



การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง
ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



วัชรภรณ์ ชาญธัญญกรรม

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง
ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

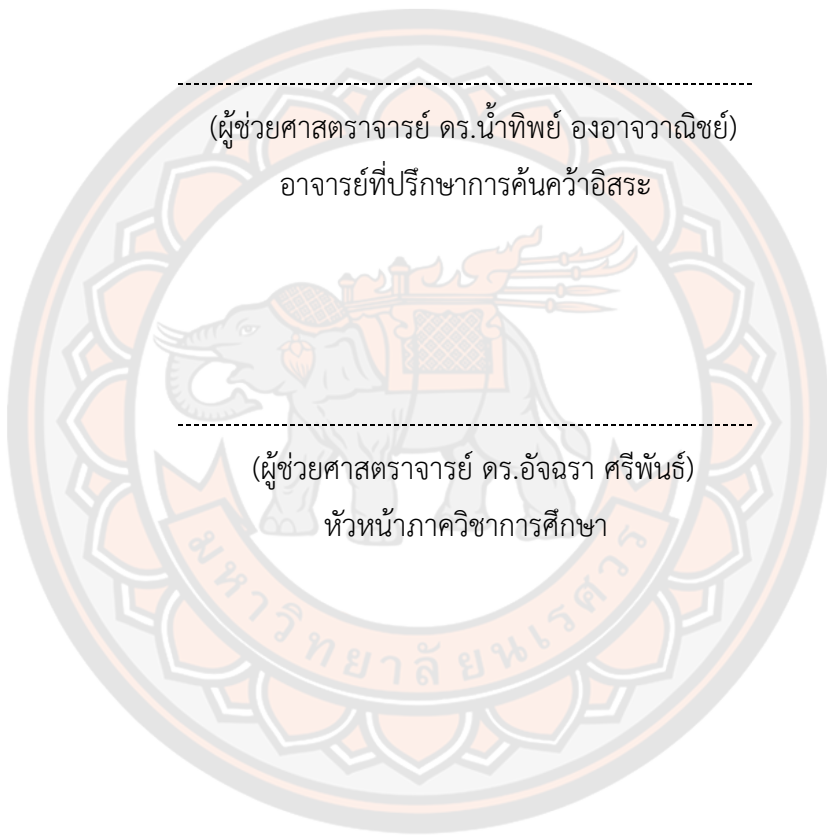
การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ
วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5"
ของ วัชรภรณ์ ชาญฉัญญกรรม
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ งามอาภาภิรักษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉรา ศรีพันธ์)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



| | |
|------------------------|--|
| ชื่อเรื่อง | การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบ สี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 |
| ผู้วิจัย | วัชรภรณ์ ชาญธัญญกรรม |
| ประธานที่ปรึกษา | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ งามอาภาณิชย์ |
| ประเภทสารนิพนธ์ | การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. วิจัยและประเมินทางการศึกษา, มหาวิทยาลัย นเรศวร, 2565 |
| คำสำคัญ | แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับ, มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน, ปฏิกริยาเคมี |

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 2) เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ และ 3) เพื่อแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์ จำนวนทั้งหมด 355 คน แบบทดสอบเป็นข้อสอบหลายตัวเลือกสี่ระดับ คือ ระดับคำตอบ ระดับความมั่นใจในคำตอบ ระดับเหตุผล และระดับความมั่นใจในเหตุผล ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับฯ มีจำนวน 12 มโนทัศน์ ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ข้อสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ในระดับคำตอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.35-0.77 และระดับเหตุผลมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23-0.73 ค่าอำนาจจำแนกในระดับคำตอบมีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.23-0.69 และระดับเหตุผลมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23-0.77 ค่าความเชื่อมั่นที่หาค่าด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR 20) ในระดับคำตอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.80 และระดับเหตุผลมีค่าความเชื่อมั่น 0.83 และ 3) ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด ได้แก่ มโนทัศน์อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี

| | |
|-----------------------|--|
| Title | A DEVELOPMENT OF THE FOUR-TIER MISCONCEPTIONS DIAGNOSTIC TEST IN CHEMISTRY, CHEMICAL REACTIONS FOR THE ELEVENTH GRADE STUDENTS |
| Author | Watcharaporn Chantanyakam |
| Advisor | Assistant Professor Namthip Ongrardwanich, Ph.D. |
| Academic Paper | M.Ed. Independent Study in Educational Research and Evaluation - (Plan B), Naresuan University, 2022 |
| Keywords | Four-tier diagnostic test, Misconceptions, Chemical reactions |

ABSTRACT

This research aimed to 1) to a develop the four-tier misconceptions diagnostic test in chemistry, chemical reactions for eleventh grade students; 2) to validate the quality of the test; and 3) to interpret the misconceptions of students. The samples were 355 eleventh grade, students of the secondary educational service area office phetchabun. The four-tier diagnostic test is multiple choice exam that contains answer tier , confidence in answer tier , reasons tier and confidence in reasons tier. It was found that 1) in the four-tier diagnostic test had 12 misconceptions, 30 questions. 2) the results of the quality of test had an index of item objective congruence (IOC) between 0.60-1.00. The answer step had a difficulty index between 0.35-0.77 and the reasoning step of the test between 0.23-0.73, with a discrimination index between ,the answer step between 0.23-0.69 and the reasoning step between 0.23-0.77, and the reliability by the Kuder-Richardson method (KR 20) ,the answer step had 0.80 and the reasoning step had 0.83. and 3) the results of the misconceptions of students, most students belong to misconceptions : The concept of the rate of chemical reactions.

ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ องอาจวานิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณา ช่วยเหลือ แนะนำ ให้คำปรึกษา ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะตลอดระยะเวลาของการทำการศึกษาวิจัยนี้ ด้วยความเอาใจใส่ยิ่ง และอาจารย์ประจำภาควิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรทุกท่านที่เป็นผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการทำวิจัย และมอบประสบการณ์ต่าง ๆ จนทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้ เสร็จสมบูรณ์ได้

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษยากาญจน์ โต้พิทักษ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์ ดร. ณัฐกานต์ ประจัญบาน คุณครูอารัญญา ปิ่นปิ่น และคุณครูอนุวัฒน์ จันทร์กระจ่าง ที่ได้ที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ และได้กรุณาปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่อง และให้คำแนะนำในการสร้างเครื่องมือให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมทั้งบุคคลที่ผู้วิจัยได้อ้างอิงทางวิชาการตามที่ปรากฏในบรรณานุกรม จนทำให้การค้นคว้าอิสระครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และคณะครูของโรงเรียนกลุ่มตัวอย่างในการค้นคว้าอิสระครั้งนี้ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบคุณ นางสาวทาริกา ไตยนำ นางสาวสุเมธาวี ชันทอง เพื่อนๆ และพี่ๆ น้องๆ ในสาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา รุ่นที่ 26 ที่ได้ให้กำลังใจ สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณครูและอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน จนการค้นคว้าอิสระครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

วีชราภรณ์ ชาญชัยคุณธรรม

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | ค |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | ง |
| ประกาศคุณูปการ..... | จ |
| สารบัญ..... | ฉ |
| สารบัญตาราง..... | ช |
| สารบัญภาพ..... | ญ |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| จุดมุ่งหมายของการศึกษา..... | 4 |
| ขอบเขตของการศึกษา..... | 4 |
| นิยามศัพท์เฉพาะ..... | 5 |
| ประโยชน์ของการศึกษา..... | 7 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 8 |
| มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน..... | 9 |
| หลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี..... | 14 |
| แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้..... | 17 |
| การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ..... | 35 |
| งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 43 |
| กรอบแนวคิดการวิจัย..... | 47 |

| | |
|--|-----|
| บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย..... | 48 |
| ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง..... | 48 |
| ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... | 49 |
| เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย | 63 |
| การเก็บรวบรวมข้อมูล..... | 64 |
| การวิเคราะห์ข้อมูล | 64 |
| สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล | 68 |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย..... | 71 |
| ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 | 72 |
| ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชา เคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5..... | 118 |
| ตอนที่ 3 ผลการแปลผลการวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง ปฏิกิริยา เคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 | 122 |
| บทที่ 5 บทสรุป..... | 129 |
| สรุปผลการวิจัย..... | 129 |
| อภิปรายผล | 131 |
| ข้อเสนอแนะ | 136 |
| บรรณานุกรม..... | 137 |
| ประวัติผู้วิจัย | 193 |

สารบัญตาราง

| | หน้า |
|--|------|
| ตาราง 1 การแปลความหมายของรูปแบบการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ..... | 27 |
| ตาราง 2 ข้อดีและข้อจำกัดของการวินิจฉัยแบบเลือกตอบแบบต่าง ๆ..... | 33 |
| ตาราง 3 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดกำหนดสร้างมโนทัศน์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี..... | 52 |
| ตาราง 4 การวิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี | 54 |
| ตาราง 5 แสดงโครงสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 | 61 |
| ตาราง 6 แสดงการเรียงคำตอบของแบบทดสอบ..... | 65 |
| ตาราง 7 แสดงรหัสคำตอบทั้งหมด 64 ลักษณะ..... | 66 |
| ตาราง 8 แสดงการจัดกลุ่มรหัสแนวคิดออกเป็น 4 กลุ่ม | 66 |
| ตาราง 9 แสดงผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี..... | 73 |
| ตาราง 10 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกชั้นเหตุผลและชั้นคำตอบ เพื่อหาคุณภาพรายข้อ | 119 |
| ตาราง 11 แสดงค่าสถิติต่าง ๆ ของแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์..... | 122 |
| ตาราง 12 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแนวคิด | 122 |
| ตาราง 13 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและมโนทัศน์ของแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน..... | 154 |

ตาราง 14 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและ
มีโนทัศน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี
เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 157



สารบัญภาพ

| | หน้า |
|--|------|
| ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย | 47 |
| ภาพ 2 ลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย..... | 50 |
| ภาพ 3 ตัวอย่างเครื่องมือ แบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี..... | 59 |
| ภาพ 4 ตัวอย่างเครื่องมือ แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ..... | 118 |



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 หมวด 4 มาตรา 22 ระบุเกี่ยวกับแนวการจัดการศึกษาไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนา ตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ(พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ, 2542) สอดคล้องกับเป้าหมายของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) กล่าวไว้ว่า ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ของครูจึงเป็นกระบวนการที่สำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพ การทราบจุดบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียนจะทำให้สามารถส่งเสริมนักเรียนได้ตรงตามศักยภาพของแต่ละบุคคลให้บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ ครูจึงควรวินิจฉัยจุดบกพร่องของนักเรียนอันจะทำให้เกิดโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ และนำมาปรับปรุงพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีโมทัศน์ที่ถูกต้องและมีความรู้พื้นฐานเพียงพอในการเรียนในเรื่องต่อ ๆ ไป (สุรเดช อนันตสวัสดิ์,2563)

จากการพิจารณาผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับจังหวัดเพชรบูรณ์ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2562-2564 ผลปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทุก ๆ ปี เมื่อตรวจสอบผลการทดสอบผลปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนในจังหวัดเพชรบูรณ์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ภายภาค (เคมี) มาตรฐาน ว 2.1 ต่ำกว่าระดับคะแนนเฉลี่ยของประเทศทั้งสามปี โดยคะแนนเฉลี่ยระดับเขตพื้นที่ คือ 27.04 , 25.52 และ 26.66 ตามลำดับ และคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ คือ 28.87,28.34 และ 26.72 ตามลำดับ ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าประเทศทุกปีและไม่ถึงร้อยละ 50 และเมื่อพิจารณาคะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) (รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET),ฉบับที่ 2 ค่าสถิติแยกตามมาตรฐานการเรียนรู้ หน้า6/6 ปีการศึกษา 2562-2564) และเมื่อพิจารณาในรายข้อ พบว่าค่าเฉลี่ยข้อที่นักเรียนตอบถูกน้อยสุดเป็นเรื่องเกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมี (รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET),ฉบับที่ 3 ร้อยละของนักเรียนที่ตอบถูกในแต่ละข้อ หน้า5/5 ปีการศึกษา 2564) ซึ่งอยู่ใน

รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ(เคมี) ผลคะแนนดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนควรได้รับการพัฒนาเนื่องจากผู้เรียนมีมีโน้ตทัศน์ทางเคมีที่คลาดเคลื่อนหรือยังไม่ถูกต้อง และยังแสดงให้เห็นว่าการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ(เคมี) ยังไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้จำเป็นที่จะต้องได้รับการพัฒนา อาจเนื่องจากวิชาเคมีเป็นศาสตร์สาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์พื้นฐานที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง องค์กรประกอบ และสมบัติของสสารการเปลี่ยนแปลงและกลไกการเกิดปฏิกิริยาของสสารตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับวิชาเคมีเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ตามจุดประสงค์ ต่าง ๆ มากมายความรู้เกี่ยวกับวิชาเคมีจึงกว้างขวางมาก ค่อนข้างซับซ้อนและบางเนื้อหาค่อนข้างเป็นนามธรรม จึงเป็นปัญหาต่อการจัดการเรียนรู้ ครูจึงควรจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนมีความเข้าใจหรือมีมีโน้ตทัศน์ที่ถูกต้องซึ่งนับเป็นเรื่องยากเนื่องจากมีมีโน้ตทัศน์ที่นักเรียนต้องเรียนรู้มาก ดังนั้นควรมีการวินิจฉัยมีโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในสาระที่ต้องได้รับการพัฒนาเพื่อที่จะได้ทราบจุดบกพร่องและแก้ไขปัญหาคำความเข้าใจทางการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้น เพื่อให้เกิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และมีการแก้ไขและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

การศึกษามีโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์มีการศึกษาด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การสัมภาษณ์ การใช้คำถามปลายเปิด การเขียนผังมีโน้ตทัศน์และการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ ซึ่งการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด (Treagust, 1988) เนื่องจากเป็นข้อสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาจุดบกพร่องของการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละเนื้อหาย่อย ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ตรงจุด และแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อมุ่งค้นหาจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนวิชาต่าง ๆ เป็นรายบุคคล พร้อมทั้งสามารถระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องนั้น เพื่อนำไปสู่กระบวนการสอนซ่อมเสริมและเป็นแนวทางในการปรับปรุงทางการเรียนการสอนต่อไป (สุมานี กลิ่นพูน, 2555) ดังนั้น แบบทดสอบวินิจฉัยมีโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นเครื่องมือสำคัญที่จะบ่งบอกถึงลักษณะความเข้าใจผิดของนักเรียนว่าเกิดขึ้นจากสาเหตุใด ซึ่งถ้าสามารถวินิจฉัยมีโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้ถูกต้องแม่นยำก็จะ เป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอนในการออกแบบการจัดการเรียนการสอนที่จะนำไปสู่มีโน้ตทัศน์ที่ถูกต้องและทำลายมีโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในนักเรียน

แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ที่เหมาะสมและนิยมสร้างเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice) เนื่องจากมีความเหมาะสมที่สามารถสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมกับเนื้อหา รวมทั้งง่ายต่อการใช้ทดสอบ และวิเคราะห์ผลการสอบ สามารถตีความคำตอบของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ แบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถแบ่งเป็น แบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบหนึ่งระดับ สองระดับ สามระดับ และสี่ระดับ (Gurel, Eryilimaz และ McDermott, 2015) โดยแรกเริ่มแบบทดสอบวินิจฉัยแบบหนึ่งระดับ (One-tier test) เป็นแบบเลือกตอบหลายตัวเลือกตัวเลือกที่เป็นตัวลวงแต่ละตัวเลือกมาจากการวิเคราะห์ลักษณะความบกพร่องหรือความผิดพลาดของ

นักเรียน จากนั้นจึงได้มีการพัฒนาเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสองระดับ (Two-tier test) ปรับปรุง โดยการเพิ่มระดับการตอบเป็น 2 ระดับ คือ ระดับคำตอบและเหตุผล โดยระดับแรกวัดความรู้ใน เนื้อหา ส่วนในระดับที่สองวัดเหตุผลของคำตอบในระดับแรก แบบทดสอบวินิจฉัยแบบสองระดับที่มี 4 ตัวเลือก ช่วยลดโอกาสในการเดาคำตอบลงเหลือร้อยละ 6.25 (Caleon & Subramaniam, 2010) แบบทดสอบวินิจฉัยสองระดับเมื่อนำมาใช้ก่อนและหลังเรียน สามารถช่วยระบุโมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนของนักเรียนซึ่งครูสามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงการสอน นักวิจัยจำนวนหนึ่ง ได้ศึกษา เกี่ยวกับแบบทดสอบวินิจฉัยสองระดับ (Adadan & Savasci, 2012; Al-Balushi, 2012; Bayrak, 2013; Ozmen, 2010) อย่างไรก็ตามแบบทดสอบวินิจฉัยสองระดับมีข้อจำกัดบางประการเนื่องจาก ไม่สามารถระบุกลุ่มที่ตอบผิดว่าขาดความรู้ได้ (Gurel et al, 2015) ทำให้ไม่สามารถจำแนกนักเรียนที่มี โมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ ในปัจจุบันจึงมีการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสามระดับในวิชาฟิสิกส์ (Caleon & Subramaniam, 2010; Pesman & Eryilmaz, 2010) วิชาเคมี (Cetin-Dindar & Gebanc, 2010) วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ (Arslan et al., 2012) ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยสามระดับ (Three-tier test) เป็นการปรับปรุงแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ โดยเพิ่มระดับความ มั่นใจ (Confidence tier : C tier) ในการตอบเพิ่มเข้ามาเป็นระดับที่สาม ในภาพรวมของระดับ คำตอบและระดับเหตุผลส่งผลให้แบบทดสอบวินิจฉัยสามระดับมีจุดเด่น คือ สามารถจำแนกการตอบ ที่ผิดออกเป็นกลุ่มที่ตอบผิดเพราะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือเพราะผิดพลาดในการตอบ หรือเพราะ ไม่มีความรู้ได้ (Gurel et al, 2015) ทำให้การวินิจฉัยมีความละเอียดมากขึ้น แต่ยังไม่มีความชัดเจน ในการให้ระดับความมั่นใจในคำตอบของนักเรียนที่แตกต่างกันระหว่างทั้งสองส่วน ดังนั้นจึงมีการ พัฒนาต่อเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับ (Four-tier test) เพื่อแสดงระดับความมั่นใจทั้งสองชั้น โดยการแยกระดับความมั่นใจในการตอบเป็นระดับความมั่นใจในการตอบระดับคำตอบ (Confidence of answer tier : CA tier) และระดับความมั่นใจของการตอบระดับเหตุผล (Confidence of reason tier : CR tier) ออกจากกัน เพื่อตรวจสอบมโนทัศน์และความเข้าใจของ นักเรียนในเรื่องนั้น ๆ อย่างละเอียดถี่ถ้วน ทำให้การตัดสินใจตอบโดยไม่มีความรู้กับการตอบด้วย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนชัดเจนยิ่งขึ้น และเชื่อว่าระดับความมั่นใจที่ดีควรสูงเมื่อคำตอบถูกต้อง และ ความมั่นใจควรต่ำเมื่อไม่แน่ใจในคำตอบนั้นหรือคำตอบนั้นผิด ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนของผู้เรียนชนิดเลือกตอบสี่ระดับ มีความเหมาะสมมากที่สุดในการนำไปใช้วินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน เนื่องจากทำให้ครูได้มองลึกไปถึงจุดแข็งของความเข้าใจในแนวคิด ของนักเรียน ได้ข้อมูลเชิงวินิจฉัยมโนทัศน์ที่หลากหลาย แม้ว่ามีข้อจำกัดบางอย่าง เช่น ใช้เวลา ทดสอบนาน และความมีประโยชน์อาจถูกจำกัดด้วยวัตถุประสงค์การวินิจฉัย แต่ผู้เรียนจะมีโอกาสใน การเดาคำตอบได้น้อย การตรวจให้คะแนนและการวิเคราะห์ข้อมูลทำได้ง่าย และที่สำคัญสามารถ

จำแนกได้ว่าการที่ผู้ตอบตอบผิดนั้นเป็นเพราะมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือตอบผิดเพราะไม่มีความรู้ในเรื่องนั้น ๆ (Gurel et al, 2015)

จากการศึกษาแนวคิด สภาพปัญหาและเอกสารงานวิจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยศึกษาและรวบรวมสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาย่อยวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี เพื่อนำมาสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบ เพื่อเป็นการวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการเรียนรู้ ซึ่งพบว่าหากผู้สอนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะส่งผลให้เกิดความรู้ที่ผิดซึ่งมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และส่งผลต่อการศึกษาในระดับสูงยิ่งขึ้นไป ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่จะได้เรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ(เคมี) ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยจึงสนใจสนใจที่จะสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพื่อเป็นการตรวจสอบและวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อแก้ไขและวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนให้ถูกต้องและตรงจุด และนำมาปรับปรุงการจัดการเรียนรู้อุวิชาเคมีให้มีประสิทธิภาพต่อไป

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
3. เพื่อแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตของการศึกษา

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประจำปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์ จำนวน 39 โรงเรียน นักเรียนจำนวนทั้งหมด 4,656 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับสำรวจหา มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มีจำนวน 50 คน จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์ โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากนักเรียนที่ได้เรียนเนื้อหาในเรื่อง ปฏิกริยาเคมีมาแล้ว

กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี จำนวน 50 คน จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์ โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากนักเรียนที่ได้เรียนเนื้อหาในเรื่อง ปฏิกริยาเคมีมาแล้ว

กลุ่มที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบเพื่อแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์ โดยได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) จำนวน 355 คน

เนื้อหา

การศึกษาครั้งนี้ใช้เนื้อหาจากหนังสือเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ(เคมี) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วยเนื้อหา

1. การเกิดปฏิกริยาเคมี
2. ปฏิกริยารีดอกซ์
3. ธาตุกัมมันตรังสี

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี หมายถึง แบบทดสอบอัตนัยที่มีลักษณะของแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ ข้อคำถาม แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนคำตอบที่มีลักษณะให้นักเรียนอธิบายเหตุผลหรือแสดงการคิดอย่างละเอียด และส่วนที่ 2 การระบุเหตุผลของคำตอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน แล้วนำไปใช้เป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัยที่คลาดเคลื่อนที่สร้างขึ้น

2. แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ค้นหา มโนทัศน์และสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบสี่ตัวเลือก ที่มีเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) มีการตอบคำถามการระบุเหตุผล รวมถึงความมั่นใจในการตอบ โดยแบ่งระดับความมั่นใจในการตอบแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ (1 = ไม่มั่นใจมาก 2 = ไม่มั่นใจ 3 = มั่นใจ และ 4 = มั่นใจมาก)

3. คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี หมายถึง คุณลักษณะของแบบทดสอบที่พิจารณาจากความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น ดังนี้

3.1 ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามคุณลักษณะ จุดมุ่งหมาย และเนื้อหาที่ต้องการวัดตาม มาตรฐานและตัวชี้วัดของเรื่องปฏิกริยาเคมี ซึ่งตรวจสอบคุณภาพโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเป็นผู้พิจารณา โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item Objective Congruence: IOC) กำหนดเกณฑ์คือต้องมีค่าตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป

3.2 ความยากง่าย (Difficulty) หมายถึง สัดส่วนของนักเรียนที่ตอบแบบทดสอบวินิจฉัยในข้อนั้นถูกเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนนักเรียนที่ตอบแบบทดสอบวินิจฉัย ทั้งหมดโดยนำคะแนนของส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม (A tier) กับส่วนที่ 3 เหตุผลของคำตอบ (R tier) มาพิจารณาค่าความยากง่ายในแต่ละส่วนของข้อสอบข้อนั้น กำหนดเกณฑ์คือต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20-0.80

3.3 อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ประสิทธิภาพ หรือความสามารถของข้อสอบในแบบทดสอบวินิจฉัยในการจำแนกผู้ตอบแบบวัดออกเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ตามเทคนิค 27% โดยนำคะแนนของ ส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม (A tier) กับส่วนที่ 3 เหตุผลของคำตอบ (R tier) มาพิจารณาค่าอำนาจจำแนกในแต่ละส่วนของข้อสอบข้อนั้น กำหนดเกณฑ์คือต้องมีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3.4 ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability) หมายถึง ความสัมพันธ์กันของคะแนนรายข้อที่เป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันกับสิ่งที่ต้องการจะวัดซึ่งเป็นค่าที่แสดงความน่าเชื่อถือของแบบทดสอบ กำหนดเกณฑ์คือต้องมีค่ามากกว่า 0.70

4. คะแนนความมั่นใจ หมายถึง คะแนนความมั่นใจของแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ระดับ โดยในทุกข้อของแบบทดสอบจะมีคะแนนความมั่นใจในระดับคำตอบและระดับเหตุผล คะแนนความมั่นใจจะเรียงคะแนนจากความมั่นใจน้อยที่สุดไปหาความมั่นใจมากที่สุด (1 = ไม่มั่นใจมาก 2 = ไม่มั่นใจ 3 = มั่นใจ และ 4 = มั่นใจมาก)

5. การแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน หมายถึง การนำผลการตอบแบบทดสอบวินิจฉัยมาแปลผลตามการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยการจัดกลุ่มโดยใช้รหัสของการตอบทั้ง 4 ระดับ เรียงลำดับกัน คือ ระดับคำตอบ ระดับความมั่นใจในคำตอบ ระดับเหตุผลของคำตอบ และระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ และแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ดังนี้

5.1 กลุ่มแนวคิดที่สมบูรณ์ (Scientific knowledge: SK) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ที่ถูกต้องและมีความมั่นใจในความรู้ที่อยู่ในระดับสูง

5.2 กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ (Not confident in knowledge: NCK) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่มีความรู้ความมั่นใจในการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ที่ถูกต้อง แต่ไม่มั่นใจในความรู้ที่เข้าใจนั้นถูกต้องหรือไม่

5.3 กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception: M) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ไม่ถูกต้องหรือไม่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไป แต่นักเรียนมีความมั่นใจในความรู้ที่อยู่ในระดับสูง

5.4 กลุ่มขาดความรู้ (Lack of knowledge: LK) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่ไม่รู้หรือมีความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ใน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ทำให้นักเรียนไม่มีความมั่นใจในการตอบแบบทดสอบในส่วนที่ไม่รู้

ประโยชน์ของการศึกษา

งานวิจัยนี้ทำให้ได้แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีคุณภาพ เพื่อช่วยให้ครูผู้สอนใช้ในการค้นหาจุดบกพร่องหรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนของนักเรียนในแต่ละเนื้อหาย่อย ๆ และเป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไข กระบวนการจัดการเรียนการสอนหรือจัดสอนซ่อมได้ตรงจุด เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้ต่อไป

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ
วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร บทความและ
งานวิจัยต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องและนำเสนอตามลำดับ ประกอบด้วย

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
 - 1.1 แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
 - 1.2 สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
 - 1.3 ประเภทของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์
2. หลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
3. แบบทดสอบวินิจฉัย
 - 3.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 3.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 3.3 ประเภทของแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 3.4 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 3.5 ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย
 - 3.6 ข้อจำกัดของแบบทดสอบวินิจฉัย
4. การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ
 - 4.1 ความตรง
 - 4.2 ความเที่ยง
 - 4.3 ความยาก
 - 4.4 อำนาจจำแนก
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 5.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ
6. กรอบแนวคิดการวิจัย

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

1.1 แนวคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ฉันทนา เชาว์ปรีชา (2533) ได้อธิบายความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ ภายภาพชีวภาพ คือ ความรู้ความเข้าใจ ความคิด ข้อเท็จจริง หลักการ หรือข้อสรุปที่ คลาดเคลื่อนไป จากความเป็นจริง หรือที่ยังไม่สมบูรณ์ หรือไม่ถูกต้อง คลุมเครือโดยวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพและชีวภาพ ซึ่งเป็นวิชาที่ผสมผสานระหว่างเคมี ฟิสิกส์ และวิชาชีววิทยา

ประไพศรี หินชุย (2538) ได้อธิบายความหมายของแนวความคิดที่ผิดพลาดว่าเป็น แนวความคิด ความรู้ของนักเรียนที่นักเรียนได้เรียนรู้ โดยความรู้ที่มีอยู่นั้นไม่สอดคล้องกับทฤษฎีหรือ ความรู้เชิงวิทยาศาสตร์ หรือไม่สอดคล้องกับความรู้ที่คนทั่วไปยอมรับ และนักเรียนยังคงแปล ความหมายของเหตุการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ จากแนวความคิดที่ผิดพลาดนี้อธิบาย

ศิริเดช สุชีวะ (2538) ได้สรุปความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียนหรือมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนว่าเป็นกระบวนการที่แก้ไขปัญหาคือความรู้ หรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนจากความ เป็นจริงที่ได้รับการยอมรับในทางวิทยาศาสตร์

อัมพิกา นุณละออง (2546) ได้ให้ความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ไว้ว่า ข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการตอบข้อสอบถูก ในแต่ตอนได้น้อยกว่า เกณฑ์ขั้นต่ำที่กำหนดไว้

สุนันทา ปริบูรณ์ (2548) ได้อธิบายความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ดังนี้ ข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากความไม่ เข้าใจหรือมี แนวความคิดที่คลาดเคลื่อนจากการเรียนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตในเรื่องของสิ่งที่อยู่ต่าง ๆ อยู่รอบตัวเรา ซึ่งความผิดพลาดนี้วัดได้จากการตอบแบบทดสอบเพื่อสำรวจแนวความคิดที่ คลาดเคลื่อนของนักเรียน

พันตรี แสงเพชร (2540) ได้อธิบายความหมายของแนวความคิดที่ผิดพลาด ดังนี้ ว่าเป็นทัศนะ หรือความคิดความเข้าใจของนักเรียนที่เกี่ยวกับความเป็นจริง มโนคติหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ แตกต่างไปจากแนวความคิดของวิทยาศาสตร์หรือนักวิทยาศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับในขณะนั้น ซึ่งเป็น แนวความคิดที่เกิดขึ้นก่อน ระหว่างหรือหลังจากการเรียนรู้ และเมื่อมีแนวความคิดที่เกิดขึ้นนี้แล้ว ย่อมยากที่จะเปลี่ยนแปลง

Brown D.E., (1992) ได้อธิบายความหมายของแนวความคิดที่ผิดพลาดว่าเป็นแนวความคิด ของนักเรียนที่เป็นความรู้เชิงข้อสนเทศที่มีความเป็นจริงซึ่งเป็นมโนคติที่ไม่สอดคล้องกันกับข้อเท็จจริง ที่คนทั่วไปยอมรับ

Drews. (2005) ได้ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความเชื่อและความเข้าใจที่ ได้มาจากแนวคิดหรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ คลุมเครือ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจึงเป็น

แนวคิดและความรู้ที่แตกต่างไปจากข้อตกลงที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดขึ้นก่อนการเรียนรู้หรือระหว่างการเรียนรู้ โดยนักเรียนมักจะไม่ว่านตนเองมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างไร

Ashlock. (2010) ได้ให้ความหมายว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความเข้าใจผิดที่อาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนของกฎหรือความคลาดเคลื่อนตามลักษณะทั่วไป หรือผลของการตีความของนักเรียนที่ยังมีบางสิ่งยังไม่ได้เข้าใจอย่างชัดเจน

Cockburn and Littler. (2010) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดจากการใช้สูตรกฎผิด การสรุปที่เกินความเป็นจริงหรือน้อยกว่าความเป็นจริง การแปลความคิดที่คลาดเคลื่อนหรือนักเรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่นักเรียนคิดยังไม่ชัดเจน

จากการศึกษาความหมายของข้อบกพร่องทางการเรียนหรือมโนทัศน์ความคลาดเคลื่อนทางการเรียน ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความคลาดเคลื่อนหรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของการเรียนเป็นแนวความคิดหรือสิ่งที่นักเรียนรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ โดยนักเรียนนำความรู้ที่คลาดเคลื่อนนี้ซึ่งแตกต่างจากการยอมรับจากคนหมู่มากไปอธิบายความหมายหรืออธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ

มีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้และผลการเรียนของนักเรียนในบริบทของการศึกษา โดยจำแนกได้เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอาจารย์ เช่น ความรู้ความสามารถทางวิชาชีพ รูปแบบการสอน ทักษะคิด ความเห็นอกเห็นใจ ทักษะทางภาษา เป็นต้น นักเรียน เช่น ความสามารถ ทักษะคิด ความต้องการ รูปแบบการเรียนรู้ ขนาดของหน่วยความจำและรูปแบบการสร้างแรงบันดาลใจ เป็นต้น และอื่น ๆ เช่น สถานการณ์ทางกายภาพ วิธีการประเมินผล และปัจจัยทางสังคมวัฒนธรรม มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ ซึ่งอาจเกิดขึ้นก่อนการเข้าเรียนในหลักสูตรใด ๆ หรือถูกกระตุ้นในขั้นตอนใด ๆ ของการศึกษาในโรงเรียน มีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเรียนรู้และผลการเรียนของนักเรียนในบริบทของการศึกษา โดยจำแนกได้เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับอาจารย์ เช่น ความรู้ ความสามารถทางวิชาชีพ รูปแบบการสอน ทักษะคิด ความเห็นอกเห็นใจ ทักษะทางภาษา เป็นต้น นักเรียน เช่น ความสามารถ ทักษะคิด ความต้องการ รูปแบบการเรียนรู้ ขนาดของหน่วยความจำ และรูปแบบการสร้างแรงบันดาลใจ เป็นต้น และอื่น ๆ เช่น สถานการณ์ทางกายภาพ วิธีการประเมินผลและปัจจัยทางสังคมวัฒนธรรม มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ ซึ่งอาจเกิดขึ้นก่อนการเข้าเรียนใน หลักสูตรใด ๆ หรือถูกกระตุ้นในขั้นตอนใด ๆ ของการศึกษาในโรงเรียน (Bahar, 2003)

ผลการวิจัยทั้งระดับชาติและระดับนานาชาติ ในด้านการศึกษาชีววิทยา โดยสิ่งที่อ้างว่าเป็นความรู้ 8 คำอ้าง เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สามารถสรุปได้ดังนี้ (Bahar, 2003; อ้างอิงจาก Wandersee, Mintzes & Novak, 1994)

1. นักเรียนได้ รับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนที่มีโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับวัตถุและเหตุการณ์ตามธรรมชาติหลายประการ
2. โมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่นักเรียนได้เรียนรู้ ในวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนนั้น มากกว่าอายุความสามารถ เพศ และขอบเขตทางวัฒนธรรม
3. โมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นอยู่คงทนและไม่สามารถทำให้สูญหายไปได้ง่ายโดยกลยุทธ์การสอนโดยทั่วไป
4. โมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมักเกิดขึ้นพร้อมกับคำอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติที่นักวิทยาศาสตร์และนักปรัชญารุ่นเก่าสอนเอาไว้
5. โมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมีแหล่งกำเนิดมาจากประสบการณ์ส่วนตัว รวมถึงการสังเกตและการรับรู้โดยตรง วัฒนธรรมและภาษาในกลุ่มเพื่อน รวมถึงคำอธิบายและสื่อการสอนของอาจารย์
6. อาจารย์มักมีโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่เหมือนกับนักเรียนของตน
7. ความรู้เดิมของนักเรียนมีความสัมพันธ์กับความรู้ที่นำเสนอในการเรียนการสอนในโรงเรียน เป็นผลให้เกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ไม่ตั้งใจ
8. วิธีการเรียนการสอนที่เอื้อต่อการเปลี่ยนแปลงแนวคิดเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในชั้นเรียน Bahar (2003) กล่าวว่า โมทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ แนวคิดที่มีการตีความและความหมายที่แปลกในข้อสรุปของนักเรียนที่ไม่ถูกต้องในทางวิทยาศาสตร์ในบทความวิจัย โมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนยังหมายถึง ความเชื่อที่ไร้เดียงสา ความคิดที่ผิดพลาด การรับรู้ลวงหน้า วิทยาศาสตร์แบบส่วนตัว แหล่งของความผิดพลาด ต้นแบบความเป็นจริงส่วนตัว เหตุผลที่เกิดขึ้นเอง ข้อผิดพลาดถาวร สำญ่สำคัญ ความรู้ที่เกิดขึ้นเอง กรอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และวิทยาศาสตร์สมัยเด็ก แม้ว่าคำว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) จะพบได้บ่อยในบทความวิจัย แต่ในปัจจุบันนักวิจัยบางท่านนิยมใช้คำว่ามโนทัศน์ทางเลือก (Alternative conception) นักวิจัยเหล่านี้ระบุว่าคำว่ามโนทัศน์ทางเลือกหมายถึงคำอธิบายจากประสบการณ์ที่ ผู้เรียนรู้สร้างขึ้นเพื่อให้สามารถเข้าใจปรากฏการณ์ธรรมชาติและวัตถุต่าง ๆ นอกจากนี้ยังเป็นการเคารพสติปัญญาของผู้เรียนรู้ที่ยึดถือแนวคิดเหล่านั้น และควรใช้คำว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแทน มโนทัศน์ทางเลือก เพื่อไม่ให้เกิดความสับสน เนื่องจากเหตุผลดังนี้ คือ เป็นคำที่นักวิจัยจำนวนมากยังคงใช้กัน ประชาชนคุ้นเคยกับคำนี้มากกว่า และง่ายต่อการสื่อว่าแนวคิดอาจมีความหมาย ตรงกันข้ามกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

ศิริเดช สุชีวะ (2538) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนการสอน ครูต้องการให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ทุกคน แต่ในความเป็นจริงจะพบว่า แม้นักเรียนจะได้รับการสอนจากครูคนเดียวกันและในเวลาเดียวกันก็ยังคงมีนักเรียนส่วนหนึ่งที่ไม่สามารถ บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามที่กำหนดได้ อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของนักเรียนทั้งทางด้านสติปัญญา ความถนัด

ความสนใจ รวมทั้งความบกพร่องของการจัดการเรียนการสอนของครู ซึ่งจะนำไปสู่ปัญหาสำคัญ ได้แก่ การที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconceptions) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดขึ้นก่อนหรือระหว่างการเรียนรู้ มีผลทำให้นักเรียนสอบไม่ผ่านหรือผ่านแต่ได้คะแนนไม่ดี หมุดกำลังใจที่จะเรียนรู้และมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชาที่เรียน นอกจากนี้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนยังเป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ที่สูงขึ้นด้วย หากครูสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนแต่ละคน ภายหลังการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาและให้ข้อมูล ป้อนกลับเพื่อให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องก่อนที่จะเรียนเรื่องต่อไปจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อ ตัวนักเรียนเองและการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของครู เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์สู่ผู้เรียนมากที่สุดอันเป็นการใช้กระบวนการวัดและประเมินผลที่คุ้มค่า และเกิดประโยชน์อย่างสูงต่อผู้เรียน

1.2 สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ได้มีนักการศึกษากล่าวถึง สาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ดังต่อไปนี้

ตามแนวคิดของนักวิชาการต่างประเทศ Pines and West. (1983) Fishcr. (1985) Halloun and Hestenes. (1985) Simson and Marek. (1988) สรุปสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่า อาจเกิดจากคำอธิบายของผู้ใหญ่ที่ขาดความเข้าใจในมโนทัศน์เรื่องนั้นจากจินตนาการจากคำอธิบายที่เป็นนามธรรม การแปลความหมายจากความเข้าใจผิด ความขัดแย้งระหว่างประสบการณ์ในชีวิตจริงกับประสบการณ์ในโรงเรียนและการใช้วิธีการแก้ปัญหาที่เคยใช้ได้ผลในบางสถานการณ์มาเป็นข้อสรุปในวิธีการแก้ปัญหาของตนต่อสถานการณ์ทั่วไป

Halloun and Hestenes. (1985) สรุปสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่าในบางครั้งการแปลความหมายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติตามความเชื่อของนักปราชญ์ในอดีต ก็เป็นผลให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนั้นๆ ได้ชัดเจน อริสโตเติล เชื่อว่า ดินคืออาหารของพืช เป็นต้น

Osborne and Freyberg. (1985) ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ว่ามโนทัศน์ที่เกิดขึ้นจริงในตัวนักเรียนจะแตกต่างจากมโนทัศน์ที่ครูต้องการให้นักเรียนมีเป็นสาเหตุให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ซึ่งมโนทัศน์ที่นักเรียนมักจะเข้าใจคลาดเคลื่อนจากที่ครูต้องการได้แก่ มโนทัศน์ที่ได้จากตำราเรียน มโนทัศน์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ที่เกิดจากการทำกิจกรรม และมโนทัศน์ที่ได้จากการสรุปความรู้ต่าง ๆ

Simson and Marek. (1988) ได้กล่าวไว้ว่าสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไม่ใช่มาจากประสบการณ์ในโรงเรียนเพียงสาเหตุเดียว แต่อาจเกิดจากคำอธิบายของผู้ใหญ่ที่ยังไม่เข้าใจมโนทัศน์นั้น ๆ ดีพอ จึงทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจผิดโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์

Suwimon Kiokaew. (1989) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พอสรุปได้ 4 ประการ คือ การนำเสนอข้อมูลหรือความหมายในบางเรื่องไม่ชัดเจน ความไม่พร้อมทางวุฒิภาวะและการพัฒนาการด้านสติปัญญา นักเรียนมักนำคำที่ใช้ทางคณิตศาสตร์ไปเทียบความหมายกับคำที่ใช้ในชีวิตประจำวัน และการที่ครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในบางเรื่อง จึงทำให้นักเรียนได้รับการถ่ายทอดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนั้น ๆ จากครูต่ออีกทอดหนึ่ง

Remner et al. (1990) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดจากตำราเรียน วิธีการสอนโดยครูและข้อสรุปของนักเรียนมีอยู่ก่อน หรือแนวคิดที่ไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกิดจากคำอธิบายของผู้ใหญ่ที่ขาดความเข้าใจในเรื่องนั้น การนำเสนอข้อมูลหรือความหมายในบางเรื่องไม่ชัดเจนเกิดจากการทำกิจกรรม เกิดจากตำราเรียน วิธีการสอนของครู ความไม่พร้อมทางวุฒิภาวะและการพัฒนาการด้านสติปัญญาของนักเรียน การสรุปความรู้ต่าง ๆ

1.3 ประเภทของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์

National Research Council (NRC, 1997) ได้แบ่งประเภทของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ ออกเป็น 5 ประเภท โดยใช้การส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นเกณฑ์ ดังนี้

1. อุปาทาน (preconceived notion) เป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่พบได้ทั่วไปซึ่งเป็นรากฐานของประสบการณ์ประจำวันของมนุษย์ตัวอย่าง เช่น คนจำนวนมากเชื่อว่าน้ำใต้ดินไหลเป็นธารน้ำเพราะว่าน้ำบนผิวโลกไหลเป็นธารน้ำ อุปาทานส่งผลกระทบต่อมุมมองของผู้เรียนในเรื่องอิทธิพลของความร้อน พลังงาน และแรงโน้มถ่วง ของโลกที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ ด้วย

2. ความเชื่อที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์ (nonscientific belief) รวมถึงสิ่งที่คุณเรียนได้เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ อื่นที่ไม่ใช่แหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์เช่น การสอนทางศาสนาและสิ่งลึกลับ ตัวอย่างเช่น ผู้เรียนบางคนเรียนรู้ ประวัติโดยย่อของโลกและการกำเนิดชีวิตบนโลกจากการสอนศาสนาความแตกต่างระหว่างความเชื่อดังกล่าวกับหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ทำให้เกิดข้อขัดแย้งในการสอนวิทยาศาสตร์

3. ความเข้าใจผิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ (conceptual misunderstanding) เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้รับการสอนข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในวิถีทางที่ไม่ได้เป็นการกระตุ้นให้พวกเขาเผชิญกับสิ่งผิดปกติ และข้อขัดแย้งที่เป็นผลมาจากอุปาทานและความเชื่อที่ไม่เป็นวิทยาศาสตร์การจัดการกับความสับสนดังกล่าวผู้เรียนจะสร้างแบบจำลองที่ผิด ๆ ซึ่งมักจะไม่มีน้ำหนักและทำให้เกิดความไม่มั่นใจในมโนทัศน์นั้น ๆ

4. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเนื่องจากภาษา (vernacular misconception) เกิดขึ้นจากการใช้คำพูดซึ่งมีความหมายอย่างหนึ่งในชีวิตประจำวันแต่มีความหมายที่ต่างออกไปจากบริบทของ

วิทยาศาสตร์(เช่น คำว่า “งาน”) ผู้เชี่ยวชาญทางธรณีวิทยาให้ข้อสังเกตว่าเป็นเรื่องยากสำหรับผู้เรียนในการจะเข้าใจว่า “ธารน้ำแข็งมีการล่าถอย” เพราะภาพในใจของผู้เรียนจะเห็นว่าธารน้ำแข็งมีการหยุด การหมุน และการเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงข้าม ซึ่งการแทนที่คำว่า “การล่าถอย” ด้วยคำว่า “การหลอมละลาย” ช่วยเสริมให้ผู้เรียน เข้าใจการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับธารน้ำแข็งได้ดีขึ้น

5. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (factual misconception) เป็นความเข้าใจผิดที่เกิดจากการเรียนรู้ตั้งแต่ในวัยเด็กและไม่ได้รับการแก้ไขจนกระทั่งเติบโตเป็นผู้ใหญ่ เช่น ความเข้าใจที่ว่า “ฟ้าจะไม่แลบซ้ำ 2 ครั้ง” ในบริเวณเดียวกันซึ่งเป็นความเข้าใจผิดที่อาจดูไร้สาระแต่ความเข้าใจผิดดังกล่าวอาจฝังรากลึกในความเชื่อของหลายคน

กล่าวโดยสรุป มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน คือ ความเข้าใจหรือความเชื่อที่ได้มาจากแนวความคิดหรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ คลุมเครือ ความคิดสำคัญหรือความคิดรวบยอดที่แตกต่างไปจากข้อตกลงที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอาจเกิดขึ้นก่อนการเรียนรู้หรือระหว่างการเรียนรู้ โดยนักเรียนมักจะไม่ว่าตนเองมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างไร มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจึงเป็นสิ่งจำเป็นและต้องใช้วิธีการที่เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้บรรลุวัตถุประสงค์

หลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

(ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551, 2560)

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้ มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎีและกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีมวลมนุษย และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

6. เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

7. เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

2.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยง ความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้ กระบวนการในการ สืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอน มีการทำ กิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

2.2.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และ วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

2.2.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

2.2.3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการ เปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.2.4 เทคโนโลยี

การออกแบบและเทคโนโลยีเรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิต ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และศาสตร์ อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกลงใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา เป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด เรื่อง ปฏิบัติการเคมี

ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับ โครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ว 2.1 ม.5/20 ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี

ว 2.1 ม.5/21 ทดลองและอธิบายผลของความเข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ว 2.1 ม.5/22 สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม

ว 2.1 ม.5/23 อธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์

ว 2.1 ม.5/24 อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสีและคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี

ว 2.1 ม.5/25 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี

สาระการเรียนรู้

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

1) ปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสาร โดยปฏิกิริยาเคมีอาจให้พลังงานความร้อน พลังงานแสง หรือพลังงานไฟฟ้า ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้

2) ปฏิกิริยาเคมีแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งมีสูตรเคมีของสารตั้งต้นอยู่ทางด้านซ้ายของลูกศร และสูตรเคมีของผลิตภัณฑ์อยู่ทางด้านขวา โดยจำนวนอะตอมรวมของแต่ละธาตุทางด้านซ้ายและขวา เท่ากัน นอกจากนี้ สมการเคมียังอาจแสดงปัจจัยอื่น เช่น สถานะ พลังงานที่เกี่ยวข้อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีที่ใช้

3) สารที่พบในชีวิตประจำวันมีทั้งโมเลกุลขนาดเล็กและขนาดใหญ่ พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุล ขนาดใหญ่ที่เกิดจากมอนอเมอร์หลายโมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมี ทำให้สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์แตกต่างจาก มอนอเมอร์ที่เป็นสารตั้งต้น เช่น สถานะ จุดหลอมเหลวการละลาย

4) อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้น อุณหภูมิ พื้นที่ผิว หรือตัวเร่งปฏิกิริยา

5) ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม

6) ปฏิกิริยาเคมีบางประเภทเกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของสารในปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเรียกว่าปฏิกิริยารีดอกซ์

7) สารที่สามารถแผ่รังสีได้ เรียกว่า สารกัมมันตรังสี ซึ่งมีนิวเคลียสที่สลายตัวอย่างต่อเนื่อง ระยะเวลาที่สารกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดมีค่าครึ่งชีวิตแตกต่างกัน

8) รังสีที่แผ่จากสารกัมมันตรังสีมีหลายชนิด เช่น แอลฟา บีตา แกมมา ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน การนำสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดมาใช้ ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีการจัดการอย่างเหมาะสม

สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

การเกิดปฏิกริยาเคมีเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสารใหม่ สารที่เข้าทำปฏิกริยา เรียกว่า สารตั้งต้น และสารใหม่ที่เกิดจากปฏิกริยา เรียกว่า ผลิตภัณฑ์ ปฏิกริยาเคมีมีทั้งประโยชน์และโทษ และเกิดผลเสีย ซึ่งกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ปฏิกริยารีดอกซ์ คือ ปฏิกริยาที่มีการเปลี่ยนแปลงเลขออกซิเดชันของอะตอมของธาตุในปฏิกริยา ซึ่งจะทำให้มีอะตอมของธาตุบางตัวสูญเสียหรือได้รับอิเล็กตรอน เรียกปฏิกริยาที่มีการเสียอิเล็กตรอนว่า ปฏิกริยาออกซิเดชัน และเรียกปฏิกริยาที่มีการรับอิเล็กตรอนว่า ปฏิกริยารีดักชัน

อะตอมของธาตุหรือสารบางชนิดสามารถปล่อยรังสีออกมาอย่างต่อเนื่องได้ เรียกว่า กัมมันตรังสี และเรียกธาตุที่มีสมบัติในการแผ่รังสีได้เองว่า ธาตุกัมมันตรังสี รังสีที่ออกมาจากธาตุกัมมันตรังสีมี 3 ชนิด คือ อนุภาคแอลฟา อนุภาคบีตา และรังสีแกมมา

แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้

3.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย

ศิริเดช สุชีวะ (2550) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ค้นหาข้อบกพร่อง จุดอ่อน หรือ จุดด้อยของผู้เรียนทั้งในทางวิชาการและทางด้านจิตใจ เพื่อแยกผู้เรียนว่ามีความสามารถดีหรือด้อยในเรื่องใด และหาสาเหตุว่าผู้เรียนมีผลการเรียนด้อยเนื่องมาจากสาเหตุใด แบบทดสอบวินิจฉัยนี้นอกจากจะเป็นประโยชน์ทางวิชาการแล้ว ยังใช้เป็นประโยชน์ในการตรวจสอบความผิดปกติทางด้านร่างกายและจิตใจด้วย

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2522) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบเพื่อวัดจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องในแต่ละวิชา ผลของการสอบที่ได้จากแบบทดสอบวินิจฉัยจะนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ และค้นหาสาเหตุของความบกพร่องนั้นได้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2530) ที่ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ใช้ค้นหาข้อบกพร่อง และสาเหตุของการบกพร่องในการเรียนรู้เป็นเรื่อง ๆ ไป คือ หลังจากจบการเรียนการสอนในหน่วยหนึ่ง ๆ จะทำการสอบนักเรียนด้วยแบบทดสอบย่อยถ้า พบว่า

นักเรียนยังไม่สามารถสอบผ่านจุดประสงค์บางจุดประสงค์ก็ใช้แบบทดสอบวินิจฉัยมาทำการสอบอีกครั้งหนึ่ง เพื่อค้นหาว่านักเรียนยังไม่เข้าใจหรือบกพร่องในเรื่องใด และหาสาเหตุของการบกพร่อง

ยานี สังข์ศรีอินทร์ (2550) ได้สรุปความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องทางการเรียนของผู้เรียนวิชาต่าง ๆ เป็นรายบุคคล พร้อมทั้งระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องนั้น เพื่อจัดให้มีการสอนซ่อมเสริมและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

วิยดา ช่อนชา (2551) ได้สรุปความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละเนื้อหาย่อย ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นได้อย่างตรงจุดและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอน

ขวัญใจ สายสุวรรณ (2554) ได้สรุปว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาจุดบกพร่องตลอดจนสาเหตุของจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละเนื้อหาย่อย ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้น ได้อย่างตรงจุดและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

จารุวรรณ กุศลการณ (2554) สรุปได้ว่า การวินิจฉัย หมายถึง การค้นหาสาเหตุของข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนทางการเรียนของผู้เรียน เพื่อให้ครูผู้สอนทำการแก้ไขสาเหตุของข้อผิดพลาดหรือจุดอ่อนทางการเรียนที่พบต่อไป

โชติกา ภาชีผล (2554) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดจุดด้อยของการเรียนรู้ที่เป็นปัญหาของผู้เรียน มุ่งตรวจสอบกลไกองค์ประกอบย่อยของกระบวนการสำคัญที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้เพื่อเป็นประโยชน์ ต่อการปรับปรุงและซ่อมเสริม

สุมานี กลิ่นพูน (2555) สรุปความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อมุ่งค้นหาจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนวิชาต่าง ๆ เป็นรายบุคคล พร้อมทั้งสามารถ ระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องนั้น เพื่อนำไปสู่กระบวนการสอนซ่อมเสริมและเป็นแนวทางในการปรับปรุงทางการเรียนการสอนต่อไป

ประกาย เครือเนตร (2558) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งผลจากแบบทดสอบทำให้ครูทราบว่านักเรียนคนใดมีจุดบกพร่องในการเรียนเรื่องใด แล้วสามารถนำสาเหตุหรือจุดบกพร่องนั้น ๆ ไปเป็นแนวทางในการแก้ไขและ จัดวิธีการสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด

Atkinson (1961 อ้างถึงใน สุพรรณิ ภิรมย์ภักดี, 2541) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาความไม่ เข้าใจในการเรียนของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะ ในการอ่านและเลขคณิต เพื่อตอบคำถามว่าอะไรผิดและผิดอย่างไร

Singha (1974) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบวินิจฉัยว่า คือ แบบทดสอบที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนในส่วนที่จะช่วยซ่อมเสริม โดยแบบทดสอบประเภทนี้ การสุ่มเนื้อหาจำเป็นต้องละเอียดมาก และแบบทดสอบประเภทนี้ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา มีความจำเป็นมากกว่าแบบทดสอบประเภทอื่น

Ebel (1965) ได้ให้คำจำกัดความของแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ค้นหาข้อบกพร่องหรือความไม่ประสบความสำเร็จในการเรียนของนักเรียน เช่น การอ่าน และเลขคณิต เป็นต้น แบบทดสอบวินิจฉัยมุ่งสนใจคะแนนจากคำตอบของนักเรียนในแต่ละข้อหรือกลุ่มเล็ก ๆ ของข้อสอบที่มีความคล้ายคลึงกัน

Thorndike and Hagen (1977) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า คือแบบทดสอบที่รวบรวมปัญหาและสาเหตุที่ทำให้เกิดความบกพร่องในการเรียนวิชาต่าง ๆ ไว้ในแบบทดสอบเพื่อเป็นแนวทางในการจัดหาวิธีการสอนซ่อมเสริมที่ตรงจุดและเป็นการช่วยปรับปรุงความรอบรู้ (Mastery) ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นอีกด้วย

Brown (1976) ได้กล่าวถึง แบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้ค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งที่จะทำการสอนซ่อมเสริม และให้การแนะแนวซึ่งจะทำให้ชี้ให้เห็นถึงจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคลในแต่ละส่วนย่อย ๆ ของแบบทดสอบนั้น

Ahmann and Glock (1975 อ้างถึงใน สุพรรณิ ภิมย์ภักดี, 2541) กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้หลังจากสิ้นสุดให้การเรียนการสอนแล้วจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยคือช่วยให้ทราบถึงข้อบกพร่องเฉพาะที่เป็นพื้นฐานที่อยู่เบื้องหลังของนักเรียน

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยทำการสังเคราะห์สาระสำคัญเกี่ยวกับความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย สรุปได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัย หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนเป็นรายบุคคล และแบบทดสอบที่ใช้หลังจากสิ้นสุดให้การเรียนการสอนสาเหตุของความบกพร่องของทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญของนักเรียนเป็นรายบุคคล นำไปสู่การแก้ไขจุดบกพร่อง และสาเหตุของความบกพร่องนั้น ๆ ได้ตรงจุด สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรือมีอุปสรรค ในการเรียน และช่วยให้ครูสามารถปรับวิธีสอนของตนได้อย่างเหมาะสมและสอนซ่อมเสริมนักเรียนได้ตรงกับข้อบกพร่อง

3.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

สุพรรณิ ภิมย์ภักดี (2551) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยจะแบ่งออกเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ เพื่อใช้วัดทักษะแต่ละอย่าง
2. ในทักษะหนึ่ง ๆ หรือในเนื้อหาหนึ่ง ๆ จะต้องมีจำนวนข้อมาก ๆ ข้อ
3. ข้อสอบจะต้องก่อนข้างง่าย โดยเรียงลำดับจากข้อสอบง่ายไปยาก

4. แบบทดสอบจะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นอันดับแรก

5. ข้อสอบแต่ละข้อจะต้องบ่งถึงสาเหตุที่นักเรียนทำผิด

6. ไม่จำกัดเวลาในสอบ

7. การสร้างเกณฑ์ปกติไม่ใช่สิ่งสำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัย

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2533) ได้สรุป ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

1. วัดได้ทั้งแบบอิงเกณฑ์ (Criterion-referenced) และแบบอิงกลุ่ม (Norm-referenced)

2. จุดประสงค์ของแบบสอบจำกัดเฉพาะจุดประสงค์ที่มีประโยชน์ต่อการวินิจฉัยเท่านั้น

3. ขอบเขตของเนื้อหา มี 2 ลักษณะ คือ แบบทดสอบวินิจฉัยที่ยึดระดับชั้นเป็นหลัก เช่น

แบบสอบวินิจฉัยเรื่องการบวกสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และแบบทดสอบวินิจฉัย ทักษะการคิดคำนวณเบื้องต้นเกี่ยวกับการบวก

4. เป็นแบบทดสอบที่ไม่จำกัดเวลาหรือที่เรียกว่า Power test ยกเว้นในกรณีที่มีจุดประสงค์ชัดเจนว่าเป็นแบบทดสอบที่เน้นความรวดเร็วในการคิด (Speed test) จึงจะกำหนดเวลาได้

5. เนื้อหาของแบบทดสอบครอบคลุมทุกแง่มุมของคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะการคิดคำนวณ ความหมาย และนามธรรม กระบวนการคิดคำนวณ การคิดในใจ

6. ไม่ควรวัดเฉพาะการรับรู้ ระดับนามธรรม แต่ควรวัดความรู้ทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับรูปธรรม กึ่งรูปธรรม และนามธรรม หรืออาจวัดความรู้ถึง 4 ระดับ คือ รูปธรรม กึ่งรูปธรรม กึ่งนามธรรม และนามธรรม

7. เน้นการให้คะแนนเป็นส่วน ๆ (Part score) และการให้คะแนนของข้อสอบในแต่ละส่วนไม่เน้นคะแนนรวม

8. ข้อสอบได้มาจากการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างละเอียดและการศึกษาสิ่งที่เด็กมักทำผิด

9. ข้อสอบควรจะง่ายเพื่อให้สามารถจำแนกระหว่างเด็กที่มีปัญหา ได้ข้อสอบแต่ละข้อควรมีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป และควรมีมากข้อ

10. เกณฑ์แสดงการรอบรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่งนิยมใช้เกณฑ์อย่างต่ำ 2 ใน 3 (67%) หรือ 3 ใน 4 (75%) เพื่อแสดงว่าเด็กมีความรอบรู้ในเรื่องนั้นจริงมิใช่ทำผิดเพราะความเลินเล่อ

อุบล มีสิมมา (2551) กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย ไว้ดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบที่แยกออกเป็นฉบับย่อย ๆ โดยจะวัดเฉพาะด้านความรู้และความสามารถของนักเรียนเป็นด้าน ๆ ของแต่ละรายวิชา

2. เนื้อหาที่ต้องการวัดจะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

3. เป็นแบบทดสอบที่เน้นความตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ

4. เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมาก ในแต่ละเนื้อหาที่ต้องการทดสอบ

5. เป็นข้อสอบที่ก่อนข้างง่าย

บุญชม ศรีสะอาด (2553) ได้สรุปลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยไว้ดังต่อไปนี้

1. จะมุ่งวัดเป็นเรื่อง ๆ หรือด้าน ๆ ไป ถ้าต้องอาศัยทักษะย่อย ๆ หลายทักษะก็อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ (Sub test) วัดตามทักษะย่อย ๆ นั้น
2. มีคะแนนของแต่ละด้านแต่ละตอนเพราะมุ่งค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน ดังนั้น คะแนนรวมของแต่ละคนจะไม่เป็นประโยชน์สำหรับกรณีนี้
3. มีจำนวนข้อสอบหลาย ๆ ข้อที่วัดมโนภาพหรือทักษะเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เพิ่มโอกาสการทำผิดพลาดให้มากขึ้น จะช่วยวัดนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้น ๆ ได้อย่างเพียงพอ
4. มักเป็นแบบทดสอบที่ให้เวลาเต็มที่ (Power test) ในการทำข้อสอบโดยจะเริ่มจากข้อที่ง่าย ๆ แล้วค่อยเพิ่มความยากขึ้น
5. การสร้างแบบทดสอบชนิดนี้จะสร้างจากรากฐานการวิเคราะห์ ทักษะเฉพาะที่ส่งผลให้เรียนได้สำเร็จและจากการศึกษาข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน
6. ความเป็นมาตรฐานของแบบทดสอบวินิจัย อยู่ที่ว่าเครื่องมือที่ใช้ดำเนินการสอบภายใต้สถานการณ์เดียวกัน และการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

Mehrens and Irvin (1973) กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยว่า

1. การทดสอบวินิจัยไม่ได้คำนึงถึงคะแนนการสอบเพียงอย่างเดียวแต่จะพิจารณาถึงรายละเอียดต่าง ๆ จากผลงานของนักเรียนประกอบด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดสอนซ่อมเสริม
 2. แบบทดสอบวินิจัยจะต้องสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ในกรณีที่ต้องการจะแสดงว่าโดยทั่วไปนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใดของกลุ่ม และไม่มีเกณฑ์ปกติ (Norm) ในกรณีที่เรารู้ว่าเกณฑ์ปกติ (Norm) ได้มาจากข้อสอบมาตรฐานอื่น ๆ ซึ่งเป็นเกณฑ์ปกติระดับชาติ (National norm) อยู่แล้ว
 3. แบบทดสอบวินิจัยจะเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน ในกรณีที่เครื่องมือนั้นถูกใช้ภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน และการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย
 4. แบบทดสอบวินิจัยอาจใช้เกณฑ์แบบปกติเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile norm) หรือเกณฑ์ปกติแบบเทียบชั้น (Grade equivalent norm) ได้ตามความเหมาะสม
 5. แบบทดสอบวินิจัย จะใช้เฉพาะกับนักเรียนที่มีข้อบกพร่องทางการเรียน ซึ่งจะต้องใช้เวลามากในการดำเนินการสอบ การตรวจและการตีความหมายของคะแนน
 6. แบบทดสอบวินิจัยสร้างยากกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อื่น ๆ เพราะนอกจากจะต้องการคำตอบของนักเรียนแล้ว ยังต้องทำให้สามารถรู้ว่ามีข้อบกพร่องในด้านใด
- Singha (1974) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจัย ไว้ดังนี้
1. มีจำนวนคำถามมากข้อและครอบคลุมจุดประสงค์ของการเรียน (Learning point)

2. จะต้องมีการวิเคราะห์เนื้อหา
3. มักเป็นคำถามง่าย ๆ
4. ไม่จำกัดเวลาสอบ
5. ในแบบทดสอบย่อยประกอบด้วย ข้อสอบที่วัดในลักษณะเดียวกัน
6. ไม่มีการตั้งเกณฑ์ปกติ เพราะแบบทดสอบชนิดนี้ต้องการค้นหาจุดอ่อน ของนักเรียน

มากกว่าใช้ผลเพื่อเปรียบเทียบผลการเรียน

Gronlund (1976) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยในลักษณะดังนี้ คือ

1. ยืดความบกพร่องในการเรียนเป็นขอบข่ายในการวัด
2. ความบกพร่องที่จะวัดเป็นความบกพร่องเฉพาะอย่าง
3. ข้อสอบมีลักษณะง่าย
4. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน
5. สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียน
6. นำผลไปใช้ในการพิจารณาจัดการสอนซ่อมเสริม

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยทำการสังเคราะห์สาระสำคัญเกี่ยวกับลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย สรุปได้ว่า

1. เป็นแบบทดสอบที่แบ่งออกเป็นแบบสอบย่อย ๆ หลายตอน แต่ละตอนวัดเรื่องใดเรื่องหนึ่ง มีจุดมุ่งหมายที่จะทดสอบให้ครอบคลุมถึงเนื้อหาที่สำคัญ ๆ
2. คะแนนของแต่ละด้านแต่ละตอนเพราะมุ่งค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน
3. เป็นแบบทดสอบที่ง่าย และมีจำนวนมากข้อ
4. เป็นแบบทดสอบที่เน้นความตรงตามเนื้อหา (Content validity) เป็นสำคัญ
5. ข้อสอบได้มาจากการวัดพฤติกรรม การเรียนรู้อย่างละเอียดและการศึกษา สิ่งที่ได้

มักทำผิด ส่งผลข้อสอบแต่ละ ข้อสามารถสืบค้นหาสาเหตุของการตอบข้อสอบผิดได้

6. ไม่จำกัดเวลาในการสอบ การสอบใช้สอบเมื่อเรียนแต่ละบทเรียนเสร็จสิ้นแล้ว
7. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ
8. นำผลไปใช้พิจารณาจัดการสอนซ่อมเสริม

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้รูปแบบการวินิจฉัยโดยแบบทดสอบ ซึ่งแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้น มีลักษณะเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยที่ยึดระดับชั้นเป็นหลัก คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี เนื้อหาของแบบทดสอบครอบคลุมทั้งทักษะกระบวนการคิดอย่างมีเหตุและผล การวิเคราะห์ การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร การกำหนดนิยาม และข้อสอบได้มาจากการวัดพฤติกรรม การเรียนรู้ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสี่ระดับจะแบ่งคำถามออกเป็น 4 ระดับ โดยระดับที่หนึ่งถามหาหมโนทัศน์ของนักเรียน ระดับที่สองถามระดับความมั่นใจในการตอบคำถาม

ระดับที่หนึ่ง ระดับที่สามตามเหตุผลในการตอบระดับที่หนึ่ง ระดับที่สี่ตามระดับความมั่นใจในการตอบเหตุผลระดับที่สาม

3.3 ประเภทของแบบทดสอบวินิจฉัย

งานวิจัยของ (Gurel et al, 2015) กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยของนักเรียนเพื่อระบุโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์มีอยู่หลายประเภทโดยการวิเคราะห์เอกสารการศึกษา พบว่ามีการสัมภาษณ์ (53%) การทดสอบแบบเปิด (34%) การทดสอบแบบเลือกตอบ (32%) และการทดสอบหลายชั้น (13%) เป็นเครื่องมือวินิจฉัยที่ใช้กันมากที่สุด อย่างไรก็ตามเครื่องมือแต่ละตัวมีข้อดีและข้อเสีย ซึ่งควรคำนึงถึงในแนวทางปฏิบัติของผู้ใช้ที่ควรระมัดระวัง ครูหรือนักวิจัย จะต้องตระหนักถึงเครื่องมือวินิจฉัยและเลือกวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับวัตถุประสงค์ของตนเอง เพื่อวัดมโนทัศน์ของนักเรียนต่อแนวคิดต่าง ๆ จึงได้มีการพัฒนาเครื่องมือวินิจฉัยและนำมาใช้การสัมภาษณ์แบบทดสอบปลายเปิด และแบบทดสอบแบบเลือกตอบ เป็นเครื่องมือที่ถูกนำมาใช้กันมากที่สุดในการวิจัยการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพื่อระบุโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แต่อย่างไรก็ตามเครื่องมือแต่ละตัวมีข้อดีรวมถึงข้อเสียแตกต่างกัน เช่น

การสัมภาษณ์ในกลุ่มของวิธีการต่าง ๆ ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน การสัมภาษณ์มีบทบาทสำคัญอย่างมาก เพราะสามารถสอบถามข้อมูลเชิงลึกและรายละเอียดต่าง ๆ เพื่ออธิบายโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียน ซึ่งในความเป็นจริงการสัมภาษณ์เป็นหนึ่งในวิธีการที่ดีที่สุดและใช้กันมากที่สุด ในการศึกษามุมมองและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เทคนิคการสัมภาษณ์ที่ถูกนำมาใช้ในบทความวิจัยมีด้วยกันหลายวิธี ซึ่งวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ คือการค้นหาสิ่งที่อยู่ในใจของบุคคล สิ่งที่คุณคิด หรือความรู้สึกที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ หากทำการสัมภาษณ์อย่างมีทักษะ การสัมภาษณ์จะเป็นหนึ่งในวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการจัดการกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แม้ว่าการสัมภาษณ์จะมีข้อดีหลายประการ เช่น การเข้าถึงข้อมูลเชิงลึกและความยืดหยุ่น แต่จำเป็นต้องใช้เวลามากในการสัมภาษณ์คนจำนวนมากเพื่อให้มีความสามารถในการแปลผลสู่ประชากรเป้าหมายมากขึ้น ผู้วิจัยจำเป็นต้องพิจารณาเกี่ยวกับการสัมภาษณ์ นอกจากนี้อคติของผู้สัมภาษณ์อาจส่งผลเสียต่อข้อค้นพบ และการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก

แบบทดสอบปลายเปิด เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียน แบบทดสอบปลายเปิดจึงถูกนำมาใช้กันมากในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ วิธีการนี้จะให้ผู้ทดสอบใช้เวลาในการคิดและเขียนแนวคิดของตนเอง แต่ยากที่จะประเมินผลลัพธ์ได้ นอกจากนี้เนื่องจากปัญหาทางด้านภาษา การระบุมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจึงเป็นไปได้ยาก เนื่องจากนักเรียนมักไม่กระตือรือร้น ที่จะเขียนคำตอบของตนด้วยประโยคเต็มรูปแบบ

แบบทดสอบแบบเลือกตอบ เพื่อแก้ไขปัญหาที่พบในกระบวนการสัมภาษณ์และการทดสอบแบบปลายเปิด จึงมีการใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบเพราะสามารถให้คะแนนได้ในทันที และสามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวนมากได้ จึงถูกนำมาใช้เพื่อยืนยันมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน แบบทดสอบเหล่านี้ถูกนำมาใช้ทั้งในการสัมภาษณ์เชิงลึกหรือใช้เป็นมาตรการตรวจสอบอย่างกว้าง ๆ การพัฒนาแบบทดสอบแบบเลือกตอบเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนมีประโยชน์อย่างมาก และช่วยให้ครูวิทยาศาสตร์นำผลการวิจัยไปใช้ในชั้นเรียนได้ง่ายขึ้น

แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ที่เหมาะสมและนิยมสร้างเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple choice) เนื่องจากมีความเหมาะสมที่สามารถสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมกับเนื้อหา รวมทั้งง่ายต่อการใช้ทดสอบ และวิเคราะห์ผลการสอบ สามารถตีความคำตอบของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทดสอบของแบบทดสอบวินิจฉัยที่เป็นปรนัยนั้นมีข้อดีของการเป็นแบบทดสอบที่มีความอ่อนโยนที่จะนำไปใช้งานได้ง่าย แต่ก็มีข้อบกพร่องที่ไม่สามารถแยกคำตอบที่ถูกต้องได้ว่ามาจากเหตุผลที่ถูกต้องหรือไม่ ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยได้รับการพัฒนาเพื่อที่จะให้สามารถตอบข้อบกพร่องเหล่านี้ ซึ่งคือการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยให้มีหลายระดับขั้นเพื่อใช้สำหรับชดเชยข้อบกพร่องหรือใช้เพื่อเพิ่มเติมความสมบูรณ์ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนการทำแบบทดสอบ โดยรูปแบบของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ มีดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยสองระดับ

คาเลอนและซุบราเมียม(Caleon และคนอื่น ๆ. 2009) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สองระดับเป็นแบบทดสอบที่พัฒนามาจากแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ แต่เนื่องจากแบบทดสอบมีข้อจำกัดคือ ไม่สามารถที่ถูกต้องจากเหตุผลที่ถูกต้อง กับคำตอบที่ถูกต้องจากเหตุผลที่ไม่ถูกต้องได้ ดังนั้นจึงมีการเพิ่มส่วนการให้เหตุผลของคำตอบเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม เรียกว่าส่วน A-tier เป็นส่วนที่ตอบสนองทางด้านความรู้ในเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ ปรากฏการณ์ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ

ส่วนที่ 2 เหตุผลของคำตอบ เรียกว่าส่วน R-tier เป็นส่วนที่วัดการอธิบายความรู้หรือการตอบสนองเหตุผลของคำตอบในส่วน A-tier มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ โดยมี 1 ตัวเลือกที่ถูกต้องและมีตัวเลือกอื่น ๆ ที่เป็นตัวลวงที่สามารถแสดงถึงแนวคิดที่คลาดเคลื่อน

แบบทดสอบวินิจฉัยสองระดับเป็นแบบทดสอบปรนัยสองระดับที่ให้คำตอบและเหตุผลที่นักเรียนเลือก จะเห็นได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยในลักษณะนี้จะไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างคำตอบที่ผิดได้ว่ามาจากแนวคิดหรือความเข้าใจผิดได้ เพราะไม่สามารถทราบได้ว่านักเรียนใช้เหตุผลในการตอบที่ถูกต้องหรือว่านักเรียนตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้องแต่ได้มาจากการเดาคำตอบ

2. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สามระดับ

แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สามระดับเป็นแบบทดสอบที่ได้พัฒนามาจากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สองระดับ โดยเพิ่มระดับความมั่นใจในคำตอบ ในส่วนของคำตอบของคำถามและเหตุผลของคำตอบ ดังนั้นจึงประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม เรียกว่าส่วน A-tier เป็นส่วนที่วัดการอธิบายความรู้ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

ส่วนที่ 2 คือ เหตุผลของคำตอบ เรียกว่าส่วน R-tier เป็นส่วนที่วัดการอธิบายความรู้ มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

ส่วนที่ 3 คือ ระดับความมั่นใจในคำตอบของส่วนที่ 1 และ ส่วนที่ 2 โดยแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สามระดับสามารถแยกแนวคิดที่คลาดเคลื่อนออกจากการขาดความรู้ได้ คือ นักเรียนที่ยังตอบผิดหรือคลาดเคลื่อนในแนวคิดแต่ยังมั่นใจในคำตอบแสดงว่านักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน และนักเรียนที่ตอบผิดและยังไม่มั่นใจในเหตุผลของคำตอบ แสดงว่านักเรียนยังขาดการรู้เรื่องในเนื้อหาทำการสอบ แต่แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สามระดับยังคงมีข้อจำกัดคือ เมื่อนักเรียนถูกถามเกี่ยวกับระดับความมั่นใจในตอนตอบคำถามนักเรียนจะตอบถึงระดับความมั่นใจในส่วนของคำถาม (A-tier) และในส่วนของเหตุผลของคำตอบ (R-tier) พร้อมกัน ส่งผลให้ไม่มีความชัดเจนในการให้ระดับความมั่นใจในคำตอบของนักเรียนที่แตกต่างกันระหว่างส่วนทั้งสอง คือถ้านักเรียนมั่นใจในส่วนของคำตอบของคำถาม (A-tier) กับส่วนเหตุผลของคำตอบ (R-tier) ที่แตกต่างกันจะทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ระดับแนวคิดของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตีความหมายถึงระดับความมั่นใจสำหรับแนวคิดในการตอบ

3. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สี่ระดับ

แม้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยสามระดับที่ถูกคิดว่าเป็นแบบทดสอบที่วัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ดีแล้วนั้น แต่ยังมีข้อจำกัดคือการจัดลำดับของการทดสอบความมั่นใจสำหรับในส่วนของคำตอบของคำถาม (A-tier) และส่วนเหตุผลของคำตอบ (R-tier) สถานการณ์เหล่านี้อาจทำให้เกิดปัญหาที่จะต้องมีการประมาณค่าของคะแนนความคลาดเคลื่อนของนักเรียนนั้นสูงเกินไปและได้คะแนนที่ไม่ถูกต้องนัก จึงมีการพัฒนาแบบทดสอบสี่ระดับในการทำแบบทดสอบวินิจฉัย

คาเลออนและซูบรามานีเยม(Caleon และคนอื่น ๆ, 2009) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สี่ระดับได้พัฒนามาเพื่อแก้ไขข้อจำกัดแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้สองระดับและสามระดับ โดยเพิ่มระดับความมั่นใจ (Level of confidence) ในคำตอบที่นักเรียนเลือกทั้งส่วนในคำตอบของคำถาม (A-tier) และส่วนเหตุผลของคำตอบ (R-tier) โดยข้อดีที่ได้จากการพัฒนาของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับคือมีการแยกระดับความมั่นใจในการตอบและระดับความเชื่อมั่นในการให้เหตุผลที่

เลือกเพื่อให้นักเรียนสามารถมองลึกไปถึงจุดแข็งของความเข้าใจในแนวคิดของนักเรียน ดังนั้นจึงประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 คือ คำตอบของคำถาม (A-tier) เป็นส่วนที่วัดความรู้ในเนื้อหา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ

ส่วนที่ 2 คือ ระดับความมั่นใจในคำตอบของคำถาม

ส่วนที่ 3 คือ เหตุผลของคำตอบ (R-tier) เป็นส่วนที่วัดอธิบายความรู้ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ โดยตัวเลือกสุดท้ายจะเว้นพื้นที่ว่างให้นักเรียนเขียนคำตอบเหตุผลของนักเรียน ในกรณีที่นักเรียนมีแนวคิดที่แตกต่างออกไป

ส่วนที่ 4 คือ ระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ

แบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกระดับมีเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับข้อสอบทุกข้อคำถามในแบบทดสอบ ในชั้นคำตอบของคำถาม (A-tier) และชั้นเหตุผลของคำตอบ (R-tier) โดยจะให้คะแนนแยกกัน คือตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน และตอบผิดได้ 0 คะแนน จากนั้นจะพิจารณาในส่วนของการตอบความมั่นใจในส่วนคำตอบของคำถามและระดับความมั่นใจในส่วนเหตุผลของคำตอบ โดยจะคำนวณคะแนนระดับความมั่นใจคือ

1. คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยรวมของนักเรียนที่ตอบข้อสอบ (Mean confidence of students for tier or item : CF) ที่เป็นผลเฉลี่ยของคะแนนความมั่นใจในการตอบข้อสอบของนักเรียนในชั้นคำตอบ และในชั้นเหตุผลของคำตอบ

2. คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบถูกต้อง (Mean confidence of students who gave correct responses for tier or item: CFC) ที่เป็นผลเฉลี่ยของคะแนนความมั่นใจของกลุ่มนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกต้องในชั้นคำตอบและในชั้นเหตุผลของคำตอบ

3. คะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบผิด (Mean confidence of students who gave incorrect responses for tier or item : CFW) ที่เป็นผลเฉลี่ยของคะแนนความมั่นใจของกลุ่มนักเรียนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นผิดในชั้นคำตอบและในชั้นเหตุผลของคำตอบ

4. คะแนนความมั่นใจในการจำแนก (Confidence discrimination quotient :CDQ) ที่เป็นผลต่างของคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยในคำตอบของข้อสอบ ใช้สำหรับจำแนกนักเรียนที่เป็นกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หาได้จากการนำคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบถูกต้องลบด้วยคะแนนความมั่นใจเฉลี่ยของนักเรียนที่ตอบคำตอบผิด และหารด้วยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความมั่นใจ

ในการเปรียบเทียบผลการตัดสินใจสำหรับการทดสอบจากแบบทดสอบที่ระดับหากนักเรียนให้คำตอบที่ถูกต้องซึ่งมีความมั่นใจในการตอบคำถาม และนักเรียนให้เหตุผลที่ถูกต้องสำหรับในส่วนของเหตุผลในคำตอบแต่นักเรียนไม่มั่นใจในคำตอบ สำหรับลักษณะนี้ผลการตัดสินใจของผู้วิจัยจะตัดสินใจ

ว่านักเรียนที่มีการตอบในลักษณะแบบนี้ว่าเป็นผู้ที่ขาดความมั่นใจในความรู้ เพราะว่ามีข้อสงสัยเกี่ยวกับคำตอบของนักเรียนอย่างน้อยหนึ่งขั้น ซึ่งการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับขั้นมีข้อดีกว่าแบบทดสอบวินิจฉัยสามระดับ คือในการตอบระดับความมั่นใจที่จะใช้อธิบายสำหรับคำตอบของคำถามและเหตุผลของคำตอบ เพราะฉะนั้นนักเรียนคนเดียวกันอาจเลือก มั่นใจ หรือไม่มั่นใจ และถ้าหากนักเรียนเลือกไม่มั่นใจ ผลการตัดสินใจของผู้วิจัยจะอธิบายว่านักเรียนมีความรู้ไม่เพียงพอหรือขาดความมั่นใจ แต่ถ้านักเรียนนักเรียนเลือกมั่นใจ ผู้วิจัยจะตัดสินใจว่านักเรียนนั้นเป็นผู้ที่มีความรู้ในข้อคำถามข้อนั้น

แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจากแบบทดสอบวินิจฉัยสองระดับและแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับนั้น จะมีการสร้างข้อสอบที่สามารถให้ระดับความมั่นใจของคำตอบได้ทั้งในส่วนคำตอบของคำถาม (A-tier) และในส่วนเหตุผลของคำตอบ (R-tier) โดยจะสามารถใช้เป็นเครื่องมือสำหรับตรวจสอบมโนทัศน์ของนักเรียนในเรื่องนั้น ๆ ว่าเข้าใจในการเรียนรู้ได้ดีหรือไม่อย่างมีความละเอียดด้วยแนวความคิดที่ว่าถ้าค่าคะแนนความมั่นใจกับคะแนนมโนทัศน์มีความสอดคล้องกัน จะสามารถหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างแท้จริง (Genuine misconception) และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนปลอม (Spurious misconception) ได้

ตาราง 1 การแปลความหมายของรูปแบบการตอบในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

| ระดับที่ 1 | รูปแบบการตอบ | | | การแปลความหมาย |
|------------|--------------|------------|------------|---|
| | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | ระดับที่ 4 | |
| ตอบถูก | มั่นใจ | ตอบถูก | มั่นใจ | มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง |
| ตอบถูก | มั่นใจ | ตอบถูก | ไม่มั่นใจ | ไม่มีความรู้ |
| ตอบถูก | ไม่มั่นใจ | ตอบถูก | มั่นใจ | ไม่มีความรู้ |
| ตอบถูก | ไม่มั่นใจ | ตอบถูก | ไม่มั่นใจ | ตอบถูกเพราะเดาหรือขาดความมั่นใจ |
| ตอบถูก | มั่นใจ | ตอบผิด | มั่นใจ | ผิดพลาดในเชิงบวกหรืออาจมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน |
| ตอบถูก | มั่นใจ | ตอบผิด | ไม่มั่นใจ | ไม่มีความรู้ |
| ตอบถูก | ไม่มั่นใจ | ตอบผิด | มั่นใจ | ไม่มีความรู้ |
| ตอบถูก | ไม่มั่นใจ | ตอบผิด | ไม่มั่นใจ | ไม่มีความรู้ |

| รูปแบบการตอบ | | | | การแปลความหมาย |
|--------------|------------|------------|------------|--|
| ระดับที่ 1 | ระดับที่ 2 | ระดับที่ 3 | ระดับที่ 4 | |
| ตอบผิด | มั่นใจ | ตอบถูก | มั่นใจ | ผิดพลาดในเชิงลบ หรืออาจมีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน |
| ตอบผิด | มั่นใจ | ตอบถูก | ไม่มั่นใจ | ไม่มีความรู้ |
| ตอบผิด | ไม่มั่นใจ | ตอบถูก | มั่นใจ | ไม่มีความรู้ |
| ตอบผิด | ไม่มั่นใจ | ตอบถูก | ไม่มั่นใจ | ไม่มีความรู้ |
| ตอบผิด | มั่นใจ | ตอบผิด | มั่นใจ | มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน |
| ตอบผิด | มั่นใจ | ตอบผิด | ไม่มั่นใจ | ไม่มีความรู้ |
| ตอบผิด | ไม่มั่นใจ | ตอบผิด | มั่นใจ | ไม่มีความรู้ |
| ตอบผิด | ไม่มั่นใจ | ตอบผิด | ไม่มั่นใจ | ไม่มีความรู้ |

ที่มา : Gurel, Eryilimaz และ Mcdermott, 2015

จากตาราง 1 การแปลผลสำหรับแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับสามารถแปลผลรูปแบบการตอบออกเป็น รูปแบบ ดังนี้

- 1) การตอบด้วยมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Scientific knowledge) หมายถึง การตอบของนักเรียนที่ถูกต้องทั้งระดับคำตอบและระดับเหตุผล เป็นการตอบที่มั่นใจในระดับความมั่นใจ
- 2) การตอบด้วยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception) หมายถึง การตอบผิดในระดับต่าง ๆ ดังนี้

2.1) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (False positive) ในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับหมายถึง นักเรียนที่ตอบถูกในระดับความรู้ มั่นใจ ตอบผิดในระดับเหตุผล และมั่นใจ

2.2) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (False negative) ในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับหมายถึง นักเรียนที่ตอบผิดในระดับคำตอบ มั่นใจ ตอบถูกในระดับเหตุผล และมั่นใจ

2.3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบที่ 3 (Misconception) ในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับหมายถึง นักเรียนที่ตอบผิดในระดับความรู้มั่นใจ ตอบผิดในระดับเหตุผล และมั่นใจ

การตอบแบบผิดพลาดเชิงบวกและผิดพลาดเชิงลบนี้เป็นความคลาดเคลื่อนของการวัด และเป็นหลักฐานแสดงถึงความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัย แบบสอบที่มีค่าการตอบแบบผิดพลาดเชิงบวกและผิดพลาดเชิงลบน้อยแสดงว่าแบบสอบนั้นมีความตรงเชิงเนื้อหาสูงความน่าจะเป็นของการตอบแบบผิดพลาดเชิงบวกและแบบผิดพลาดเชิงลบควรจะน้อยกว่าร้อยละ 10 (Hestenes & Halloun, 1995 cited in Arslan, 2012)

3) การตอบที่ขาดความมั่นใจ (Lack of confidence) หมายถึง การตอบถูกต้องทั้งระดับคำตอบและระดับเหตุผล แต่ในระดับความเชื่อมั่นนักเรียนเลือกตอบด้วยความไม่มั่นใจ อีกนัยหนึ่งอาจหมายถึง นักเรียนตอบถูกต้องด้วยการเดา (Lucky guess) ถึงแม้จะมีนักวิจัยหลายคนที่ทำการศึกษาเรื่องแบบสอบวินิจฉัยแต่ก็ยังไม่มีความชัดเจนว่าการตอบในลักษณะนี้เกิดขึ้นจากการตอบที่ขาดความมั่นใจหรือเกิดจากการเดา แต่การตอบถูกในระดับคำตอบอาจนำไปสู่การเดาคำตอบที่ถูกต้องในการตอบระดับเหตุผล เพราะในความเป็นจริงแล้ว ตัวเลือกในระดับเหตุผลมีความสัมพันธ์กับตัวเลือกในระดับคำตอบอยู่แล้ว จึงน่าจะเป็นไปได้ว่าเกิดจากการตอบที่เกิดจากการขาดความมั่นใจมากกว่าการตอบถูกต้องด้วยการเดา (Arslan et al., 2012)

4) การตอบโดยไม่มีความรู้ (Lack of knowledge) หมายถึง การตอบด้วยความไม่มั่นใจของนักเรียนในระดับความมั่นใจ และการตอบในระดับอื่น ๆ เป็นการตอบที่ไม่ถูกต้อง อาจเป็นการตอบที่ไม่ถูกต้องเฉพาะระดับคำตอบหรือระดับเหตุผล หรือตอบไม่ถูกต้องทั้งระดับคำตอบและระดับเหตุผล

3.4 การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยนั้น มีนักการศึกษาหลายท่านทั้งในประเทศและ ต่างประเทศได้กล่าวถึงเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังต่อไปนี้

โชติ เพชรชื่น (2546) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดำเนินการ ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสามารถหรือทักษะที่เป็นองค์ประกอบย่อยความสามารถที่เป็นจุดประสงค์ของหลักสูตรรายวิชา
2. กำหนดจุดประสงค์ในการวัดและลักษณะเฉพาะข้อสอบ
3. สร้างคำถามที่วัดความสามารถหรือทักษะย่อยเหล่านี้ให้ครอบคลุมจุดประสงค์และเนื้อหา มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้
4. ทดลองใช้และนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงคำถาม
5. ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ
6. สร้างเกณฑ์การบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อเปรียบเทียบ
7. จัดคู่มือการใช้แบบทดสอบ

ศิริเดช สุชีวะ (2550) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาหรือทักษะอย่างละเอียดแล้วแบ่งเป็นเนื้อหาย่อย ๆ
2. ศึกษาและรวบรวมสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาย่อย เหล่านั้นเพื่อนำมาสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบ
3. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และข้อบกพร่องที่ต้องการวัดใน แต่ละด้าน
4. เรียบเรียงข้อสอบไว้เป็นด้าน ๆ เพื่อสะดวกในการวินิจฉัย โดยในแต่ละด้าน ควรมีข้อสอบค่อนข้างง่ายไม่น้อยกว่า 3 ข้อ
5. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไข

ธนบดี อินทาทกรวด (2560) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้เป็น 3 กระบวนการ ดังนี้

1. กระบวนการวางแผนการวินิจฉัย โดยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของการวินิจฉัย
2. กระบวนการสำรวจมโนทัศน์ เป็นกระบวนการเพื่อค้นหารูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งสามารถรวบรวมข้อมูลได้ทั้งการสังเกต สัมภาษณ์ หรือการทดสอบด้วยแบบสอบถามที่สร้างขึ้น แบบสอบถามอาจเป็นแบบสอบถามที่เป็นคำถามปลายเปิด หรือแบบสอบถามแบบเลือกตอบที่ให้นักเรียนให้เหตุผลการตอบด้วยการเขียนอย่างอิสระ เป็นต้น
3. กระบวนการสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย เป็นกระบวนการที่นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาเป็นฐานในการสร้างแบบสอบวินิจฉัย ทดลองใช้ ศึกษาคุณภาพของแบบสอบ และพัฒนาให้เป็นแบบสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์

ธีระวัฒน์ การะเกตุ (2561) ได้สรุปขั้นตอนสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญที่ต้องการทดสอบ
2. แบ่งทักษะหรือเนื้อหาเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญ
3. กำหนดตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถให้ครอบคลุมตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญ
4. สร้างแบบทดสอบสำรวจตามตัวบ่งชี้ ทักษะความสามารถ มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้
5. นำไปทดสอบแล้วนำผลการตอบผิดมาสร้างเป็นตัวเลือกของแบบทดสอบวินิจฉัยต่อไป
6. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยใช้ข้อคำถามจากแบบทดสอบสำรวจและสร้างตัวลงในคำตอบที่รวบรวมจากการตอบผิดของนักเรียน
7. นำไปทดสอบแล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
8. วิเคราะห์หาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน
9. จัดพิมพ์แบบทดสอบและคู่มือดำเนินการสอบ

Singha. (1974) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. ไม่จำเป็นต้องสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Blue - Print) เนื่องจากไม่ได้ ทาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหากับวิธีการ
2. ในกรณีที่สร้างเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ หรือตอบแบบสั้น ๆ ควรมีจำนวนข้อไม่น้อยกว่า 3 ข้อ ในแต่ละเนื้อหาย่อย
3. ไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ (Normal) ในการวินิจฉัย เพราะแบบทดสอบวินิจฉัยที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาจุดบกพร่องมากกว่าการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบทดสอบวินิจฉัยจะเรียงข้อสอบตามเนื้อหา โดยจัดข้อสอบที่อยู่ใน เนื้อหาเดียวกันเข้าไว้ด้วยกันโดยไม่คำนึงค่าความยาก
5. แบบทดสอบวินิจฉัยอาจสร้างเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หรือเป็นแบบที่ครูสร้างขึ้นมักจะคุ้มค่ามากกว่าเพราะประหยัดเวลาและแรงงานมากกว่า เปรียบเทียบกับแบบทดสอบมาตรฐาน

จากการศึกษาเทคนิคและวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง
2. กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบทดสอบ
3. ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบกับพฤติกรรมบ่งชี้ของแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่อง คัดเลือกปรับปรุงแบบทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่อง
4. นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อสำรวจหาข้อบกพร่อง และสาเหตุของข้อบกพร่อง โดยนำคำตอบที่ผิดมาสร้างเป็นตัวลวงของแบบทดสอบ
5. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง โดยใช้ข้อคำถามจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ และสร้างตัวเลือกจากการรวบรวมคำตอบที่ผิดของนักเรียน
6. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง โดยให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบหาความเที่ยงตรงของเนื้อหา
7. นำแบบทดสอบเพื่อหาคุณภาพทั้งฉบับของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น เพื่อคัดเลือกข้อสอบ และปรับปรุงข้อสอบ
8. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม ได้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องจำนวน 1 ฉบับ

3.5 ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นเครื่องมือที่สำคัญและมีคุณค่ามากสำหรับการประเมินผลการเรียนรู้ เพราะให้ประโยชน์ทั้งครูและนักเรียน จึงมีนักการศึกษาให้ความสนใจและสรุปประโยชน์ ของแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

โชติ เพชรชื่น (2544) ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยว่ามีประโยชน์ต่อนักเรียน ครูผู้สอน และผู้บริหารดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนรู้ข้อบกพร่องของตนเองโดยคะแนนผลการสอบแต่ละส่วน ว่ามีส่วนไหนบ้างที่ได้คะแนนน้อยกว่าปกติ หรือต่ำกว่าคะแนนเกณฑ์เมื่อรู้ข้อบกพร่องหรือจุด ด้อยแล้ว ก็จะได้ปรับปรุงหรือฟื้นฟูความรู้ความเข้าใจหรือฝึกทักษะในเรื่องนั้น ๆ เป็นการเฉพาะ เป็นการแก้ปัญหาใน ส่วนของตัวนักเรียนบางคนอาจมีข้อบกพร่องเพียงจุดเดียว ด้านเดียวแต่บางคนอาจบกพร่องหลาย ๆ จุด หลาย ๆ ด้าน ก็ได้ไม่เท่ากัน

2. ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาสามารถช่วยเหลือนักเรียนได้ตรงจุดทำให้ปัญหาของนักเรียน ทั้งหมดไปโดยเร็วเป็นการประหยัดเวลา นอกจากนั้นยังต้องตระหนักว่าวิธีการสอนที่ เคยใช้อยู่ก่อน อาจไม่เหมาะสมที่จะนำมาสอนซ่อมเสริมควรแสวงหาหรือเลือกวิธีสอนใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากวิธีการ สอนเดิมที่เคยใช้สอนเรื่องนั้น ๆ มาก่อนแล้ว

3. ผู้บริหารโรงเรียนสามารถจัดการ สนับสนุนและอำนวยความสะดวกให้แก่ครูผู้สอนหรือครูที่ ปรึกษาตลอดทั้งตัวนักเรียนเองได้ตรงประเด็น หรือตรงความต้องการผลที่ เกิดขึ้นก็คือผู้เรียนบรรลุ ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร

Bloom. (1971) ได้กล่าวถึงหน้าที่และประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย การเรียนโดยสรุปได้ ดังนี้

1. ใช้วัดพื้นฐานความรู้ก่อนเข้าเรียน
2. ใช้วัดระดับความรอบรู้
3. ใช้แยกนักเรียนเป็นกลุ่มเพื่อหาทางใช้วิธีการสอนที่เหมาะสม
4. ใช้ค้นหาสาเหตุของความคิดที่เกิดขึ้นขึ้นซ้ำซาก

Kennedy. (1980) ได้กล่าวถึงถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียน ไว้ดังนี้

1. ใช้ค้นหาข้อบกพร่องและปัญหาในการเรียน
2. ใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน
3. ใช้ในการวางแผนจัดการซ่อมเสริม

จากการศึกษาประโยชน์ในการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุป ประโยชน์ในการใช้แบบทดสอบวินิจฉัย ได้ดังนี้ ทำให้นักเรียนได้ทราบถึงข้อบกพร่องในการเรียนแต่

ละเนื้อหาวิชา และเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไขกระบวนการเรียนการสอนที่เกิดจากครูผู้สอน

3.6 ข้อจำกัดของแบบสอบวินิจฉัย

แบบสอบวินิจฉัยที่เป็นแบบสอบเลือกตอบหลายตัวเลือก สามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้จากตัวลวงที่นักเรียนเลือก มีข้อจำกัด 2 ประการ คือ ประการแรก ครูผู้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยต้องเป็นผู้มีประสบการณ์และมีความรู้ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบใด สามารถนำแบบการคิดตามมโนทัศน์ที่ผิดนั้นมาสร้างตัวลวง ครูผู้สอนที่ไม่มีความรู้เรื่องดังกล่าวจะไม่สามารถสร้างแบบสอบวินิจฉัยที่ดีได้ ประการที่สองแบบสอบวินิจฉัยมีข้อจำกัดเนื่องจากข้อสอบแต่ละข้อบรรจุตัวลวง อันเป็นตัวแทนของแบบการคิดที่ผิดแบบต่าง ๆ ได้ 15 จำนวนจำกัดเพียง 3 ถึง 4 แบบเท่านั้น ในขณะที่บางเนื้อหาสามารถวิเคราะห์แบบการคิดที่ผิดของนักเรียนได้เป็นจำนวนมาก จึงไม่อาจจะมั่นใจได้ว่าการที่นักเรียนเลือกตัวลวงใดจะแสดงถึงการมีแบบการคิดตามที่ระบุไว้ในแต่ละตัวลวงเสมอไป นักเรียนอาจจะมีแบบการคิดแบบอื่นที่ไม่ได้ใส่ไว้ในตัวลวงของข้อนั้นก็ได้นอกจากนั้นในตัวลวงเดียวกันก็สามารถจะมาจากแบบการคิดที่ผิดได้หลายแบบ จึงเป็นไปได้ยากที่จะสร้างแบบสอบวินิจฉัยชุดหนึ่งให้ครอบคลุมเนื้อหาของเรื่องนั้น และมีตัวลวงที่ครอบคลุมแบบการคิดที่ผิดของนักเรียนได้ทั้งหมด อีกทั้งการที่นักเรียนตอบถูกในบางข้อ ก็ไม่ได้หมายความว่า นักเรียนจะใช้แบบการคิดที่ถูกต้องเสมอไป เพราะแบบการคิดที่ผิดก็สามารถให้คำตอบที่ถูกต้องในบางข้อได้ (ศิริเดช สุขิวะ. 2550)

ตาราง 2 ข้อดีและข้อจำกัดของการวินิจฉัยแบบเลือกตอบแบบต่าง ๆ

| วิธีการวินิจฉัย | ข้อดี | ข้อจำกัด |
|--|---|--|
| 1. การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ | 1. ประหยัดเวลา 2. ตรวจสอบให้คะแนนได้รวดเร็ว 3. ตรวจสอบให้คะแนนได้อย่างเป็นปรนัย 4. มีหลักฐานที่น่าเชื่อถือสูงเกี่ยวกับความตรง 5. ใช้ได้กับผู้เข้าสอบพร้อม ๆ กันจำนวนมาก | 1. ใช้ได้ไม่ดีสำหรับการวัดทักษะด้านจิตพิสัย 2. ไม่สามารถวัดความคิดในเชิงลึกของนักเรียน 3. นักเรียนอาจจะตอบถูกทั้ง ๆ ที่เข้าใจผิด (เกิดจากการเดาหรือความผิดพลาดในการตอบ) หรือนักเรียนอาจจะตอบผิดทั้ง ๆ ที่มีความเข้าใจที่ถูกต้อง (เกิดจากความผิดพลาดในการตอบ) |

| วิธีการวินิจฉัย | ข้อดี | ข้อจำกัด |
|--|--|---|
| | | 4. การตีความของนักเรียนผิดพลาดหากข้อสอบถูกสร้างอย่างไม่รอบคอบ 5. เกิดการเดา 6. การสร้างข้อสอบให้มีคุณภาพทำได้ยาก |
| 2. การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ | 1. มีข้อดีเหมือนกับการทดสอบด้วยแบบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ 2. มีโอกาสที่จะตัดสินสัดส่วนของนักเรียนตอบผิดพลาดเชิงบวกและผิดพลาดเชิงลบ (False positive and false negative) | 1. มีการประมาณค่าที่เกินความเป็นจริงเมื่อไม่สามารถระบุกลุ่มที่ตอบผิดเพราะขาดความรู้ได้อย่างแน่นอน |
| 3. การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ | 1. มีข้อดีเหมือนกับการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ 2. มีการจำแนกการตอบที่ผิดออกเป็นกลุ่มที่ตอบผิดเพราะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน หรือเพราะความผิดพลาดในการตอบ หรือเพราะไม่มีความรู้ | 1. มีการประมาณค่าที่ต่ำกว่าความเป็นจริง เพราะไม่สามารถตัดสินได้แน่ชัดในกลุ่มนักเรียนที่ตอบผิด เพราะไม่มีความรู้ในกรณีที่การตอบว่ามั่นใจ เพราะไม่สามารถระบุแน่ชัดว่านักเรียนมั่นใจเฉพาะในระดับแรกหรือระดับที่สอง หรือมั่นใจทั้งสองระดับ 2. มีการประมาณค่าคะแนนที่ได้มากกว่าความเป็นจริง |
| 4. การทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ | 1. มีข้อดีเหมือนกับการทดสอบด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ 2. เป็นการประเมินที่แยกกลุ่มที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนออกจากกลุ่มที่ตอบเพราะความ | 1. ใช้เวลาทดสอบนาน 2. ความมีประโยชน์อาจถูกจำกัดด้วยวัตถุประสงค์ของการวินิจฉัย |

| วิธีการวินิจฉัย | ข้อดี | ข้อจำกัด |
|-----------------|---|----------|
| | คลาดเคลื่อนของการตอบและ กลุ่มที่ตอบเพราะไม่มีความรู้ได้ อย่างชัดเจน | |

ที่มา : ดัดแปลงจาก Gurel et al.,2015

จากตาราง 2 จะพบว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับมีข้อดี คือ ประหยัดเวลา สามารถตรวจให้คะแนนได้รวดเร็ว มีความเป็นปรนัย ใช้ได้กับผู้เข้าสอบพร้อม ๆ กันจำนวนมาก อีกทั้งยังสามารถแยกกลุ่มที่มีมีโน้ตศน์คลาดเคลื่อนออกจากกลุ่มที่ตอบเพราะความคลาดเคลื่อนของการตอบและกลุ่มที่ตอบเพราะไม่มีความรู้ได้อย่างชัดเจน

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

หลักการสำคัญของแบบทดสอบสำหรับวัดผลการเรียนรู้ คือแบบทดสอบต้องสามารถวัดคุณลักษณะได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งสิ่งที่จะช่วยเป็นการทำให้ได้ผลถูกต้องแม่นยำนั้นคือคุณภาพของแบบทดสอบ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้ได้ผลตรงตามความต้องการ สำหรับการหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย จะตรวจสอบคล้ายกับคุณภาพของแบบทดสอบ ดังนี้

ไพศาล วรคำ (2558) กล่าวถึง การหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัยว่า มีความสำคัญมากในกระบวนการวิจัย เพราะเป็นปัจจัยหนึ่งได้ให้ข้อมูลที่มีความถูกต้อง ซึ่งส่งผลให้งานวิจัยมีความน่าเชื่อถือ การพิจารณาความน่าเชื่อถือ การพิจารณาคุณภาพของเครื่องมือใน กรณีที่เครื่องมือเป็นแบบทดสอบ สิ่งที่ต้องการพิจารณา คือ ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยากและอำนาจจำแนก เครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามก็ต้องมีความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก ส่วนแบบสำรวจ สัมภาษณ์ แบบสังเกต หรือเครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยต่าง ๆ จะต้องมีความเที่ยงตรง และควรหาความเชื่อมั่นหรือความพ้องกันของผู้สังเกตหรือผู้ตรวจให้คะแนนด้วย

4.1 ความเที่ยงตรง (Validity)

บลูม (Bloom, B. S. Thomas J. Hasting, และ George F. Madaus, 1971) ได้ให้ความหมายว่า ความเที่ยงตรงหมายถึงคุณสมบัติของแบบทดสอบที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้

อัลเลน และเยน (Allen และ Yen Wendy M., 1979) ได้กล่าวแบบทดสอบจะมีความเที่ยงตรงถ้าแบบทดสอบนั้นวัดได้ตรงตามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่จะวัด

อนาสตาซี (Anastasi และ Anne, 1968) กล่าวว่าความเที่ยงตรงหมายถึงระดับที่แบบทดสอบนั้นวัดได้จริงตามสิ่งที่ต้องการจะวัด

ปิยะธิดา ปัญญา (2558) ได้ให้ความหมายความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้สอดคล้องกับความรู้และทักษะตามที่หลักสูตรหรือเป็นไปตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ แบบทดสอบที่ใช้จะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา นั่นคือ ข้อคำถามในแบบทดสอบนั้นต้องเป็นตัวแทนของเนื้อหาในการจัดการเรียนการสอน

ศิริชัย กาญจนวสี (2556) อธิบายความหมายของความเที่ยงตรงของแบบทดสอบว่าเป็นที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด ทำให้สามารถนำคะแนนที่ได้ไปแปลความหมาย ถึงสิ่งที่มุ่งวัดได้อย่างเหมาะสมตามทฤษฎีการทดสอบดั้งเดิมได้ให้คำจำกัดความหมายตรงไว้ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัด สิ่งที่ต้องการจะวัด โดยความเที่ยงตรงเป็นความใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงเพียงใด ก็ถือว่าการวัดมีความตรงมากขึ้นเพียงนั้น ดังนั้นความเที่ยงตรงจึงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบ แบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูงจะเป็นเครื่องมือที่วัดคุณลักษณะที่ต้องการได้ตรงหรือใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงมาก คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบที่มีความเที่ยงตรงสูง คะแนนนั้นสามารถบอกรับถึงสภาพที่แท้จริงของลักษณะที่มุ่งวัดได้เป็นอย่างดี

2. ความเที่ยงตรง หมายถึง ความสอดคล้องหรือความเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่องหรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่มุ่งวัด หรืออาจนิยามเชิงปฏิบัติการในลักษณะของเทคนิคการคำนวณได้ว่า ความเที่ยงตรง คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากเครื่องมือกับคะแนนเกณฑ์ภายนอกที่เป็นอิสระอิสระอื่น ๆ ซึ่งเชื่อถือได้ที่สามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้

นอกจากนี้ได้อธิบายเกี่ยวกับการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validation) ว่าเป็นการสรุปอ้างอิงถึงมวลเนื้อเรื่อง ความรู้หรือประสบการณ์ (Domain of content) ที่แบบสอบมุ่งวัดว่าการวัดของแบบสอบได้ผลครอบคลุม และเป็นตัวแทนมวลความรู้หรือประสบการณ์ที่มุ่งวัดนั้นเพียงไร

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543) ได้อธิบายความหมายของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์เกี่ยวกับความเที่ยงตรงตามเนื้อหาว่า เป็นเครื่องมือที่สามารถแสดงถึงว่าแบบทดสอบสามารถวัดได้ตามเนื้อหาที่ต้องการจะวัด ส่วนความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ หมายถึงคุณภาพของเครื่องมือที่เอาผลของแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่ต้องการ และความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง คือคุณภาพของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงตามทฤษฎีหรือลักษณะต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้น

สำหรับวิธีการหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบจะใช้การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาเป็นความเที่ยงตรงที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อที่สร้างขึ้นนั้นวัดได้ตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) คือ

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของความเห็นผู้เชี่ยวชาญ
 $\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับความเที่ยงตรงของแบบทดสอบว่าเป็นคุณสมบัติของแบบทดสอบที่จะสามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัดหรือลักษณะที่ต้องการจะวัดได้หรือไม่ โดยแบบทดสอบวินิจัยสี่ระดับจะตรวจสอบความเที่ยงตรงแบบเชิงเนื้อหา ซึ่งจะแสดงถึงว่าแบบทดสอบนี้มีข้อคำถามที่วัดได้ครอบคลุมกับเนื้อหาและตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ สามารถวัดคุณลักษณะได้ครบถ้วนและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มโนทัศน์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของแบบทดสอบ โดยสามารถหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาได้จากดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) และมีเกณฑ์การให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคือ

- 1 หมายถึง แน่ใจ/มั่นใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือมโนทัศน์ในการเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจ/ไม่มั่นใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือมโนทัศน์ในการเรียนรู้
- 1 หมายถึง แน่ใจ/มั่นใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือมโนทัศน์ในการเรียนรู้

ซึ่งการแปลความหมายของค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จะต้องมีค่า 0.5 ขึ้นไปจึงจะถือว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

4.2 ความเชื่อมั่น (Reliability)

ไพศาล วรคำ (2554) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง เช่น ถ้านำตุ้มน้ำหนักขนาด 1 กิโลกรัม ไปชั่งด้วยเครื่องชั่งเครื่องหนึ่ง เครื่องชั่งนั้นจะบอกน้ำหนักมาค่าหนึ่ง ซึ่งอาจเป็น 1 กิโลกรัม หรืออาจเป็นค่าอื่นก็ได้

เมื่อนำตุ่มน้ำหนักนั้นชั่งด้วยเครื่องชั่งนี้กี่ครั้ง ๆ ก็จะบอกค่าน้ำหนักเดิมเสมอ แสดงว่าเครื่องชั่งนี้มีความเชื่อมั่น ส่วนค่าน้ำหนักที่ชั่งได้ ถ้ามีค่าเท่ากับ 1 กิโลกรัมตามน้ำหนักที่แท้จริงของตุ่มน้ำหนัก แสดงว่าเครื่องชั่งมีความเที่ยง แต่ถ้าค่าน้ำหนักที่ชั่ง ได้ไม่เท่ากับ 1 กิโลกรัม แสดงว่าเครื่องชั่งไม่มีความเที่ยงตรง ดังนั้นความเชื่อมั่นของแบบวัดจึงเป็น คุณสมบัติของแบบวัดที่ให้ผลการวัดคงที่ในการวัดคุณลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เมื่อคุณลักษณะ นั้นไม่เปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะทำการวัดกี่ครั้งก็ตาม

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) กล่าวว่า ความเชื่อมั่น คือคุณสมบัติประการหนึ่งของแบบสอบการ ให้ผลการทดสอบที่ใกล้เคียงของเดิมเมื่อใช้ผู้สอบคนเดิมภายใต้สภาพการ ทดสอบที่เหมือนเดิม นั่นคือ ความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลคะแนนที่ได้จากการวัดซ้ำ ถ้าการวัดสิ่งเดียวกันหลาย ๆ ครั้ง ได้ค่าที่ค่อนข้างคงเส้นคงวาสูงขึ้นเพียงใดก็ถือว่าการวัดมีความ เชื่อมั่นมากขึ้นเพียงนั้น แบบสอบที่มีความเที่ยงสูงจะเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดคุณสมบัตินั้นที่ต้องการได้ผลอย่างคงเส้นคงวา

ราตรี นันทสุคนธ์ (2553) กล่าวว่าความเชื่อมั่นหมายถึง การที่วัดแล้ววัดอีกได้เท่าเดิม นั่นคือ เช่น แบบทดสอบชุดหนึ่งนำไปทดสอบกับเด็กคนหนึ่งได้คะแนน 30 คะแนน หากทำการทดสอบอีกที ได้คะแนนเท่าเดิม แสดงว่าแบบทดสอบนี้มีความเชื่อมั่นสูง เปรียบเสมือนกับการใช้ไม้เมตรวัดความ ยาวของชิ้นหนึ่ง ครั้งแรกวัดได้ยาว 2 เมตร หากเอาไม้เมตรวัดของชิ้นเดิม อีกทีก็ปรากฏว่ายาวเท่าเดิม แปลว่าไม้เมตรมีความเชื่อมั่นสูงมาก เราต้องการเครื่องมือที่มีความเชื่อมั่นสูง ๆ ข้อมูลที่ได้ถึงจะมี คุณค่า

สรุศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2544) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของการวัดทุก ชนิด กล่าวคือ ถ้าเครื่องมือในการวัดขาดความเชื่อมั่นแล้ว ผลที่ได้จากการวัดก็จะไม่มีความหมาย แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นสูง หมายถึง แบบทดสอบที่นำไปสอบกับนักเรียนกี่ครั้ง ๆ ผู้เข้าสอบก็จะ ได้คะแนนคงที่ แน่นนอน ไม่เปลี่ยนแปลง หรือเปลี่ยนแปลงไปจาก เดิมเพียงเล็กน้อย โดยปกติจะนิยาม ความเชื่อมั่นว่าเป็นอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของ คะแนนจริง และความแปรปรวนของ คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ ในการวัดทางการศึกษานั้นพบ ปัญหาในการวัดมากมาย และปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือความเชื่อมั่นในการวัดทางการศึกษาต่ำกว่าความเชื่อมั่นในการวัดทางกายภาพ การหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด อาจทำได้หลาย วิธีเช่น วิธีสอบซ้ำ (Test-retest method) วิธีใช้ แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel test method) วิธีหาความคงที่ภายใน (Internal consistency method) ซึ่งแบ่งออกเป็น วิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ (Split-half method) และวิธีคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson method)

เฟอร์กูสัน (Ferguson. George A, 1966) ได้อธิบายเกี่ยวกับการหาค่าสัมประสิทธิ์ความ เชื่อมั่นได้ดังนี้

1. วิธีสอบซ้ำ (Test retest method) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทำการทดสอบกับ กลุ่มของบุคคลที่เป็นกลุ่มเดียวกันเป็นจำนวนสองครั้งในช่วงเวลาที่แตกต่างกันพอสมควร คะแนนที่ได้

จากการทำแบบทดสอบทั้งสองครั้งจะมีค่าสหสัมพันธ์กัน ซึ่งค่าที่ได้จะเป็นค่าสหสัมพันธ์ที่เป็นค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ถูกเรียกว่า สัมประสิทธิ์ของความคงตัว (Coefficient of stability) ทั้งนี้การกำหนดระยะห่างของการสอบมาก จะส่งผลให้ค่าความเชื่อมั่นในการทดสอบจะมีค่าลดน้อยลง

2. วิธีใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel – forms method) เป็นการนำแบบทดสอบที่มีลักษณะคู่ขนานกันจำนวน 2 ฉบับ มีเนื้อหา ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนเท่ากัน นำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างในเวลาเดียวกันทั้งสองฉบับหรือเวลาที่แตกต่างกันก็ได้ คะแนนที่ได้จากการทดสอบทั้งสองฉบับมีค่าสหสัมพันธ์กัน โดยคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson product moment correlation)

3. วิธีแบ่งครึ่งแบบทดสอบ (Split-half method) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับบุคคลกลุ่มเดียว แล้วแบ่งครึ่งแบบทดสอบเป็นชุดคะแนนของข้อคู่และชุด คะแนนของข้อคี่ มีการตรวจให้คะแนนแยกฉบับกัน นำคะแนนที่ได้จากการแบ่งครึ่งแบบทดสอบไป หาสหสัมพันธ์โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน แต่เนื่องจากค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้มาจากแบบทดสอบครึ่งฉบับทำให้ค่าความเชื่อมั่น เป็นค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเพียงครึ่งฉบับไปด้วย จึงต้องปรับขยายด้วยสูตรของสเปียร์แมน-บราวน์ (Spearman Brown) เป็นสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

4. วิธีวัดความคงที่ภายในของแบบทดสอบ (Internal – consistency method) เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับกลุ่มบุคคลเดียวกัน แล้วนำไปหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ซึ่งจะต้องมีเครื่องมือที่มีลักษณะที่วัดองค์ประกอบร่วมกัน และคะแนนแต่ละข้อต้องอยู่ในลักษณะที่ถ้าทำถูกต้อง 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนนเท่านั้น วิธีนี้จะมีสูตรที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นอยู่ 2 สูตร คือ KR-20 และ KR-21 และวิธีการหาค่าความเชื่อมั่นด้วยการหาค่าแอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha)

4.1 การหาค่าความเชื่อมั่นโดยการใช้สูตร KR-20 จะต้องทราบถึงระดับค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ซึ่งหมายความว่าต้องทราบอัตราส่วนของผู้ที่ตอบถูกและ อัตราส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อนั้นๆ และต้องทราบถึงความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ ดังนั้นการหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 สามารถใช้กับแบบทดสอบที่ข้อสอบมีค่าความยากง่ายไม่เท่ากันได้

4.2 การหาค่าความเชื่อมั่นโดยการใช้สูตร KR-21 จะต้องทราบค่าคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบทั้งฉบับ และความแปรปรวนของคะแนนสอบ โดยการหาค่าความเชื่อมั่น ด้วยวิธีการนี้ มักจะใช้กับแบบทดสอบที่มีความยากง่ายเท่ากัน ซึ่งโอกาสในการสร้างแบบทดสอบที่ ข้อสอบมีค่าความยากง่ายเท่ากันนั้นเป็นไปได้ยาก จึงทำให้การหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-21 มีค่าความ

คลาดเคลื่อนมากกว่าสูตร KR-20 ดังนั้นจึงทำให้ค่าความเชื่อมั่นที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีนี้มีค่าที่ต่ำกว่า แต่การคำนวณมีความสะดวกกว่าและง่ายกว่า

วิธีการหาค่าความเชื่อมั่นสามารถของแบบทดสอบวินิจัยนี้เป็นการนำแบบทดสอบฉบับเดียวไปทดสอบกับนักเรียนเพียงแค่ครั้งเดียว และมีวิธีการกำหนดคะแนนในลักษณะถ้านักเรียนตอบคำตอบในแบบทดสอบข้อนั้นถูก จะได้ 1 และถ้านักเรียนตอบคำตอบในแบบทดสอบ ข้อนั้นผิด จะได้ 0 โดยการใช้สูตร KR-20 จะต้องทราบถึงระดับค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ซึ่งหมายความว่า จะต้องทราบอัตราส่วนของผู้ที่ตอบถูกและอัตราส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อนั้น ๆ และต้องทราบถึงความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ ดังนั้นการหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร KR-20 สามารถใช้กับแบบทดสอบที่ข้อสอบมีค่าความยากง่ายไม่เท่ากันได้

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการประมาณค่าความเชื่อมั่นเป็นการหาค่าสถิติที่แสดงถึงคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น มีวิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่นหลายวิธีซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแบบทดสอบ โดยที่แบบทดสอบวินิจัยมีระดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จะใช้วิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ซึ่ง แบบทดสอบเป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะที่การวัดความสัมพันธ์ของคะแนนที่มุ่งวัดลักษณะเดียวกัน โดยเป็นกรณีผลการสอบมีคะแนนแต่ละข้อในลักษณะที่ถ้าทำถูกได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนน และมีค่าความยากง่ายของแบบทดสอบแต่ละข้อนั้นไม่เท่ากัน

4.3 ความยากง่าย (Difficulty)

ในการหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิดและข้อเสนอแนะถึงค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ ดังนี้

สมบัติ ท้ายเรือคำ (2551) กล่าวว่า ความยาก คือ สัดส่วนที่แสดงว่าข้อสอบนั้นมีคนทำถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนทำถูกมากก็เป็นข้อสอบง่าย ถ้ามีคนทำถูกน้อยก็เป็นข้อสอบยาก ซึ่งในแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไม่ใช้ค่าความยากเป็นเกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพ เครื่องมือ ข้อสอบที่คัดเลือกมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลควรเป็นข้อสอบที่มีความยากปานกลาง คือประมาณ 0.50 แต่ในทางปฏิบัติมักกำหนดเกณฑ์ระดับความยากของข้อสอบที่จะเลือกไว้ใช้ ในช่วง 0.2 – 0.8

สมนึก ภัททิยธนี (2553) ได้เสนอแนวคิดที่ว่า ค่าความยากของ แบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง อัตราส่วนหรือร้อยละของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมด โดยกล่าวว่าความยากของแบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นข้อสอบที่ต้องเน้นความสามารถในการวัดตามจุดประสงค์นั้นอย่างแท้จริง แม้จะเป็นข้อสอบที่ง่ายหรือยากก็ไม่ถือว่าเป็นข้อสอบที่ไม่ดี ค่าความยากจึงไม่ได้นำมาชี้ถึงคุณภาพและไม่ได้นำมาเป็นเกณฑ์สำคัญในการคัดข้อสอบ สิ่งสำคัญ คือค่าอำนาจจำแนก

ไพศาล วรรคำ (2558) กล่าวว่า ความยากของข้อสอบเป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้น ความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่า ข้อสอบนั้นง่าย หรือมีค่าดัชนีความยากสูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยากหรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ

ระดับความยากเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะบ่งชี้ถึงคุณภาพของข้อคำถามในเครื่องมือที่เป็นข้อสอบ (test) (วรรณิ แกมเกตุ, 2551) โดยใช้สูตรในการหาความยากได้จาก

$$\text{ค่าความยาก (P)} = \frac{\text{จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก}}{\text{จำนวนคนที่ตอบทั้งหมด}}$$

1) ค่าความยากมีค่าตั้งแต่ .00 ถึง 1.00 ค่ายิ่งเข้าใกล้ 1.00 ค่ายิ่งเข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย แต่ถ้าค่ายิ่งใกล้ 0 แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก

2) ค่าความยากที่ใช้ได้ควรมีค่าตั้งแต่ .20 ถึง .80

3) ค่าความยากที่พอเหมาะควรมีค่าอยู่ระหว่าง .40 - .60

4.4 อำนาจจำแนก (Discrimination)

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543) กล่าวว่าค่าอำนาจจำแนกของ ข้อสอบอิงเกณฑ์นั้นจะเป็นค่าอำนาจจำแนกระหว่างกลุ่มที่ยังไม่ได้รับการเรียนหรือกลุ่มที่ยังไม่รู้ (Nonmaster) กับกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้ แล้วหรือที่รู้แล้ว (Master) ข้อสอบอิงเกณฑ์ไม่เน้นที่ค่าอำนาจจำแนก เนื่องจากแบบทดสอบอิงเกณฑ์จะใช้ในการวัดผลที่ใช้การเรียนการสอนแบบมี ระบบ (Systematic instruction) เช่นการเรียนแบบรอบรู้ นักเรียนทุกคนจะเรียนรู้หมด นั่นคือมี คะแนนเต็มหรือใกล้เต็มทุกคน เมื่อหาค่าอำนาจจำแนกจะมีค่าเป็น 0 หรือใกล้ 0 ทันที ดังนั้นดัชนีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิงเกณฑ์ควรมีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 0

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2544) หมายถึง ความสามารถของข้อคำถามที่จะแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งกับกลุ่มอ่อน อำนาจจำแนกนี้เปรียบได้กับความไวของตาชั่งที่มีต่อน้ำหนักของวัตถุที่วางบนเครื่องชั่ง ข้อสอบที่ง่ายเกินไป (ทุกคนตอบถูกหมด) หรือข้อสอบที่ยากเกินไป (ทุกคนตอบผิด) จะไม่มีอำนาจจำแนก ซึ่งเป็นลักษณะข้อสอบที่ไม่พึงปรารถนา กล่าวโดยสรุป อำนาจจำแนกของข้อสอบ หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อสอบแต่ละ ข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนออกเป็นกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์และกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ในการสร้าง แบบทดสอบวินิจัยครั้งนี้ควรทำการคัดเลือกข้อที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ และคณะ (สำเร็จ บุญเรืองรัตน์, 2547) ได้อธิบายความหมาย ของอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (Item Discrimination) ว่าเป็นประสิทธิภาพของข้อสอบที่แยกผู้ตอบที่มี

ความสามารถแตกต่างกันได้ และสามารถได้แบ่งประเภทของอำนาจจำแนกของ แบบทดสอบได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. อำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อสอบที่แยก ผู้ตอบที่มีความสามารถสูงออกจากผู้สอบที่มีความสามารถต่ำได้

2. อำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อสอบที่แยก ผู้ตอบที่มีความรอบรู้ (หมายถึงผู้ที่ทำคะแนนได้ผ่านเกณฑ์) ออกจากผู้ตอบที่ไม่มีความรอบรู้ (หมายถึงผู้ที่ทำคะแนนได้ไม่ผ่านเกณฑ์) ได้

ไพศาล วรคำ (2554) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบหรือข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกก็คือ ข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้นั้นหมายความว่า คนเก่งทำข้อสอบ นั้นถูกขณะที่คนอ่อนทำผิด

สมนึก ภัททิยธนี (2555) ได้อธิบายเกี่ยวกับค่าอำนาจจำแนกว่าเป็นความสามารถของข้อสอบที่จะจำแนกผู้เข้าทำแบบทดสอบที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ ในการหาอำนาจจำแนกของข้อสอบคือประสิทธิภาพของข้อสอบในการจำแนกกลุ่มสูงกับกลุ่มต่ำ โดยผู้ที่ได้คะแนนรวมสูงจะได้รับการจัดให้เป็นกลุ่มสูง ผู้ที่ได้คะแนนรวมต่ำจะได้รับการจัดให้เป็นกลุ่มต่ำ จะหาเฉพาะข้อสอบแบบเลือกตอบโดยค่าที่ได้จะออกมาเป็นค่าอำนาจจำแนกของคำตอบที่ถูกของข้อนั้น ๆ การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบความถนัดและข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่มหาได้จากสูตร

$$\text{ค่านวณค่าอำนาจจำแนก (r)} = \frac{R_H - R_L}{n_H \text{ or } n_L}$$

เมื่อ R_H คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L คือ จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n_H คือ จำนวนคนในกลุ่มสูง

n_L คือ จำนวนคนในกลุ่มต่ำ

กล่าวโดยสรุปเกี่ยวกับอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ได้ดังนี้ อำนาจจำแนกจะทำให้ได้ทราบว่าแบบทดสอบข้อนั้นสามารถจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันได้ดีเพียงใด โดยในแบบทดสอบวินิจฉัยระดับที่พัฒนาขึ้นจะพิจารณาข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกที่มีค่าเป็นบวก เพื่อที่จะนำไปจำแนกนักเรียนที่มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งในแบบทดสอบนี้มีความมุ่งหวังที่จะสร้างแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกที่ดี สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความรู้ในเนื้อหาแก่นักเรียน ที่มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และขาดความรู้เพื่อที่จะนำข้อมูลเกี่ยวกับ

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนไปพัฒนาการสอนให้มีคุณภาพต่อไป โดยใช้วิธีการหาค่าอำนาจจำแนกด้วยการจำแนกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 งานวิจัยในประเทศ

ธีระวัฒน์ การระเกตุ (2561) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความมุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ลำดับชั้น ในวิชา ชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รวมทั้งตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ วินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ลำดับชั้น ในด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความยาก อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และศึกษาการจำแนกกลุ่มแนวคิดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่ง เซลล์กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ รวมจำนวน 420 คน ในจังหวัดสมุทรปราการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แบบทดสอบสำรวจ จำนวน 29 ข้อ มี ลักษณะเป็นแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ พร้อมทั้งบอกเหตุผลของการตอบ 2) แบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ลำดับชั้น จำนวน 24 ข้อ ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบหลายตัวเลือกสี่ลำดับชั้น ประกอบด้วยข้อ คำตอบ และชั้นเหตุผล โดยในแต่ละชั้นจะต้องระบุคะแนนความมั่นใจที่มีต่อคำตอบในชั้นคำตอบและชั้นเหตุผล โดยมีระดับความมั่นใจในการตอบ 4 ระดับ คือ 1 คาดเดา 2 ไม่มั่นใจ 3 มั่นใจ และ 4 มั่นใจมาก ผลการวิจัย ปรากฏ ดังนี้ (1) แบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ลำดับชั้น จำนวน 24 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องของ ข้อสอบตั้งแต่ 0.71-1.00 โดยในชั้นคำตอบ (A tier) มีค่าความยากตั้งแต่ 0.18-0.68 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.13-0.62 และค่าความเชื่อมั่น (KR20) เท่ากับ 0.695 ในชั้นเหตุผล (R tier) มีค่าความยากตั้งแต่ 0.15-0.59 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.03-0.50 และค่าความเชื่อมั่น (KR-20) เท่ากับ 0.520 (2) ผลการจำแนกกลุ่มแนวคิดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มขาดความรู้และกลุ่มที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยพบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มากและเด่นชัด จำนวน 7 หัวข้อ ได้แก่ 1. ยีน บนโครโมโซม 2. ชุดของโครโมโซม 3. ชนิดของโครโมโซม 4. ลักษณะของโครโมโซมของมนุษย์ 5. เหตุการณ์ที่เกิดในไมโทซิส 6. ระยะ M-phase ของไมโทซิส และ 7. ระยะ M-phase ของไมโอซิส

พีระพล จอมใจเหล็ก (2563) ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ และ 3) จำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบทดสอบเป็นข้อสอบหลายตัวเลือกสี่ลำดับชั้น คือ ชั้นคำตอบ ชั้นเหตุผล ที่ต้องระบุความมั่นใจในแต่ละชั้น โดยตรวจสอบคุณภาพใน ด้านความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และจำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์หมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยการวิเคราะห์จำนวน ร้อยละ และค่าเฉลี่ยของคะแนนระดับความมั่นใจ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาปทุมธานีจำนวน 1080 คน ได้ จากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า (1) ผลการสร้งแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ลำดับชั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ประกอบด้วยแบบทดสอบ 3 ฉบับคือ ฉบับที่ 1 ปรากฏการณ์ลมฟ้าอากาศและชั้นบรรยากาศจำนวน 9 มโนทัศน์ มีข้อสอบ 17 ข้อ ฉบับที่ 2 ดินหินแร่และน้ำ จำนวน 14 มโนทัศน์ มีข้อสอบ 25 ข้อและฉบับที่ 3 โครงสร้างโลกดาราศาสตร์และอวกาศ จำนวน 6 มโนทัศน์ มีจำนวน 12 ข้อ รวม 54 ข้อ (2) ผลการตรวจสอบคุณภาพพบว่าข้อสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบชั้นคำตอบและชั้นเหตุผลของคำตอบ ฉบับที่ 1 อยู่ระหว่าง 0.18-0.73, 0.21-0.62 และ 0.07-0.74, 0.00-0.78 และ 0.67, 0.63 ตามลำดับ ฉบับที่ 2 อยู่ระหว่าง 0.22-0.84, 0.20-0.72 และ 0.22-0.63, 0.22-0.72 และ 0.65, 0.65 ตามลำดับฉบับที่ 3 อยู่ระหว่าง 0.23-0.88, 0.26-0.66 และ 0.26-0.78, 0.22-0.78 และ 0.63, 0.60 ตามลำดับ

ภัสสุภา สุขสวัสดิ์ (2563) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสี่ชั้นวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงานสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18 การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสี่ชั้นในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นในด้านค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงตรง และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 3) เพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนและ 4) สร้างคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจฉัย กลุ่มตัวอย่างการวิจัย เป็นนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 5 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 18 จำนวน 1,061 คน ซึ่งเลือกมาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสี่ชั้นวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงาน จำนวน 20 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสี่ชั้น ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ความตรงตามสภาพ สูตรสัมพันธ์ของเพียร์สันมีค่าอยู่ระหว่าง 0.72-0.95 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ค่าความยากชั้นที่ 1 ร่วมกับชั้นที่ 2 ร่วมกับชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.38 - 0.44 ค่าอำนาจจำแนกของ Whitney And Sabers มีค่าตั้งแต่ 0.50 - 0.63 ค่าความเชื่อมั่นสูตรของ Livingston มีค่าอยู่

ระหว่าง 0.91– 0.97 คะแนนจุดตัดหาโดยวิธีของ Angoff เท่ากับ 13 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากที่สุด เรื่อง การหาค่ากำลัง มโนทัศน์ที่ไม่เข้าใจแนวคิดมากที่สุด เรื่อง ความหมายของพลังงานจลน์ มโนทัศน์เข้าใจแนวคิดผิดมากที่สุด เรื่อง การเปลี่ยนรูปพลังงานตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน และมโนทัศน์ที่มีความผิดพลาดมากที่สุด เรื่อง ความหมายของแรงอนุรักษ์

5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

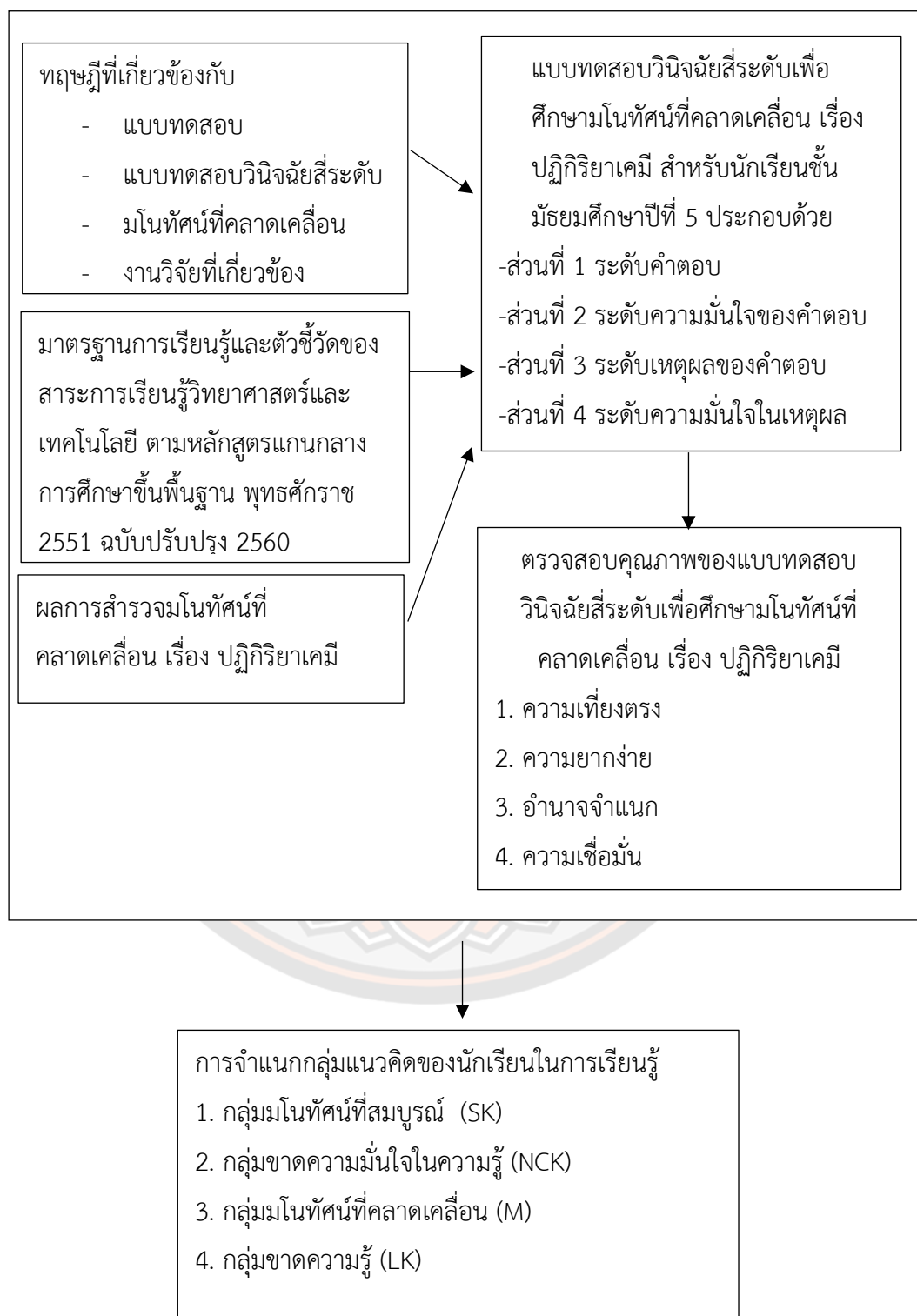
Hancer Ahmet Hakan; & Durkan(2008) ได้ ตรวจสอบแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนเกรด 7 และ เกรด 8 ของ โรงเรียนในเมืองแอนการา(Ankara) ประเทศตุรกี จำนวน 2 โรงเรียน ปีการศึกษา 2004-2005 ภาค เรียนที่ 1 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 287 คน โดยใช้แบบทดสอบที่มีแนวคิดเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (Force and moment concept test) โดยเป็นแบบทดสอบเลือกตอบจำนวน 20 ข้อ ผลการ ตรวจสอบพบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องของแรงและการเคลื่อนที่ที่ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่น นักเรียนจะเข้าใจว่าเมื่อให้แรงที่คงตัวไปกระทำกับวัตถุอย่างสม่ำเสมอ วัตถุจะมีความเร็วคงตัว และถ้าหยุดให้แรงที่กระทำกับวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ช้าลงจนหยุดการเคลื่อนที่ในที่สุด, วัตถุที่ไม่เคลื่อนที่แสดงว่าไม่มีแรงใดๆมากระทำกับวัตถุ เป็นต้น ทั้งนี้การที่นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนมีสาเหตุเนื่องมาจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีดั้งเดิม ซึ่งนักเรียนใช้วิธีการจำในแนวคิดโดยไม่ได้เรียนรู้ในเชิงลึก อีกทั้งครูผู้สอนไม่ได้ทำการสำรวจแนวคิดดั้งเดิมของนักเรียนก่อนการทำการสอน

Seyit Ahmet Kiray & Sena Simsek (2019) ได้ศึกษาการกำหนดและประเมินผลความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่นโดยใช้การทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับ การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1)ศึกษาความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่นโดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับ และ 2) ศึกษาว่าผู้ครุวิทยาศาสตร์มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ขาดความรู้ และความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความหนาแน่นมากน้อยเพียงใด ซึ่งการทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับได้รับการมีค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือ KR-20 ที่ 0.753 ตามคำตอบที่ถูกต้อง และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของ KR-20 ที่ 0.528 ตามความเข้าใจผิด เพื่อระบุความเข้าใจผิดเกี่ยวกับความหนาแน่นด้วยการทดสอบที่พัฒนาขึ้น โดยรวบรวมข้อมูลจากครูวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 470 คน จาก 7 มหาวิทยาลัยที่แตกต่างกันในตุรกี การทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับที่พัฒนาขึ้นแสดงให้เห็นความเข้าใจผิดที่แตกต่างกัน 48 ประการ ผลการวิจัยพบว่าประมาณหนึ่งในสี่ของผู้สมัครเป็นครุวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับความหนาแน่นและอัตราส่วนของความเข้าใจผิดที่เกิดขึ้นหกประการมีมากกว่า 10%

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบ วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนในแต่ละสาขาวิชา สามารถนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุ และ ข้อบกพร่องทางการเรียนของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และทำให้ครูผู้สอนสามารถนำมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนของผู้เรียนไปแก้ไขความบกพร่องเป็นรายบุคคลได้อย่างเหมาะสม



กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยระดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ประจำปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์ จำนวน 39 โรงเรียน นักเรียนจำนวนทั้งหมด 4,656 คน แบ่งตามขนาดโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ประจำปี พุทธศักราช 2565

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับสำรวจหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มีจำนวน 50 คน จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์ โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากนักเรียนที่ได้เรียนเนื้อหาในเรื่อง ปฏิกริยาเคมีมาแล้ว

กลุ่มที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี จำนวน 50 คน จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์ โดยการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากนักเรียนที่ได้เรียนเนื้อหาในเรื่อง ปฏิกริยาเคมีมาแล้ว

กลุ่มที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำหรับทดสอบเพื่อแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน มีจำนวน 355 คน คำนวณตามสูตรของเครซีและมอร์แกน (Krejcie and Morgan, 1970 อ้างใน ธีรวิทย์เอกะกุล, 2543) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์ โดยได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling)

เนื้อหา

การศึกษาครั้งนี้ใช้เนื้อหาจากหนังสือเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ประกอบด้วยเนื้อหา

1. การเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. ปฏิกิริยารีดอกซ์
3. ธาตุกัมมันตรังสี

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยระดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนสรุปได้ดังภาพ 2



ภาพ 2 ลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ตอนที่ 1 สำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

1.1 กำหนดเนื้อหาโดยการศึกษาค้นคว้าเอกสาร

1.2 สำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

1.3 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดมุ่งหมายเพื่อกำหนดมโนทัศน์ ได้จำนวน 12 มโนทัศน์

1.4 นำผลจากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัย สร้างแบบทดสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง ปฏิกริยาเคมี จำนวน 42 ข้อ โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบและออกแบบแบบทดสอบเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยมี ลักษณะเป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะของแบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ พร้อมทั้งระบุเหตุผลของคำตอบเพื่อ

สำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน แล้วนำไปใช้เป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัยที่คลาดเคลื่อนที่สร้างขึ้น

1.5 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยใช้วิธีการตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและมโนทัศน์ของแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ ทั้งฉบับ

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ในแต่ละด้านตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ดังนี้
 ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญทางการวัดผลการศึกษา
 ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญทางการวัดผลการศึกษา
 ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญทางการสอนเนื้อหาเคมี
 ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4 เป็นครูประจำการที่มีความเชี่ยวชาญทางการสอนเนื้อหาเคมี
 ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5 เป็นครูประจำการที่มีความเชี่ยวชาญทางการสอนเนื้อหาเคมี
 (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏในภาคผนวก ก หน้า 142)

เมื่อผู้วิจัยได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเที่ยงตามเนื้อหาพบว่าแบบทดสอบวินิจฉัยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกข้อสอบเพื่อสำรวจที่ผ่านเกณฑ์ 0.60 ขึ้นไป พร้อมทั้งปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ มาจัดทำเป็นแบบทดสอบสำรวจเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี คัดเลือกให้เหลือจำนวน 40 ข้อ

1.5 นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจฯ ไปสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยเรียนเนื้อหา เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี มาแล้ว จำนวน 50 คน

1.6 สรุปมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน นำไปสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัยแบบสี่ระดับในขั้นต่อไป

ตาราง 3 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดกำหนดสร้างมโนทัศน์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

| ตัวชี้วัด | เนื้อหา | มโนทัศน์ |
|---|--|---|
| ว 2.1 ม.5/20 ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้นผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี | <p>• ปฏิกริยาเคมีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสาร โดยปฏิกิริยาเคมีอาจให้พลังงานความร้อน หรือพลังงานไฟฟ้าที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้</p> <p>• ปฏิกริยาเคมีแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งมีสูตรเคมีของสารตั้งต้นอยู่ทางด้านซ้ายของลูกศร และสูตรเคมีของผลิตภัณฑ์อยู่ทางด้านขวา โดยจำนวนอะตอมรวมของแต่ละธาตุทางด้านซ้ายและขวาเท่ากัน นอกจากนี้สมการเคมียังอาจแสดงปัจจัยอื่น เช่น สถานะ พลังงานที่เกี่ยวข้อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีที่ใช้</p> <p>• สารที่พบในชีวิตประจำวันมีทั้งโมเลกุลขนาดเล็กและขนาดใหญ่ พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุล ขนาดใหญ่ที่เกิดจากมอนอเมอร์หลายโมเลกุลเชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมี ทำให้สมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์แตกต่างจากมอนอเมอร์ที่เป็นสารตั้งต้น เช่น สถานะ จุดหลอมเหลว การละลาย</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2. การเขียนและดุลสมการเคมี 3. การคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 4. ปฏิกริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน |
| ว 2.1 ม.5/21 ทดลองและอธิบายผลของความสัมพันธ์ที่ผิว อุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | <p>• อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้น อุณหภูมิ พื้นที่ผิว หรือตัวเร่งปฏิกิริยา</p> | <ol style="list-style-type: none"> 5. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี |

ตาราง (ต่อ)

| ตัวชี้วัด | เนื้อหา | มโนทัศน์ |
|---|---|---|
| ว 2.1 ม.5/22 สืบค้นข้อมูลและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีที่ใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันหรือในอุตสาหกรรม | <ul style="list-style-type: none"> • ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม | <p>6. การนำปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีไปใช้ประโยชน์</p> |
| ว 2.1 ม.5/23 อธิบายความหมายของปฏิกริยารีดอกซ์ | <ul style="list-style-type: none"> • ปฏิกริยาเคมีบางประเภทเกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของสารในปฏิกริยาเคมี ซึ่งเรียกว่า ปฏิกริยารีดอกซ์ | <p>7. ปฏิกริยารีดอกซ์</p> <p>8. ประโยชน์ของปฏิกริยารีดอกซ์ในชีวิตประจำวัน</p> |
| ว 2.1 ม.5/24 อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสีและค่าครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี | <ul style="list-style-type: none"> • สารที่สามารถแผ่รังสีได้ เรียกว่า สารกัมมันตรังสี ซึ่งมีนิวเคลียสที่สลายตัวอย่างต่อเนื่อง ระยะเวลาที่สารกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณเดิม เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดมีค่าครึ่งชีวิตแตกต่างกัน | <p>9. สมบัติของสารกัมมันตรังสี</p> <p>10. การคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี</p> |
| ว 2.1 ม.5/25 สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี | <ul style="list-style-type: none"> • รังสีที่แผ่จากสารกัมมันตรังสีมีหลายชนิด เช่น แอลฟา บีตา แกมมา ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน การนำสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดมาใช้ ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีการจัดการอย่างเหมาะสม | <p>11. การใช้ประโยชน์ของสารกัมมันตรังสี</p> <p>12. อันตรายจากธาตุกัมมันตรังสี</p> |

ตาราง 4 การวิเคราะห์โครงสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

| เรื่อง | ตัวชี้วัด | เนื้อหา | จุดประสงค์การเรียนรู้ | มโนทัศน์ | จำนวน (ข้อ) | รวม |
|-------------------------|---|---|---|--|-------------|-----|
| 1. การเกิดปฏิกิริยาเคมี | ว 2.1 ม.5/20 ระบุสูตรเคมีของสารตั้งต้นผลิตภัณฑ์ และแปลความหมายของสัญลักษณ์ในสมการเคมีของปฏิกิริยาเคมี | <ul style="list-style-type: none"> ปฏิกิริยาเคมีทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสาร โดยปฏิกิริยาเคมีอาจให้พลังงานความร้อน พลังงานแสง หรือพลังงานไฟฟ้าที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้ ปฏิกิริยาเคมีแสดงได้ด้วยสมการเคมี ซึ่งมีสูตรเคมีของสารตั้งต้นอยู่ทางด้านซ้ายของลูกศร และสูตรเคมีของผลิตภัณฑ์อยู่ทางด้านขวา <p>โดยจำนวนอะตอมรวมของแต่ละธาตุทางด้านซ้ายและขวาเท่ากัน นอกจากนี้สมการเคมี</p> | <ol style="list-style-type: none"> นักเรียนสามารถบอกความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ นักเรียนสามารถเขียนสมการเคมีและคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ นักเรียนสามารถคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ | <ol style="list-style-type: none"> อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การเขียนและดุลสมการเคมี การคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน | 2 | 11 |

| เรื่อง | ตัวชี้วัด | เนื้อหา | จุดประสงค์การเรียนรู้ | มีโนทัศน์ | จำนวน (ข้อ) | รวม |
|--------|--------------|---|--|---|-------------|-----|
| | | <p>ยังอาจแสดงปัจจัยอื่น เช่น สถานะ พลังงานที่เกี่ยวข้อง ตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีที่ใช้</p> <ul style="list-style-type: none"> • สารที่พบในชีวิตประจำวันมีทั้งโมเลกุลขนาดเล็กและขนาดใหญ่ พอลิเมอร์เป็นสารที่มีโมเลกุล ขนาดใหญ่ที่เกิดจากมอนอเมอร์หลายโมเลกุล เชื่อมต่อกันด้วยพันธะเคมี ทำให้สมบัติทาง กายภาพของพอลิเมอร์แตกต่างจากมอนอเมอร์ที่เป็นสารตั้งต้น เช่น สถานะ จุดหลอมเหลวการละลาย | | | | |
| | ว 2.1 ม.5/21 | <p>• อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้น อุณหภูมิ พื้นที่ผิว หรือตัวเร่ง</p> | <p>4. นักเรียนสามารถ อธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี</p> | <p>5. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี</p> | 5 | 5 |

| เรื่อง | ตัวชี้วัด | เนื้อหา | จุดประสงค์การเรียนรู้ | มิโนทัศน์ | จำนวน (ข้อ) | รวม |
|---------------------|---|---|--|---|-------------|-----|
| | เข้มข้นพื้นที่ผิว อุณหภูมิและตัวเร่ง ปฏิกิริยาที่มีผลต่อ อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี | ปฏิกิริยา | เกิดปฏิกิริยาเคมีได้ | | | |
| | ว 2.1 ม.5/22 สืบค้นข้อมูลและ อธิบายปัจจัยที่มีผล ต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมีที่ ใช้ประโยชน์ใน ชีวิตประจำวันหรือ ในอุตสาหกรรม | <ul style="list-style-type: none"> • ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม | <ul style="list-style-type: none"> 5. นักเรียนสามารถบอกการนำความรู้ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปใช้ประโยชน์ | 6. การนำปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปใช้ประโยชน์ | 5 | 5 |
| 2. ปฏิกิริยารีดอกซ์ | ว 2.1 ม.5/23 อธิบายความหมาย ของปฏิกิริยารีดอกซ์ | <ul style="list-style-type: none"> • ปฏิกิริยาเคมีบางประเภทเกิดจากการถ่ายโอนอิเล็กตรอนของสารในปฏิกิริยาเคมี ซึ่งเรียกว่า | <ul style="list-style-type: none"> 6. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์ได้ | <ul style="list-style-type: none"> 7. ปฏิกิริยารีดอกซ์ 8. ประโยชน์ของปฏิกิริยารีดอกซ์ | 4 | 7 |

| เรื่อง | ตัวชี้วัด | เนื้อหา | จุดประสงค์การเรียนรู้ | มิโนทัศน์ | จำนวน (ข้อ) | รวม |
|-------------------|---|---|--|-----------------|-------------|-----|
| 3. ชาติภูมิมั่นคง | ว 2.1 ม.5/24 อธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสีและคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี | <p>ปฏิกิริยารีดอกซ์</p> <ul style="list-style-type: none"> สารที่สามารถแผ่รังสีได้ เรียกว่า สารกัมมันตรังสี ซึ่งมีนิวเคลียสที่สลายตัวอย่างต่อเนื่อง ระยะเวลาที่สารกัมมันตรังสีสลายตัวจนเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณของสาร เรียกว่า ครึ่งชีวิต โดยสารกัมมันตรังสีแต่ละชนิดมีค่าครึ่งชีวิตแตกต่างกัน | <p>7. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของปฏิกิริยารีดอกซ์ในชีวิตประจำวันได้</p> <p>8. นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสีได้</p> <p>9. นักเรียนสามารถคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสีได้</p> | ในชีวิตประจำวัน | 3 | 6 |

| เรื่อง | ตัวชี้วัด | เนื้อหา | จุดประสงค์การเรียนรู้ | มิโนทัศน์ | จำนวน (ข้อ) | รวม |
|--------------|--|---|---|--------------------------------------|-------------|-----------|
| ว 2.1 ม.5/25 | สืบค้นข้อมูลและนำเสนอตัวอย่างประโยชน์ของสารกัมมันตรังสีและการป้องกันอันตรายที่เกิดจากกัมมันตภาพรังสี | <ul style="list-style-type: none"> รังสีที่แผ่จากสารกัมมันตรังสีมีหลายชนิด เช่น แอลฟา บีตา แกมมา ซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แตกต่างกัน การนำสารกัมมันตรังสีแต่ ละชนิดมาใช้ ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีการจัดการอย่างเหมาะสม | 10. นักเรียนสามารถสืบค้น ข้อมูลเกี่ยวกับการนำธาตุกัมมันตรังสี ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ 11. นักเรียนสามารถอภิปราย ป้องกันอันตราย จากธาตุ | 11. การใช้ประโยชน์ของสารกัมมันตรังสี | 2 | 6 |
| รวม | | | | | 40 | 40 |

**แบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5**

รหัสประจำตัวสอบ.....รหัสโรงเรียน.....

วัตถุประสงค์

เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

ให้นักเรียนเติมคำตอบ พร้อมระบุเหตุผลลงในช่องว่างให้ครบถ้วน

ตัวอย่างคำตอบ

00.คำถาม นักเรียนสามารถระบุได้ว่าอย่างไรว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้น

คำตอบ สังเกตจากการเกิดตะกอน การเกิดฟองแก๊ส การเปลี่ยนสี การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
เหตุผล การเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีสารใหม่เกิดขึ้นเสมอ สารใหม่ที่เกิดขึ้นจะมีสมบัติเปลี่ยนไปจากสารเดิม

1. สิ่งที่บอกให้ทราบว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้ช้าหรือเร็ว คืออะไร

คำตอบ.....

.....

เหตุผล.....

.....

2. ในการศึกษาอัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก ดังสมการ
 $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ หากนักเรียนต้องการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ควรวัดจากอะไรจึง
จะง่ายและสะดวกที่สุด

คำตอบ.....

.....

เหตุผล.....

.....

.....

ภาพ 3 ตัวอย่างเครื่องมือ แบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

ตอนที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

2.1 สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 คือ ระดับคำตอบของคำถาม (A-tier) เป็นส่วนที่วัดความรู้ในเนื้อหา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และอีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ไม่ถูกต้องหรือตัวลวงที่แสดงแนวคิดเรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยตัวเลือกที่เป็นตัวลวงคือคำตอบที่ได้มาจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจความเข้าใจในแนวคิดเรื่อง ปฏิกริยาเคมี

ส่วนที่ 2 คือ ระดับความมั่นใจในคำตอบของคำถาม ประกอบด้วย 4 ระดับ คือ ไม่มั่นใจมาก ไม่มั่นใจ มั่นใจและมั่นใจมาก

ส่วนที่ 3 คือ ระดับเหตุผลของคำตอบ (R-tier) เป็นส่วนที่วัดอธิบายความรู้ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และอีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ไม่ถูกต้องหรือตัวลวง โดยตัวเลือกที่เป็นตัวลวงคือเหตุผลของคำตอบที่ได้มาจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจความเข้าใจใน แนวคิดเรื่องปฏิกริยาเคมี

ส่วนที่ 4 คือ ระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ ประกอบด้วย 4 ระดับ คือ ไม่มั่นใจมาก ไม่มั่นใจ มั่นใจและมั่นใจมาก

ตาราง 5 แสดงโครงสร้างแบบทดสอบบวนิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

| จุดประสงค์การเรียนรู้ | มโนทัศน์ | จำนวน (ข้อ) | รวม (ข้อ) |
|--|--|----------------|--------------|
| 1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ | 1. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 2 | 2 |
| 2. นักเรียนสามารถเขียนสมการเคมีและคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ | 2. การเขียนและดุลสมการเคมี 3. การคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 3 2 | 5 |
| 3. นักเรียนสามารถบอกปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวันได้ | 4. ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน | 4 | 4 |
| 4. นักเรียนสามารถอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ | 5. ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 5 | 5 |
| 5. นักเรียนสามารถบอกการนำความรู้ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ | 6. การนำปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมีไปใช้ ประโยชน์ | 5 | 5 |
| 6. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของปฏิกิริยารีดอกซ์ได้ | 7. ปฏิกิริยารีดอกซ์ | 4 | 4 |
| 7. นักเรียนสามารถบอกประโยชน์ของปฏิกิริยารีดอกซ์ในชีวิตประจำวันได้ | 8. ประโยชน์ของปฏิกิริยารีดอกซ์ ในชีวิตประจำวัน | 3 | 3 |
| 8. นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติของสารกัมมันตรังสีได้ | 9. สมบัติของสารกัมมันตรังสี | 3 | 3 |
| 9. นักเรียนสามารถคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสีได้ | 10. การคำนวณครึ่งชีวิตและ ปริมาณของสารกัมมันตรังสี | 3 | 3 |
| 10. นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับการนำธาตุกัมมันตรังสีไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ | 11. การใช้ประโยชน์ของสาร กัมมันตรังสี | 2 | 2 |
| 11. นักเรียนสามารถบอกวิธีการป้องกันอันตรายจากธาตุกัมมันตรังสีได้ | 12. อันตรายจากธาตุกัมมันตรังสี | 4 | 4 |
| รวม | | 40 | 40 |

2.2 ตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ด้านความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยฯ ผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้เรื่องปฏิกริยาเคมี โดยหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยนำแบบทดสอบทั้งฉบับไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบโดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและมโนทัศน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ เรียกว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา มีดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ในแต่ละด้านตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ดังนี้
 ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญทางการวัดผลการศึกษา
 ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญทางการวัดผลการศึกษา
 ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 เป็นอาจารย์มหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญทางการสอนเนื้อหาเคมี
 ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4 เป็นครูประจำการที่มีความเชี่ยวชาญทางการสอนเนื้อหาเคมี
 ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5 เป็นครูประจำการที่มีความเชี่ยวชาญทางการสอนเนื้อหาเคมี
 (รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ปรากฏในภาคผนวก ก หน้า 142)

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) อยู่ ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกข้อสอบเพื่อสำรวจที่ผ่านเกณฑ์ 0.60 ขึ้นไป

2.3 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และจัดพิมพ์แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

2.4 นำแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียน จำนวน 50 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

2.5 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ได้แก่ ความยาก อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่น คัดเลือกข้อสอบที่ใช้ได้

2.6 จัดทำแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ฉบับสมบูรณ์

ตอนที่ 3 ทดสอบเพื่อแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1. นำแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ไปแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเพชรบูรณ์ จำนวน 355 คน

2. ทำการวิเคราะห์เพื่อแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน โดยการนำ คำตอบของนักเรียน ทั้ง 4 ส่วนคือ ระดับคำตอบ ระดับความมั่นใจในคำตอบ ระดับเหตุผลของ คำตอบ และระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ มากำหนดรหัสคำตอบเพื่อวิเคราะห์ และแปลผล จำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

- 2.1 กลุ่มแนวคิดที่สมบูรณ์ (SK)
- 2.2 กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ (NCK)
- 2.3 กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M)
- 2.4 กลุ่มขาดความรู้ (LK)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ซึ่งมีลักษณะเป็น แบบทดสอบอัตนัย ประกอบด้วย คำตอบและเหตุผลของการตอบ จำนวน 40 ข้อ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี โดยยึดตามเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อสำรวจและรวบรวมคำตอบที่ผิดหรือ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนต่าง ๆ ในแต่ละข้อ เพื่อใช้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ระดับ

2. แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนในการเรียนเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ลักษณะของแบบทดสอบ ประกอบด้วย 4 ระดับการ ตอบ คือ 1) ระดับคำตอบ 2) ระดับความมั่นใจส่วนคำตอบ 3) ระดับเหตุผล และ 4) ระดับความมั่นใจ ส่วนเหตุผล โดยระดับคำตอบ (ระดับ Answer หรือ ระดับ A) และระดับเหตุผล (ระดับ Reason หรือระดับ R) เป็นแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ข้อคำถามจะเป็นคำถามที่มาจาก แบบทดสอบสำรวจตัวลงได้จากคำตอบผิดจากแบบทดสอบสำรวจ ในแต่ละชั้นจะต้องระบุคะแนน ความมั่นใจ (Confidence) ที่มีต่อคำตอบทั้งในระดับคำตอบ (ระดับ Answer หรือ ระดับ A) และ ระดับเหตุผล (ระดับ Reason หรือระดับ R) โดยมีระดับความมั่นใจในการตอบ 4 ระดับ คือ ไม่มั่นใจ มาก ไม่มั่นใจ มั่นใจและมั่นใจมาก เพื่อตรวจสอบมโนทัศน์และความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องนั้น ๆ อย่างละเอียดถี่ถ้วน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ขออนหนังสือจากมหาวิทยาลัยถึงผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
2. วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยทำการขออนุญาตผู้อำนวยการและคุณครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของโรงเรียนที่ได้รับคัดเลือกเป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
3. กำหนดวันเวลาเพื่อนำแบบทดสอบที่ใช้สำหรับแต่ละกลุ่มตัวอย่างไปมอบให้คุณครู เพื่อนำไปทดสอบกับนักเรียน และกำหนดเวลาเพื่อที่จะขอรับแบบทดสอบกลับคืน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์ข้อมูลตั้งขั้นตอนต่อไปนี้

ตอนที่ 1 สรุปรวมโน้ตศัพท์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมี เรื่อง ปฏิริยาเคมี

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบผลการตอบของแบบทดสอบเพื่อสรุปรวมโน้ตศัพท์ที่คลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิริยาเคมี โดยการหาค่าความถี่และร้อยละของคำตอบและเหตุผลของคำตอบแบบทดสอบที่ตอบผิด และเรียงลำดับมากที่สุดสามลำดับแรกมาเพื่อสร้างเป็นตัวลวงของแบบทดสอบวินิจฉัยมโน้ตศัพท์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิริยาเคมี

ตอนที่ 2 พัฒนาและตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบวินิจฉัยมโน้ตศัพท์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิริยาเคมี

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบผลการตอบของแบบทดสอบและวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- 2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับตัวชี้วัดในแบบวินิจฉัยคิดเป็นรายชื่อที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ เรียกว่า ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
- 2.2 ค่าความยากง่ายของข้อสอบ พิจารณาจากจำนวนผู้สอบที่ตอบแบบวินิจฉัยข้อนั้นถูกหารด้วยจำนวนผู้สอบทั้งหมด
- 2.3 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ พิจารณาจากการคำนวณสัดส่วนของจำนวนนักเรียนกลุ่มสูงที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกด้วยของจำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำที่ตอบข้อสอบข้อนั้นถูกกับจำนวนนักเรียนกลุ่มสูงหรือจำนวนนักเรียนกลุ่มต่ำ
- 2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวินิจฉัยโดยวิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ด้วยสูตร

ตอนที่ 3 ทดสอบเพื่อแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน โดยได้กำหนดเกณฑ์การให้รหัสในการตอบแบบทดสอบ คือ

ส่วนที่ 1 คำตอบของคำถาม (A tier)

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 1

ถ้านักเรียนตอบผิด ให้รหัส 0

ส่วนที่ 2 ระดับความมั่นใจในคำตอบ (CA Tier)

ถ้านักเรียนมั่นใจมากในคำตอบ ให้รหัส 4

ถ้านักเรียนมั่นใจในคำตอบ ให้รหัส 3

ถ้านักเรียนไม่มั่นใจในคำตอบ ให้รหัส 2

ถ้านักเรียนไม่มั่นใจมากในคำตอบ ให้รหัส 1

ส่วนที่ 3 เหตุผลของคำตอบ (R tier)

ถ้านักเรียนตอบถูก ให้รหัส 1

ถ้านักเรียนตอบผิด ให้รหัส 0

ส่วนที่ 4 ระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ (CR Tier)

ถ้านักเรียนมั่นใจมากในเหตุผลของคำตอบ ให้รหัส 4

ถ้านักเรียนมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ ให้รหัส 3

ถ้านักเรียนไม่มั่นใจในเหตุผลของคำตอบ ให้รหัส 2

ถ้านักเรียนไม่มั่นใจมากในเหตุผลของคำตอบ ให้รหัส 1

ตัวอย่างการวิเคราะห์ จะมีการเรียงคำตอบของแบบทดสอบดังนี้

ตาราง 6 แสดงการเรียงคำตอบของแบบทดสอบ

| หลักที่ 1 | หลักที่ 2 | หลักที่ 3 | หลักที่ 4 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| A tier | CA Tier | R tier | CR Tier |

เช่น รหัสคำตอบ 1412 ตัวเลขหลักแรก หมายถึง นักเรียนตอบถูกต้องในระดับคำตอบ (A tier) ตัวเลขหลักที่สอง หมายถึง นักเรียนมีความมั่นใจมากส่วนคำตอบ (CA tier) ตัวเลข หลักที่สาม หมายถึง นักเรียนตอบถูกต้องในระดับเหตุผล (R tier) และตัวเลขหลักที่สี่ หมายถึง นักเรียนไม่มี

ความมั่นใจส่วนเหตุผล (CR tier) เมื่อทำการกำหนดรหัสแล้วจะได้รหัสคำตอบทั้งหมด 64 ลักษณะ
ได้แก่

ตาราง 7 แสดงรหัสคำตอบทั้งหมด 64 ลักษณะ

| รหัสคำตอบทั้งหมด 64 ลักษณะ | | | |
|----------------------------|------|------|------|
| 1414 | 1413 | 1412 | 1411 |
| 1314 | 1313 | 1312 | 1311 |
| 1214 | 1213 | 1212 | 1211 |
| 1114 | 1113 | 1112 | 1111 |
| 1404 | 1403 | 1402 | 1401 |
| 1304 | 1303 | 1302 | 1301 |
| 1204 | 1203 | 1202 | 1201 |
| 1104 | 1103 | 1102 | 1101 |
| 0414 | 0413 | 0412 | 0411 |
| 0314 | 0313 | 0312 | 0311 |
| 0214 | 0213 | 0212 | 0211 |
| 0114 | 0113 | 0112 | 0111 |
| 0404 | 0403 | 0402 | 0401 |
| 0304 | 0303 | 0302 | 0301 |
| 0204 | 0203 | 0202 | 0201 |

ที่มา : ชีระวัฒน์ การะเกตุ ,2561 และพีระพล จอมใจเหล็ก,2563

ตาราง 8 แสดงการจัดกลุ่มรหัสแนวคิดออกเป็น 4 กลุ่ม

| กลุ่มแนวคิด | | | |
|----------------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| กลุ่มมโนทัศน์ที่ สมบูรณ์ (SK) | กลุ่มขาดความมั่นใจ ในความรู้ (NCK) | กลุ่มมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน (M) | กลุ่มขาดความรู้ (LK) |
| 1313, 1314, 1413, 1414 | 1111, 1112, 1113, 1114, 1211, 1212, | 1103,1104,1203, 1204 1303, 1304, | 1101,1102,1201, 1202,1301,1302, |

| กลุ่มมโนทัศน์ที่ สมบูรณ์ (SK) | กลุ่มแนวคิด | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| | กลุ่มขาดความมั่นใจ ในความรู้ (NCK) | กลุ่มมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน (M) | กลุ่มขาดความรู้ (LK) |
| | 1213, 1214, 1311, 1312, 1411, 1412 | 1403, 1404 0103, 0104, 0203, 0204, 0311, 0312, 0313, 0314 0301, 0302, 0303, 0304 0411, 0412, 0413, 0414 0401,0402, 0403, 0404 | 1401,1402,0111,0 112,0113,0114, 0101,0102,0211, 0212,0213,0214, 0201, 0202 |

ที่มา : อีระวัฒน์ การระเกตุ ,2561 และพีระพล จอมใจเหล็ก,2563

รายละเอียดการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนตามกลุ่มแนวคิดทั้ง 4 กลุ่ม มีดังนี้

4.1 กลุ่มแนวคิดที่สมบูรณ์ (Scientific knowledge: SK) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ที่ถูกต้องและมีความมั่นใจในความรู้ที่อยู่ในระดับสูง รหัสคำตอบคือ 1414,1413, 1314, 1313

4.2 กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ (Not confident in knowledge: NCK) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ที่ถูกต้อง แต่ไม่มั่นใจความรู้ที่เข้าใจนั้น ถูกต้องหรือไม่ รหัสคำตอบคือ 1412, 1411, 1312, 1311, 1214, 1213, 1212, 1211, 1114, 1113, 1112, 1111

4.3 กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (Misconception: M) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ไม่ถูกต้องหรือไม่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไป แต่นักเรียนมีความมั่นใจในความรู้ที่อยู่ใน ระดับสูง รหัสคำตอบคือ 1404, 1403, 1304, 1303, 1204, 1203, 1104, 1103, 0414, 0413, 0412, 0411, 0314, 0313, 0312, 0311, 0404, 0403, 0402, 0401, 0304, 0303, 0302, 0301, 0204, 0203, 0104, 0103

4.4 กลุ่มขาดความรู้ (Lack of knowledge: LK) หมายถึง กลุ่มนักเรียนที่ไม่รู้หรือมีความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ใน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ทำให้นักเรียนไม่มีความมั่นใจในการตอบแบบทดสอบในส่วนที่ไม่รู้

รหัสคำตอบคือ 1402, 1401, 1302, 1301, 1202, 1201, 1102, 1101, 0214, 0213, 0212, 0211, 0114, 0113, 0112, 0111, 0202, 0201, 0102, 0101

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ จะใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) คำนวณจากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล

1.2 ร้อยละ (Percentage) (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) โดยมีสูตร ดังนี้

$$P = \frac{f}{n} \times 100$$

เมื่อ P = ร้อยละ

f = ความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

n = จำนวนความถี่ทั้งหมด

2. สถิติที่ใช้เพื่อหาคุณภาพเครื่องมือในการวิจัย

2.1 หาค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง คำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและมโนทัศน์ของแบบทดสอบเรื่อง ปฏิกริยาเคมี ซึ่งผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้พิจารณา (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของความเห็นผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยาก (P) ระดับความยากเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งที่จะบ่งชี้ถึงคุณภาพของข้อคำถามในเครื่องมือที่เป็นข้อสอบ (test) (วรรณิ แกมเกตุ, 2551) ซึ่งคำนวณจากสูตรดังนี้

$$P = \frac{R}{N}$$

| | | |
|-------|---|--|
| เมื่อ | P | แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบ |
| | R | แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบแบบทดสอบข้อๆนั้นถูก |
| | N | แทน จำนวนนักเรียนหรือผู้ที่ทดสอบทั้งหมด |

หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่าค่าความยาก หมายถึง ค่าสัดส่วนของจำนวนผู้ที่ตอบข้อสอบนั้น ๆ ได้ถูกต้อง เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนผู้ตอบทั้งหมด ซึ่งมีเกณฑ์การแปลความหมายค่ายาก ดังนี้ (วรรณิ แกมเกตุ, 2551)

- 1) ค่าความยากมีค่าตั้งแต่ .00 ถึง 1.00 ค่ายิ่งเข้าใกล้ 1.00 ค่ายิ่งเข้าใกล้ 1.00 แสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย แต่ถ้าค่ายิ่งใกล้ 0 แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก
- 2) ค่าความยากที่ใช้ได้ควรมีค่าตั้งแต่ .20 ถึง .80
- 3) ค่าความยากที่พอเหมาะควรมีค่าอยู่ระหว่าง .40 - .60

2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) มีวิธีการคำนวณ ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556)

$$\text{ค่าอำนาจจำแนก (r)} = \frac{R_H - R_L}{n_H \text{ or } n_L}$$

เมื่อ R_H คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

R_L คือ จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n_H คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง

n_L คือ จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

เลือกค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

2.4 วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้วิธีการหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ด้วยสูตร KR-20 (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2556) มีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$r_{tt} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right)$$

เมื่อ r_{tt} คือ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
 n คือ จำนวนข้อสอบทั้งหมดในแบบทดสอบ
 p คือ อัตราส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อนั้น ๆ
 s_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ



บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาการแปลผลการวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

สัญลักษณ์และอักษรย่อในการวิเคราะห์ข้อมูล

เพื่อให้เข้าใจในการแปลความหมายของการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยจึงกำหนดสัญลักษณ์และอักษรย่อที่ใช้ ดังนี้

| | | |
|---------|-----|--------------------------|
| A tier | แทน | ระดับคำตอบ |
| CA tier | แทน | ระดับความมั่นใจในคำตอบ |
| R tier | แทน | ระดับเหตุผล |
| CR tier | แทน | ระดับความมั่นใจในเหตุผล |
| Mean | แทน | คะแนนเฉลี่ย |
| P | แทน | ค่าความยากของแบบทดสอบ |
| r | แทน | ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ |
| SK | แทน | มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ |
| NCK | แทน | ขาดความมั่นใจในความรู้ |
| M | แทน | มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน |
| LK | แทน | ขาดความรู้ |

ตอนที่ 1 ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

1.1 ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ ซึ่งมีจำนวนข้อสอบทั้งสิ้น 40 ข้อ ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน พิจารณาความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและมโนทัศน์ของแบบทดสอบ จากนั้นได้วิเคราะห์คำตอบที่ได้จากการทำแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน ที่เคยเรียนเรื่องปฏิกริยาเคมีมาแล้ว โดยหาความถี่ของคำตอบที่ได้เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิเคราะห์แสดงตัวอย่าง ปรากฏดังตาราง 9



ตาราง 9 แสดงผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี

| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|---------------------------|---|------------------------------------|---------|---|---------|
| 1 | อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | สิ่งที่บอกให้ทราบว่าปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้ช้าหรือเร็ว คืออะไร | อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 27 | อัตราการเกิดปฏิกิริยาเป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีต่อหนึ่งหน่วยเวลา | 23 |
| | | | เวลาในการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 5 | ใช้เวลามากจะเกิดขึ้นได้ช้า | 10 |
| | | | ความเข้มข้นของสารตั้งต้น | 5 | เวลาน้อยจะเกิดได้เร็ว | 3 |
| | | | ชนิดของปฏิกิริยา | 2 | เป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในระหว่าง | 2 |
| | | | | | เกิดปฏิกิริยาความเข้มข้นของสารมีผลให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วหรือช้า | |
| | | | ปริมาณของสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ | 2 | เมื่อเกิดผลิตภัณฑ์เร็ว | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 9 | ปฏิกิริยาเกิดเร็ว | 10 |

ตาราง (ต่อ)

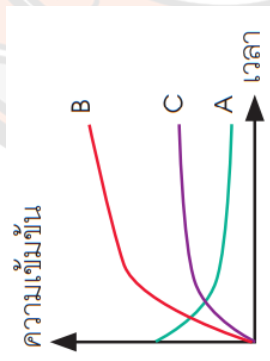
| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|---------------------------|---|--|---------|---------------------------------|---------|
| 2 | อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | ในการศึกษาอัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก ดังสมการ $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ หากนักเรียนต้องการหาอัตราที่เกิดปฏิกิริยาเคมี ควรวัดจากอะไรจึงจะง่ายและสะดวกที่สุด | วัดจากปริมาตรของ H_2 ที่เกิดขึ้น วัดจากปริมาตรของ $MgCl_2$ ที่เกิดขึ้น วัดจากปริมาณของ Mg ที่ลดลง วัดจากปริมาตรของ HCl ที่ลดลง ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 25 | ปฏิกิริยาเกี่ยวข้องกับแก๊ส | 19 |
| | | | | 10 | ปฏิกิริยาเกี่ยวข้องเป็นสารละลาย | 13 |
| | | | | 3 | ปฏิกิริยาเกี่ยวข้องเป็นของแข็ง | 2 |
| | | | | 5 | ปฏิกิริยาเกี่ยวข้องเป็นของเหลว | 3 |
| | | | | 7 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 13 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มีเน็คชั่น | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|------------------------------------|--|--|---------|---|---------|
| 3 | การเขียนและ การดุลสมการ เคมี | $H_2O_2(aq) \rightarrow H_2O(l) + O_2(g)$ ในสมการเคมีจระบบ สารใดคือสารตั้งต้น สารใดคือสารผลิตภัณฑ์ | สารตั้งต้น คือ H_2O_2 สารผลิตภัณฑ์ คือ H_2O และ O_2 | 27 | สารตั้งต้นจะเขียนไว้ทางซ้ายมือ ผลิตภัณฑ์ไว้ทางขวามือของเครื่องหมายลูกศร | 26 |
| | | | สารตั้งต้น คือ H_2O และ O_2 สารผลิตภัณฑ์ คือ H_2O_2 | 13 | สารตั้งต้นเขียนไว้ทางขวามือ ผลิตภัณฑ์ไว้ทางซ้ายมือของเครื่องหมายลูกศร | 14 |
| | | | สารตั้งต้น คือ H_2O_2 และ O_2 สารผลิตภัณฑ์ คือ H_2O | 2 | การที่ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดผลิตภัณฑ์นั้นต้องมีสารตั้งต้นอย่างน้อย 2 สารขึ้นไป | 2 |
| | | | สารตั้งต้น คือ H_2O_2 สารผลิตภัณฑ์ คือ H_2O | 2 | สารเคมีเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลให้เกิดสารใหม่ขึ้น | 1 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 6 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 7 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มีเนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|------------------------------------|---|-------------------------------|---------|---|---------|
| 4 | การเขียนและ การดูดสมการ เคมี | จงพิจารณากราฟ และเขียน สมการจากปฏิกิริยานี้ ความเข้มข้น | $A \rightarrow B + C$ | 23 | สาร A เป็นสารตั้งต้นความเข้มข้นจะ ลดลง สาร B และ C เป็นผลิตภัณฑ์ ความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้น | 19 |
| | | | $B + C \rightarrow A$ | 15 | สาร B และ C เป็นสารตั้งต้นความ เข้มข้นจะเพิ่มขึ้น สาร A เป็น ผลิตภัณฑ์ความเข้มข้นจะลดลง | 13 |
| | | | $B \rightarrow A + C$ | 3 | B ทำปฏิกิริยากับ C สาร B จะลดลง สาร C จะเพิ่มขึ้น สารตั้งต้นจะมี ความเข้มข้นลดลง ส่วนสาร ผลิตภัณฑ์จะมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น | 2 |
| | | | $A \rightarrow B$ | 2 | สาร B และ C เป็นสารตั้งต้นความ เข้มข้นจะลดลง สาร A เป็น ผลิตภัณฑ์ความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้น | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้อง และไม่ตอบ | 7 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 14 |



ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|------------------------------------|--|--|---------|---|---------|
| 5 | การเขียนและ การดุลสมการ เคมี | จงดุลสมการเคมีของการเกิดสนิม เหล็กดังต่อไปนี้ $\text{Fe(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$ | $4\text{Fe(s)} + 3\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} + 3\text{H}_2\text{O(l)}$ | 29 | เพื่อให้จำนวนอะตอมในแต่ละธาตุของสารตั้งต้นเท่ากับจำนวนอะตอมของธาตุชนิดเดียวกันในผลิตภัณฑ์ | 24 |
| | | | $2\text{Fe(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} + 2\text{H}_2\text{O(l)}$ | 5 | เพื่อให้ผลรวมเลขสัมประสิทธิ์หน้าสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เท่ากับ 2 ฝั่ง | 11 |
| | | | $2\text{Fe(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} + \text{H}_2\text{O(l)}$ | 3 | เพื่อให้เลขสัมประสิทธิ์หน้าสารเท่ากับทุกตัว | 3 |
| | | | $3\text{Fe(s)} + 4\text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3\text{(s)} + 4\text{H}_2\text{O(l)}$ | 2 | เพื่อให้สารมีจำนวนโมเลกุลเท่ากันทั้งสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและ ไม่ตอบ | 11 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 10 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|--|-------------------------------------|--|-------------------------|---------|--|---------|
| 6 | การคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6-7 จากผลการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้ผลดังนี้ | 0.05 cm ³ /s | 22 | คำนวณจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ณ ช่วงใดช่วงหนึ่ง | 20 |
| | | | 0.04 cm ³ /s | 5 | คำนวณจากปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น | 11 |
| | | | 1 cm ³ /s | 3 | คำนวณจากปริมาตรผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ณ เวลาสุดท้าย | 3 |
| 6. จงหาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนช่วงเวลา 70-90 วินาที | | | 0.2 cm ³ /s | 2 | คำนวณจากปริมาตรผลิตภัณฑ์ ณ เวลาสุดท้าย | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้อง | 18 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและเมตอบและเมตอบ | 14 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มีไนต์ค้น | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|---|----------|--|---------|---|----|---|----|---|----|---|-----|-------------------------|----|---|---|
| 7 | การคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างเกิดปฏิกิริยาเคมี | ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6-7 จากผลการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้ผลดังนี้ | 0.044 cm ³ /s | 20 | คำนวณจากกราฟ เปลี่ยนแปลงของสาร ผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นตลอด การเกิดปฏิกิริยา | 18 | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1"> <thead> <tr> <th>ปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน (cm³)</th> <th>เวลา (s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>110</td> </tr> </tbody> </table> | ปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน (cm ³) | เวลา (s) | 1 | 20 | 2 | 40 | 3 | 70 | 4 | 90 | 5 | 110 | 0.05 cm ³ /s | 13 | คำนวณจากปริมาณสาร ผลิตภัณฑ์ที่ ณ เวลา สุดท้าย | 5 |
| ปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน (cm ³) | เวลา (s) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 70 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 90 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 110 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 7. อัตราเฉลี่ยของการเกิดแก๊สไฮโดรเจนมีค่าเท่าไร | 0.14 cm ³ /s | 2 | คำนวณจากปริมาณที่เพิ่มขึ้นในหนึ่งหน่วยเวลา | 4 | | | | | | | | | | | | |
| | | | 0.22 cm ³ /s | 2 | คำนวณจากปริมาณสารตั้งต้นที่ลดลง ณ เวลาสุดท้าย | 3 | | | | | | | | | | | | |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 13 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 20 | | | | | | | | | | | | |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|-----------------------------------|---|---|---------|--|---------|
| 8 | ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน | การเกิดฝนกรดโดยส่วนมากเป็นผลมาจากแก๊สใด | ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) และไนโตรเจนออกไซด์ (NO _x) | 28 | แก๊สทั้งสองทำปฏิกิริยากับน้ำทำให้เกิดกรดซัลฟิวริก และกรดไนตริก | 22 |
| | | | คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (SO ₂) | 12 | แก๊สไปทำปฏิกิริยากับสารอื่นในอากาศทำให้เกิดความเป็นกรด | 11 |
| | | | ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) | 3 | แก๊สทั้งสองทำปฏิกิริยากันจึงเกิดฝนกรด | 5 |
| | | | คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) และไนโตรเจน(N ₂) | 2 | แก๊สทั้งสองทำให้เกิดกรดไฮโดรคลอริก | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 4 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 12 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|-----------------------------------|---|--|---------|--|---------|
| 9 | ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน | การเผาไหม้หรือการสันดาป | $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ | 21 | การเผาไหม้ที่สมบูรณ์ จะให้แก๊ส | 19 |
| | | เป็นปฏิกิริยาการรวมตัวกันของเชื้อเพลิงกับก๊าซออกซิเจนอย่างรวดเร็วพร้อมกับเกิดการลุกไหม้และการคายความร้อน จึงเขียนสมการการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ของแก๊สมีเทน (CH_4) | $CH_4 + 3/2O_2 \rightarrow CO + 2H_2O$ | 10 | การเผาไหม้ที่สมบูรณ์ จะให้แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และน้ำ | 9 |
| | | | $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2$ | 3 | การเผาไหม้ที่สมบูรณ์ จะให้แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และแก๊สไฮโดรเจน | 2 |
| | | | $CH_4 + O_2 \rightarrow C + 2H_2O$ | 2 | การเผาไหม้ที่สมบูรณ์ จะให้คาร์บอนและน้ำ | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 14 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 18 |

ตาราง (ต่อ)

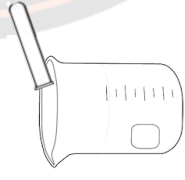
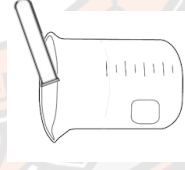
| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|-----------------------------------|--|--|---------|---|---------|
| 10 | ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน | กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการที่นำพลังงานแสงมาเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี โดยใช้ก๊าซไคโอโรฟิลล์เป็นตัวตั้งต้น และได้ผลิตภัณฑ์ที่สำคัญคือก๊าซไคโอโรฟิลล์ | คาร์บอนไดออกไซด์และ ออกซิเจน คาร์บอนมอนอกไซด์และ ออกซิเจน ออกซิเจนและ ไนโตรเจน ออกซิเจนและ คาร์บอนไดออกไซด์ | 27 | $6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 6\text{O}_2(\text{g})$ | 17 |
| | | | | 7 | $\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ | 6 |
| | | | | 3 | $6\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ | 4 |
| | | | | 2 | $3\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ | 2 |
| | | | | 13 | ตอบไม่เกี่ยวข้องกับและไม่ต้องและไม่ตอบ | 21 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มีเนทส์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|-----------------------------------|--|---------------------------------|---------|--|---------|
| 11 | ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน | ในการทำขนมปังจะมีกรดซิตริกไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO ₃) ลงไปเป็นส่วนผสม สารที่เติมมีคุณสมบัติเป็นอย่างไร | ช่วยทำให้ขนมปังขึ้นฟูรับประทาน | 34 | เมื่อเด็นน่าจะเกิดปฏิกิริยาเคมีเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เนื้อขนมปังเกิดช่องว่างทำให้ขนมฟู | 21 |
| | | | ช่วยทำให้ขนมปังนุ่มน่ารับประทาน | 10 | มีเอนไซม์ที่ช่วยย่อยแป้งที่มีโมเลกุลใหญ่ให้เล็กลงกลายเป็นน้ำตาลและปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ช่วยให้แป้งขึ้น | 5 |
| | | | ช่วยให้ขนมปังมีเนื้อเนียนขึ้น | 2 | เกิดปฏิกิริยาเคมีทำให้ยีสต์ตายหมดและแอลกอฮอล์ก็ระเหยช่วยให้เกิดรูพรุนและเพิ่มกลิ่นหอมให้กับขนมปัง | 3 |
| | | | ช่วยเพิ่มรสชาติให้ขนมปัง | 2 | เกิดปฏิกิริยาเคมี ปรับสมดุลกรดต่างในส่วนผสม | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 2 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 19 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|---|---|--|---------|---|---------|
| 12 | ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | จากภาพมีการเติม HCl 3 %w/v และ HCl 5 %w/v ทำปฏิกิริยากับ CaCO ₃ 0.5 กรัม นักเรียนคิดว่าบีกเกอร์ใดที่จะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่า และสอดคล้องกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีใด | ภาพที่ 2 ความเข้มข้นของสารตั้งต้น ภาพที่ 1 ธรรมชาติของสารตั้งต้นของสารตั้งต้น | 29 | การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น จะทำให้อัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น | 24 |
| | | | ภาพที่ 1 ธรรมชาติของสารตั้งต้นของสารตั้งต้น | 8 | ธรรมชาติของสารตั้งต้นที่แตกต่างกัน จะทำให้อัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น | 6 |
| | | | ภาพที่ 2 ตัวเร่งปฏิกิริยา | 2 | การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้ อัตราเร็วของปฏิกิริยาเร็วขึ้น | 2 |
| | | | ภาพที่ 1 ความเข้มข้นของสารตั้งต้น ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 2 | สารชนิดเดียวกันไม่มีผลต่อ การเกิดปฏิกิริยาเคมี | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 9 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 16 |

| | |
|---|---|
| HCl 3 %w/v  ผง CaCO ₃ 0.5 กรัม ภาพที่ 1 | HCl 5 %w/v  ผง CaCO ₃ 0.5 กรัม ภาพที่ 2 |
|---|---|

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|---|---|--|---------|---|---------|
| 13 | ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิริยาเคมี | แผ่นโลหะแมกนีเซียม แ่งโลหะแมกนีเซียม และเม็ดโลหะแมกนีเซียม โลหะแมกนีเซียม โลหะแมกนีเซียม มีปริมาณเท่ากัน รูปร่างแบบ โดจะสามารเกิดอัตราการเกิดปฏิริยาเคมีได้ดีที่สุดตามลำดับ | แผ่นโลหะ เม็ดโลหะ และแ่งโลหะ แมกนีเซียม เม็ดโลหะ แ่งโลหะ และแผ่นโลหะ แมกนีเซียม เม็ดโลหะ แผ่นโลหะ และแ่งโลหะ แมกนีเซียม | 26 | แผ่นโลหะแมกนีเซียมมีพื้นที่ผิวมากกว่า ทำให้อัตราการเกิดปฏิริยาเคมีมากกว่า เม็ดโลหะแมกนีเซียมและแ่งโลหะมากกว่าเม็ดแมกนีเซียมและแ่งโลหะ แมกนีเซียม เม็ดโลหะแมกนีเซียมมีพื้นที่ผิวมากกว่า ทำให้อัตราการเกิดปฏิริยาเคมีมากกว่าแผ่นโลหะแมกนีเซียมและแ่งโลหะแมกนีเซียมตามลำดับ | 23 |
| | | | ไม่แตกต่างกัน | 5 | อัตราการเกิดปฏิริยาเคมีไม่แตกต่างกัน เนื่องจากมีปริมาณเท่ากัน | 3 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้อง และไม่ตอบ | 3 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 12 |
| | | | และไม่ตอบ | | | |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|---|---|--|---------|---|---------|
| 14 | ปัจจัยที่มีผลต่อ อัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี | การเพิ่มอุณหภูมิมีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร | อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เกิดเร็วขึ้น | 25 | การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้ อะตอมหรือโมเลกุลของสาร เคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น ปฏิกิริยา จึงเกิดเร็วขึ้น | 20 |
| | | | อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เกิดช้าลง | 9 | การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้ อะตอมหรือโมเลกุลของสาร เคลื่อนที่ได้ช้าลง ปฏิกิริยา จึงเกิดช้าลง | 7 |
| | | | อัตราการเกิดเร็วขึ้นหรือช้าลง ขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ | 3 | การเพิ่มอุณหภูมิจะส่งผลให้ สมบัติของสารเปลี่ยนไปจาก เดิม | 2 |
| | | | ไม่มีผลต่ออัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี | 2 | การเพิ่มอุณหภูมิไม่ส่งผลต่อ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องกับและไม่ต้อง ตอบ | 11 | ตอบไม่เกี่ยวข้องกับและไม่ต้อง ตอบ | 19 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|---|---|--|---------|--|---------|
| 15 | ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | การเตรียมแก๊สออกซิเจน (O ₂) จากการเผาโพแทสเซียมคลอเรต (KClO ₃) จะได้ O ₂ ค่อนข้างช้า แต่หากเราเติมแมงกานีสไดออกไซด์ (MnO ₂) ลงไปด้วย MnO ₂ จะช่วยให้เกิด O ₂ ได้เร็วขึ้น นักเรียนคิดว่าเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาแล้ว MnO ₂ จะมีสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่ และปริมาณของสารเป็นอย่างไร | MnO ₂ จะมีสมบัติเหมือนเดิม มีปริมาณเท่าเดิม MnO ₂ จะมีสมบัติเหมือนเดิม มีปริมาณลดลง MnO ₂ จะมีสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม มีปริมาณลดลง | 20 | MnO ₂ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาจะต้องคงสภาพเหมือนเดิม | 17 |
| | | | MnO ₂ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สมบัติจะเหมือนเดิม แต่ปริมาณจะลดลง | 13 | MnO ₂ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สมบัติจะเหมือนเดิม แต่ปริมาณจะลดลง | 8 |
| | | | MnO ₂ จะมีสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม มีปริมาณลดลง | 10 | MnO ₂ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สมบัติและปริมาณจะเปลี่ยนแปลงไป | 6 |
| | | | MnO ₂ จะมีสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม มีปริมาณเท่าเดิม | 3 | MnO ₂ เป็นสารตั้งต้น เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาสมบัติจะเปลี่ยนไปจากเดิม และปริมาณจะลดลง | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 4 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 17 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|---|--|---|---------|--|---------|
| 16 | ปัจจัยที่มีผลต่อ อัตราการ เกิดปฏิริยาเคมี | จากการทดลอง หลอดทดลองที่ ใส่เบลอกลงกับสารละลายกรดแอม ซิดิก พบว่าเกิดพองแก๊สปริมาณ มากอย่างรวดเร็ว สังเกตเห็น เบลอกลงหลอดปริมาณลง ส่วน เบลอกลงที่ผสมกับโซเดียม ฟลูออไรด์และสารละลายกรดแอม ซิดิก พบว่าพองแก๊สเกิดช้าและมี ปริมาณน้อย สารใดมีคุณสมบัติ เป็นตัวเร่งปฏิริยา และตัวหน่วง ปฏิริยาตามลำดับ | สารละลายกรดแอมซิดิกมี คุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิริยา ส่วนโซเดียมฟลูออไรด์มี คุณสมบัติเป็นตัวหน่วง ปฏิริยา สารละลายกรดแอมซิดิกมี คุณสมบัติเป็นตัวหน่วง ปฏิริยา ส่วนโซเดียม ฟลูออไรด์มีคุณสมบัติเป็น ตัวเร่งปฏิริยา | 28 | เมื่อเติมกรดแอมซิดิกลงไป แล้วทำให้ปฏิริยาเคมีเกิด เร็วขึ้น และเมื่อเติม โซเดียมฟลูออไรด์ลงไป แล้วทำให้ปฏิริยาเคมีเกิด ช้าลง | 19 |
| | | | | 11 | เมื่อเติมกรดแอมซิดิกลงไป แล้วทำให้ปฏิริยาเคมีเกิด ช้าลง และเมื่อเติมโซเดียม ฟลูออไรด์ลงไปแล้วทำให้ ปฏิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้น | 8 |
| | | | | 3 | เมื่อเติมเบลอกลงไปแล้ว ทำให้ปฏิริยาเคมีเกิดเร็ว ขึ้น และเมื่อเติมโซเดียม ฟลูออไรด์ลงไปแล้วทำให้ ปฏิริยาเคมีเกิดช้าลง | 2 |

| ชื่อ มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|---------------|-------|-------------------------------|---------|------------------------|---------|
| | | สารละลายกรดแอซิดิกมี | 2 | เมื่อเติมกรดแอซิดิกและ | 2 |
| | | คุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา | | โซเดียมฟลูออไรด์ลงไป | |
| | | และเปลือกไข่มีคุณสมบัติเป็น | | แล้วทำให้เปลือกไข่ลด | |
| | | ตัวหน่วงปฏิกิริยา | | ปริมาณลง | |
| | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 6 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ | 19 |
| | | | | ตอบ | |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|--|---|--|---------|------------------------------------|---------|
| 17 | การนำปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิริยาเคมี | ผสมน้ำยาล้างห้องน้ำกับน้ำเปล่าในอัตราส่วนเท่ากัน ก่อนใช้ทำความสะอาด | มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิริยาเคมี น้ำยาล้างห้องน้ำเจือจางลงทำให้อัตราการเกิดปฏิริยาเคมีเกิดช้าลง | 27 | ความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง | 25 |
| | ไปใช้ประโยชน์ | ห้องน้ำ มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิริยาเคมีหรือไม่ | ไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิริยาเคมี น้ำยาล้างห้องน้ำเจือจางลงแต่อัตราการเกิดปฏิริยาเคมีเท่าเดิม | 8 | ความเข้มข้นของสารตั้งต้นเท่าเดิม | 7 |
| | | อย่างไร | อัตราการเกิดปฏิริยาเคมีเท่าเดิม | 2 | ธรรมชาติของสารตั้งต้นเปลี่ยนแปลงไป | 2 |
| | | | มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิริยาเคมี น้ำยาล้างห้องน้ำเจือจางลงทำให้อัตราการเกิดปฏิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้น | 2 | อัตราส่วนระหว่างสารผสมเท่ากัน | 2 |
| | | | ไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิริยาเคมี เนื่องจากน้ำยาล้างห้องน้ำกับน้ำเปล่าอัตราส่วนเท่ากัน อัตราการเกิดปฏิริยาเคมีเท่าเดิม | 11 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 14 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 11 | ตอบ | 14 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มีเนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|--|--|------------------------------------|---------|--|---------|
| 18 | การนำปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดอุบัติเหตุขึ้นมาวิเคราะห์โดยใช้ประโยชน์ | การศึกษาลดการชนกันที่ผิดก่อนการเกิดอุบัติเหตุ การศึกษาลดการชนกันที่ผิดก่อนการเกิดอุบัติเหตุ | พื้นที่ผิด | 28 | เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิว ทำให้การและเออนไทม์น้อยลงในภาวะพาหะอาหารทำปฏิกิริยากับยาเค็ดซีน | 25 |
| | | | ตัวเร่งปฏิกิริยา | 6 | เป็นการลดพื้นที่ผิว ยากทำปฏิกิริยากับกรดในภาวะพาหะอาหารได้ลดลง | 4 |
| | | | ความเข้มข้นของยา | 3 | เป็นการเร่งให้กรดในภาวะพาหะอาหารทำปฏิกิริยากับอาหารได้เร็วขึ้น | 2 |
| | | | ตัวหน่วงปฏิกิริยา | 2 | เป็นการยับยั้งไม่ให้เกิดในภาวะพาหะอาหารทำปฏิกิริยากับอาหาร | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบและไม่ตอบ | 11 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบและไม่ตอบ | 17 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|---|---|----------------|---------|--|---------|
| 19 | การนำปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิริยาเคมีไปใช้ประโยชน์ | การบมผลไม่ให้สุกในภาชนะปิด เป็นการนำปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิริยาเคมีไปใช้ประโยชน์ | อุณหภูมิ | 21 | ภาชนะปิดอุณหภูมิจะสูง อัตราการเกิดปฏิริยาเคมีจะมีความสูงขึ้น จึงทำให้ผลไม่สุกเร็วขึ้น | 19 |
| | | | ความดัน | 12 | เมื่อปิดภาชนะความดันจะสูงอัตราการเกิดปฏิริยาเคมีจะมีความสูงขึ้น จึงทำให้ผลไม่สุกเร็วขึ้น | 10 |
| | | | ตัวเร่งปฏิริยา | 5 | เป็นการเร่งปฏิริยาของอากาศ อัตรา การเกิดปฏิริยาเคมีจะมีความสูงขึ้น จึง ทำให้ผลไม่สุกเร็วขึ้น | 4 |
| | | | พื้นที่ผิว | 2 | ลดการสัมผัสระหว่างผิวผลไม่กับ อากาศอัตราการเกิดปฏิริยาเคมีจะมี ค่าต่ำลง จึงทำให้ผลไม่สุกเร็วขึ้น | 2 |
| | | | ตอบไม่ | 10 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ได้ตอบ | 15 |
| | | | เกี่ยวข้องและ | | | |
| | | | ไม่ตอบ | | | |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|---|--|------------------------------------|---------|---|---------|
| 20 | การนำปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิริยาเคมีไปใช้ประโยชน์ | การเติมบางมวลละกอกซึ่งมีเอนไซม์ไปเป็นส่วนใหญ่จะทำให้เอนไซม์ทำงานได้ดีที่สุด แสดงว่าอย่างไรต่ออัตราการเกิดปฏิริยาเคมี | ตัวเร่งปฏิกิริยา | 20 | เอนไซม์ไปเป็นและช่วยย่อยโปรตีนในเนื้อทำให้เนื้อนุ่มขึ้น | 18 |
| | | | ตัวหน่วงปฏิกิริยา | 10 | เอนไซม์ไปเป็นและช่วยลดการจับกลุ่มก่อนกันของเนื้อเมื่อได้รับความร้อนทำให้เนื้อนุ่มขึ้น | 8 |
| | | | เพิ่มพื้นที่ผิว | 3 | เอนไซม์ไปเป็นและช่วยให้ความร้อนทำปฏิกิริยากับเนื้อได้ช้าลงทำให้เนื้อนุ่มขึ้น | 2 |
| | | | ลดอุณหภูมิ | 2 | เอนไซม์ไปเป็นและช่วยให้เนื้อมีพื้นที่ผิวมากขึ้นในการรับความร้อนทำให้เนื้อนุ่มขึ้น | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบและไม่ตอบ | 15 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 20 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มิเนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|---|---|---|---------|---|---------|
| 21 | การนำปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปใช้ประโยชน์ | การถนอมอาหารโดยใช้สารกันบูดโดยอาจใส่ลงในอาหารปน- ฉาบรอบๆผิวของอาหาร หรือภาชนะ มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร | ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ช้ากว่าปกติ ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็วกว่าปกติ หยุดการเกิดปฏิกิริยา | 24 | สารกันบูดเป็นตัวขวางปฏิกิริยา ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาการเน่าเสียของอาหารโดยจุลินทรีย์ลดลง สารกันบูดเป็นตัวยับยั้งปฏิกิริยา ทำให้อาหารไม่เน่าเสีย สารกันบูดจะออกฤทธิ์ทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้ทำให้อาหารเป็นพิษ | 21 |
| | | | ไม่มีผลการเปลี่ยนแปลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 2 | สารกันบูดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยจะเร่งการทำลายจุลินทรีย์ | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 12 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 17 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มีเน็คชั่น | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|------------------|--|---------------------------|---------|---|---------|
| 22 | ปฏิกิริยารีดอกซ์ | $Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$ สมการนี้ เป็นสมการแสดงปฏิกิริยา ประเภทใด | สมการรีดอกซ์ | 25 | มีการให้อิเล็กตรอน ส่งผลให้เลขออกซิเดชัน เปลี่ยนแปลง | 21 |
| | | | สมการรีดอกซ์ | 3 | มีการให้อิเล็กตรอน เลข ออกซิเดชันลดลง | 3 |
| | | | สมการออกซิชั่น | 3 | มีการรับอิเล็กตรอน เลข ออกซิเดชันเพิ่มขึ้น | 3 |
| | | | สมการครึ่งเซลล์ปฏิกิริยา | 2 | ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เนื่องจากเลขสัมประสิทธิ์ เท่ากัน | 1 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 17 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 22 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|------------------|--|--|---------|---|---------|
| 23 | ปฏิกิริยารีดอกซ์ | จากสมการ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ จงระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์ | ตัวรีดิวซ์คือ Zn และตัวออกซิไดส์คือ Cu^{2+} | 22 | Zn จ่าย 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Zn^{2+} เลขออกซิเดชันของ Zn จึงเปลี่ยนจาก 0 เป็น +2 จึงเป็นตัวรีดิวซ์ ส่วน Cu^{2+} รับ 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Cu เลขออกซิเดชันของ Cu^{2+} จึงเปลี่ยนจาก +2 เป็น 0 จึงเป็นตัวออกซิไดส์ | 18 |
| | | | ตัวรีดิวซ์คือ Cu^{2+} และตัวออกซิไดส์คือ Zn | 5 | Cu^{2+} จ่าย 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Cu เลขออกซิเดชันของ Zn จึงเปลี่ยนจาก +2 เป็น 0 จึงเป็นตัวรีดิวซ์ ส่วน Zn รับ 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Zn^{2+} เลขออกซิเดชันของ Zn จึง | 4 |

| ชื่อ | มีเน็คชั่น | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|------|------------|---|-------|---------|---|---------|
| | | | | | เปลี่ยนจาก 0 เป็น +2 จึงเป็นตัวออกซิไดส์ | |
| | | ตัวรีดิวซ์ คือ Zn และ ตัวออกซิไดส์ คือ Cu | | 3 | Zn จ่าย 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Zn^{2+} เลขออกซิเดชันของ Zn จึงเปลี่ยนจาก 0 เป็น +2 จึงเป็นตัวรีดิวซ์ ส่วน Cu รับ 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Cu^{2+} เลขออกซิเดชันของ Cu จึงเปลี่ยนจาก 0 เป็น +2 จึงเป็นตัวออกซิไดส์ | 2 |
| | | ตัวรีดิวซ์ คือ Zn^{2+} และ ตัวออกซิไดส์ คือ Cu^{2+} | | 2 | Zn ²⁺ จ่าย 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Zn เลขออกซิเดชันของ Zn^{2+} จึงเปลี่ยนจาก +2 เป็น 0 จึงเป็นตัวรีดิวซ์ ส่วน Cu^{2+} รับ 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Cu เลขออกซิเดชันของ Cu^{2+} จึง | 2 |

| ข้อ | มีเน็คชั่น | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|------------------|---|------------------------------|---------|---|---------|
| | | | | | เปลี่ยนจาก +2 เป็น 0 จึงเป็นตัวออกซิไดส์ | |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องกับและไม่ตอบ | 18 | ตอบไม่เกี่ยวข้องกับและไม่ตอบ | 24 |
| 24 | ปฏิกิริยารีดอกซ์ | $\text{Cu(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}(\text{aq})$ เป็นครึ่งปฏิกิริยาใด | ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน | 21 | ปฏิกิริยามีการให้อิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น | 19 |
| | | | ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน | 12 | ปฏิกิริยามีการรับอิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันลดลง | 11 |
| | | | ครึ่งปฏิกิริยาออกซิไดส์ | 4 | ปฏิกิริยามีการให้อิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันลดลง | 2 |
| | | | ครึ่งปฏิกิริยารีดิวซ์ | 3 | ปฏิกิริยามีการรับอิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องกับและไม่ตอบ | 10 | ตอบไม่เกี่ยวข้องกับและไม่ตอบ | 16 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มีเน็คตัน | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|------------------|---|---------------------------|---------|--|---------|
| 25 | ปฏิกิริยารีดอกซ์ | $2Ag^+(aq) + 2e^- \rightarrow 2Ag(s)$ เป็นครึ่งปฏิกิริยาใด | ครึ่งปฏิกิริยารีดอกซ์ | 22 | ปฏิกิริยามีการรับอิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันลดลง | 19 |
| | | | ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน | 14 | ปฏิกิริยามีการให้อิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น | 12 |
| | | | ครึ่งปฏิกิริยาออกซิไดส์ | 3 | ปฏิกิริยามีการให้อิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันลดลง | 2 |
| | | | ครึ่งปฏิกิริยารีดิวซ์ | 2 | ปฏิกิริยามีการรับอิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 19 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 15 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มิโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|--|--|---|---------|--------------------------------------|---------|
| 26 | ประโยชน์ของ ปฏิริยารีดอกซ์ ในชีวิตประจำวัน | ในชีวิตประจำวันของเรา ^{นี้} ใช้ ประโยชน์ของปฏิริยารีดอกซ์ อย่างไรบ้าง | การชุบโลหะ การทำ แบตเตอรี่ การแยกสารด้วย ไฟฟ้า การทำสารให้บริสุทธิ์ การลดรอยเปื้อนของสนิม เหล็ก และใช้ในการทำพิมพ์ เซียว | 32 | ปฏิริยามีการถ่ายเท อิเล็กตรอน | 26 |
| | | | ปฏิริยาระหว่างกรดเบส | 3 | ปฏิริยามีการแตกตัวเป็น ไอออน | 5 |
| | | | การลดรอยเปื้อนของหมึก | 3 | มีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน | 2 |
| | | | การเชื่อมโลหะ | 2 | มีการแลกเปลี่ยน อิเล็กตรอนกันเสมอ | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 10 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 15 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มิเนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|--|---|--|---------|--|---------|
| 27 | ประโยชน์ของ ปฏิกิริยารีดอกซ์ ในชีวิตประจำวัน | แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์เก็บไฟฟ้า ซึ่งเมื่อต่อกับหลอดไฟทำให้ หลอดไฟสว่างได้ เป็นการใช้ ประโยชน์จากปฏิกิริยารีดอกซ์ อย่างไร | มีการถ่ายโอนอิเล็กตรอน มีการผสมสารเคมีภายใน แบตเตอรี่กับหลอดไฟ แยกชิ้นให้ประจุไฟฟ้า ไอออนทำปฏิกิริยาเคมีกับ สารในแบตเตอรี่ ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 19 | เกิดปฏิกิริยาเคมีเพื่อสร้าง พลังงานไฟฟ้า ใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อสร้าง ปฏิกิริยาเคมี สารผสมกันเกิดเป็นเป็นสาร ใหม่ขึ้นมา รักวิชาสมดุลระหว่างไอออน บวก และไอออนลบ ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 16 |
| | | | | 4 | | 6 |
| | | | | 3 | | 3 |
| | | | | 3 | | 3 |
| | | | | 21 | | 22 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มิโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|--|---|---|-------------------------|---|-------------------------|
| 28 | ประโยชน์ของ ปฏิกิริยารีดอกซ์ ในชีวิตประจำวัน อะไร | เราใช้หลักการของปฏิกิริยารีดอกซ์ในการเคลือบผิวโลหะเพื่อ อะไร | ป้องกันการผุกร่อนของโลหะ ป้องกันการลุ่หนของไฟ เพิ่มความทนทานของโลหะ เพิ่มความสวยงาม ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 24 5 3 2 16 | ป้องกันการถูกกับ O ₂ และ ความชื้น ทำให้มีสมบัติเป็นฉนวน ความร้อนสารเคลือบ จะช่วยเสริมเนื้อโลหะให้ หนาแน่นขึ้น เป็นการเพิ่มมูลค่าของโลหะ ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 18 3 3 2 24 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มิโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|--------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------|--|---------|
| 29 | สมบัติของสารกัมมันตรังสี | ธาตุที่สามารถแผ่รังสีได้คืออะไร | ธาตุกัมมันตรังสี | 27 | มีนิวเคลียสไม่เสถียร | 15 |
| | | | สารกัมมันตรังสี | 12 | มีหลายนิวเคลียส | 11 |
| | | | กัมมันตภาพรังสี | 6 | มีเลขอะตอมหลายค่า | 4 |
| | | | ธาตุรังสี | 2 | มีจำนวนนิวตรอนมาก | 3 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 3 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 7 |
| 30 | สมบัติของสารกัมมันตรังสี | การสลายของสารกัมมันตรังสี | ปฏิกิริยานิวเคลียร์ | 23 | นิวเคลียสเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบหรือระดับพลังงาน | 15 |
| | | | จัดเป็นปฏิกิริยาใด | | | |
| | | | ปฏิกิริยากัมมันตรังสี | 8 | มีการแลกเปลี่ยนพลังงานอย่างต่อเนื่อง | 6 |
| | | | ปฏิกิริยารีดอกซ์ | 5 | มีการแลกเปลี่ยนเลขออกซิเดชันกัน | 5 |
| | | | ปฏิกิริยาเคมี | 3 | สามารถเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้ | 2 |
| | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 11 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 22 | |

ตาราง (ต่อ)

| ชื่อ | มิเนทซ์น์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|------|---|---|---------------------------------------|---------|--|---------|
| 31 | รังสีที่แผ่จากสารกัมมันตรังสี กัมมันตรังสี | รังสีที่แผ่จากสารกัมมันตรังสีมี อะไรบ้าง จงเรียงลำดับอำนาจ ทะลุทะลวง จากน้อยไปหามาก | รังสีแอลฟา รังสีบีตา และรังสีแกมมา | 22 | รังสีแอลฟาไม่สามารถทะลุ ทะลวงแผ่นกระดาษได้ รังสีบีตา ไม่สามารถทะลุทะลวงแผ่น อะลูมิเนียมได้ รังสีแกมมาเป็น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไม่มีระจุมมี อำนาจการทะลุทะลวงสูงสุด ต้องใช้คอนกรีตหนาเป็นเครื่อง กำบัง | 18 |
| | | | รังสีบีตา รังสีแอลฟา และรังสีแกมมา | 8 | รังสีบีตาไม่สามารถทะลุทะลวง แผ่นกระดาษได้ รังสีแอลฟาไม่ สามารถทะลุทะลวงแผ่น อะลูมิเนียมได้ รังสีแกมมามี อำนาจการทะลุทะลวงสูงสุด ต้องใช้ตะกั่วหนาเป็นเครื่อง กำบัง | 7 |

| ชื่อ มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|---------------|-------|------------------------------------|---------|---|---------|
| | | รังสีแกมมา รังสีบีตา และรังสีแอลฟา | 5 | รังสีแกมมาไม่สามารถทะลุทะลวงแผ่นกระดาษได้ รังสีบีตาไม่สามารถทะลุทะลวงแผ่นอะลูมิเนียมได้ รังสีแอลฟาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไม่มีประจุมีอำนาจการทะลุทะลวงสูงสุด ต้องใช้คอนกรีตหนาเป็นเครื่องกำบัง | 3 |
| | | รังสีแกมมา รังสีแอลฟา และรังสีบีตา | 5 | รังสีแอลฟาไม่สามารถทะลุทะลวงแผ่นกระดาษได้ รังสีบีตาไม่มีสมบัติเหมือนโปรตรอนไม่สามารถทะลุทะลวงผ่านโลหะบางได้ รังสีแกมมามีอำนาจการทะลุทะลวงสูงสุดต้องใช้ตะกั่วหนาเป็นเครื่องกำบัง | 2 |
| | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและ ไม่ตอบ | 10 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 15 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มีเนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|---|--|------------------------|---------|--|---------|
| 32 | การคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี | ถ้าเริ่มต้นมีสารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งอยู่ 48 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 1 วัน จะเหลือสารนี้ 0.75 กรัม สารกัมมันตรังสีชนิดนี้มีครึ่งชีวิตเป็นเท่าใด | มีครึ่งชีวิต 4 ชั่วโมง | 25 | สารนี้เหลือ 0.75 กรัม จากเริ่มต้น 48 กรัม แสดงว่า เวลาผ่านไป 6 ครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังนั้นสารกัมมันตรังสีชนิดนี้จึงมีครึ่งชีวิต 4 ชั่วโมง | 22 |
| | | | มีครึ่งชีวิต 6 ชั่วโมง | 5 | สารนี้เหลือ 0.75 กรัม จากเริ่มต้น 48 กรัม แสดงว่า เวลาผ่านไป 4 ครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังนั้นสารกัมมันตรังสีชนิดนี้จึงมีครึ่งชีวิต 6 ชั่วโมง | 3 |
| | | | มีครึ่งชีวิต 8 ชั่วโมง | 3 | สารนี้เหลือ 0.75 กรัม จากเริ่มต้น 48 กรัม แสดงว่า เวลาผ่านไป 3 ครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังนั้นสารกัมมันตรังสีชนิดนี้จึงมีครึ่งชีวิต 8 ชั่วโมง | 1 |

| ชื่อ มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|---------------|-------|---------------------------|---------|---|---------|
| | | มีครึ่งชีวิต 2 ชั่วโมง | 2 | สารนี้เหลือ 0.75 กรัม จากเริ่มต้น 48 กรัม แสดงว่า เวลาผ่านไป 12 ครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ดังนั้นสารกัมมันตรังสีชนิดนี้จึงมีครึ่งชีวิต 2 ชั่วโมง | 1 |
| | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 15 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 23 |
| | | ไม่ตอบ | | | |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มิโนัตสัน | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|---|---|--------|---------|--|---------|
| 33 | การคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี | Ra-88 มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 1,620 ปี เมื่อเวลาผ่านไป 4,860 ปี ตรวจพบปริมาณของ Ra-88 จำนวน 1 กรัม จงหามวลเริ่มต้นของ Ra-88 | 8 กรัม | 24 | Ra- Ra-88 เหลือ 1 กรัม มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 1,620 ปี แสดงว่าเวลาผ่านไป 3 ครึ่งชีวิต ใช้เวลา 4,860 ปี ดังนั้นมวลเริ่มต้น Ra-88 เริ่มต้น เท่ากับ 8 กรัม | 20 |
| | | | 3 กรัม | 3 | Ra-88 เหลือ 1 กรัม มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 1,620 ปี แสดงว่า เวลาผ่านไป 8 ครึ่งชีวิต ใช้เวลา 4,860 ปี ดังนั้นมวลเริ่มต้น Ra-88 เริ่มต้น เท่ากับ 3 กรัม | 2 |
| | | | 6 กรัม | 2 | Ra-88 เหลือ 1 กรัม มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 1,620 ปี แสดงว่า เวลาผ่านไป 3 ครึ่งชีวิต ใช้เวลา 4,860 ปี ดังนั้นมวลเริ่มต้น Ra-88 เริ่มต้น เท่ากับ 6 กรัม | 2 |

| ข้อ | มิโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|-----------|-------|---------------------------|---------|---|---------|
| | | | 0.33 กรัม | 2 | Ra-88 เหลือ 1 กรัม มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 1,620 ปี แสดงว่า เวลาผ่านไป 6 ครึ่งชีวิต ใช้เวลา 4,860 ปี ดังนั้นมวลเริ่มต้น Ra-88 เริ่มต้นเท่ากับ 0.33 กรัม | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 19 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 24 |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มีเนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|---|---|------------------|---------|---|---------|
| 34 | การคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี | ถ้าไอโซโทปกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งจำนวน 20 กรัม เวลาผ่านไป 20 วันพบว่าเหลืออยู่ 1.25 กรัม จงคำนวณหาครึ่งชีวิตของไอโซโทปนี้ | ครึ่งชีวิต 5 วัน | 18 | สารนี้เหลือ 1.25 กรัม จากเริ่มต้น 20 กรัม แสดงว่าเวลาผ่านไป 4 ครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นเวลา 20 วัน ดังนั้นสารกัมมันตรังสีชนิดนี้จึงมีครึ่งชีวิต 5 วัน | 15 |
| | | | ครึ่งชีวิต 4 วัน | 5 | สารนี้เหลือ 1.25 กรัม จากเริ่มต้น 20 กรัม แสดงว่าเวลาผ่านไป 5 ครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นเวลา 20 วัน ดังนั้นสารกัมมันตรังสีชนิดนี้จึงมีครึ่งชีวิต 4 วัน | 3 |
| | | | ครึ่งชีวิต 1 วัน | 2 | สารนี้เหลือ 1.25 กรัม จากเริ่มต้น 20 กรัม แสดงว่าเวลาผ่านไป 20 ครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นเวลา 20 วัน ดังนั้นสาร | 2 |

| ชื่อ | มีเนทส์คน | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|------|-----------|-------|---------------------------|---------|---|---------|
| | | | | | กัมมันตรังสีชนิดนี้จึงมีครึ่งชีวิต 1 วัน | |
| | | | ครึ่งชีวิต 20 วัน | 2 | สารนี้เหลือ 1.25 กรัม จากเริ่มต้น 20 กรัม แสดงว่าเวลาผ่านไป 1.25 ครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นเวลา 20 วัน ดังนั้นสารกัมมันตรังสีชนิดนี้จึงมีครึ่งชีวิต 20 วัน | 1 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 23 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 21 |
| | | | ไม่ตอบ | | | |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|----------------------------------|--|---------------------------|---------|---|---------|
| 35 | การใช้ประโยชน์ของสารกัมมันตรังสี | นักโบราณคดีขุดค้นพบซากสิ่งมีชีวิตต้องใช้สารใดในการตรวจหาอายุซากดึกดำบรรพ์ | คาร์บอน-14 | 28 | เป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด | 23 |
| | | | คาร์บอน-12 | 7 | เป็นธาตุที่มีจำนวนมากที่สุดในธรรมชาติ | 6 |
| | | | ยูเรเนียม-235 | 5 | วิเคราะห์ห้องศพประกอบได้หลากหลาย | 3 |
| 36 | การใช้ประโยชน์ของสารกัมมันตรังสี | รักษาโรคมะเร็งเพื่อทำลายสารพันธุกรรมของเซลล์มะเร็ง สารกัมมันตรังสีใดที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เหมือนกับโคบอลต์-60 | รังสีแกมมา, เรเดียม-226 | 21 | ตรงเข้าทำลายสารพันธุกรรมภายในเซลล์มะเร็ง | 18 |
| | | | คาร์บอน-14 | 2 | สามารถเห็นรายละเอียดของเซลล์ต่าง ๆ ได้ชัดเจน | 3 |
| | | | โพสฟอรัส-32 | 3 | สามารถทำลายเนื้อเยื่อได้ | 5 |
| | | | ยูเรเนียม-238 | 5 | มีอำนาจการทะลุทะลวงสูง | 9 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 7 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 16 |
| | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 19 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 16 | | |

ตาราง (ต่อ)

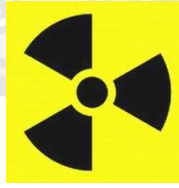
| ชื่อ | มิเนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|---|--------------------------------|--|--|---------|--|---------|
| 37 | อันตรายจากธาตุ กัมมันตรังสี | กานดาปฏิบัติงานทางรังสีและ สวมอุปกรณ์ป้องกัน ขณะพักได้ รับประทานอาหารในห้องฉายรังสี กานดาปฏิบัติเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร | ไม่เหมาะสม เพราะในห้องมี รังสีตกค้างอยู่ เหมาะสม เพราะสวม อุปกรณ์ ป้องกันแล้ว เหมาะสม เพราะในห้องยัง ไม่ได้มีการฉายรังสี ไม่เหมาะสม เพราะยังสวม อุปกรณ์ป้องกันอยู่ | 30 | สารกัมมันตรังสี เข้าสู่ร่างกายได้ ไม่ว่าจะเป็นทางการหายใจ การ กิน หรือการสัมผัสทางผิวหนัง สารกัมมันตรังสีที่ปลดปล่อย ออกมาไม่สามารถผ่านเข้าไปใน เนื้อเยื่อของร่างกายได้เนื่องจาก สวมอุปกรณ์ป้องกันอยู่ เมื่อเปิดเครื่องฉายรังสีสาร กัมมันตรังสีไม่สามารถแผ่ ออกมาได้ สารกัมมันตรังสีไม่มีวันหมดอายุ ไม่สามารถกำจัดให้หมดไปได้ อาจจะยังคงค้างอยู่ | 23 |
| <p>ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ 10</p> <p>ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ 12</p> | | | | | | |

ตาราง (ต่อ)

| ข้อ | มิโนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|-----|----------------------|---|---|---------|--|---------|
| 38 | อันตรายจากอุบัติเหตุ | การได้รับรังสีในระยะยาวส่งผลกระทบต่อพันธุกรรมของมนุษย์หรือไม่ อย่างไร | ส่งผลให้เกิดการกลายพันธุ์ | 23 | ทำให้เกิดความเสียหายทางพันธุกรรมในเซลล์สืบพันธุ์ | 21 |
| | กัมมันตรังสี | | ส่งผลให้เซลล์ผิดปกติ | 5 | ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของเนื้อเยื่อต่างๆในร่างกาย | 5 |
| | | | ส่งผลให้เกิดระบบภูมิคุ้มกันบกพร่อง | 3 | การทำงานของร่างกายผิดปกติ ติดเชื้อต่างๆได้ง่าย | 3 |
| | | | ไม่มีผลต่อร่างกายทารกับรังสีได้ปริมาณน้อย | 2 | รังสีจะค่อยๆสลายไปไม่ส่งผลไปสู่รุ่นลูกหลาน | 2 |
| | | | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 17 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 19 |

ตาราง (ต่อ)

| ชื่อ | มีเนทัศน์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|------|----------------------------|--|---|---------|--|---------|
| 39 | อันตรายจากธาตุกัมมันตรังสี | หากนักเรียนพบอุปกรณ์ที่มีสัญลักษณ์ดังกล่าวติดอยู่ที่กองขยะหลังบริเวณท้ายหมู่บ้านนักเรียนควรทำอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด | แจ้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้เข้ามาดำเนินการกำจัดต่อไป ติดป้ายเตือนให้ผู้คนหลีกเลี่ยงบริเวณนั้น นำไปทิ้งให้ไกลผู้คนเพื่อไม่ให้เป็นอันตรายกับผู้อื่น นำไปฝังกลบให้ลึกที่สุดเพื่อป้องกันอันตราย | 27 | เป็นป้ายเตือนอันตรายจากกัมมันตภาพรังสี | 26 |
| | | | | 11 | เป็นป้ายเตือนวัตถุอันตราย | 8 |
| | | | | 5 | เป็นป้ายเตือนอันตรายจากไฟฟ้ | 4 |
| | | | | 4 | เป็นป้ายเตือนอันตรายจากสารเคมี | 2 |
| | | | | 3 | ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 10 |



ตาราง (ต่อ)

| ชื่อ | มิเนทซ์น์ | คำถาม | คำตอบ | ความถี่ | เหตุผล | ความถี่ |
|------|----------------------------------|--|---|---------|---|---------|
| 40 | อันตรารายจากธาตุ กัมมันตรังสี | ห้องทำการฉายรังสี X-ray สำหรับถ่ายภาพเพื่อการ วินิจฉัยโรค ควรใช้วัสดุใดในการ ทำผนังและประตูจึงจะเหมาะสม ที่สุด | คอนกรีตและตะกั่วที่มีความ หนาแน่นมาก คอนกรีตและเหล็กที่มีความ หนาแน่นมาก อิฐและอะลูมิเนียมที่มีความ หนาแน่นมาก ยิปซัมและกระเบื้องที่มีความ หนาแน่นมาก ตอบไม่เกี่ยวข้องและไม่ตอบ | 20 | รังสี X-ray มีพลังงานมาก มีอำนาจทะลุทะลวงสูง กันแสงเรืองแสงที่ออกมา จากการฉายรังสี X-ray ป้องกันแสงสว่างจาก ภายนอกเข้ามาทำให้การ วินิจฉัยผิดพลาดได้ เพื่อความเป็นส่วนตัวของผู้ เข้ารับการรักษา ตอบไม่เกี่ยวข้องและ ไม่ตอบ | 24 |

หมายเหตุ

1. คำตอบที่เป็นตัวเอียงหมายถึงคำตอบที่ถูกต้อง
2. ความถี่หมายถึงจำนวนนักเรียนที่ตอบในคำตอบนั้น

1.2 ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้นำผลสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ มาสร้างเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี มีจำนวนข้อสอบทั้งสิ้น 40 ข้อ

ลักษณะของแบบทดสอบประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 คือ คำตอบของคำถาม (A tier) เป็นส่วนที่วัดความรู้ในเนื้อหา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และ อีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวลวงที่แสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งได้มาจากคำตอบที่ผิดและมีความถี่มากที่สุด 3 ลำดับแรกของแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ

ส่วนที่ 2 ระดับความมั่นใจในคำตอบของคำถาม (CA Tier) ประกอบด้วย 4 ตัวเลือก คือ ไม่มั่นใจมาก ไม่มั่นใจ มั่นใจ และมั่นใจมาก

ส่วนที่ 3 คือ เหตุผลของคำตอบ (R tier) เป็นส่วนที่วัดอธิบายความรู้ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และอีก 3 ตัวเลือก จะเป็นตัวลวงที่เป็นตัวลวงแสดงถึงเหตุผลที่เข้าใจคลาดเคลื่อนซึ่งได้มาจากเหตุผลที่ผิดและมีความถี่มากที่สุด 3 ลำดับแรกของแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ

ส่วนที่ 4 คือ ระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ (CR Tier) ประกอบด้วย 4 ตัวเลือก คือ ไม่มั่นใจมาก ไม่มั่นใจ มั่นใจ และมั่นใจมาก

ตัวอย่างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แสดงรายละเอียดดังภาพ 4 และผู้วิจัยได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แสดงดังภาคผนวก ข

แบบทดสอบวินิจฉัยแบบทดสอบที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รหัสประจำตัวสอบ.....รหัสโรงเรียน.....

วัตถุประสงค์

แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

- ข้อสอบฉบับนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คำถาม และส่วนที่ 2 คำตอบและเหตุผลของคำตอบ
- ให้นักเรียนตอบคำถาม และระบุเหตุผลของคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว พร้อมทั้งระบุระดับความมั่นใจของคำตอบและเหตุผลของคำตอบ

1. สิ่งที่ยกให้ทราบว่ามีปฏิกริยาเคมีเกิดขึ้นได้ช้าหรือเร็ว คืออะไร

| การตอบระดับคำตอบ | | ระดับความมั่นใจของคำตอบ | |
|--|------------------------------|--------------------------|--------------|
| ก. อัตราเร็ว | ข. เวลาในการเกิดปฏิกริยาเคมี | 1) ไม่มั่นใจมาก | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ความเข้มข้นของสารตั้งต้น | ง. อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี | 3) มั่นใจ | 4) มั่นใจมาก |
| การตอบระดับเหตุผล | | ระดับความมั่นใจของเหตุผล | |
| ก. ปฏิกริยาเคมีใช้เวลาากจะเกิดขึ้นได้ช้า เวลานั้นจะเกิดได้เร็ว | | 1) ไม่มั่นใจมาก | |
| ข. อัตราการเกิดปฏิกริยาเป็นการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารในปฏิกริยาเคมีต่อหนึ่งหน่วยเวลา | | 2) ไม่มั่นใจ | |
| ค. ในระหว่างเกิดปฏิกริยาความเข้มข้นของสารมีผลให้ปฏิกริยาเกิดเร็วหรือช้า | | 3) มั่นใจ | |
| ง. เมื่อเกิดผลิตภัณฑ์เร็ว ปฏิกริยาเกิดเร็ว | | 4) มั่นใจมาก | |

ภาพ 4 ตัวอย่างเครื่องมือ แบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับ

ตอนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นำแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาพิจารณาเพื่อแก้ไขปรับปรุงสำนวนการเขียนข้อสอบพบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและมโนทัศน์ของแบบทดสอบ (IOC) อยู่ ระหว่าง 0.60 - 1.00 จากนั้นนำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 50 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพรายข้อ ด้านความยาก (P) อำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ และ วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ แสดงรายละเอียดดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกชั้นเหตุผลและชั้นคำตอบ เพื่อหาคุณภาพรายข้อ

| ข้อ | ชั้นคำตอบ (A tier) | | | ชั้นเหตุผล(A tier) | | | ข้อสรุป |
|-----|--------------------|-----------|-------------------------------------|--------------------|------|--------------------------------------|---------|
| | P | r | แปลผล | P | r | แปลผล | |
| 1 | 0.42 | 0.38 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.38 | 0.31 | ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |
| 2 | 0.5 | 0.38 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.38 | 0.31 | ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |
| 3 | 0.5 | 0.23 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.69 | 0.62 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง | ตัดไว้ |
| 4 | 0.58 | 0.69 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง | 0.58 | 0.69 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง | ตัดไว้ |
| 5 | 0.38 | 0.31 | ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.38 | 0.15 | ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ | ตัดทิ้ง |
| 6 | 0.58 | 0.38 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.58 | 0.54 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | ตัดไว้ |
| 7 | 0.54 | 0.31 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.5 | 0.38 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |
| 8 | 0.77 | 0.31 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.73 | 0.23 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |
| 9 | 0.73 | 0.38 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.65 | 0.23 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |
| 10 | 0.77 | 0.31 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.62 | 0.62 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง | ตัดไว้ |
| 11 | 0.96 | 0.08 | ง่ายมาก อำนาจจำแนกต่ำ | 0.58 | 0.54 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | ตัดทิ้ง |
| 12 | 0.58 | 0.54 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | 0.27 | 0.23 | ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |
| 13 | 0.27 | - 0.23 | ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกใช้ไม่ได้ | 0.23 | 0 | ค่อนข้างยาก ไม่มีอำนาจจำแนก | ตัดทิ้ง |
| 14 | 0.54 | 0.31 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.54 | 0.46 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | ตัดไว้ |

| ข้อ | ขั้นคำตอบ (A tier) | | | ขั้นเหตุผล(A tier) | | | ข้อสรุป |
|-----|--------------------|-----------|---------------------------------------|--------------------|------|---------------------------------------|---------|
| | P | r | แปลผล | P | r | แปลผล | |
| 15 | 0.35 | 0.69 | ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง | 0.31 | 0.62 | ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง | ตัดไว้ |
| 16 | 0.62 | 0.62 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง | 0.69 | 0.46 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | ตัดไว้ |
| 17 | 0.69 | 0.31 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.62 | 0.46 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | ตัดไว้ |
| 18 | 0.46 | 0.62 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง | 0.58 | 0.38 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |
| 19 | 0.38 | - 0.15 | ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกใช้ไม่ได้ | 0.38 | 0 | ค่อนข้างยาก ไม่มีอำนาจจำแนก | ตัดทิ้ง |
| 20 | 0.62 | 0.62 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง | 0.38 | 0.62 | ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกสูง | ตัดไว้ |
| 21 | 0.62 | 0.62 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง | 0.62 | 0.77 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกสูง | ตัดไว้ |
| 22 | 0.5 | 0.38 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.69 | 0 | ค่อนข้างง่าย ไม่มีอำนาจจำแนก | ตัดทิ้ง |
| 23 | 0.46 | 0.31 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.38 | 0.46 | ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | ตัดไว้ |
| 24 | 0.54 | 0.46 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | 0.42 | 0.38 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |
| 25 | 0.54 | 0.46 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | 0.5 | 0.69 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง | ตัดไว้ |
| 26 | 0.42 | 0.38 | ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกปานกลาง | 0.58 | 0.38 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |
| 27 | 0.5 | 0.08 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกต่ำ | 0.54 | 0.15 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ | ตัดทิ้ง |
| 28 | 0.73 | 0.54 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | 0.54 | 0.77 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกสูง | ตัดไว้ |
| 29 | 0.65 | 0.08 | ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกต่ำ | 0.5 | 0.54 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | ตัดทิ้ง |

| ข้อ | ขั้นคำตอบ (A tier) | | | ขั้นเหตุผล(A tier) | | | ข้อสรุป |
|-----|--------------------|------|--------------------------------------|--------------------|------|--------------------------------------|---------|
| | P | r | แปลผล | P | r | แปลผล | |
| 30 | 0.54 | 0.46 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | 0.65 | 0.23 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |
| 31 | 0.65 | 0.23 | ค่อนข้างง่าย อำนาจ จำแนกปานกลาง | 0.35 | 0.23 | ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |
| 32 | 0.46 | 0.15 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ | 0.23 | 0.15 | ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ | ตัดทิ้ง |
| 33 | 0.38 | 0.46 | ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | 0.42 | 0.23 | ยากปานกลาง อำนาจ จำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |
| 34 | 0.38 | 0.46 | ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | 0.46 | 0.31 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |
| 35 | 0.62 | 0.31 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.65 | 0.23 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |
| 36 | 0.65 | 0.23 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.38 | 0.31 | ค่อนข้างยาก อำนาจ จำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |
| 37 | 0.85 | 0.15 | ง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ | 0.69 | 0.31 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง | ตัดทิ้ง |
| 38 | 0.62 | 0.31 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.23 | 0.46 | ค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | ตัดไว้ |
| 39 | 0.81 | 0.23 | อำนาจจำแนกปานกลาง | 0.85 | 0.15 | ง่าย อำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ | ตัดทิ้ง |
| 40 | 0.58 | 0.54 | ยากปานกลาง อำนาจจำแนกค่อนข้างสูง | 0.62 | 0.31 | ค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกปานกลาง | ตัดไว้ |

จากตาราง 10 พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 50 คน ในระดับคำตอบ (A tier) มีค่าความยากตั้งแต่ 0.23-0.96 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ -0.23 – 0.77 ค่าความยากเฉลี่ยทั้งฉบับ 0.57 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยทั้งฉบับ 0.37 ในขั้นเหตุผล (R tier) มีค่าความยากตั้งแต่ 0.23-0.85 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0 – 0.77 ค่าความยากเฉลี่ยทั้งฉบับ 0.51 ค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยทั้งฉบับ 0.37

ผู้วิจัยจึงทำการตัดข้อสอบที่ไม่เป็นตามเกณฑ์ออก จำนวน 10 ข้อ ได้แก่ ข้อ 5,11,13,19,22,27,29,32,37,39 ทำให้เหลือข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ

ตาราง 11 แสดงค่าสถิติต่าง ๆ ของแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์

| IOC | ชั้นคำตอบ | | | ชั้นเหตุผล | | |
|-----------|-----------|-----------|-------|------------|-----------|-------|
| | P | r | KR 20 | P | r | KR 20 |
| 0.60-1.00 | 0.35-0.77 | 0.23-0.69 | 0.80 | 0.23-0.73 | 0.23-0.77 | 0.83 |

จากตาราง 11 พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีค่าสถิติต่าง ๆ ของแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ ระหว่าง 0.60 - 1.00 ในระดับคำตอบ (A tier) มีค่าความยาก ตั้งแต่ 0.35-0.77 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23-0.77 ค่าความเชื่อมั่น (KR 20) เท่ากับ 0.80 และใน ระดับเหตุผล (R tier) มีค่าความยากตั้งแต่ 0.23-0.73 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.23-0.77 ค่าความเชื่อมั่น (KR 20) เท่ากับ 0.83

ตอนที่ 3 ผลการแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้แปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนตามกลุ่มแนวคิด ตามกลุ่มแนวคิดทั้ง 4 กลุ่ม คือกลุ่ม มโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ (NCK) กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) และกลุ่มขาดความรู้ (LK) ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแนวคิด

| ข้อ | กลุ่มแนวคิด | | | |
|-----|--------------------------------|--|--|-------------------------|
| | มโนทัศน์ที่ สมบูรณ์ (SK) | กลุ่มขาดความ มั่นใจในความรู้ (NCK) | กลุ่มมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน (M) | กลุ่มขาดความรู้ (LK) |
| 1 | 23 | 31 | 205 | 96 |
| | (6.48) | (8.73) | (57.75) | (27.04) |
| 2 | 14 | 22 | 114 | 205 |
| | (3.94) | (6.20) | (32.11) | (57.75) |
| 3 | 59 | 29 | 148 | 119 |
| | (16.62) | (8.17) | (41.69) | (33.52) |

| ข้อ | กลุ่มแนวคิด | | | |
|-----|--------------------------------|--|--|-------------------------|
| | มโนทัศน์ที่ สมบูรณ์ (SK) | กลุ่มขาดความ มั่นใจในความรู้ (NCK) | กลุ่มมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน (M) | กลุ่มขาดความรู้ (LK) |
| 4 | 60 (16.90) | 39 (10.99) | 135 (38.03) | 121 (34.08) |
| 5 | 19 (5.35) | 30 (8.45) | 109 (30.70) | 197 (55.49) |
| 6 | 6 (1.69) | 26 (7.32) | 118 (33.24) | 205 (57.75) |
| 7 | 58 (16.34) | 43 (12.11) | 128 (36.06) | 126 (35.49) |
| 8 | 45 (12.68) | 20 (5.63) | 184 (51.83) | 106 (29.86) |
| 9 | 19 (5.35) | 34 (9.58) | 83 (23.38) | 219 (61.69) |
| 10 | 59 (16.62) | 29 (8.17) | 144 (40.56) | 123 (34.65) |
| 11 | 37 (10.42) | 86 (24.23) | 147 (41.41) | 85 (23.94) |
| 12 | 18 (5.07) | 12 (3.38) | 161 (45.35) | 164 (46.20) |
| 13 | 46 (12.96) | 18 (5.07) | 166 (46.76) | 125 (35.21) |
| 14 | 39 (10.99) | 36 (10.14) | 113 (31.83) | 167 (47.04) |
| 15 | 27 (7.61) | 41 (11.55) | 123 (34.65) | 164 (46.20) |
| 16 | 34 (9.58) | 23 (6.48) | 156 (43.94) | 142 (40.00) |

| ข้อ | กลุ่มแนวคิด | | | |
|-----|--------------------------------|--|--|-------------------------|
| | มโนทัศน์ที่ สมบูรณ์ (SK) | กลุ่มขาดความ มั่นใจในความรู้ (NCK) | กลุ่มมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน (M) | กลุ่มขาดความรู้ (LK) |
| 17 | 39 (10.99) | 29 (8.17) | 150 (42.25) | 137 (38.59) |
| 18 | 33 (9.30) | 28 (7.89) | 141 (39.72) | 153 (43.10) |
| 19 | 38 (10.70) | 19 (5.35) | 150 (42.25) | 148 (41.69) |
| 20 | 28 (7.89) | 14 (3.94) | 121 (34.08) | 192 (54.08) |
| 21 | 39 (10.99) | 43 (12.11) | 156 (43.94) | 117 (32.96) |
| 22 | 70 (19.72) | 21 (5.92) | 156 (43.94) | 108 (30.42) |
| 23 | 36 (10.14) | 26 (7.32) | 166 (46.76) | 127 (35.77) |
| 24 | 30 (8.45) | 34 (9.58) | 157 (44.23) | 134 (37.75) |
| 25 | 32 (9.01) | 23 (6.48) | 149 (41.97) | 151 (42.54) |
| 26 | 30 (8.45) | 33 (9.30) | 136 (38.31) | 156 (43.94) |
| 27 | 49 (13.80) | 19 (5.35) | 157 (44.23) | 130 (36.62) |
| 28 | 16 (4.51) | 20 (5.63) | 193 (54.37) | 126 (35.49) |
| 29 | 8 (2.25) | 12 (3.38) | 191 (53.80) | 144 (40.56) |

| ข้อ | กลุ่มแนวคิด | | | |
|-----|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| | มโนทัศน์ที่ สมบูรณ์ | กลุ่มขาดความ มั่นใจในความรู้ | กลุ่มมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน | กลุ่มขาดความรู้ (LK) |
| | (SK) | (NCK) | (M) | |
| 30 | 28 (7.89) | 47 (13.24) | 144 (40.56) | 136 (38.31) |
| รวม | 1,039 (9.76) | 887 (8.33) | 4,401 (41.32) | 4,323 (40.59) |

หมายเหตุ: ตัวเลขในวงเล็บ คือ ร้อยละการตอบของนักเรียน

จากตาราง 12 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามกลุ่มแนวคิด พบว่า ในแบบทดสอบวินิจฉัยยี่ระดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 41.32 รองลงมา คือ กลุ่มขาดความรู้ ร้อยละ 40.59 อันดับที่ 3 คือ กลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ ร้อยละ 9.76 และอันดับสุดท้าย คือ กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ ร้อยละ 8.33 ตามลำดับ และเมื่อศึกษาเป็นรายข้อพบว่า

ข้อที่ 1 มโนทัศน์อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่าในภาพรวมมากที่สุด คือ นักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M) มีจำนวน 205 คน คิดเป็นร้อยละ 57.75 รองลงมา คือ นักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 96 คน คิดเป็นร้อยละ 27.04

ข้อที่ 2 มโนทัศน์อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่าในภาพรวมมากที่สุด คือ นักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 205 คน คิดเป็นร้อยละ 57.75 รองลงมา คือ นักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M) มีจำนวน 94 คน คิดเป็นร้อยละ 32.11

ข้อที่ 3 มโนทัศน์การเขียนและดุลสมการเคมี พบว่าในภาพรวมมากที่สุด คือ นักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M) มีจำนวน 148 คน คิดเป็นร้อยละ 41.69 รองลงมา คือ นักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 119 คน คิดเป็นร้อยละ 33.52

ข้อที่ 4 มโนทัศน์การเขียนและดุลสมการเคมี พบว่าในภาพรวมมากที่สุด คือ นักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M) มีจำนวน 135 คน คิดเป็นร้อยละ 38.03 รองลงมา คือ นักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 121 คน คิดเป็นร้อยละ 34.08

ข้อที่ 25 มโนทัศน์การคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี พบว่าในภาพรวมมากที่สุด คือ นักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 151 คน คิดเป็นร้อยละ 42.54 รองลงมา คือ นักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M) มีจำนวน 149 คน คิดเป็นร้อยละ 41.97

ข้อที่ 26 มโนทัศน์การคำนวณครึ่งชีวิตและปริมาณของสารกัมมันตรังสี พบว่าในภาพรวมมากที่สุด คือ นักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 156 คน คิดเป็นร้อยละ 43.94 รองลงมา คือ นักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M) มีจำนวน 136 คน คิดเป็นร้อยละ 38.31

ข้อที่ 27 มโนทัศน์การใช้ประโยชน์ของสารกัมมันตรังสี พบว่าในภาพรวมมากที่สุด คือ นักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M) มีจำนวน 157 คน คิดเป็นร้อยละ 44.23 รองลงมา คือ นักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 130 คน คิดเป็นร้อยละ 36.62

ข้อที่ 28 มโนทัศน์การใช้ประโยชน์ของสารกัมมันตรังสี พบว่าในภาพรวมมากที่สุด คือ นักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M) มีจำนวน 193 คน คิดเป็นร้อยละ 54.37 รองลงมา คือ นักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 126 คน คิดเป็นร้อยละ 35.49

ข้อที่ 29 มโนทัศน์อันตรายจากธาตุกัมมันตรังสี พบว่าในภาพรวมมากที่สุด คือ นักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M) มีจำนวน 191 คน คิดเป็นร้อยละ 53.80 รองลงมา คือ นักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 144 คน คิดเป็นร้อยละ 40.56

ข้อที่ 30 มโนทัศน์อันตรายจากธาตุกัมมันตรังสี พบว่าในภาพรวมมากที่สุด คือ นักเรียนกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M) มีจำนวน 144 คน คิดเป็นร้อยละ 40.56 รองลงมา คือ นักเรียนกลุ่มขาดความรู้ (LK) มีจำนวน 136 คน คิดเป็นร้อยละ 38.31

เมื่อพิจารณาเป็นรายกลุ่ม พบว่า นักเรียนอยู่ในกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดในข้อที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 57.75 ข้อสอบที่นักเรียนอยู่ในกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน(M) มีทั้งหมด 20 ข้อ นักเรียนอยู่ในกลุ่มขาดความรู้มากที่สุดในข้อที่ 9 คิดเป็นร้อยละ 61.69 นักเรียนอยู่ในกลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้มากที่สุดในข้อที่ 11 คิดเป็นร้อยละ 24.23 และนักเรียนอยู่ในกลุ่มมีมโนทัศน์ที่สมบูรณ์มากที่สุดในข้อที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 16.90

บทที่ 5

บทสรุป

การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย และอภิปรายผลได้ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีขอบเขตของเนื้อหาตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) จัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งสามารถวัดระดับความรู้ของนักเรียนได้ จากการนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุง แก้ไขและพัฒนาการเรียนของนักเรียนได้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยประกอบด้วย 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 คือ ระดับคำตอบ (A tier) เป็นส่วนที่วัดความรู้ในเนื้อหา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และ อีก 3 ตัวเลือกจะเป็นตัวลวง ที่แสดงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

ส่วนที่ 2 คือ ระดับความมั่นใจในคำตอบ (CA tier) ประกอบด้วย 4 ระดับ คือ ไม่มั่นใจมาก ไม่มั่นใจ มั่นใจ และมั่นใจมาก

ส่วนที่ 3 คือ ระดับเหตุผล (R tier) เป็นส่วนที่อธิบายความรู้ มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดย 1 ตัวเลือกจะเป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง และอีก 3 ตัวเลือก จะเป็นตัวลวงที่แสดงเหตุผลของ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่อง ปฏิกิริยาเคมี

ส่วนที่ 4 คือ ระดับความมั่นใจในเหตุผล (CR tier) ประกอบด้วย 4 ระดับ คือ ไม่มั่นใจมาก ไม่มั่นใจ มั่นใจ และมั่นใจมาก

2. ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ข้อสอบมีคุณภาพผ่านเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ ได้ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์มีค่าสถิติต่าง ๆ ดังนี้

- 1.1 ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00
- 1.2 ความยากง่ายของแบบทดสอบ แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับมีค่าความยากง่าย ในระดับคำตอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.35-0.77 และระดับเหตุผลมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23-0.73
- 1.3 อำนาจจำแนก แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับมีค่าอำนาจจำแนก ในระดับคำตอบมีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.23-0.69 และระดับเหตุผลมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23-0.77
- 1.4 ความเชื่อมั่นที่หาค่าด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR 20) แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับมีค่าความเชื่อมั่น ในระดับคำตอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.80 และระดับเหตุผลมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ 0.83

3. ผลการศึกษาการแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนจากผลการทำแบบทดสอบวินิจฉัยฯ พบว่า ในภาพรวมนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ร้อยละ 41.32 รองลงมา คือ กลุ่มขาดความรู้ ร้อยละ 40.59 อันดับที่ 3 คือ กลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ ร้อยละ 9.76 และอันดับสุดท้าย คือ กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ ร้อยละ 8.33 ตามลำดับ โดยนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ มโนทัศน์อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

อภิปรายผล

จากการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับ วิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประเด็นสำคัญที่นำมาอภิปราย 2 ประเด็น ดังนี้

1. ผลการสร้างและตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นี้ ทำให้ครูผู้สอนทราบถึงจุดบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและก็จะได้นำมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้ไปศึกษาทำความเข้าใจและใช้เป็นข้อมูลสำหรับพัฒนาและปรับปรุงการสอน สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม เพื่อที่จะทำให้นักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ได้มากขึ้น สอดคล้องกับโชติกา ภาชีผล (2554) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดจุดด้อยของการเรียนรู้ที่เป็นปัญหาของผู้เรียน มุ่งตรวจสอบกลไกองค์ประกอบย่อยของกระบวนการสำคัญที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและซ่อมเสริม เฉกเช่นเดียวกับสุมานี กลิ่นพูน (2555) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อมุ่งค้นหาจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนวิชาต่าง ๆ เป็นรายบุคคล พร้อมทั้งสามารถ ระบุสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อบกพร่องนั้น เพื่อนำไปสู่กระบวนการสอนซ่อมเสริมและเป็นแนวทางในการปรับปรุงทางการเรียนการสอนต่อไป และประกาย เครือเนตร (2558) กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งผลจากแบบทดสอบทำให้ครูทราบว่านักเรียนคนใดมีจุดบกพร่องในการเรียนเรื่องใด แล้วสามารถนำสาเหตุหรือจุดบกพร่องนั้น ๆ ไปเป็นแนวทางในการแก้ไขและจัดวิธีการสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด แบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีลักษณะเป็นแบบทดสอบหลายตัวเลือกสี่ระดับ ประกอบด้วยระดับคำตอบ ระดับความมั่นใจในคำตอบ ระดับเหตุผลของคำตอบ และระดับความมั่นใจในเหตุผลของคำตอบ โดยมีระดับความมั่นใจ 4 ระดับคือ มั่นใจมาก มั่นใจ ไม่มั่นใจ และไม่มั่นใจมาก แบบทดสอบนี้มีการพัฒนาตามขั้นตอนเริ่มจากการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์ในการเรียนรู้ จากนั้นเขียนเป็นแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนเพื่อมาวิเคราะห์ผล และพัฒนาเป็นตัววางของแบบทดสอบวินิจฉัย โดยได้มีการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนกับนักเรียนที่ได้เรียนเนื้อหาเรื่องนี้มาแล้ว โดยใช้แบบสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัยเพื่อค้นหามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนว่านักเรียนมี

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นแบบใดบ้าง จากนั้นคัดเลือกคำตอบและเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิด มาสร้างเป็นตัวลวงของคำถามในระดับที่ 1 และระดับที่ 3 ทำให้สามารถสร้างตัวเลือกในแบบทดสอบ ได้ง่ายขึ้น สอดคล้องกับธนบดี อินทาทกรวด (2560) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ไว้เป็น 3 กระบวนการ ดังนี้ 1) กระบวนการวางแผนการวินิจฉัย โดยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์ของการวินิจฉัย 2) กระบวนการสำรวจมโนทัศน์ เป็นกระบวนการเพื่อค้นหารูปแบบ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งสามารถรวบรวมข้อมูลได้ทั้งการสังเกต สัมภาษณ์ หรือการทดสอบด้วย แบบสอบถามที่สร้างขึ้น แบบสอบถามอาจเป็นแบบสอบถามปลายเปิด หรือแบบสอบถามเลือกตอบที่ให้นักเรียนให้เหตุผลการตอบด้วยการเขียนอย่างอิสระ เป็นต้น 3) กระบวนการสร้าง และพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย เป็นกระบวนการที่นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจรูปแบบมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนมาเป็นฐานในการสร้างแบบสอบวินิจฉัย ทดลองใช้ ศึกษาคุณภาพของแบบสอบ และ พัฒนาให้เป็นแบบสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ เฉกเช่นเดียวกับงานวิจัยของ อีระวัฒน์ การะเกตุ (2561) ได้สรุปขั้นตอนสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ โดยวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญที่ ต้องการทดสอบ แบ่งทักษะหรือเนื้อหาเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือ สาระสำคัญ กำหนดตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถให้ครอบคลุม สร้างแบบทดสอบสำรวจ ที่มีจำนวนข้อ คำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้ นำไปทดสอบแล้วนำผลการ ตอบผิดมาสร้างเป็นตัวลวงของแบบทดสอบวินิจฉัย สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยใช้ข้อคำถามจาก แบบทดสอบสำรวจและสร้างตัวลวงจากคำตอบที่รวบรวมจากการตอบผิดของนักเรียน นำไปทดสอบ แล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น และวิเคราะห์หา จุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของภัสสุภา สุขสวัสดิ์ (2563) ได้ ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสี่ชั้นวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและ พลังงานสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 18 โดยมีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสี่ชั้นในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งาน และพลังงานสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยเริ่มจากการวิเคราะห์เนื้อหา สาระสำคัญ ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อนำไป สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จากนั้นนำผลที่ได้ จากการสำรวจมาวิเคราะห์เพื่อสร้างเป็นตัวลวงในแบบทดสอบวินิจฉัยจนได้ แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสี่ชั้นวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงานสำหรับ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นในด้านค่า ความยาก ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงตรง และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งสามารถแสดง ได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับที่สร้างขึ้นนี้เป็นข้อสอบที่สร้างจากมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของ นักเรียน ดังนั้นแบบทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับนี้จะเป็นเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามความมุ่ง หมาย

ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยระดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า แบบทดสอบฉบับสมบูรณ์มีค่าสถิติต่าง ๆ ดังนี้ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00 จะเห็นได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสูง แสดงได้ว่าสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด และครอบคลุมมโนทัศน์ที่กำหนด ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ ในขั้นคำตอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.35-0.77 และขั้นเหตุผลมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23-0.73 จะเห็นได้ว่า ความยากง่ายของแบบทดสอบพบว่า ในภาพรวมของแบบทดสอบมีทั้งข้อสอบทุกระดับทั้งข้อสอบง่าย ปานกลางและยาก ค่าอำนาจจำแนกในระดับคำตอบมีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.23-0.69 และระดับเหตุผลมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23-0.77 แสดงให้เห็นว่า อำนาจจำแนกของข้อสอบสามารถจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันได้บ้างจนถึงจำแนกได้ดี ค่าความเชื่อมั่นที่หาค่าด้วยวิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (KR20) ในระดับคำตอบมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ 0.80 และระดับเหตุผลมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ 0.83 จะเห็นได้ว่า ค่าความเชื่อมั่นมีค่าสูง แสดงให้เห็นว่าผลการตอบของกลุ่มตัวอย่างมีค่าคงที่ ซึ่งข้อสอบบางข้อผู้วิจัยได้ปรับปรุงข้อสอบเพิ่มเติมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญให้มีความเหมาะสมเพื่อที่จะนำแบบทดสอบไปค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความหลากหลาย ดังนั้นจึงต้องมีข้อสอบที่สามารถค้นหาคลาดเคลื่อนของนักเรียนที่มีความแตกต่างกันได้ แสดงว่าแบบทดสอบวินิจฉัยระดับที่สร้างขึ้นมีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของพิระพล จอมใจเหล็ก (2563) ที่ได้พัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยได้มีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบแบบทดสอบเป็นข้อสอบหลายตัวเลือกลำดับขั้น คือขั้นคำตอบ ขั้นเหตุผล ที่ต้องระบุความมั่นใจในแต่ละขั้น โดยตรวจสอบคุณภาพใน ด้านความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเชื่อมั่น และจำแนกกลุ่มแนวคิดและวิเคราะห์มโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนด้วยการวิเคราะห์จำนวน ร้อยละ และค่าเฉลี่ยของคะแนนระดับความมั่นใจ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาปทุมธานี จำนวน 1,080 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลการตรวจสอบคุณภาพพบว่าข้อสอบขั้นคำตอบและขั้นเหตุผลของคำตอบมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาสูง มีค่าความยากง่ายของแบบทดสอบทุกระดับทั้งข้อสอบง่าย ปานกลางและยาก ค่าอำนาจจำแนกบางข้อต่ำและมีค่าเป็นศูนย์เพราะว่าข้อสอบข้อนั้นค่อนข้างยากอาจเกิดจากนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาก และค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากแบบทดสอบวินิจฉัยนี้เป็นแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายหลายระดับ ทำให้ได้ผลการตอบของกลุ่ม

ตัวอย่างมีค่าไม่คงที่ และมีการปรับปรุงข้อสอบให้มีความเหมาะสมเพื่อที่จะนำแบบทดสอบไปค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Seyit Ahmet Kiray & Sena Simsek (2019) ได้ศึกษาการกำหนดและประเมินผลความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของครูวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความหนาแน่นโดยใช้การทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับ พบว่าการทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับมีการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นสูง โดยรวบรวมข้อมูลจากครูวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 470 คน ผู้สมัครจากเจ็ดมหาวิทยาลัยที่แตกต่างกันในตุรกี การทดสอบวินิจฉัยสี่ระดับที่พัฒนาขึ้นแสดงให้เห็นความเข้าใจผิดที่แตกต่างกัน 48 ประการ ผลการวิจัยพบว่าประมาณหนึ่งในสี่ของผู้สมัครเป็นครูวิทยาศาสตร์มีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับความหนาแน่นและอัตราส่วนของความเข้าใจผิดที่เกิดขึ้นหกประการมีมากกว่า 10% ดังนั้น แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สร้างขึ้นนั้นมีคุณภาพเนื่องจากการตรวจสอบคุณภาพแล้ว และสามารถนำไปใช้ศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถช่วยให้ครูผู้สอนสามารถจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนได้เพื่อที่จะนำข้อบกพร่องมาพัฒนานักเรียนต่อไป

2. ผลการแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี

ผลการแปลผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนโดยการจำแนกกลุ่มแนวคิดของนักเรียนที่ได้รับการทดสอบแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีการจำแนกกลุ่มแนวคิด ออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (SK) กลุ่มขาดความมั่นใจในความรู้ (NCK) กลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) และกลุ่มขาดความรู้ (LK) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (M) ซึ่งเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ไม่ถูกต้องหรือไม่ได้รับการยอมรับโดยทั่วไป แต่นักเรียนมีความมั่นใจในความรู้ในระดับสูง (Gurel, Eryilimaz และ Mcdermott, 2015) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากที่สุด คือ มโนทัศน์อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีว่าสิ่งที่บอกให้ทราบว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้ช้าหรือเร็ว คือ เวลาในการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยมีเหตุผลที่คลาดเคลื่อน คือ ใช้เวลามากจะเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นได้ช้า เวลายน้อยจะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้เร็ว โดยข้อเท็จจริง สิ่งที่บอกให้ทราบว่ามีปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้ช้าหรือเร็ว คือ อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นสิ่งที่บอกถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของสารในปฏิกิริยาเคมีต่อหนึ่งหน่วยเวลา ซึ่งวัดจากการลดลงของสารตั้งต้นหรือการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์ในหน่วยโมลหรือโมลาร์ต่อหนึ่งหน่วยเวลา (สถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,2562) สอดคล้องกับงานวิจัยของ มนตรี เชื้อพันธ์งาม (2543) ได้ศึกษา การวิเคราะห์ทัศนคติที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า มโนคติที่ นักเรียนคลาดเคลื่อนทางด้านเหตุผลมากที่สุด คือ เรื่อง ความหมายของอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และนักเรียนอยู่ในกลุ่มขาดความรู้ (LK)) สูงหลายมโนทัศน์ เช่น มโนทัศน์การคำนวณหาอัตราการ เกิดปฏิกิริยาเคมี มโนทัศน์ปฏิกิริยาเคมีที่พบในชีวิตประจำวัน เป็นต้น อาจเนื่องมาจากการที่นักเรียน ขาดความเข้าใจในเรื่องนั้น การนำเสนอข้อมูลหรือความหมายในบางเรื่องไม่ชัดเจนจากตำราเรียน วิธีการสอนของครู การสรุปความรู้ต่าง ๆ การเรียนรู้ในเนื้อหาในห้องเรียนแล้วเกิดความไม่เข้าใจ หรือ เรียนรู้ในเนื้อหาผ่านมาเป็นเวลานานแล้ว จากนั้นนักเรียนเกิดการละลาย ขาดทบทวนความรู้ จึงทำให้ เกิดการลืมเนื้อหา ความรู้มีจำกัดเนื่องจากไม่พยายามที่จะหาความรู้เพิ่มเติม หรือหาข้อเท็จจริง จนสั่ง สมเป็นเวลานานจนเป็นปัญหาในการเรียนรู้ที่ไม่สมบูรณ์ และเข้าใจว่าความรู้ที่มีอยู่นั้นเป็นความรู้ที่ ถูกต้องและพอเพียงแล้ว (พีระพล จอมใจเหล็ก,2563) อีกทั้งเนื้อหาเคมีมีความเป็นนามธรรมและมีความ ซับซ้อน ผู้เรียนส่วนใหญ่มักเห็นว่าวิชาเคมีเป็นวิชาที่เข้าใจยาก เนื่องจากเป็นวิชาที่ศึกษา เกี่ยวกับสสารและการเปลี่ยนแปลงของสารทั้งในระดับอะตอมหรือโมเลกุล ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ ด้วยตาเปล่า ดังนั้นจึงยากต่อการทำความเข้าใจ ผู้เรียนอาจเกิดความสับสนและไม่เข้าใจเนื้อหา (พัชร รัมพะยอม วิชัยดิษฐ,2558) ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ธีระวัฒน์ การะเกตุ (2561) ได้ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ลำดับขั้น เพื่อศึกษา มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความ มุ่งหมายเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกสี่ลำดับขั้น ในวิชา ชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รวมทั้งตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือก สี่ลำดับขั้น และศึกษาการจำแนกกลุ่มแนวคิดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา เรื่อง การ แบ่งเซลล์กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์รวม จำนวน 420 คน ในจังหวัดสมุทรปราการ ผลการจำแนกกลุ่มแนวคิดและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนใน วิชาชีววิทยา เรื่อง การแบ่งเซลล์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มขาดความรู้และกลุ่มที่มีมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hancer Ahmet Hakan; & Durkan(2008) ได้ ตรวจสอบแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ของนักเรียนเกรด 7 และ เกรด 8 ของ โรงเรียนในเมืองแอนการา(Ankara) ประเทศตุรกี จำนวน 2 โรงเรียน ปีการศึกษา 2004-2005 ภาค เรียนที่ 1 จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 287 คน โดยใช้แบบทดสอบที่มีแนวคิดเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ (Force and moment concept test) โดยเป็นแบบทดสอบเลือกตอบจำนวน 20 ข้อ ผลการ ตรวจสอบพบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในเรื่องของแรงและการเคลื่อนที่ไม่แตกต่างกัน อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติ เช่น นักเรียนจะเข้าใจว่าเมื่อให้แรงที่คงตัวไปกระทำกับวัตถุอย่างสม่ำเสมอ วัตถุ จะมีความเร็วคงตัว และถ้าหยุดให้แรงที่กระทำกับวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่ช้าลงจนหยุด

การเคลื่อนที่ในที่สุด, วัตถุที่ไม่เคลื่อนที่แสดงว่าไม่มีแรงใด ๆ มากระทำกับวัตถุ เป็นต้น ทั้งนี้การที่นักเรียนมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนมีสาเหตุเนื่องมาจาก นักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีดั้งเดิม ซึ่งนักเรียนใช้วิธีการจำในแนวคิดโดยไม่ได้เรียนรู้ในเชิงลึก อีกทั้งครูผู้สอนไม่ได้ทำการสำรวจแนวคิดดั้งเดิมของนักเรียนก่อนการทำการสอน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. เนื่องจากแบบทดสอบวินิจฉัยมีระดับยังไม่เป็นที่แพร่หลาย ครูผู้สอนจะต้องศึกษาทำความเข้าใจและอธิบายนักเรียนให้ชัดเจน เพื่อที่นักเรียนจะสามารถตอบแบบทดสอบได้ครบถ้วนและถูกต้อง
2. เนื่องจากแบบทดสอบวินิจฉัยมีระดับเป็นข้อสอบที่ไม่จำกัดเวลาในการตอบ ครูจึงควรให้เวลานักเรียนในการทำข้อสอบ เพื่อที่จะได้ผลการวินิจฉัยบนทัศนคติที่คลาดเคลื่อนได้ถูกต้อง
3. ครูผู้สอนสามารถนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้ โดยแบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนี้จะเป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการตรวจสอบสาเหตุ ข้อบกพร่องในการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ความเข้าใจที่ถูกต้อง หรือเพื่อเป็นการสอนซ่อมเสริมเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างถูกต้อง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. สามารถนำผลการจำแนกกลุ่มแนวคิด ศึกษาลงรายละเอียดเพิ่มมากขึ้น โดยการทำการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่มีลักษณะที่เด่นชัดของนักเรียน และวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนได้ละเอียดและชัดเจนมากยิ่งขึ้น
2. ในการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ ค่าความยากและอำนาจจำแนก ควรพิจารณาการให้คะแนนให้ตอบถูกต้องทั้งระดับคำตอบและระดับเหตุผลเป็นไปในทิศทางเดียวกันจึงได้คะแนนในข้อนั้น
3. ควรพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการตรวจและวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนและสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันที เพื่อประหยัดเวลา ลดขั้นตอนการตรวจแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกระดับที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนได้



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- การศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2565). *จำนวนนักเรียนแยกชั้น เพศ ปีการศึกษา 2565.ภาคเรียน 1 สพม.* เพชรบูรณ์. สืบค้นจาก <https://portal.boppobec.info/obec65/publicareastat/00670001>
- เกษม สาหรัยทิพย์. *ระเบียบวิธีวิจัย*. นครสวรรค์ : โรงพิมพ์นิวเสรินคร, 2540. คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. (2545).
- โชติกา ภาชีผล. (2554). *การสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการวัดและประเมินผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 2)*. กรุงเทพฯ:คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนบดี อินทาดกรวด. (2561). *การเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับสี่ระดับ*. ครุศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระวัฒน์ การะเกตุ. (2561). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยหลายตัวเลือกลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วิชาชีววิทยา เรื่องการแบ่งเซลล์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาการวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ธีรวุฒิ เอกะกุล. (2543). *ระเบียบวิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ และสังคมศาสตร์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. อุดรราชธานี : สถาบันราชภัฏอุดรราชธานี.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาผู้เรียน*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- ปัทมาพร ณ น่าน. (2561). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสามชั้น วิชาฟิสิกส์ เรื่องแรงและกฎการเคลื่อนที่สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิจัย วัฒน และสถิติการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

- พัชรี ร่มพะยอม วิชัยดิษฐ. (2558). *ธรรมชาติของวิชาเคมีและการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับธรรมชาติของวิชา*. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว, 31(2), 187–189.
- พีระพล จอมใจเหล็ก. (2563). *การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยลำดับขั้นเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก ดาราศาสตร์และอวกาศสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภัสสุภา สุขสวัสดิ์. (2563). *การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบสี่ชั้นวิชาฟิสิกส์ เรื่อง งานและพลังงานสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิจัย วัสดุ และสถิติการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. (2543). *เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- เลิศบุษยา ไทยเจริญ. (2558). *การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน*. ครุศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันเพ็ญ คำเทศ. (2560). *มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์: ประเภทและเครื่องมือประเมิน*. วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.(น.54-64).มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช.
- วรรณิ แกมเกตุ.(2555). *วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวสี. (2556). *ทฤษฎีการสอบแบบดั้งเดิม*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริเดช สุชีวะ.(2537). *การพัฒนาวิธีวินิจฉัยสำหรับตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาคุชฎีบัณฑิต).ภาควิชาวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ(องค์การมหาชน). (2563). *รายงานประจำปี 2563*. สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ(องค์การมหาชน).<https://www.niets.or.th>.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ(องค์การมหาชน). (2564). *รายงานประจำปี 2564*. สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ(องค์การมหาชน).<https://www.niets.or.th>.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์กายภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสศ.

- สมจิตต์ ชัยพูน. (2551). การสอนซ่อมเสริมโดยใช้กิจกรรมเชิงบูรณาการเพื่อพัฒนาการอ่านออกเสียงภาษาไทยของนักเรียนชาวเขาชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 . มหาวิทยาลัยเชียงใหม่/เชียงใหม่.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2555). การวัดผลการศึกษา. กภาพสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สุพรรณษา หอมฤทธิ์. (2559). การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยสื่ลำดับขั้นเพื่อศึกษาแนวคิดที่คลาดเคลื่อนและการขาดความรู้เรื่อง แรงและกฎการเคลื่อนที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ (สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุมานี กลิ่นพูน. (2555). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง โจทย์ปัญหาเศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สุรเดช อนันตสวัสดิ์. (2560). การพัฒนาระบบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาเคมีโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยสามระดับ ร่วมกับการสะท้อนข้อมูลย้อนกลับด้วยคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4.ครุศาสตรมหาบัณฑิต,สาขากการวัดและประเมินผลการศึกษา.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรเดช อนันตสวัสดิ์. (2563). การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ เรื่อง พันธะเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย(ปีที่ 48 ฉบับที่ 2 น.230-300).จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรรถพล พลอยมีค่า และคณะ . (2563). แบบทดสอบวินิจฉัยสามลำดับขั้นเพื่อระบุมโนคติที่คลาดเคลื่อน เรื่อง สมดุลเคมี. การศึกษามหาบัณฑิต,สาขากการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา.มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- 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.
- Bloom, B. S. (1971). *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. McGraw-Hill.
- Brown D.E. (1992). *Using Examples and Analogies to Remediate Misconceptions in Physics : Factors Influencing Conceptual change*. Journal of research in Science Teaching, 17-34.
- Caleon, Imelda S, และ Subramaniam R. (2009). *Do Students Know What They Know and What They Don't Know? Using a Four-Tier Diagnostic Test to Assess the Nature of Students' Alternative Conceptions*. Res Sci Educ, 40, 313–337.

- Gurel, D. K. (2015). *A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students' Misconceptions in Science*. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology*, 11(5), 989 – 1008.
- Hancer Ahmet Hakan; & Durkan, N. (2008). *Turkish Pupils Understanding of Physical: Force And Movement*. *World Applied Sciences Journal*, 3(1), 45-50
- Seyit Ahmet Kiray. (2020). *Determination and Evaluation of the Science Teacher Candidates' Misconceptions About Density by Using Four-Tier Diagnostic Test*. *International Journal of Science and Mathematics Education* (2021),19:935–955.
- Treagust, D. F. (1988). *The development and use of diagnostic instruments to evaluate students' misconceptions in science*. *International Journal of Science Education*, 10, 159–16
- Seyit Ahmet Kiray¹ & Sena Simsek (2019), *Determination and Evaluation of the Science Teacher Candidates' Misconceptions About Density by Using Four-Tier Diagnostic Test*, *International Journal of Science and Mathematics Education* (2021), 935-955.





ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม



ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

มหาวิทยาลัยสุรินทร์

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ ดร. กฤษยาภาณุจณ์ โตพิทักษ์
อาจารย์มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญทางด้าน การวัดผลการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ดร. ณัฐกานต์ ประจัญบาน
อาจารย์มหาวิทยาลัยที่เชี่ยวชาญทางด้าน การวัดผลการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สกนธ์ชัย ชะนูนันท์
อาจารย์มหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญทางด้าน การสอนเนื้อหาเคมี
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
4. นางอารัญญา ปิ่นปิ่น
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนหล่มเก่าพิทยาคม
ครูประจำการที่มีความเชี่ยวชาญทางด้าน การสอนเนื้อหาเคมี
5. นายอนุวัฒน์ จันทร์กระจ่าง
ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนหล่มสักพิทยาคม
ครูประจำการที่มีความเชี่ยวชาญทางด้าน การสอนเนื้อหาเคมี

ภาคผนวก ข

หนังสือขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ





บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๒๗

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๕๖๐

วันที่ ๗ ธันวาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษยาภาณุจณ์ โดพิทักษ์

ด้วย นางสาววัชรภรณ์ ขาญธัญญกรรม รหัสประจำตัว ๖๔๐๙๑๒๔๐ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ อองอาจวานิชย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์พันธ์ กิจสนาโยธิน)

รองคณบดีฝ่ายบริหาร ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๒๗

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๒๖๕

วันที่ ๒ พฤศจิกายน ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ดร.ณัฐกานต์ ประจัญบาน

ด้วย นางสาววัชรภรณ์ ชาญธัญญกรรม รหัสประจำตัว ๖๔๐๙๑๒๔๐ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ อองอาจวานิชย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนามย์ นาอุดม)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย งานวิชาการ โทร. ๘๘๒๒๗

ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๕๖๐

วันที่ ๗ ธันวาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ชัย ชะนูนันท์

ด้วย นางสาววิชราภรณ์ ชาญธัญญกรรม รหัสประจำตัว ๖๔๐๙๑๒๔๐ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ งามอาจวานิชย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดี จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์พันธ์ กิจสนาโยธิน)

รองคณบดีฝ่ายบริหาร ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๕๖๐

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๗ ธันวาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน คุณอารัญญา ปิ่นปิ่น

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาววัชรภรณ์ ขาญธุ์บุญกรรม รหัสประจำตัว ๖๔๐๙๑๒๔๐ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบบววินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ อองอาจวานิชย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างดียิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์พันธ์ กิจสนาโยธิน)

รองคณบดีฝ่ายบริหาร ปฏิบัติราชการแทน

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๗

โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖

๒. นางสาววัชรภรณ์ ขาญธุ์บุญกรรม

โทร. ๐๘-๗๓๕๙-๕๘๔๕



ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๕๖๐

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๗ ธันวาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ

เรียน คุณอนุวัฒน์ จันทร์กระจ่าง

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. โครงร่างการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

๒. เครื่องมือที่ใช้ในการค้นคว้าอิสระ จำนวน ๑ ฉบับ

ด้วย นางสาววัชรภรณ์ ชาญธัญญกรรม รหัสประจำตัว ๖๔๐๙๑๒๔๐ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ อองอาจวานิชย์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้า อิสระ

ในการค้นคว้าอิสระเกี่ยวกับเรื่องนี้ บัณฑิตวิทยาลัย พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญในเรื่องนี้เป็นอย่างยิ่ง จึงใคร่ขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ ในการค้นคว้าอิสระ ดังแนบมาพร้อมนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์พันธ์ กิจสนาโยธิน)
รองคณบดีฝ่ายบริหาร ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

๑. งานวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๗

โทรสาร ๐-๕๕๙๖-๘๘๒๖

๒. นางสาววัชรภรณ์ ชาญธัญญกรรม

โทร. ๐๘-๗๓๕๙-๕๘๔๕

ภาคผนวก ค

ตัวอย่าง หนังสือขอความอนุเคราะห์ ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ





ที่ อว ๐๖๐๓.๐๒/ว ๓๕๖๑

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ๖๕๐๐๐

๗ ธันวาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนมิ่งสามพันวิทยาคม

สิ่งที่ส่งมาด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล จำนวน.....ฉบับ

ด้วย นางสาววัชรภรณ์ ชาลัญญกรรม รหัสประจำตัว ๖๔๐๙๑๒๔๐ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิจัยและประเมินทางการศึกษา สังกัดบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕” เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา การศึกษามหาบัณฑิต โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.น้ำทิพย์ งามงามาณชัย เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ในการศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องนี้ จำเป็นต้องเก็บข้อมูลจากหน่วยงานของท่าน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้นิสิตดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการศึกษาค้นคว้าอิสระซึ่งเป็นประโยชน์ทางวิชาการต่อไป บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

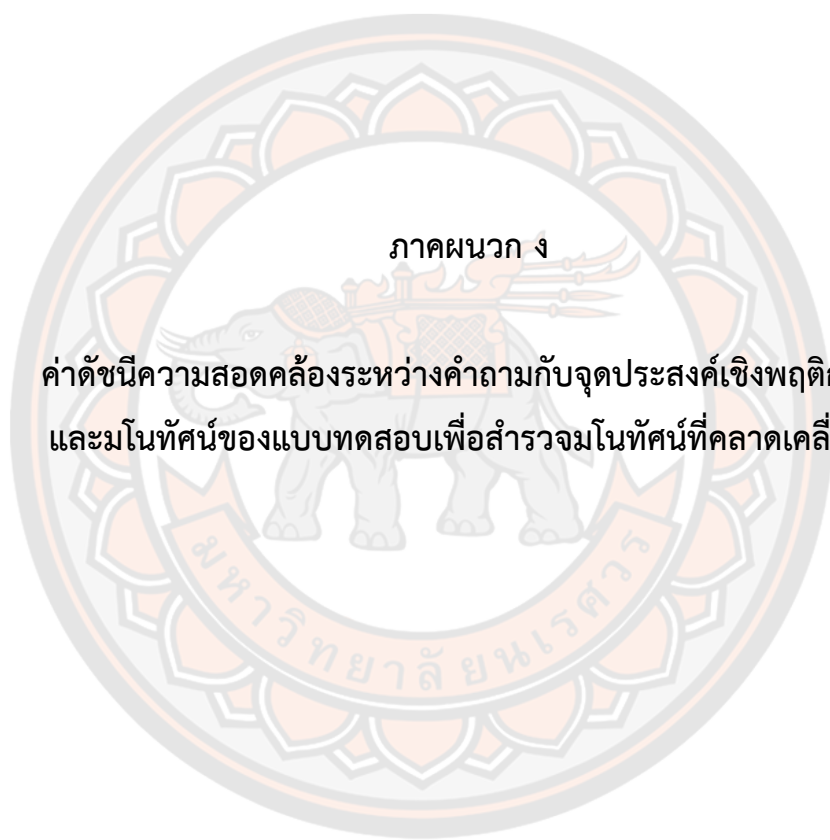
จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พงศ์พันธ์ กิจสนาโยธิน)
รองคณบดีฝ่ายบริหาร ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาคผนวก ง

ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
และมโนทัศน์ของแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ

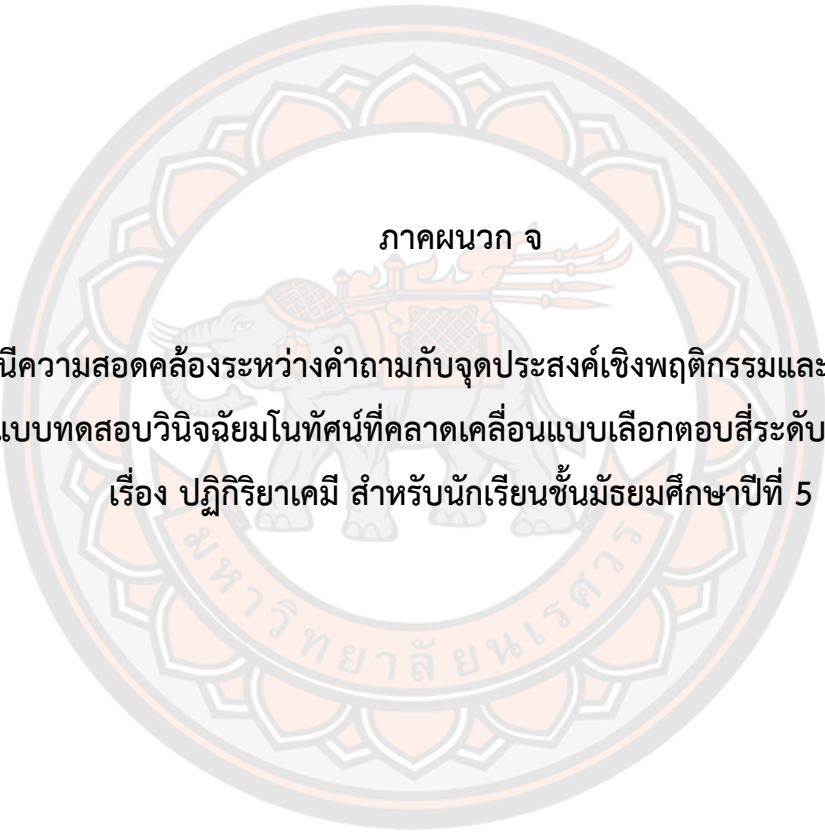


ตาราง 13 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและมโนทัศน์
ของแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนฯ

| ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ผลรวม คะแนน | ค่าIOC | แปลผล |
|--------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------|--------|--------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 10 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0.60 | ใช้ได้ |
| 11 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 15 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 20 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0.60 | ใช้ได้ |
| 21 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 22 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 23 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 24 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 25 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |

| ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ผลรวม คะแนน | ค่าIOC | แปลผล |
|--------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------|--------|--------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 26 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 27 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 28 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 32 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 33 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 34 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 35 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 36 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0.60 | ใช้ได้ |
| 37 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 38 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 39 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 41 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 42 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |

จากผลการวิเคราะห์เมื่อพิจารณาที่ค่าเฉลี่ย (Mean) ซึ่งก็คือค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) หรือความเที่ยงตรงรายข้อของข้อสอบแต่ละข้อ โดยจะพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .60 ขึ้นไป ดังนั้นจึงพบว่ามีข้อสอบที่เข้าเกณฑ์หรือมีความตรงหรือสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ จำนวน 42 ข้อ จากทั้งหมด 42 ข้อ



ภาคผนวก จ

ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและมโนทัศน์ของ
แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี
เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 14 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและ
 มโนทัศน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง
 ปฏิกิริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

| ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ผลรวม คะแนน | ค่าIOC | แปลผล |
|--------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------|--------|--------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0.60 | ใช้ได้ |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 9 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 14 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 17 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 19 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 21 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 22 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0.60 | ใช้ได้ |
| 23 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 24 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |

| ข้อที่ | ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ | | | | | ผลรวม คะแนน | ค่าIOC | แปลผล |
|--------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|----------------|--------|--------|
| | คนที่ 1 | คนที่ 2 | คนที่ 3 | คนที่ 4 | คนที่ 5 | | | |
| 25 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0.60 | ใช้ได้ |
| 26 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 27 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 28 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 29 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 31 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 32 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 33 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 34 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 35 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 36 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 4 | 0.80 | ใช้ได้ |
| 37 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 38 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 39 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |
| 40 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1.00 | ใช้ได้ |

จากผลการวิเคราะห์เมื่อพิจารณาที่ค่าเฉลี่ย (Mean) ซึ่งก็คือค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) หรือความเที่ยงตรงรายข้อของข้อสอบแต่ละข้อ โดยจะพิจารณาคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .60 ขึ้นไป ดังนั้นจึงพบว่าข้อสอบที่เข้าเกณฑ์หรือมีความตรงหรือสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ จำนวน 40 ข้อ จากทั้งหมด 40 ข้อ



ภาคผนวก ฉ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า

มหาวิทยาลัยบูรรัมย์

แบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รหัสประจำตัวสอบ.....รหัสโรงเรียน.....

วัตถุประสงค์

เพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
คำชี้แจง

ให้นักเรียนเติมคำตอบ พร้อมระบุเหตุผลลงในช่องว่างให้ครบถ้วน

ตัวอย่างคำตอบ

00. **คำถาม** นักเรียนสามารถระบุได้ว่าอย่างไรว่ามีปฏิกริยาเคมีเกิดขึ้น

คำตอบ สังเกตจากการเกิดตะกอน การเกิดฟองแก๊ส การเปลี่ยนสี การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ
เหตุผล การเกิดปฏิกริยาเคมีจะมีสารใหม่เกิดขึ้นเสมอ สารใหม่ที่เกิดขึ้นจะมีสมบัติเปลี่ยนไปจากสารเดิม

1. สิ่งที่บอกให้ทราบว่าปฏิกริยาเคมีเกิดขึ้นได้ช้าหรือเร็ว คืออะไร

คำตอบ

เหตุผล

2. ในการศึกษาอัตราเร็วในการเกิดปฏิกริยาระหว่างระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก ดังสมการ $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ หากนักเรียนต้องการหาอัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี ควรวัดจากอะไรจึงจะง่ายและสะดวกที่สุด

คำตอบ

เหตุผล

3. $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{O}_2(\text{g})$ ในสมการเคมีจรรยาบรรณสารใดคือสารตั้งต้น สารใดคือสารผลิตภัณฑ์

คำตอบ

.....

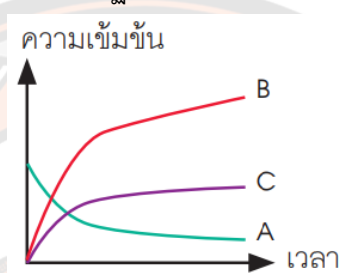
.....

เหตุผล

.....

.....

4. จงพิจารณารูป และเขียนสมการจากปฏิกิริยานี้



คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

5. จงดุลสมการเคมีของการเกิดสนิมเหล็กดังต่อไปนี้ $\text{Fe}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 6-7 จากผลการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้ผลดังนี้

| ปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน (cm^3) | เวลา (s) |
|--|----------|
| 1 | 20 |
| 2 | 40 |
| 3 | 70 |
| 4 | 90 |
| 5 | 110 |

6. จงหาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนช่วงเวลา 70-90 วินาที

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

7. อัตราเฉลี่ยของการเกิดแก๊สไฮโดรเจนมีค่าเท่าไร

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

8. การเกิดฝนกรดโดยส่วนมากเป็นผลมาจากแก๊สใด

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

9. การเผาไหม้หรือการสันดาปเป็นปฏิกิริยาการรวมตัวกันของเชื้อเพลิงกับก๊าซออกซิเจนอย่างรวดเร็ว พร้อมกับเกิดการลุกไหม้และการคายความร้อน จงเขียนสมการการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ของแก๊สมีเทน

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

10. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการที่นำพลังงานแสงมาเปลี่ยน เป็นพลังงานเคมี โดยใช้ก๊าซไคเป็นสารตั้งต้น และได้ผลิตภัณฑ์สำคัญคือก๊าซไค

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

11. ในการทำขนมปังจะมีการเติมโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) ลงไปเป็นส่วนผสม สารที่เติมมีคุณสมบัติเป็นอย่างไร

คำตอบ

.....

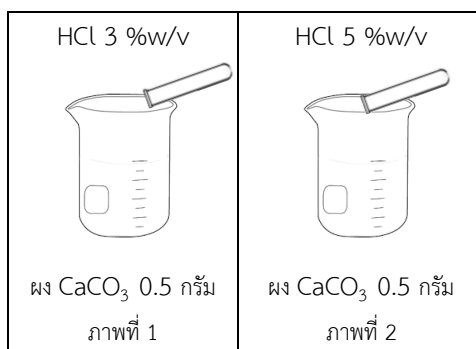
.....

เหตุผล

.....

.....

12. จากภาพมีการเติม HCl 3 %w/v และ HCl 5 %w/v ทำปฏิกิริยากับ CaCO_3 0.5 กรัม นักเรียนคิดว่าปฏิกิริยาใดที่จะเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกว่า และสอดคล้องกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีใด



คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

13. แผ่นโลหะแมกนีเซียม แท่งโลหะแมกนีเซียม และเม็ดโลหะแมกนีเซียม มีปริมาณเท่ากัน รูปร่างแบบใดจะสามารถเกิดอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้ดีที่สุดตามลำดับ

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

14. การเพิ่มอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

15. การเตรียมแก๊สออกซิเจน (O_2) จากการเผาโพแทสเซียมคลอเรต ($KClO_3$) จะได้ O_2 ค่อนข้างช้า แต่หากเราเติมแมงกานีสไดออกไซด์ (MnO_2) ลงไปด้วย MnO_2 จะช่วยเร่งให้เกิด O_2 ได้เร็วขึ้น นักเรียนคิดว่าเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาแล้ว MnO_2 จะมีสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่และปริมาณของสารเป็นอย่างไร

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

16. จากการทดลอง หลอดทดลองที่ใส่เปลือกไข่กับสารละลายกรดแอซติก พบว่าเกิดฟองแก๊สปริมาณมากอย่างรวดเร็ว สังเกตเห็นเปลือกไข่ลดปริมาณลง ส่วนเปลือกไข่ที่ผสมกับโซเดียมฟลูออไรด์และสารละลายกรดแอซติก พบว่าฟองแก๊สเกิดช้าและมีปริมาณน้อย สารใดมีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาตามลำดับ

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

17. ผสมน้ำยาล้างห้องน้ำกับน้ำเปล่าในอัตราส่วนเท่ากันก่อนใช้ทำความสะอาดห้องน้ำ มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ อย่างไร

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

18. การเคี้ยวyalดกรดชนิดเม็ดก่อนกลืนสอดคล้องกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีใด

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

19. การบ่มผลไม้ให้สุกในภาชนะปิดเป็นการนำปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีปัจจัยใดมาใช้ประโยชน์

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

20. การเติมยางมะละกอซึ่งมีเอนไซม์ปาเปนลงไปเป็นส่วนผสมในการหมักเนื้อจะทำให้เนื้อนุ่มขึ้นเมื่อทำให้สุก แสดงว่ายางมะละกามีคุณสมบัติอย่างไรต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

21. การถนอมอาหารโดยใช้สารกันบูดโดยอาจจะใส่ลงในอาหาร ฟัน- ฉาบรอบๆผิวของอาหารหรือภาชนะ มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

22. $\text{Zn(s)} + \text{CuSO}_4\text{(aq)} \rightarrow \text{ZnSO}_4\text{(aq)} + \text{Cu(s)}$ สมการนี้เป็นสมการแสดงปฏิกิริยาประเภทใด

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

23. จากสมการ $\text{Cu}^{2+}\text{(aq)} + \text{Zn(s)} \rightarrow \text{Cu(s)} + \text{Zn}^{2+}\text{(aq)}$ จงระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

24. $\text{Cu(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}\text{(aq)} + 2\text{e}^-\text{(aq)}$ เป็นครึ่งปฏิกิริยาใด

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

25. $2\text{Ag}^+\text{(aq)} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ag(s)}$ เป็นครึ่งปฏิกิริยาใด

คำตอบ

.....

เหตุผล

.....

26. ในชีวิตประจำวันของเรานั้น ใช้ประโยชน์ของปฏิกิริยารีดอกซ์อย่างไรบ้าง

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

27. แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์เก็บไฟฟ้าซึ่งเมื่อต่อกับหลอดไฟทำให้หลอดไฟสว่างได้ เป็นการใช้ประโยชน์จากปฏิกิริยารีดอกซ์อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

28. เราใช้หลักการของปฏิกิริยารีดอกซ์ในการเคลือบผิวโลหะเพื่ออะไร

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

29. ธาตุที่สามารถแผ่รังสีได้คืออะไร

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

30. การสลายของสารกัมมันตรังสี จัดเป็นปฏิกิริยาใด

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

31. รังสีที่แผ่จากสารกัมมันตรังสีมีอะไรบ้าง จงเรียงลำดับอำนาจทะลุทะลวง จากน้อยไปหามาก

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

32. ถ้าเริ่มต้นมีสารกัมมันตรังสีชนิดหนึ่งอยู่ 48 กรัม เมื่อเวลาผ่านไป 1 วัน จะเหลือสารนี้ 0.75 กรัม สารกัมมันตรังสีชนิดนี้มีครึ่งชีวิตเป็นเท่าใด

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

33. Ra-88 มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 1,620 ปี เมื่อเวลาผ่านไป 4,860 ปี ตรวจพบปริมาณของ Ra-88 จำนวน 1 กรัม จงหามวลเริ่มต้นของ Ra-88

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

34. ถ้าไอโซโทปกัมมันตรังสีชนิดหนึ่ง จำนวน 20 กรัม เวลาผ่านไป 20 วัน พบว่าเหลืออยู่ 1.25 กรัม จงคำนวณหาครึ่งชีวิตของไอโซโทปนี้

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

35. นักโบราณคดีขุดค้นพบซากสิ่งมีชีวิตต้องใช้สารใดในการตรวจหาอายุซากดึกดำบรรพ์

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

36. โคบอลต์-60 ใช้ฉายรังสีในการรักษาโรคมะเร็งเพื่อทำลายสารพันธุกรรมของเซลล์มะเร็ง สารกัมมันตรังสีใดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เหมือนกับ โคบอลต์-60

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

37. กานดาปฏิบัติงานทางรังสีและสวมอุปกรณ์ป้องกัน ขณะพักได้รับประทานอาหารในห้องฉายรังสี กานดาปฏิบัติตนเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

38. การได้รับรังสีในระยะยาวส่งผลกระทบต่อพันธุกรรมของมนุษย์หรือไม่ อย่างไร

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

39. หากนักเรียนพบอุปกรณ์ที่มีสัญลักษณ์ดังภาพติดอยู่ที่กองขยะหลังบริเวณท้ายหมู่บ้าน นักเรียนควรทำอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด



คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

40. ห้องทำการฉายรังสี X-ray สำหรับถ่ายภาพเพื่อการวินิจฉัยโรค ควรใช้วัสดุใดในการทำผนังและประตู จึงจะเหมาะสมที่สุด

คำตอบ

.....

.....

เหตุผล

.....

.....

แบบทดสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสี่ระดับวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

รหัสประจำตัวสอบ.....รหัสโรงเรียน.....

วัตถุประสงค์

แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสี่ระดับเพื่อศึกษามโนทัศน์ที่
คลาดเคลื่อนวิชาเคมี เรื่อง ปฏิกริยาเคมี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำชี้แจง

- 1) ข้อสอบฉบับนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 คำถาม และส่วนที่ 2 คำตอบและเหตุผล
ของคำตอบ
- 2) ให้นักเรียนตอบคำถาม และระบุเหตุผลของคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว พร้อม
ทั้งระดับความมั่นใจของคำตอบและเหตุผลของคำตอบ

1. สิ่งที่ทำให้ทราบว่าปฏิกริยาเคมีเกิดขึ้นได้ช้าหรือเร็ว คืออะไร

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ | |
|------------------------------|-------------------------|--------------|
| ก. อัตราเร็ว | 1) ไม่มั่นใจมาก | 2) ไม่มั่นใจ |
| ข. เวลาในการเกิดปฏิกริยาเคมี | 3) มั่นใจ | 4) มั่นใจมาก |
| ค. ความเข้มข้นของสารตั้งต้น | | |
| ง. อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี | | |

| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล | |
|--|--------------------------|--------------|
| ก. ปฏิกริยาเคมีใช้เวลามากจะเกิดขึ้นได้ช้า เวลา น้อยจะเกิดได้เร็ว | 1) ไม่มั่นใจมาก | 2) ไม่มั่นใจ |
| ข. อัตราการเกิดปฏิกริยาเป็นการเปลี่ยนแปลง ปริมาณของสารในปฏิกริยาเคมีต่อหนึ่งหน่วย เวลา | 3) มั่นใจ | 4) มั่นใจมาก |
| ค. ในระหว่างเกิดปฏิกริยาความเข้มข้นของสารมี ผลให้ปฏิกริยาเกิดเร็วหรือช้า | | |
| ง. เมื่อเกิดผลิตภัณฑ์เร็ว ปฏิกริยาเกิดเร็ว | | |

2. ในการศึกษาอัตราเร็วในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริก ดังสมการ $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ หากนักเรียนต้องการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ควรวัดจากอะไรจึงจะง่ายและสะดวกที่สุด

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|--|-------------------------|
| ก. วัดจากปริมาตรของ $MgCl_2$ ที่เกิดขึ้น | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. วัดจากปริมาตรของ H_2 ที่เกิดขึ้น | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. วัดจากปริมาณของ Mg ที่ลดลง | 3) มั่นใจ |
| ง. วัดจากปริมาตรของ HCl ที่ลดลง | 4) มั่นใจมาก |

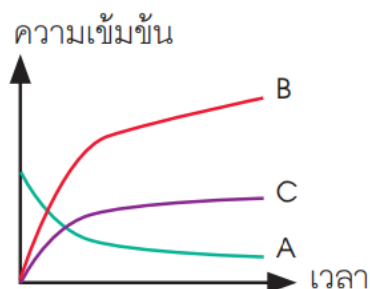
| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
|------------------------------------|--------------------------|
| ก. ปฏิกิริยาเกี่ยวข้องเป็นแก๊ส | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ปฏิกิริยาเกี่ยวข้องเป็นสารละลาย | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ปฏิกิริยาเกี่ยวข้องเป็นของแข็ง | 3) มั่นใจ |
| ง. ปฏิกิริยาเกี่ยวข้องเป็นของเหลว | 4) มั่นใจมาก |

3. $H_2O_2(aq) \rightarrow H_2O(l) + O_2(g)$ ในสมการเคมีจระบบสารใดคือสารตั้งต้น สารใดคือสารผลิตภัณฑ์

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|--|-------------------------|
| ก. สารตั้งต้น คือ H_2O_2 และ O_2 สารผลิตภัณฑ์ คือ H_2O | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. สารตั้งต้น คือ H_2O และ O_2 สารผลิตภัณฑ์ คือ H_2O_2 | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. สารตั้งต้น คือ H_2O_2 สารผลิตภัณฑ์ คือ H_2O และ O_2 | 3) มั่นใจ |
| ง. สารตั้งต้น คือ H_2O_2 สารผลิตภัณฑ์ คือ H_2O | 4) มั่นใจมาก |

| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
|--|--------------------------|
| ก. สารเคมีเกิดการเปลี่ยนแปลงแล้วส่งผลให้เกิดสารใหม่ | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ขึ้น | 2) ไม่มั่นใจ |
| ข. สารตั้งต้นเขียนไว้ทางขวามือ ผลิตภัณฑ์ไว้ทางซ้ายมือ | 3) มั่นใจ |
| ของเครื่องหมายลูกศร | 4) มั่นใจมาก |
| ค. การที่ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดผลิตภัณฑ์นั้นต้องมีสารตั้งต้นอย่างน้อย 2 สารขึ้นไป | |
| ง. สารตั้งต้นจะเขียนไว้ทางซ้ายมือ ผลิตภัณฑ์ไว้ทางขวามือของเครื่องหมายลูกศร | |

4. จงพิจารณากราฟ และเขียนสมการจากปฏิกิริยานี้



| การตอบระดับคำตอบ | | ระดับความมั่นใจของคำตอบ | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------|
| ก. $A \rightarrow B + C$ | ข. $B + C \rightarrow A$ | 1) ไม่มั่นใจมาก | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. $B \rightarrow A + C$ | ง. $A \rightarrow B$ | 3) มั่นใจ | 4) มั่นใจมาก |
| การตอบระดับเหตุผล | | ระดับความมั่นใจของเหตุผล | |
| ก. สาร B และ C เป็นสารตั้งต้นความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้น สาร A เป็นผลิตภัณฑ์ความเข้มข้นจะลดลง | | 1) ไม่มั่นใจมาก | 2) ไม่มั่นใจ |
| ข. สาร A เป็นสารตั้งต้นความเข้มข้นจะลดลง สาร B และ C เป็นผลิตภัณฑ์ความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้น | | 3) มั่นใจ | 4) มั่นใจมาก |
| ค. B ทำปฏิกิริยากับ C สาร B จะลดลง สาร C จะเพิ่มขึ้น สารตั้งต้นจะมีความเข้มข้นลดลง ส่วนสารผลิตภัณฑ์จะมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น | | | |
| ง. สาร B และ C เป็นสารตั้งต้นความเข้มข้นจะลดลง สาร A เป็นผลิตภัณฑ์ความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้น | | | |

ใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 5-6 จากผลการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างแมกนีเซียมกับกรดไฮโดรคลอริกได้ผลดังนี้

| ปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจน (cm^3) | เวลา (s) |
|---|----------|
| 1 | 20 |
| 2 | 40 |
| 3 | 70 |
| 4 | 90 |
| 5 | 110 |

5. จงหาอัตราการเกิดแก๊สไฮโดรเจนช่วงเวลา 70-90 วินาที

| การตอบระดับคำตอบ | | ระดับความมั่นใจของคำตอบ | |
|---|---------------------------------|--------------------------|--------------|
| ก. $0.04 \text{ cm}^3/\text{s}$ | ข. $0.05 \text{ cm}^3/\text{s}$ | 1) ไม่มั่นใจมาก | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. $1 \text{ cm}^3/\text{s}$ | ง. $0.2 \text{ cm}^3/\text{s}$ | 3) มั่นใจ | 4) มั่นใจมาก |
| การตอบระดับเหตุผล | | ระดับความมั่นใจของเหตุผล | |
| ก. คำนวณจากปริมาณสารผลิตภัณฑ์ ณ เวลาสุดท้าย | | 1) ไม่มั่นใจมาก | |
| ข. คำนวณจากปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น | | 2) ไม่มั่นใจ | |
| ค. คำนวณจากปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ณ เวลาสุดท้าย | | 3) มั่นใจ | |
| ง. คำนวณจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ณ ช่วงใดช่วงหนึ่ง | | 4) มั่นใจมาก | |

6. อัตราเฉลี่ยของการเกิดแก๊สไฮโดรเจนมีค่าเท่าไร

| การตอบระดับคำตอบ | | ระดับความมั่นใจของคำตอบ | |
|---|---------------------------------|--------------------------|--------------|
| ก. $0.044 \text{ cm}^3/\text{s}$ | ข. $0.05 \text{ cm}^3/\text{s}$ | 1) ไม่มั่นใจมาก | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. $0.14 \text{ cm}^3/\text{s}$ | ง. $0.22 \text{ cm}^3/\text{s}$ | 3) มั่นใจ | 4) มั่นใจมาก |
| การตอบระดับเหตุผล | | ระดับความมั่นใจของเหตุผล | |
| ก. คำนวณจากปริมาณสารผลิตภัณฑ์ ณ เวลาสุดท้าย | | 1) ไม่มั่นใจมาก | |
| ข. คำนวณจากปริมาตรของแก๊สไฮโดรเจนเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น | | 2) ไม่มั่นใจ | |
| ค. คำนวณจากปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ณ เวลาสุดท้าย | | 3) มั่นใจ | |
| ง. คำนวณจากการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ณ ช่วงใดช่วงหนึ่ง | | 4) มั่นใจมาก | |

7. การเกิดฝนกรดโดยส่วนมากเป็นผลมาจากแก๊สใด

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|--|-------------------------|
| ก. คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (SO ₂) | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) และไนโตรเจนออกไซด์ (NO) | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) และไนโตรเจน (N ₂) | 3) มั่นใจ |
| ง. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) | 4) มั่นใจมาก |

| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
|---|--------------------------|
| ก. แก๊สไปทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆในอากาศทำให้เกิดความเป็นกรด | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. แก๊สทั้งสองทำปฏิกิริยากันจึงเกิดฝนกรด | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. แก๊สทั้งสองทำปฏิกิริยากับน้ำทำให้เกิดกรดกรดซัลฟิวริกและกรดไนตริก | 3) มั่นใจ |
| ง. แก๊สทั้งสองทำให้เกิดกรดไฮโดรคลอริก | 4) มั่นใจมาก |

8. การเผาไหม้หรือการสันดาปเป็นปฏิกิริยาการรวมตัวกันของเชื้อเพลิงกับก๊าซออกซิเจนอย่างรวดเร็วพร้อมกับเกิดการลุกไหม้และการคายความร้อน จงเขียนสมการการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ของแก๊สมีเทน

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|--|-------------------------|
| ก. $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2$ | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. $\text{CH}_4 + 3/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2\text{O}$ | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ | 3) มั่นใจ |
| ง. $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{C} + 2\text{H}_2\text{O}$ | 4) มั่นใจมาก |

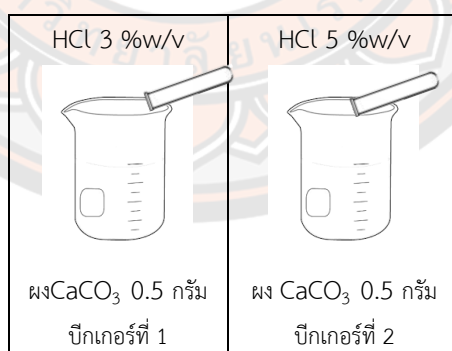
| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
|---|--------------------------|
| ก. การเผาไหม้ที่สมบูรณ์จะให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. การเผาไหม้ที่สมบูรณ์จะให้แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และน้ำ | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. การเผาไหม้ที่สมบูรณ์จะให้แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์และแก๊สไฮโดรเจน | 3) มั่นใจ |
| ง. การเผาไหม้ที่สมบูรณ์จะให้คาร์บอนและน้ำ | 4) มั่นใจมาก |

9. กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการที่นำพลังงานแสงมาเปลี่ยน เป็นพลังงานเคมี โดยใช้ก๊าซไคเป็นสารตั้งต้น และได้ผลิตภัณฑ์สำคัญคือก๊าซไค

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|----------------------------------|-------------------------|
| ก. ออกซิเจนและไนโตรเจน | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. คาร์บอนมอนอกไซด์ และ ออกซิเจน | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ | 3) มั่นใจ |
| ง. คาร์บอนไดออกไซด์ และ ออกซิเจน | 4) มั่นใจมาก |

| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
|--|--------------------------|
| ก. $\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. $6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 6\text{O}_2(\text{g})$ | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. $6\text{CO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ | 3) มั่นใจ |
| ง. $3\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 3\text{O}_2(\text{g})$ | 4) มั่นใจมาก |

10. จากภาพมีการเติม HCl 3 %w/v และ HCl 5 %w/v ทำปฏิกิริยากับ CaCO_3 0.5 กรัม นักเรียนคิดว่าปฏิกิริยาไคที่จะเกิดปฏิกิริยาไคไคเร็วไค และสอดคล้องกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไคไคไค



| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|---|-------------------------|
| ก. ปีกเกอร์ที่ 1 ธรรมชาติของสารตั้งต้น | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ปีกเกอร์ที่ 2 ความเข้มข้นของสารตั้งต้น | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ปีกเกอร์ที่ 2 ตัวเร่งปฏิกิริยา | 3) มั่นใจ |
| ง. ปีกเกอร์ที่ 1 ความเข้มข้นของสารตั้งต้น | 4) มั่นใจมาก |

| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
|--|--------------------------|
| ก. ธรรมชาติของสารตั้งต้นที่แตกต่างกัน จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. การเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้น | 3) มั่นใจ |
| ง. สารชนิดเดียวกันไม่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 4) มั่นใจมาก |

11. การเพิ่มอุณหภูมิมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|---|-------------------------|
| ก. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้น | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าลง | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอาจจะเกิดเร็วขึ้นหรือช้าลงขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ | 3) มั่นใจ |
| ง. ไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 4) มั่นใจมาก |

| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
|--|--------------------------|
| ก. การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้อะตอมหรือโมเลกุลของสารเคลื่อนที่ได้ช้าลง ปฏิกิริยาจึงเกิดช้าลง | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้อะตอมหรือโมเลกุลของสารเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น ปฏิกิริยาจึงเกิดเร็วขึ้น | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. การเพิ่มอุณหภูมิจะส่งผลให้สมบัติของสารเปลี่ยนไปจากเดิม | 3) มั่นใจ |
| ง. การเพิ่มอุณหภูมิไม่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 4) มั่นใจมาก |

12. การเตรียมแก๊สออกซิเจน (O_2) จากการเผาโพแทสเซียมคลอเรต ($KClO_3$) จะได้ O_2 ค่อนข้างช้า แต่หากเราเติมแมงกานีสไดออกไซด์ (MnO_2) ลงไปด้วย MnO_2 จะช่วยเร่งให้เกิด O_2 ได้เร็วขึ้น นักเรียนคิดว่าเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาแล้ว MnO_2 จะมีสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิมหรือไม่และปริมาณของสารเป็นอย่างไร

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|--|--------------------------|
| ก. MnO_2 จะมีสมบัติเหมือนเดิม มีปริมาณเท่าเดิม | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. MnO_2 จะมีสมบัติเหมือนเดิม มีปริมาณลดลง | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. MnO_2 จะมีสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม มีปริมาณลดลง | 3) มั่นใจ |
| ง. MnO_2 จะมีสมบัติเปลี่ยนไปจากเดิม มีปริมาณเท่าเดิม | 4) มั่นใจมาก |
| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
| ก. MnO_2 เป็นสารตั้งต้น เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาสมบัติจะเปลี่ยนไปจากเดิม และปริมาณจะลดลง | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. MnO_2 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สมบัติจะเหมือนเดิม แต่ปริมาณจะลดลง | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. MnO_2 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยา สมบัติและปริมาณจะเปลี่ยนแปลงไป | 3) มั่นใจ |
| ง. MnO_2 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาจะต้องคงสภาพเหมือนเดิม | 4) มั่นใจมาก |

13. จากการทดลอง หลอดทดลองที่ใส่เปลือกไข่กับสารละลายกรดแอสติก พบว่าเกิดฟองแก๊สปริมาณมากอย่างรวดเร็ว สังเกตเห็นเปลือกไข่ลดปริมาณลง ส่วนเปลือกไข่ที่ผสมกับโซเดียมฟลูออไรด์และสารละลายกรดแอสติก พบว่าฟองแก๊สเกิดช้าและมีปริมาณน้อย สารใดมีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา และตัวหน่วงปฏิกิริยาตามลำดับ

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|---|--|
| ก. สารละลายกรดแอสติกมีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและเปลือกไข่มีคุณสมบัติเป็นตัวหน่วงปฏิกิริยา | 1) ไม่มั่นใจมาก 2) ไม่มั่นใจ |
| ข. สารละลายกรดแอสติกมีคุณสมบัติเป็นตัวหน่วงปฏิกิริยา ส่วนโซเดียมฟลูออไรด์มีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา | 3) มั่นใจ 4) มั่นใจมาก |
| ค. เปลือกไข่มีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาและโซเดียมฟลูออไรด์มีคุณสมบัติเป็นตัวหน่วงปฏิกิริยา | |
| ง. สารละลายกรดแอสติกมีคุณสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ส่วนโซเดียมฟลูออไรด์มีคุณสมบัติเป็นตัวหน่วงปฏิกิริยา | |
| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
| ก. เมื่อเติมกรดแอสติกลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าลง และเมื่อเติมโซเดียมฟลูออไรด์ลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้น | 1) ไม่มั่นใจมาก 2) ไม่มั่นใจ 3) มั่นใจ 4) มั่นใจมาก |
| ข. เมื่อเติมกรดแอสติกลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้น และเมื่อเติมโซเดียมฟลูออไรด์ลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าลง | |
| ค. เมื่อเติมเปลือกไข่ลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้น และเมื่อเติมโซเดียมฟลูออไรด์ลงไปแล้วทำให้ปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าลง | |
| ง. เมื่อเติมกรดแอสติกและโซเดียมฟลูออไรด์ลงไปแล้วทำให้เปลือกไข่ลดปริมาณลง | |

14. ผสมน้ำยาล้างห้องน้ำกับน้ำเปล่าในอัตราส่วนเท่ากันก่อนใช้ทำความสะอาดห้องน้ำ มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|--|---------------------------------|
| ก. มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีน้ำยาล้างห้องน้ำเจือจางลงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดเร็วขึ้น | 1) ไม่มั่นใจมาก 2) ไม่มั่นใจ |
| ข. มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีน้ำยาล้างห้องน้ำเจือจางลงทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเกิดช้าลง | 3) มั่นใจ 4) มั่นใจมาก |
| ค. ไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีน้ำยาล้างห้องน้ำเจือจางลงแต่อัตราการเกิดปฏิกิริยายังเท่าเดิม | |
| ง. ไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เนื่องจากน้ำยาล้างห้องน้ำกับน้ำเปล่าอัตราส่วนเท่ากัน อัตราการเกิดปฏิกิริยายังเท่าเดิม | |
| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
| ก. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ความเข้มข้นของสารตั้งต้นเท่าเดิม | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ธรรมชาติของสารตั้งต้นเปลี่ยนแปลงไป | 3) มั่นใจ |
| ง. อัตราส่วนระหว่างสารผสมเท่ากัน | 4) มั่นใจมาก |

15. การเคี้ยวาลดกรดชนิดเม็ดก่อนกลืนสอดคล้องกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีใด

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|--|--------------------------|
| ก. ตัวเร่งปฏิกิริยา | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ตัวหน่วงปฏิกิริยา | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ความเข้มข้นของยา | 3) มั่นใจ |
| ง. พื้นที่ผิว | 4) มั่นใจมาก |
| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
| ก. เป็นการเร่งให้กรดและเอนไซม์ในกระเพาะอาหารทำปฏิกิริยากับอาหารได้เร็วขึ้น | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. เป็นการลดพื้นที่ผิว ยาทำปฏิกิริยากับกรดในกระเพาะอาหารได้ลดลง | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิว ทำให้กรดและเอนไซม์ในน้ำย่อยในกระเพาะอาหารทำปฏิกิริยากับยาได้ดีขึ้น | 3) มั่นใจ |
| ง. เป็นการยับยั้งไม่ให้กรดในกระเพาะอาหารทำปฏิกิริยากับอาหาร | 4) มั่นใจมาก |

16. การเติมยางมะละกอซึ่งมีเอนไซม์ปาเปนลงไปเป็นส่วนผสมในการหมักเนื้อจะทำให้เนื้อนุ่มขึ้นเมื่อทำให้สุก แสดงว่ายางมะละกามีคุณสมบัติอย่างไรต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|--|--------------------------|
| ก. ตัวเร่งปฏิกิริยา | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ตัวหน่วงปฏิกิริยา | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. เพิ่มพื้นที่ผิว | 3) มั่นใจ |
| ง. ลดอุณหภูมิ | 4) มั่นใจมาก |
| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
| ก. เอนไซม์ปาเปนจะช่วยให้เนื้อที่มีพื้นที่ผิวมากขึ้นในการรับความร้อนทำให้เนื้อนุ่มขึ้น | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. เอนไซม์ปาเปนจะช่วยลดการจับกลุ่มก้อนกันของเนื้อเมื่อได้รับความร้อนทำให้เนื้อนุ่มขึ้น | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. เอนไซม์ปาเปนจะช่วยให้ความร้อนเข้าทำปฏิกิริยากับเนื้อได้ช้าลงทำให้เนื้อนุ่มขึ้น | 3) มั่นใจ |
| ง. เอนไซม์ปาเปนจะช่วยย่อยโปรตีนในเนื้อทำให้เนื้อนุ่มขึ้น | 4) มั่นใจมาก |

17. การถนอมอาหารโดยใช้สารกันบูดโดยอาจจะใส่ลงในอาหาร ฟัน- ฉาบรอบๆผิวของอาหารหรือภาชนะ มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างไร

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|--|-------------------------|
| ก. หยุดการเกิดปฏิกิริยา | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็วกว่าปกติ | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้ช้ากว่าปกติ | 3) มั่นใจ |
| ง. ไม่มีผลจากการเปลี่ยนแปลงอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี | 4) มั่นใจมาก |

| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
|--|--------------------------|
| ก. สารกันบูดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยจะเร่งการทำลาย | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. สารกันบูดเป็นตัวยับยั้งปฏิกิริยา ทำให้อาหารไม่เน่าเสีย | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. สารกันบูดจะออกฤทธิ์ทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้ทำให้อาหารเป็นพิษ | 3) มั่นใจ |
| ง. สารกันบูดเป็นตัวหน่วงปฏิกิริยา ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาการเน่าเสียของอาหารโดยจุลินทรีย์ลดลงจุลินทรีย์ | 4) มั่นใจมาก |

18. จากสมการ $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{Zn}^{2+}(\text{aq})$ จงระบุตัวรีดิวซ์และตัวออกซิไดส์

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|---|-------------------------|
| ก. ตัวรีดิวซ์ คือ Zn และตัวออกซิไดส์ คือ Cu^{2+} | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ตัวรีดิวซ์ คือ Cu^{2+} และตัวออกซิไดส์ คือ Zn | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ตัวรีดิวซ์ คือ Zn และตัวออกซิไดส์ คือ Cu | 3) มั่นใจ |
| ง. ตัวรีดิวซ์ คือ Zn^{2+} และตัวออกซิไดส์ คือ Cu^{2+} | 4) มั่นใจมาก |

| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
|--|--|
| ก. Zn จ่าย 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Zn^{2+} เลขออกซิเดชันของ Zn จึงเปลี่ยนจาก 0 เป็น +2 จึงเป็นตัวรีดิวซ์ ส่วน Cu^{2+} รับ 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Cu เลขออกซิเดชันของ Cu^{2+} จึงเปลี่ยนจาก +2 เป็น 0 จึงเป็นตัวออกซิไดส์ | 1) ไม่มั่นใจมาก 2) ไม่มั่นใจ 3) มั่นใจ 4) มั่นใจมาก |
| ข. Cu^{2+} จ่าย 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Cu เลขออกซิเดชันของ Zn จึงเปลี่ยนจาก +2 เป็น 0 จึงเป็นตัวรีดิวซ์ ส่วน Zn รับ 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Zn^{2+} เลขออกซิเดชันของ Zn จึงเปลี่ยนจาก 0 เป็น +2 จึงเป็นตัวออกซิไดส์ | |
| ค. Zn จ่าย 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Zn^{2+} เลขออกซิเดชันของ Zn จึงเปลี่ยนจาก 0 เป็น +2 จึงเป็นตัวรีดิวซ์ ส่วน Cu รับ 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Cu^{2+} เลขออกซิเดชันของ Cu จึงเปลี่ยนจาก 0 เป็น +2 จึงเป็นตัวออกซิไดส์ | |
| ง. Zn^{2+} จ่าย 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Zn เลขออกซิเดชันของ Zn^{2+} จึงเปลี่ยนจาก +2 เป็น 0 จึงเป็นตัวรีดิวซ์ ส่วน Cu^{2+} รับ 2 อิเล็กตรอน กลายเป็น Cu เลขออกซิเดชันของ Cu^{2+} จึงเปลี่ยนจาก +2 เป็น 0 จึงเป็นตัวออกซิไดส์ | |

19. $\text{Cu(s)} \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-}(\text{aq})$ เป็นครึ่งปฏิกิริยาใด

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|---|--------------------------|
| ก. ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ครึ่งปฏิกิริยาออกซิไดส์ | 3) มั่นใจ |
| ง. ครึ่งปฏิกิริยารีดิวซ์ | 4) มั่นใจมาก |
| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
| ก. ปฏิกิริยามีการให้อิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันลดลง | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ปฏิกิริยามีการรับอิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันลดลง | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ปฏิกิริยามีการให้อิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น | 3) มั่นใจ |
| ง. ปฏิกิริยามีการรับอิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น | 4) มั่นใจมาก |

20. $2\text{Ag}^{+}(\text{aq}) + 2\text{e}^{-} \rightarrow 2\text{Ag(s)}$ เป็นครึ่งปฏิกิริยาใด

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|---|--------------------------|
| ก. ครึ่งปฏิกิริยารีดักชัน | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ครึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ครึ่งปฏิกิริยาออกซิไดส์ | 3) มั่นใจ |
| ง. ครึ่งปฏิกิริยารีดิวซ์ | 4) มั่นใจมาก |
| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
| ก. ปฏิกิริยามีการรับอิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ปฏิกิริยามีการให้อิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันเพิ่มขึ้น | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ปฏิกิริยามีการให้อิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันลดลง | 3) มั่นใจ |
| ง. ปฏิกิริยามีการรับอิเล็กตรอน เลขออกซิเดชันลดลง | 4) มั่นใจมาก |

21. ในชีวิตประจำวันของเรานั้น ใช้ประโยชน์ของปฏิกิริยารีดอกซ์อย่างไรบ้าง

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|---|-------------------------|
| ก. การลบรอยเปื้อนของหมึก การแยกสารด้วยไฟฟ้า | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ปฏิกิริยาระหว่างกรดเบส การทำแบตเตอรี่ | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. การชุบโลหะ การทำพิมพ์เขียว | 3) มั่นใจ |
| ง. การเชื่อมโลหะ การลบรอยเปื้อนของสนิมเหล็ก | 4) มั่นใจมาก |

| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
|---|--------------------------|
| ก. ปฏิกริยามีการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนกันเสมอ | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ปฏิกริยามีการถ่ายเทอิเล็กตรอน | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ปฏิกริยามีการใช้อิเล็กตรอนร่วมกัน | 3) มั่นใจ |
| ง. ปฏิกริยามีการแตกตัวเป็นไอออน | 4) มั่นใจมาก |

22. เราใช้หลักการของปฏิกิริยารีดอกซ์ในการเคลือบผิวโลหะเพื่ออะไร

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|-----------------------------|-------------------------|
| ก. ป้องกันการลุกไหม้ของไฟ | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. เพิ่มความหนาของโลหะ | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ช่วยให้โลหะมีความสวยงาม | 3) มั่นใจ |
| ง. ป้องกันการผุกร่อนของโลหะ | 4) มั่นใจมาก |

| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
|--|--------------------------|
| ก. ป้องกันการถูกกับ O_2 และความชื้น | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. สารเคลือบจะช่วยเสริมเนื้อโลหะให้หนาแน่นขึ้น | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. เป็นการเพิ่มมูลค่าของโลหะ | 3) มั่นใจ |
| ง. ทำให้มีสมบัติเป็นฉนวนความร้อน | 4) มั่นใจมาก |

23. การสลายของสารกัมมันตรังสี จัดเป็นปฏิกิริยาใด

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|--------------------------|-------------------------|
| ก. ปฏิกิริยารีดอกซ์ | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ปฏิกิริยากัมมันตรังสี | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ปฏิกิริยานิวเคลียร์ | 3) มั่นใจ |
| ง. ปฏิกิริยาเคมี | 4) มั่นใจมาก |

| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
|---|--------------------------|
| ก. นิวเคลียสเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบหรือระดับพลังงาน | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. มีการแลกเปลี่ยนพลังงานอย่างต่อเนื่อง | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. มีการแลกเปลี่ยนเลขออกซิเดชันกัน | 3) มั่นใจ |
| ง. สามารถเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้ | 4) มั่นใจมาก |

24. รังสีที่แผ่จากสารกัมมันตรังสีมีอะไรบ้าง จงเรียงลำดับอำนาจทะลุทะลวง จากน้อยไปหามาก

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|--|--|
| ก. รังสีแอลฟา รังสีบีตา และรังสีแกมมา | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. รังสีบีตา รังสีแอลฟา และรังสีแกมมา | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. รังสีแกมมา รังสีบีตา และรังสีแอลฟา | 3) มั่นใจ |
| ง. รังสีแกมมา รังสีแอลฟา และรังสีบีตา | 4) มั่นใจมาก |
| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
| ก. รังสีบีตาไม่สามารถทะลุทะลวงแผ่นกระดาษได้ รังสีแอลฟาไม่สามารถทะลุทะลวงแผ่นอะลูมิเนียมได้ รังสีแกมมามีอำนาจการทะลุทะลวงสูงสุดต้องใช้ตะกั่วหนาเป็นเครื่องกำบัง | 1) ไม่มั่นใจมาก 2) ไม่มั่นใจ 3) มั่นใจ 4) มั่นใจมาก |
| ข. รังสีแอลฟาไม่สามารถทะลุทะลวงแผ่นกระดาษได้ รังสีบีตาไม่สามารถทะลุทะลวงแผ่นอะลูมิเนียมได้ รังสีแกมมาไม่มีประจุมอำนาจการทะลุทะลวงสูงสุดต้องใช้คอนกรีตหนาเป็นเครื่องกำบัง | |
| ค. รังสีแกมมาไม่สามารถทะลุทะลวงแผ่นกระดาษได้ รังสีบีตาไม่สามารถทะลุทะลวงแผ่นอะลูมิเนียมได้ รังสีแอลฟาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไม่มีประจุมอำนาจการทะลุทะลวงสูงสุดต้องใช้คอนกรีตหนาเป็นเครื่องกำบัง | |
| ง. รังสีแอลฟาไม่สามารถทะลุทะลวงแผ่นกระดาษได้ รังสีบีตามีสมบัติเหมือนโปรตรอนไม่สามารถทะลุทะลวงผ่านโลหะบางได้ รังสีแกมมามีอำนาจการทะลุทะลวงสูงสุดต้องใช้ตะกั่วหนาเป็นเครื่องกำบัง | |

25. Ra-88 มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 1,620 ปี เมื่อเวลาผ่านไป 4,860 ปี ตรวจพบปริมาณของ Ra-88 จำนวน 1 กรัม จงหามวลเริ่มต้นของ Ra-88

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|------------------|-------------------------|
| ก. 0.33 กรัม | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. 3 กรัม | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. 6 กรัม | 3) มั่นใจ |
| ง. 8 กรัม | 4) มั่นใจมาก |

| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
|---|--|
| ก. 88 เหลือ 1 กรัม มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 1,620 ปี แสดงว่า เวลาผ่านไป 8 ครึ่งชีวิต ใช้เวลา 4,860 ปี ดังนั้นมวลเริ่มต้น Ra-88 เริ่มต้น เท่ากับ 3 กรัม | 1) ไม่มั่นใจมาก 2) ไม่มั่นใจ 3) มั่นใจ 4) มั่นใจมาก |
| ข. Ra-88 เหลือ 1 กรัม มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 1,620 ปี แสดงว่า เวลาผ่านไป 3 ครึ่งชีวิต ใช้เวลา 4,860 ปี ดังนั้นมวลเริ่มต้น Ra-88 เริ่มต้น เท่ากับ 8 กรัม | |
| ค. Ra-88 เหลือ 1 กรัม มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 1,620 ปี แสดงว่า เวลาผ่านไป 3 ครึ่งชีวิต ใช้เวลา 4,860 ปี ดังนั้นมวลเริ่มต้น Ra-88 เริ่มต้น เท่ากับ 6 กรัม | |
| ง. Ra-88 เหลือ 1 กรัม มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 1,620 ปี แสดงว่า เวลาผ่านไป 6 ครึ่งชีวิต ใช้เวลา 4,860 ปี ดังนั้นมวลเริ่มต้น Ra-88 เริ่มต้น เท่ากับ 0.33 กรัม | |

26. ถ้าไอโซโทปกัมมันตรังสีชนิดหนึ่ง จำนวน 20 กรัม เวลาผ่านไป 20 วัน พบว่าเหลืออยู่ 1.25 กรัม จงคำนวณหาครึ่งชีวิตของไอโซโทปนี้

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|----------------------|-------------------------|
| ก. ครึ่งชีวิต 1 วัน | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ครึ่งชีวิต 4 วัน | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ครึ่งชีวิต 5 วัน | 3) มั่นใจ |
| ง. ครึ่งชีวิต 20 วัน | 4) มั่นใจมาก |

| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
|---|--------------------------|
| ก. สารนี้เหลือ 1.25 กรัม จากเริ่มต้น 20 กรัม แสดงว่า เวลาผ่านไป 4 ครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นเวลา 20 วัน ดังนั้นสารกัมมันตรังสีชนิดนี้จึงมีครึ่งชีวิต 5 วัน | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. สารนี้เหลือ 1.25 กรัม จากเริ่มต้น 20 กรัม แสดงว่า เวลาผ่านไป 5 ครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นเวลา 20 วัน ดังนั้นสารกัมมันตรังสีชนิดนี้จึงมีครึ่งชีวิต 4 วัน | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. สารนี้เหลือ 1.25 กรัม จากเริ่มต้น 20 กรัม แสดงว่า เวลาผ่านไป 20 ครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นเวลา 20 วัน ดังนั้นสารกัมมันตรังสีชนิดนี้จึงมีครึ่งชีวิต 1 วัน | 3) มั่นใจ |
| ง. สารนี้เหลือ 1.25 กรัม จากเริ่มต้น 20 กรัม แสดงว่า เวลาผ่านไป 1.25 ครึ่งชีวิต ซึ่งเป็นเวลา 20 วัน ดังนั้นสารกัมมันตรังสีชนิดนี้จึงมีครึ่งชีวิต 20 วัน | 4) มั่นใจมาก |

27. นักโบราณคดีขุดค้นพบซากสิ่งมีชีวิตต้องใช้สารใดในการตรวจหาอายุซากดึกดำบรรพ์

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|--|--------------------------|
| ก. รังสีแกมมา | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. คาร์บอน-12 | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ยูเรเนียม-235 | 3) มั่นใจ |
| ง. คาร์บอน-14 | 4) มั่นใจมาก |
| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
| ก. มีอำนาจการทะลุทะลวงสูงสุด | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. เป็นธาตุที่มีจำนวนมากที่สุดในธรรมชาติ | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. เป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบสำคัญของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด | 3) มั่นใจ |
| ง. วิเคราะห์หองค์ประกอบได้หลากหลาย | 4) มั่นใจมาก |

28. โคบอลต์-60 ใช้ฉายรังสีในการรักษาโรคมะเร็งเพื่อทำลายสารพันธุกรรมของเซลล์มะเร็ง สารกัมมันตรังสีใดสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เหมือนกับ โคบอลต์-60

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|---|--------------------------|
| ก. เรเดียม-226 | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ยูเรเนียม-238 | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ฟอสฟอรัส-32 | 3) มั่นใจ |
| ง. คาร์บอน-14 | 4) มั่นใจมาก |
| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
| ก. สามารถเห็นรายละเอียดของเซลล์ต่างๆได้ชัดเจน | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. มีอำนาจการทะลุทะลวงสูง | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. สามารถทำลายเนื้อเยื่อได้ | 3) มั่นใจ |
| ง. ตรงเข้าทำลายสารพันธุกรรมภายในเซลล์มะเร็ง | 4) มั่นใจมาก |

29. การได้รับรังสีในระยะยาวส่งผลกระทบต่อพันธุกรรมของมนุษย์หรือไม่ อย่างไร

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|---|--------------------------|
| ก. ส่งผลให้เซลล์ผิดปกติ | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ส่งผลให้เกิดการกลายพันธุ์ | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. ส่งผลให้เกิดระบบภูมิคุ้มกันบกพร่อง | 3) มั่นใจ |
| ง. ไม่มีผลต่อร่างกายหากได้รับรังสีใดๆปริมาณน้อย | 4) มั่นใจมาก |
| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
| ก. ทำให้เกิดความเสียหายทางพันธุกรรมในเซลล์สืบพันธุ์ | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของเนื้อเยื่อต่างๆในร่างกาย | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. การทำงานของร่างกายผิดปกติ ติดเชื้อต่างๆได้ง่าย | 3) มั่นใจ |
| ง. รังสีจะค่อยๆสลายไปไม่ส่งผลไปสู่รุ่นลูกหลาน | 4) มั่นใจมาก |

30. ห้องทำการฉายรังสี X-ray สำหรับถ่ายภาพเพื่อการวินิจฉัยโรค ควรใช้วัสดุใดในการทำผนังและประตูจึงจะเหมาะสมที่สุด

| การตอบระดับคำตอบ | ระดับความมั่นใจของคำตอบ |
|---|--------------------------|
| ก. อิฐและอะลูมิเนียมที่มีความหนาแน่นมาก | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. คอนกรีตและเหล็กที่มีความหนาแน่นมาก | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. คอนกรีตและตะกั่วที่มีความหนาแน่นมาก | 3) มั่นใจ |
| ง. ยิปซัมและกระจกที่มีความหนาแน่นมาก | 4) มั่นใจมาก |
| การตอบระดับเหตุผล | ระดับความมั่นใจของเหตุผล |
| ก. เพื่อความเป็นส่วนตัวของผู้เข้ารับการฉายรังสี | 1) ไม่มั่นใจมาก |
| ข. กันแสงเรืองแสงที่ออกมาจากการฉายรังสี X-ray | 2) ไม่มั่นใจ |
| ค. รังสี X-ray มีพลังงานมาก มีอำนาจทะลุทะลวงสูง | 3) มั่นใจ |
| ง. ป้องกันแสงสว่างจากภายนอกเข้ามาทำให้การวินิจฉัยผิดพลาดได้ | 4) มั่นใจมาก |