บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับกับแบบทดสอบวินิจฉัย
3. การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. กรอบแนวคิดในการวิจัย

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

กระทรวงศึกษาธิการได้ประกาศหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ครบทุกโรงเรียนทั่วประเทศในปีการศึกษา 2553 ได้กำหนดโครงสร้างเวลาเรียนขั้นต่ำ ของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ในแต่ละปีไว้ในหลักสูตรแกนกลาง และเปิดโอกาสให้สถานศึกษาเพิ่มเติมเวลาเรียนตามความพร้อมและจุดเน้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 2) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยได้กำหนดสาระสำคัญ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, น. 93) ไว้ดังนี้

1. สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต สิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต โครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต และกระบวนการดำรงชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การถ่ายทอดทางพันธุกรรม การทำงานของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต วิวัฒนาการ และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยีชีวภาพ
2. ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตที่หลากหลายรอบตัว ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การ

ใช้และจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก ปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ

3. สารและสมบัติของสาร สมบัติของวัสดุและสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค การเปลี่ยนสถานะ การเกิดสารละลายและการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสาร สมการเคมี และ การแยกสาร

4. แรงและการเคลื่อนที่ ธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง แรงนิวเคลียร์ การออกแรงกระทำต่อวัตถุ การเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงเสียดทาน โมเมนต์การเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน

5. พลังงาน พลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน สมบัติและปรากฏการณ์ของแสง เสียง และวงจรไฟฟ้า คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและปฏิกิริยานิวเคลียร์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงานการอนุรักษ์พลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

6. กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก โครงสร้างและองค์ประกอบของโลก ทรัพยากรทางธรณี สมบัติทางกายภาพของดิน หิน น้ำ อากาศ สมบัติของผิวโลก และบรรยากาศ กระบวนการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก ปรากฏการณ์ทางธรณี ปัจจัยที่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศ

7. ดาราศาสตร์และอวกาศ วิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพ ปฏิสัมพันธ์และผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก ความสัมพันธ์ของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และโลก ความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

8. ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา และจิตวิทยาศาสตร์

2.1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ
จิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะ ของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และ จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และ แรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวน การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสัณฐานของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพ การปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และ

จิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการ สืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบ ที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้น ๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2.1.2 คุณภาพผู้เรียน

เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2.1.2.1 เข้าใจการรักษาดุลยภาพของเซลล์และกลไกการรักษาดุลยภาพของสิ่งมีชีวิต

2.1.2.2 เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มิวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ

2.1.2.3 เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.2.4 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2.1.2.5 เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว

2.1.2.6 เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกแก๊สธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.2.7 เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวโมเลกุล

2.1.2.8 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์

2.1.2.9 เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

2.1.2.10 เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ

2.1.2.11 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

2.1.2.1 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

2.1.2.13 วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ

2.1.2.14 สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

2.1.2.15 อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงงานหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

2.1.2.16 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการ สืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

2.1.2.17 ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงาน ที่เป็นผลจาก ภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

2.1.2.18 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

2.1.2.19 แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบ หรือแก้ปัญหาได้

2.1.2.20 ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

2.1.3 คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ 2 ภาคเรียนที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

คำอธิบายรายวิชาฟิสิกส์ 2 รหัสวิชา ว30202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 เวลา 80 ชั่วโมง

ศึกษา สังเกต วิเคราะห์ อธิบาย และคำนวณ ความหนาแน่น ความดันในของไหล กฎของพาสคัลและเครื่องอัดไฮโดรริก แรงลอยตัวและหลักของอาร์มีดีส ความตึงผิว ความหนืด พลศาสตร์ของของไหล ความร้อน แก๊สอุดมคติ ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส พลังงานภายในของระบบ และงานที่ทำโดยแก๊ส การประยุกต์ การถ่ายโอนพลังงานของคลื่นกล คลื่นผิวน้ำ การซ้อนทับ ของคลื่น สมบัติของคลื่น คลื่นนิ่งและการสั่นพ้อง โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ วิธีทางวิทยาศาสตร์ การทำโครงงานวิทยาศาสตร์ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล อภิปรายและการทดลองโดยยึดหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ความคิด ความเข้าใจ ตระหนัก และเห็นคุณค่าของการศึกษาวิทยาศาสตร์ สามารถนำความรู้และหลักการที่ได้ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ แก้ปัญหาโจทย์ที่เกี่ยวกับของไหล ความร้อน และคลื่นกล มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ สามารถตัดสินใจ มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม และนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.1.4 ผลการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ 2 ภาคเรียนที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการเรียนรู้รายวิชาฟิสิกส์ 2 รหัสวิชา ว30202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 มีดังนี้

2.1.4.1 อธิบายความหนาแน่นของสาร ขนาดของแรงในของเหลว ทำการทดลองและสรุปความดันในของเหลวที่อยู่ในภาชนะปิด ความสัมพันธ์ระหว่าง ความดันในของเหลว ความหนาแน่น ความลึกในของเหลว และความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกได้ และอธิบายความดันเกจ ความดันสมบูรณ์ของของเหลว และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

2.1.4.2 อธิบายหลักการทำงานของแมนอมิเตอร์และบอกได้ว่าบอรอมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดความดันบรรยากาศ อธิบายความดันบรรยากาศกับชีวิตประจำวัน การใช้เครื่องมือวัดความดันโลหิตที่ใช้แมนอเป็นส่วนประกอบ และนำความรู้เกี่ยวกับความดันในของเหลวไปคำนวณหาแรงที่ของเหลวกระทำต่อด้านข้างของภาชนะ ประตูกั้นน้ำและเขื่อน

2.1.4.3 อธิบายความดันที่ที่เพิ่มให้แก่ของเหลวที่ตำแหน่งใด ๆ ในของเหลวที่อยู่ในภาชนะปิดจะถ่ายทอดไปยังทุก ๆ จุดในของเหลว เรียกว่า กฎของพาสคัล และนำกฎของพาสคัลไปอธิบายการทำงานของเครื่องอัดไฮโดรลิก คำนวณหาปริมาณต่าง ๆ รวมทั้งการได้เปรียบเชิงกลของเครื่องอัดไฮโดรลิกเมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้

2.1.4.4 อธิบายความหมายของแรงลอยตัว บอกหลักการของอาร์คีมีดีสและนำหลักของอาร์คีมีดีสไปอธิบายแก้ปัญหา และคำนวณหาค่าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

2.1.4.5 ทำการทดลองและสรุปผลการทดลองได้ว่า ของเหลวมีแรงดึงผิวที่ใช้ยึดผิวของของเหลวได้อัตราส่วนของแรงดึงผิวต่อความยาวผิวของของเหลวที่ขาดคือ ความตึงผิว ซึ่งมีค่าคงตัวสำหรับของเหลวชนิดหนึ่ง ๆ และอธิบายปรากฏการณ์ซึมตามรูลึกได้

2.1.4.6 อธิบายความหมายของความหนืดแรงหนืดในของเหลว และอธิบายได้ว่าแรงหนืดของของเหลวที่กระทำต่อวัตถุที่เคลื่อนที่ในของเหลวขึ้นอยู่กับขนาดความเร็วของวัตถุนำสมบัติความหนืดของของเหลวไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2.1.4.7 อธิบายความหมายของเส้นกระแส หลอดการไหล สมการความต่อเนื่อง อัตราการไหล และอธิบายได้ว่าทุก ๆ จุดภายในท่อที่ของเหลวเคลื่อนที่ผลรวมของความดัน พลังงานจลน์ต่อปริมาตรของของเหลวมีค่าคงตัวเรียกความสัมพันธ์ดังกล่าวว่า สมการแบร์นูลลี อธิบายกฎของทอรณริเซลลี และใช้สมการของแบร์นูลลีคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ เมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้

2.1.4.8 บอกได้ว่าพลังงานความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่ง สามารถเปลี่ยนมาจากพลังงานรูปอื่น ๆ ได้ และทำกิจกรรมเพื่อศึกษาว่าพลังงานความร้อนแปลงรูปมาจากพลังงานกลได้ พร้อมยกตัวอย่างและอธิบายได้ว่าพลังงานความร้อนสามารถแปลงรูปมาจากพลังงานรูปอื่นและคำนวณหาค่าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

2.1.4.9 อธิบายความหมายของความจุความร้อน ความจุความร้อนจำเพาะ ความร้อนแฝง ความร้อนจำเพาะของสาร สมดุลความร้อน และสามารถคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับความจุความร้อนจำเพาะ ความร้อนจำเพาะของสาร และพลังงานความร้อนเมื่อกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ มาให้ได้

2.1.4.10 ทำการทดลองและสรุปเกี่ยวกับ กฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์ลูสแซก นำกฎของบอยล์ กฎของชาร์ลมาสรุปเป็นกฎของแก๊ส และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้

2.1.4.11 นำความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แบบบราวน์ไปกำหนดแบบจำลองของแก๊สได้ และนำแบบจำลองของแก๊ส และความรู้ที่เกี่ยวข้องไปอธิบายความดันตามทฤษฎีจลน์ของแก๊สและหาความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร จำนวนโมเลกุล และอัตราเร็วของโมเลกุลของแก๊สได้ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับพลังงานจลน์เฉลี่ยของโมเลกุลของแก๊สพร้อมคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

2.1.4.12 นำความรู้เรื่องทฤษฎีจลน์ของแก๊ส และกฎการอนุรักษ์พลังงานไปอธิบายการเปลี่ยนแปลงพลังงานภายในระบบของแก๊สและอธิบายปรากฏการณ์ ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

2.1.4.13 อธิบายการเกิดคลื่นกล ประเภทคลื่นตามขวาง คลื่นตามยาว คลื่นดล บอกความแตกต่างระหว่างคลื่นดล และคลื่นต่อเนื่อง และจำแนกประเภทของคลื่นได้

2.1.4.14 บอกความหมายของคลื่น ความยาวคลื่น แอมปลิจูด ความเร็ว เฟส ความถี่ และบอกความสัมพันธ์ระหว่าง ความเร็วคลื่น ความถี่คลื่น และ ความยาวคลื่นได้

2.1.4.15 อธิบายการซ้อนทับของคลื่น ผลที่เกิดขึ้นเมื่อคลื่นเกิดการซ้อนทับกัน และบอกคุณสมบัติของคลื่นได้

2.1.4.16 ทำการทดลองเกี่ยวกับการสะท้อนของคลื่นน้ำ สรุปผลการทดลองเป็นกฎการสะท้อน และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้

2.1.4.17 ทำกิจกรรมแสดงการหักเหของคลื่นผิวน้ำ สรุปกฎการหักเหและคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

2.1.4.18 ทำกิจกรรมแสดงปรากฏการณ์แทรกสอดของคลื่นผิวน้ำจากแหล่งกำเนิดคลื่นอาพันธ์ อธิบายการเกิดการแทรกสอด และคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเมื่อกำหนดสถานการณ์ให้

2.1.4.19 อธิบายการเกิดคลื่นนิ่งบนผิวน้ำ และคลื่นนิ่งในเส้นเชือกและคำนวณหาปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวกับคลื่นนิ่งเมื่อกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ให้ได้

2.1.4.20 ทำกิจกรรมแสดงการเลี้ยวเบนของคลื่นผิวน้ำ ใช้หลักของฮอยเกนส์ และความรู้เกี่ยวกับการซ้อนทับของคลื่นอธิบายปรากฏการเลี้ยวเบนของคลื่นได้

2.1.5 การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญในการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชน

ในการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณสมบัติตามเป้าหมายหลักสูตร ผู้สอนพยายามคัดสรร กระบวนการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้โดยช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ผ่านสาระที่กำหนดไว้ในหลักสูตร 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ รวมทั้งปลูกฝังเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ พัฒนาทักษะต่าง ๆ อันเป็นสมรรถนะสำคัญให้ผู้เรียนบรรลุตามเป้าหมาย

2.1.5.1 หลักการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยยึดหลักว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เน้นให้ความสำคัญทั้งความรู้ และคุณธรรม

2.1.5.2 กระบวนการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ ที่หลากหลาย เป็นเครื่องมือที่จะนำพาตนเองไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน อาทิ กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณการ กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติ ลงมือทำจริง กระบวนการจัดการ กระบวนการวิจัย กระบวนการเรียนรู้การเรียนรู้ของตนเอง กระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัยกระบวนการเหล่านี้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝน พัฒนา เพราะจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี บรรลุเป้าหมายของหลักสูตรดังนั้น ผู้สอนจึงจำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.5.3 การออกแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาให้เข้าใจถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสาระการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน แล้วจึงพิจารณาออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยเลือกใช้วิธีสอนและเทคนิคการสอน สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพและบรรลุตามเป้าหมายที่กำหนด

2.1.5.6 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนต้องอยู่บนหลักการพื้นฐานสองประการคือการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนและเพื่อตัดสินผลการเรียน ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ประสบผลสำเร็จนั้น ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนาและประเมินตามตัวชี้วัดเพื่อให้บรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ สะท้อนสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนซึ่งเป็นเป้าหมายหลักในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ในทุกระดับไม่ว่าจะเป็นระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นกระบวนการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนโดยใช้ผลการประเมินเป็นข้อมูลและสารสนเทศที่แสดงพัฒนาการ ความก้าวหน้า และความสำเร็จทางการเรียนของผู้เรียน ตลอดจนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิด การพัฒนาและเรียนรู้อย่างเต็มตามศักยภาพ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา ระดับเขตพื้นที่การศึกษา และระดับชาติ มีรายละเอียด ดังนี้

1. การประเมินระดับชั้นเรียน เป็นการวัดและประเมินผลที่อยู่ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ผู้สอนดำเนินการเป็นปกติและสม่ำเสมอ ในการจัดการเรียนการสอน ใช้เทคนิคการประเมินอย่างหลากหลาย เช่น การซักถาม การสังเกต การตรวจการบ้าน การประเมินโครงงาน การประเมินชิ้นงาน/ ภาระงาน แฟ้มสะสมงาน การใช้แบบทดสอบ ฯลฯ

โดยผู้สอนเป็นผู้ประเมินเองหรือเปิดโอกาส ให้ผู้เรียนประเมินตนเอง เพื่อนประเมินเพื่อน ผู้ปกครองร่วมประเมิน ในกรณีที่ไม่ผ่านตัวชี้วัดให้มี การสอนซ่อมเสริม

การประเมินระดับชั้นเรียนเป็นการตรวจสอบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการความก้าวหน้า ในการเรียนรู้ อันเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือไม่ และมากน้อยเพียงใด มีสิ่งที่จะต้องได้รับการพัฒนาปรับปรุงและส่งเสริมในด้านใด นอกจากนี้ยังเป็นข้อมูลให้ผู้สอนใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนของตนด้วย ทั้งนี้โดยสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

2. การประเมินระดับสถานศึกษา เป็นการประเมินที่สถานศึกษาดำเนินการเพื่อตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนเป็นรายปี/รายภาค ผลการประเมินการอ่าน คิดวิเคราะห์และเขียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ และกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน นอกจากนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการศึกษาของสถานศึกษา ว่าส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนตามเป้าหมายหรือไม่ ผู้เรียนมีจุดพัฒนาในด้านใด รวมทั้งสามารถนำผลการเรียนของผู้เรียนในสถานศึกษาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ระดับชาติ ผลการประเมินระดับสถานศึกษาจะเป็นข้อมูลและสารสนเทศเพื่อการปรับปรุงนโยบาย หลักสูตร โครงการหรือวิธีการจัดการเรียนการสอน ตลอดจนเพื่อการจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษาตามแนวทางการประกันคุณภาพการศึกษาและการรายงานผลการจัดการศึกษาต่อคณะกรรมการสถานศึกษา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้ปกครองและชุมชน

3. การประเมินระดับเขตพื้นที่การศึกษา เป็นการประเมินคุณภาพผู้เรียนในระดับเขตพื้นที่การศึกษาตามมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของเขตพื้นที่การศึกษา ตามภาระความรับผิดชอบ สามารถดำเนินการโดยประเมินคุณภาพผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนด้วยข้อสอบมาตรฐานที่จัดทำและดำเนินการโดยเขตพื้นที่การศึกษา หรือด้วยความร่วมมือกับหน่วยงานต้นสังกัด ในการดำเนินการจัดสอบ นอกจากนี้ยังได้จากการตรวจสอบทบทวนข้อมูลจากการประเมินระดับสถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษา

4. การประเมินระดับชาติ เป็นการประเมินคุณภาพผู้เรียนในระดับชาติตามมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน สถานศึกษาต้องจัดให้ผู้เรียนทุกคนที่เรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เข้ารับการประเมิน ผลจากการประเมินใช้เป็นข้อมูลในการเทียบเคียงคุณภาพการศึกษาในระดับต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนยกระดับคุณภาพการจัดการศึกษา ตลอดจนเป็นข้อมูลสนับสนุน การตัดสินใจในระดับนโยบายของประเทศ

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย

2.2.1 ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัยพบว่า นักการศึกษาจากต่างประเทศและในประเทศหลายท่าน ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

ในส่วนนักการศึกษาของประเทศไทยมีหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องไว้ ดังนี้

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, น. 18) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบเพื่อพิจารณาดูว่าผู้สอบบกพร่องในเรื่องใดโดยเฉพาะ แบบทดสอบชนิดนี้ใช้ศึกษาเด็กที่มีปัญหายุ่งยากบางประการที่แก้ไขด้วยความลำบาก

โชติ เพชรชื่น (2544, น. 50) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดเพื่อวิเคราะห์หาจุดเด่น จุดด้อยในการเรียน ตลอดทั้งบ่งชี้ถึงสาเหตุของ ความด้อยหรือความบกพร่องของนักเรียนแต่ละคน

อภิสิทธิ์ กิจเกียรติ์ (2545, น. 9) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบแบบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องของนักเรียนในการเรียนวิชาต่าง ๆ เป็นรายบุคคลเพื่อจัดให้มีการสอนซ่อมเสริมและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

สุวิมล ว่องวานิช (2546, น. 258) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าหมายถึงแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ค้นหาข้อบกพร่อง จุดอ่อนหรือจุดด้อยของผู้เรียน ทั้งในด้านวิชาการและทางด้านจิตใจ เพื่อแยกผู้เรียนว่ามีความสามารถดีหรือด้อยในเรื่องใด หาสาเหตุว่าผู้เรียนมีผลการเรียนด้อยเนื่องจากสาเหตุใด

จงจิตร ปาลสินกุลกิจ (2547, น. 9) กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนในรายวิชาต่าง ๆ เป็นรายบุคคลเพื่อนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่อง โดยการจัดสอนซ่อมเสริม

พิสณุ ฟองศรี (2552, น. 114) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบที่วัดเกี่ยวกับความบกพร่องในการเรียนรู้ ได้แก่ แบบทดสอบวินิจฉัยวัดความบกพร่องในการคิดคำนวณทำให้ทราบว่ามีข้อบกพร่องอย่างไรบ้างเพื่อจะได้แก้ไขข้อบกพร่องได้

พิชัย ฤทธิ์จรูญ (2553, น. 63) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบที่มุ่งหาข้อบกพร่องในการเรียนเพื่อนำ ผลไปปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียนและการสอนของครู

บุญชม ศรีสะอาด (2553, น. 50) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อให้เห็นถึงจุดบกพร่องที่เป็นปัญหา หรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่งๆ

ของนักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อหาทางแก้ไขให้ตรงจุดยิ่งขึ้นอันจะทำให้สามารถช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนและเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนคนอื่น

สมนึก ภัททยธนี (2553, น. 8) ได้ให้ความหมายของการวัดผลเพื่อการวินิจฉัยว่า เป็นการวัดผลเพื่อค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียนที่มีปัญหาว่า ยังไม่เกิดการเรียนรู้ตรงจุดใด เพื่อหาแนวทางช่วยเหลือให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้บรรลุตามจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนการสอน และช่วยให้ครูสามารถสอนซ่อมเสริมได้ถูกต้อง

โชติกา ภาษีผล (2554, น. 3) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดจุดด้อยของการเรียนรู้ที่เป็นปัญหาของผู้เรียน มุ่งตรวจสอบกลไกองค์ประกอบย่อยของ กร ะบวนการสำคัญที่เป็นเป้าหมายของการเรียนรู้ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงและซ่อมเสริม

ส่วนนักการศึกษาชาวต่างประเทศให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องไว้ดังต่อไปนี้

Anastasi (1968, p. 404) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อแยกแยะความสามารถของนักเรียนแต่ละคนว่าเก่งหรืออ่อน

Payne (1968, p. 167) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยว่า การทดสอบเพื่อวินิจฉัยทั่วไปจะทำการทดสอบเมื่อการเรียนการสอนสิ้นสุดลง จัดเป็นการทอสอบบุคลหรือเป็นกลุ่มเพื่อชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องของการเรียนรู้ในรายละเอียดของแต่ละคน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน

Throndike and Hagen (1969, p. 646) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่รวบรวมปัญหาและสาเหตุที่ทำให้เกิดความบกพร่องในการเรียนวิชาต่าง ๆ ไว้ในแบบทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดหาวิธีการในการสอนซ่อมเสริมที่ตรงจุดและเป็นการช่วยปรับปรุงความรอบรู้ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นด้วย

Brown (1970, p. 225) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า แบบทดสอบวินิจฉัยใช้สำหรับค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งที่จะทำการสอนซ่อมเสริมและให้การแนะแนว ซึ่งสามารถชี้ให้เห็นถึงจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในแต่ละส่วนย่อย ๆ ของแบบทดสอบนั้น

Karmel (1970, p. 107) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องเป็นแบบทดสอบที่บ่งชี้ถึงจุดอ่อน จุดแข็งของเด็ก และบอกชนิดของจุดอ่อนนั้นด้วย

Good (1973, p. 178) ได้ให้ความหมายของการวินิจฉัยทางการเรียนไว้ว่าการวินิจฉัยการเรียน หมายถึง การค้นหาสาเหตุที่เป็นอุปสรรค และข้อบกพร่องทางการเรียน

Singha (1974, pp. 200-201) ได้ให้ความหมายองแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องเป็นแบบทดสอบที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยมุ่งที่จะทำการสอน

ซ่อมเสริม (Remidial) และให้การแนะแนว ซึ่งแบบทดสอบประเภทนี้จะต้องสุ่มเนื้อหาให้ละเอียดมาก เพื่อที่จะชี้ให้เห็นถึงจุดอ่อนของนักเรียนในแต่ละส่วนย่อยของแบบทดสอบและแบบทดสอบประเภทนี้ ความเที่ยงตรงของเนื้อหาวิชามีความจำเป็นมากกว่าแบบทดสอบชนิดอื่น ๆ

Ahmann and Glock (1976, p. 18) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้หลังจากการเรียนการสอนสิ้นสุดลงเพื่อให้ทราบถึงข้อบกพร่องของนักเรียนแต่ละคน

Gronlund (1976, p. 12) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. มีจุดมุ่งหมายที่จะชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนรายบุคคล
2. ประกอบด้วยกลุ่มข้อสอบจำนวนมาก ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกันในแต่ละขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่สอบ
3. คะแนนรวมของแบบทดสอบ มีความสำคัญน้อยกว่าการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ
4. ข้อสอบมักเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
5. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน สร้างขึ้นเพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการเรียน และนำผลมาใช้พิจารณาการจัดสอนซ่อมเสริม

จากความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องข้างต้นของนักการศึกษาทั้งชาวต่างประเทศ และการศึกษาของประเทศไทย ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องหรือจุดอ่อน ของนักเรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละเนื้อหาย่อย ๆ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นได้อย่างตรงจุดและเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนและจัดวิธีการสอนซ่อมเสริมให้ตรงจุดต่อไป

2.2.2 ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

นักการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศ ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบแบบวินิจฉัยไว้ดังนี้

ในส่วนนักการศึกษาของประเทศไทยมีหลายท่านได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องไว้ ดังนี้

โชติ เพชรชื่น (2544, น. 7) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. มุ่งวัดความสามารถหรือทักษะในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเป็นการเฉพาะ
2. แบ่งเป็นส่วน ๆ หรือฉบับย่อย ๆ การแบ่งเป็นส่วนหรือฉบับย่อยขึ้นอยู่กับลักษณะความสามารถหรือทักษะแต่ละอย่าง ซึ่งมีองค์ประกอบไม่เหมือนกัน
3. จำนวนข้อสอบในแต่ละส่วน หรือในฉบับย่อยมีจำนวนข้อมากพอที่จะวัดความสามารถ หรือทักษะย่อยได้ด้วยความมั่นใจ

4. มีเกณฑ์คะแนนขั้นต่ำไว้สำหรับเทียบ เพื่ออธิบายถึงความบกพร่องแต่ละความสามารถและทักษะ

5. เน้นความตรงตามเนื้อหาเป็นสำคัญ

6. ตรวจคำตอบแยกเป็นส่วน ๆ หรือแยกแต่ละทักษะย่อยของนักเรียนเป็นรายบุคคล

บุญชม ศรีสะอาด (2555, น. 50) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. มุ่งวัดเป็นเรื่องหือเป็นด้าน ถ้าต้องการวัดทักษะย่อยอาจแบ่งเป็นด้านย่อย

2. คะแนนแต่ละด้าน แต่ละตอนมุ่งค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน การรวมคะแนนจึงไม่เป็นประโยชน์ในกรณีนี้

3. ต้องมีข้อสอบหลาย ๆ ข้อวัดทักษะเดียวกันเพื่อชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องอย่างแจ่มชัด

4. ไม่เร่งรัดเวลาในการทำ โดยจะเริ่มจากข้อที่ง่ายแล้วเพิ่มความความยากขึ้น

5. การสร้างแบบทดสอบต้องสร้างจากการวิเคราะห์ทักษะที่ส่งผลให้นักเรียนไม่สำเร็จหรือศึกษาจากข้อผิดพลาด ความบกพร่องที่เกิดกับนักเรียน

6. มาตรฐานของแบบทดสอบต้องนำเนินการสอบภายใต้สภาพเดียวกันและการให้คะแนนต้องมีความเป็นปรนัย

ส่วนนักการศึกษาต่างประเทศได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องไว้ดังนี้

Ahmann and Glock (1967, pp. 364-365) ได้อธิบายถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยเน้นความตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ

2. เกณฑ์ปกติ ไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจฉัย

3. แบบทดสอบวินิจฉัยประกอบด้วยกลุ่มข้อทดสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อแล้วรวบรวมคำตอบที่เป็นปัญหาซึ่งเกิดขึ้นกับนักเรียนจำนวนมากไว้เพื่อค้นหาจุดบกพร่องต่อไป

4. แบบทดสอบวินิจฉัยมักใช้เพื่อแก้ไขปัญหาทางการเรียนให้นักเรียนที่มีคะแนนต่ำจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ (Survey Test)

Payne (1968, p. 167) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องว่า

1. สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและจุดประสงค์ของการสอน

2. ประกอบด้วยข้อสอบซึ่งเกิดจากการวิเคราะห์รายละเอียดขององค์ประกอบที่เกี่ยวกับการเรียนรู้เรื่องนั้น

3. ชี้แนวทางในการแก้ไขจุดบกพร่องว่าควรแก้ไขที่จุดใด

4. ใช้ทดสอบหลังจากการสอนเนื้อหาแต่ละเนื้อหาสิ้นสุดลง ซึ่งการทดสอบจะทดสอบเป็นกลุ่มหรือรายบุคคลก็ได้

Mehrens and Lehmann (1973, pp. 462-464) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. การทดสอบวินิจฉัยไม่ได้คำนึงถึงคะแนนการสอบเพียงอย่างเดียว แต่จะต้องพิจารณาถึงรายละเอียดอื่น ๆ จากผลงานของนักเรียนประกอบด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการสอนซ่อมเสริม

2. แบบทดสอบวินิจฉัยจะต้องสร้างเกณฑ์ปกติ (Norm) ในกรณีที่ต้องการแสดงว่าโดยทั่วไปนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใดของกลุ่มและไม่มีเกณฑ์ปกติกรณีที่เราถือว่าเกณฑ์ปกติได้มากจากข้อสอบมาตรฐานอื่น ๆ ซึ่งเป็นเกณฑ์ปกติระดับชาติ (National Norm) อยู่แล้ว

3. แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน ในกรณีที่เครื่องมือนั้นอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์หรือเงื่อนไขเดียวกันและการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

4. แบบทดสอบวินิจฉัยอาจใช้เกณฑ์ปกติเป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Norm) หรือเกณฑ์ปกติแบบเทียบชั้น (Grade Equivalent Norm) ได้ตามความเหมาะสม

5. แบบทดสอบวินิจฉัย จะใช้เฉพาะกับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเรียนซึ่งจะต้องใช้เวลามากในการดำเนินการสอบ การตรวจและการตีความหมายของคะแนน

6. แบบทดสอบวินิจฉัยสร้างยากกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อื่น เพราะนอกจากจะต้องการคำตอบของนักเรียนแล้วยังต้องสามารถทำให้รู้ว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในด้านใด

Singha (1974, pp. 200-205) ได้อธิบายถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. มีจำนวนคำถามมากข้อและครอบคลุมจุดประสงค์ของนักเรียน
2. ต้องมีการวิเคราะห์และสุ่มเนื้อหาอย่างระมัดระวัง
3. คำถามมักเป็นคำถามค่อนข้างง่าย
4. ไม่จำกัดเวลาสอบ
5. จัดแยกคำถามไว้เป็นพวก ๆ ในแบบทดสอบย่อย ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มข้อสอบที่วัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้โดยจะมีการวิเคราะห์คะแนนในแต่ละส่วนของแบบทดสอบ
6. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะแบบทดสอบต้องการที่จะค้นหาจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล มากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
7. แบบทดสอบวินิจฉัย ตั้งอยู่บนนิยามของการเรียนเพื่อรอบรู้

Gronlund (1976, p. 139) ได้อธิบายถึงลักษณะขอองแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่ามีลักษณะดังนี้

1. ยึดความบกพร่องในการเรียนเป็นขอบข่ายในการวัด
2. ความบกพร่องที่จะวัดเป็นความบกพร่องเฉพาะอย่าง
3. ข้อสอบมีลักษณะง่าย
4. ใช้ทอสอบระหว่างการเรียนการสอน
5. สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียน
6. นำผลไปใช้ในการพิจารณาจัดการสอนซ่อมเสริม

Treagust and other (2002, p. 284) ได้อธิบายถึงการพัฒนาแบบทดสอบวินิจฉัยตัวเลือก 2 ลำดับขั้น(Two-Tier Muntiple Choice Diagnonosc Test) ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยถูกพัฒนาและนำไปใช้เพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนตามแนวติดที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ โดยแต่ละหัวข้อของแบบทดสอบวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับขั้นได้ถูกออกแบบมาในรูปพิเศษเพื่อนำมาระบุแนวคิดที่แตกต่างกันออกไป และทำให้ ข้อจำกัดและคำจำกัดความกับข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนชัดเจนขึ้น ในส่วนแรกประกอบด้วยส่วนของคำถามและส่วนที่สองเป็นส่วนของคำตอบ ซึ่งส่วนของคำตอบส่วนที่หนึ่งนั้นจะให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้อง และส่วนที่สอง จะเป็นการเลือกเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบในส่วนแรก

จากลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะ ดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบที่แบ่งออกเป็นแบบย่อยๆ หลายตอน แต่ละตอนวัดทักษะใดทักษะหนึ่งโดยเฉพาะที่แตกต่างกัน มีจุดมุ่งหมายที่จะทอสอบให้ครอบคลุมถึงเนื้อหาและพฤติกรรมที่สำคัญๆ ทำให้วินิจฉัยได้ว่านักเรียนมีความบกพร่องในด้านใด และมีสาเหตุใด เพื่อจะได้ช่วยแก้ไขความบกพร่องนี้ให้ตรงจุด
2. เป็นแบบทดสอบที่ง่ายและมีจำนวนมากข้อ
3. เป็นแบบทดสอบที่เน้นความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) เป็นสำคัญ
4. ข้อสอบแต่ละข้อสามารถสืบค้นหาสาเหตุของการตอบข้อสอบผิดได้
5. ไม่จำกัดเวลาในการสอบ การสอบใช้สอบเมื่อเรียนแต่ละบทเรียนเสร็จสิ้นแล้ว
6. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ

2.2.3 เทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยให้มีคุณภาพนั้นได้มีนักการศึกษาหลายท่านทั้งต่างประเทศในประเทศได้กล่าวไว้ดังนี้

ในส่วนนักการศึกษาของประเทศไทยที่กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมีดังนี้

สุเทพ สันติวรานนท์ (2533, น. 67-73) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องไว้ ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนดำเนินการสร้างแบบทดสอบ

2. วิเคราะห์ทักษะที่จำเป็นและเนื้อหาวิชาแล้วแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ

3. เขียนจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมให้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนด

4. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมในข้อสอบจะกำหนดไว้ให้นักเรียนหาคำตอบซึ่งในขั้นนี้ถือเป็นขั้นตอนถือเป็นขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจหาสาเหตุของการเลือกคำตอบ

5. นำไปทดสอบกับนักเรียนในกลุ่มที่ได้เรียนเนื้อหานั้นผ่านไปแล้ว

6. วิเคราะห์คำตอบและหาสาเหตุการไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ เพื่อนำมากำหนดสร้างตัวเลือกของข้อสอบวินิจฉัยต่อไป

7. เขียนข้อสอบโดยเลือกสร้างจากสาเหตุของการเลือกตอบของนักเรียน

8. นำข้อสอบในขั้นที่ 7 มารวบรวมเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยแล้วนำไปทดสอบใช้ และพัฒนาปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น

9. เขียนคู่มือในการใช้แบบทดสอบและกำหนดแนวทางที่ใช้เหมาะสมเพื่อให้สามารถชี้ให้เห็นถึงความบกพร่องและค้นหาสาเหตุของความบกพร่องในแต่ละทักษะนั้นต่อไป

กรมวิชาการ (2540, น. 11) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหา กำหนดขอบเขตระดับพฤติกรรมอย่างละเอียด

2. สร้างตารางวิเคราะห์โครงสร้างของวิชา

3. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจ

4. เขียนจุดประสงคีการเรียนรู้

5. หาข้อผิดหรือข้อบกพร่องที่คิดว่าน่าจะเกิดขึ้น ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

6. เขียนลักษณะเฉพพาะของข้อสอบ

7. เขียนข้อสอบตามลักษณะเฉพาะของข้อสอบ

8. ตรวจคุณภาพข้อสอบรายข้อ

9. ทดสอบหาค่าสถิติ

10.จัดทำแบบทดสอบ ทดลองสอบ หาคุณภาพของแบบทดสอบ

11.เขียนคู่มือการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบ คู่มือการใช้แบบทดสอบ การแปลความหมายของคะแนนและคู่มือการวินิจจัย

โชติ เพชรชื่น (2544, น. 17) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสามารถหรือทักษะที่องค์ประกอบย่อยความสามารถที่เป็นจุดประสงค์หลักสูตรรายวิชา

2. กำหนดจุดสงค์ในการวัดและลักษณะดณพาะข้อสอบ

3. สร้างคำถามที่วัดความสามารถหรือทักษะย่อยเหล่านี้ให้ครอบคลุมจุดประสงค์และเอหา มีจำนวนคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงข้อบกพร่องหรือจุดย่อยของนักเรียนได้

4. ทดลองใช้และนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เพื่อปะบปรุงคำถาม

5. ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ

6. สร้างเกณฑ์บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อเปรียบเทียบ

7. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบ

ส่วนนักการศึกษาของต่างประเทศที่กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยมีดังนี้

Thorndike and Hagen (1969, pp. 259-271) กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะหรือเนื้อหาที่ต้องการสอบออกเป็นทักษะหรือองค์ประกอบต่าง ๆ

2. สร้างและปรับปรุงแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อให้สามารถค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละทักษะย่อย ๆ นั้นได้

Brown (1970, p. 303) กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องไว้ ดังนี้

1. แบ่งทักษะที่ต้องการวัดออกเป็นทักษะย่อย ๆ ให้ชัดเจน

2. แบ่งเป็นแบบทดสอบย่อยหลายฉบับ และสร้างแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับนั้นให้สามารถวัดองค์ประกอบเดียว

3. คะแนนจากแบบทดสอบย่อยจะต้องกำหนดแนวทางที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถจัดหาวิธีการสอนซ่อมเสริมให้ตรงจุด

4. คะแนนจากแบบทดสอบย่อยจะต้องกำหนดแนวทางที่เหมาะสมเพื่อให้สามารถจัดหาวิธีสอนได้ตรงจุด

Singha (1974, pp. 201 – 202)ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวินิจฉัยว่ามีลักษณะสำคัญดังนี้

1. ในกรณีสร้างเป็นแบบปรนัยเลือกตอบหรือแบบตอบสั้น ๆ ควรมีจำนวนมากข้อเพื่อที่จะครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ที่จะทดสอบ

2. ไม่จำเป็นต้องสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Biue – Print) ทั้งนี้เพราะไม่ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชาและวิธีการ

3. ไม่ต้องสร้างเกณฑ์ปกติในการวินิจฉัยเพราะจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบเพื่อค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุมากกว่าจะเป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์

4. แบบทดสอบวินิจฉัยจะสร้างข้อสอบตามเนื้อหาคือ เอาข้อความที่อยู่ในเนื้อหาเดียวกันเข้าไว้ด้วยกันโดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความยาก

5. แบบทดสอบวินิจฉัยอาจสร้างเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หรือเป็นข้อสอบที่ครูสร้าง แต่แบบที่ครูสร้างขึ้นมักคุ้มค่ามากกว่า เพราะประหยัดเวลาและกำลังงานมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบมาตรฐาน

Gropper (1974, p. 145) กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องไว้ดังนี้

1. วางแผนสร้างแบบทดสอบ
2. เขียนข้อสอบโดยใช้จุดประสงค์การเรียนรู้
3. หาสาเหตุที่ไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมนั้น
4. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ และปรับปรุงแบบทดสอบ

Singha (p. 201-202) ได้กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยว่ามีลักษณะสำคัญดังนี้

1. ในกรณีที่สร้างแบบทอสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ หรือแบบตอบสั้น ๆ ควรมีจำนวนข้อสอบไม่น้อยกว่าสามข้อในแต่ละเนื้อหาย่อย

2. ไม่จำเป็นต้องสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Blue-Print) ทั้งนี้เพราะไม่ต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาและวิธีการ

3. ไม่จำเป็นต้องสร้างเฏณฑ์ปกติในการวินิจฉัย เพราะจุดหมายแบบทดสอบเพื่อค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุมากกว่าจะเป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์

4. แบบทดสอบวินิจฉัยจะเรียงข้อสอบตามเนื้อหา คือ เอาข้อที่อยู่ในเนื้อหาเดียวกันเข้าไว้ด้วยกัน

5. แบบทดสอบวินิจฉัยสร้างโดยแบบสอบมาตรฐาน หรือแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น แต่แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นมักจะคุ้มกว่า เพราะประหยัดเวลาและพลังงานมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแบบทดสอบมาตรฐาน

จากการศึกษาเทคนิคและวธีการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยได้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
2. ศึกษาวิเคราะห์สาระและมาตรฐานการเรียนรู้
3. แบ่งเนื้อหาออกเป็นองค์ประกอบย่อยตามสาระการเรียนรู้
4. กำหนดตัวชี้วัดให้ครอบคลุมตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระการเรียนรู้
5. เขียนจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้ย่อยและตัวชี้วัด

6. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้ในข้อสอบจะกำหนดให้นักเรียนหาคำตอบและสร้างวิธีคิด

7. ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความตรงของแบบทดสอบ

8. นำไปทดสอบแล้วนำผลมาวิเคราะห์หาข้อบกพร่อง โดยคำตอบผิดนำมาสร้างเป็นตัวลวงส่วนวิธีการคิดของนักเรียนนำมาสร้างเป็นเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบในส่วนแรกของแบบทดสอบวินิจฉัย

9. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยใช้ข้อคำถามจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจและสร้างตัวเลือกจากการรวบรวมคำตอบผิดของนักเรียน สร้างเหตุผลในการเลือกตอบจากวิธีการคิดของนักเรียน

10.ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความตรงของแบบทดสอบ

11.นำไปทดสอบครั้งที่ 1 แล้วนำผลมาวิเคราะห์ หาค่าความยาก อำนาจจำแนกเพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ

12.นำข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกและปรับปรุงไปทดสอบครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างแล้วนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อและทั้งฉบับวิเคราะห์หาจุดบกพร่องของนักเรียนที่ตอบผิดและลักษณะของการบกพร่องนั้น

13. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบและจัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นรูปเล่ม

2.2.4 ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย

ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยนั้น มีความสำคัญและมีคุณค่าต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียน ครูผู้สอนและผู้บริหาร เพราะถือว่าเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญเป็นสื่อที่จะให้ครูผู้สอนเข้าใจและวิเคราะห์ถึงสาเหตุของความไม่เข้าใจในเนื้อหาของนักเรียน พร้อมทั้งครูผู้สอนสามารถปรับปรุง แก้ไข การจัดการเรียนรู้ได้อย่างตรงจุดมีนักการศึกษาในประเทศได้กล่าวถึงข้อดีของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน ดังนี้

โชติ เพชรชื่น (2544, น. 10 – 11) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยว่ามีประโยชน์ต่อนักเรียน ครูผู้สอน และผู้บริหาร ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนรู้ข้อบกพร่องของตนเองโดยดูคะแนนผลการสอบแต่ละส่วนว่ามีส่วนไหนบ้างที่ได้คะแนนน้อยกว่าปกติ หรือต่ำกว่าคะแนนเกณฑ์ เมื่อรู้ข้อบกพร่องหรือจุดด้อยแล้ว ก็จะได้ปรับปรุงหรือฟื้นฟูความรู้ความเข้าใจหรือฝึกทักษะในเรื่องนั้น ๆ เป็นการเฉพาะเป็นการแก้ไขปัญหาในส่วนของตัวนักเรียนบางคนอาจมีข้อบกพร่องเพียงจุดเดียว ด้านเดียว แต่บางคนอาจบกพร่องหลาย ๆ จุด หลาย ๆ ด้านก็ได้ไม่เท่ากัน

2. ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาสามารถช่วยเหลือนักเรียนได้ตรงจุดทำให้ปัญหาของนักเรียนหมดไปโดยเร็วเป็นการประหยัดเวลา นอกจากนั้นยังต้องตระหนักว่าวิธีการสอนที่เคยใช้อยู่ก่อนอาจไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้สอนเสริม ควรแสวงหาหรือเลือกวิธีสอนใหม่ซึ่งแตกต่างไปจากวิธีการสอนแบบเดิมที่เคยใช้สอนเรื่องนั้น ๆ มาก่อนแล้ว

3. ผู้บริหารโรงเรียนสามารถจัดการ สนับสนุนและอำนวยความสะดวกให้แก่ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษา ตลอดทั้งตัวนักเรียนเองได้ตรงประเด็นหรือตรงความต้องการผลที่เกิดขึ้นก็คือผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาต่างประเทศได้กล่าวถึงประโยชน์ของการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนไว้ดังนี้

Bloom (1971, pp. 91 – 101) ได้กล่าวถึงหน้าที่และประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยของการเรียนสรุปไว้ ดังนี้

1. ใช้วัดพื้นฐานความรู้ก่อนเข้าเรียน
2. ใช้วัดระดับความรอบรู้
3. ใช้แยกนักเรียนเป็นกลุ่มเป็นพวกเพื่อหาทางใช้วิธีการสอนที่เหมาะสม
4. ใช้ค้นหาสาเหตุของความผิดที่เกิดขึ้นซ้ำซาก

Kennedy (1980, p. 23) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนไว้ดังนี้

1. ใช้ค้นหาข้อบกพร่องและปัญหาในการเรียน
2. ใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน
3. ใช้ในการวางแผนจัดการสอนซ่อมเสริม

Gronlund (1981, p. 322) ได้กล่าวถึงประโยชน์แบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนแต่ละฉบับสะท้อนถึงมโนคติเกี่ยวกับเรื่องที่จะวัดของผู้สร้างและข้อคิดของผู้เรียนในการวินิจฉัย

2. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนสร้างขึ้นสำหรับนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำจึงเหมาะสำหรับการพิจารณาข้อบกพร่องทางการเรียน แต่จะไม่เหมาะสำหรับการพิจารณาระดับความชำนาญ

3. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน จะเป็นการบอกประเภทของข้อบกพร่องของนักเรียน แต่จะไม่บอกสาเหตุของข้อบกพร่องนั้น แม้ว่าบางครั้งจะสามารถบอกสาเหตุจากประเภทของข้อบกพร่องหรือ จากการอธิบายคำตอบของนักเรียน แต่ข้อบกพร่องบางชนิดอาจเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุหรือเกี่ยวข้องกันในลักษณะที่ซับซ้อน

4. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนที่ทำการวินิจฉัยอุปสรรคทางการเรียนของนักเรียนเพียงส่วนเดียว ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ที่มีต่อส่วนประกอบนั้นด้วย

5. ผลที่ได้จากการทดสอบย่อยหรือกลุ่มของข้อสอบ ในการวินิจฉัยการเรียนอาจเชื่อถือได้น้อยเพราะอาจมีบางหัวข้อเท่านั้นที่วัดทักษะเฉพาะ ดังนั้นการหาข้อเด่นข้อสอบด้อยทางการเรียนควรสังเกตจากห้องเรียนประกอบด้วย

2.2.5 การวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์

วิชาฟิสิกส์เป็นแขนงหนึ่งของวิทยาศาสตร์กายภาพ ที่จัดว่าเป็นพื้นฐานสำคัญของวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งปวง เพราะเป็นวิชาที่ต้องอาศัยหลักของเหตุและผลว่าด้วยความเป็นจริงโดยทั่วไปแล้ว ฟิสิกส์จะมุ่งหากฎเกณฑ์ต่าง ๆ สำหรับอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่น ทำไมท้องฟ้าจึงเป็นสีฟ้า ทำไมดวงอาทิตย์ที่มองเห็นในตอนเช้าหรือตอนเย็นจึงมีดวงโตกว่าดวงอาทิตย์ตอนเที่ยงวัน การกระเจิงของแสงสีมีกฎเกณฑ์อย่างไร เป็นต้น ดังนั้น จุดมุ่งหมายหลักของวิชาฟิสิกส์จึงอยู่ที่การศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ โดยมิได้เน้นการนำความรู้ไปประยุกต์ ความรู้ที่จัดเป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ ได้แก่ กลศาสตร์ ความร้อน แสง เสียง ไฟฟ้าแม่เหล็ก ฟิสิกส์อะตอม และ ฟิสิกส์นิวเคลียร์

การศึกษาทางฟิสิกส์จัดเป็นการศึกษาเชิงปริมาณ ที่บรรยายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ด้วยข้อมูลเชิงตัวเลข โดยอาศัยพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ คณิตศาสตร์ที่จำเป็นสำหรับการเรียนวิชาฟิสิกส์ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ พีชคณิต เรขาคณิต ตรีโกณมิติ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี 2536, น. 8 -10) โดยที่การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนักเรียนจะต้องเรียนรู้เนื้อหาวิชาในส่วนที่เป็นความรู้ความจำ ความเข้าใจ การคิดวิเคราะห์ แล้ว ความสามารถหรือทักษะในการคิดคำนวณยังเป็นความจำ เป็นที่นักเรียนจะต้องมีอยู่ด้วยเพื่อที่จะทำ การคำนวณหาคำตอบสุดท้ายตามที่โจทย์ต้องการดังนั้น ในการสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ เมื่อนักเรียนทำ คะแนนได้น้อย ครูจะต้องวินิจฉัยให้ได้ว่านักเรียนมีข้อบกพร่องในเรื่องใด ไม่มีความรู้ในเนื้อหา หรือเข้าใจผิดในมโนมติของเรื่องหรือขาดความรู้พื้นฐานเดิม หรือคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาไม่เป็น หรือขาดพื้นฐานความรู้ที่จำ เป็นทางคณิตศาสตร์ จึงจะทำ ให้ครูผู้สอนสามารถจะทำ การสอนซ่อมเสริมให้ตรงกับข้อบกพร่องของนักเรียนได้ เครื่องมือหนึ่งที่ใช้ในการแก้ไขข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ คือ แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องที่สามารถนำ ผลการทดสอบมาแจกแจงได้ว่านักเรียนผู้นั้นมีจุดบกพร่องเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ส่วนใด เรื่องใด และเพราะเหตุใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการสอนซ่อมเสริมนักเรียน หรือ เพื่อปรับปรุงการสอนของครูเองให้สอนซ่อมเสริมให้แก่นักเรียนได้ตรงกับจุดบกพร่องของนักเรียนผู้นั้น

2.2.6 ขั้นตอนในการแก้โจทย์ปัญหา

ได้มีนักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศ ได้แก่ จรูญ จียโชค (2531, น. 120) วิจิตรา การกลาง (2532, น. 11-12) สงบ ลักษณะ (น. 17-19) โพลย่า (Polya, 1957, pp. 5-14) ได้เสนอขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา ซึ่งผู้วิจัยสรุปขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาดังนี้

1. การแก้โจทย์ปัญหาขั้นรับรู้โจทย์และเข้าใจโจทย์ปัญหา ซึ่งประกอบด้วยทักษะดังนี้
   1.1 ทำความเข้าใจ ความหมายของคำ สามารถแทนค่าโจทย์ด้วยสัญลักษณ์
   1.2 การตีความในโจทย์ปัญหาว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร
   1.3 การหาส่วนสำคัญของปัญหา เช่น สิ่งที่โจทย์ถาม ข้อมูลที่ได้มา และเงื่อนไขต่าง ๆ
   1.4 การบอกปัญหาหลายแง่หลายมุม เพื่อดูความเป็นไปได้ของปัญหา
2. ขั้นวางแผนในการแก้โจทย์ ประกอบด้วยทักษะ ดังนี้
   2.1 โจทย์ข้อนี้ต้องใช้สูตรใด
   2.2 เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์
3. ขั้นคิดคำนวณเพื่อหาคำตอบ ประกอบด้วยทักษะดังนี้
   3.1 ทักษะการแก้สมการ การคิดคำนวณหาค่าคำตอบตามที่โจทย์กำหนด
   3.2 ตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบว่าสอดคล้องกับเงื่อนไขที่ได้มาหรือไม่ ปรับปรุงคำตอบให้เป็นคำตอบที่สมบูรณ์

2.2.7 องค์ประกอบและข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหา

ปัจจุบันในการจัดการเรียนการสอนนอกจากกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่มีปัญหาในด้านคุณภาพแล้ว กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยเฉพาะวิชา ฟิสิกส์ ก็เป็นวิชาหนึ่งที่มีปัญหาโดยเฉพาะสมรรถภาพที่เกี่ยวกับการคิดคำนวณเพราะต้องอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้อง พบว่าสมรรถภาพนี้ มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนอยู่ในช่วงคะแนนต่ำเป็นส่วนใหญ่

จรูญ จียโชค (2531, น. 10-12) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ด้านการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนต่ำว่าเนื่องจากกระบวนการสอนของครูยังเป็นแนวการสอนตามวิธีสอนคณิตศาสตรีแบบเก่า ซึ่งยึดการจำและการฝึกหัดจากตัวอย่าง คือครูอธิบายความหมาย และ คำจำกัดความ ให้ตัวอย่าง ให้ทำแบบฝึกหัดและการบ้าน ซึ่งผลที่ได้จากการเรียนการสอนแบบนี้ จึงพบว่าเด็กสามารถเรียนคณิตศาสตร์ประเภททักษะได้ดีกว่าโจทย์ปัญหาด้วยการท่องจำ โดยจำคำหลักเพื่อใช้บอกวิธีทำ ถ้าครูสร้างปัญหาที่มีคำหลักเดียวกันและโจทย์ข้อนั้นใช้วิธีการหาคำตอบตรงกับวิธีที่นักเรียนจำได้ นักเรียนก็จะสามารถบอกได้ถูกต้องว่าโจทย์ข้อนั้นต้องหาวิธีใดเพื่อให้ได้คำตอบ แล้วถ้าตามเหตุผลแวดล้อมในโจทย์ปัญหาข้อนั้น ต้องใช้วิธีอื่นหาคำตอบนักเรียนจะ

ตอบผิด และ ถ้าในโจทย์มีคำซึ่งนักเรียนไม่ได้ฝึกหัดมาก่อนก็จะยิ่งเกิดความสับสนมากขึ้น และจะมีโอกาสทำโขทย์ปัญหาผิดมากขึ้น

Kramer (1970, อ้างถึงใน ประยูร อาษานาม, 2528, น. 44-45) ได้กล่าวถึงสาเหตุของการด้อยในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ครูเน้นทักษะการคิดคำนวณมากกว่าวิธีการแก้ปัญหา
2. นักเรียนขาดทักษะในการอ่าน การปอลความหมายของปัญหา
3. เวลาในการเรียนการสอนโจทย์ปัญหาไม่เพียงพอหรือไม่เหมาะสม
4. ภาษาและคำที่ใช้ในโจทย์ ไม่กระตุ้นหรือส่งเสริมให้เกิดความคิดเชิงวิเคราะห์
5. นักเรียนไม่เข้าใจคำศัพท์ทางคณิตศาสตร์
6. นักเรียนไม่รูจักคะเน หรือประมาณค่าคำตอบ
7. นักเรียนด้อยสมรรถภาพในการคิดในใจ
8. นักเรียนขาดความสามารถในการคิดคำนวณ โดยเฉพาะวิธีคิดคำนวณสำหรับโจทย์ปัญหาแต่ละเรื่อง
9. คำที่ใช้ในโจทย์ปัญหา ไม่เหมาะสมกับวัยและระดับสติปัญญาของนักเรียน
10. บรรยากาศในห้องเรียนไม่ส่งเสริมการเรียนรู้เด็กไม่กล้าแสดงออกกลัวทำผิดเป็นต้น

จากสาเหตุของการด้อยสมรรถภาพในการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว พอสรุปได้ว่าเนื่องมาจาก 2 สาเหตุใหญ่ ๆ คือ

1. ครูไม่ปรับปรุงกระวบนการเรียนการสอนให้เอื้อต่อการรับรู้ของนักเรียน
2. นักเรียนขาดทักษะในการอ่าน การแปลความหมาย การตีความในโจทย์ และขาดความสามารถในการคำนวณ

2.3 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย

2.3.1 การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยที่ผู้วิจัยหาคุณภาพเป็นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ผู้วิจัยจึงเสนอการหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉับตามแนวแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ ดังนี้

2.3.1.1 ความตรงของแบบทดสอบ (Validity)

ความตรงของแบบทดสอบเป็นคุณภาพของแบบทดสอบ หมายถึง แบบทดสอบที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือจุดประสงค์ที่ต้องการจะวัด ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ความถนัด เจตคติ จริยธรรม บุคลิกภาพและอื่น ๆ แบบทดสอบทุกฉบับ

จะต้องมีคุณภาพด้านความตรง จึงจะเชื่อถือได้ว่าเป็นแบบทดสอบที่ดีและผลที่ได้จากการวัดจะถูกต้องตามที่ต้องการ ความตรงในการวัดจำแนกตามลักษณะหรือจุดประสงค์ที่ต้องการวัดได้ 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ความตรงตามเนื้อหา ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ ความตรงตามโครงสร้าง

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ (2548, น. 99) ได้ให้ความหมายความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) คือ การตรวจสอบอย่างเป็นระบบในเนื้อหาของแบบทดสอบสร้างขึ้นว่าครอบคลุมตัวอย่างขอบเขตเนื้อหา ที่ต้องการวัดหรือไม่

สมนึก ภัททิยธนี (2553, น. 67-68) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบอิงเกณฑ์เกี่ยวกับความตรงตามเนื้อหา เป็นเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตามเนื้อหา หรือวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่ต้องการวัด และ ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง หมายถึง แบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือตามทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้น

สุรวาท ทองบุ (2553, น. 105) ได้ให้ความหมายความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) เป็นวิธีหาความตรงโดยการวิเคราะห์เนื้อหา ความถูกต้องของแบบทดสอบที่สะท้อนความถูกต้องของความคิดรวบยอด (Concept) ตลอดทั้งการตรวจเฉลยหรือการให้คะแนนถูกต้องเหมาะสมหรือไม่

เยาวดี รางชัยกุล วิบูลย์ศรี (2554, น. 124) ได้ให้ความหมายความตรงของแบบสอบ หมายถึง แบบสอบนั้นสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ดีเพียงใดในขอบเขตที่ต้องการ ภายใต้สถานการณ์หนึ่งกับกลุ่มประชากรหนึ่ง

ไพศาล วรคำ (2555, น. 260) ได้ให้ความหมายความตรง (Validity) หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่อง หรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด ความตรงจึงถือว่าเป็นสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือทุกประการ

สำหรับวิธีการคำนวณหาค่าความตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์มีวิธีหาดังนี้

1. ความตรงตามเนื้อหา (Content Validity)

เป็นความตรงที่ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อที่สร้างขึ้นนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือไม่ โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Conruence) ใช้สูตรของโรวิเนลลีและแฮมเบลตัน (Rovinelli and Hambleton, 1977, pp. 214-221) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \qquad (2\text{-}1)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1

$\sum R$ แทน ผลรวมของการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion - Related Validity) หมายถึงคุณภาพของเครื่องมือที่เอาผลการวัดของแบบทดสอบ ไปหาความสัมพันธ์กับเกณฑ์ที่ต้องการ จำแนกออกเป็น 2 ชนิดดังนี้

2.1 ความตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity)

ความตรงเชิงสภาพของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึงแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สามารถวัดความรอบรู้ และไม่รอบรู้ของนักเรียนในการทดสอบ (Test Status) ในแต่ละจุดประสงค์ว่าตรงกับสถานภาพความรู้จริงหรือไม่ ถ้าตรงกับสภาพความรู้จริงก็แสดงว่ามีความตรงสูง

2.2 ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity)

ความตรงเชิงพยากรณ์ของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึง แบบทดสอบที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบทดสอบไปหาความสัมพันธ์กับผลงานที่สำเร็จไปแล้วเพื่อพยากรณ์สถานภาพในอนาคต

3. ความตรงตามโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึงคุณภาพของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือตามทฤษฎีต่าง ๆ ของโครงสร้างนั้น หรือวัดได้ครอบคลุมตามลักษณะของโครงสร้างของแบบทดสอบมาตรฐานมีวิธีคำนวณดังนี้

3.1 คำนวณจากค่าความสัมพันธ์

3.2 คำนวณจากหลายลักษณะหลายวิธี

3.3 คำนวณจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ

3.4 คำนวณจากกลุ่มที่รู้ชัดอยู่แล้ว

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิขัยใช้วิธีการคำนวณหาค่าความตรงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จากการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Conruence) ใช้สูตรของ Rovinelli and Hambleton (1977, pp. 214-221)

1.2 ค่าความยากของแบบทดสอบ (Difficulty)

ในการหาค่าความยากของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวคิด และข้อเสนอแนะถึงค่าความยากของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ดังนี้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2541, น. 15) กล่าวว่า ค่าความยากของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จะพิจารณาจากจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ตั้งขึ้น จะเป็นตัวกำหนดความยากง่ายของข้อสอบ

กล่าวคือถ้าจุดประสงค์นั้นวัดพฤติกรรมขั้นสูงก็จะมีค่าความยากง่ายมากกว่าจุดประสงค์ที่วัดพฤติกรรมขั้นต่ำดังนั้นค่าความยากของข้อสอบอิงเกณฑ์จึงขึ้นอยู่กับระดับของพฤติกรรมที่ต้องการวัด

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, น. 196) กล่าวว่า ข้อสอบอิงเกณฑ์ จะพิจารณาค่าความยากของข้อสอบแตกต่างจากแบบอิงกลุ่ม โดยข้อสอบอิงเกณฑ์ในแต่ละข้อจะต้องมีค่าความยากน้อยกว่า 0.40 ก่อนที่นักเรียนจะได้รับการสอบและเมื่อนักเรียนได้รับการสอบแล้วข้อสอบแต่ละข้อจะต้องมีค่าความยากมากกว่า 0.75 ทั้งนี้เป็นเพราะการวิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ไม่ได้เน้นที่จะนำค่าความยากเพื่อมาเลือกข้อสอบ แต่เน้นที่คุณภาพในการสอนของครู กล่าวคือถ้าครูยังไม่ได้สอนเนื้อหานั้น ข้อสอบควรจะยากมีค่า P ต่ำว่า 0.40 แต่ถ้าครูทำการสอนแล้วและครูสอนดี นักเรียนควรจะเรียนรู้ในเนื้อหานั้นและควรจะทำข้อสอบนั้นได้ นั่นคือข้อสอบควรง่ายมีค่าความยากมากกว่า 0.75

สมนึก ภัททิยธนี (2551, น. 212) ได้เสนอแนวคิดว่า ค่าความยากของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ หมายถึงอัตราส่วนหรือร้อยละของจำนวนคนตอบถูกกับจำนวนคนทั้งหมดโดยกล่าวว่าค่าความยากของแบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นข้อสอบที่ต้องเน้นความสามารถในการวัดตามจุดประสงค์นั้นอย่างแท้จริง แม้จะเป็นข้อสอบที่ยากหนึองง่ายก็ไม่ถือว่าเป็นข้อสอบที่ไม่ดี ค่าความยากจึงไม่ได้นำมาชี้ถึงคุณภาพและไม่ได้นำมาเป็นเกณฑ์สำคัญในการคัดข้อสอบ สิ่งที่สำคัญคือค่าอำนาจจำแนก

สมบัติ ท้ายเรือคำ (2551, น. 8-89) กล่าวว่า ความยากคือสัดส่วนที่แสดงว่าข้อสอบนั้นมีคนทำถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนทำถูกมากก็เป็นข้อสอบง่าย ถ้ามีคนทำถูกน้อยก็เป็นข้อสอบยาก ซึ่งในแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไม่ใช้ค่าความเป็นเกณฑ์ในการตัดสินคุณภาพเครื่องมือข้อสอบที่นำมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลควรเป็นข้อสอบที่มีค่าความยากปานกลางคือประมาณ 0.50 แต่ในทางปฏิบัติมักกำหนดเกณฑ์ระดับความยากของข้อสอบที่จะเลือกไว้ในช่วง 0.2 -0.8

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยหาค่าความยากของแบบทดสอบ โดยใช้สูตรการหาค่าความยากของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (สมบัติ ท้ายเรือคำ, 2551, น. 88) ดังนี้

$$P = \frac{R}{N} \qquad (2\text{-}2)$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากของข้อสอบรายข้อ
R แทน จำนวนผู้ตอบถูกทั้งหมด
N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

1.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (Discrimination)

ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ (2543, น. 197) กล่าวว่า ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิงเกณฑ์นั้นจะเป็นค่าอำนาจจำแนกระหว่างกลุ่มที่ยังไม่ได้รับการเรียนรู้หรือกลุ่มที่ยังไม่รู้ (Nonmaster) กับกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แล้วหรือที่รู้แล้ว (Master) ข้อสอบอิงเกณฑ์ไม่เน้นที่ค่าอำนาจจำแนก เนื่องจากแบบทดสอบอิงเกณฑ์จะใช้ในการวัดผลที่ใช้การเรียนการสอนแบบมีระบบ เช่น การเรียนแบบรอบรู้ นักเรียนทุกคนจะเรียนรู้หมด นั้นคือมีคะแนนเต็มหรือใกล้เต็มทุกคน เมื่อหาค่าอำนาจจำแนกจะมีค่าเป็น 0 หรือ ใกล้ 0 มันมี ดังนั้นดัชนีค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอิงเกณฑ์ควรมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าศูนย์

สุรวาท ทองบุ (2550, น. 103) กล่าวว่า การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อแบบอิงเกณฑ์ จะมุ่งเน้นการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเป็นข้อสอบที่ต้องเน้นความสามารถในการวัดตามจุดประสงค์นั้นอย่างแท้จริง จึงไม่จำเป็นต้องพิจารณาค่าความยาก ดังนั้นการหาค่าอำนาจจำแนก จึงมีอยู่หลายวิธี แต่จะกล่าวถึงอยู่ 2 วิธี คือ การหาค่าอำนาจจำแนกจากผลการสอบสองครั้ง (ก่อนสอนและหลังสอน) และจาผลการสอบครั้งเดียว (หลังสอน) การหาค่าอำนาจจำแนกจากผลการสอบครั้งเดียว (หลังสอน) เป็นวิธีการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เสนอโดยเบรนแนน (Brennan, 1974) ค่าอำนาจจำแนกที่หาโดยวิธีนี้เรียกว่าดัชนีบี (B-Index หรือ Brennan Index)

สมบัติ ท้ายเรือคำ (2551, น. 89) กล่าวว่า การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ (Criteria Reference Test) อาจจะเป็น S-Index Sinv B-Index ขึ้นอยู่กับจำนวนครั้งของการทดสอบ คือถ้าทำการสอบสองครั้ง เช่น สอบก่อนเรียน – สอบหลังเรียนก็จะใช้สูตร S - Index หรือถ้าเป็นการสอบครั้งเดี่ยว เช่น สอบหลังเรียน (Posttest) ก็จะใช้สูตร B - Index

สมนึก ภัททิยธนี (2551, น. 213-217) กล่าวว่า ค่าอำนาจจำแนกคือความสามารถของข้อสอบในการจำแนกผู้สอบที่มีคุณลักษณะหรือความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้ การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อแบบอิงเกณฑ์ มีอยู่ 2 วิธี คือ

วิธีที่ 1 การหาค่าอำนาจจำแนกจากการสอบสองครั้ง (ก่อนสอนและหลังสอน) กล่าวคือให้ผู้สอบทำข้อสอบชุดนั้นก่อนสอนและทำข้อสอบชุดนั้นอีกครั้งหลังสอนเสร็จแล้วเพื่อดูผลต่างของการตอบถูก ซึ่งเป็นวิธีการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เสนอโดย คริสปินและเฟลด์ต์ฮูเซน (Kryspin and Feldhuson) เรียกค่าอำนาจจำแนกดังกล่าวว่า ดัชนีเอส (S-Index หรือ Sensitivity Index) อำนาจจำแนกของข้อสอบในที่นี้จึงหมายถึง ผลต่างระหว่างอัตราส่วนของจำนวนคนหลังสอนตอบถูกกับอัตราส่วนของจำนวนคนก่อนสอนตอบถูกใช้สูตร ดังนี้

$$S = \frac{R_{pos} - R_{pre}}{N} \qquad (2\text{-}3)$$

เมื่อ S แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
R_{per} แทน จำนวนคนก่อนสอนตอบถูก
R_{pos} แทน จำนวนคนหลังสอนตอบถูก
N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

วิธีที่ 2 การหาค่าอำนาจจำแนกจากผลการสอบครั้งเดียว (หลังสอน) กล่าวคือเมื่อครูผู้สอนจบตามจุดประสงค์ที่ต้องการจึงให้ผู้สอบทำข้อสอบชุดนั้นเพียงครั้งเดียว (หลังสอน) เพื่อจำแนกผู้สอบออกเป็นกลุ่มรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) กับกลุ่มไม่รอบรู้ (สอบไม่ผ่านเกณฑ์) ซึ่งเป็นวิธีหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เสนอโดยเบรนแนน (Brennan, 1974, pp. 244-261) ค่าอำนาจจำแนกที่หาโดยวิธีนี้เรียกว่า ดัชนีบี (B-Index หรือ Brennan Index) อำนาจจำแนกของข้อสอบจึงหมายถึง ผลต่างระหว่างอัตราส่วนของจำนวนคนในกลุ่มรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูกกับอัตราส่วนของจำนวนคนในกลุ่มไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูกใช้สูตร

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2} \qquad (2\text{-}4)$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
N_1 แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์)
N_2 แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)
U แทน จำนวนคนรอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) ตอบถูก
L แทน จำนวนคนไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์) ตอบถูก

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ดัชนีบี

1. นำข้อสอบแบบอิงเกณฑ์ไปทดสอบกับนักเรียนที่เรียนจบเรื่องที่วัด
2. ตรวจให้คะแนนข้อสอบแต่ละข้อ และรวมคะแนนของทุกข้อ

3. ใช้จุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์ตัดสินการผ่าน – ไม่ผ่าน (Minimum Pass Level : MPL) แบ่งผู้สอบออกเป็นผู้รอบรู้ (หรือสอบผ่านเกณฑ์) กับ ผู้ไม่รอบรู้ (หรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์)

4. นับจำนวนผู้รอบรู้ (N_1) และ ผู้ไม่รอบรู้ (N_2)

5. แต่ละข้อนับจำนวนผู้รอบรู้ที่ตอบถูก (U) นับจำนวนผู้ไม่รอบรู้ที่ตอบถูก (L)

6. คำนวณหาค่าอำนาจจำแนก (B) จากสูตร

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สูตรของ (Brennan, 1974) ในการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

1.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (Reliability)

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการสร้างแบบทดสอบเพราะว่าค่าความเชื่อมั่นเป็นดัชนีที่ชี้ว่าแบบทดสอบมีคุณภาพหรือไม่ ซึ่งได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไว้ดังนี้

สมนึก ภัททิยธนี (2553, น. 225-230) กล่าวว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบตามแนวอิงเกณฑ์ จำแนกเป็น 2 แนวคิด คือ

1. ความเชื่อมั่นที่เป็นการตรวจหาความสอดคล้องในการจำแนกผู้รอบรู้และผู้ไม่รอบรู้กลุ่มนี้ความเชื่อว่า แบบทดสอบที่มีความเชื่อมั่นจะสามารถจำแนกผู้สอบว่าใครเป็นผู้รอบรู้ (สอบผ่าน) ใครเป็นผู้ไม่รอบรู้ (สอบไม่ผ่าน)ได้อย่างคงเดิม ซึ่งวิธีพิจารณาความสอดคล้องการจำแนกผู้รอบรู้กับผู้ไม่รอบรู้ทำได้ 2 วิธีคือ

วิธีที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน 2 ฉบับ ทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกัน

วิธีที่ 2 โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดิม สอบซ้ำกับนักเรียนกลุ่มเดียว

2. ความเชื่อมั่นชนิดที่เป็นการตรวจหาความสอดคล้องของคะแนนแต่ละคนที่แปรปรวนไปจากคะแนนจุดตัด โดยใช้แบบทดสอบ 1 ฉบับทดสอบกับนักเรียน 1 กลุ่ม ครั้งเดียว ซึ่งมีวิธีคำนวณหลายวิธี แต่กล่าวถึง 2 วิธี คือ

2.1 วิธีของลิวิงสตัน (Livingston's Method) วิธีนี้นำแบบทดสอบอิงเกณฑ์หนึ่งฉบับไปทดสอบกับนักเรียนครั้งเดียว สามารถนำผลการสอบไปคำนวณจากสูตรดังนี้

$$r_{cc} = \frac{r_{tt}S^2 + (\bar{x} - c)^2}{S^2 + (\bar{x} - c)^2} \qquad (2\text{-}5)$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าประมาณความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์

r_{tt} แทน ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบซึ่งคำนวณโดยวิธี kR-20 หรือวิธี kR-21

S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนสอบ

$\bar{x}$ แทน คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

C แทน คะแนนเกณฑ์

2.2 วิธีของโลเวทท์ (Lovett's Method) วิธีนี้นำแบบทดสอบอิงเกณฑ์ฉบับเดียวไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวเพียงครั้งเดียว สามารถนำผลมาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นได้จากสูตร ดังนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x_i - \sum x_i^2}{(k-1)\sum (x_i - c)^2} \qquad (2\text{-}6)$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าประมาณความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์

K แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ

x_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน

c แทน คะแนนจุดตัด

ในระหว่างสองวิธีตามแนวคิดนี้ จะเห็นว่าวิธีของลิวิงตันยังคงอาศัยค่าความเชื่อมั่นของสูตร Kuder-Richardson ซึ่งถือว่าเป็นการคำนวณค่าความเชื่อมั่นตามแนวคิดอิงกลุ่ม ถ้าถ้าใช้ของ โลเวทท์ จะพิจารณาเฉพาะค่าความแปรปรวนของคะแนนแต่ละคนจากจุดตัดเท่านั้น

ไพศาล วรคำ (2555, น. 272-290) ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดหนึ่งในการวัดหลาย ๆ ครั้ง ยังคงให้ผลการวัดคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง แบบวัดที่มีความเชื่อมั่นนั้นแสดงให้เห็นว่าแบบวัดนั้นมีไม่มีความคลาดเคลื่อนในการวัดเพราะจะวัดกี่ครั้ง กี่ครั้ง ก็จะได้ผลการวัดคงที่ ความเชื่อมั่นจึงมีความสัมพันธ์กับความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (Error Variance) กล่าวคือถ้าแบบวัดมีความเชื่อมั่นสูงความคลาดเคลื่อนของการวัดจะต่ำนั่นเอง การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดทำหลายวิธีแต่ขอยกตัวอย่างวิธีที่ใช้ในแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

วิธีวิเคราะห์ความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของโลเวทท์ (Lovett's Method) เป็นการหาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์จากการสอบแบบทดสอบเพียงครั้งเดียว คำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x - \sum x^2}{(k-1)\sum (x-c)^2} \qquad (2\text{-}7)$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าประมาณความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์

K แทน จำนวนข้อสอบ

C แทน คะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด

X แทน คะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จากการทดสอบเพียงครั้งเดียวโดยใช้สูตรไบโนเมียล (Binomial Formula) ของโลเวทท์

2.3.2 ลักษณะของคะแนนจุดตัด

คะแนนจุดตัด (Cut off Score) เป็นคะแนนสำหรับใช้เป็นเกณฑ์ในการนำผลการสอบของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ไปเปรียบเทียบว่านักเรียนมีคะแนนสูงหรือต่ำกว่าคะแนนจุดตัดถ้าคะแนนผลการสอบสูงกว่าคะแนนจุดตัด แสดงว่านักเรียนมีความรอบรู้ (Master) สมควรที่จะผ่านไปเรียนจุดประสงค์การเรียนรู้ใหม่ต่อไป แต่ถ้าคะแนนผลการสอบต่ำกว่าคะแนนจุดตัด แสดงว่านักเรียนไม่รอบรู้ (Nonmaster) จะต้องกลับมาเรียนซ่อมเสริมในจุดประสงค์การเรียนรู้นั้นอีกดังนั้นคะแนนจุดตัดจะเป็นจุดที่กำหนดความสามารถขั้นต่ำ (Minimum Conpetence) ของความต้องการในการเรียนรู้ บางครั้งเรียกว่า การกำหนดมาตรฐาน (Standard Setting) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543, น. 266-295)

ในการกำหนดคะแนนจุดตัดของแบบมดสอบในแต่ละครั้งนั้น จะทำให้เกิดการตัดสินผู้สอบออกเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

	ผลการสอบ	
	ไม่รอบรู้	รอบรู้
	ความคลาดเคลื่อนแบบไม่ยอมรับ (1)	การตัดสินที่ถูกต้อง (3)
		ความคลาดเคลื่อน

	การตัดสินที่ถูกต้อง	แบบยอมรับ
รอบรู้	(4)	(2)

สถานภาพจริง

(True Status)

ไม่รอบรู้

ลักษณะที่เกิดจากการกำหนดคะแนนจุดตัด 4 ลักษณะด้วยกันดังนี้

1. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบไม่ผ่านทั้งๆ ที่ตามสภาพจริงแล้วเป็นผู้มีความรู้จึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น เรียกว่า ความคลาดเคลื่อนแบบไม่ยอมรับ (Error Rejection) หรือความผิดพลาดแบบลบ (False Negative) คือเป็นผู้ไม่รอบรู้แบบไม่จริง

2. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบผ่านทั้ง ๆ ที่ตามสภาพจริงแล้วเป็นผู้ไม่มีความรู้จึงเกิดความคลาดเคลื่อนขึ้น เรียกว่า ความคลาดแบบยอมรับ (Error of Acceptance) หรือความคลาดเคลื่อนแบบบวก (False Positive) คือเป็นผู้รอบรู้แบบไม่จริง

3. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบผ่านเกณฑ์และสภาพจริงเป็นผู้มีความรู้ แสดงว่าการตัดสินผลการสอบครั้งนี้ถูกต้อง (Correct Decision) ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

4. ลักษณะที่เกิดจากผลการทำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แล้วตัดสินว่านักเรียนสอบไม่ผ่านและสภาพจริงแล้วเป็นผู้ไม่มีความรู้แสดงว่าการตัดสินผลการสอบครั้งนี้ถูกต้อง (Correct Decision) ไม่มีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น

จากลักษณะ 4 ประการดังกล่าวนั้น การตัดสินผลการสอบแบบอิงเกณฑ์หลังจากกำหนดคะแนนจุดตัดแล้ว ต้องการการตัดสินที่ถูกต้องคือ แบบที่ 3 กับ แบบที่ 4 ส่วนแบบที่ 1และแบบที่ 2 นั่นไม่ต้องการให้เกิดหรือเกิดน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ดังนั้นในการกำหนดคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมคือ จุดที่ทำให้เกิดผลการตัดสินแบบที่ 1 กับแบบที่ 2 (ความผิดพลาดแบบลบกับความผิดพลาดแบบบวก) มีค่าน้อยที่สุดหรือมีค่าเป็นศูนย์

2.3.3 วิธีกำหนดคะแนนจุดตัด

การกำหนดคะแนนจุดตัดนั้น แฮมเบลตัน และไอก์เนอร์ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2543, น. 268, อ้างถึงใน Berk, 1980, pp. 103-107 ; citing Hambleton and Eignor, 1976) ได้แบ่งวิธีหาคะแนนจุดตัดออกเป็น 3 คือ การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีการพิจารณา (Judgmental Method) การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยวิธีเชิงประจักษ์ (Empirical Method) และการกำหนดคะแนนจุดตัดแบบผสม (Cornbination Method) มีวิธีการกำหนดดังนี้

1. การกำหนดจุดตัดโดยวิธีการพิจารณา

วิธีการนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณาตัดสินจากเนื้อหาและข้อสอบแต่ละข้อแล้วคำนวณหาค่าคะแนนจุดตัด ซึ่งมีผู้เสนอหาคะแนนจุดตัดหลายวิธีดังนี้ ดังวิธีของนีเดลสกี วิธีของแองกอฟฟ์และวิธีของอีเบล ดังนี้

1.1 วิธีของนีเดลสกี (Nedelsky) เป็นวิธีที่กำหนดคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบเลือกตอบโดยวิธีการดังนี้

1.1.1 ให้ผู้เชี่ยวชาญในเนื้อหาวิชาเป็นผู้พิจารณาตัวเลือกของแบบทดสอบเลือกตอบแต่ละข้อว่า ตัวเลือกใดที่คิดว่านักเรียนมีความสามารถต่ำสุดจะไม่เลือกตอบ

1.1.2 นำตัวเลือกที่เหลือมาหาค่าความน่าจะเป็นที่นักเรียนจะเลือกตอบ เช่น ข้อสอบ มี 5 ตัวเลือก และผู้เชี่ยวชาญคิดว่านักเรียนที่มีความสามารถต่ำที่สุดจะไม่เลือกตอบ 2 ตัวเลือก แล้วตัวเลือกที่เหลือ 3 ตัวเลือกมาหาค่าความน่าจะเป็นที่นักเรียนจะเลือกตอบมีค่า 1/3หรือ 0.33

1.1.3 คำนวณผลรวมของความน่าจะเป็นของแต่ละข้อของแบบทดสอบใช้สัญลักษณ์ว่า M

1.1.4 เอาค่า M ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณค่าเฉลี่ยใช้สัญลักษณ์ μ_M และค่าคะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ M ใช้สัญลักษณ์ σ_M แล้วคำนวณจุดตัดจากสูตรดังนี้

$$\text{คะแนนจุดตัด } (C_x) = \mu_M + K\sigma_M$$

เมื่อ K คือ ตัวคงที่ มีค่า -1 , 0 , 1 และ 2 เมื่อให้นักเรียนมีความรู้ต่ำสุดมีโอกาสตก 16% . 50% . 84% . 98% ตามลำดับ ซึ่งกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาวิชา โดยทั่วไปแล้วมักจะกำหนดค่า K อยู่ระหว่าง 0.5 ถึง 1

1.2 วิธีของแองกอฟฟ์ (Angoff) เป็นวิธีที่กำหนดคะแนนจุดตัดของผู้เชี่ยวชาญในการสอนวิชานั้นโดยพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อว่าผู้ที่มีความรู้มีความน่าจะเป็น (โอกาสที่จะตอบถูก) ในการตอบถูกข้อนั้นอย่างน้อยเท่าไร แล้วหาค่าเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญเหล่านั้นเป็นคะแนนจุดตัด ดังตัวอย่างของแบบทดสอบเลือกตอบวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีค่าความน่าจะเป็นการตอบถูกในแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญ 3 คนได้ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 2.1

ค่าความน่าจะเป็นของแบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

ค่าความน่าจะเป็นของ	ข้อสอบ					รวม
ผู้เชี่ยวชาญ	1	2	3	4	5	
1	0.33	0.80	1.20	0.20	0.50	2.03
2	0.50	0.90	0.33	0.90	0.75	3.38
3	0.40	1.00	0.20	0.33	0.50	2.43
รวม						7.84

จากข้อมูลคะแนนจุดตัดมีค่า = 7.84/3 = 2.61 เท่ากับ 3 คะแนน แสดงว่าแบบทดสอบ 5 ข้อนี้มีคะแนนจุดตัด 3 คะแนน

1.2 วิธีของอีเบล (Ebel's Technique) วิธีนี้เป็นการพิจาณรณาจากลักษณะของความยากและความเกี่ยงข้องในเนื้อหาของแบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นหลักในการพิจารณาความสำเร็จที่คาดหวังไว้ในข้อสอบ ซึ่งอีเบลได้กำหนดไว้ ดังนี้

การพิจารณาความสำเร็จที่คาดหวังในข้อสอบโดยวิธีของอีเบล

ตารางที่ 2.2

การพิจารณาจากลักษณะความยากและความเกี่ยวข้องในเนื้อหาของแบบทดสอบ

ลักษณะข้อสอบ	ระดับความยากของแบบทดสอบ		
	ง่าย	ปานกลาง	ยาก
ความจำเป็น	100 %	-	-
ความสำคัญ	90 %	70 %	-
การยอมรับ	80 %	60 %	40 %
ยังเป็นปัญหา	70 %	50 %	30 %

จากข้อมูลดังกล่าวนี้ จะนำแบบทดสอบอิงเกณฑ์แต่ละข้อมาแจกแจงลักษณะของสิ่งที่เกี่ยวข้องในเนื้อหาแล้วคำนวณเป็นคะแนนจุดตัดหรือคะแนนการสอบผ่านของนักเรียน ดังนี้

ตารางที่ 2.3

ตัวอย่างแบบทดสอบฉบับหนึ่งมี 50 ข้อ เมื่อให้ผู้ชี่ยวชาญ 5 คน พิจารณาแยกแยะ ลักษณะข้อสอบซึ่งจะกลายเป็นมีข้อสอบจำนวน 250 ข้อ (50 x 5) แล้วนำไปคำนวณคะแนนจุดตัดดังนี้

ลักษณะข้อสอบ	จำนวนข้อ	ความสำเร็จที่คาดหวังไว้	จำนวนข้อ x ความสำเร็จ

ความจำเป็น	47	100 %	4,700
ความสำคัญ			
ง่าย	53	90 %	4,770
ปานกลาง	77	70 %	5,390
การยอมรับ			
ง่าย	12	80 %	960
ปานกลาง	24	60 %	1,440
ยาก	26	40 %	1,040

(ต่อ)

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ลักษณะข้อสอบ	จำนวนข้อ	ความสำเร็จที่คาดหวังไว้	จำนวนข้อ x ความสำเร็จ
ยังมีปัญหา			
ง่าย	2	70 %	140
ปานกลาง	5	50 %	250
ยาก	4	30 %	120
รวม	250		18,810

จากข้อมูลดังกล่าวของลักษณะข้อสอบจะแยกแยะมาจากตารางที่ใช้เป็นหลักในการพิจารณาความสำเร็จที่คาดหวังไว้ในตารางข้างต้น ซึ่งเป็นข้อสอบจำเป็น ข้อสอบที่มีความสำคัญ โดยแยกย่อยเป็นข้อสอบง่าย ปานลาง ข้อสอบที่ยอมรับที่ใช้ในการเรียนดดยจำแนกย่อยเป็นข้อสอบง่าย ปานกลาง และยาก ข้อสอบที่ยังมีปัญหาว่าจำเป็นต้องเรียนหรือไม่โดยจำแนกเป็นข้อสอบง่าย ปานกลาง และยาก เช่นกัน

ส่วนช่องจำนวนข้อสอบนั้น เป็นตัวเลขที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนพิจารณาข้อสอบว่ามีลักษณะใด จำนวนกี่ข้อ รวมผู้เชี่ยวชาญ 5 คนแล้วจะมีข้อสอบกี่ข้อ ดังเช่น ลักษณะข้อสอบความจำเป็น ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาจากข้อสอบ 50 ข้อ ว่าเป็นข้อสอบที่มีความจำเป็นต่อการเรียนทั้ง 5 คนพิจารณาแล้วมี 47 ข้อ เป็นต้นเมื่อรวมทุกลักษณะและจากจำนวนข้อสอบ 50 ข้อ ก็จะมีข้อสอบรวมทั้งสิ้น 250 ข้อ

จากช่องความสำเร็จที่คาดหวังไว้เป็นเปอร์เซนที่คาดหวังไว้ว่านักเรียนควรจะทำได้จำแนกตามลักษณะข้อสอบจากตารางของอีเบล ข้างต้น สำหรับช่องสุท่ยนั้นเป็นผลมาจากการเอาช่องจำนวนข้อ คูณกับช่องความสำเร็จที่คาดหวังไว้แล้วรวมตัวเลขของช่องนี้ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 18,810 จากนั้นจึงคำนวณหาตะแนนจุดตัดจากสูตร

ผลรวมทั้งหมดของผลคูณระหว่างจำนวนข้อกับความสำเร็จที่คาดหวังไว้

$$\text{คะแนนจุดตัด} = \frac{\text{ผลรวมจำนวนข้อของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด}}{} \quad (2\text{-}8)$$

$$\text{แทนค่า} \quad \text{คะแนนจุดตัด} = \frac{18{,}810}{250}$$

$$= 75.24$$

นั่นคือ แบบทดสอบ 50 ข้อนี้ มีจุดตัดที่ 75.24

ดังนั้น จึงหมายความว่า ถ้าข้อสอบมี 100 ข้อ ต้องทำถูก 75 ข้อ

ถ้าข้อสอบ มี 50 ข้อ ต้องทำถูกอย่างน้อย = $\frac{75x50}{100}$ = 37.5 ข้อ

แสดงว่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบฉบับนี้เท่ากับ 37.5 คะแนน หรือ 38 คะแนน (กรณีทำถูกได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนนในแต่ละข้อ)

1. การกำหนดจุดตัดโดยวิธีเชิงประจักษ์

วิธีการนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดด้วยคะแนนทดสอบนักเรียน ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกัน เช่นวิธีของ Livingstun (1975, 1976) วิธีทฤษฎีการตัดสินใจ (Decision-Theoretic Approach) ของ Glass (1978) วิธีของ Huynh (1980) วิธีของKrie-wall (1972) วิธีความคาดเคลื่อนที่เกิดจากการเดาตอบและการสุ่มข้อสอบ (Errors Due to Guessing and Item Samping) ในที่นี้จะกล่าวถึงวิธีทฤษฎีการตัดสินใจของแกลส (Glass) ดังต่อไปนี้

เกณฑ์ภายนอก

ผ่าน ไม่ผ่าน

คะแนนเกณฑ์ที่กำหนด / แบบทดสอบอิงเกณฑ์ จากตารางที่กำหนดให้	ไม่ผ่าน	ผ่าน
	P_A	P_B
	P_C	P_D

P_A แทน สัดส่วนที่นักเรียนสอบไม่ผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์แต่ผ่านเกณฑ์ภายนอก (False Negative)

P_D แทน สัดส่วนที่นักเรียนสอบผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์แต่ไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอก (False Positive)

P_B แทน สัดส่วนที่นักเรียนสอบไม่ผ่านทั้งเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์และเกณฑ์ ภายนอก

P_C แทน สัดส่วนที่นักเรียนสอบผ่านทั้งเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์และเกณฑ์ภายนอก

สำหรับเกณฑ์ภายนอกที่กำหนดนั้นจะมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงแต่คะแนนของแบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้นจะแปรผันไปตามคะแนนแต่ละค่าของแบบทดสอบซึ่งจะทำให้ค่า P_A ,P_A ,P_C , P_D แปรผันตามไปด้วยและค่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ก็คือค่าของฟังก์ชันของคะแนนเกณฑ์ $f(C_X)$ ที่มีค่าน้อยที่สุดจากสูตร ดังนี้

$$f(C_X) = \frac{P_A + P_D}{P_B + P_C} \qquad (2\text{-}9$$

ในการคำนวณคะแนนจุดตัดด้วยสมการดังกล่าวต้องยอมรับว่าโอกาสที่จะจำแนกผู้สอบผิดทางลบ (False negative : α) กับจำนวนผู้สอบผิดทางบวก (False Positive : β) มีค่าเท่ากัน ถ้าพิสูจน์ได้ว่าโอกาสที่จำแนกผิดทางลบและทางบวกมีค่าไม่เท่ากันแล้วจะต้องคำนวณคะแนนจุดตัดจากค่าฟังก์ชันที่ปรับแก้แล้วในสูตร ดังนี้

$$f(C_X) = \frac{\alpha P_A + \beta P_D}{P_B + P_C} \qquad (2\text{-}10)$$

โดยกำหนดให้ค่าโอกาสจำแนกผิดทางลบ คือ α และโอกาสที่จำแนกผิดทางบวกคือ β มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และจะมีค่าเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับผู้ประเมินผลการสอบจะต้องคำนึงถึงความสำคัญสองประการนี้คือ

1. นักเรียนสอบผ่านเกณฑ์แบบทดสอบอิงเกณฑ์ แต่สอบไม่ผ่านเกณฑ์ภายนอกหรือสอบตกหรือเรียนมาสำเร็จควรให้ความสำคัญเท่าไร เป็นตัวกำหนด α
2. นักเรียนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ของแบบทดสอบ แต่สามารถสอบผ่านเกณฑ์ภายนอกหรือสามารถเรียนสำดร็จควรให้ความสำคัญเท่าไร เป็นตัวกำหนด β

โดยทั่วไปแล้วในทางปฏิบัติการคำนวณคะแนนจุดตัดโดยวิธีทฤษฎีตัดสินใจนี้มักจะกำหนดให้ค่าการจำแนกผิดทางลบ (α) กับการจำแนกผิดทางบวก (β) มีค่าเท่ากัน

1. การกำหนดจุดตัดโดยวิธีแบบผสม (Combination method)

วิธีการนี้เป็นการกำหนดคะแนนจุดตัดที่มีทั้งวิธีพิจารณาดุลยพินิจ และเชิงประจักษ์ (Judgment-Empikical) ซึ่งมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน เช่น วิธีกลุ่มตรงข้าม (Constrasting Groups) ของไซกี และลิวิงตัน (Zicky & Novick) เป็นต้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าการหาคะแนนจุดตัดมีหลายวิธี ดังนั้นการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์จะใช้วิธีไหนหาคะแนนจุดตัดนั้น อยู่ที่ดุลยพินิจของผู้วิจัยว่ามีความสะดวกและความถูกต้องในการเก็บข้อมูลมากน้อยเพียงใด ก็ใช้วิธีนั้นหาจุดตัดของแบบทดสอบ

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกวิธีทฤษฎีการตัดสินใจ (Dicision- Theoretic Approach) ของ Glass (1978, pp. 112-116)ในการคำนวณหาจุดตัด

จากที่กล่าวมาข้างต้น การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยหาคุณของแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมบัติเชิงกลของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวแบบทดสอบอิงเกณฑ์โดยใช้สูตรอย่างง่าย คือ หาค่าอำนาจจำแนกข้อสอบรายข้อโดยใช้สูตรอย่างง่าย หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อโยใช้สูตรของ Brennan (1974) หาค่าความตรงของแบบทดสอบ โดยหาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ใช้สูตรของโรวิเนลลีและแฮมเบลตัน (Rovinelli and Hambletion, 1977) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรไบโนเมียล (Binomail Formula) ของ Lovett (1978)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องเพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการเรียน และเพื่อศึกษาความพร้อมของนักเรียนทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์มี ดังนี้

2.4.1 งานวิจัยในประเทศ

ไฉน เผือกไร่ (2553, น. 116-123) ได้ทำการวิจัยการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธ์และการขยายพันธ์พืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี เขต 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 808 คน และมีการทดสอบ 4 ครั้ง คือครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบเพื่อสำรวจ 166 คน ครั้งที่ 2 จำนวน 158 คน ครั้งที่ 3 จำนวน 167 คน เพื่อหาค่าความยากและอำนาจจำแนก และครั้งที่ 4 จำนวน 317 คน เพื่อหาค่าความเชื่อถือได้และคะแนนจุดตัด ผลการวิจัยพบว่า ได้แบบทดสอบวินิจฉัยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธ์และการขยายพันธ์พืช แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 3 ฉบับ ที่มีคุณภาพดังนี้ ฉบับที่ 1 ความแตกต่างของพืชไร้ดอกกับพืชดอก จำนวน 22 ข้อ มีค่าความแม่นตรงเชิงเนื้อหาระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 ค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.67 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.31 ถึง 0.65 ค่า

ความเชื่อถือของแบบทดสอบ 0.83 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด 1.94 และ คะแนนจุดตัด 18 ฉบับที่ 2 การสืบพันธ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก จำนวน 22 ข้อ มีค่าความแม่นตรงเชิงเนื้อหาระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 มีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.36 ถึง .77 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.77 ค่าความเชื่อถือของแบบทดสอบทั้ง .83 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 2.11 คะแนนจุดตัด 18 ฉบับที่ 3 การขยายพันธ์พืชแบบไม่อาศัยเพศของพืชและเทคโนโลยี กับการขยายพันธ์พืช จำนวน 21 ข้อ มีค่าความแม่นตรงเชิงเนื้อหาระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 มีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.53 ถึง .79 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ 0.24 ถึง .82 ค่าความเชื่อถือของแบบทดสอบ 0.89 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 1.60 คะแนนจุดตัด 17 ข้อบกพร่องในการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การสืบพันธ์และการขยายพันธ์พืช ที่พบคือ ไม่เข้าใจโครงสร้างของพืช การจดจำส่วนประกอบของดอกสมบูรณ์เพศไม่ได้และไม่เข้าใจโครงสร้างดอกว่ามีอะไรบ้าง และ สับสนในเรื่องการขยายพันธ์

ขวัญใจ สายสุวรรณ (2554, น. 117-124) ได้ทำการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลกยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2553 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1 จำนวน 342 คน แบบทดสอบวินิจฉัยมี 3 ตอน ที่วัดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเลขยกกำลัง การดำเนินการของเลขยกกำลังและการนำไปใช้ ค่าความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบมีค่าเฉลี่ย 1.00 ค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.44 ถึง 0.75 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.81 ส่วนค่าความเที่ยงของแบบทดสอบแต่ละตอนมีค่า 0.8487 , 0.6729 และ 0.9001 ตามลำดับ สำหรับจุดตัดของแบบทดสอบทั้ง 3 ตอนมีค่าเป็น 4 จุดบกพร่องของนักเรียนในการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ที่พบมากที่สุดคือ การเขียนจำนวนที่กำหนดให้ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนบกพร่องมากที่สุดในการเขียนเลขชี้กำลังไม่ถูกต้อง

ภัชรา นางสะอาด (2553, น. 113-121) ได้ทำการวิจัยการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับการดำรงชีวิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาร้อยเอ็ด เขต 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 368 คน และมีการทดสอบ 3 ครั้ง คือครั้งที่ 1 เป็นการทดสอบเพื่อสำรวจ 50 คน ครั้งที่ 2 จำนวน 77 คน และครั้งที่ 3 จำนวน 368 คนเพื่อหาค่าความยากค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ผลการวิจัยพบว่า ได้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับการดำรงชีวิต แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ ที่มีคุณภาพดังนี้ ฉบับที่ 1 การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์ จำนวน 22 ข้อ มีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.65 ถึง 0.78 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.83 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.39 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.85 ฉบับที่ 2 การจำแนกพืชและสัตว์ จำนวน 19

ข้อ มีค่าความยากของข้อสอบตั้งแ ต่ 0.65 ถึง 0.74 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.60 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 14.31 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.95 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 ฉบับที่ 3 การสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์ของสัตว์ จำนวน 12 ข้อ มีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.65 ถึง 0.76 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.83 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.95 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81 ฉบับที่ 4 การถ่ายทอดลักษณะทาง พันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต จำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.65 ถึง 0.72 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.68 คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.50 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 ข้อบกพร่องในการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับการดำรงชีวิต ที่พบคือ ไม่เข้าใจการขยายพันธ์พืช คิดเป็นร้อยละ 33.48 สับสนเรื่องการขยายพันธ์พืช คิดเป็นร้อยละ 46.06 ไม่เข้าใจเรื่องวัฏจักรชีวิตของสัตว์แต่ละประเภท คิดเป็นร้อยละ 31.45 และ ไม่เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธ์ทางพันธุกรรม คิดเป็นร้อยละ 32.34

ยุพิน พวงจันทร์ (2557, น. 112-118) ได้ทำการวิจัยการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27 ผลการวิจัยพบว่า ได้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 4 ฉบับ ที่มีคุณภาพดังนี้ ฉบับที่ 1 ธรรมชาติของเสียง จำนวน 18 ข้อ มีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.59 ถึง 0.73 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.51 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.79 คะแนนจุดตัด 8 ฉบับที่ 2 ความเข้มเสียงและการได้ยิน จำนวน 11 ข้อ มีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.57 ถึง 0.77 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.27 ถึง 0.44 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.84 คะแนนจุดตัด 4 ฉบับที่ 3 เสียงดนตรี จำนวน 7 ข้อ มีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.60 ถึง 0.70 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.29 ถึง 0.46 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.83 คะแนนจุดตัด 3 ฉบับที่ 4 ปรากฏการณ์เกี่ยวกับเสียงและการประยุกต์ความรู้เรื่องเสียง จำนวน 12 ข้อ มีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.56 ถึง 0.77 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.52 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.77 คะแนนจุดตัด 5 ข้อบกพร่องในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง เสียง ที่พบคือ สับสนเรื่องประเภทของคลื่น คิดเป็นร้อยละ 17.66 จำสูตรไม่ได้ คิดเป็นร้อยละ 22.60 คำนวณผิด คิดเป็นร้อยละ 22.34 และสับสนเรื่องปรากฏการณ์ดอปเพลอร์ คิดเป็นร้อยละ 19.22 ตามลำดับ

ประกาย เครือเนตร (2558, น. 96-104) ได้ทำการวิจัยการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 ผลการวิจัยพบว่า ได้แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 3

ฉบับ ที่มีคุณภาพดังนี้ ฉบับที่ 1 กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.79 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.48 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.85 ฉบับที่ 1 กฎเกณฑ์เบื้องต้น เกี่ยวกับการนับ จำนวน 10 ข้อ มีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.79 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.26 ถึง 0.48 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.85 ฉบับที่ 2 การทดลองสุ่มแซมเปิลสเปช จำนวน 19 ข้อ มีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.33 ถึง 0.70 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.21 ถึง 0.74 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.83 ฉบับที่ 3 ความน่าจะเป็น จำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.60 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.60 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.82 ข้อบกพร่องในการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ที่พบคือ นักเรียนไม่เข้าใจวิธีหาคำตอบ ไม่เข้าใจการกระทำหลาย ๆ อย่างที่เกิดขึ้น ไม่เข้าใจความหมายและลักษณะของการทดลองสุ่ม ไม่เข้าใจการหาแซมเปิลสเปช และ จำนวนแซมเปิลสเปช สับสนเกี่ยวกับการหาตุการณ์และจำนวนเหตุการณ์ ขาดการวิเคราะห์ในการหาเซตของเหตุการณ์ที่โจทย์ต้องการ จำสูตรในการหาความน่าจะเป็นไม่ได้ ขาดทักษะในการคำนวณและวิเคราะห์โจทย์ปัญหา

ประกาย เชื้อนิจ (2560, น. 171-176) ได้ทำการวิจัยการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ผลการวิจัยพบว่า ได้แบบทดสอบวินิจฉัยความบกพร่องทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ แบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 1 ฉบับที่มีคุณภาพดังนี้ แบบทดสอบวินิจฉัยเรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ จำนวน 50 ข้อ ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 1.00 มีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.60 ถึง 0.77 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.66 ถึง 0.89 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.97 น่าจะเป็น จำนวน 16 ข้อ มีค่าความยากของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.60 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.22 ถึง 0.60 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ 0.82 ข้อบกพร่องในการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสัมพันธ์ ความบกพร่องเป็นที่พบคือ ไม่เข้าใจเนื้อหาคิดเป็นร้อยละ 38.66 ด้านการคำนวณคิดเป็นร้อยละ 32.81 ด้านไม่เข้าใจวิธีการคำนวณคิดเป็นร้อยละ 15.75 และด้านจำสูตรและสัญลักษณ์ตัวแปรในสูตรไม่ได้คิดเป็นร้อยละ 12.78 ตามลำดับ

2.4.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Treagust and ctal (2002, pp. 412-A) ได้ศึกษาการพัฒนาการประยุกต์ของเครื่องมือวัดแนวคิดวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับขั้นเพื่อประเมินความเข้าใจนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในการวิเคราะห์ เคมีอินทรีย์เชิงคุณภาพ การพัฒนาเครื่องมือวัดวินิจฉัยได้ถูกกำหนดแนวทางโดยการวางกรอบโครงสร้างโดยทรีกัสเครื่องมือถูกนำมาใช้กับนักเรียนเกรด 10 จำนวน 915 คน (อายุ

15 – 17) จากโรงเรียน 11 แห่ง หลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องแล้ว ในการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบได้ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องวัดเท่ากับ 0.68 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.17 – 0.48 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.53 และจากการศึกษาพบว่านักเรียนเกรด 10 มีปัญหาในการทำความเข้าใจปฏิริยาที่เกี่ยวข้องในการวินิจฉัยไอออนประจุบวก และไอออนประจุลบ เช่น ปฏิริยาแทนที่ ผลการศึกษาถูนำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน และการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

Ewing (2003, p. 368) ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลการใช้กิจกรรมสื่อการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึม เรื่อง สสาร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการจัดกิจกรรมและประสบการณ์ที่หลากหลายให้กับนักเรียนทำให้นักเรียนได้รับความรู้ซึ่งมีจุดมุ่งหมายของหน่วยคือ 1) นักเรียนสามารถอธิบายและจำแนกประเภทของสารได้ 2) นักเรียนสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและทางเคมีได้ หน่วยของการเรียนรู้คือการวัดและการประเมินผลที่ครอบคลุมมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนนอกจากนี้ยังมีบทเรียนอีกจำนวนมากที่เป็นการอธิบายบทเรียนเหล่านี้เป็นพื้นฐานสำหรับปรับปรุงหน่วยการเรียนรู้ต่อไปเพื่อที่จะให้การสอนตามแนวคิดคอนตรัคติวิซึมประสบผลสำเร็จ

Maloof and White (2005, pp. 120-124) ได้ศึกษาเกี่ยวกับนักเรียนที่เรียนในห้องปฏิบัติการชีววิทยาระดับวิทยาลัยโดยจัดกลุ่มแบบวิวิธพันธ์และแบบเอกพันธ์ตามสไตล์การเรียนรู้พุทธพิสัยและการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Student Teams Achievement Division : STAD) นิสิตหลักสูตร 2 ปี ที่จะถูกฝึกด้วยยุทธศาสตร์การเรียนเป็นทีมในปีแรกของการเข้าเรียนพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในกลุ่มนักเรียนที่จัดแบบเอกพันธ์โดยเปรียบเทียบกับนักเรียนที่จัดแบบวิวิธพันธ์ซึ่งวัดด้วยคะแนนข้อสอบก่อนเรียนและหลังเรียนและยังพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในการพัฒนาของคะแนนระหว่าง นิสิตปีที่นิสิตได้รับการฝึกตามยุทธศาสตร์ในปีแรกของการเรียนนั้นขณะที่นิสิตได้รับการฝึกตามยุทธศาสตร์การเรียนเป็นทีมค่าพัฒนาการของคะแนนการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนคือ ร้อยละ 35.3 และในปีที่ 2 นิสิตไม่ได้รับการฝึกตามยุทธศาสตร์

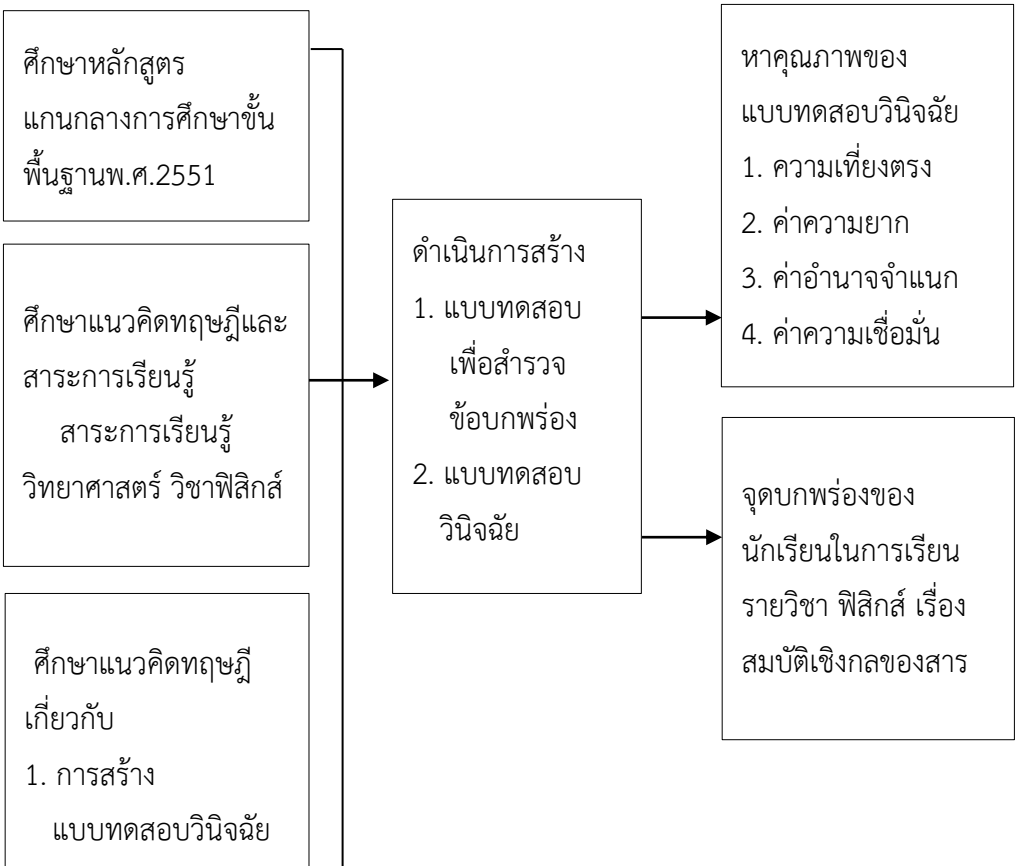
Kilic and saglam (2009, pp. 227-244) ได้ทำการศึกษาพัฒนาการวิจัยในระดับขั้นที่สองทดสอบความเข้าใจของนักเรียนในพันธุศาสตร์ โดยวัตถุประสงค์เพื่อมั่นใจว่านักเรียนเข้าใจอย่างสมบูรณ์และเข้าใจถูกต้องกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่สามารถประเมินผลได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อมีการวัดโดยใช้เครื่องมือที่เหมาะสม จากการศึกษาพบว่ามีระหว่าง 0.34 และ 0.74 คือ ความยากของรายการปรับตัวลดลงในช่วง 0.25 – 0.67 และความยากในการทดสอบพบว่ามี 0.43 มีค่าความชื่อมั่นในแบบทดสอบที่คำนวณได้เป็น 0.86 แสดงให้เห็นว่าการทดสอบอาจจะใช้ในการตรวจสอบนักเรียนการศึกษามัธยมศึกษา ความเข้าใจแนวคิดของแนวคิดพันธุศาสตร์ที่ถูกต้องและเชื่อถือได้

Taylor and Francis (2010, pp. 208-222) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาของขั้นที่สาม การทดสอบที่ประเมินผลความเข้าใจผิดเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอเครื่องมือที่ใช้ในการวินิจฉัยที่สามารถเชื่อถือได้โดยพัฒนาจากการทดสอบสามขั้นในวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย จากการสัมภาษณ์, คำถามปลายเปิด และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้รับการพัฒนาจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา 124 โรงเรียน พบว่า คะแนนการทดสอบอาจจะเป็นที่วัดถูกต้องและเชื่อถือได้ของนักเรียนในความเข้าใจในเชิงคุณภาพของวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ สรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนในแต่ละสาขาวิชาสามารถนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุ หาจุดอ่อน และข้อบกพร่องทางการเรียนของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และทำให้ครูผู้สอนสามารถหาวิธีการสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนได้ตรงจุด เพื่อเป็นการแก้ไขความบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งจะสามารถทำให้นักเรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนได้เป็นอย่างดี

2.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มุ่งสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียน รายวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง สมบัติเชิงกลของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย แสดงเป็นแผนภาพได้ดังนี้



—

ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย