ที่ ถูกต้อง	ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟา ของครอนบาค เท่ากับ .85 ค่าสัมประสิทธิ์ การสรุปอ้างอิง การตัดสินใจเชิง สัมพัทธ์เท่ากับ .705 ค่าสัมประสิทธิ์ การสรุปอ้างอิง การตัดสินใจเชิง สัมบูรณ์เท่ากับ .693

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	รูปแบบ เครื่องมือ	การจัดกลุ่มนักเรียน	คุณภาพแบบ สอบ
มนัสสิริ อินทร์ วาท (2559)	การ เปรียบเทียบ คุณภาพของ แบบสอบ วินิจฉัยแบบ สามระดับ สำหรับมโน ทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน ทาง คณิตศาสตร์ที่ ใช้ระดับความ มั่นใจที่ แตกต่างกัน	แบบสอบ วินิจฉัยสาม ระดับ ระดับที่ 1 เป็น แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ระดับที่ 2 เป็น แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และเขียนตอบ อีก 1 ตัวเลือก และระดับที่ 3 แบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ แบบที่ 1 เป็น แบบเลือกตอบ 2 ระดับ (แน่ใจ/ ไม่แน่ใจ) และ แบบที่ 2 เป็น แบบเลือกตอบ 3 ระดับ (มั่นใจ, ไม่แน่ใจ, ไม่ มั่นใจ)	แบ่งนักเรียนเป็น 4 กลุ่ม คือ 1. มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง 2. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน 3. เดาคำตอบถูก 4. ขาดความรู้ แบบที่ 1 มีผลการ วินิจฉัย 8 ลักษณะ (มโนทัศน์ถูกต้อง 1 ลักษณะ ความคลาด เคลื่อนของมโนทัศน์ 3 ลักษณะ การเดา คำตอบถูก 1 ลักษณะ และการขาดความรู้ 3 ลักษณะ) การแปลผล 1. มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง 55.56% 2. มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน 27.78% 3. เดาคำตอบถูก 0.00 % 4. ขาดความรู้ 33.33 %	ค่าสัมประสิทธิ์ แอลฟาของ ครอนบาค แบบที่ 1 เท่ากับ .956 และแบบที่ 2 เท่ากับ .942 ความตรงตาม เกณฑ์สัมพัทธ์ โดยใช้เทคนิค การคิดออก เสียง แบบที่ 1 มีช่วง สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ของ คราเมอร์วี .555-.854 และแบบที่ 2 มี ช่วง สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ของ คราเมอร์วี .516-.777

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	รูปแบบ เครื่องมือ	การจัดกลุ่มนักเรียน	คุณภาพแบบ สอบ
			<p>แบบที่ 2 มีผลการ วินิจฉัย 12 ลักษณะ (มีโน้ตค้นถูกต้อง 1 ลักษณะ ความคลาด เคลื่อนของมีโน้ตค้น 3 ลักษณะ การเดา คำตอบถูก 2 ลักษณะ และการขาดความรู้ 6 ลักษณะ)</p> <p>การแปลผล</p> <p>1. มีมีโน้ตค้นที่ถูกต้อง 63.89%</p> <p>2. มีมีโน้ตค้นที่ คลาดเคลื่อน 13.89%</p> <p>3. เดาคำตอบถูก 2.78%</p> <p>4. ขาดความรู้ 30.56%</p>	
ธนบดี อินหาด กรวด (2560)	การ เปรียบเทียบผล การวินิจฉัยที่ คลาดเคลื่อนใน วิชาชีววิทยา ของนักเรียน ระดับชั้น มัธยมศึกษา	แบบสอบ วินิจัยสาม ระดับ ระดับที่ 1 เป็น แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ระดับที่ 2 เป็น	แบ่งนักเรียนเป็น 6 กลุ่ม คือ 1. ไม่มีความรู้ 2. มีมีโน้ตค้นที่คลาดเคลื่อน ผิด เชิงบวก 3. มีมีโน้ตค้นที่ คลาดเคลื่อน ผิดเชิงลบ	แบบสอบ วินิจัยทั้งสอง ฉบับมีความ สอดคล้องใน ระดับปาน กลาง คือ สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ของ

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	รูปแบบ เครื่องมือ	การจัดกลุ่มนักเรียน	คุณภาพแบบ สอบ
	ตอนปลาย ระหว่างแบบ สอบวินิจฉัย แบบเลือกตอบ สามระดับกับสี่ ระดับ	แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และเขียนตอบ อีก 1 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบ เลือกตอบ 6 ระดับ (เดา, ไม่ มั่นใจมาก, ไม่ มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก, มั่นใจที่สุด)	4. มีโน้ตสนที่ คลาดเคลื่อน 5. เดาคำตอบถูก หรือไม่มั่นใจในการตอบ 6. มีมีโน้ตสนที่ถูกต้อง	คราเมอรี เท่ากับ .536 ความ สอดคล้องของ แบบสอบ วินิจฉัยทั้งสอง ฉบับและข้อมูล เชิงประจักษ์ จากการ สัมภาษณ์ด้วย เทคนิคการ
สุรเดช อนันต์ สวัสดิ์ (2560)	แบบทดสอบ วินิจฉัยสาม ระดับร่วมกับ การสะท้อน ข้อมูลย้อนกลับ ด้วย คอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4	แบบสอบ วินิจฉัยสาม ระดับ ระดับที่ 1 เป็น แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ระดับที่ 2 เป็น แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และเขียนตอบ อีก 1 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบ	แบ่งนักเรียนเป็น 6 กลุ่ม คือ 1. ไม่มีความรู้ 2. มีมีโน้ตสนที่ คลาดเคลื่อน ผิดเชิง บวก 3. มีมีโน้ตสนที่ คลาดเคลื่อนผิดเชิงลบ 4. มีโน้ตสนที่ คลาดเคลื่อน 5. เดาคำตอบถูก หรือไม่มั่นใจในการตอบ 6. มีมีโน้ตสนที่ถูกต้อง	ทฤษฎีการ ทดสอบแบบ ดั้งเดิม (CTT) - ค่า สัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอ นบาค ระดับที่ 1 เท่ากับ .723 และแบบที่ 2 เท่ากับ .850 ค่าความยาก เท่ากับ .50 อำนาจจำแนก

ตารางที่ 7 (ต่อ)

ผู้วิจัย (ปี)	เรื่อง	รูปแบบ เครื่องมือ	การจัดกลุ่มนักเรียน	คุณภาพแบบ สอบ
		เลือกตอบ 2 ระดับ (มั่นใจ/ ไม่มั่นใจ)		ทฤษฎีการ ตอบสนอง ข้อสอบ (IRT) - แบบสอบ ระดับที่ 1 มีค่า ความยาก เท่ากับ .65 ระดับที่ 2 มีค่า ความยาก เท่ากับ .43
อรรถพล พลอย มีค่า (2560)	แบบสอบ วินิจฉัยสาม ระดับเพื่อระบุ มโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน เรื่องสมดุลเคมี	แบบสอบ วินิจฉัยสาม ระดับ ระดับที่ 1 เป็น แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ระดับที่ 2 เป็น แบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบ เลือกตอบ 2 ระดับ (มั่นใจ/ ไม่มั่นใจ)	แบ่งนักเรียนเป็น 5 กลุ่ม คือ 1. มโนคติทาง วิทยาศาสตร์ 2. มโนคติที่ คลาดเคลื่อน 3. ขาดความรู้ 4. เดาถูก 5. การเดา	ค่าความยาก อยู่ในช่วง .16- .65 อำนาจจำแนก อยู่ในช่วง .15- .47 ความเที่ยง KR20 เท่ากับ .701

Arslan et al. (2012) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง แบบทดสอบวินิจฉัยสามระดับเพื่อประเมินความเข้าใจคลาดเคลื่อนของครูผู้สอนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยมีรูปแบบเครื่องมือ คือ เป็นแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือกระดับที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือกและเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบเลือกตอบ 2 ระดับ (มั่นใจ/ไม่มั่นใจ) จากการใช้แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนพบว่า สามารถจัดกลุ่มนักเรียนเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้ 1) ไม่มีความรู้ 2) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนผิดเชิงบวก 3) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนผิดเชิงลบ 4) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 5) เดาคำตอบถูก หรือไม่มั่นใจในการตอบ และ 6) มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และเมื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ พบว่า แบบสอบมีค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ .74 และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Point-biserial เท่ากับ .38

Taslidere (2016) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาและการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยสามระดับเพื่อประเมินมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง ไฟโตอิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยมีรูปแบบเครื่องมือ คือ เป็นแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ อย่างน้อย 2 ตัวเลือก ระดับที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบอย่างน้อย 2 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบเลือกตอบ 2 ระดับ (แน่ใจ/ไม่แน่ใจ) และข้อเสนอแนะในงานวิจัยว่าควรเพิ่มระดับที่ 3 ระดับความเชื่อมั่น เป็น 2-6 ระดับ จากการใช้แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนพบว่า สามารถจัดนักเรียนเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ 1) มีความรู้ 2) ไม่มีความรู้ 3) ขาดความมั่นใจ (เดาถูก) และ 4) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และเมื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ .83

Jusniar (2020) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่อง สมดุล เคมี เซลล์ โดยมีรูปแบบเครื่องมือ คือ เป็นแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 และระดับที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบมาตราประมาณค่า 3 ระดับ (เดา, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ) จากการใช้แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนพบว่า และเมื่อตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อพบว่า ค่าความยากของคำตอบระดับเนื้อหา ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจเฉลี่ยเท่ากับ .49 .46 และ .67 ตามลำดับ ค่าอำนาจจำแนกของคำตอบระดับเนื้อหา ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจเฉลี่ยเท่ากับ .42 .39 และ .54 ตามลำดับและคุณภาพของแบบสอบพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของคำตอบระดับเนื้อหา ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจอยู่ในระดับสูง คือ .83 .81 และ .91 ตามลำดับ

Saat et al. (2016) ได้ศึกษาวิจัย เรื่องการพัฒนาแบบสอบวินิจัยสามระดับ (ออนไลน์) สำหรับนักศึกษาก่อนเข้ามหาวิทยาลัย เรื่องการหายใจระดับเซลล์ โดยมีรูปแบบเครื่องมือ คือ เป็นแบบสอบวินิจัยสามระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 และระดับที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบมาตราประมาณค่า 4 ระดับ (แค่คาดเดา, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก) และเมื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค เท่ากับ .864

Caleon and Subramaniam (2010) ได้ศึกษาวิจัย เรื่องการพัฒนาและการประยุกต์ใช้แบบสอบวินิจัยสามระดับเพื่อประเมินความเข้าใจเรื่องคลื่นของนักเรียนมัธยมศึกษา โดยมีรูปแบบเครื่องมือ คือ เป็นแบบสอบวินิจัยสามระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ระดับที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกและเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบเลือกตอบ 6 ระดับ (เดา, ไม่มั่นใจมาก, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก, มั่นใจที่สุด) และเมื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของเนื้อหา เท่ากับ .63 คะแนนรวม เท่ากับ .69 และระดับความมั่นใจ เท่ากับ .93

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบวินิจัย พบว่า ส่วนที่ 3 ของแบบสอบวินิจัยสามระดับมีการใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน คือ 2, 4 และ 6 ระดับ แต่ไม่มีการเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจัยสามระดับที่ใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจัยสามระดับที่ใช้ระดับความมั่นใจแตกต่างกันว่าแบบสอบวินิจัยที่มีระดับความมั่นใจแบบใดจะมีคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงดีที่สุด

ตอนที่ 3 แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

3.1 แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ในรายวิชาเคมี

วิชาเคมีเป็นการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง องค์ประกอบและสมบัติของสสาร การเปลี่ยนแปลงและกลไกการเกิดปฏิกิริยาของสสาร โดยความรู้เกี่ยวกับวิชาเคมีเป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจึงทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำนวนมาก เช่น โครงสร้างอะตอม พันธะเคมี สมดุลเคมี กรด-เบส ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาในหลักสูตรการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระเคมี ข้อ 2 ที่ศึกษาเกี่ยวกับการเขียนและการดุลสมการ ปริมาณสารสัมพันธ์ในปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี สมดุลในปฏิกิริยาเคมี สมบัติและปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยาของกรด-เบส ปฏิกิริยารีดอกซ์และ

เซลล์ไฟฟ้าเคมีรวมทั้งการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ดังนั้นจึงเป็นเรื่องยากสำหรับการจัดการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีความเข้าใจหรือมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง โดยเนื้อหาที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ พันธะเคมี และรองลงมาสมดุลเคมี ซึ่งเนื้อหาเรื่องสมดุลเคมีเป็นพื้นฐานของเนื้อหาเรื่องกรด-เบส หากนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องสมดุลเคมี อาจส่งผลกระทบต่อมโนทัศน์ที่สูงขึ้น คือ มโนทัศน์เรื่องกรด-เบสด้วย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี และจากการศึกษางานวิจัยพบว่า งานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่วิเคราะห์ศึกษาในทศวรรษที่คลาดเคลื่อนเรื่องสมดุลเคมี ใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ โดยระดับความมั่นใจ (confident tier) เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก คือ มั่นใจและไม่มั่นใจ (Ardiansah et al., 2018; Widasmara, 2019) ซึ่งแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจ 4 และ 6 ระดับ ยังไม่มีการพัฒนาขึ้น ดังนั้น หากมีการเพิ่มระดับความมั่นใจเป็น 4 และ 6 ระดับ จะทำให้คุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

จากการศึกษางานวิจัยพบว่า ยังไม่พบบางงานวิจัยที่เปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบการสอบซ้ำสำหรับแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันในวิชาเคมีในไทย ดังนั้น การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี โดยใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่าง คือ 2, 4 และ 6 ระดับ แล้วนำมาเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกันจะเป็นหลักฐานเพื่อยืนยันว่าแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจ 2, 4 และ 6 ระดับว่าระดับความมั่นใจเท่าใดที่มีความตรงและความเที่ยงมากที่สุด และเหมาะสำหรับการนำมาวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนมากที่สุด และการเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจ 2, 4 และ 6 ระดับด้วยวิธีการสอบซ้ำ เป็นหลักฐานอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ในการยืนยันว่าแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันที่พัฒนาขึ้นนั้นสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ถูกต้องและได้ผลการวินิจฉัยที่คงที่หรือไม่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับของนักเรียนที่มีระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน

3.2 ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ว่า ความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ คลาดเคลื่อนไปจากความจริงที่ได้รับการยอมรับทางวิทยาศาสตร์และการยอมรับทางสังคม เกิดมาจากการได้รับประสบการณ์หรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง (Fisher, 1985; ศิริเดช สุชีวะ, 2537)

3.3 สาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

นักวิชาการได้เสนอสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้หลากหลาย (เกษสุดา บุรณพันธ์ศักดิ์, 2545; ศิริเดช สุชีวะ, 2537) สรุปใจความสำคัญได้ว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดจากความเชื่อตามผู้ทรงคุณวุฒิในอดีต เนื้อหาที่ค่อนข้างเป็นนามธรรมทำให้เกิดจินตนาการที่ผิดตำราที่เขียนไม่ชัดเจนหรือให้ความรู้ไม่ถูกต้อง ปัญหาเรื่องภาษาและสัญลักษณ์ วุฒิภาวการณ์ของพัฒนาการทางปัญญาของนักเรียน ความรู้ของนักเรียนยังไม่เพียงพอต่อการศึกษามโนทัศน์ที่สูงขึ้น และตัวผู้สอนไม่มีความเข้าใจเพียงพอในมโนทัศน์ที่สอน

3.4 ผลกระทบของการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

การมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนก่อให้เกิดผลเสียของนักเรียนหลายประการซึ่งมีนักวิชาการ (Fisher, 1985; เกษสุดา บุรณพันธ์ศักดิ์, 2545; ศิริเดช สุชีวะ, 2537) ได้ระบุผลกระทบของการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสรุปได้ว่า ถ้านักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะเกิดผลกระทบต่อตนเองเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ที่สูงขึ้นที่มีความเกี่ยวข้อง เนื่องจากเนื้อหาที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนักเรียนอาจเกิดความท้อแท้หมดกำลังใจในการเรียน ส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นอกจากนี้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องเกี่ยวข้องกับความรู้อื่น ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกันอย่างเป็นระบบและทำให้นักเรียนมีแนวโน้ม ที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี

Cetin-Dinder and Gebamir (2010) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาแบบสอบถามวินิจฉัยแบบสามระดับเพื่อประเมินมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาพบว่า ขั้นตอนการพัฒนาแบบสอบถามวินิจฉัย ได้แก่ 1) กำหนดวัตถุประสงค์โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญและครูสอนเคมี 2) ศึกษาโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกรด-เบสจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3) สัมภาษณ์นักเรียน 4) นำผลการสัมภาษณ์มาสร้างแบบสอบถามชนิดคำถามแบบปลายเปิด และ 5) พัฒนาแบบสอบถามวินิจฉัยสามระดับแบบเลือกตอบ ผลการวิจัยพบว่า 1) การทดสอบแบบสามระดับมีความน่าเชื่อถือมากกว่าสองระดับและระดับเดียว 2) ความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนใน

ระดับที่ 2 กับระดับความมั่นใจมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ .45 สรุปได้ว่าคะแนนในระดับที่ 1 รวมกับคะแนนในระดับที่ 2 มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับระดับความมั่นใจของนักเรียน

Widasmara (2019) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยแบบสามระดับเพื่อประเมินมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องสมดุลเคมีของนักเรียนพบว่า เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ระดับที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ 3 ตัวเลือกระดับที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 6 ตัวเลือก และระดับที่ 3 เป็นแบบเลือกตอบ 2 ระดับ (มั่นใจ/ไม่มั่นใจ) ผลการวิจัยพบว่า 1) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับมีความเที่ยงเท่ากับ .759 และ 2) ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนพบว่า มโนทัศน์ที่มีคลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ สมดุลไดนามิกจะมีความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน (57.1%)

Prodjosantoso et al. (2019) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องพันธะไอออนิกและโคเวเลนต์ด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับพบว่า เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับระดับที่ 1 และระดับที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก และระดับ 3 เป็นแบบเลือกตอบ 2 ระดับ (มั่นใจ/ไม่มั่นใจ) และแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 4 กลุ่ม คือ มีความรู้ เดาคำตอบถูกต้อง การเดา และไม่มีความรู้ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องพันธะไอออนิกและโคเวเลนต์ระดับสูงร้อยละ 19.05 ระดับปานกลางร้อยละ 42.86 และระดับต่ำร้อยละ 9.52

สุรเดช อนันตสวัสดิ์ (2560) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาระบบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับร่วมกับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนพบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องพันธะเคมี จำนวน 40 มโนทัศน์ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดคือ สมการไอออนิกสุทธิเขียนได้เฉพาะเมื่อผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นเป็นตะกอนเท่านั้น 2) ผลการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับพบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพผ่านเกณฑ์ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) และตามทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (IRT) สามารถคัดเลือกเข้าสู่ระบบวินิจัยได้จำนวน 80 ข้อ จากแบบสอบวินิจัยจำนวน 90 ข้อ

ตอนที่ 4 แนวคิดเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี

4.1 สมดุลเคมี

การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ในระบบปิด ที่สภาวะสมดุลมีปริมาณสารในระบบคงที่ เนื่องจาก มีอัตราการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับเกิดขึ้นต่อเนื่องกันตลอดเวลา เรียกว่า สมดุลพลวัต สำหรับสมดุลพลวัตของปฏิกิริยาเคมีที่ผันกลับได้ เรียกว่า สมดุลเคมี ซึ่งเป็น สภาวะที่ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลาที่สมดุล ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้นมีความสัมพันธ์ที่เป็นค่าคงที่ เรียกว่า ค่าคงที่สมดุล ซึ่งเป็นค่าเฉพาะของแต่ละปฏิกิริยาที่อุณหภูมิหนึ่ง ค่าคงที่สมดุล สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการคำนวณปริมาณของผลิตภัณฑ์หรือสารตั้งต้นที่สมดุลได้ นอกจากนี้ค่าคงที่สมดุลสามารถใช้บ่งบอกว่า ปฏิกิริยาดำเนินไปข้างหน้าเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ได้มากหรือน้อยเมื่อเทียบกับสารตั้งต้น ค่าคงที่สมดุลมีความสัมพันธ์กับเลขสัมประสิทธิ์ในสมการเคมี และค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน หาได้จาก ผลคูณของค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาย่อยที่นำสมการเคมีมารวมกันสมดุลเคมีอาจถูกรบกวนได้โดยการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร ความดัน หรืออุณหภูมิ ซึ่งปฏิกิริยาเคมีจะปรับตัวไปในทิศทางที่ลดผลของการรบกวนเพื่อเข้าสู่สมดุลอีกครั้งตามหลักของ เลอชาเตอลิเอร์ โดยมีเฉพาะการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ทำให้ค่าคงที่สมดุลเปลี่ยนแปลง หลักการของสมดุลเคมีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม และใช้อธิบายกระบวนการบางอย่างที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิตและปรากฏการณ์ธรรมชาติได้

4.2 ผลการเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี

สมดุลเคมี มีผลการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ข้อ ดังนี้

- 1) ทดสอบ และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล
- 2) อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล
- 3) คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา
- 4) คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน
- 5) ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักการของเลอชาเตอลิเอร์
- 6) ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

4.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง สมดุลเคมี

สมดุลเคมี มีวัตถุประสงค์การเรียนรู้ทั้งหมด 8 วัตถุประสงค์ ดังนี้

- 1) นักเรียนสามารถทดสอบและอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุลได้
- 2) นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในสภาวะสมดุลได้
- 3) นักเรียนสามารถเขียนความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุลจากสมการเคมีได้
- 4) นักเรียนสามารถคำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมีได้
- 5) นักเรียนสามารถคำนวณความเข้มข้นของสารที่สมดุลได้
- 6) นักเรียนสามารถคำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาหลายขั้นตอนได้
- 7) นักเรียนสามารถระบุปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบได้
- 8) นักเรียนสามารถใช้หลักของเลอชาเตอลีเยในการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อสมดุลของระบบถูกรบกวนได้

4.4 แผนผังการสร้างแบบสอบวินิจฉัยขั้นต้นที่ตลาดเคลื่อนสามารถ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ได้แก่ 1) หลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) 2) หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) และ 3) คู่มือครูวิชาเคมี 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ดังตาราง 8

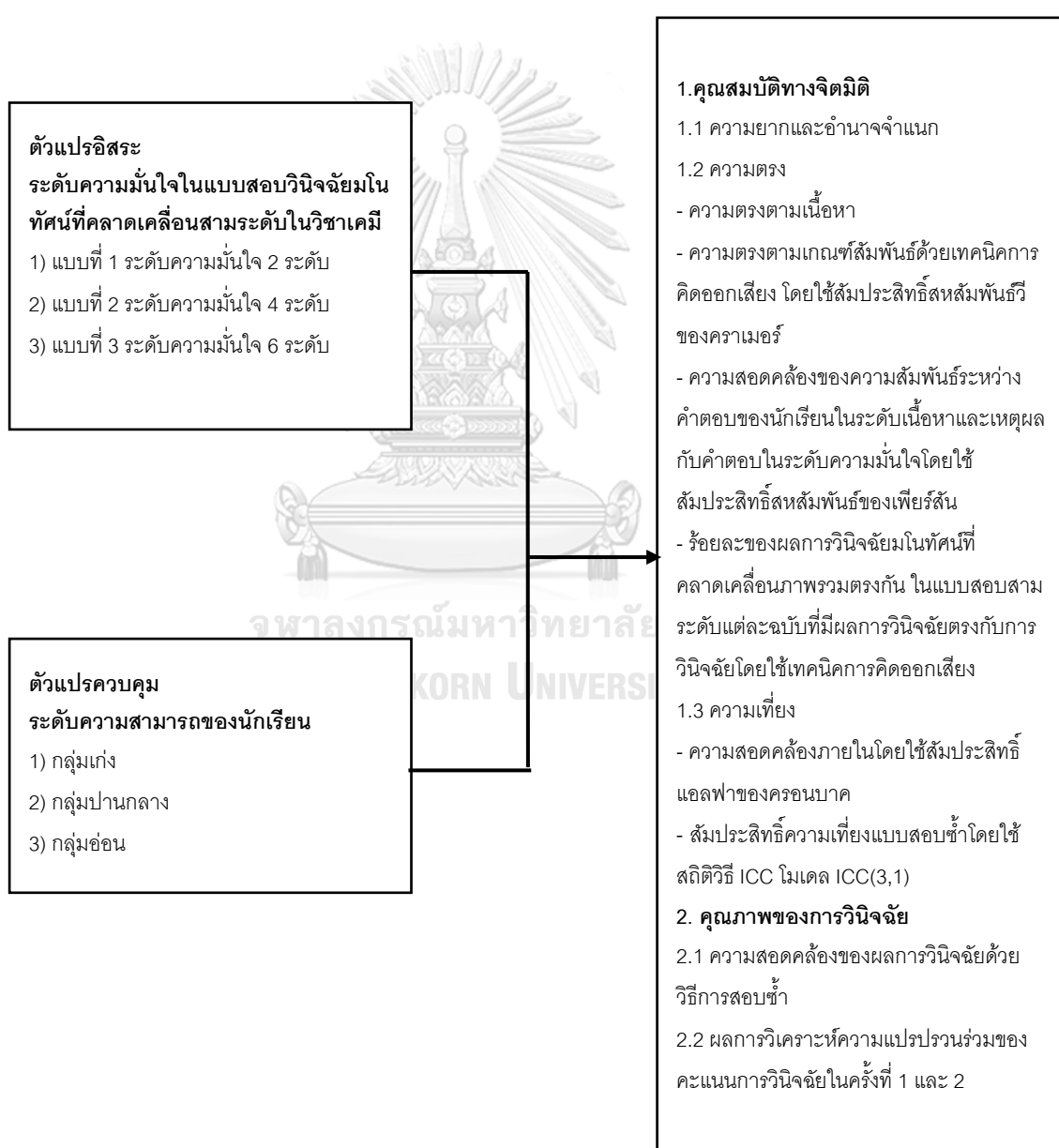
ตารางที่ 8 แผนผังการสร้างแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	รวม (ข้อ)	น้ำหนัก (%)
1. สภาวะสมดุล	1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุลได้ 2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเปิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งอยู่ในภาวะสมดุลได้	1-5	5	16.67
2. ค่าคงที่สมดุล	1. เขียนความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุลจากสมการเคมีได้ 2. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมีได้ 3. คำนวณความเข้มข้นของสารที่สมดุลได้ 4. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาหลายขั้นตอนได้	6-20	17	56.67
3. ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล	1. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลและค่าคงที่สมดุลได้ 2. ใช้หลักเลอชาเตอลิเอร์ในการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อสมดุลของระบบถูกรบกวนสมดุลได้	21-30	8	26.66
รวม		1-30	30	100

ตอนที่ 5 กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นพัฒนาแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน และเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจ และระดับการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน กรอบแนวคิดการวิจัยที่เกิดจากการศึกษางานวิจัยและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ แล้วพัฒนาเป็นแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มี

ระดับความมั่นใจแตกต่างกัน จำนวน 3 ฉบับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ได้แก่ มั่นใจ และไม่มั่นใจ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ได้แก่ เด่า, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ และมั่นใจมาก และ ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ได้แก่ เด่า, ไม่มั่นใจมาก, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก และ มั่นใจที่สุด ซึ่งแบบสอบถามวิจัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนสามระดับทั้งสามฉบับจะให้คุณภาพของการวิจัยในด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบถามที่ต่างกัน และสามารถนำมาเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบถามวิจัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจ และระดับความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกัน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเพื่อศึกษาและพัฒนาแบบสอบถามวิจัยวินิจฉัยทัศนคติที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน วิเคราะห์ เปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงและ ผลการวินิจฉัยของแบบสอบถามวินิจฉัยทัศนคติที่คลาดเคลื่อนสามระดับของนักเรียนที่มีระดับความสามารถทางการเรียนรู้และระดับความมั่นใจแตกต่างกัน รายละเอียดของวิธีวิจัย มีดังนี้

ประชากรและตัวอย่างวิจัย

1. ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

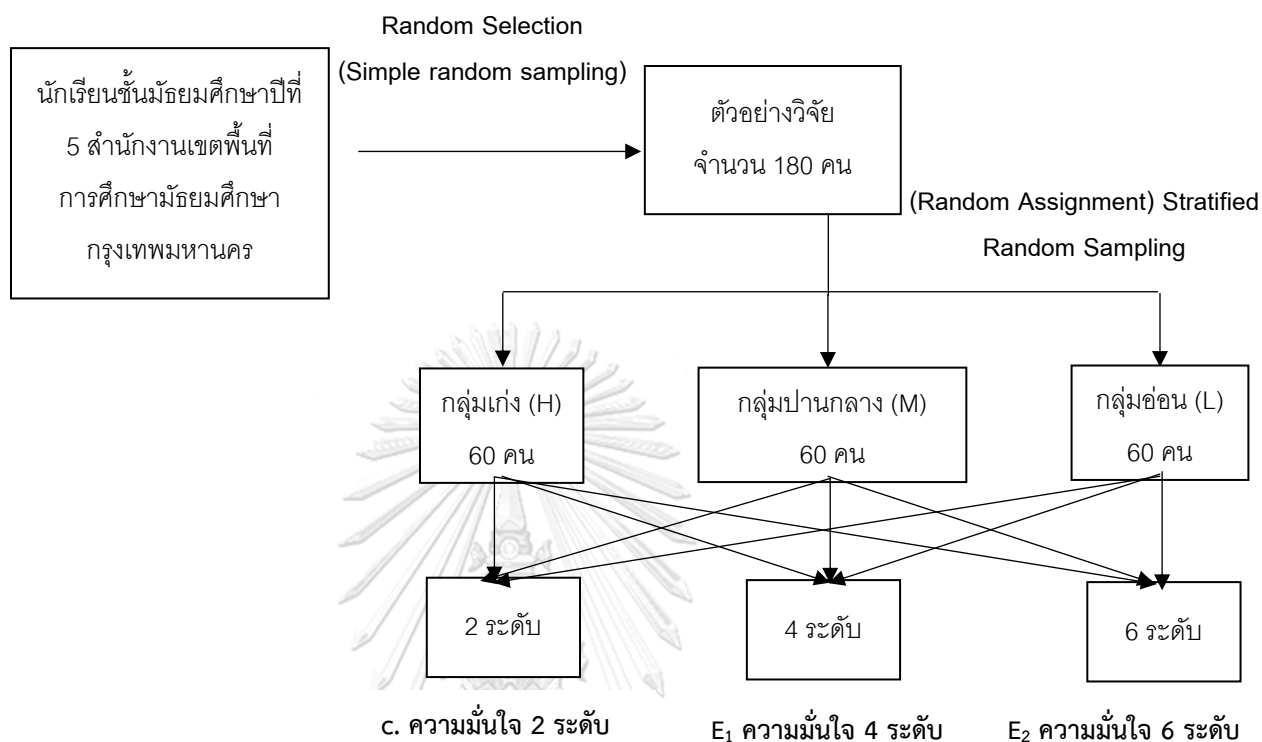
2. ตัวอย่างวิจัย

ตัวอย่างวิจัยที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยเรียน เรื่อง สมดุลเคมี ภาคเรียนที่ 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 โรงเรียนศึกษานารี โรงเรียนบางมดวิทยา (สีสุกหวาด) และโรงเรียนเตรียมอุดมพัฒนาการ รัชดา โรงเรียนละ 60 คนรวมทั้งหมด 180 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มจากประชากรมาเป็นตัวอย่างวิจัย (Random Selection) โดยการสุ่มอย่างง่าย (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 ซึ่งแต่ละโรงเรียนจะประกอบด้วยกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 20 คน และใช้วิธีสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง (Random Assignment) แบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) เพื่อจัด

ตัวอย่างวิจัยที่ใช้ทดลองจริงในแบบสอปวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับทั้งสามแบบ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 จำนวนตัวอย่างวิจัยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้ทดลองจริงจำนวน 180 คน ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมีที่แตกต่างกัน

2.3 การสุ่มตัวอย่างวิจัย ผู้วิจัยจะสุ่มตัวอย่างวิจัยมาจำนวน 250 คน ซึ่งมากกว่ากลุ่มตัวอย่างวิจัยที่ใช้ในการทดลอง เพื่อป้องกันการสูญหายของข้อมูล จากนั้นผู้วิจัยจะคัดเลือกเฉพาะตัวอย่างวิจัยที่มีได้รับการทดสอบทั้งครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 จำนวน 180 คน เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

แบบแผนที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยทดลองที่แท้จริง (True – Experimental Design) ซึ่งมีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างวิจัยเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (Random Assignment) โดยการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) และการมีกลุ่มควบคุม ดังแสดงในแผนภาพการวิจัย ต่อไปนี้

แบบแผนการวิจัย

E ₁	R	X ₁	O ₁	O ₂
E ₂	R	X ₂	O ₁	O ₂
C	R	X ₃	O ₁	O ₂

โดยที่

- C คือ กลุ่มควบคุม (ระดับความมั่นใจ 2 ระดับ)
- E₁ คือ กลุ่มทดลองที่ 1 (ระดับความมั่นใจ 4 ระดับ)
- E₂ คือ กลุ่มทดลองที่ 2 (ระดับความมั่นใจ 6 ระดับ)
- X₁ คือ แบบสอบวินิจฉัยที่มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ
- X₂ คือ แบบสอบวินิจฉัยที่มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ
- X₃ คือ แบบสอบวินิจฉัยที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ
- R คือ การสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองแบบ Random Assignment
- O₁ คือ ผลการวินิจฉัยครั้งที่ 1
- O₂ คือ ผลการวินิจฉัยครั้งที่ 2

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี
2. แบบสอบวินิจฉัยสองระดับเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี
3. แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ที่ประกอบด้วย 3 ส่วน ทั้งสามฉบับ ดังนี้
 - 1) แบบสอบวินิจฉัยสามระดับสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี แบบที่ 1 (ฉบับที่ 1) ประกอบด้วย
 - 1.1) คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
 - 1.2) คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4+1 ตัวเลือก ประกอบด้วยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก
 - 1.3) คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) ระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ได้แก่ มั่นใจและไม่มั่นใจ

2) แบบสอบวินิจฉัยสามระดับสำหรับบัณฑิตที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี แบบที่ 2 (ฉบับที่ 2) ประกอบด้วย

2.1) คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

2.2) คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4+1 ตัวเลือก ประกอบด้วยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก

2.3) คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) ระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ และมั่นใจมาก

3) แบบสอบวินิจฉัยสามระดับสำหรับบัณฑิตที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี แบบที่ 3 (ฉบับที่ 3) ประกอบด้วย

3.1) คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

3.2) คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4+1 ตัวเลือก ประกอบด้วยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก

3.3) คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) ระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจมาก, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก และมั่นใจที่สุด

4. แบบสัมภาษณ์การคิดออกเสียงสำหรับบัณฑิตที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย มีกระบวนการสร้าง 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับบัณฑิตที่คลาดเคลื่อนใน เรื่อง สมดุลเคมี และศึกษา หลักสูตรการเรียนรู้อีกกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและบัณฑิตที่ต้องการวัด

ขั้นที่ 2 สัมภาษณ์บัณฑิตที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

2.1 สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเคมีเพื่อสำรวจบัณฑิตที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

2.2 การสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับเพื่อสำรวจบัณฑิตที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

2.3 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบบัณฑิตที่คลาดเคลื่อน

2.4 การนำแบบสอบถามเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมีไปใช้ และสัมภาษณ์นักเรียน

2.5 การตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก ของแบบสอบถามวิจัยสองระดับ เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สมดุลเคมี

ขั้นที่ 3 การพัฒนาแบบสอบถามวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

3.1 การสร้างแบบสอบถามวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

3.2 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบถามวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

3.3 การทดลองใช้แบบสอบถามวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

3.4 การตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบถามวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

3.5 ทำการทดสอบซ้ำ โดยทำขั้นตอนที่ 3.3-3.4 ซ้ำอีกครั้ง ซึ่งเว้นระยะห่างจากการทดสอบครั้งที่ 1 เป็นเวลา 10-14 วัน หรือ 2 สัปดาห์ (Harshman & Yezierski, 2015)

ขั้นที่ 4 การเปรียบเทียบผลการวิจัย

4.1 ผลการเปรียบเทียบการวิจัยของแบบสอบถามวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

4.2 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างผลการวิจัยจากแบบสอบถามวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันแต่ละฉบับกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยเทคนิคคิดออกเสียง

4.3 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างผลการวิจัยจากแบบสอบถามวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันแต่ละฉบับกับข้อมูลเชิงประจักษ์ด้วยเทคนิคคิดออกเสียงด้วยวิธีการสอบซ้ำ

ขั้นที่ 1 ศึกษางานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง สมดุลเคมี และศึกษาหลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและมโนทัศน์ที่ต้องการวัด

ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยต่างประเทศเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สมดุลเคมี และศึกษาหลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและมโนทัศน์ที่ต้องการวัด ได้ดังนี้ คือ มโนทัศน์หลัก 4 มโนทัศน์ ได้แก่ 1) สมภาวะสมดุล 2) ค่าคงที่สมดุล 3) ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล และ 4) สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม โดยแต่ละมโนทัศน์หลักประกอบด้วยมโนทัศน์รอง ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 วิเคราะห์มโนทัศน์เรื่อง สมดุลเคมี จากหลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)

มโนทัศน์หลัก	มโนทัศน์รอง
1. สมภาวะสมดุล	1. ความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสมภาวะสมดุล 2. การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งอยู่ในภาวะสมดุล
2. ค่าคงที่สมดุล	1. ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุลจากสมการเคมี 2. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมี 3. คำนวณความเข้มข้นของสารที่สมดุล 4. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาหลายขั้นตอน
3. ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล	1. ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลและค่าคงที่สมดุล 2. หลักเลอชาเตอลิเอร์
4. สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม	1. สมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปฏิกิริยาการตรึงไนโตรเจนในธรรมชาติ และกระบวนการในอุตสาหกรรม

ขั้นที่ 2 สรุวมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่องสมดุลเคมี

เมื่อกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและมโนทัศน์ที่ต้องการวัดแล้ว นำไปสู่การสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ดังต่อไปนี้

2.1 สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเคมีเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเคมีจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นครูผู้สอนที่มีประสบการณ์สอนเรื่อง สมดุลเคมีอย่างน้อย 5 ปี

2.2 การสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

เริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และการสร้างแผนผังแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ โดยการศึกษาจากเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ดังนี้ 1) หลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) 2) หนังสือแบบเรียนวิชาเคมี 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) และ 3) คู่มือครูวิชาเคมี 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท) ดังตาราง 10

ตารางที่ 10 แผนผังแบบสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	รวม (ข้อ)	น้ำหนัก (%)
1. สภาวะสมดุล	1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุลได้ 2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเปิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งอยู่ในภาวะสมดุลได้	1-9	9	30
2. ค่าคงที่สมดุล	1. เขียนความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุลจากสมการเคมีได้ 2. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมีได้ 3. คำนวณความเข้มข้นของสารที่สมดุลได้	10-18	9	30

ตารางที่ 10 (ต่อ)

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	รวม (ข้อ)	น้ำหนัก (%)
	4. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาหลายขั้นตอนได้			
3. ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล	1. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลและค่าคงที่สมดุลได้ 2. ใช้หลักเลอชาเตอลิเอในการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อสมดุลของระบบถูกรบกวนสมดุลได้	18-27	9	30
4. สมดุลเคมีในสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรม	1. ยกตัวอย่างและอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติ และกระบวนการในอุตสาหกรรมได้	28-40	3	10
รวม		1-40	30	100

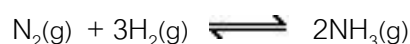
ตัวอย่างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สมดุลเคมี

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. อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะสูงในช่วงแรกและต่ำลงในช่วงหลังแล้วจึงเข้าสู่
สมดุล

1.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....
.....

2.3 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี

การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบเพื่อสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่องสมดุลเคมีนั้นใช้วิธีการคือ ให้ผู้เชี่ยวชาญตัดสินข้อคำถามที่สร้างขึ้นในระดับเนื้อหาและระดับเหตุผลว่าเป็นไปตามมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง และจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญในวิชาเคมีจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้สอนระดับมหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญด้านเคมี และมีประสบการณ์สอนอย่างน้อย 10 ปี จำนวน 3 ท่าน และครูผู้สอนรายในรายวิชาเคมีที่มีประสบการณ์สอนอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 2 ท่าน

2.4 การนำแบบสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมีไปใช้ และสัมภาษณ์นักเรียน

โดยเก็บข้อมูลกับนักเรียนจำนวน 30 คน ที่เป็นคนละกลุ่มกับนักเรียนตัวอย่างวิจัยในการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ กลุ่มนักเรียนในการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสองระดับ แบ่งออกเป็นกลุ่มอ่อน 10 คน กลุ่มปานกลาง 10 คน และกลุ่มสูง 10 คน จากนั้นคัดเลือกนักเรียนจำนวน 6 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มอ่อน 2 คน กลุ่มปานกลาง 2 คน และกลุ่มสูง 2 คน มาสัมภาษณ์เพื่อพิจารณาความสอดคล้องของผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

2.5 การตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สมดุลเคมี

การตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยง ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ พบว่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ .880 ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.200-0.730 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.230-0.760 ผู้วิจัยจึงเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีความค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ มาพัฒนาเป็นแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

ขั้นที่ 3 การพัฒนาแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

เมื่อนำแบบสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมีไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพื่อนำมาสร้างเป็นตัวลงแล้ว จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน ตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 การสร้างแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

การสร้างแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ ซึ่งสร้างจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในขั้นตอนที่ 2 โดยเริ่มจากการสร้างแผนผังข้อสอบแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี ตามหลักสูตรการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แผนผังการสร้างแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	รวม (ข้อ)	น้ำหนัก (%)
1. สภาวะสมดุล	1. อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุลได้ 2. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งอยู่ในสภาวะสมดุลได้	1-5	5	16.67

ตารางที่ 11 (ต่อ)

มโนทัศน์หลัก	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อที่	รวม (ข้อ)	น้ำหนัก (%)
2. ค่าคงที่สมดุล	1. เขียนความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุลจากสมการเคมีได้ 2. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมีได้ 3. คำนวณความเข้มข้นของสารที่สมดุลได้ 4. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาหลายขั้นตอนได้	6-20	17	56.67
3. ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล	1. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลและค่าคงที่สมดุลได้ 2. ใช้หลักเลอชาเตอลิเอร์ในการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อสมดุลของระบบถูกรบกวนสมดุลได้	21-30	8	26.66
รวม		1-30	30	100

จากตารางที่ 11 พบว่า มโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุล มีวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากที่สุดจำนวน 4 ข้อ รองลงมา คือ มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล และมโนทัศน์ที่ 1 สมภาวะสมดุลจำนวน 2 ข้อ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสร้างข้อสอบสำหรับมโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุล มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 56.67 รองลงมา คือ มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล คิดเป็นร้อยละ 26.66 และมโนทัศน์ที่ 1 สมภาวะสมดุล คิดเป็นร้อยละ 16.67

แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่ตลาดเคลื่อนสามระดับควรมีข้อสอบที่มีจำนวนมากพอที่จะเป็นตัวแทนที่ใช้วินิจฉัยและมีรูปแบบคำถามที่เป็นรูปแบบซ้ำ ๆ เพื่อวัดเนื้อหาเดียวกัน จากตารางแผนผังการสร้างข้อสอบในแต่ละวัตถุประสงค์จะประกอบไปด้วยคำถามจำนวน 30 ข้อ ดังนั้นข้อสอบทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบวินิจฉัยสามระดับในแต่ละแบบจะมีจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ นำมาสร้างข้อสอบในแบบสอบวินิจฉัยวัดมโนทัศน์ที่ตลาดเคลื่อนสามระดับจำนวนสามฉบับ ซึ่งข้อสอบหนึ่งข้อจะประกอบไปด้วยสามส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ส่วนที่ 2 คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4+1 ตัวเลือก ประกอบด้วยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก

ส่วนที่ 3 คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) ระดับความมั่นใจแบบมาตราประมาณค่า

แบบสอบวินิจฉัยแบบสามระดับ แบบที่ 1 ระดับความมั่นใจ 2 ระดับ (ฉบับที่ 1) ได้แก่ มั่นใจ และไม่มั่นใจ

แบบสอบวินิจฉัยแบบสามระดับ แบบที่ 2 ระดับความมั่นใจ 4 ระดับ (ฉบับที่ 2) ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ และมั่นใจมาก

แบบสอบวินิจฉัยแบบสามระดับ แบบที่ 2 ระดับความมั่นใจ 6 ระดับ (ฉบับที่ 3) ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจมาก, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก และมั่นใจที่สุด เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรง และความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน และเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีด้วยวิธีการสอบซ้ำ

ตัวอย่างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ

ฉบับที่ 1 ระดับความมั่นใจ 2 ระดับ

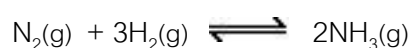
มโนทัศน์หลัก 1. สภาวะสมดุล

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. อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะสูงในช่วงแรกและต่ำลงในช่วงหลังแล้วจึงเข้าสู่

สมดุล

1.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

ก. จำนวนโมลของสารที่ลดลงเท่ากับจำนวนโมลของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น

ข. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จะมีเท่ากัน

*ค. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ

ง. อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะสูงในช่วงแรก เพราะมีปริมาณสารตั้งต้นมากและต่ำลงในช่วงหลังเพราะมีปริมาณสารตั้งต้นลดลง แล้วจึงเข้าสู่สมดุล

จ.

1.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ฉบับที่ 2 ระดับความมั่นใจ 4 ระดับ

มโนทัศน์หลัก 1. สมภาวะสมดุล

มโนทัศน์รอง 1.1 ความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสมภาวะสมดุล

จุดประสงค์การเรียนรู้ อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสมภาวะสมดุลได้
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 ณ สมภาวะสมดุล

ก. จำนวนโมลของสารที่ลดลงเท่ากับจำนวนโมลของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น

ข. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จะมีเท่ากัน

*ค. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ

ง. อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะสูงในช่วงแรก เพราะมีปริมาณสารตั้งต้นมากและต่ำลงในช่วงหลังเพราะมีปริมาณสารตั้งต้นลดลง แล้วจึงเข้าสู่สมดุล

จ.

1.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. เด่า

ข. ไม่มั่นใจ

ค. มั่นใจ

ง. มั่นใจมาก

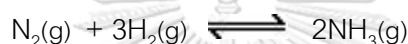
ฉบับที่ 3 ระดับความมั่นใจ 6 ระดับ

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 ณ สภาวะสมดุล

ก. จำนวนโมลของสารที่ลดลงเท่ากับจำนวนโมลของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น

ข. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จะมีเท่ากัน

*ค. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ

ง. อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะสูงในช่วงแรก เพราะมีปริมาณสารตั้งต้นมากและต่ำลงในช่วงหลังเพราะมีปริมาณสารตั้งต้นลดลง แล้วจึงเข้าสู่สมดุล

จ.

1.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. เด่า

ข. ไม่มั่นใจมาก

ค. ไม่มั่นใจ

ง. มั่นใจ

จ. มั่นใจมาก

ฉ. มั่นใจที่สุด

3.2 การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยทัศนคติที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

แบบสอบวินิจฉัยทัศนคติที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับมีข้อคำถามในระดับเนื้อหา และระดับเหตุผลที่เหมือนกันทุกข้อ แต่ความแตกต่างกันที่ระดับความมั่นใจ ผู้วิจัยจึงตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยทัศนคติที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันเพียงสองระดับ คือ ข้อคำถามในระดับเนื้อหา และระดับเหตุผล โดยใช้วิธีการคือ ให้ผู้เชี่ยวชาญตัดสินข้อคำถามที่สร้างขึ้นในระดับเนื้อหา และระดับเหตุผลว่าเป็นไปตามมโนทัศน์หลัก มโนทัศน์รอง และจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ และตัวลองสามารถวินิจฉัยทัศนคติของนักเรียนได้หรือไม่ โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญในวิชาเคมีจำนวน 5 ท่าน ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้สอนระดับมหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญด้านเคมี และมีประสบการณ์สอนอย่างน้อย 10 ปี จำนวน 3 ท่าน และครูผู้สอนรายในรายวิชาเคมีที่มีประสบการณ์สอนอย่างน้อย 5 ปี จำนวน 2 ท่าน

3.3 การทดลองใช้แบบสอบวินิจฉัยทัศนคติที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

หลังจากการปรับปรุงข้อสอบในส่วนข้อคำถามในระดับเนื้อหา และระดับเหตุผลตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้ว ผู้วิจัยได้นำมาแบบสอบวินิจฉัยทัศนคติที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับ ฉบับละ 30 ได้แก่ ฉบับที่ 1 ระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ได้แก่ มั่นใจ และไม่มั่นใจ ฉบับที่ 2 ระดับความมั่นใจ 4 ได้แก่ เด่า, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ และมั่นใจมาก และฉบับที่ 3 ระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ได้แก่ เด่า, ไม่มั่นใจมาก, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก และมั่นใจที่สุด โดยเก็บข้อมูลกับนักเรียนทั้งหมดจำนวน 180 คนแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่วินิจฉัยใช้แบบสอบฉบับที่ 1 กลุ่มที่วินิจฉัยใช้แบบสอบฉบับที่ 2 และกลุ่มที่วินิจฉัยใช้แบบสอบฉบับที่ 3 ซึ่งละกลุ่มประกอบด้วยกลุ่มอ่อน 20 คน กลุ่มปานกลาง 20 คน และกลุ่มสูง 20 คน

3.4 การตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยทัศนคติที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1.1 ความยากและอำนาจจำแนก

1.2 ความตรง

1.2.1 ความตรงตามเนื้อหา โดยใช้ ดัชนีของความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ (Item Objective Congruence หรือ IOC)

1.2.2 ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับเทียบกับเกณฑ์ภายนอก คือ การวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ซึ่งใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์

1.2.3 ความสอดคล้องของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผล กับคำตอบในระดับความมั่นใจ พิจารณาจากความสัมพันธ์ของคะแนนผู้ที่มีมโนทัศน์ถูกต้องในระดับที่สองกับคะแนนค่าระดับความมั่นใจ ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับแต่ละฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

1.2.4 ร้อยละของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมตรงกัน โดยพิจารณาจากค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเชิงบวก และ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเชิงลบ ในแบบสอบสามระดับแต่ละฉบับที่มีผลการวินิจฉัยตรงกับกรวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง

1.3 ความเที่ยง

1.3.1 ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค จากคะแนนของผู้ที่มีมโนทัศน์ถูกต้องของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับแต่ละฉบับ

1.3.2 ความเที่ยงแบบสอบซ้ำ โดยใช้สถิติวิธี Intraclass Correlation; ICC(3,1)

2. คุณภาพของการวินิจฉัย

2.1 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำ

ความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์

2.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการวินิจฉัยในครั้งที่ 1 และ 2

การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว (One-way ANCOVA) โดยมีผลการวินิจฉัยที่ตรงกันระหว่างแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงในครั้งที่ 1 และ 2 ตัวแปรอิสระคือ ระดับความมั่นใจในแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมี และตัวแปรร่วม (Covariate) คือ ระดับความสามารถของนักเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนเก็บข้อมูลออนไลน์ผ่าน Zoom Application ดังนี้

ขั้นที่ 1 เก็บข้อมูลการทดลองใช้แบบสอบถามวิจัยสองระดับแบบปลายเปิด ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยทำหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลไปยังโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และนัดหมายวัดเวลาในการเก็บข้อมูล และสัมภาษณ์นักเรียน

ขั้นที่ 2 เก็บข้อมูลการทดลองใช้แบบสอบถามวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับมีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้ง 3 ฉบับ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยทำหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลไปยังโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และนัดหมายวัดเวลาในการเก็บข้อมูล

ขั้นที่ 3 เก็บข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ด้วยเทคนิคคิดออกเสียงผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยทำหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลไปยังโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และนัดหมายวัดเวลาในการเก็บข้อมูล

ขั้นที่ 4 เก็บข้อมูลการทดลองใช้แบบสอบถามวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับมีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้ง 3 ฉบับ โดยเว้นระยะห่างจากเก็บข้อมูลในขั้นที่ 2 สองสัปดาห์ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยทำหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลไปยังโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และนัดหมายวัดเวลาในการเก็บข้อมูล

ขั้นที่ 5 เก็บข้อมูลเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ด้วยเทคนิคคิดออกเสียง โดยเว้นระยะห่างจากเก็บข้อมูลในขั้นที่ 3 สองสัปดาห์ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง โดยทำหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลไปยังโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง และนัดหมายวัดเวลาในการเก็บข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. คุณสมบัติทางจิตมิติ

1.1 ความยากและอำนาจจำแนก

1.2 ความตรง

1.2.1 ความตรงตามเนื้อหา โดยใช้ ดัชนีของความสอดคล้องกันระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ (Item Objective Congruence หรือ IOC)

1.2.2 ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับเทียบกับเกณฑ์ภายนอก คือ การวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ซึ่งใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์

1.2.3 ความสอดคล้องของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผล กับคำตอบในระดับความมั่นใจ พิจารณาจากความสัมพันธ์ของคะแนนผู้ที่มีมโนทัศน์ถูกต้องในระดับที่สองกับคะแนนระดับความมั่นใจ ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับแต่ละฉบับ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน

1.2.4 ร้อยละของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมตรงกัน โดยพิจารณาจากค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเชิงบวก และ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเชิงลบ ในแบบสอบสามระดับแต่ละฉบับที่มีผลการวินิจฉัยตรงกับการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง

1.3 ความเที่ยง

1.3.1 ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค จากคะแนนของผู้ที่มีมโนทัศน์ถูกต้องของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับแต่ละฉบับ

1.3.2 ความเที่ยงแบบสอบซ้ำ โดยใช้สถิติวิธี Intraclass Correlation; ICC(3,1)

การแปลผล

เมื่อวิเคราะห์ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ภายในซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 สามารถแปลความหมายได้ดังนี้ (Koo T. K. & Li M. Y. 2016)

0.00-0.49	ผลการทดสอบซ้ำมีความสอดคล้องกันในระดับต่ำ
0.50-0.74	ผลการทดสอบซ้ำมีความสอดคล้องกันในระดับพอใช้
0.75-0.89	ผลการทดสอบซ้ำมีความสอดคล้องกันในระดับดี
0.90-1.00	ผลการทดสอบซ้ำมีความสอดคล้องกันในระดับดีมาก

2. คุณภาพของการวินิจฉัย

2.1 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำ

ความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์

2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการวินิจฉัยในครั้งที่ 1 และ 2

การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว (One-way ANCOVA) โดยมีผลการ
วินิจฉัยที่ตรงกันระหว่างแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงในครั้งที่
1 และ 2 ตัวแปรอิสระคือ ระดับความมั่นใจในแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ
ในวิชาเคมี และตัวแปรร่วม (Covariate) คือ ระดับความสามารถของนักเรียน



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 4 ประการ ได้แก่ 1) เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน 3) เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน และ 4) เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถระดับในวิชาเคมีด้วยวิธีการสอบซ้ำ โดยผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถระดับในวิชาเคมีด้วยวิธีการสอบซ้ำ

ตอนที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สำหรับผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยจะนำเสนอเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในวิชาเคมี และ 2) ผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจัยสองระดับ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในวิชาเคมี

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในรายวิชาเคมีจำนวน 5 ท่าน เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี พบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมีจำนวน 3 มโนทัศน์หลักเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ ดังนี้

1. ค่าคงที่สมดุล ประกอบด้วยมโนทัศน์รอง คือ

1.1 เขียนความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุลจากสมการเคมีได้

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คิดความเข้มข้นของสารทุก สถานะทั้งของแข็ง ของเหลว สารละลาย และแก๊ส

มโนทัศน์ที่ถูกต้อง คือ ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คิดความเข้มข้นของสารเฉพาะสถานะสารละลาย และแก๊สเท่านั้น

1.2 คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมีได้

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ การคำนวณค่าคงที่สมดุลต้องคิดจากความเข้มข้นในหน่วยโมล/ลิตร หรือโมลก็ได้ และไม่ต้องยกกำลังด้วยสัมประสิทธิ์

มโนทัศน์ที่ถูกต้อง คือ การคำนวณค่าคงที่สมดุลต้องคิดจากความเข้มข้นในหน่วยโมล/ลิตร และต้องยกกำลังด้วยสัมประสิทธิ์

1.3 คำนวณความเข้มข้นของสารที่สมดุลได้

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ การคำนวณค่าคงที่สมดุลคิดจากความเข้มข้นในหน่วยโมล/ลิตร ของสารเริ่มต้นได้เลย

มโนทัศน์ที่ถูกต้อง คือ การคำนวณค่าคงที่สมดุลคิดจากความเข้มข้นในหน่วยโมล/ลิตร ของสารที่สภาวะสมดุล

1.4 คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาหลายขั้นตอนได้

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ

- ถ้านำสมการมารวมกัน ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ บวกกัน
- ถ้านำสมการมาลบกัน ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ ลบกัน
- ถ้ากลับสมการ ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ กลับเครื่องหมาย
- ถ้าคูณเลขใด ๆ เข้าไปในสมการ ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ

คูณด้วยเลขนั้น ๆ

มโนทัศน์ที่ถูกต้อง คือ

- ถ้านำสมการมารวมกัน ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ คูณกัน
- ถ้านำสมการมาลบกัน ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ หารกัน
- ถ้ากลับสมการ ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ กลับเศษกลับส่วน
- ถ้าคูณเลขใด ๆ เข้าไปในสมการ ความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ

ยกกำลังด้วยเลขนั้น ๆ

2. สภาวะสมดุล ประกอบด้วยมโนทัศน์รอง คือ

2.1 อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุลได้

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ เป็นปฏิกิริยาที่ผลิตภัณฑ์สามารถย้อนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้เท่านั้น และสภาวะสมดุล คือ สภาวะที่คงที่ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ เช่น ความเข้มข้น หรือสีของสาร

มโนทัศน์ที่ถูกต้อง คือ ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ เป็นปฏิกิริยาที่ผลิตภัณฑ์สามารถย้อนกลับมาเป็นสารตั้งต้นและสารตั้งต้นก็สามารถเปลี่ยนไปเป็นผลิตภัณฑ์ได้ และสภาวะสมดุล คือ สภาวะที่คงที่ และมีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพ เช่น ความเข้มข้น หรือสีของสารตลอดเวลา

2.2 อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งอยู่ในภาวะสมดุลได้

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ

- ที่สภาวะสมดุลไม่มีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร เนื่องจากความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากัน

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับต้องคงที่

มโนทัศน์ที่ถูกต้อง คือ

- ที่สภาวะสมดุลมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตลอดเวลา โดยอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเท่ากัน ทำให้ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์คงที่

- อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเท่ากันและคงที่

3. ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล ประกอบด้วยมโนทัศน์รอง คือ

3.1 ระบุปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลและค่าคงที่สมดุลได้

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ

- การรบกวนความดัน มีผลทุกสภาวะ และการเพิ่มความดัน สมดุลปรับตัวโดยการเลื่อนไปทางโมลแก๊สที่มากกว่า และการลดความดัน สมดุลปรับตัวโดยการเลื่อนไปทางโมลแก๊สที่น้อยกว่า

- การเติมตัวเร่งทำให้สมดุลเลื่อนไปทางขวา

- การเพิ่มอุณหภูมิทั้งปฏิกิริยาคายความร้อนและคายความร้อน สมดุลจะปรับตัวโดยการเลื่อนไปทางขวา และค่าคงที่สมดุลเท่าเดิม

- การลดอุณหภูมิทั้งปฏิกิริยาคายความร้อนและคายความร้อน สมดุลจะปรับตัวโดยการเลื่อนไปทางซ้าย และค่าคงที่สมดุลเท่าเดิม

มโนทัศน์ที่ถูกต้อง คือ

- การรบกวนความดัน มีผลเฉพาะสภาวะแก๊สเท่านั้น และการเพิ่มความดัน สมดุลปรับตัวโดยการเลื่อนไปทางโมลแก๊สที่น้อยกว่า และการลดความดัน สมดุลปรับตัวโดยการเลื่อนไปทางโมลแก๊สที่มากกว่า

- การเติมตัวเร่งไม่ผลต่อสภาวะสมดุล

- การเพิ่มอุณหภูมิ

ปฏิกิริยาคายความร้อน สมดุลจะปรับตัวโดยการเลื่อนไปทางขวา ค่าคงที่สมดุลเพิ่มขึ้น

ปฏิกิริยาคายความร้อน สมดุลจะปรับตัวโดยการเลื่อนไปทางซ้าย ค่าคงที่สมดุลลดลง

- การลดอุณหภูมิ

ปฏิกิริยาคายความร้อน สมดุลจะปรับตัวโดยการเลื่อนไปทางซ้าย ค่าคงที่สมดุลลดลง

ปฏิกิริยาคายความร้อน สมดุลจะปรับตัวโดยการเลื่อนไปทางขวา ค่าคงที่สมดุลเพิ่มขึ้น

3.2 ใช้หลักเลอชาเตอลิเอนในการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อสมดุลของระบบถูกรบกวนสมดุลได้

ส่วนที่ 2 ผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ

2.1 ผู้วิจัยนำผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในวิชาเคมีมาสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (ข้อสอบปลายเปิด) โดยระดับที่ 1 คือ เนื้อหา เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และระดับที่ 2 คือ

เหตุผลของคำตอบในระดับแรก เป็นการเขียนตอบ จำนวน 40 ข้อ จากนั้นนำข้อสอบที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา หรือความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน แล้วนำมาใช้สำรวจความคิดเห็นที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมีกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (ข้อสอบปลายเปิด) พบว่า แบบสอบวินิจฉัยสองระดับทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 และผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การนำแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ เพื่อสำรวจความคิดเห็นที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมีจำนวน 40 ข้อไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านเรียนเรื่อง สมดุลเคมีมาแล้วจำนวน 30 คน และคัดเลือกนักเรียนมาสัมภาษณ์จำนวน 6 คน แบ่งเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 2 คน โดยให้นักเรียนบอกเหตุผลในการเลือกคำตอบข้อนั้น เพื่อนำมาหาข้อบกพร่องที่ถูกต้องและข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนเพิ่มเติมแล้วนำไปพัฒนาเป็นตัวลงในแบบสอบวินิจฉัยในข้อที่คลาดเคลื่อนสามารถมีระดับความมั่นใจแตกต่างกันต่อไป

2.3 นำแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ มาหาคุณสมบัติทางจิตมิติ พบว่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ .880 ค่าความยากอยู่ในช่วง 0.200-0.730 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.230-0.760 ผู้วิจัยจึงเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีความยากและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ มาพัฒนาเป็นแบบสอบวินิจฉัยในข้อที่คลาดเคลื่อนสามารถมีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ
ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ

ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจ จำแนก	ข้อที่	ค่าความยาก	ค่าอำนาจ จำแนก
1	0.867	0.451	21	0.284	0.132
2	0.684	-0.145	22	0.434	0.617
3	0.567	0.366	23	0.567	0.769
4	0.400	0.411	24	0.250	0.399
5	0.384	0.087	25	0.200	0.435
6	0.917	0.296	26	0.550	0.258
7	0.417	0.621	27	0.634	0.687
8	0.584	0.485	28	0.650	0.583
9	0.850	0.001	29	0.400	0.354
10	0.567	0.473	30	0.500	0.525
11	0.584	0.373	31	0.667	0.625
12	0.734	0.002	32	0.300	0.455
13	0.934	0.331	33	0.634	0.491
14	0.750	0.300	34	0.700	0.423
15	0.784	0.588	35	0.600	0.437
16	0.600	0.459	36	0.450	0.683
17	0.734	0.758	37	0.417	0.319
18	0.284	0.554	38	0.734	0.637
19	0.450	0.557	39	0.250	0.363
20	0.367	0.698	40	0.584	0.226

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบ วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี

ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบผู้วิจัย
นำเสนอรายละเอียดไว้ในขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 4 ขั้นตอน ดังนี้

การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี เมื่อใช้ระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

1. การสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี
ที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

1.1 การสร้างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความ
มั่นใจแตกต่างกัน ทั้งหมด 3 ฉบับ ซึ่งสร้างจากข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนใน
ขั้นตอนที่ 2 แล้วนำมาพัฒนาเป็นแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับจำนวน 30
ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4
ตัวเลือก ส่วนที่ 2 คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียน
ตอบอีก 1 ตัวเลือก (Arslan et al, 2012; Caleon and Subramaniam, 2010; George, 2017;
Kirbulut, 2014; มนัสสิริ อินทรวาท และศิริชัย กาญจนวาสี, 2559; เลิศบุษยา ไทยเจริญ และวรรณิ
แกมเกตุ, 2558; ธนบดี อินหาดกรวด และณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2560) และส่วนที่ 3 คำถามระดับ
ความมั่นใจ (confident tier) โดยแบบสอบทั้งสามฉบับมีส่วนที่ 1 คำถามระดับเนื้อหา (content
tier) และส่วนที่ 2 คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เหมือนกัน แตกต่างกันที่ส่วนที่ 3 คำถาม
ระดับความมั่นใจ (confident tier) ซึ่งฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ได้แก่ มั่นใจ และไม่
มั่นใจ (Anwar et al., 2019; Arslan et al., 2012; Dusica et al., 2016; Kahraman, 2019;
Prodjosantoso et al., 2019; Taslidere, 2016) (Sari et al., 2019) ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ
4 ระดับ ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ และมั่นใจมาก (Sari et al., 2019) และฉบับที่ 3 มีระดับความ
มั่นใจ 6 ระดับ ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจมาก, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก และมั่นใจที่สุด (Caleon and
Subramaniam, 2010; George, 2017; ธนบดี อินหาดกรวด และณัฏฐภรณ์ หลาวทอง, 2560)
โดยแผนผังแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี เป็นดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แผนผังแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง 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	1-30	30	100

1.2 ผลการวินิจัยและการจัดกลุ่มนักเรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบแบบสอบวินิจัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 การจัดกลุ่มนักเรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบแบบสอบวินิจัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ

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 ญัฐภรณ์ หลาวทอง., 2563)

ผลการวินิจฉัยและการจัดกลุ่มนักเรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบแบบสอบถาม
วินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การจัดกลุ่มนักเรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบแบบสอบถามวินิจฉัยสาม
ระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ

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

ผลการวินิจฉัยและการจัดกลุ่มนักเรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบแบบสอบถาม
วินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 การจัดกลุ่มนักเรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบแบบสอบถามวินิจฉัยสามฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ

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

2. การตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของแบบสอบถามวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมีจำนวน 30 ข้อ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยใช้ดัชนี IOC (ดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับข้อคำถาม)

3. การทดลองใช้แบบสอบถามวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี

นำแบบสอบถามวิจัยในทัศนคติที่คลาดเคลื่อนสามระดับจำนวน 30 ข้อ ที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันจำนวนสามฉบับ โดยฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ และฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผ่านเรียนเรื่อง สมดุลเคมีมาแล้วฉบับละ 60 คน แบ่งเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 20 คน

4. การตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติทั้งด้านความตรงและความเที่ยง

ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติ เป็นดังนี้

4.1 ความยากและอำนาจจำแนก

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวิจัยสามระดับฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ของการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า การทดสอบครั้งที่ 1 มีความยากเฉลี่ยเท่ากับ 0.342 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.199 และการทดสอบครั้งที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1 มีความยากเฉลี่ยเท่ากับ 0.264 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.044 ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามวิจัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

ข้อที่	การทดสอบครั้งที่ 1		การทดสอบครั้งที่ 2	
	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.434	0.329	0.409	0.116
2	0.350	0.256	0.259	-0.071
3	0.325	-0.023	0.275	-0.008
4	0.217	0.080	0.284	-0.080
5	0.467	0.249	0.209	0.103
6	0.450	0.206	0.300	0.075
7	0.542	0.536	0.134	-0.143
8	0.340	-0.008	0.325	-0.034
9	0.484	0.454	0.267	0.214
10	0.467	0.483	0.234	0.240

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ข้อที่	การทดสอบครั้งที่ 1		การทดสอบครั้งที่ 2	
	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
11	0.409	0.472	0.217	0.056
12	0.325	0.361	0.242	0.107
13	0.359	0.158	0.242	0.231
14	0.250	0.208	0.259	0.062
15	0.317	-0.295	0.292	0.160
16	0.259	0.046	0.225	0.082
17	0.334	0.225	0.225	-0.003
18	0.284	0.072	0.200	-0.011
19	0.375	0.196	0.325	0.182
20	0.242	0.317	0.300	0.010
21	0.375	0.127	0.342	0.171
22	0.300	-0.004	0.225	-0.214
23	0.275	0.220	0.259	0.013
24	0.325	0.017	0.242	0.060
25	0.259	0.391	0.225	-0.158
26	0.292	0.242	0.309	-0.104
27	0.284	0.329	0.300	-0.043
28	0.267	0.256	0.259	-0.025
29	0.340	-0.023	0.285	0.148
30	0.325	0.080	0.260	0.181
ค่าเฉลี่ย	0.342	0.199	0.264	0.044

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบวินิจัยสามระดับฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ของการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า การทดสอบครั้งที่ 1 มีความยากเฉลี่ยเท่ากับ 0.578 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.156 และการทดสอบครั้งที่ 2

การทดสอบครั้งที่ 1 มีความยากเฉลี่ยเท่ากับ 0.588 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.117
 ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ
 ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

ข้อที่	การทดสอบครั้งที่ 1		การทดสอบครั้งที่ 2	
	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.869	0.071	0.883	0.036
2	0.443	0.377	0.450	0.208
3	0.738	0.237	0.750	0.218
4	0.738	0.217	0.750	0.106
5	0.640	0.249	0.650	0.196
6	0.558	0.255	0.567	0.252
7	0.722	0.253	0.733	0.235
8	0.540	0.001	0.550	-0.070
9	0.656	0.215	0.667	0.314
10	0.656	0.219	0.667	0.301
11	0.590	0.334	0.600	0.472
12	0.722	0.168	0.733	0.141
13	0.689	0.237	0.700	0.322
14	0.492	0.025	0.500	0.164
15	0.558	0.119	0.567	0.056
16	0.443	0.040	0.450	0.217
17	0.525	0.093	0.533	0.028
18	0.558	-0.051	0.567	-0.300
19	0.410	0.248	0.417	0.166
20	0.574	0.184	0.583	0.022
21	0.738	0.085	0.750	0.257

ตารางที่ 18 (ต่อ)

ข้อที่	การทดสอบครั้งที่ 1		การทดสอบครั้งที่ 2	
	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
22	0.525	-0.222	0.533	0.074
23	0.541	0.369	0.550	0.099
24	0.574	0.299	0.583	-0.093
25	0.459	0.102	0.467	-0.233
26	0.459	0.175	0.467	0.091
27	0.541	-0.171	0.550	0.261
28	0.525	-0.039	0.533	0.119
29	0.490	0.273	0.500	-0.047
30	0.375	0.316	0.380	-0.099
ค่าเฉลี่ย	0.578	0.156	0.588	0.117

ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบวินิจัยสามระดับฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ของการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า การทดสอบครั้งที่ 1 มีความยากเฉลี่ยเท่ากับ 0.330 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.003 และการทดสอบครั้งที่ 2 การทดสอบครั้งที่ 1 มีความยากเฉลี่ยเท่ากับ 0.599 และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยเท่ากับ 0.152 ดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

ข้อที่	การทดสอบครั้งที่ 1		การทดสอบครั้งที่ 2	
	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
1	0.378	-0.011	0.930	0.015
2	0.284	-0.086	0.517	0.080
3	0.361	0.045	0.667	0.201
4	0.338	0.119	0.600	0.341
5	0.323	-0.084	0.633	0.298
6	0.348	0.092	0.633	0.140
7	0.360	0.122	0.750	0.424
8	0.336	0.065	0.517	0.291
9	0.310	-0.070	0.667	0.029
10	0.307	-0.031	0.833	0.316
11	0.338	0.142	0.600	0.091
12	0.350	-0.039	0.700	0.383
13	0.314	0.039	0.683	0.028
14	0.320	-0.050	0.600	0.177
15	0.312	-0.338	0.567	0.108
16	0.298	0.031	0.567	0.158
17	0.223	0.110	0.383	0.379
18	0.347	-0.082	0.300	-0.211
19	0.351	-0.128	0.500	0.039
20	0.279	0.040	0.583	0.222
21	0.350	0.015	0.650	0.292
22	0.372	-0.035	0.517	0.021
23	0.307	0.148	0.633	0.239
24	0.384	-0.002	0.550	0.155

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ข้อที่	การทดสอบครั้งที่ 1		การทดสอบครั้งที่ 2	
	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความยาก	ค่าอำนาจจำแนก
25	0.362	0.032	0.483	0.082
26	0.368	0.199	0.617	0.220
27	0.297	0.058	0.567	-0.082
28	0.337	-0.032	0.717	-0.015
29	0.348	0.476	0.517	0.094
30	0.284	-0.069	0.483	0.049
ค่าเฉลี่ย	0.330	0.003	0.599	0.152

4.2 ด้านความตรง

4.2.1 ความตรงเชิงเนื้อหา

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาแบบสอบวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี โดยใช้ดัชนี IOC พบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามระดับทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 และผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

4.2.2 ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์

การวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี ที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน จำนวน 3 ฉบับ เมื่อนำไปใช้กับตัวอย่างวิจัยฉบับละ 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนกลุ่มละ 20 คน แล้วนำผลการวินิจฉัยมาวิเคราะห์หาค่าสัมพัทธ์ที่คลาดเคลื่อนและจัดกลุ่มนักเรียนตามกลุ่มต่าง ๆ ได้ ดังนี้

การวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวมฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ เพื่อจัดกลุ่มนักเรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยทำการทดสอบซ้ำครั้งที่ 2 เว้นระยะห่าง 2 สัปดาห์จากการทดสอบครั้งที่ 1 ซึ่งหากพิจารณาฐานนิยมของผลการวินิจฉัยรายข้อแต่ละมโนทัศน์หลักจะทำให้ทราบถึงภาพรวมของผลการวินิจฉัยแต่ละมโนทัศน์หลัก

ผลการวินิจฉัยชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 1 ครั้งที่ 1 พบว่า มโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 80.00 มโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ

ละ 81.67 มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 83.33 และผลการวินิจฉัยภาพรวม นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 85.00 ดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 จำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของนักเรียนในแต่ละกลุ่มเมื่อจำแนกแต่ละมโนทัศน์หลัก ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ครั้งที่ 1

กลุ่ม ที่	ประเภทของกลุ่ม	ผลการวินิจฉัยตามมโนทัศน์หลัก			ผลการ วินิจฉัย ภาพรวม (คน)
		1. สภาวะ สมดุล (คน)	2. ค่าคงที่ สมดุล (คน)	3. ปัจจัยที่ มีผลต่อ สมดุล (คน)	
1	มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC)	2 (3.33%)	2 (3.33%)	3 (5.00%)	3 (5.00%)
2	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ ผิด เชิงบวก (FP)	4 (6.67%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
3	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ ผิด เชิงลบ (FN)	1 (1.67%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
4	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC)	10 (16.67%)	9 (15.00%)	7 (11.67%)	6 (10.00%)
5	เดาคำตอบถูก หรือขาดความ มั่นใจ (LC)	1 (1.67%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
6	ขาดความรู้ (LK)	42 (70.00%)	49 (81.67%)	50 (83.33%)	51 (85.00%)
รวม		60 (100%)	60 (100%)	60 (100%)	60 (100%)

ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 1 ครั้งที่ 2 พบว่า มโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK)

คิดเป็นร้อยละ 65.00 มโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 80.00 มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 76.67 และผลการวินิจฉัยภาพรวม นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 78.33 ดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 จำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของนักเรียนในแต่ละกลุ่มเมื่อจำแนกแต่ละมโนทัศน์หลักฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ครั้งที่ 2

กลุ่ม ที่	ประเภทของกลุ่ม	ผลการวินิจฉัยตามมโนทัศน์หลัก			ผลการ วินิจฉัย ภาพรวม (คน)
		1. สภาวะ สมดุล (คน)	2. ค่าคงที่ สมดุล (คน)	3. ปัจจัยที่ มีผลต่อ สมดุล (คน)	
1	มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC)	5 (8.33%)	0 (0.00%)	1 (1.67%)	1 (1.67%)
2	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ ผิด เชิงบวก (FP)	1 (1.67%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
3	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ ผิด เชิงลบ (FN)	4 (6.67%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
4	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC)	11 (18.33%)	12 (20.00%)	12 (20.00%)	12 (20.00%)
5	เดาคำตอบถูก หรือขาดความ มั่นใจ (LC)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
6	ขาดความรู้ (LK)	35 (65.00%)	48 (80.00%)	47 (78.33%)	47 (78.33%)
รวม		60 (100%)	60 (100%)	60 (100%)	60 (100%)

ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ครั้งที่ 1 พบว่า มโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 81.67 มโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 90.00 มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 93.33 และผลการวินิจฉัยภาพรวม นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 55.00 ดังตารางที่ 22

ตารางที่ 22 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ครั้งที่ 1

กลุ่ม ที่	ประเภทของกลุ่ม	ผลการวินิจฉัยตามมโนทัศน์หลัก			ผลการ วินิจฉัย ภาพรวม (คน)
		1. สภาวะ สมดุล (คน)	2. ค่าคงที่ สมดุล (คน)	3. ปัจจัยที่ มีผลต่อ สมดุล (คน)	
1	มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC)	3 (5.00%)	1 (1.67%)	0 (0.00%)	1 (1.67%)
2	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ ผิด เชิงบวก (FP)	2 (3.33%)	1 (1.67%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
3	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ ผิด เชิงลบ (FN)	0 (0.00%)	2 (3.33%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
4	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC)	6 (10.00%)	2 (3.33%)	3 (5.00%)	2 (3.33%)
5	เดาคำตอบถูก หรือขาดความ มั่นใจ (LC)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	1 (1.67%)	0 (0.00%)
6	ขาดความรู้ (LK)	49 (81.67%)	54 (90.00%)	56 (93.33%)	57 (95.00%)
รวม		60 (100%)	60 (100%)	60 (100%)	60 (100%)

ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ครั้งที่ 2 พบว่า มโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 81.67 มโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 88.33 มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 93.33 และผลการวินิจฉัยภาพรวม นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 88.33 ดังตารางที่ 23

ตารางที่ 23 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ครั้งที่ 2

กลุ่ม ที่	ประเภทของกลุ่ม	ผลการวินิจฉัยตามมโนทัศน์หลัก			ผลการ วินิจฉัย ภาพรวม (คน)
		1. สภาวะ สมดุล (คน)	2. ค่าคงที่ สมดุล (คน)	3. ปัจจัยที่ มีผลต่อ สมดุล (คน)	
1	มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC)	2 (3.33%)	1 (1.67%)	1 (1.67%)	1 (1.67%)
2	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ ผิด เชิงบวก (FP)	1 (1.67%)	1 (1.67%)	1 (1.67%)	0 (0.00%)
3	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ ผิด เชิงลบ (FN)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
4	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC)	7 (11.67%)	5 (8.33%)	2 (3.33%)	6 (10.00%)
5	เดาคำตอบถูก หรือขาดความ มั่นใจ (LC)	1 (1.67%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
6	ขาดความรู้ (LK)	49 (81.67%)	53 (88.33%)	56 (93.33%)	53 (88.33%)
รวม		60 (100%)	60 (100%)	60 (100%)	60 (100%)

ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ครั้งที่ 1 พบว่า มโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 90.00 มโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 98.33 มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 93.33 และผลการวินิจฉัยภาพรวม นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 98.33 ดังตารางที่ 24

ตารางที่ 24 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ครั้งที่ 1

กลุ่ม ที่	ประเภทของกลุ่ม	ผลการวินิจฉัยตามมโนทัศน์หลัก			ผลการ วินิจฉัย ภาพรวม (คน)
		1. สภาวะ สมดุล (คน)	2. ค่าคงที่ สมดุล (คน)	3. ปัจจัยที่มีผลต่อ สมดุล (คน)	
1	มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
2	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ ผิด เชิงบวก (FP)	1 (1.67%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
3	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ ผิด เชิงลบ (FN)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
4	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC)	3 (5.00%)	1 (1.67%)	3 (5.00%)	1 (1.67%)
5	เดาคำตอบถูก หรือขาดความ มั่นใจ (LC)	2 (3.33%)	0 (0.00%)	1 (1.67%)	0 (0.00%)
6	ขาดความรู้ (LK)	54 (90.00%)	59 (98.33%)	56 (93.33%)	59 (98.33%)
รวม		60 (100%)	60 (100%)	60 (100%)	60 (100%)

ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 3 ระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ครั้งที่ 2 พบว่า มโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 76.67 มโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 93.33 มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 86.67 และผลการวินิจฉัยภาพรวม นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 88.33 ดังตารางที่ 25

ตารางที่ 25 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 3 ระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ครั้งที่ 2

กลุ่ม ที่	ประเภทของกลุ่ม	ผลการวินิจฉัยตามมโนทัศน์หลัก			ผลการ วินิจฉัย ภาพรวม (คน)
		1. สภาวะ สมดุล (คน)	2. ค่าคงที่ สมดุล (คน)	3. ปัจจัยที่ มีผลต่อ สมดุล (คน)	
1	มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC)	3 (5.00%)	0 (0.00%)	1 (1.67%)	2 (3.33%)
2	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ ผิด เชิงบวก (FP)	2 (3.33%)	2 (3.33%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
3	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ ผิด เชิงลบ (FN)	0 (0.00%)	1 (1.67%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
4	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC)	7 (11.67%)	1 (1.67%)	7 (11.67%)	5 (8.33%)
5	เดาคำตอบถูก หรือขาดความ มั่นใจ (LC)	2 (3.33%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
6	ขาดความรู้ (LK)	46 (76.67%)	56 (93.33%)	52 (86.67%)	53 (88.33%)
รวม		60 (100%)	60 (100%)	60 (100%)	60 (100%)

การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับภาพรวม เพื่อจัดกลุ่มนักเรียนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ซึ่งหากพิจารณาฐานนิยมของผลการวินิจฉัยแต่ละมโนทัศน์หลักจะทำให้ทราบถึงภาพรวมของผลการวินิจฉัยทั้งหมด และเมื่อพิจารณาจำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของนักเรียนฉบับที่ 1 ครั้งที่ 1 พบว่าผลการวินิจฉัยที่มากที่สุดคือ นักเรียนขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 85.00 รองลงมาคือ นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) คิดเป็นร้อยละ 10.00 นักเรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC) คิดเป็นร้อยละ 5.00 และไม่มีนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงบวก (FP), มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงลบ (FN) และเดาคำตอบถูก หรือขาดความมั่นใจ (LC)

เมื่อพิจารณาจำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของนักเรียนฉบับที่ 1 ครั้งที่ 2 พบว่าผลการวินิจฉัยที่มากที่สุดคือ นักเรียนขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 78.33 รองลงมาคือ นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) คิดเป็นร้อยละ 20.00 นักเรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC) คิดเป็นร้อยละ 1.67 และไม่มีนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงบวก (FP), มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงลบ (FN) และเดาคำตอบถูก หรือขาดความมั่นใจ (LC) ดังตารางที่ 26

ตารางที่ 26 จำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของนักเรียนในแต่ละกลุ่มตามมโนทัศน์ ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ

กลุ่มที่	ประเภทของกลุ่ม	การทดสอบครั้งที่ 1			การทดสอบครั้งที่ 2		
		จำนวน	ร้อยละ	อันดับ	จำนวน	ร้อยละ	อันดับ
1	มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC)	3	5.00	3	1	1.67	3
2	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงบวก (FP)	0	0.00	4	0	0.00	4
3	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงลบ (FN)	0	0.00	4	0	0.00	4

ตารางที่ 26 (ต่อ)

กลุ่มที่	ประเภทของกลุ่ม	การทดสอบครั้งที่ 1			การทดสอบครั้งที่ 2		
		จำนวน	ร้อยละ	อันดับ	จำนวน	ร้อยละ	อันดับ
4	มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน (MC)	6	10.00	2	12	20.00	2
5	เดาคำตอบถูก หรือขาด ความมั่นใจ (LC)	0	0.00	4	0	0.00	4
6	ขาดความรู้ (LK)	51	85.00	1	47	78.33	1
รวม		60	100		60	100	

การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับภาพรวม เมื่อพิจารณาจำนวนและร้อยละ การวินิจฉัยของนักเรียนฉบับที่ 2 ครั้งที่ 1 พบว่าผลการวินิจฉัยที่มากที่สุดคือ นักเรียนขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 95.00 รองลงมาคือ นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) คิดเป็นร้อยละ 3.33 นักเรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC) คิดเป็นร้อยละ 1.67 และไม่มีนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงบวก (FP), มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงลบ (FN) และเดาคำตอบถูก หรือขาดความมั่นใจ (LC)

เมื่อพิจารณาจำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของนักเรียนฉบับที่ 2 ครั้งที่ 2 พบว่าผลการวินิจฉัยที่มากที่สุดคือ นักเรียนขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 88.33 รองลงมาคือ นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) คิดเป็นร้อยละ 10.00 นักเรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC) คิดเป็นร้อยละ 1.67 และไม่มีนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงบวก (FP), มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงลบ (FN) และเดาคำตอบถูก หรือขาดความมั่นใจ (LC) ดังตารางที่ 27

ตารางที่ 27 จำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของนักเรียนในแต่ละกลุ่มตามมโนทัศน์ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ

กลุ่มที่	ประเภทของกลุ่ม	การทดสอบครั้งที่ 1			การทดสอบครั้งที่ 2		
		จำนวน	ร้อยละ	อันดับ	จำนวน	ร้อยละ	อันดับ
1	มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC)	1	1.67	3	1	1.67	3
2	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงบวก (FP)	0	0.00	4	0	0.00	4
3	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงลบ (FN)	0	0.00	4	0	0.00	4
4	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC)	2	3.33	2	6	10.00	2
5	เดาคำตอบถูก หรือขาดความมั่นใจ (LC)	0	0.00	4	0	0.00	4
6	ขาดความรู้ (LK)	57	95.00	1	53	88.33	1
รวม		60	100		60	100	

การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับภาพรวม เมื่อพิจารณาจำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของนักเรียนฉบับที่ 3 ครั้งที่ 1 พบว่าผลการวินิจฉัยที่มากที่สุดคือ นักเรียนขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 98.33 รองลงมาคือ นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) คิดเป็นร้อยละ 1.67 และไม่มีนักเรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC), นักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงบวก (FP), มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงลบ (FN) และเดาคำตอบถูก หรือขาดความมั่นใจ (LC)

เมื่อพิจารณาจำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของนักเรียนฉบับที่ 3 ครั้งที่ 3 พบว่าผลการวินิจฉัยที่มากที่สุดคือ นักเรียนขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 88.33 รองลงมาคือ นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) คิดเป็นร้อยละ 8.33 นักเรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC) คิดเป็นร้อยละ

ละ 3.33 และไม่มีนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงบวก (FP), มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงลบ (FN) และเดาคำตอบถูก หรือขาดความมั่นใจ (LC) ดังตารางที่ 28

ตารางที่ 28 จำนวนและร้อยละการวินิจฉัยของนักเรียนในแต่ละกลุ่มตามมโนทัศน์ ฉบับที่ 3 ที่มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ

กลุ่มที่	ประเภทของกลุ่ม	การทดสอบครั้งที่ 1			การทดสอบครั้งที่ 2		
		จำนวน	ร้อยละ	อันดับ	จำนวน	ร้อยละ	อันดับ
1	มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC)	0	0.00	3	2	3.33	3
2	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงบวก (FP)	0	0.00	3	0	0.00	4
3	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงลบ (FN)	0	0.00	3	0	0.00	4
4	มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC)	1	1.67	2	5	8.33	2
5	เดาคำตอบถูก หรือขาดความมั่นใจ (LC)	0	0.00	4	0	0.00	4
6	ขาดความรู้ (LK)	59	98.33	1	53	88.33	1
	รวม	60	100		60	100	

จากวิเคราะห์ผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี ที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธภาพโดยเกณฑ์ที่ใช้ คือ ผลการวินิจฉัยจากการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (Think aloud) โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างวิจัยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายทั้งหมด 90 คน ซึ่งแบ่งเป็นการทดสอบครั้งละ 45 คน จำนวน 2 ครั้ง แต่ละครั้งใช้กลุ่มตัวอย่างวิจัยฉบับละ 15 คน แบ่งเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนกลุ่มละ 5 คน ซึ่งการจัดกลุ่มการสัมภาษณ์โดยใช้

เทคนิคการคิดออกเสียงกับผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัย สามารถจัดกลุ่มนักเรียนได้ดังตารางที่ 29

ตารางที่ 29 การจำแนกประเภทนักเรียนตามความเป็นไปได้ทั้งหมดในการตอบแบบสอบวินิจฉัยและแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง

กลุ่มที่	แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ	แบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง
1	- มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC)	- มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (SC)
2	- มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงบวก (FP) - มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงลบ (FN) - มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC)	- มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC)
3	- เดาคำตอบถูก หรือขาดความมั่นใจ (LC)	- เดาคำตอบถูก หรือขาดความมั่นใจ (LC)
4	- ขาดความรู้ (LK)	- ขาดความรู้ (LK)

(กมลวรรณ รอดพันธ์ และ ญัฐสุภรณ์ หลาวทอง, 2563)

ผลการวิเคราะห์ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์โดยเกณฑ์ที่โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับเปรียบเทียบกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงครั้งที่ 1 พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 7 คน ผลการวินิจฉัยตรงกันมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 4 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 5 คน รองลงมาคือกลุ่มที่ 1 มีความรู้วิทยาศาสตร์ (SC) จำนวน 1 คน และกลุ่มที่ 4 มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 1 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์เท่ากับ .519 แสดงว่าผลการวินิจฉัยมีระดับความสัมพันธ์กันปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 30

ตารางที่ 30 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ครั้งที่ 1

	ผลการสัมภาษณ์						ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	รวม	.519*
แบบสอบฉบับที่ 1	กลุ่มที่ 1	1	0	0	1	2	
	กลุ่มที่ 2	0	1	0	3	4	
	กลุ่มที่ 3	0	0	0	0	0	
	กลุ่มที่ 4	0	3	1	5	9	
	รวม	1	4	2	9	15	

* $p < .05$

ผลการวิเคราะห์ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์โดยเกณฑ์ที่โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ครั้งที่ 2 พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 9 คน ผลการวินิจฉัยตรงกันมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 4 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 8 คน รองลงมาคือ กลุ่มที่ 1 มีความรู้วิทยาศาสตร์ (SC) จำนวน 1 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์เท่ากับ .730 แสดงว่าผลการวินิจฉัยมีระดับความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตาราง 31

ตารางที่ 31 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบถามวินิจฉัยสามระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ครั้งที่ 2

	ผลการสัมภาษณ์						ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	รวม	.730*
แบบ สอบ ฉบับที่ 1	กลุ่มที่ 1	1	0	0	0	1	
	กลุ่มที่ 2	0	0	0	2	2	
	กลุ่มที่ 3	0	0	0	0	0	
	กลุ่มที่ 4	0	3	1	8	12	
	รวม	1	3	1	10	15	

* $p < .05$

ผลการวิเคราะห์ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์โดยเกณฑ์ที่โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบถามวินิจฉัยสามระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ครั้งที่ 1 พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 12 คน ผลการวินิจฉัยตรงกันมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 4 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 9 คน รองลงมาคือ กลุ่มที่ 2 มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 2 คน และกลุ่มที่ 1 มีความรู้วิทยาศาสตร์ (SC) จำนวน 1 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบถามวินิจฉัยฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์เท่ากับ .842 แสดงว่าผลการวินิจฉัยมีระดับความสัมพันธ์กันสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ครั้งที่ 1

	ผลการสัมภาษณ์						ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	รวม	.842*
แบบสอบฉบับที่ 1	กลุ่มที่ 1	1	0	0	0	1	
	กลุ่มที่ 2	0	2	0	0	2	
	กลุ่มที่ 3	0	0	0	0	0	
	กลุ่มที่ 4	0	2	1	9	12	
	รวม	1	4	1	9	15	

* $p < .05$

ผลการวิเคราะห์ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์โดยเกณฑ์ที่โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ครั้งที่ 2 พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 7 คน ผลการวินิจฉัยตรงกันมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 4 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 6 คน รองลงมาคือ กลุ่มที่ 1 มีความรู้วิทยาศาสตร์ (SC) จำนวน 1 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์เท่ากับ .774 แสดงว่าผลการวินิจฉัยมีระดับความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 33

ตารางที่ 33 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ครั้งที่ 2

	ผลการสัมภาษณ์						ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	รวม	.774*
แบบสอบฉบับที่ 1	กลุ่มที่ 1	1	0	0	0	1	
	กลุ่มที่ 2	0	0	3	3	6	
	กลุ่มที่ 3	0	0	0	0	0	
	กลุ่มที่ 4	0	1	1	6	8	
	รวม	1	1	4	9	15	

* $p < .05$

ผลการวิเคราะห์ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์โดยเกณฑ์ที่โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ครั้งที่ 1 พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 11 คน ผลการวินิจฉัยตรงกันมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 4 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 10 คน รองลงมาคือ กลุ่มที่ 2 มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 1 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์เท่ากับ .753 แสดงว่าผลการวินิจฉัยมีระดับความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 34

ตารางที่ 34 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ครั้งที่ 1

	ผลการสัมภาษณ์						ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	รวม	.753*
แบบสอบฉบับที่ 1	กลุ่มที่ 1	0	0	0	0	0	
	กลุ่มที่ 2	0	1	1	0	2	
	กลุ่มที่ 3	0	0	0	0	0	
	กลุ่มที่ 4	0	3	0	10	13	
	รวม	0	4	1	10	15	

* $p < .05$

ผลการวิเคราะห์ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์โดยเกณฑ์ที่โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับครั้งที่ 2 พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 11 คน ผลการวินิจฉัยตรงกันมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 4 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 9 คน รองลงมาคือ กลุ่มที่ 2 มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 1 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงพบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์เท่ากับ .480 แสดงว่าผลการวินิจฉัยมีระดับความสัมพัทธ์กันปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 35

ตารางที่ 35 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการ
สัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ครั้งที่ 2

	ผลการสัมภาษณ์						ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	รวม	.480*
แบบ สอบ ฉบับที่ 1	กลุ่มที่ 1	0	0	0	0	0	
	กลุ่มที่ 2	0	2	0	4	6	
	กลุ่มที่ 3	0	0	0	0	0	
	กลุ่มที่ 4	0	0	0	9	9	
	รวม	0	2	0	13	15	

*p < .05

4.3 ด้านความเที่ยง

4.3.1 ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

ผลการตรวจสอบความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบวินิจฉัยในทัศนที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และผลการวิเคราะห์ความเที่ยงแบบสอบซ้ำของแบบสอบทั้งสามฉบับ โดยใช้สถิติวิธี Intraclass Correlation โมเดล Two-way mixed effects, consistency, single rater/measurement; ICC(3,1) พบว่า ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้

ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และความเที่ยงแบบสอบซ้ำ ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับพบว่า ความเที่ยงของการทดสอบครั้งที่ 1 เท่ากับ .698 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง และครั้งที่ 2 เท่ากับ .208 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ และเมื่อพิจารณาความเที่ยงแบบสอบซ้ำมีค่าเท่ากับ -.258 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันต่ำ (ค่าติดลบ) แสดงว่าแบบสอบนี้สามารถวินิจฉัยทัศนที่ได้อย่างไม่คงที่ทางสถิติที่นัยสำคัญระดับ .05 ดังตารางที่ 36

ตารางที่ 36 ค่าความเที่ยงของแบบสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และความเที่ยงแบบสอบซ้ำ ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ

การทดสอบ	ความเที่ยงแบบสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค
ครั้งที่ 1	.698
ครั้งที่ 2	.208
ความเที่ยงแบบสอบซ้ำ ด้วยวิธี Intraclass Correlation	-.258

ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และความเที่ยงแบบสอบซ้ำ ฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับพบว่า ความเที่ยงของการทดสอบครั้งที่ 1 เท่ากับ .571 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง และครั้งที่ 2 เท่ากับ .473 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาความเที่ยงแบบสอบซ้ำมีค่าเท่ากับ .733 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูง แสดงว่าแบบสอบนี้สามารถวินิจฉัยคนที่ได้อย่างคงที่ทางสถิติที่นัยสำคัญระดับ .05 ดังตารางที่ 37

ตารางที่ 37 ค่าความเที่ยงของแบบสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และความเที่ยงแบบสอบซ้ำฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ

การทดสอบ	ความเที่ยงแบบสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค
ครั้งที่ 1	.571
ครั้งที่ 2	.473
ความเที่ยงแบบสอบซ้ำ ด้วยวิธี Intraclass Correlation	.733

ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และความเที่ยงแบบสอบซ้ำ ฉบับที่ 3 ที่มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับพบว่า ความเที่ยงของการทดสอบครั้งที่ 1 เท่ากับ .110 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ และครั้งที่ 2 เท่ากับ .528 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาความเที่ยงแบบสอบซ้ำมีค่าเท่ากับ .802

ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูงมาก แสดงว่าแบบสอบถามสามารถวินิจฉัยทัศนคติที่ได้อย่างคงที่ทางสถิติที่
นัยสำคัญระดับ .05 ดังตารางที่ 38

ตารางที่ 38 ค่าความเที่ยงของแบบสอบถามครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 และความเที่ยงแบบสอบถามซ้ำฉบับที่
3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ

การทดสอบ	ความเที่ยงแบบสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค
ครั้งที่ 1	.110
ครั้งที่ 2	.528
ความเที่ยงแบบสอบถามซ้ำ ด้วยวิธี Intraclass Correlation	.802

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบถามวินิจฉัย ทัศนคติที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน

การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบถามวินิจฉัยทัศนคติที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง
สมดุลเคมี ที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางจิตมิติของแบบ
สอบถามวินิจฉัยจำนวนสามฉบับ ที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน ซึ่งแบบสอบถามแต่ละฉบับแบ่ง
ออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
ส่วนที่ 2 คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบอีก
1 ตัวเลือก และส่วนที่ 3 คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) โดยแบบสอบถามทั้ง 3 ฉบับมีส่วนที่
1 คำถามระดับเนื้อหา (content tier) และส่วนที่ 2 คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เหมือนกัน
แตกต่างกันที่ส่วนที่ 3 คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) ซึ่งฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ
2 ระดับ ได้แก่ มั่นใจ และไม่มั่นใจ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ได้แก่ เด่า, ไม่มั่นใจ,
มั่นใจ และมั่นใจมาก และฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ได้แก่ เด่า, ไม่มั่นใจมาก, ไม่มั่นใจ,
มั่นใจ, มั่นใจมาก และมั่นใจที่สุด

ตามกรอบแนวคิดการวิจัยการตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติแบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ
ด้านความตรงและความเที่ยง โดยถ้ามีความตรงและความเที่ยงสูงกว่าถือว่าแบบสอบถามฉบับมี
คุณภาพสูงกว่า (กมลวรรณ รอดพันธ์ และ ญัฐสุภรณ์ หลาวทอง., 2563) ผลการเปรียบเทียบ

คุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน มีรายละเอียด ดังนี้

1. คุณภาพด้านความตรง

1.1 ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับ เทียบกับเกณฑ์ภายนอก คือ การวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ซึ่งใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์

1.2 ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียน ในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจ

1.3 ร้อยละของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมตรงกัน โดยพิจารณาจากค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมตรงกัน ในแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับที่มีผลการวินิจฉัยตรงกับผลการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง

2. คุณภาพด้านความเที่ยง

2.1 ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค จากคะแนนของผู้ที่มีมโนทัศน์ถูกต้องของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับแต่ละฉบับ

2.2 ความเที่ยงแบบสอบซ้ำ โดยใช้สถิติวิธี Intraclass Correlation; ICC(3,1) ซึ่งมีรายละเอียดผลการเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยง ดังนี้

1. คุณภาพด้านความตรง

1.1 ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับ เทียบกับเกณฑ์ภายนอก คือ การวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ซึ่งใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์

ผลการเปรียบเทียบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธของการวินิจฉัยโดยใช้ผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับเทียบกับผลการวินิจฉัยจากแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ครั้งที่ 1

พบว่า แบบสอบวินิจฉัยที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์สูงสุดคือ แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีค่าเท่ากับ .842 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูงมาก รองลงมาคือแบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีค่าเท่ากับ .753 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูง และแบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีค่าเท่ากับ .519 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันปานกลาง

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับเทียบกับผลการวินิจฉัยจากแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ครั้งที่ 2 พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีค่าสูงกว่าแบบสอบฉบับที่ 3 แบบสอบทั้ง 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับฉบับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบสอบฉบับอื่น ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 39

ตารางที่ 39 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์รายคู่ของความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของการวินิจฉัยโดยใช้ผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับหาความสัมพันธ์กับผลการวินิจฉัยจากแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ครั้งที่ 1

การวินิจฉัยกับการคิดออกเสียง (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ของคราเมอร์)	การวินิจฉัยกับการคิดออกเสียง (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์)	
	ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ($r=.842$)	ฉบับที่ 3 ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ($r=.753$)
ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ($r=.519$)	$p=1.000$	$p=.9937$
ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ($r=.842$)		$p=.0472^*$

* $p < .05$

ผลการเปรียบเทียบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของการวินิจฉัยโดยใช้ผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับเทียบกับผลการวินิจฉัยจากแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ครั้งที่ 2

พบว่า แบบสอบวินิจฉัยที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์สูงที่สุดคือ แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีค่าเท่ากับ .774 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูง รองลงมาคือ แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีค่าเท่ากับ .730 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูง และแบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีค่าเท่ากับ .480 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันปานกลาง

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับเทียบกับผลการวินิจฉัยจากแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิด

ออกเสียง ครั้งที่ 2 พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีค่าสูงกว่าแบบสอบฉบับที่ 3 แบบสอบทั้ง 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับและแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีค่าสูงกว่าแบบสอบฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบสอบฉบับอื่น ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 40

ตารางที่ 40 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์รายคู่ของความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของการวินิจฉัยโดยใช้ผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับหาความสัมพันธ์กับผลการวินิจฉัยจากแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ครั้งที่ 2

การวินิจฉัยกับการคิดออกเสียง (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์)	การวินิจฉัยกับการคิดออกเสียง (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์)	
	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3
	มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ($r=.774$)	มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ($r=.480$)
ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ($r=.730$)	$p=.5790$	$p=.0071^*$
ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ($r=.774$)		$p=.000^*$

* $p < .05$

1.2 ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจ

ผลการเปรียบเทียบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจของแบบสอบทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 1 พบว่า แบบสอบวินิจฉัยที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันสูงที่สุดคือ แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีค่าเท่ากับ .676 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูง รองลงมาคือแบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีค่าเท่ากับ .325 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันต่ำ

และแบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีค่าเท่ากับ .208 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันต่ำ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจของแบบสอบทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 1 พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีค่าสูงกว่าแบบสอบฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ และแบบสอบฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบสอบฉบับอื่น ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 41

ตารางที่ 41 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์รายคู่ของความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจ ครั้งที่ 1

ความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบกับระดับความมั่นใจ (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์)	ความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบกับระดับความมั่นใจ (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์)	
	ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ($r=.208$)	ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ($r=.325$)
ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ($r=.676$)	$p=.0004^*$	$p=.0003^*$
ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ($r=.208$)		$p=.7252$

* $p < .05$

ผลการเปรียบเทียบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจของแบบสอบทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 2 พบว่า แบบสอบวินิจฉัยที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันสูงที่สุดคือ แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีค่าเท่ากับ .266 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันต่ำ รองลงมาคือแบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีค่าเท่ากับ .261 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันต่ำ

และแบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีค่าเท่ากับ .000 ซึ่งไม่มีความสัมพันธ์กัน

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับเทียบกับผลการวินิจฉัยจากแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ครั้งที่ 2 พบว่า แบบสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 42

ตารางที่ 42 ผลการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์รายคู่ของความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจ ครั้งที่ 2

ความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบกับระดับความมั่นใจ (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์)	ความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบกับระดับความมั่นใจ (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์)	
	ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ($r=.261$)	ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ($r=.266$)
ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ($r=.000$)	$p=.8713$	$p=.8765$
ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ($r=.261$)		$p=.5101$

* $p < .05$

1.3 ร้อยละของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมตรงกัน โดยพิจารณาจากค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมตรงกัน ในแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับที่มีผลการวินิจฉัยตรงกับผลการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง

ผลการเปรียบเทียบและการทดสอบความแตกต่างของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมที่ตรงกันโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยเปรียบเทียบกับผลการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงของแบบสอบทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 1 พบว่า แบบสอบวินิจฉัยที่มีของผลการวินิจฉัย

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมที่ตรงกันมากที่สุดคือ แบบสอบวินิจัยฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ คิดเป็นร้อยละ 80.00 รองลงมาคือ แบบสอบวินิจัยฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ คิดเป็นร้อยละ 73.33 และแบบสอบวินิจัยฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ คิดเป็นร้อยละ 46.67 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของผลการวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมที่ตรงกันโดยใช้แบบสอบวินิจัยเปรียบเทียบกับการวินิจัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงทั้งสามฉบับพบว่า ค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p > .05$) ดังตารางที่ 43

ตารางที่ 43 ผลการเปรียบเทียบและการทดสอบความแตกต่างของผลการวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมที่ตรงกันโดยใช้แบบสอบวินิจัยเปรียบเทียบกับการวินิจัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ครั้งที่ 1

แบบสอบวินิจัย สามระดับ	ผลการวินิจัยโดยใช้แบบสอบวินิจัยสามระดับ เปรียบเทียบกับผลการวินิจัยโดยใช้เทคนิคการคิดออก เสียง		รวม
	จำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนภาพรวม ตรงกัน (คน)	จำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมไม่ ตรงกัน (คน)	
ฉบับที่ 1 มีระดับความ มั่นใจ 2 ระดับ	7 (46.67%)	8 (53.33%)	15 (100.00%)
ฉบับที่ 2 มีระดับความ มั่นใจ 4 ระดับ	12 (80.00%)	3 (20.00%)	15 (100.00%)
ฉบับที่ 3 มีระดับความ มั่นใจ 6 ระดับ	11 (73.33%)	4 (26.67%)	15 (100.00%)

ผลการเปรียบเทียบและการทดสอบความแตกต่างของผลการวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมที่ตรงกันโดยใช้แบบสอบวินิจัยเปรียบเทียบกับการวินิจัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงของแบบสอบทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 2 พบว่า แบบสอบวินิจัยที่มีของผลการวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมที่ตรงกันมากที่สุดคือ แบบสอบวินิจัยฉบับที่ 3 มีระดับความ

มั่นใจ 6 ระดับ คิดเป็นร้อยละ 73.33 รองลงมาคือ แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ คิดเป็นร้อยละ 60.00 และแบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ คิดเป็นร้อยละ 46.67 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมที่ตรงกันโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยเปรียบเทียบกับการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงทั้งสามฉบับพบว่า ค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p > .05$) ดังตารางที่ 44

ตารางที่ 44 ผลการเปรียบเทียบและการทดสอบความแตกต่างของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมที่ตรงกันโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยเปรียบเทียบกับการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ครั้งที่ 2

แบบสอบวินิจฉัย สามระดับ	ผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ เปรียบเทียบกับการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออก เสียง		รวม
	จำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนภาพรวม ตรงกัน (คน)	จำนวนนักเรียนที่มีมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมไม่ ตรงกัน (คน)	
ฉบับที่ 1 มีระดับความ มั่นใจ 2 ระดับ	9 (60.00%)	6 (40.00%)	15 (100.00%)
ฉบับที่ 2 มีระดับความ มั่นใจ 4 ระดับ	7 (46.67%)	8 (53.33%)	15 (100.00%)
ฉบับที่ 3 มีระดับความ มั่นใจ 6 ระดับ	11 (73.33%)	4 (26.67%)	15 (100.00%)

2. คุณภาพด้านความเที่ยง

2.1 ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค จากคะแนนของผู้ที่มีมโนทัศน์ถูกต้องของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับแต่ละฉบับ

ผลการเปรียบเทียบและการทดสอบความแตกต่างของความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับของ

การทดสอบครั้งที่ 1 พบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีความเที่ยงมากที่สุดคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีค่าเท่ากับ .698 อยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ อยู่ในระดับปานกลางมีค่าเท่ากับ .571 และแบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 3 ระดับ มีค่าเท่ากับ .110 อยู่ในระดับต่ำ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 1 พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีค่าสูงกว่าแบบสอบฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ และแบบสอบฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบสอบฉบับอื่น ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 45

ตารางที่ 45 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับของการทดสอบครั้งที่ 1

แบบสอบวินิจฉัย (ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาค)	แบบสอบวินิจฉัย (ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค)	
	ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ($\alpha=.571$)	ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ($\alpha=.110$)
ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ($\alpha=.698$)	p=.0903	p=.0029*
ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ($\alpha=.571$)		p=.0008*

*p < .05

ผลการเปรียบเทียบและการทดสอบความแตกต่างของความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับของการทดสอบครั้งที่ 2 พบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีความเที่ยงมากที่สุดคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีค่าเท่ากับ .528 อยู่ในระดับปานกลาง รองลงมาคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ อยู่ในระดับปานกลางมีค่า

เท่ากับ .473 และแบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 3 ระดับ มีค่าเท่ากับ .208 อยู่ในระดับต่ำ

เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 2 พบว่าแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 46

ตารางที่ 46 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่ของความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับของการทดสอบครั้งที่ 2

แบบสอบวินิจฉัย (ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของ ครอนบาค)	แบบสอบวินิจฉัย (ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค)	
	ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ($\alpha=.473$)	ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ($\alpha=.528$)
ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ($\alpha=.208$)	p=.9397	p=.9755
ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ($\alpha=.473$)		p=.9961

*p < .05

2.2 ความเที่ยงแบบสอบซ้ำ โดยใช้สถิติวิธี Intraclass Correlation; ICC(3,1) ซึ่งมีรายละเอียดผลการเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยง ดังนี้

ผลการเปรียบเทียบและการทดสอบความแตกต่างของความเที่ยงแบบสอบซ้ำโดยใช้สถิติวิธี Intraclass Correlation; ICC(3,1) ของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับของการทดสอบครั้งที่ 1 พบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีความเที่ยงมากที่สุดคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีค่าเท่ากับ .802 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูงมาก รองลงมาคือแบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีค่าเท่ากับ .733 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูง และแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีค่าเท่ากับ -.258 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันต่ำ ดังตาราง 47

ตารางที่ 47 ผลการเปรียบเทียบและการทดสอบความแตกต่างของความเที่ยงแบบสอบซ้ำโดยใช้สถิติวิธี Intraclass Correlation; ICC(3,1) ของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 1

แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ	ค่าความเที่ยงแบบสอบซ้ำโดยใช้สถิติวิธี Intraclass Correlation
ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ	-.258
ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ	.733
ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ	.802

การเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับทั้งสองครั้ง ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านความตรงและความเที่ยง (ภาพรวม) ของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับมาเปรียบเทียบกัน ครั้งที่ 1 พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับมีคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยง (ภาพรวม) สูงที่สุด ดังตารางที่ 48

ตารางที่ 48 การเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 1

รายการ	ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ	ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ	ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ
ความตรง	-	✓	-
- ความตรงตามเกณฑ์ สัมพัทธ์จากแบบสอบ วินิจัยสามระดับเทียบ กับการสัมภาษณ์โดยใช้ เทคนิคการคิดออกเสียง			
- ความตรงตามเกณฑ์ สัมพัทธ์ของ ความสัมพันธ์ระหว่าง คำตอบของนักเรียนใน ระดับเนื้อหาและเหตุผล กับคำตอบในระดับ ความมั่นใจ	✓	-	-
- ร้อยละของผลการ วินิจัยในทัศนที่ คลาดเคลื่อนภาพรวม ตรงกันเปรียบเทียบกับ การวินิจัยโดยใช้ เทคนิคการคิดออกเสียง	-	✓	-
ความเที่ยง	-	✓	✓
- แบบสอดคล้องภายใน โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอนบาค			
✓ มีคุณภาพสูงที่สุดเมื่อทดสอบความแตกต่างรายคู่			

ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านความตรงและความเที่ยง (ภาพรวม) ของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับมาเปรียบเทียบกัน ครั้งที่ 2 พบว่า แบบสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ มีค่าไม่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 49

ตารางที่ 49 การเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 2

รายการ	ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ	ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ	ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ
ความตรง	✓	✓	-
- ความตรงตามเกณฑ์ สัมพัทธ์จากแบบสอบ วินิจฉัยสามระดับเทียบ กับการสัมภาษณ์โดยใช้ เทคนิคการคิดออกเสียง			
- ความตรงตามเกณฑ์ สัมพัทธ์ของ ความสัมพันธ์ระหว่าง คำตอบของนักเรียนใน ระดับเนื้อหาและเหตุผล กับคำตอบในระดับ ความมั่นใจ	-	-	-
- ร้อยละของผลการ วินิจฉัยมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนภาพรวม ตรงกันเปรียบเทียบกับ การวินิจฉัยโดยใช้ เทคนิคการคิดออกเสียง	-	-	✓

ตารางที่ 49 (ต่อ)

รายการ	ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ	ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ	ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ
ความเที่ยง	-	-	-
- แบบทดสอบคลังภายใน โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอนบาค			
✓ มีคุณภาพสูงที่สุดเมื่อทดสอบความแตกต่างรายคู่			

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี ด้วยวิธีการสอบซ้ำ

การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี ที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน ด้วยวิธีการสอบซ้ำ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางจิตมิติของแบบสอบวินิจฉัยจำนวน 3 ฉบับ โดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับมีความแตกต่างกันที่ส่วนที่ 3 คือ คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) ซึ่งฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ได้แก่ มั่นใจ และไม่มั่นใจ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ได้แก่ เด่า, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ และ มั่นใจมาก และฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ได้แก่ เด่า, ไม่มั่นใจมาก, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก และมั่นใจที่สุด

ตามกรอบแนวคิดการวิจัยการเปรียบเทียบคุณภาพของการวินิจฉัย แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้

1. ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำ โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของครามาเออร์

2. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการวินิจฉัยในครั้งที่ 1 และ 2 โดยพิจารณาจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว (One-way ANCOVA) คะแนนเฉลี่ยผลการวินิจฉัยในครั้งที่ 1 และ 2 โดยมีตัวแปรอิสระคือ ระดับความมั่นใจ 2 4 6 ระดับ ในแบบ

สอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมี และตัวแปรร่วม (Covariate) คือ ระดับความสามารถของนักเรียน

1. ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำ โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

เมื่อนำผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนด้วยวิธีการสอบซ้ำมาวิเคราะห์หาคุณภาพภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พีของคราเมอร์โดยวินิจฉัยตามมโนทัศน์หลักจำนวน 3 มโนทัศน์ และวินิจฉัยภาพรวมของแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ

ความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พีของคราเมอร์โดยวินิจฉัยตามมโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมมูลของแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับตามมโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมมูลด้วยวิธีการสอบซ้ำ พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 52 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 6 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 52 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยทั้งสองครั้งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พีของคราเมอร์เท่ากับ .935 แสดงว่าผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับทั้งสองครั้งมีความสัมพันธ์กันสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับตามมโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมมูลด้วยวิธีการสอบซ้ำ พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 40 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 6 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 39 คน และกลุ่มที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 1 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยทั้งสองครั้งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พีของคราเมอร์เท่ากับ 1.000 แสดงว่าผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับทั้งสองครั้งมีความสัมพันธ์กันสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับตามมโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมมูลด้วยวิธีการสอบซ้ำ พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 42 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 6 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 42 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยทั้งสองครั้งพบว่า ค่า

ตารางที่ 50 (ต่อ)

ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ	ผลการ วินิจฉัยครั้งที่	ผลการวินิจฉัยครั้งที่ 2						
	1	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	รวม
	กลุ่มที่ 1	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 2	0	0	0	0	0	1	1
	กลุ่มที่ 3	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 4	0	1	0	0	0	2	3
	กลุ่มที่ 5	0	0	0	1	0	1	2
	กลุ่มที่ 6	3	1	0	6	2	42	54
	รวม	3	2	0	7	2	46	60
	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์ เท่ากับ .413*							

*p < .05

ความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์โดยวินิจฉัยตามมโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมมูลของแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 42 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 6 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 40 คน และกลุ่มที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 2 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยทั้งสองครั้งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์เท่ากับ .539 แสดงว่าผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับทั้งสองครั้งมีความสัมพันธ์กันปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับตามมโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมมูลด้วยวิธีการสอบซ้ำ พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 47 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 6 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 47 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยทั้งสองครั้งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์เท่ากับ 1.000 แสดงว่าผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับทั้งสองครั้งมีความสัมพันธ์กันสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับตามมโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมมูลด้วยวิธีการสอบซ้ำ พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 55 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 6 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 55 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากผลสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยทั้งสองครั้งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์เท่ากับ .995 แสดงว่าผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับทั้งสองครั้งมีความสัมพันธ์กันสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 51

ตารางที่ 51 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำตามมติคนที่ 2 ค่าคงที่สมดุล

ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ	ผลการ วินิจฉัยครั้งที่	ผลการวินิจฉัยครั้งที่ 2						
	1	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	รวม
	กลุ่มที่ 1	0	0	0	1	0	1	2
	กลุ่มที่ 2	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 3	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 4	0	0	0	2	0	7	9
	กลุ่มที่ 5	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 6	0	0	0	9	0	40	49
	รวม	0	0	0	12	0	48	60
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์ เท่ากับ .539*								
ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ	ผลการ วินิจฉัยครั้งที่	ผลการวินิจฉัยครั้งที่ 2						
	1	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	รวม
	กลุ่มที่ 1	0	0	0	0	0	1	1
	กลุ่มที่ 2	0	0	0	0	0	1	0
	กลุ่มที่ 3	0	0	0	0	0	2	2
	กลุ่มที่ 4	0	0	0	0	0	2	2
	กลุ่มที่ 5	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 6	1	1	0	5	0	47	54
	รวม	1	1	0	5	0	53	60
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์ เท่ากับ 1.000*								

ตารางที่ 51 (ต่อ)

ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ	ผลการ วินิจฉัยครั้งที่	ผลการวินิจฉัยครั้งที่ 2						
	1	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	รวม
	กลุ่มที่ 1	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 2	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 3	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 4	0	0	0	0	0	1	1
	กลุ่มที่ 5	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 6	0	2	1	1	0	55	59
	รวม	0	2	1	1	0	56	60
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์ เท่ากับ .995*								

*p < .05

ความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์โดยวินิจฉัยตามมโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลของแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับตามมโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลด้วยวิธีการสอบซ้ำ พบว่า ผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 42 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 6 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 40 คน และกลุ่มที่ 4 มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 2 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยทั้งสองครั้งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์เท่ากับ .367 แสดงว่าผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับทั้งสองครั้งมีความสัมพันธ์กันต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับตามมโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลด้วยวิธีการสอบซ้ำ พบว่า ผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 53 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 6 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 53 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยทั้งสองครั้งพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์เท่ากับ .403 แสดงว่าผลการวินิจฉัยโดย

ตารางที่ 52 (ต่อ)

	ผลการ วินิจฉัยครั้งที่ 1	ผลการวินิจฉัยครั้งที่ 2						
		กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	รวม
		1	2	3	4	5	6	รวม
ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ	กลุ่มที่ 1	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 2	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 3	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 4	0	1	0	0	0	2	3
	กลุ่มที่ 5	0	0	0	0	0	1	1
	กลุ่มที่ 6	1	0	0	2	0	53	0
	รวม	1	1	0	2	0	56	60
	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ เท่ากับ .403*							
ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ	กลุ่มที่ 1	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 2	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 3	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 4	0	0	0	1	0	2	3
	กลุ่มที่ 5	0	0	0	0	0	1	1
	กลุ่มที่ 6	1	0	0	6	0	49	0
	รวม	0	0	0	7	0	52	60
	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์ เท่ากับ .808*							

*p < .05

ความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำ โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์โดยวินิจฉัยมโนทัศน์ภาพรวมของแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับภาพรวม ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับด้วยวิธีการสอบซ้ำพบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 42 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 6 ขาดความรู้

(LK) จำนวน 41 คน และกลุ่มที่ 4 มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 1 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยทั้งสองครั้งโดยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์เท่ากับ .981 แสดงว่าผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับทั้งสองครั้งมีความสัมพันธ์กันสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับภาพรวม ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับด้วยวิธีการสอบซ้ำพบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 50 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 6 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 50 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยทั้งสองครั้งโดยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์เท่ากับ .935 แสดงว่าผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับทั้งสองครั้งมีความสัมพันธ์กันสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับภาพรวม ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับด้วยวิธีการสอบซ้ำพบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 53 คน ได้แก่ กลุ่มที่ 6 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 53 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยทั้งสองครั้งโดยพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์เท่ากับ .047 แสดงว่าผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับทั้งสองครั้งมีความสัมพันธ์กันต่ำมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 53

ตารางที่ 53 (ต่อ)

ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ	ผลการ วินิจฉัยครั้งที่	ผลการวินิจฉัยครั้งที่ 2						
	1	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	รวม
	กลุ่มที่ 1	0	0	0	0	0	1	1
	กลุ่มที่ 2	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 3	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 4	0	0	0	0	0	1	1
	กลุ่มที่ 5	0	0	0	0	0	0	0
	กลุ่มที่ 6	2	0	0	5	0	53	59
	รวม	2	0	0	5	0	53	60
สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์ เท่ากับ .935*								

* $p < .05$

การเปรียบเทียบคุณภาพของการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับ ได้ผลดังนี้

มโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมดุพบพบว่า แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ และฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีความสัมพันธ์กันสูงมาก และฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีความสัมพันธ์กันปานกลาง

มโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุพบพบว่า แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ และฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีความสัมพันธ์กันสูงมาก และฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีความสัมพันธ์กันปานกลาง

มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุพบพบว่า แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีความสัมพันธ์กันสูงมาก ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีความสัมพันธ์กันปานกลาง และฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีความสัมพันธ์กันต่ำ

มโนทัศน์รวมพบว่า แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ และฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีความสัมพันธ์กันสูงมาก ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีความสัมพันธ์กันปานกลาง และฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพของการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำทั้ง 3 ฉบับมาเปรียบเทียบกัน (ภาพรวม) พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีคุณภาพของการวินิจฉัย (ภาพรวม) สูงที่สุด รองลงมา คือ แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 6 มีระดับและแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ดังตารางที่ 54

ตารางที่ 54 การเปรียบเทียบคุณภาพของการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับ

ความสอดคล้อง ของผลการวินิจฉัย ด้วยวิธีการสอบซ้ำ	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์		
	ฉบับที่ 1	ฉบับที่ 2	ฉบับที่ 3
	มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ	มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ	มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ
มโนทัศน์ที่ 1	.935	1.000	.413
สภาวะสมดุล	(สัมพัทธ์สูงมาก)	(สัมพัทธ์สูงมาก)	(สัมพัทธ์ปานกลาง)
มโนทัศน์ที่ 2	.539	1.000	.995
ค่าคงที่สมดุล	(สัมพัทธ์ปานกลาง)	(สัมพัทธ์สูงมาก)	(สัมพัทธ์สูงมาก)
มโนทัศน์ที่ 3	.367	.403	.808
ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุล	(สัมพัทธ์ต่ำ)	(สัมพัทธ์ปานกลาง)	(สัมพัทธ์สูงมาก)
มโนทัศน์รวม	.981	.935	.935
	(สัมพัทธ์สูงมาก)	(สัมพัทธ์สูงมาก)	(สัมพัทธ์สูงมาก)

2. ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจในแบบสอบวินิจฉัยกับระดับความสามารถของนักเรียนที่มีผลการวินิจฉัยที่ตรงกันระหว่างแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงในครั้งที่ 1 และ 2

ผู้วิจัยเริ่มจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (two-way ANOVA) เพื่อวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจในแบบสอบวินิจฉัยกับระดับความสามารถของนักเรียนที่มีผลการวินิจฉัยที่ตรงกันระหว่างแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงในครั้งที่ 1 และ 2 จากการวิเคราะห์พบว่า ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจในแบบสอบวินิจฉัยกับระดับความสามารถของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า แบบ

สอบที่มีระดับความมั่นใจและระดับความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกันไม่ทำให้ผลการวินิจฉัยที่ตรงกันระหว่างแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงในครั้งที่ 1 และ 2 แตกต่างกัน ดังตารางที่ 55

ตารางที่ 55 ผลการวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจกับระดับความสามารถของนักเรียนที่มีผลต่อการวินิจฉัยที่ตรงกันระหว่างแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงในครั้งที่ 1 และ 2

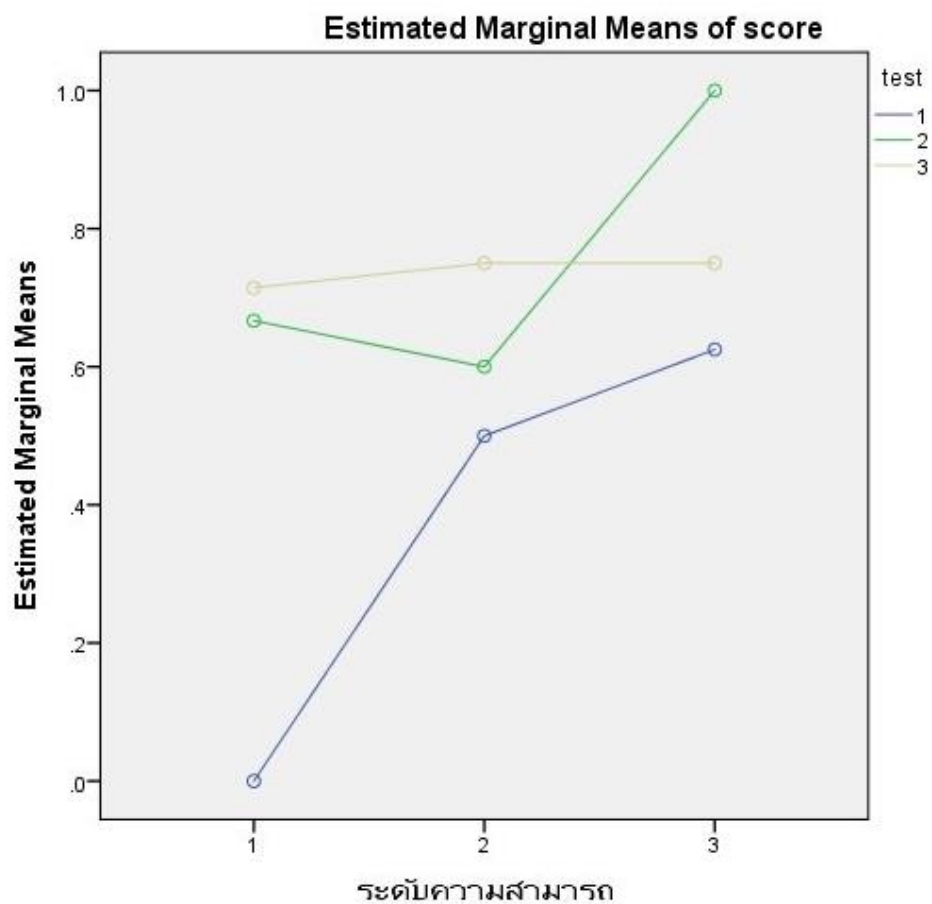
การทดสอบครั้งที่ 1					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Corrected Model	2.062	5	.412	2.026	.096
Intercept	.425	1	.425	2.089	.157
ระดับความมั่นใจ	.789	2	.393	1.931	.159
ระดับความสามารถ	.814	1	.814	3.997	.053
ระดับความมั่นใจ*ระดับ ความสามารถ	.369	2	.184	.906	.413
Error	7.938	39	.204		
Total	30.000	45			
Corrected total	10.000	44			
R Squared = 0.608 (Adjusted R Square = 0.024)					

ตารางที่ 55 (ต่อ)

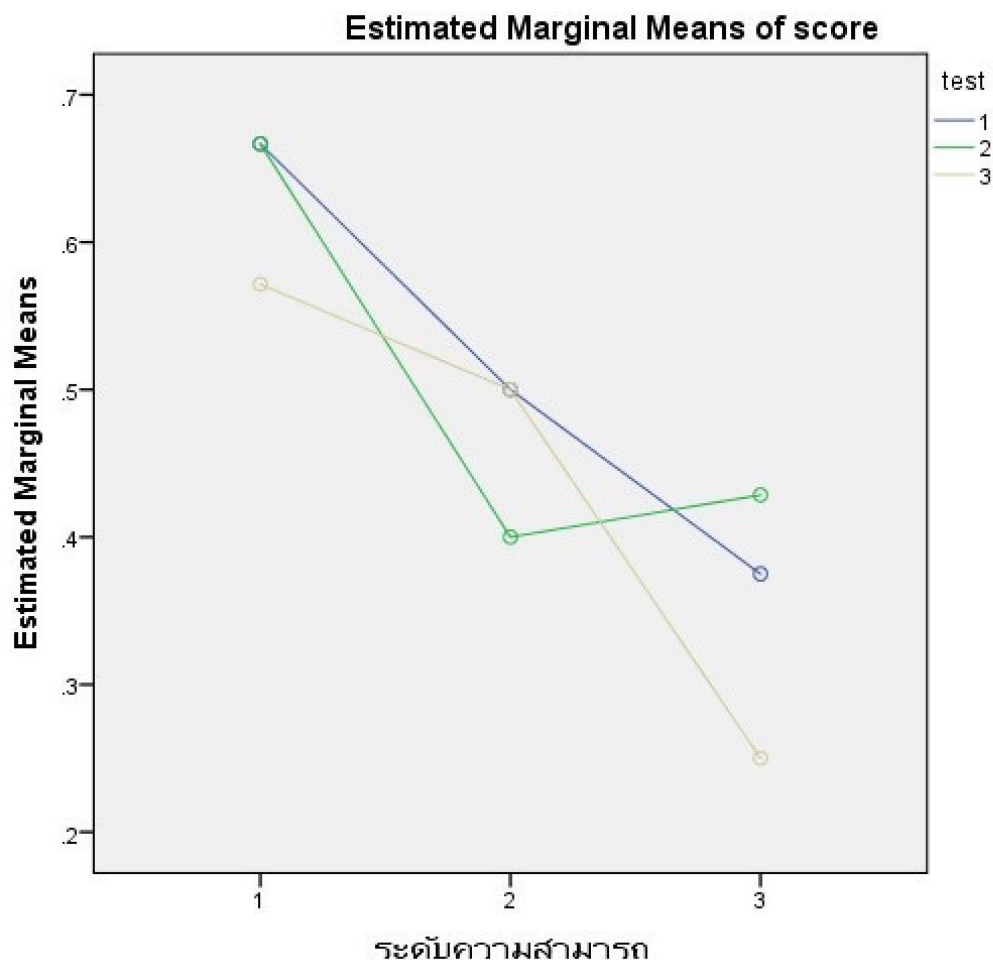
การทดสอบครั้งที่ 2					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Corrected Model	.521	1	.104	.380	.559
Intercept	2.978	5	2.978	10.876	.002
ระดับความมั่นใจ	.010	2	.005	.018	.982
ระดับความสามารถ	.492	1	.492	1.796	.188
ระดับความมั่นใจ*ระดับ ความสามารถ	.017	2	.008	.031	.969
Error	10.679	39	.274		
Total	21.000	45			
Corrected total	11.200	44			

R Squared = .169 (Adjusted R Square = .109)

เมื่อวิเคราะห์วิเคราะห์ระดับความสามารถของนักเรียนกับระดับความมั่นใจทั้ง 2 ครั้ง พบว่า การทดสอบครั้งที่ 1 แบบสอบฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ สามารถวินิจฉัยได้ดี สำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง (3) แบบสอบฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ สามารถวินิจฉัยได้ดีสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถอ่อน (1) และแบบสอบฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 3 ระดับ สามารถวินิจฉัยได้ดีสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถอ่อน (1) ระดับความสามารถปานกลาง (2) และระดับความสามารถสูง (3) ดังภาพที่ 55 สำหรับการทดสอบครั้งที่ 2 แบบสอบทั้ง 3 ฉบับ สามารถวินิจฉัยได้ดีสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ (1) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจกับระดับความสามารถของนักเรียนที่มีผลต่อการ
วินิจฉัยที่ตรงกันระหว่างแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิค
การคิดออกเสียงในครั้งที่ 1



ภาพที่ 4 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจกับระดับความสามารถของนักเรียนที่มีผลต่อการวินิจฉัยที่ตรงกันระหว่างแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงในครั้งที่ 2

จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของผลการวินิจฉัยในครั้งที่ 1 และ 2 โดยพิจารณาจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว (One-way ANCOVA) จากการวิเคราะห์พบว่า ระดับความสามารถของนักเรียนกับผลการวินิจฉัยในครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 56

แบบสอบวินิจฉัยที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้ง 3 รูปแบบ เมื่อควบคุมระดับความสามารถของนักเรียนพบว่า ระดับความสามารถของนักเรียนไม่มีผลต่อความถูกต้องของผลการวินิจฉัยทั้งการทดสอบครั้งที่ 1 และ 2

ตารางที่ 56 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียวโดยมีระดับความสามารถของนักเรียนเป็นตัวแปรร่วม

การทดสอบครั้งที่ 1					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Corrected Model	1.693	3	.564	2.785	.169
Intercept	.594	1	.564	2.782	.064
ระดับความมั่นใจ	1.180	2	.590	2.913	.124
ระดับความสามารถ	.760	1	.760	3.750	.084
Error	8.307	41	.203		
Total	30.000	45			
Corrected total	10.000	44			
R Squared = 0.608 (Adjusted R Square = 0.024)					
การทดสอบครั้งที่ 2					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Corrected Model	.504	3	.168	.644	.591
Intercept	3.104	1	3.104	11.896	.001
ระดับความมั่นใจ	.041	2	.020	.078	.925
ระดับความสามารถ	.504	1	.504	1.931	.172
Error	10.000	41	.261		
Total	21.000	45			
Corrected total	11.200	44			
R Squared = .405 (Adjusted R Square = -.025)					

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 4 ประการ ได้แก่ 1) เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน 3) เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน และ 4) เพื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวิจัยจากแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีด้วยวิธีการสอบซ้ำ

ประชากรนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร

ตัวอย่างวิจัยที่ใช้ทดลองจริง ผู้วิจัยคัดเลือกจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนศึกษานารี โรงเรียนบางมดวิทยา (สีสุกหวาด) และโรงเรียนเตรียมอุดมพัฒนาการ รัชดา โรงเรียนละ 60 คนรวมทั้งหมด 180 คน ซึ่งได้มาจากกระบวนการสุ่มจากประชากรมาเป็นตัวอย่างวิจัย (Random Selection) โดยการสุ่มอย่างง่าย (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 ซึ่งแต่ละโรงเรียนจะประกอบด้วยกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน กลุ่มละ 20 คน และใช้วิธีสุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง (Random Assignment) แบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) เพื่อจัดตัวอย่างวิจัยที่ใช้ทดลองจริงในแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับทั้งสามแบบ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษานี้มีจำนวน 2 รูปแบบ ได้แก่ 1) แบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับในวิชาเคมีเรื่อง สมดุลเคมี ที่ประกอบด้วย 3 ส่วน จำนวน 3 ฉบับ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับแต่ละฉบับประกอบด้วยคำถาม 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ส่วนที่ 2 คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก และส่วนที่ 3 คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) โดยแบบสอบทั้ง 3 ฉบับมีส่วนที่ 1 คำถาม

ระดับเนื้อหา (content tier) และส่วนที่ 2 คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เหมือนกัน แตกต่างกันที่ส่วนที่ 3 คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) ซึ่งฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ได้แก่ มั่นใจ และไม่มั่นใจ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ และมั่นใจมาก และฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจมาก, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก และมั่นใจที่สุด 2) แบบสัมภาษณ์การคิดออกเสียงสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สมดุลเคมี

ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย มีกระบวนการสร้าง 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 กำหนดขอบเขตของเนื้อหาและมโนทัศน์ที่ต้องการวัด ขั้นที่ 2 สรุปรวมมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี ขั้นที่ 3 การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน ขั้นที่ 4 การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัย

สรุปผลการวิจัย

จากการพัฒนาและเปรียบเทียบคุณสมบัติทางจิตมิติและผลการวินิจฉัยแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน สามารถสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัยทั้งหมด 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ผู้วิจัยจะนำเสนอเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1) ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในวิชาเคมี และ 2) ผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (ข้อสอบปลายเปิด) โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในวิชาเคมี

ผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในรายวิชาเคมีจำนวน 5 ท่าน เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี พบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมีจำนวน 3 มโนทัศน์หลักเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้ ดังนี้

1. ค่าคงที่สมดุล ประกอบด้วยมโนทัศน์รอง คือ 1) เขียนความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุลจากสมการเคมีได้ 2) คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเคมีได้ 3) คำนวณความเข้มข้นของสารที่สมดุลได้ และ 4) คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยาหลายขั้นตอนได้

2. สภาวะสมดุล ประกอบด้วยมโนทัศน์รอง คือ 1) อธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และสภาวะสมดุลได้ และ 2) อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งอยู่ในสภาวะสมดุลได้

3. ปัจจัยที่มีผลต่อสภาวะสมดุล ประกอบด้วยมโนทัศน์รอง คือ 1) ระบุปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลและค่าคงที่สมดุลได้ และ 2) ใช้หลักเลอชาเตอลิเอร์ในการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อสมดุลของระบบถูกรบกวนสมดุลได้

ส่วนที่ 2 ผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (ข้อสอบปลายเปิด)

1. ผู้วิจัยนำผลการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในวิชาเคมีมาสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (ข้อสอบปลายเปิด) โดยระดับที่ 1 คือ เนื้อหา เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และระดับที่ 2 คือ เหตุผลของคำตอบในระดับแรก เป็นการเขียนตอบ จำนวน 40 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา หรือความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด (IOC) พบว่า แบบสอบวินิจฉัยสองระดับทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 และผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2. ผู้วิจัยนำแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (ปลายเปิด) เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง สมดุลเคมี จำนวน 40 ข้อไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แล้วนำมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางจิตมิติพบว่า ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคเท่ากับ .880 ความยากอยู่ในช่วง 0.200-0.730 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.230-0.760 จำนวน 30 ข้อ ผู้วิจัยจึงเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีความค่าความยากและอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์นั้นมาพัฒนาเป็นแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบ วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี

ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี การทดสอบครั้งที่ 1 เป็นดังนี้

1. คุณภาพด้านความตรง

1.1 ความตรงเชิงเนื้อหา

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี โดยใช้ดัชนี IOC พบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามระดับทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 และผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.2 ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์

1.2.1 ผลการวินิจฉัยผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวมทั้ง 3 ฉบับ มีผลการวินิจฉัย ดังนี้

ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ พบว่า มโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 80.00 มโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 81.67 มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 83.33 และผลการวินิจฉัยภาพรวม นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 85.00

ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ พบว่า มโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 81.67 มโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 90.00 มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 93.33 และผลการวินิจฉัยภาพรวม นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 55.00

ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 3 ที่มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ พบว่า มโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 90.00 มโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 98.33 มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 93.33 และผลการวินิจฉัยภาพรวม นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 98.33

1.2.2 ผลการวิเคราะห์ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์โดยเกณฑ์ที่พิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ทั้ง 3 ฉบับ มีผลการวินิจฉัย ดังนี้

ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับเปรียบเทียบกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 7 คน ผลการวินิจฉัยตรงกันมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 4 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 5 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงพบว่า ผลการวินิจฉัยมีระดับความสัมพันธ์กันปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ เปรียบเทียบกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 12 คน ผลการวินิจฉัยตรงกันมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 4 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 9 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงพบว่า ผลการวินิจฉัยมีระดับความสัมพันธ์กันสูงมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ เปรียบเทียบกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 11 คน ผลการวินิจฉัยตรงกันมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 4 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 10 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงพบว่า ผลการวินิจฉัยมีระดับความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับเปรียบเทียบกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงทั้ง 3 ฉบับ ครั้งที่ 1 พบว่า ส่วนใหญ่มีผลการวินิจฉัยตรงกันมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 4 ขาดความรู้ (LK) และความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงมีระดับความสัมพันธ์กันสูง

2.2 ด้านความเที่ยง

2.2.1 ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบ ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับพบว่า ความเที่ยงของการทดสอบมีค่า เท่ากับ .698 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง

ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบ ฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับพบว่า ความเที่ยงของการทดสอบมีค่าเท่ากับ .571 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง

ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบ ฉบับที่ 3 ที่มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับพบว่า ความเที่ยงของการทดสอบครั้งมีค่า เท่ากับ .110 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ

ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี การทดสอบครั้งที่ 2 เป็นดังนี้

1. คุณภาพด้านความตรง

1.1 ความตรงเชิงเนื้อหา

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี โดยใช้ดัชนี IOC พบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามระดับทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60-1.00 และผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.2 ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์

1.2.1 ผลการวินิจฉัยผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวมทั้ง 3 ฉบับ มีผลการวินิจฉัย ดังนี้

ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 1 พบว่า มโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 65.00 มโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 80.00 มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 76.67 และผลการวินิจฉัยภาพรวม นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 78.33

8 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ พบว่า มโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 81.67 มโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุล นักเรียนส่วนใหญ่

ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 88.33 มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 93.33 และผลการวินิจฉัยภาพรวม นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 88.33

ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเมื่อจำแนกตามมโนทัศน์หลักและภาพรวม ฉบับที่ 3 ระดับความมั่นใจ 6 ระดับ พบว่า มโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 76.67 มโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 93.33 มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 86.67 และผลการวินิจฉัยภาพรวม นักเรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ (LK) คิดเป็นร้อยละ 88.33

1.2.2 ผลการวิเคราะห์ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธโดยเกณฑ์ที่โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยสามระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ทั้ง 3 ฉบับ มีผลการวินิจฉัย ดังนี้

ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ เปรียบเทียบกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 9 คน ผลการวินิจฉัยตรงกันมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 4 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 8 คน รองลงมาคือ กลุ่มที่ 1 มีความรู้วิทยาศาสตร์ (SC) จำนวน 1 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์เท่ากับ .730 แสดงว่าผลการวินิจฉัยมีระดับความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ เปรียบเทียบกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 7 คน ผลการวินิจฉัยตรงกันมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 4 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 6 คน รองลงมาคือ กลุ่มที่ 1 มีความรู้วิทยาศาสตร์ (SC) จำนวน 1 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์เท่ากับ .774 แสดงว่าผลการวินิจฉัยมีระดับความสัมพันธ์กันสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ เปรียบเทียบกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง พบว่า มีผลการวินิจฉัยตรงกันจำนวน 11 คน ผลการวินิจฉัยตรงกันมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 4 ขาดความรู้ (LK) จำนวน 9 คน รองลงมาคือ กลุ่มที่ 2 มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (MC) จำนวน 1 คน และเมื่อวิเคราะห์หาคุณภาพการวินิจฉัยโดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์เท่ากับ .480 แสดงว่าผลการวินิจฉัยมีระดับความสัมพันธ์กันปานกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับเปรียบเทียบกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงทั้ง 3 ฉบับ ครั้งที่ 2 พบว่า ส่วนใหญ่มีผลการวินิจฉัยตรงกันมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 4 ขาดความรู้ (LK) และความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงมีระดับความสัมพันธ์กันสูง

2.2 ด้านความเที่ยง

2.2.1 ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบ ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับพบว่า ความเที่ยงของการทดสอบมีค่าเท่ากับ .208 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ

ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบ ฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับพบว่า ความเที่ยงของการทดสอบ มีค่าเท่ากับ .473 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบ ฉบับที่ 3 ที่มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับพบว่า ความเที่ยงของการทดสอบครั้งมีค่าเท่ากับ .528 ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง

วิเคราะห์ค่าความเที่ยงแบบสอบซ้ำ ได้ผลดังนี้ ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงแบบสอบซ้ำ ฉบับที่ 1 ที่มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ พบว่า มีค่าเท่ากับ -.258 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันต่ำ (ค่าติดลบ) แสดงว่าแบบสอบนี้สามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่ได้อย่างไม่คงที่ทางสถิติที่นัยสำคัญระดับ .05 ฉบับที่ 2 ที่มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีค่าเท่ากับ .733 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูง แสดงว่าแบบ

สอบนี้สามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ได้อย่างคงที่ทางสถิติที่นัยสำคัญระดับ .05 และฉบับที่ 3 ที่มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีค่าเท่ากับ .802 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันสูงมาก แสดงว่าแบบสอบนี้สามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ได้อย่างคงที่ทางสถิติที่นัยสำคัญระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน

ตามกรอบแนวคิดการวิจัยการตรวจสอบคุณสมบัติทางจิตมิติแบ่งออกเป็น 2 ด้านคือ ด้านความตรงและความเที่ยง โดยถ้ามีความตรงและความเที่ยงสูงกว่าถือว่าแบบสอบฉบับมีคุณภาพสูงกว่า (กมลวรรณ รอดพันธ์ และ ญัฐสุภรณ์ หลาวทอง., 2563) ผลการเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถระดับในวิชาเคมีเมื่อใช้ระดับความมั่นใจที่แตกต่างกัน ทั้งสามฉบับมีรายละเอียด ดังนี้

ผลการเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถระดับเรื่อง สมดุลเคมี การทดสอบครั้งที่ 1 เป็นดังนี้

3.1 คุณภาพด้านความตรง

3.1.1 ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับเทียบกับเกณฑ์ภายนอก คือ การวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ซึ่งใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วิของคราเมอร์พบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามารถระดับที่มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับเทียบกับเกณฑ์ภายนอกมากที่สุดคือ แบบสอบวินิจฉัยสามารถระดับฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ รองลงมาคือ แบบสอบวินิจฉัยสามารถระดับฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ และแบบสอบวินิจฉัยสามารถระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับเทียบฉบับเทียบกับผลการวินิจฉัยจากแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ครั้งที่ 2 พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีค่าสูงกว่าแบบสอบฉบับที่ 3 แบบสอบทั้ง 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับฉบับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบสอบฉบับอื่น ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.1.2 ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจพบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามารถระดับที่มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจมากที่สุดคือ แบบสอบวินิจฉัยสามารถระดับฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ

2 ระดับ รองลงมาคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ และแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความตรงตามเกณฑ์สัมพันธภาพของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจของแบบสอบทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 1 พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีค่าสูงกว่าแบบสอบฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ และแบบสอบฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบสอบฉบับอื่น ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.1.3 ร้อยละของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมตรงกัน โดยพิจารณาจากค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมตรงกัน ในแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับที่มีผลการวินิจฉัยตรงกับผลการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง พบว่า แบบสอบวินิจฉัยที่มีร้อยละของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมตรงกันมากที่สุดคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ รองลงมาคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ และแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของร้อยละผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมที่ตรงกันโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยเปรียบเทียบกับผลการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงทั้งสามฉบับพบว่า มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p > .05$)

3.2 คุณภาพด้านความเที่ยง

3.2.1 ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค จากคะแนนของผู้ที่มีมโนทัศน์ถูกต้องของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับแต่ละฉบับพบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีความเที่ยงมากที่สุดคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ รองลงมาคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ และแบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 1 พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีค่าสูงกว่าแบบสอบฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ และแบบสอบฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบสอบฉบับอื่น ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านความตรงและความเที่ยง (ภาพรวม) ของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับมาเปรียบเทียบกัน ครั้งที่ 1 พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับมีคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยง (ภาพรวม) สูงที่สุด

ผลการเปรียบเทียบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี การทดสอบครั้งที่ 2 เป็นดังนี้

3.1 คุณภาพด้านความตรง

3.1.1 ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับเทียบกับเกณฑ์ภายนอก คือ การวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ซึ่งใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคราเมอร์พบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับเทียบกับเกณฑ์ภายนอกมากที่สุดคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ รองลงมาคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ และแบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ

ผลวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับเทียบกับผลการวินิจฉัยจากแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง ครั้งที่ 2 พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีค่าสูงกว่าแบบสอบฉบับที่ 3 แบบสอบทั้ง 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับและแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีค่าสูงกว่าแบบสอบฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนแบบสอบฉบับอื่น ๆ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.1.2 ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจพบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของความสัมพัทธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจมากที่สุดคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ รองลงมาคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ และแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของการวินิจฉัยโดยแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับเทียบกับผลการวินิจฉัยจากแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิค

การคิดออกเสียง ครั้งที่ 2 พบว่า แบบสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.1.3 ร้อยละของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมตรงกัน โดยพิจารณาจากค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่มีผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมตรงกัน ในแบบสอบวินิจฉัยแต่ละฉบับที่มีผลการวินิจฉัยตรงกับผลการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง พบว่า แบบสอบวินิจฉัยที่มีร้อยละของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมตรงกันมากที่สุดคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ รองลงมาคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ และแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมที่ตรงกันโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยเปรียบเทียบกับการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงทั้งสามฉบับพบว่า ค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($p > .05$)

3.2 คุณภาพด้านความเที่ยง

3.2.1 ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค จากคะแนนของผู้ที่มีมโนทัศน์ถูกต้องของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับแต่ละฉบับพบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีความเที่ยงมากที่สุดคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ รองลงมาคือ แบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ และแบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 1 ระดับความมั่นใจ 2 ระดับ

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับทั้งสามฉบับ ครั้งที่ 2 พบว่า แบบสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ มีค่าไม่แตกต่างกัน และเมื่อวิเคราะห์คุณภาพด้านความตรงและความเที่ยง (ภาพรวม) ของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับมาเปรียบเทียบกัน ครั้งที่ 2 พบว่า แบบสอบวินิจฉัยทั้ง

3 ฉบับ มีค่าไม่แตกต่างกัน

สรุปผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านความตรงและความเที่ยง (ภาพรวม) ของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับมาเปรียบเทียบกันทั้งสองครั้งโดยรวม พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับมีคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยง (ภาพรวม) สูงที่สุด

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี ด้วยวิธีการสอบซ้ำ

ผลการเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี ที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน ด้วยวิธีการสอบซ้ำ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางจิตมิติของแบบสอบวินิจฉัยจำนวน 3 ฉบับ

4.1 ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำ โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 โดยใช้สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์วีของคราเมอร์

เมื่อเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับมาเปรียบเทียบกัน ได้ผลดังนี้

มโนทัศน์ที่ 1 สภาวะสมดุลพบว่า แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ และฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีความสัมพันธ์กันสูงมาก และฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีความสัมพันธ์กันปานกลาง

มโนทัศน์ที่ 2 ค่าคงที่สมดุลพบว่า แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ และฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีความสัมพันธ์กันสูงมาก และฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีความสัมพันธ์กันปานกลาง

มโนทัศน์ที่ 3 ปัจจัยที่มีผลต่อสมดุลพบว่า แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีความสัมพันธ์กันสูงมาก ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีความสัมพันธ์กันปานกลาง และฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีความสัมพันธ์กันต่ำ

มโนทัศน์รวมพบว่า แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีความสัมพันธ์กันสูงมาก ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีความสัมพันธ์กันปานกลาง และฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีความสัมพันธ์กันต่ำมาก

สรุปคุณภาพของการวินิจฉัยพบว่า โดยพิจารณาจากความสอดคล้องของผลการวินิจฉัย ด้วยวิธีการสอบซ้ำทั้ง 3 ฉบับมาเปรียบเทียบกัน (ภาพรวม) พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีคุณภาพของการวินิจฉัย (ภาพรวม) สูงที่สุด ส่วนแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ และสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีคุณภาพของการวินิจฉัย (ภาพรวม) ไม่แตกต่างกัน

4.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการวินิจฉัยในครั้งที่ 1 และ 2

ผลวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างระดับความมั่นใจในแบบสอบวินิจฉัยกับระดับความสามารถของนักเรียนที่มีผลการวินิจฉัยที่ตรงกันระหว่างแบบสอบวินิจฉัยกับผลการ

สัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงในครั้งที่ 1 และ 2 พบว่าแบบสอบที่มีระดับความมั่นใจและระดับความสามารถของนักเรียนที่แตกต่างกันไม่ทำให้ผลการวินิจฉัยที่ตรงกันระหว่างแบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงในครั้งที่ 1 และ 2 แตกต่างกัน

เมื่อวิเคราะห์วิเคราะห์ระดับความสามารถของนักเรียนกับระดับความมั่นใจทั้ง 2 ครั้ง พบว่า การทดสอบครั้งที่ 1 แบบสอบฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ สามารถวินิจฉัยได้ดีสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถสูง แบบสอบฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ สามารถวินิจฉัยได้ดีสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถอ่อน และแบบสอบฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 3 ระดับ สามารถวินิจฉัยได้ดีสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถอ่อน ระดับความสามารถปานกลาง และระดับความสามารถสูง สำหรับการทดสอบครั้งที่ 2 แบบสอบทั้ง 3 ฉบับ สามารถวินิจฉัยได้ดีสำหรับผู้เรียนที่มีระดับความสามารถต่ำ

จากนั้นวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของผลการวินิจฉัยในครั้งที่ 1 และ 2 โดยพิจารณาจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว (One-way ANCOVA) พบว่า ระดับความสามารถของนักเรียนกับผลการวินิจฉัยในครั้งที่ 1 และ 2 มีค่าไม่แตกต่างกัน แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้ง 3 รูปแบบ เมื่อควบคุมระดับความสามารถของนักเรียนพบว่า ระดับความสามารถของนักเรียนไม่มีผลต่อความถูกต้องของผลการวินิจฉัยทั้งการทดสอบครั้งที่ 1 และ 2

หากวิเคราะห์คุณภาพโดยภาพรวมของแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ ซึ่งพิจารณาจากคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงและคุณภาพของการวินิจฉัยของแบบสอบวินิจฉัย พบว่าแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับมีคุณภาพดีที่สุด และแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับกับแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับมีคุณภาพไม่แตกต่างกัน

การอภิปรายผล

จากการดำเนินการวิจัยและสรุปผลการวิจัย มีประเด็นที่น่าสนใจเกี่ยวกับพัฒนาและการเปรียบเทียบแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี ที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน ดังนี้

1. การสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี

การสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง สมดุลเคมี ทั้ง 2 ส่วน คือ การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในวิชาเคมี และการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ พบว่า

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมีจำนวน 3 มโนทัศน์หลัก เรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ 1) ค่าคงที่ สมดุล 2) สภาวะสมดุล และ 3) ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุล โดยมีมโนทัศน์ที่ 1 ค่าคงที่สมดุล นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด เนื่องจากเป็นมโนทัศน์ที่คำนวณเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล ถ้าหากนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การคำนวณความเข้มข้น ความสัมพันธ์ของสมการ การแก้สมการคณิตศาสตร์จะส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง ค่าคงที่สมดุลด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรรถพล พลอยมีค่า และจรรยา ดาสา (2563) ที่ศึกษาเกี่ยวกับแบบ สอบวินิจฉัยสาม เรื่อง สมดุลเคมี ดังนั้นครูผู้สอนควรสำรวจมโนทัศน์ที่กล่าวมาข้างต้นก่อนแล้ว แก้ไขให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องก่อนที่จะเรียนเรื่อง ค่าคงที่สมดุล (กมลวรรณ รอดพันธ์ และณัฐภรณ์ หลาวทอง, 2560; สุรเดช อนันตสวัสดิ์ และกมลวรรณ ตังธนากานนท์, 2560)

2. ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี ที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

2.1 การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี ที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน มี 3 ฉบับ ซึ่งแต่ละฉบับประกอบด้วย 3 ส่วน จำนวน 3 ฉบับ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งแบบ สอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับแต่ละฉบับประกอบด้วยคำถาม 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คำถามระดับเนื้อหา (content tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ส่วนที่ 2 คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบอีก 1 ตัวเลือก และส่วนที่ 3 คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) โดยแบบสอบทั้ง 3 ฉบับมีส่วนที่ 1 คำถามระดับเนื้อหา (content tier) และส่วนที่ 2 คำถามระดับเหตุผล (reason tier) เหมือนกัน แตกต่างกันที่ส่วนที่ 3 คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) ซึ่งฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ได้แก่ มั่นใจ และไม่มั่นใจ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ และมั่นใจมาก และฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ได้แก่ เดา, ไม่มั่นใจมาก, ไม่มั่นใจ, มั่นใจ, มั่นใจมาก และมั่นใจที่สุด ซึ่งแบบสอบวินิจฉัยสามระดับมีการเพิ่มส่วนที่ 3 คือ ระดับมั่นใจ ทำให้แบบสอบวินิจฉัย สามระดับสามารถแยกความแตกต่างของนักเรียนที่ขาดความรู้ (lack knowledge) และนักเรียนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (misconception) และสามารถแยกความแตกต่างของนักเรียนที่ตอบถูก จากความเข้าใจ (correct knowledge) หรือตอบถูกจากการเดา (lucky guess) ได้ (เลิศบุษยา ไทยเจริญ และวรรณิ แกมเกตุ, 2558) แบบสอบวินิจฉัยสามระดับสามารถจำแนกประเภทนักเรียน ออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ 1) มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (scientific knowledge) 2) มีมโนทัศน์ที่

คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงบวก (false positive) 3) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบผิดเชิงลบ (false negative) 4) มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) 5) เดาคำตอบถูก (lucky guess) หรือขาดความมั่นใจ (lack confidence) และ 6) ขาดความรู้ (lack of knowledge) (Arslan et al., 2012)

2.2 ผลตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ ที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

2.2.1 ผลตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับ ที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

2.2.1.1 ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์

ผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียนของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับเปรียบเทียบกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงทั้ง 3 ฉบับ พบว่า ส่วนใหญ่มีผลการวินิจฉัยตรงกันมากที่สุดคือ กลุ่มที่ 4 ขาดความรู้ (LK) และความสอดคล้องของระหว่างผลการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงมีระดับความสัมพันธ์กันสูง ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะการใช้แบบสัมภาษณ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงมีความชัดเจนของมโนทัศน์ที่ต้องการวัด และมีความสอดคล้องกับแบบสอบวินิจฉัยที่พัฒนาขึ้น และมีการปรับปรุงแบบข้อคำถามให้เข้าใจง่าย และเหมาะกับนักเรียนคนนั้น แต่ข้อคำถามเน้นวัดในมโนทัศน์ และเนื้อหาเดียวกัน ดังนั้นแบบสัมภาษณ์ถึงเป็นเกณฑ์ภายนอกที่น่าเชื่อถือและสามารถใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ของนักเรียนได้อย่างถูกต้อง (มนัสสิริ อินทร์สวาท และศิริชัย กาญจนวาสี, 2559) และไม่มีผลการวินิจฉัยที่ตรงกันในกลุ่มที่ 3 (LG) ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะแบบสอบทั้ง 3 ฉบับมีค่าความยากอยู่ในระดับที่ยากมากจึงทำให้นักเรียนไม่สามารถเดาคำตอบได้

ผลการวิเคราะห์ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจ จำนวน 3 ฉบับ พบว่า แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับกับแบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับมีไม่แตกต่างกัน อาจจะเป็นเพราะแบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับกับแบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับมีค่าความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหาและเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจใกล้เคียงกัน ส่วนแบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับมีค่าสูงกว่าแบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ และแบบสอบวินิจฉัยสามระดับฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ ทั้งนี้อาจจะเป็น

เพราะความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างคำตอบของนักเรียนในระดับเนื้อหา และเหตุผลกับคำตอบในระดับความมั่นใจ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีค่าสูงกว่า ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ และฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับมาก (สุพัฒน์ สุขมลรัตน์; 2563)

ผลการวิเคราะห์ร้อยละของผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนภาพรวมตรงกันเทียบกับผลการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง จำนวน 3 ฉบับ พบว่า แบบสอบทั้ง 3 ฉบับ มีค่าไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะสาเหตุเดียวกันกับผลการวินิจฉัยเพื่อจัดกลุ่มนักเรียน ของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับเปรียบเทียบกับผลการสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง เนื่องจากการเป็นการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์กับผลการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงเช่นกัน

เมื่อพิจารณาความตรงทั้ง 3 ด้าน พบว่า ความตรงของแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับมีคุณภาพด้านความตรง (ภาพรวม) สูงที่สุด แต่แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับกับแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีค่าความตรงไม่แตกต่างกันซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของงานวิจัยของมนัสสิริ อินทร์สวาท และศิริชัย กาญจนวาสี (2559) ที่ศึกษาความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของมาตรวัดที่ต่างกัน ได้แก่ 2 ช่วง และ 3 ช่วง

2.2.1.1 ด้านความเที่ยง

2.2.1.1 ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบ และความเที่ยงแบบสอบซ้ำ จำนวน 3 ฉบับ พบว่า ความเที่ยงสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีค่าความเที่ยงสูงที่สุด ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะ ส่วนที่ 3 คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) มีหลายช่วงทำให้ค่าความเที่ยงสูงขึ้น (สุพัฒน์ สุขมลรัตน์, 2563) แต่แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ กับแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีค่าความเที่ยงไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะ แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 1 กับ ฉบับที่ 3 ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คำถามระดับเนื้อหา (content tier) และส่วนที่ 2 คำถามระดับเหตุผล (reason tier) ที่เหมือนกัน ซึ่งแตกต่างกันแค่ส่วนที่ 3 คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) เท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมนัสสิริ อินทร์สวาท และศิริชัย กาญจนวาสี (2559) ที่ศึกษาความแตกต่างของความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจ

ต่างกันในการวิจัยทัศนคติศาสตร์ แต่แบบสอบถามฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีส่วนที่ 3 คำถามระดับความมั่นใจ (confident tier) มีหลายช่วงแต่มีความเที่ยงต่ำอาจจะเป็นเพราะฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีค่าความยากอยู่ในระดับยากมาก เมื่อวิเคราะห์ค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคของแบบสอบทั้ง 3 ฉบับพบว่า ค่าความเที่ยงอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะแบบสอบทั้ง 3 ฉบับ ส่วนใหญ่มีค่าความยากอยู่ในระดับยากมาก และมีค่าอำนาจจำแนกที่ต่ำมาก ซึ่งการที่แบบสอบทั้ง 3 ฉบับ มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกที่ต่ำมาก อาจเกิดจากความไม่ตั้งใจทำข้อสอบของนักเรียน เนื่องจากเป็นการทดสอบออนไลน์ และการสุ่มตัวอย่างวิจัยที่คละระดับความสามารถของนักเรียนจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมี โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มอ่อน กลุ่มปานกลาง และกลุ่มเก่ง กลุ่มละ 20 คนในแต่ละฉบับ แต่ได้นักเรียนที่มีระดับความสามารถใกล้เคียงกันหรือไม่แตกต่างกันมาก (Homogeneity) เนื่องจากช่วงเวลาที่ผู้วิจัยเก็บข้อมูลอยู่ในช่วงสถานการณ์โควิด ทำให้แต่ละโรงเรียนมีการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ และการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนใหญ่ประเมินผลจากการเข้าเรียน การส่งงาน และความรับผิดชอบในชั้นเรียน แต่ประเมินผลจากคะแนนสอบเป็นส่วนน้อย อาจจะทำให้ระดับความสามารถของนักเรียนที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเคมีไม่ตรงตามสภาพความเป็นจริง

ผลการวิเคราะห์ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในโดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่า แบบสอบจำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ และฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีค่าความเที่ยงที่ต่ำลง ทั้งนี้อาจเกิดจากการทดสอบครั้งที่ 2 มีการเว้นระยะห่าง 2 สัปดาห์ทำให้นักเรียนที่ทดสอบด้วยแบบสอบทั้ง 2 ฉบับมีความรู้และความเข้าใจในเรื่อง สมดุลเคมีน้อยลงส่งผลให้ค่าความเที่ยงของการทดสอบครั้งที่ 2 ต่ำลง

ผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงแบบสอบซ้ำ พบว่า แบบสอบฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ มีค่าความเที่ยงแบบสอบซ้ำติดลบ ทั้งนี้อาจเกิดจากการทดสอบครั้งที่ 1 มีค่าความเที่ยงต่ำและการทดสอบครั้งที่ 2 มีค่าความเที่ยงที่สูงกว่าครั้งที่ 1 มาก ทำให้ความเที่ยงแบบสอบซ้ำมีค่าต่ำมาก ส่วนแบบสอบฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ และแบบสอบฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีค่าความเที่ยงแบบสอบซ้ำอยู่ในเกณฑ์ ทั้งนี้อาจเกิดค่าความเที่ยงของการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของแบบสอบแต่ละฉบับมีค่าไม่แตกต่างกัน

4. การเปรียบเทียบความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับเรื่อง สมดุลเคมี ด้วยวิธีการสอบซ้ำ

คุณภาพของการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำของแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ฉบับ พบว่า ความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกันทั้งสามฉบับ พบว่า แบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ มีคุณภาพของการวินิจฉัย (ภาพรวม) สูงที่สุด ส่วนแบบสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ และสอบวินิจฉัย ฉบับที่ 6 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีคุณภาพของการวินิจฉัย (ภาพรวม) ไม่แตกต่างกัน และความสอดคล้องของผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการสอบซ้ำส่วนใหญ่อยู่ในช่วงปานกลางถึงสูงมาก ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะ การทดสอบซ้ำเว้นระยะห่างจากการทดสอบครั้งที่ 1 เป็นเวลา 10-14 วัน หรือ 2 สัปดาห์ (Harshman & Yezierski, 2015) แต่ใช้แบบสอบวินิจฉัยฉบับเดิม ทำให้ผลการวินิจฉัย ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยวันวิสาข ศรีภูมิ มนตรี อนันตรักษ์ และสุรชา อมรพันธุ์ (2561) ที่ศึกษาเกี่ยวผลของช่วงเวลาของการสอบซ้ำที่มีต่อความเที่ยงของแบบสอบโดยการทดสอบซ้ำที่ระยะห่าง 2 สัปดาห์จะมีค่าความเที่ยงไม่แตกต่างกัน

หากพิจารณาคุณสมบัติทางจิตมิติด้านความตรงและความเที่ยงและคุณภาพการวินิจฉัย พบว่าการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ฉบับที่ 1 มีระดับความมั่นใจ 2 ระดับ ฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ และฉบับที่ 3 มีระดับความมั่นใจ 6 ระดับ มีคุณสมบัติทางจิตมิติด้านความตรงและความเที่ยงและคุณภาพการวินิจฉัย (ภาพรวม) ไม่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำงานวิจัยไปใช้

1.1 การนำแบบสอบวินิจฉัยสามระดับไปใช้ครูผู้สอนจะต้องคำนึงวิธีการตรวจให้คะแนน และวิธีการจำแนกนักเรียนตามกลุ่มมโนทัศน์ต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้วินิจฉัยมโนทัศน์และจัดกลุ่มผู้กลุ่มของนักเรียนได้อย่างถูกต้อง

1.2 การนำแนวทางในการสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับไปใช้ครูผู้สอนต้องคำนึงมโนทัศน์ที่ต้องการวัด และระดับความสามารถของนักเรียน เพื่อให้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่พัฒนาขึ้นมีคุณสมบัติทางจิตมิติที่สูงและให้ผลการวินิจฉัยที่ถูกต้อง

1.3 การนำแบบสอบวินิจฉัยไปใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ครูผู้สอนควรใช้แบบสอบวินิจฉัยฉบับที่ 2 มีระดับความมั่นใจ 4 ระดับ เพราะมีคุณภาพด้านความตรง ความเที่ยง และคุณภาพการวิจัยภาพรวมสูงกว่าแบบสอบวินิจฉัยฉบับอื่น แต่ควรคำนึงถึงรูปแบบการทดสอบ หากเป็นการทดสอบออนไลน์อาจจะต้องเข้มงวดในเรื่องการจัดสอบ ถ้านักเรียนขาดความตั้งใจ

การทำแบบสอบและทุจริตในการสอบอาจจะทำให้ได้ข้อมูลการวินิจฉัยไม่ตรงตามสภาพความเป็นจริง และทำให้แบบสอบวินิจฉัยมีคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงต่ำ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การวิจัยครั้งต่อไปควรตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงและความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามระดับโดยใช้โมเดลการตอบสนองข้อสอบแบบการตรวจให้คะแนน 2 ค่า (Dichotomous IRT model) และควรเพิ่มขนาดตัวอย่างวิจัยให้สอดคล้องกับโมเดลการวิเคราะห์คุณภาพด้านความตรงและความเที่ยง

2.2 การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการพัฒนาการสอบวินิจฉัยในระบบดิจิทัลและมีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อให้นักเรียนทราบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของตนเองและสามารถแก้ไขมโนทัศน์คลาดเคลื่อนให้ถูกต้องขึ้นได้อย่างรวดเร็ว

2.3 การวิจัยครั้งต่อไปหากต้องการทดสอบซ้ำควรคำนึงถึงระยะเวลาระหว่างการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ไม่ควรห่างกันมาก เพราะอาจจะทำให้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับมีคุณภาพทางจิตมิติและคุณภาพด้านการวินิจฉัยต่ำได้

2.4 การวิจัยครั้งต่อไปหากอยู่ในช่วงสถานการณ์โควิดที่มีการทดสอบแบบออนไลน์ต้องคำนึงความตั้งใจการทำแบบสอบของนักเรียนและการทุจริตในการสอบ เพราะอาจจะทำให้ได้ข้อมูลการวินิจฉัยไม่ตรงตามสภาพความเป็นจริง

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กมลวรรณ รอดพันธ์ และณัฐภรณ์ หลาวทอง. (2563). การพัฒนาแบบสอบคู่ขนานวินิจฉัยใน
ทัศนที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับรายวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาตอนต้น. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

เลิศบุษยา ไทยเจริญ และวรรณิ์ แกมเกตุ. (2558). การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยในทัศนที่
คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน. [วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต]. The Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR).
<http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/51315>

ธนบดี อินทาดกรวด และณัฐภรณ์ หลาวทอง. (2560). การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยในทัศนที่
คลาดเคลื่อนในรายวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. [วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. The Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR).
<http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/60108>

ประภาพรรณ มั่นสวัสดิ์, เตือนใจ เกตุษา และเพ็ญศรี เศรษฐวงศ์ (2548). การสร้างแบบทดสอบ
วินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่
3. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต].
https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14457/RU.the.2005.374

มนัสสิริ อินทร์สวาท และศิริชัย กาญจนวาสี. (2559). การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบ
วินิจฉัยแบบสาม ระดับสำหรับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ระดับความ
มั่นใจแตกต่างกัน. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. The Chulalongkorn University
Intellectual Repository (CUIR).
<http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/52379>

วนิดา ภู่อี่ยม และเอมอร จังศิริพรปกรณ์. (2550) การเปรียบเทียบสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงและ
ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ แบบ
ประเพณีนิยมกับแบบสองระดับ. [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต]. The Chulalongkorn
University Intellectual
Repository (CUIR). <http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/44126>

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). *ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริเดช สุชีวะ. (2537). *การพัฒนาวิธีวินิจฉัยสำหรับตรวจสอบในทัศนคติที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศิริเดช สุชีวะ. (2550). *การวิเคราะห์จุดอ่อน จุดแข็งของนักเรียน*. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุรเดช อนันตสวัสดิ์, กมลวรรณ ตังธนกันนธ์ และโชติกา ภาษีผล (2563). *การพัฒนาระบบวินิจฉัยในทัศนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับร่วมกับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. [วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎบัณฑิต].

The Chulalongkorn University Intellectual Repository

(CUIR).<http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/59946>

สุพัฒน์ สุขมลรัตน์. (2563). *น่านาปัจจัยที่มีผลต่อความเที่ยงและความตรงของแบบทดสอบ*. *วิทยาการวิจัย*, 2(3), 52-63.

https://portal.edu.chula.ac.th/pub/jrm/index.php/jrm/article/view/339/pdf_274

อรรถพล พลอยมีค่า และจรรยา ดาสา. (2560). *แบบทดสอบวินิจฉัยสามลำดับขั้นเพื่อระบุทัศนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่องสมดุลเคมี*. *วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์*, 15(3), 105-118.

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.

<https://doi.org/10.1080/09500693.2011.636084>

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 Depletion, and Acid Rain. *International Journal of Science and mathematical Education*, 34(11), 1667-1686.

<https://doi.org/10.1080/09500693.2012.680618>

- 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>
- Eryilmaz, A., & Surmeli, E. (2002). The assessment of students' misconceptions about heat and temperature concepts by means of three-tier questions. *ODTU: Ankara*.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.147>
- Fadllan, A. et al. (2019). Analysis of students' misconceptions on mechanics using three-tier diagnostic test and clinical interview. *Journal of Physics: Conference Series*, 1170(2019), 1-5. doi:10.1088/1742-6596/1170/1/012027
- George, N. (2019). Development and Evaluation of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Undergraduate Primary Teachers' Understanding of Ecological Footprint. *Research in Science Education*, 49, 711–736.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11165-017-9643-1>
- Jusniar, J. A. et al. (2020). Developing a Three-Tier Diagnostic Instrument on Chemical Equilibrium (TT-DICE). *Education Quimica*, 31(3), 84-102.
<http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.3.72133>
- Koo T. K. & Li M. Y, (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163.
<https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Kahraman, S. (2019). Evaluating university students' understanding of atmospheric environmental issues using a three-tier diagnostic test. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 9(1), 1-17.
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/600722>
- Kirbulut, Z. (2014). Using Three-Tier Diagnostic Test to Assess Students' Misconceptions of State of Matter. *Journal of Mathematics. Science & Technology Education*, 10(5), 509-521. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2014.1128a>

- Loh, S., et al. (2014). Graphene production via electrochemical reduction of graphene oxide: Synthesis and characterization. *Chemical Engineering Journal*, 251, 422-434. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.04.004>
- Prodjosantoso, A. K. (2019). The Misconception Diagnosis on Ionic and Covalent Bonds Concepts with Three Tier Diagnostic Test. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1477-1488.
- Saat et al. (2016). Development of an online three-tier diagnostic test to assess pre-university student's understanding of cellular respiration. *Journal of Baltic science education*, 15(4), 532-546. <https://www.researchgate.net/publication/308467584>
- Taslidere, E. (2016). Development and use of a three-tier diagnostic test to assess high school students' misconceptions about the photoelectric effect. *Research in Science & Technological Education*, 34(2), 164-186. <https://doi.org/10.1080/02635143.2015.1124409>
- Taslidere, E., & Eryilmaz, A. (2015). Assessment of Pre-Service Teachers' Misconceptions in Geometrical Optics via a Three-Tier Misconception Test. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 4(1), 269. <https://www.researchgate.net/publication/279271029>
- Siswaningsih, w., et al. (2019). Development of Three Tier Multiple Choice Diagnostic Test to Assess Students' Misconception of Chemical Equilibrium. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(3), 1-5. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1280/3/032019>



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการสัมภาษณ์นักศึกษาที่ตลาดเคลื่อน เรื่อง สมดุลเคมี

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1. นางสาวกัลยา จันทร์อิน | โรงเรียนสมุทรสาครวิทยาลัย จังหวัดสมุทรสาคร |
| 2. นายณัฐพล สิทธิกุล | โรงเรียนเทพศิรินทร์ร่มเกล้า จังหวัดกรุงเทพมหานคร |
| 3. นางสาวนันท์นภัส วิรัตน์ภักธิรากร | โรงเรียนสารวิทยา จังหวัดกรุงเทพมหานคร |
| 4. นางสาวกฤติยา ตุนธาสระดำรง | โรงเรียนมัธยมวัดดุสิตารามจังหวัดกรุงเทพมหานคร |
| 5. นางสาวณัฐธยาน์ เลขะวัฒณพงษ์ | โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
จังหวัดกรุงเทพมหานคร |



รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ
(ข้อสอบปลายเปิด)
เรื่อง สมดุลเคมี

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา
อาจารย์ประจำสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวลละออ รัตนวิมานวงศ์
อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
3. อาจารย์ ดร.งามจิต ไพรงาม
อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. อาจารย์ณัฐธยาน์ เลขะวัฒนะพงษ์
อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
5. อาจารย์เพชรรัตน์ รักช้าง
ครูประจำวิชาเคมี โรงเรียนชัยบุรีพิทยา จังหวัดกระบี่

**รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ
เรื่อง สมดุลเคมี**

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายรุ้ง ชาวสุภา

อาจารย์ประจำสาขาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวลละออ รัตนวิมานวงศ์

อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. อาจารย์ ดร.งามจิต ไพรงาม

อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

4. อาจารย์ณัฐธยาน์ เลขะวัฒนพงษ์

อาจารย์ประจำโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม

5. อาจารย์นันทน์ภัส วิรัตน์ภักธิจักร

ครูประจำวิชาเคมี โรงเรียนสารวิทยา



ภาคผนวก ข

แบบสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสองระดับ (ข้อสอบปลายเปิด)

แบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

แบบสัมภาษณ์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สมดุลเคมี

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

แบบสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสองระดับ (ข้อสอบปลายเปิด)

ชื่อ-นามสกุล ชั้น ม.5 ห้อง เลขที่

เกรดรายวิชาเคมี

ม.4 เทอม 1 ม.4 เทอม 2 ม.5 เทอม 1

แบบสอบวินิจฉัยสองระดับ เรื่อง สมดุลเคมี

คำชี้แจง

1. แบบสอบฉบับนี้เป็นเครื่องมือสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเรื่อง สมดุลเคมี เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาวขวัญกมล ได้สำเร็จ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา สาขาวิชาจิตวิทยาการพัฒนานวัตกรรมฯ กลุ่มการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. เวลาในการทดสอบ 90 นาที แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อสอบตัวอย่างจำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 2 ข้อสอบจำนวน 40 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 2 ระดับ ซึ่งใน 1 ข้อ นักเรียนต้องตอบ

คำถามทั้งสองระดับ

ระดับที่ 1 เป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระดับที่ 2 เป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเขียนตอบ (ปลายเปิด) โดยให้นักเรียนเขียนเหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายประกอบคำตอบในระดับที่ 1

3. ให้นักเรียนกรอกชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่ และเกรดรายวิชาเคมี (ม.4 เทอม 1, ม.4 เทอม 2 และ ม.5 เทอม 1) ให้ครบถ้วน

4. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขในการคำนวณได้

ตอนที่ 1 ตัวอย่างข้อสอบ

ข้อที่ 1

1.1 สารใดเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว

*1. CO_2

2. NH_3

3. H_2O

4. PCl_3

1.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

ตอบ 1 เพราะ CO_2 มีอะตอมล้อมรอบเหมือนกัน ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และมีรูปร่างเป็นเส้นตรงทำให้ขั้วพันธะหักล้างกันหมดจึงส่งผลให้โมเลกุลไม่มีขั้ว

ตอนที่ 2 ข้อสอบจำนวน 40 ข้อ เวลาทำข้อสอบ 90 นาที

ระดับที่ 1 ให้นักเรียนวงกลมเพื่อเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

ระดับที่ 2 ให้นักเรียนเขียนเหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายประกอบคำตอบในระดับที่ 1

ข้อที่ 1

1.1 ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับปฏิกิริยาที่ผันกลับได้

1. เกิดในระบบปิดหรือเปิดก็ได้

2. ผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้

3. เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปจะยังคงมีสารตั้งต้นทุกชนิดเหลืออยู่

4. มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ

1.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 2

2.1 ถ้าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นดังนี้

$A + 2B \rightleftharpoons 4X + 3Y$ เมื่อเริ่มต้นโดยการนำ X และ Y มาทำปฏิกิริยากัน จะทราบได้อย่างไรว่าปฏิกิริยาระหว่าง X กับ Y เป็นปฏิกิริยาที่ผันกลับได้

ก. ตรวจสอบว่ามีสาร A และ B เกิดขึ้นหรือไม่

ข. ตรวจสอบว่ามีสาร X และ Y เหลืออยู่หรือไม่

ค. ตรวจสอบว่ามีสาร A B X และ Y อยู่ในภาชนะหรือไม่

1. ก

2. ข และ ค

3. ค และ ง

4. ก ข และ ค

2.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

ข้อที่ 3

3.1 ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

1. การระเหยของน้ำในถ้วยแก้ว

2. กระติกใส่น้ำเดือดแล้วปิดฝาแน่น

3. การระเหิดของลูกเหม็นในภาชนะปิด

4. การละลายของเกลือในน้ำในปิกเกอร์

3.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4

4.1 ปฏิกริยาใดเกิดภาวะสมดุลได้ในระบบเปิด

1. $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
2. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$
3. $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
4. $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$

4.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 5

5.1 ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับภาวะสมดุล

1. สารทุกชนิดมีความเข้มข้นเท่ากัน
2. มีทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับ
3. ปริมาณสารทุกชนิดในระบบมีความเข้มข้นคงที่
4. ผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้

5.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 6

6.1 สมดุลไดนามิกมีความหมายตรงกับข้อใด

1. ความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ทุกชนิดมีค่าเท่ากัน
2. ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากความเข้มข้นของสารทุกชนิดคงที่
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ
4. ในภาวะสมดุลมีความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์เท่ากับความเข้มข้นของสารตั้งต้น

6.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

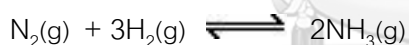
.....

.....

.....

ข้อที่ 7

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



เมื่อระบบเข้าสู่สมดุล ข้อใดถูกต้อง

1. ความเข้มข้นของ N_2 , H_2 และ NH_3 เท่ากัน
2. จำนวนโมลของ N_2 ที่ลดลงเท่ากับจำนวนโมลของ NH_3 ที่เกิดขึ้น
3. อัตราการรวมตัวของ N_2 และ H_2 เท่ากับอัตราการสลายตัวของ NH_3
4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะสูงในช่วงแรกและต่ำลงในช่วงหลังแล้วจึงเข้าสู่สมดุล

7.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

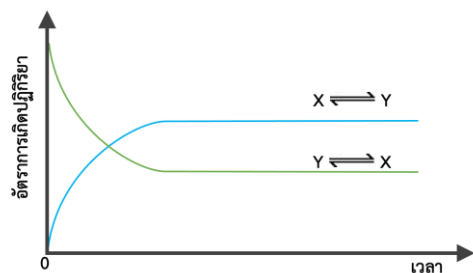
.....

.....

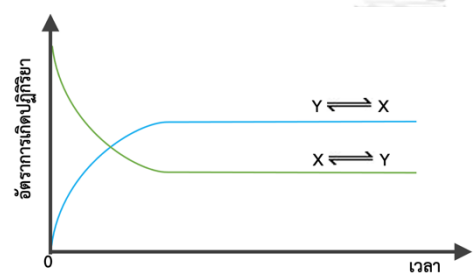
ข้อที่ 8

8.1 ข้อใดเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับเวลาของปฏิกิริยา $X \rightleftharpoons Y$ เมื่อเข้าสู่สู่สมดุล โดยเริ่มต้นปฏิกิริยาด้วยสาร X เพียงสารเดียว

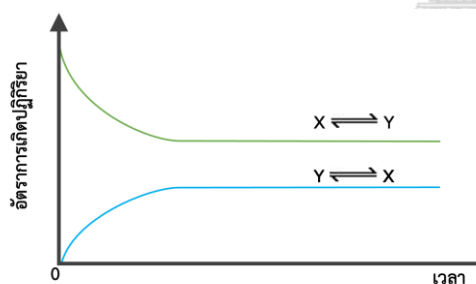
1.



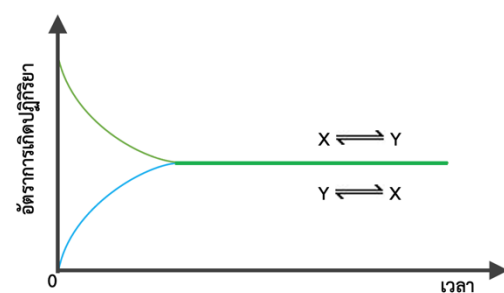
2.



3.



4.



8.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

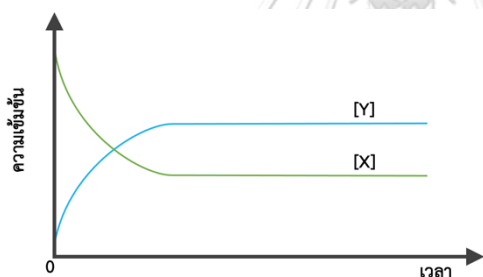
.....

.....

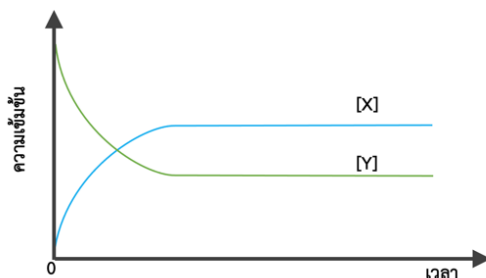
ข้อที่ 9

9.1 ข้อใดเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับเวลาของปฏิกิริยา $X \rightleftharpoons Y$ เมื่อเข้าสู่สมดุล โดยเริ่มต้นปฏิกิริยาด้วยสาร X เพียงสารเดียว

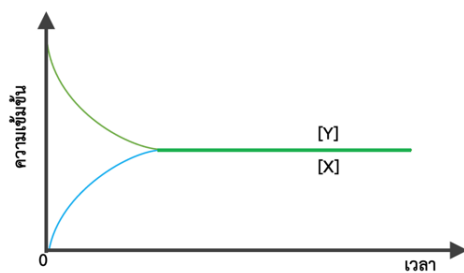
1.



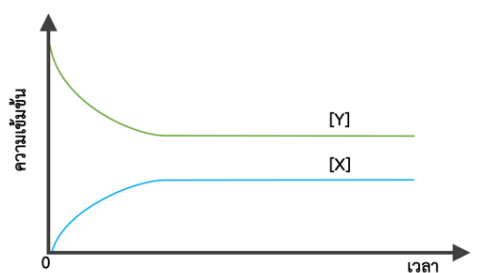
2.



3.



4.



9.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

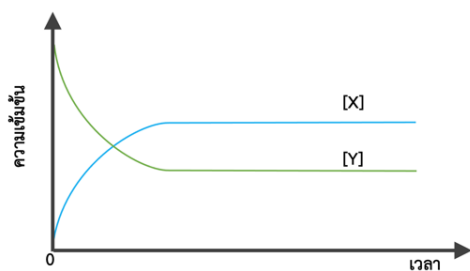
.....

.....

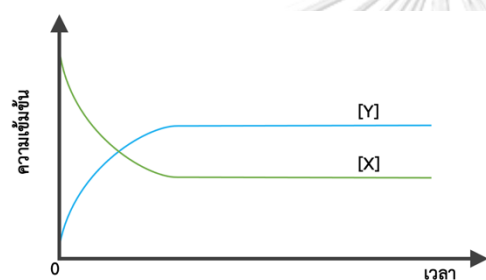
ข้อที่ 10

10.1 ข้อใดไม่ใช่กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับเวลาของปฏิกิริยา $X \rightleftharpoons Y$ เมื่อเข้าสู่สมดุล โดยเริ่มต้นปฏิกิริยาด้วยสาร Y เพียงสารเดียว

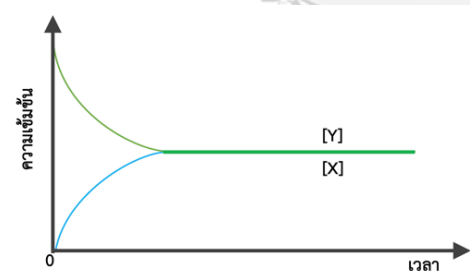
1.



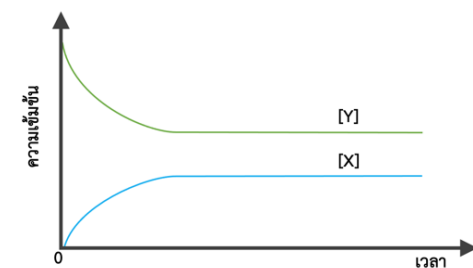
2.



3.



4.



10.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 11

11.1 ปฏิกิริยาเคมี



ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเป็นไปตามข้อใด

1. $K_c = \frac{[\text{CO}]^3 [\text{Fe}_2\text{O}_3]}{[\text{Fe}]^2 [\text{CO}_2]^3}$

2. $K_c = \frac{[\text{Fe}]^2 [\text{CO}_2]^3}{[\text{CO}]^3 [\text{Fe}_2\text{O}_3]}$

3. $K_c = \frac{[\text{CO}]^3}{[\text{CO}_2]^3}$

4. $K_c = \frac{[\text{CO}_2]^3}{[\text{CO}]^3}$



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

11.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

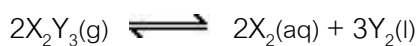
.....

.....

.....

ข้อที่ 12

12.1 ปฏิริยาเคมี



ค่าคงที่สมดุลของปฏิริยาเป็นไปตามข้อใด

1. $K_c = \frac{1}{[X_2Y_3]^2}$

2. $K_c = \frac{[X_2Y_3]^2}{[X_2]^2[Y_2]^3}$

3. $K_c = \frac{[Y_2]^3}{[X_2Y_3]^2}$

4. $K_c = \frac{[X_2]^2}{[X_2Y_3]^2}$

12.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 13

13.1 เมื่อผสมแก๊ส A และแก๊ส B เข้าด้วยกันในภาชนะขนาด 2000 cm³ เกิดปฏิริยาดังสมการ



เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลพบว่า มีความเข้มข้น

ของแก๊ส A, B และ C เท่ากับ 2, 4 และ 6 mol ตามลำดับ ค่าคงที่สมดุลของปฏิริยาเป็นเท่าใด

1. 0.28

2. 0.75

3. 1.13

4. 1.50

13.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 14

14.1 เมื่อผสมแก๊ส X และแก๊ส Y เข้าด้วยกันในภาชนะขนาด 100 cm^3 เกิดปฏิกิริยาดังสมการ

$$\text{X(g)} + 2\text{Y(g)} \rightleftharpoons \text{Z(g)}$$

ที่อุณหภูมิ 25°C เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลพบว่า มีความเข้มข้นของแก๊ส X, Y และ Z เท่ากับ 1, 2 และ 2 mol/dm^3 ตามลำดับ ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเป็นเท่าใด

1. 0.5
2. 1.0
3. 10.0
4. 50.0

14.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 15

15.1 เเผา CaCO_3 1 mol ในภาชนะปิดขนาด 2 dm^3 ที่ 27°C พบว่าที่สมดุลเกิดแก๊ส CO_2 0.25 mol ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ มีค่าเท่าใด

1. 0.125
2. 0.250
3. 0.375
4. 0.500

15.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 16

16.1 ปฏิกิริยา $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$ มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ 4.0×10^{-4} ที่ 2000°C ถ้าความเข้มข้นที่สมดุลของ O_2 และ N_2 เท่ากับ $1 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ ความเข้มข้นของแก๊ส NO ที่สมดุลมีค่ากี่ mol/dm^3

1. 1×10^{-4}
2. 2×10^{-4}
3. 1×10^{-2}
4. 2×10^{-2}

16.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 17

17.1 ภาชนะปิดใบหนึ่งบรรจุแก๊ส SO_2 0.5 mol/dm^3 และแก๊ส O_2 1.0 mol/dm^3 เกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ ดังสมการ $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$ เมื่อระบบเข้าสู่สมดุลพบว่ามี ความเข้มข้นทั้งหมดเท่ากับ 1.3 mol/dm^3 ความเข้มข้นของ SO_3 ที่ภาวะสมดุลมีค่ากี่ mol/dm^3

1. 0.1
2. 0.2
3. 0.3
4. 0.4

17.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 18

18.1 ภาชนะปิดใบหนึ่งขนาด 2 ลิตรบรรจุแก๊ส N_2 และแก๊ส O_2 อย่างละ 2.0 mol/dm^3

เกิดปฏิกิริยาผันกลับได้ดังสมการ $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$ เมื่อระบบเข้าสู่สมดุลพบว่าจำนวนโมลของแก๊ส NO มีค่าเท่ากับ 4.0 โมล ปริมาณของ O_2 ที่ภาวะสมดุลมีค่ากี่โมล

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

18.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 19

19.1 จากปฏิกิริยา $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ 9 ถ้านำแก๊ส H_2 และแก๊ส I_2 อย่างละ 0.5 โมล มาทำปฏิกิริยากันในภาชนะปิด 0.5 ลิตร จงหาความเข้มข้นของแก๊ส HI ที่ภาวะสมดุลในหน่วย mol/dm^3

1. 0.07
2. 0.14
3. 0.21
4. 0.28

19.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 20

20.1 ปฏิกิริยา $2A(g) + 3B(s) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$ มีค่าคงที่ของสมดุลเป็น 1.0×10^{-2} เมื่อบรรจุแก๊ส A 1.0 โมล และแก๊ส B 3.0 โมล ลงในภาชนะขนาด 1 ลิตร ปล่อยให้เข้าสู่สมดุล จงหาความเข้มข้นของแก๊ส A ที่สมดุลในหน่วย mol/dm^3

1. 0.2
2. 0.4
3. 0.8
4. 1.0

20.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 21

21.1 ปฏิกริยาระหว่างแก๊ส XO กับแก๊ส O_2 เกิดเป็นแก๊ส XO_2 ที่ 400 K ถ้าบรรจุแก๊ส XO 1.0 โมล และ แก๊ส O_2 2.0 โมล ในภาชนะขนาด 2 ลิตร เมื่อเข้าสู่สมดุลพบว่าแก๊สมีความเข้มข้นทั้งหมด 1.4 โมล/ลิตร จงหาจำนวนโมลของแก๊ส XO_2 ที่สมดุล

1. 0.2
2. 0.4
3. 0.6
4. 0.8

21.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 22

22.1 ปฏิกริยา $PCl_3(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons PCl_5(g)$ ในภาชนะขนาด 1 ลิตร ที่สมดุลความเข้มข้นของ PCl_3 , Cl_2 และ PCl_5 เป็น 0.1, 0.1 และ 0.04 mol/dm³ ตามลำดับ ถ้าทำการทดลองใหม่พบว่า ที่สมดุลใหม่ PCl_3 และ Cl_2 มีความเข้มข้นอย่างละ 0.2 mol/dm³ ข้อใดคือความเข้มข้นของ PCl_5 ที่สมดุลใหม่ในหน่วย mol/dm³

1. 0.04
2. 0.08
3. 0.12
4. 0.16

22.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 23

23.1 ปฏิกิริยา $A(g) + B(g) \rightleftharpoons 2Z(g)$ มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ 9.0×10^{-2} ถ้านำสาร Z 4.0 โมล ใส่ลงภาชนะซึ่งมีปริมาตร 2 ลิตร เมื่อถึงภาวะสมดุลจะมีสาร A และ B อย่างละกี่

mol/dm³

1. 0.26
2. 0.52
3. 0.87
4. 1.74

23.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 24

24.1 ปฏิกิริยา $2X(g) \rightleftharpoons Y(g) + Z(g)$ มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ 2.5×10^{-1} ร้อยละการแตกตัวของ X มีค่าเท่าใด

1. 25
2. 50
3. 75
4. 100

24.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 25

25.1 จากปฏิกิริยา $C \rightleftharpoons A + B$ ที่อุณหภูมิคงที่ ถ้านำแก๊ส C มาจำนวนหนึ่งใส่ในภาชนะ 2 ลิตร ที่สมดุลพบว่า ความเข้มข้นของ C เท่ากับ 0.20 mol/dm^3 เมื่อเติม C ลงไปอีกจำนวนหนึ่ง พบว่าความเข้มข้นของ C เท่ากับ 0.8 mol/dm^3 ความเข้มข้นของแก๊ส A และแก๊ส B ที่สมดุลใหม่จะเพิ่มขึ้นอย่างละกี่เท่า

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

25.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 26

26.1 จากปฏิกิริยา $X + Y \rightleftharpoons Z$ ที่อุณหภูมิคงที่ ถ้านำแก๊ส Z มาจำนวนหนึ่งใส่ในภาชนะ 2 ลิตร ที่สมดุลพบว่า ความเข้มข้นของ Z เท่ากับ 0.2 mol/dm^3 เมื่อเติม Z ลงไปอีกจำนวนหนึ่ง พบว่าความเข้มข้นของ Z เท่ากับ 1.8 mol/dm^3 ความเข้มข้นของแก๊ส X และแก๊ส Y ที่สมดุลใหม่จะเพิ่มขึ้นอย่างละกี่เท่า

1. 3.0
2. 4.5
3. 6.0
4. 9.0

26.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

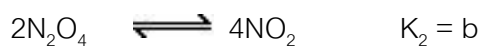
.....

.....

.....

ข้อที่ 27

27.1 พิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้



ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาที่ 4 มีค่าเท่าใด

1. $a + c - b$
2. $a + 2b - c$
3. b/ac^2
4. ac^2/b

27.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

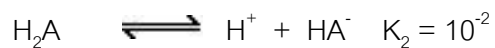
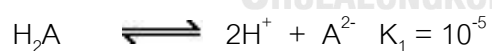
.....

.....

.....

ข้อที่ 28

28.1 พิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้



ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาที่ 3 มีค่าเท่าใด

1. 10^{-3}
2. 10^{-7}
3. 10^3
4. 10^7

28.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

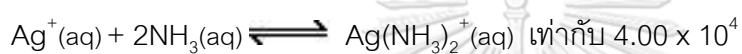
.....

.....

.....

ข้อที่ 29

29.1 กำหนดค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา



ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้เป็นเท่าใด $\frac{1}{2}\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq})$

1. 2.5×10^{-3}

2. 5.0×10^{-3}

3. 2.5×10^{-5}

4. 5.0×10^{-5}

29.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

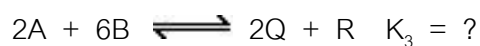
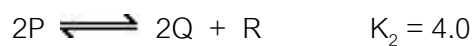
.....

.....

.....

ข้อที่ 30

30.1 กำหนดปฏิกิริยาที่สภาวะสมดุล



ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาที่ 3 มีค่าเท่าใด

1. 1.00
2. 1.60
3. 0.16
4. 0.05

30.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 31

31.1 ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล

1. ค่าคงที่สมดุลจะมีค่าสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
2. ค่าคงที่สมดุลไม่สามารถบอกอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้
3. ค่าคงที่สมดุลมากกว่า 1 แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้ดีกว่าปฏิกิริยาไปข้างหน้า
4. ค่าคงที่สมดุลน้อยกว่า 1 แสดงว่ามีปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมากกว่าสารตั้งต้นที่เหลืออยู่

เสมอ

31.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

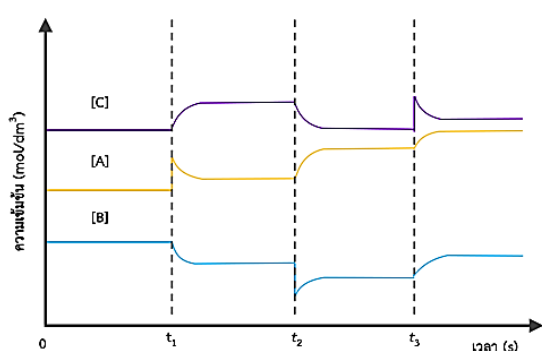
.....

.....

.....

ข้อที่ 32

32.1 ปฏิริยาเคมี ดังนี้



ที่เวลา t_1 เกิดการรบกวนสมดุลด้วยปัจจัยใด

1. เพิ่มอุณหภูมิ
2. ลดความดัน
3. เพิ่มความเข้มข้นของ A
4. ลดความเข้มข้นของ B

32.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

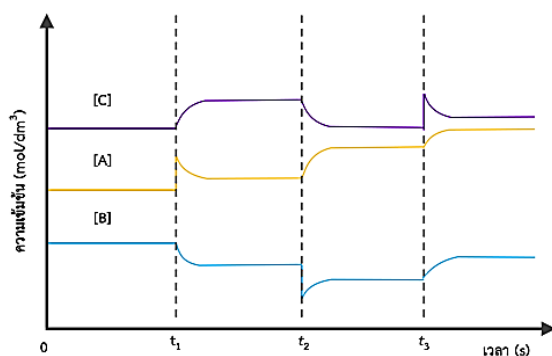
.....

.....

.....

ข้อที่ 33

33.1 ปฏิกริยาเคมี ดังนี้

ที่เวลา t_2 เกิดการรบกวนสมดุลด้วยปัจจัยใด

1. เพิ่มอุณหภูมิ
2. ลดความดัน
3. เพิ่มความเข้มข้นของ A
4. ลดความเข้มข้นของ B

33.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

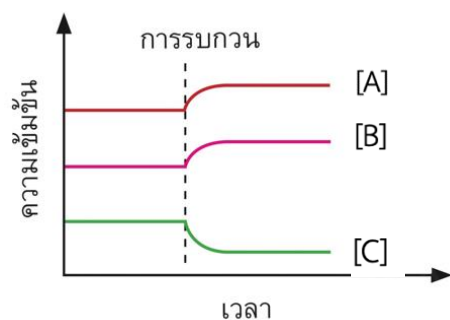
.....

.....

.....

ข้อที่ 34

34.1 $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + 100 \text{ KJ}$ ข้อใดเป็นการรบกวนสมดุลของปฏิกิริยานี้



1. เติมตัวเร่ง
 2. เพิ่มอุณหภูมิ
 3. ลดความดัน
 4. เพิ่มความเข้มข้นของสาร C
- 34.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

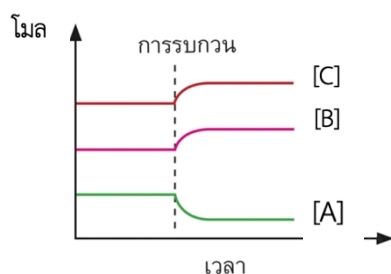
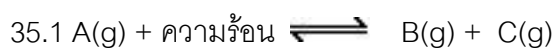
.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 35



พิจารณาการรบกวนสมดุลต่อไปนี้

ก. ลดอุณหภูมิ

ข. เพิ่มอุณหภูมิ

ค. ลดความดัน

ง. เพิ่มความดัน

ข้อใดเป็นการรบกวนสมดุลของปฏิกิริยานี้

1. ก และ ค
2. ก และ ง
3. ข และ ค
4. ข และ ง

35.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 36

36.1 หากมีการขยายปริมาตรจากเดิมเป็นสองเท่า ปฏิกิริยาใดจะมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางของปฏิกิริยาไปทางซ้ายมือ

1. $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
2. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$
3. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(\text{g})$
4. $\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$

36.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

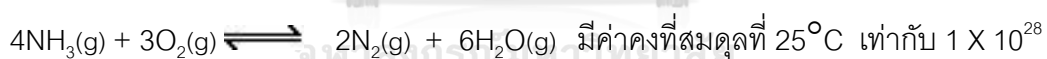
.....

.....

.....

ข้อที่ 37

37.1 ปฏิกิริยาต่อไปนี้



ถ้าเพิ่มความดันของปฏิกิริยานี้ ข้อใดถูกต้อง

1. เกิด NH_3 เพิ่มขึ้น เป็นผลให้ค่าคงที่ของสมดุลนี้ลดลง
2. เกิด O_2 ลดลง เป็นผลทำให้ค่าคงที่ของสมดุลนี้เพิ่มขึ้น
3. เกิด N_2 เพิ่มขึ้น เป็นผลทำให้ค่าคงที่ของสมดุลนี้เท่าเดิม
4. เกิด H_2O ลดลง เป็นผลทำให้ค่าคงที่ของสมดุลนี้เท่าเดิม

37.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

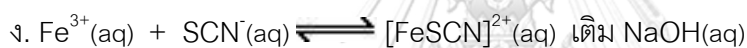
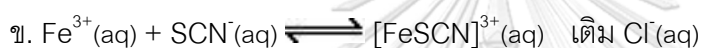
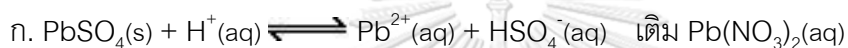
.....

.....

.....

ข้อที่ 38

38.1 พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้



เมื่อเติมสารต่าง ๆ ในแต่ละข้อลงในสมการที่อยู่สภาวะสมดุลแล้ว ข้อที่แสดงว่าปฏิกิริยาดำเนินไปทางซ้ายคือข้อใด

1. ก และ ง

2. ข และ ค

3. ค และ ง

4. ก ค และ ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

38.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

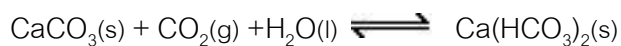
.....

.....

.....

ข้อที่ 39

39.1 ปฏิกิริยาการเกิดหินงอกหินย้อย ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) เป็นดังนี้



ถ้าโรงงานอุตสาหกรรมมีการปล่อยแก๊สเรือนกระจกออกมาจะทำให้ภาวะสมดุลของปฏิกิริยาการเกิดหินงอกหินย้อยเปลี่ยนแปลง **ยกเว้น** ข้อใด

1. เกิดหินงอกหินย้อย ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) มากขึ้น
2. ปริมาณหินปูน (CaCO_3) เพิ่มขึ้น
3. ค่าคงที่สมดุลไม่เปลี่ยนแปลง
4. เกิดการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้ามากขึ้น

39.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

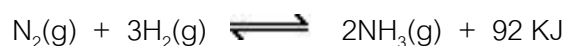
.....

.....

.....

ข้อที่ 40

40.1 กระบวนการฮาเบอร์เป็นกระบวนการผลิตแก๊สแอมโมเนียในอุตสาหกรรม โดยเกิดปฏิกิริยาดังสมการ



การกระทำในข้อใดทำให้ปริมาณ NH_3 เพิ่มขึ้น

1. ลดอุณหภูมิและความดัน
2. เพิ่มอุณหภูมิและความดัน
3. เพิ่มอุณหภูมิและลดความดัน
4. ลดอุณหภูมิและเพิ่มความดัน

40.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

.....

.....



แบบสอบวินิจฉัยสามระดับที่มีระดับความมั่นใจแตกต่างกัน

ชื่อ-นามสกุล ชั้น ม.5 ห้อง เลขที่
 เกรตรายวิชาเคมี
 ม.4 เทอม 1 ม.4 เทอม 2 ม.5 เทอม 1

แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ เรื่อง สมดุลเคมี

คำชี้แจง

1. แบบสอบฉบับนี้เป็นเครื่องมือสำรวจมโนทัศน์ที่คาดเคลื่อนของนักเรียนเรื่อง สมดุลเคมี เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาวขวัญกมล ได้สำเร็จ นิติระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา สาขาวิชาจิตวิทยาการพัฒนานวัตกรรมฯ กลุ่มการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. เวลาในการทดสอบ 90 นาที แบ่งออกเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 ข้อสอบตัวอย่างจำนวน 1 ข้อ

ตอนที่ 2 ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ซึ่งใน 1 ข้อ นักเรียนต้องตอบ

คำถาม ทั้งสามระดับ

ระดับที่ 1 เป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

ระดับที่ 2 เป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และตอบคำถามปลายเปิดอีก 1 ตัวเลือก หากคำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับตัวเลือกที่กำหนดให้

ระดับที่ 3 เป็นแบบสอบวัดระดับความมั่นใจแบบมาตราประมาณค่า คือ มั่นใจ และไม่มั่นใจ

3. ให้นักเรียนกรอกชื่อ นามสกุล ชั้น เลขที่ และเกรตรายวิชาเคมี (ม.4 เทอม 1, ม.4 เทอม 2 และ ม.5 เทอม 1) ให้ครบถ้วน

4. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขในการคำนวณได้

ตอนที่ 1 ตัวอย่างข้อสอบ**ข้อที่ 1**

1.1 สารใดเป็นโมเลกุลไม่มีขั้ว

*1. CO_2

2. NH_3

3. H_2O

4. PCl_3

1.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

ตอบ 1 เพราะ CO_2 มีอะตอมล้อมรอบเหมือนกัน ไม่มีอิเล็กตรอนคู่โดดเดี่ยว และมีรูปร่างเป็นเส้นตรงทำให้ขั้วพันธะหักล้างกันหมดจึงส่งผลให้โมเลกุลไม่มีขั้ว



ตอนที่ 2 ข้อสอบจำนวน 40 ข้อ เวลาทำข้อสอบ 90 นาที

ระดับที่ 1 ให้นักเรียนวงกลมเพื่อเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

ระดับที่ 2 ให้นักเรียนวงกลมเพื่อเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวประกอบคำตอบในระดับที่ 1 หากคำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับตัวเลือกที่กำหนดให้ นักเรียนให้เขียนตอบลงในตัวเลือกที่ 5

ระดับที่ 3 ให้นักเรียนวงกลมระดับความมั่นใจในการตอบคำถามในระดับที่ 1 และระดับที่ 2

ข้อที่ 1

1.1 ข้อใดกล่าว**ไม่ถูกต้อง**เกี่ยวกับปฏิกิริยาที่ผันกลับได้

1. เกิดในระบบปิดหรือเปิดก็ได้
2. ผลิตภัณฑ์สามารถเปลี่ยนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้
3. เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปจะยังคงมีสารตั้งต้นทุกชนิดเหลืออยู่
4. มีทั้งการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้าและการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ

1.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. เกิดขึ้นทั้งปฏิกิริยาไปข้างหน้าและย้อนกลับในระบบปิด
2. เกิดการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้ามากกว่าการเปลี่ยนแปลงย้อนกลับ
3. ผลิตภัณฑ์ย้อนกลับมาเป็นสารตั้งต้นทันทีเมื่อเกิดปฏิกิริยาผันกลับได้
4. สารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์ได้โดยอาจจะเหลือสารตั้งต้นทุกชนิดบางส่วน
5.

1.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

- ก. มั่นใจ ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 2

2.1 ข้อใดเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้

1. การระเหยของน้ำในถ้วยแก้ว
2. กระติกใส่น้ำเดือดแล้วปิดฝาแน่น
3. การระเหิดของลูกเหม็นในภาชนะปิด
4. การละลายของเกลือในน้ำในปิกเกอร์

เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. ปฏิกิริยามีแก๊สเกิดขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ย้อนกลับมาเป็นสารตั้งต้นไม่ได้
2. การละลายเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพทำให้ปฏิกิริยาเป็นระบบเปิด
3. การเดือดของสารเป็นการทำลายแรงภายในโมเลกุลจึงทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถย้อนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้
4. ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ต้องเกิดการเปลี่ยนแปลงจากแก๊สเป็นของเหลว ไม่สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงจากแก๊สเป็นของแข็งได้
5.

2.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 3

3.1 ปฏิกิริยาใดเกิดภาวะสมดุลได้ในระบบเปิด

1. $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$
2. $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$
3. $\text{AgCl}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$
4. $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$

3.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. ปฏิกิริยาที่ไม่มีแก๊สเกิดขึ้นในระบบ
2. โมลของแก๊สในสารตั้งต้นมากกว่าโมลของแก๊สในผลิตภัณฑ์
3. โมลของของแข็งในสารตั้งต้นและโมลของของแข็งในผลิตภัณฑ์เท่ากัน
4. ปฏิกิริยาการรวมตัว ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถย้อนกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้
5.

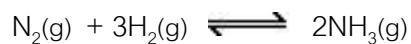
3.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 4

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



เมื่อระบบเข้าสู่สมดุล ข้อใดถูกต้อง

1. ความเข้มข้นของ N_2 , H_2 และ NH_3 เท่ากัน
2. จำนวนโมลของ N_2 ที่ลดลงเท่ากับจำนวนโมลของ NH_3 ที่เกิดขึ้น
3. อัตราการรวมตัวของ N_2 และ H_2 เท่ากับอัตราการสลายตัวของ NH_3
4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะสูงในช่วงแรกและต่ำลงในช่วงหลังแล้วจึงเข้าสู่สมดุล

4.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์จะมีเท่ากัน
2. จำนวนโมลของสารที่ลดลงเท่ากับจำนวนโมลของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ
4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะสูงในช่วงแรก เพราะมีปริมาณสารตั้งต้นมากและต่ำลงในช่วงหลังเพราะมีปริมาณสารตั้งต้นลดลง แล้วจึงเข้าสู่สมดุล
5.

4.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

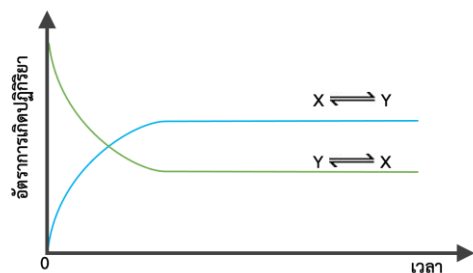
ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

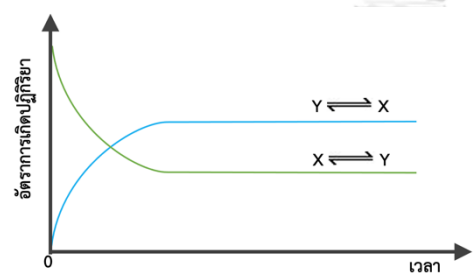
ข้อที่ 5

5.1 ข้อใดเป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับเวลาของปฏิกิริยา $X \rightleftharpoons Y$ เมื่อเข้าสู่สมดุล โดยเริ่มต้นปฏิกิริยาด้วยสาร X เพียงสารเดียว

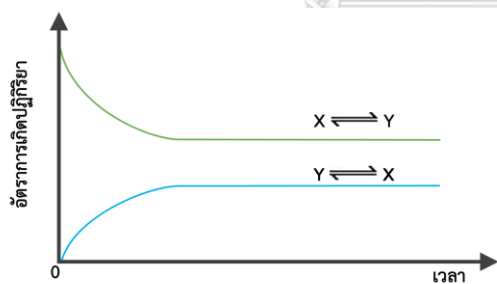
1.



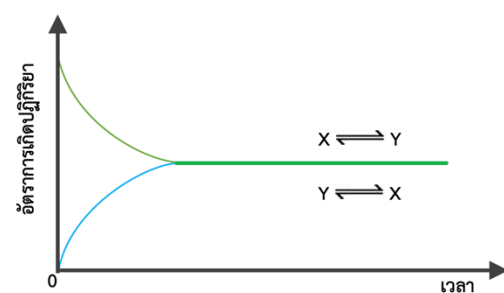
2.



3.



4.



5.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ
2. อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับคงที่
3. อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะเพิ่มขึ้นเมื่อการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าสิ้นสุด
4. อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับจะสูงในช่วงแรก เพราะมีปริมาณสารตั้งต้นมากและต่ำลงในช่วงหลังเพราะมีปริมาณสารตั้งต้นลดลง แล้วจึงเข้าสู่สมดุล
5.

5.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

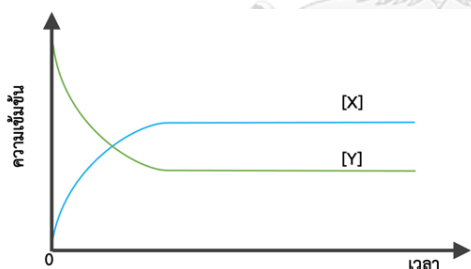
ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

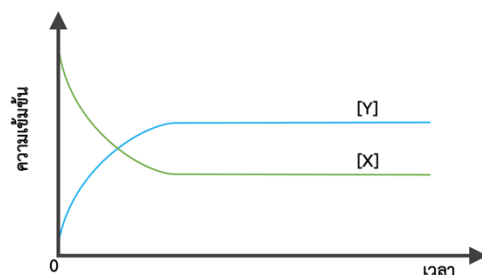
ข้อที่ 6

6.1 ข้อใดไม่ใช่กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกับเวลาของปฏิกิริยา $X \rightleftharpoons Y$ เมื่อเข้าสู่สมดุล โดยเริ่มต้นปฏิกิริยาด้วยสาร Y เพียงสารเดียว

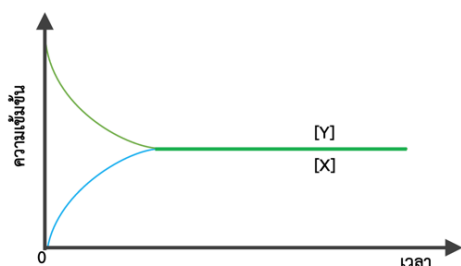
1.



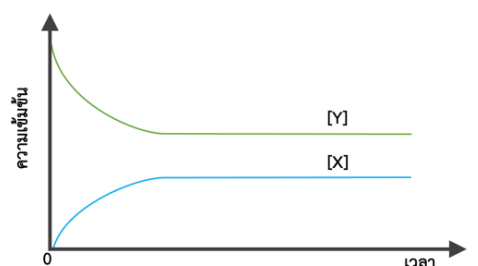
2.



3.



4.



6.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. สาร Y เป็นสารตั้งต้นเมื่อเวลาผ่านไปความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้น
2. สาร X เป็นสารผลิตภัณฑ์เมื่อเวลาผ่านไปความเข้มข้นจะลดลง
3. ปฏิกิริยาเริ่มต้นจากสาร Y เมื่อเวลาผ่านไปความเข้มข้นของสาร Y ลดลงและความเข้มข้นของสาร X เพิ่มขึ้น
4. สาร X และสาร Y มีความเข้มข้นเท่ากัน เพราะอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าเท่ากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ
5.

6.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 7

7.1 ปฏิริยาเคมี



ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเป็นไปตามข้อใด

1. $K_c = \frac{[\text{CO}]^3 [\text{Fe}_2\text{O}_3]}{[\text{Fe}]^2 [\text{CO}_2]^3}$

2. $K_c = \frac{[\text{Fe}]^2 [\text{CO}_2]^3}{[\text{CO}]^3 [\text{Fe}_2\text{O}_3]}$

3. $K_c = \frac{[\text{CO}]^3}{[\text{CO}_2]^3}$

4. $K_c = \frac{[\text{CO}_2]^3}{[\text{CO}]^3}$

7.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. ค่าคงที่สมดุลหาจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ โดยคิดความเข้มข้นของสารทุกสถานะ

1. ค่าคงที่สมดุลหาจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์ โดยคิดความเข้มข้นของสารทุกสถานะ

3. ค่าคงที่สมดุลหาจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ โดยคิดเฉพาะความเข้มข้นของสารในสถานะแก๊สกับสารละลาย

4. ค่าคงที่สมดุลหาจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์ โดยคิดเฉพาะความเข้มข้นของสารในสถานะแก๊สกับสารละลาย

5.

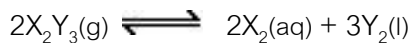
7.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 8

8.1 ปฏิริยาเคมี



ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเป็นไปตามข้อใด

1. $K_c = \frac{1}{[X_2Y_3]^2}$

2. $K_c = \frac{[X_2Y_3]^2}{[X_2]^2[Y_2]^3}$

3. $K_c = \frac{[Y_2]^3}{[X_2Y_3]^2}$

4. $K_c = \frac{[X_2]^2}{[X_2Y_3]^2}$

8.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. ค่าคงที่สมดุลหาจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ โดยคิดความเข้มข้นของสารทุกสถานะ

1. ค่าคงที่สมดุลหาจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์ โดยคิดความเข้มข้นของสารทุกสถานะ

3. ค่าคงที่สมดุลหาจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ โดยคิดเฉพาะความเข้มข้นของสารในสถานะแก๊สกับสารละลาย

4. ค่าคงที่สมดุลหาจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์ โดยคิดเฉพาะความเข้มข้นของสารในสถานะแก๊สกับสารละลาย

5.

8.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 9

9.1 เมื่อผสมแก๊ส A และแก๊ส B เข้าด้วยกันในภาชนะขนาด 2000 cm^3 เกิดปฏิกิริยาดังสมการ

$$\text{A(g)} + 3\text{B(g)} \rightleftharpoons 2\text{C(g)}$$
 ที่อุณหภูมิ 70°C เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลพบว่า มีความเข้มข้นของแก๊ส A, B และ C เท่ากับ 2, 4 และ 6 mol ตามลำดับ ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเป็นเท่าใด

1. 0.28
2. 0.75
3. 1.13
4. 1.50

9.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. หาค่าคงที่สมดุลจากอัตราส่วนระหว่างโมลของสารผลิตภัณฑ์ต่อโมลของสารตั้งต้น
2. หาค่าคงที่สมดุลจากอัตราส่วนระหว่างโมลของสารผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อโมลของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์
3. เปลี่ยนหน่วยโมลเป็นความเข้มข้นหน่วยโมลต่อลิตร แล้วหาค่าคงที่สมดุลจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ต่อความเข้มข้นของสารตั้งต้น
4. เปลี่ยนหน่วยโมลเป็นความเข้มข้นหน่วยโมลต่อลิตร แล้วหาค่าคงที่สมดุลจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์
5.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 CHULALONGKORN UNIVERSITY

9.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

- ก. มั่นใจ ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 10

10.1 เมื่อผสมแก๊ส X และแก๊ส Y เข้าด้วยกันในภาชนะขนาด 100 cm^3 เกิดปฏิกิริยาดังสมการ

$$\text{X(g)} + 2\text{Y(g)} \rightleftharpoons \text{Z(g)}$$
 ที่อุณหภูมิ 25°C เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลพบว่า มีความเข้มข้นของแก๊ส X, Y และ Z เท่ากับ 1, 2 และ 2 mol/dm^3 ตามลำดับ ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเป็นเท่าใด

1. 0.5
2. 1.0
3. 10.0
4. 50.0

10.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. หาค่าคงที่สมดุลจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ต่อความเข้มข้นของสารตั้งต้น
2. หาค่าคงที่สมดุลจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์
3. เปลี่ยนหน่วยหน่วยโมลต่อลิตรเป็นความเข้มข้นหน่วยโมล แล้วหาค่าคงที่สมดุลจากอัตราส่วนระหว่าง โมลของสารผลิตภัณฑ์ต่อโมลของสารตั้งต้น
4. เปลี่ยนหน่วยหน่วยโมลต่อลิตรเป็นความเข้มข้นหน่วยโมล แล้วหาค่าคงที่สมดุลจากอัตราส่วนระหว่างโมลของสารผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อโมลของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์
5. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

10.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

- ก. มั่นใจ ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 11

11.1 เเผ CaCO_3 1 mol ในภาชนะปิดขนาด 2 dm^3 ที่ 27°C พบว่าที่สมดุลเกิดแก๊ส CO_2 0.25

mol ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$ มีค่าเท่าใด

1. 0.125
2. 0.250
3. 0.375
4. 0.500

11.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. หาค่าคงที่สมดุลจากอัตราส่วนระหว่างโมลของสารผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความของโมลสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์ โดยคิดโมลของสารทุกชนิดในระบบ

2. หาค่าคงที่สมดุลจากอัตราส่วนระหว่างโมลของสารผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความของโมลสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์ โดยคิดโมลของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เท่านั้น

3. เปลี่ยนหน่วยหน่วยโมลเป็นความเข้มข้นหน่วยโมลต่อลิตร แล้วหาค่าคงที่สมดุลจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์ โดยคิดความเข้มข้นของสารทุกชนิดในระบบ

4. เปลี่ยนหน่วยหน่วยโมลเป็นความเข้มข้นหน่วยโมลต่อลิตร แล้วหาค่าคงที่สมดุลจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์ โดยคิดความเข้มข้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เท่านั้น

5.

11.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 12

12.1 ปฏิกิริยา $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{g})$ มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ 4.0×10^{-4} ที่ 2000°C ถ้าความเข้มข้นที่สมดุลของ O_2 และ N_2 เท่ากับ $1 \times 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ ความเข้มข้นของแก๊ส NO ที่สมดุลมีค่ากี่ mol/dm^3

1. 1×10^{-4}
2. 2×10^{-4}
3. 1×10^{-2}
4. 2×10^{-2}

12.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. ค่าคงที่สมดุลหาจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์
2. ค่าคงที่สมดุลหาจากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์
3. ค่าคงที่สมดุลหาจากอัตราส่วนระหว่างโมลของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อโมลของผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์
4. ค่าคงที่สมดุลหาจากอัตราส่วนระหว่างโมลของสารผลิตภัณฑ์ยกกำลังสัมประสิทธิ์ต่อโมลของสารตั้งต้นยกกำลังสัมประสิทธิ์
5.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

12.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

- ก. มั่นใจ ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 14

14.1 จากปฏิกิริยา $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ 9 ถ้านำแก๊ส H_2 และแก๊ส I_2 อย่างละ 0.5 โมล มาทำปฏิกิริยากันในภาชนะปิด 0.5 ลิตร จงหาความเข้มข้นของแก๊ส HI ที่ภาวะสมดุลในหน่วย mol/dm^3

1. 0.07
2. 0.14
3. 0.21
4. 0.28

14.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. เปลี่ยนหน่วยโมลเป็นความเข้มข้นหน่วยโมลต่อลิตร โดยการนำโมลมาหารด้วยปริมาตร (ลิตร) จากนั้นหาความเข้มข้นของแก๊ส HI โดยเทียบความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารฝั่งขวากับความเข้มข้นของสารฝั่งซ้ายยกกำลังสัมประสิทธิ์

2. เปลี่ยนหน่วยโมลเป็นความเข้มข้นหน่วยโมลต่อลิตร โดยการนำโมลมาหารด้วยปริมาตร (ลิตร) จากนั้นหาความเข้มข้นของแก๊ส HI โดยเทียบความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารฝั่งขวากับความเข้มข้นของสารฝั่งซ้ายยกกำลังสัมประสิทธิ์ แล้วนำค่าที่ได้คูณด้วยปริมาตร

3. ใช้หน่วยโมลในการหาปริมาณของสารของแก๊ส HI โดยเทียบความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ อัตราส่วนระหว่างโมลของสารฝั่งขวากับโมลของสารฝั่งซ้าย จากนั้นเปลี่ยนหน่วยโมลเป็นความเข้มข้นหน่วยโมลต่อลิตร โดยการนำโมลมาหารด้วยปริมาตร (ลิตร)

4. ใช้หน่วยโมลในการหาปริมาณของสารของแก๊ส HI โดยเทียบความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ อัตราส่วนระหว่างโมลของสารฝั่งขวากับโมลของสารฝั่งซ้าย จากนั้นเปลี่ยนหน่วยโมลเป็นความเข้มข้นหน่วยโมลต่อลิตร โดยการนำโมลมาหารด้วยปริมาตร (ลิตร)

5.

14.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 15

15.1 ปฏิกิริยา $2A(g) + 3B(s) \rightleftharpoons C(g) + D(g)$ มีค่าคงที่ของสมดุลเป็น 1.0×10^{-2} เมื่อบรรจุแก๊ส A 1.0 โมล และแก๊ส B 3.0 โมล ลงในภาชนะขนาด 1 ลิตร ปล่อยให้เข้าสู่สมดุล จงหาความเข้มข้นของแก๊ส A ที่สมดุลในหน่วย mol/dm^3

1. 0.2
2. 0.4
3. 0.8
4. 1.0

15.2 เพราะเหตุใดจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. หาความเข้มข้นเริ่มต้นของสารจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้โดยเปลี่ยนหน่วยโมลเป็นโมลต่อลิตร จากนั้นหาความเข้มข้นของแก๊ส A โดยเทียบความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารฝั่งขวากับความเข้มข้นของสารฝั่งซ้าย โดยคิดความเข้มข้นของสารทุกชนิด

2. หาความเข้มข้นเริ่มต้นของสารจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้โดยเปลี่ยนหน่วยโมลเป็นโมลต่อลิตร จากนั้นหาความเข้มข้นของแก๊ส A โดยเทียบความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารฝั่งขวากับความเข้มข้นของสารฝั่งซ้าย โดยคิดเฉพาะสารที่มีสถานะแก๊สเท่านั้น

3. หาความเข้มข้นที่สมดุลของสารจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้โดยเปลี่ยนหน่วยโมลเป็นโมลต่อลิตร จากนั้นหาความเข้มข้นของแก๊ส A โดยเทียบความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารฝั่งขวากับความเข้มข้นของสารฝั่งซ้าย โดยคิดความเข้มข้นของสารทุกชนิด

4. หาความเข้มข้นสมดุลของสารจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้โดยเปลี่ยนหน่วยโมลเป็นโมลต่อลิตร จากนั้นหาความเข้มข้นของแก๊ส A โดยเทียบความสัมพันธ์ของค่าคงที่สมดุล คือ อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารฝั่งขวากับความเข้มข้นของสารฝั่งซ้าย โดยคิดเฉพาะสารที่มีสถานะแก๊สเท่านั้น

5.

15.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 16

16.1 ปฏิกิริยา $\text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_5(\text{g})$ ในภาชนะขนาด 2 ลิตร ที่สมดุลความเข้มข้นของ PCl_3 , Cl_2 และ PCl_5 เป็น 0.1, 0.1 และ 0.04 mol/dm³ ตามลำดับ ถ้าทำการทดลองใหม่พบว่า ที่สมดุลใหม่ PCl_3 และ Cl_2 มีความเข้มข้นอย่างละ 0.2 mol/dm³ ข้อใดคือความเข้มข้นของ PCl_5 ที่สมดุลใหม่ในหน่วย mol/dm³

1. 0.04
2. 0.08
3. 0.12
4. 0.16

16.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. คำนวณหาค่าคงที่สมดุล (K) จากสมดุลเดิม โดยใช้อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์กับความเข้มข้นของสารตั้งต้น จากนั้นนำค่า K มาคำนวณหาความเข้มข้นของสาร PCl_5 ที่สมดุลใหม่
2. คำนวณหาค่าคงที่สมดุล (K) จากสมดุลเดิม โดยใช้อัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับความเข้มข้นของสารฝั่งขวา จากนั้นนำค่า K มาคำนวณหาความเข้มข้นของสาร PCl_5 ที่สมดุลใหม่
3. เปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นเป็นหน่วยโมล จากนั้นคำนวณหาค่าคงที่สมดุล (K) จากสมดุลเดิม โดยใช้อัตราส่วนระหว่างโมลของสารผลิตภัณฑ์กับโมลของสารตั้งต้น แล้วนำความสัมพันธ์ในสมการมาคำนวณหาความเข้มข้นของสาร PCl_5 ที่สมดุลใหม่ โดยใช้ปริมาตรรวมเป็น 2 ลิตร
4. เปลี่ยนหน่วยความเข้มข้นเป็นหน่วยโมล จากนั้นคำนวณหาค่าคงที่สมดุล (K) จากสมดุลเดิม โดยใช้อัตราส่วนระหว่างโมลของสารฝั่งขวากับโมลของสารฝั่งซ้าย แล้วนำความสัมพันธ์ในสมการมาคำนวณหาความเข้มข้นของสาร PCl_5 ที่สมดุลใหม่ โดยใช้ปริมาตรรวมเป็น 2 ลิตร
5.

16.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

- ก. มั่นใจ ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 17

17.1 จากปฏิกิริยา $C \rightleftharpoons A + B$ ที่อุณหภูมิคงที่ ถ้านำแก๊ส C มาจำนวนหนึ่งใส่ในภาชนะ 2 ลิตร ที่สมดุลพบว่า ความเข้มข้นของ C เท่ากับ 0.20 mol/dm^3 เมื่อเติม C ลงไปอีกจำนวนหนึ่ง พบว่าความเข้มข้นของ C เท่ากับ 0.8 mol/dm^3 ความเข้มข้นของแก๊ส A และแก๊ส B ที่สมดุลใหม่จะเพิ่มขึ้นอย่างละกี่เท่า

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4

17.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. ความเข้มข้นของ C เพิ่มขึ้น 0.6 ดังนั้น ความเข้มข้นของแก๊ส A และแก๊ส B จึงเพิ่มอย่างละ 1 เท่า
2. ความเข้มข้นของ C เพิ่มขึ้น 0.6 ดังนั้น ความเข้มข้นของแก๊ส A และแก๊ส B จึงเพิ่มอย่างละ 3 เท่า
3. ความเข้มข้นของ C เพิ่มขึ้น 4.0 เท่า ดังนั้น ความเข้มข้นของแก๊ส A และแก๊ส B จึงเพิ่มอย่างละ 2 เท่า
4. ความเข้มข้นของ C เพิ่มขึ้น 4.0 เท่า ดังนั้น ความเข้มข้นของแก๊ส A และแก๊ส B จึงเพิ่มอย่างละ 4 เท่า
5.

17.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 18

18.1 จากปฏิกิริยา $X + Y \rightleftharpoons Z$ ที่อุณหภูมิคงที่ ถ้านำแก๊ส Z มาจำนวนหนึ่งใส่ในภาชนะ 2 ลิตร ที่สมดุลพบว่า ความเข้มข้นของ Z เท่ากับ 0.2 mol/dm^3 เมื่อเติม Z ลงไปอีกจำนวนหนึ่ง พบว่าความเข้มข้นของ Z เท่ากับ 1.8 mol/dm^3 ความเข้มข้นของแก๊ส X และแก๊ส Y ที่สมดุลใหม่จะเพิ่มขึ้นอย่างละกี่เท่า

1. 3.0
2. 4.5
3. 6.0
4. 9.0

18.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. ความเข้มข้นของ Z เพิ่มขึ้น 1.2 ดังนั้น ความเข้มข้นของแก๊ส X และแก๊ส Y จึงเพิ่มอย่างละ 3 เท่า
2. ความเข้มข้นของ Z เพิ่มขึ้น 1.2 ดังนั้น ความเข้มข้นของแก๊ส X และแก๊ส Y จึงเพิ่มอย่างละ 6 เท่า
3. ความเข้มข้นของ Z เพิ่มขึ้น 9.0 เท่า ดังนั้น ความเข้มข้นของแก๊ส X และแก๊ส Y จึงเพิ่มอย่างละ 4.5 เท่า
4. ความเข้มข้นของ Z เพิ่มขึ้น 9.0 เท่า ดังนั้น ความเข้มข้นของแก๊ส X และแก๊ส Y จึงเพิ่มอย่างละ 9 เท่า
5.

18.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 19

19.1 พิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้



ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาที่ 4 มีค่าเท่าใด

1. $a + c - b$
2. $a + 2b - c$
3. b/ac^2
4. ac^2/b

19.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

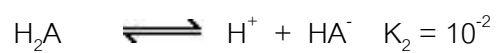
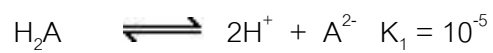
1. สมการที่ 4 เกิดจากสมการที่ 1+2-3 ดังนั้น ค่าคงที่สมดุลจึงหาได้จาก $a + c - b$
2. สมการที่ 4 เกิดจากสมการ $(2 \times 2) + 1 - 3$ ดังนั้น ค่าคงที่สมดุลจึงหาได้จาก $a + 2b - c$
3. สมการที่ 4 เกิดจากสมการ $2 - [(3 \times 2) + 1]$ ดังนั้น ค่าคงที่สมดุลจึงหาได้จาก b/ac^2
4. สมการที่ 4 เกิดจากสมการ $[(3 \times 2) + 1] - 2$ ดังนั้น ค่าคงที่สมดุลจึงหาได้จาก ac^2/b
5.

19.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

- ก. มั่นใจ
- ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 20

20..1 พิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้



ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาที่ 3 มีค่าเท่าใด

1. 10^{-3}

2. 10^{-7}

3. 10^3

4. 10^7

20.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. $K_2 - K_1$

2. K_1/K_2

3. K_2/K_1

4. K_1K_2

5.

20.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

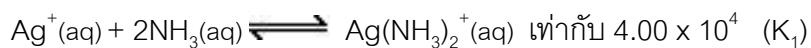
ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อที่ 21

21.1 กำหนดค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา



ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาต่อไปนี้เป็นเท่าใด $\frac{1}{2}\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \frac{1}{2}\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{NH}_3(\text{aq})$

1. 2.5×10^{-3}
2. 5.0×10^{-3}
3. 2.5×10^{-5}
4. 5.0×10^{-5}

21.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. หนึ่งส่วนค่าคงที่สมดุลเดิม
2. หนึ่งส่วนค่าคงที่สมดุลเดิม แล้วทั้งหมดคูณสอง
3. หนึ่งส่วนค่าคงที่สมดุลเดิม แล้วทั้งหมดกำลังสอง
4. หนึ่งส่วนค่าคงที่สมดุลเดิม แล้วทั้งหมดกำลังหนึ่งส่วนสอง
5.

21.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 22

31.1 ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับค่าคงที่สมดุล

1. ค่าคงที่สมดุลจะมีค่าสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
2. ค่าคงที่สมดุลไม่สามารถบอกอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้
3. ค่าคงที่สมดุลมากกว่า 1 แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้ดีกว่าปฏิกิริยาไปข้างหน้า
4. ค่าคงที่สมดุลน้อยกว่า 1 แสดงว่ามีปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมากกว่าสารตั้งต้นที่เหลืออยู่

เสมอ

22.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. การเพิ่มอุณหภูมิทำให้ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเสมอ ทำให้ค่าคงที่สมดุลเพิ่มขึ้น
2. ค่าคงที่สมดุลที่มีค่าต่ำแสดงว่าเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าได้ดีกว่าปฏิกิริยาย้อนกลับ
3. ค่าคงที่สมดุลสามารถบอกทิศทางของสมดุลได้ แต่ไม่สามารถบอกระบุได้ว่าปฏิกิริยาเกิดเร็วหรือช้า
4. ค่าคงที่สมดุลที่มีค่าสูงแสดงว่าผลิตภัณฑ์ย้อนกลับไปเป็นสารตั้งต้นได้ดีกว่าสารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์
5.

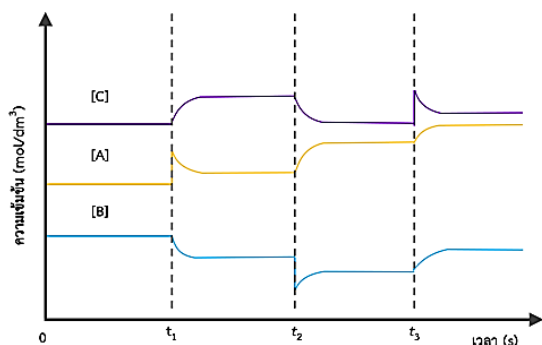
22.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 23

23.1 ปฏิกิริยาเคมี ดังนี้

ที่เวลา t_1 เกิดการรบกวนสมดุลด้วยปัจจัยใด

1. เพิ่มอุณหภูมิ
2. ลดความดัน
3. เพิ่มความเข้มข้นของ A
4. ลดความเข้มข้นของ B

23.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. การเพิ่มอุณหภูมิทำให้ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเสมอ
2. การลดความเข้มข้นสารตั้งต้น ระบบจะเลื่อนไปข้างหน้าทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดเพิ่มขึ้น
3. การเพิ่มความเข้มข้นสารตั้งต้น ระบบจะเลื่อนไปข้างหน้าทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดเพิ่มขึ้น
4. การลดความดัน ระบบจะเพิ่มความดันโดยเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่น้อย

กว่า

5.

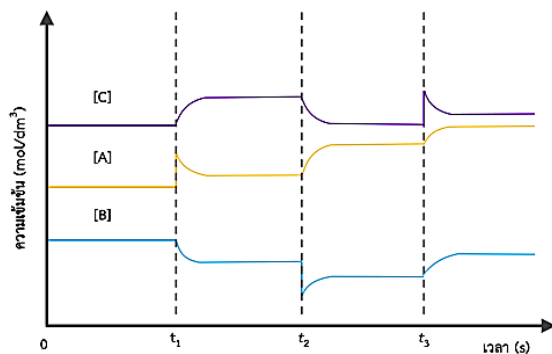
23.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 24

33.1 ปฏิกิริยาเคมี ดังนี้

ที่เวลา t_2 เกิดการรบกวนสมดุลด้วยปัจจัยใด

1. เพิ่มอุณหภูมิ
2. ลดความดัน
3. เพิ่มความเข้มข้นของ A
4. ลดความเข้มข้นของ B

24.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. การเพิ่มอุณหภูมิทำให้ปฏิกิริยาไปข้างหน้าเสมอ
2. การลดความเข้มข้นสารตั้งต้น ระบบจะเลื่อนไปข้างหน้าทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดเพิ่มขึ้น
3. การเพิ่มความเข้มข้นสารตั้งต้น ระบบจะเลื่อนไปข้างหน้าทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดเพิ่มขึ้น
4. การลดความดัน ระบบจะเพิ่มความดันโดยเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่น้อย

กว่า

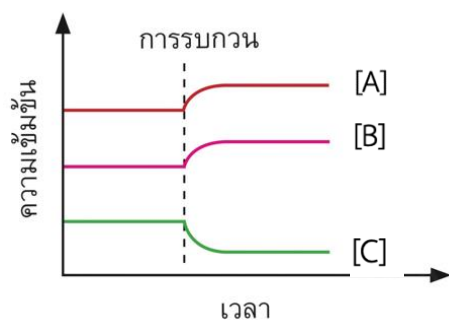
5.

24.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

- ก. มั่นใจ ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 25

25.1 $A(g) + B(g) \rightleftharpoons C(g) + 100 \text{ KJ}$ ข้อใดเป็นการรบกวนสมดุลของปฏิกิริยานี้



1. เติมตัวเร่ง
2. เพิ่มอุณหภูมิ
3. ลดความดัน
4. เพิ่มความเข้มข้นของสาร C

25.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. สำหรับปฏิกิริยาคายความร้อน การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้ระบบจะเลื่อนไปทางย้อนกลับ
2. การเติมตัวเร่งทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้เร็วขึ้นทำให้สารตั้งต้นมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น
3. การเพิ่มความเข้มข้นสารผลิตภัณฑ์ ระบบจะเลื่อนไปทางย้อนกลับทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดเพิ่มขึ้น
4. การลดความดัน ระบบจะเพิ่มความดันโดยเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่มากกว่า

กกว่า

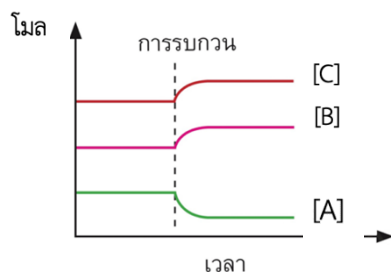
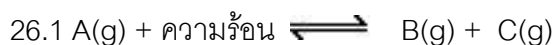
5.

25.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 26



พิจารณาการรบกวนสมดุลต่อไปนี้

ก. ลดอุณหภูมิ

ข. เพิ่มอุณหภูมิ

ค. ลดความดัน

ง. เพิ่มความ

ดัน

ข้อใดเป็นการรบกวนสมดุลของปฏิกิริยานี้

1. ก และ ค
2. ก และ ง
3. ข และ ค
4. ข และ ง

26.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. สำหรับปฏิกิริยาดูดความร้อน การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้ระบบจะเลื่อนไปทางข้างหน้า และการเพิ่ม ความดัน ระบบจะเพิ่มความดันโดยเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่มากกว่า

2. สำหรับปฏิกิริยาดูดความร้อน การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้ระบบจะเลื่อนไปทางข้างหน้า และการลด ความดัน ระบบจะเพิ่มความดันโดยเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่มากกว่า

3. สำหรับปฏิกิริยาคายความร้อน การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้ระบบจะเลื่อนไปทางข้างหน้า และการเพิ่ม ความดัน ระบบจะเพิ่มความดันโดยเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่มากกว่า

4. สำหรับปฏิกิริยาคายความร้อน การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้ระบบจะเลื่อนไปทางข้างหน้า และการลดความดัน ระบบจะเพิ่มความดันโดยเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่มากกว่า

5.

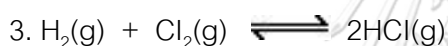
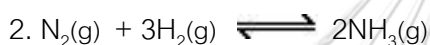
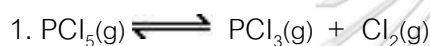
26.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 27

27.1 หากมีการขยายปริมาตรจากเดิมเป็นสองเท่า ปฏิกิริยาใดจะมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางของปฏิกิริยาไปทางซ้ายมือ



27.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. การขยายปริมาตรเป็นการเพิ่มความดัน ระบบจะลดความดันโดยเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่น้อยกว่า

2. การขยายปริมาตรเป็นการเพิ่มความดัน ระบบจะลดความดันโดยเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่มากกว่า

3. การขยายปริมาตรเป็นการลดความดัน ระบบจะเพิ่มความดันโดยเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่มากกว่า

4. การขยายปริมาตรเป็นการลดความดัน ระบบจะเพิ่มความดันโดยเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่น้อยกว่า

5.

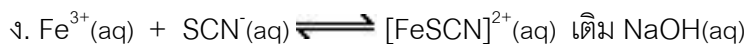
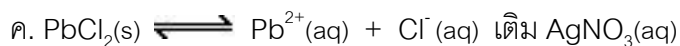
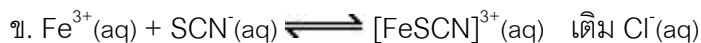
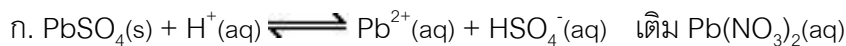
27.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

ข้อที่ 28

28.1 พิจารณาข้อมูลต่อไปนี้



เมื่อเติมสารต่าง ๆ ในแต่ละข้อลงในสมการที่อยู่มุมขวามือแล้ว ข้อที่แสดงว่าปฏิกิริยาดำเนินไปทางซ้ายคือข้อใด

- | | |
|------------|--------------|
| 1. ก และ ง | 2. ข และ ค |
| 3. ค และ ง | 4. ก ค และ ง |

28.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. การเติมน้ำ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของ Pb^{2+} และการเติมน้ำ NaOH จะทำให้ OH^- จับ Fe^{3+} ตกตะกอน ส่งผลให้สมดุลเลื่อนไปทางซ้าย

2. การเติมน้ำ Cl^- จะทำให้ Cl^- จับ Fe^{3+} ตกตะกอน และการเติมน้ำ AgNO_3 จะทำให้ Ag^+ จับ Cl^- ตกตะกอน ส่งผลให้สมดุลเลื่อนไปทางซ้าย

3. การเติมน้ำ AgNO_3 จะทำให้ Ag^+ จับ Cl^- ตกตะกอน และการเติมน้ำ NaOH จะทำให้ OH^- จับ Fe^{3+} ตกตะกอน ส่งผลให้สมดุลเลื่อนไปทางซ้าย

4. การเติมน้ำ $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของ Pb^{2+} , การเติมน้ำ NaOH เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของ OH^- ส่งผลให้สมดุลเลื่อนไปทางซ้าย และการเติมน้ำ AgNO_3 จะทำให้ Ag^+ จับ Cl^- ตกตะกอน ส่งผลให้สมดุลเลื่อนไปทางขวา

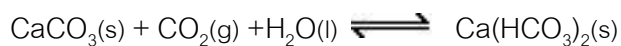
5.

28.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

- | | |
|-----------|--------------|
| ก. มั่นใจ | ข. ไม่มั่นใจ |
|-----------|--------------|

ข้อที่ 29

29.1 ปฏิกิริยาการเกิดหินงอกหินย้อย ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) เป็นดังนี้



ถ้าโรงงานอุตสาหกรรมมีการปล่อยแก๊สเรือนกระจกออกมาจะทำให้ภาวะสมดุลของปฏิกิริยาการเกิดหินงอกหินย้อยเปลี่ยนแปลง **ยกเว้นข้อใด**

1. เกิดหินงอกหินย้อย ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) มากขึ้น
2. ปริมาณหินปูน (CaCO_3) เพิ่มขึ้น
3. ค่าคงที่สมดุลไม่เปลี่ยนแปลง
4. เกิดการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้ามากขึ้น

29.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. การเพิ่มอุณหภูมิทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับมากขึ้น
2. การเพิ่มความดันและเพิ่มปริมาณสารตั้งต้นค่าคงที่สมดุลจะไม่เปลี่ยนแปลง
3. การเพิ่มความดัน ระบบจะลดความดันโดยเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่น้อยกว่า
4. การเพิ่มปริมาณสารตั้งต้น ระบบจะเลื่อนไปทางขวาทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไปข้างหน้ามากขึ้น
5.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

29.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

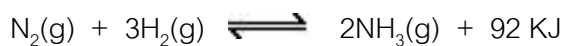
ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ข้อที่ 30

30.1 กระบวนการฮาเบอร์เป็นกระบวนการผลิตแก๊สแอมโมเนียในอุตสาหกรรม โดยเกิดปฏิกิริยาดังสมการ



การกระทำในข้อใดทำให้ปริมาณ NH_3 เพิ่มมากขึ้น

1. ลดอุณหภูมิและความดัน
2. เพิ่มอุณหภูมิและความดัน
3. เพิ่มอุณหภูมิและลดความดัน
4. ลดอุณหภูมิและเพิ่มความดัน

30.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

1. ปฏิกิริยาคายความร้อน การลดอุณหภูมิทำให้ปฏิกิริยาเลื่อนไปทางขวา และการลดความดันระบบจะเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่น้อยกว่า
2. ปฏิกิริยาคายความร้อน การลดอุณหภูมิทำให้ปฏิกิริยาเลื่อนไปทางขวา และการเพิ่มความดันระบบจะเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่น้อยกว่า
3. ปฏิกิริยาคายความร้อน การเพิ่มอุณหภูมิทำให้ปฏิกิริยาเลื่อนไปทางขวา และการลดความดันระบบจะเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่น้อยกว่า
4. ปฏิกิริยาคายความร้อน การลดอุณหภูมิทำให้ปฏิกิริยาเลื่อนไปทางขวา และการลดความดันระบบจะเลื่อนไปทางโมลรวมของแก๊สในสมการด้านที่น้อยกว่า
5.

30.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบข้างต้นหรือไม่

ก. มั่นใจ

ข. ไม่มั่นใจ

แบบสัมภาษณ์ในทัศนที่ตลาดเคลื่อนสองระดับ เรื่อง สมดุลเคมี

ข้อมูลของผู้ให้สัมภาษณ์

ชื่อ-นามสกุล ชั้น ม.5 ห้อง เลขที่

เกรดรายวิชาเคมี

ม.4 เทอม 1 ม.4 เทอม 2 ม.5 เทอม 1

วัน..... ที่..... เดือน พ.ศ.

เวลาสัมภาษณ์

เริ่มต้น สิ้นสุด

แบบสัมภาษณ์ในทัศนที่ตลาดเคลื่อนสองระดับ เรื่อง สมดุลเคมี

คำชี้แจง

1. แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้เป็นเครื่องมือสำรวจทัศนที่ตลาดเคลื่อนของนักเรียนเรื่อง สมดุลเคมี เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์ของนางสาวขวัญกมล ได้สำเร็จ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา สาขาวิชาวิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมฯ กลุ่มการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. แบบสัมภาษณ์จำนวน 5 ข้อ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ

ระดับที่ 1 เป็นแบบสอบถามวิจัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระดับที่ 2 เป็นแบบสอบถามวิจัยแบบเขียนตอบ (ปลายเปิด) โดยให้นักเรียนเขียนเหตุผลทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายประกอบคำตอบในระดับที่ 1

ระดับที่ 3 เป็นความมั่นใจในการตอบคำถามในระดับที่ 1 และระดับที่ 2

1. ปฏิกิริยาเคมี



ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเป็นไปตามข้อใด

1. $K_c = \frac{[\text{CO}]^3 [\text{Fe}_2\text{O}_3]}{[\text{Fe}]^2 [\text{CO}_2]^3}$

2. $K_c = \frac{[\text{Fe}]^2 [\text{CO}_2]^3}{[\text{CO}]^3 [\text{Fe}_2\text{O}_3]}$

3. $K_c = \frac{[\text{CO}]^3}{[\text{CO}_2]^3}$

4. $K_c = \frac{[\text{CO}_2]^3}{[\text{CO}]^3}$

1.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

1.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบหรือไม่

.....

2. เมื่อผสมแก๊ส A และแก๊ส B เข้าด้วยกันในภาชนะขนาด 2000 cm^3 เกิดปฏิกิริยาดังสมการ

$$\text{A(g)} + 3\text{B(g)} \rightleftharpoons 2\text{C(g)}$$
 ที่อุณหภูมิ 70°C เมื่อเข้าสู่ภาวะสมดุลพบว่า มีความเข้มข้นของแก๊ส A, B และ C เท่ากับ 2, 4 และ 6 mol ตามลำดับ ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาเป็นเท่าใด

1. 0.28
2. 0.75
3. 1.13
4. 1.50

2.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

2.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบหรือไม่

.....

3. จากปฏิกิริยา $2\text{HI}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ มีค่าคงที่สมดุลเท่ากับ 9 ถ้านำแก๊ส H_2 และแก๊ส I_2 อย่างละ 0.5 โมล มาทำปฏิกิริยากันในภาชนะปิด 0.5 ลิตร จงหาความเข้มข้นของแก๊ส HI ที่ภาวะสมดุลในหน่วย mol/dm^3

1. 0.07
2. 0.14
3. 0.21
4. 0.28

3.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

3.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบหรือไม่

.....

4. กำหนดปฏิกิริยาที่สภาวะสมดุล



ค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยาที่ 3 มีค่าเท่าใด

1. 1.00
2. 1.60
3. 0.16
4. 0.05

4.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

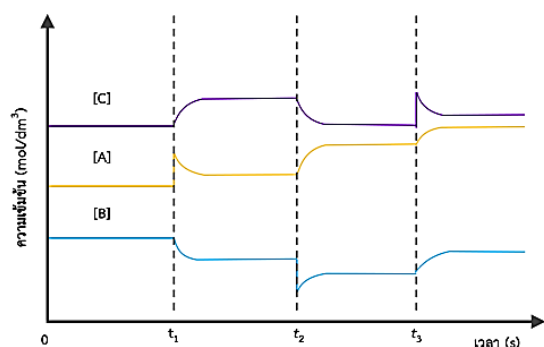
.....

.....

4.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบหรือไม่

.....

5. ปฏิกิริยาเคมี ดังนี้



ที่เวลา t_1 เกิดการรบกวนสมดุลด้วยปัจจัยใด

1. เพิ่มอุณหภูมิ
2. ลดความดัน
3. เพิ่มความเข้มข้นของ A
4. ลดความเข้มข้นของ B

CHULALONGKORN UNIVERSITY

5.2 เพราะเหตุใดนักเรียนจึงเลือกคำตอบดังกล่าว

.....

.....

.....

.....

5.3 นักเรียนมั่นใจคำตอบหรือไม่

.....

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

นางสาวขวัญกมล ไต้สำโรง

วัน เดือน ปี เกิด

8 กรกฎาคม 2539

วุฒิการศึกษา

การศึกษาระดับบัณฑิต (กศ.บ.) สาขาเคมี มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
เข้าศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาวิธีวิทยาการพัฒนานวัตกรรมทาง
การศึกษา กลุ่มเชี่ยวชาญการวัดและการประเมินผลการศึกษา ภาควิชา
วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY