

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง การเคลื่อนที่  
แนวตรง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร  
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับหัวข้อ ต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย
2. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
3. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
4. วิเคราะห์หลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
5. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
6. การวัดและประเมินผลการศึกษา
7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
8. การสอนซ่อมเสริมและการแก้ปัญหา
9. การหาคุณภาพเครื่องมือ
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
11. กรอบแนวคิดในการวิจัย

### เอกสารที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic Test)

การวินิจฉัยเป็นส่วนหนึ่งของการตัดสินใจในการออกแบบการเรียนการสอนและ  
เป็นสะพานเชื่อมโยงระหว่างความแตกต่างของนักเรียนเป็นรายบุคคลที่มีอิทธิพลอาจทำให้  
มีความเสี่ยงที่จะเกิดความล้มเหลวจากการออกแบบการเรียนการสอน การวินิจฉัยจะให้ข้อมูล  
สำคัญเกี่ยวกับความเข้าใจผิดที่ฝังรากลึกอย่างถาวรของนักเรียนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้  
ที่ครูกำหนดไว้

แบบทดสอบวินิจฉัยจะเป็นเครื่องมือที่สำคัญอย่างหนึ่งในการค้นหาจุดบกพร่องหรือ  
ที่เป็นปัญหาของนักเรียนแต่ละคน แบบทดสอบวินิจฉัยจะสามารถวิเคราะห์จุดบกพร่องใน  
การเรียนของนักเรียนได้อย่างละเอียดมากกว่าแบบสอบชนิดอื่น ช่วยให้ครูผู้สอนทราบ  
องค์ประกอบของเนื้อหาวิชาตลอดจนข้อบกพร่องของกระบวนการนั้น ประหยัดเวลาและ  
แรงงานครู จึงทำให้ครูมีเวลาที่จะเอาใจใส่ดูแลนักเรียนแต่ละคนได้มากขึ้น

#### 1. ความหมายของการวินิจฉัย

การวินิจฉัยในการศึกษามีการนิยามความหมายที่แตกต่างกันหลายความหมาย  
ขึ้นอยู่กับมุมมองที่แตกต่างกันของผู้นิยาม แต่นิยามส่วนใหญ่ของการวินิจฉัยทางการศึกษา  
เช่น การนิยามทางคลินิกให้คำนิยามการวินิจฉัยจากการตรวจร่างกายว่าเป็นการประเมินผล

ที่เอาสารสนเทศที่ได้ ไปใช้เพื่อกำหนดโอกาสจากเงื่อนไขที่เป็นไปได้สูงสุดในแต่ละประเด็นที่สนใจ (Ketterlin- Geller and Yovanoff. 2009 : 1) แต่ในทางตรงข้ามกันนั้น การวินิจฉัยในทางการเรียนการสอนให้คำนิยามว่า การวินิจฉัยเป็นการประเมินผลที่ให้สารสนเทศเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกี่ยวกับความรอบรู้ในเรื่องความรู้และทักษะในขอบเขตที่กำหนดไว้หรือนักเรียนมีความเข้าใจผิดเกี่ยวกับแนวคิดหรือเนื้อหาที่ครูสอน และครูใช้สารสนเทศนี้ไปใช้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน ด้วยการระบุสิ่งที่นักเรียนรอบรู้และไม่รอบรู้ ซึ่งจะส่งผลให้ครูต้องทำแผนการสอนที่แตกต่างกันเพื่อตอบสนองความต้องการของนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน (Ketterlin Geller and Yovanoff. 2009 : 1)

การวินิจฉัย เป็นวิธีการหนึ่งที่ครูดำเนินการเพื่อทดสอบนักเรียนว่า นักเรียนมีข้อบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้นๆ เกี่ยวกับรายละเอียดย่อยๆ ไต่บ้าง เพื่อนำผลทดสอบนั้นมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องทั้งตัวนักเรียนเอง ครูผู้สอนและวิธีการสอน รวมทั้งนำผลการสอบมาใช้ในการปรับปรุงข้อสอบด้วยเช่นกัน (ธีรรัตน์ นาชัยฤทธิ. 2550 : 12)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปความหมายของการวินิจฉัยข้อบกพร่องได้ว่า การวินิจฉัยข้อบกพร่อง หมายถึงการค้นหาสาเหตุของข้อผิดพลาดของนักเรียนที่ทำให้ครูผู้สอนสามารถนำข้อผิดพลาดหรือจุดบกพร่องนั้นมาเป็นแนวทางในการแก้ไขจุดบกพร่องทั้งตัวนักเรียนและตัวครูผู้สอนต่อไป

## 2. ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัย

นักการศึกษาหลายท่าน ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยดังนี้

อดัมส์ และทอร์เกอร์สัน (1964 : 39-40) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ชี้ให้เห็นจุดบกพร่องและสาเหตุของข้อบกพร่อง ไม่ให้ความสำคัญกับคะแนนรวมแต่จะสนใจที่รูปแบบของคำตอบ ผลการสอบจะทำให้ทราบว่านักเรียนคนใดมีข้อบกพร่องและบกพร่องในเรื่องใด

อีเบล (Ebel. 1965 : 449) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ค้นหาจุดบกพร่องหรือความสำเร็จในการเรียนของนักเรียน

คาร์เมล (Karmel. 1966 : 107) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบซึ่งบ่งถึงจุดที่เด็กอ่อนหรือมีความสามารถน้อย และเป็นแบบทดสอบที่บอกได้ว่านักเรียนอ่อนในเรื่องใด

อาห์แมนน์ และกล็อค (Ahmann and Glock. 1967 : 18) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้หลังจากการให้การเรียนการสอน จุดมุ่งหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยคือ ช่วยให้เห็นถึงข้อบกพร่องเฉพาะที่เป็นพื้นฐานที่อยู่เบื้องหลังของนักเรียน

เพนนี (Payne. 1968 : 167) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและจุดมุ่งหมายของการสอนซึ่งประกอบด้วยข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์รายละเอียดของเนื้อหา และครอบคลุมลำดับขั้นในการเรียนรู้เรื่องนั้น อีกทั้งเป็นข้อสอบที่จะช่วยชี้แนวทางในการแก้ข้อบกพร่องว่าควรแก้ที่จุดใด

อนาสตาซี (Anastasi. 1968 : 404) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวิเคราะห์ความเก่ง-อ่อน เป็นรายบุคคล และเป็นการบอกถึงสาเหตุของความอ่อน

ธอนรีไคค์ และเฮเกน (Thronidike & Hagen. 1969 : 646) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่รวบรวมปัญหาและสาเหตุที่ทำให้เกิดความบกพร่องในการเรียนวิชาต่างๆ ไว้ในแบบทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดหาวิธีการในการสอนซ่อมเสริมที่ตรงจุดและเป็นการช่วยปรับปรุงความรอบรู้ของนักเรียนให้เพิ่มขึ้นด้วย

บราวน์ (Brown. 1970 : 225) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้สำหรับค้นหาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยมุ่งที่จะทำการสอนซ่อมเสริมและให้การแนะแนว ซึ่งสามารถชี้ให้เห็นถึงจุดอ่อน หรือจุดบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในแต่ละส่วนย่อยๆ ของแบบทดสอบนั้น

ทองหล่อ วิชาวิน (2521 : 49-50) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบเพื่อตรวจสอบดูความบกพร่องหรือลักษณะด้อยของผู้เรียน เป็นการค้นหาสาเหตุว่าผู้เรียนบกพร่องในเนื้อหานั้นด้วยสาเหตุใด เพื่อจะได้แก้ไขให้ถูกต้องตรงประเด็น

บุญชม ศรีสะอาด (2523 : 10) ให้ความหมายแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อให้เห็นจุดบกพร่อง หรือเป็นจุดที่เป็นปัญหา หรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่งๆ ของนักเรียนแต่ละคน

กรมวิชาการ (2539 : 2) ให้ความหมายแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่ใช้ค้นหาความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ผลจากการตอบแบบสอบถามสามารถบอกได้ว่า นักเรียนบกพร่องในทักษะจุดใดรวมทั้งบอกสาเหตุของความบกพร่องนั้น ข้อบกพร่องอาจเป็นความบกพร่องของนักเรียนหรือของครูผู้สอนก็ได้ บางโอกาสอาจเจอจุดเด่นหรือความสามารถพิเศษของผู้เรียนก็ได้ ผลการวินิจฉัยนำมาเพื่อการแก้ไขและส่งเสริมการเรียนของนักเรียนให้ถูกต้องและตรงจุด ตลอดจนปรับปรุงการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทั้งนี้จะใช้แบบสอบในระหว่างการเรียนการสอนในหน่วยบทเรียนนั้นๆ

ศิริเดช สุชีวะ (2550: 258) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อใช้ค้นหาข้อบกพร่อง จุดอ่อน หรือ จุดด้อยของผู้เรียนทั้งในทางวิชาการและทางด้านจิตใจ เพื่อแยกผู้เรียนที่มีความสามารถดีหรือด้อยในเรื่องใดและหาสาเหตุว่าผู้เรียนมีผลการเรียนด้อยเนื่องมาจากสาเหตุใด แบบทดสอบวินิจฉัยนี้นอกจากจะเป็นประโยชน์ทางวิชาการแล้ว ยังใช้เป็นประโยชน์ในการตรวจสอบความผิดปกติทางด้านร่างกายและจิตใจด้วย

จากความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยข้างต้น สรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัย เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อค้นหาข้อบกพร่องและสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนของ นักเรียนแต่ละคนในแต่ละเนื้อหาย่อย เพื่อให้ครูได้ใช้เป็นสารสนเทศในการปรับปรุงการเรียน การสอน นำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นได้อย่างตรงประเด็นและมีประสิทธิภาพ

### 3. ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้  
อดัมส์ และทอร์เจอร์สัน (Adams & Torgerson, 1964 : 472) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยจะแยกออกเป็นแบบทดสอบย่อยๆ (Subtests) เพื่อวัด ทักษะเฉพาะอย่างของการเรียนวิชาต่าง ๆ และจะต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการวินิจฉัย ที่เหมาะสมกับความบกพร่องแต่ละชนิด

2. แบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับจะต้องมีความยาวพอที่จะวัดความสามารถของ แต่ละบุคคลได้อย่างมีความเชื่อมั่น (มีจำนวนข้อสอบมาก)

3. ปกติแบบทดสอบวินิจฉัยจะใช้กับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ต่ำ ดังนั้น ข้อสอบมักมีจำนวนข้อมาก ๆ และเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

4. เกณฑ์ปกติ (Norm) ไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจฉัยเพราะว่า จุดประสงค์ที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบวินิจฉัยคือ เพื่อที่จะค้นหาว่าสิ่งใดที่นักเรียนไม่สามารถ ที่จะทำได้ และมีสาเหตุใดมากกว่าที่จะใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

อาห์แมนน์ และ กล็็อค (Ahmann & Glock, 1967 : 364-365) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยเน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นสำคัญ

2. เกณฑ์ปกติ ไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจฉัย

3. แบบทดสอบวินิจฉัยประกอบด้วยกลุ่มข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์ คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อแล้วรวบรวมคำตอบที่เป็นปัญหาซึ่งเกิดขึ้นกับนักเรียนจำนวนมาก ไว้เพื่อค้นหาจุดบกพร่องต่อไป

4. แบบทดสอบวินิจฉัยมักใช้เพื่อแก้ไขปัญหาทางการเรียนให้นักเรียนที่มี คะแนนต่ำจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ (Survey Test)

บลูม (Bloom, 1971 : 91-92) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบ เพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียน เกี่ยวกับทักษะพื้นฐาน เพื่อหาระดับการเรียนรู้ เพื่อใช้คัดแยกเด็ก เพื่อปรับปรุงวิธีสอน และเพื่อหาว่านักเรียนคนใด ต้องสอนซ้ำ

2. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนได้รับการฝึกจากวิธีปกติ พอสมควรแล้ว



3. ใช้ประเมินผู้เรียนได้ทั้งสามด้าน คือ พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ด้านจิตพิสัย(Affective Domain) ด้านทักษะจิตพิสัย (Psychomotor Domain)

4. แบบทดสอบวินิจฉัยมีทั้งวินิจฉัยมาตรฐาน และแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น

5. ต้องมีจำนวนข้อมาก โดยแต่ละข้อมีค่าความยาก .65 ขึ้นไป

6. การประเมินผลของคะแนนจากแบบทดสอบวินิจฉัย อาจได้ทั้งแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์

7. วิธีรายงานคะแนนจากแบบทดสอบทำได้โดยการเขียนเส้นภาพ (Profile) ของคะแนนแต่ละคนในแต่ละทักษะย่อย

เมห์เรนส์ และเลห์มานท์ (Mehrens & Lehmann. 1975 : 462-464) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. การสอบวินิจฉัยไม่คำนึงถึงคะแนนการสอบเพียงอย่างเดียวแต่จะพิจารณาถึงรายละเอียดต่างๆ จากผลงานนักเรียนประกอบด้วย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดโครงการสอนซ่อมเสริม

2. แบบทดสอบวินิจฉัยจะมีเกณฑ์ปกติ (Norm) ในกรณีที่ต้องการจะแสดงว่าโดยทั่วไปแล้วนักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับใดของกลุ่ม ส่วนที่ไม่มีเกณฑ์ปกติ (Norm) ได้จากข้อสอบมาตรฐานอื่นๆ ซึ่งเป็นเกณฑ์ปกติแห่งชาติ (National Norm)

3. แบบทดสอบวินิจฉัยจะเป็นแบบทดสอบมาตรฐานในกรณีที่เครื่องมือนั้นถูกใช้ภายใต้เงื่อนไขเดียวกันและการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

4. แบบทดสอบวินิจฉัยอาจใช้ปกติวิสัยเปอร์เซ็นต์ไทล์ (Percentile Norm) หรือปกติวิสัยการเทียบเกรด (Grade Equivalent Norm) ก็ได้ตามความเหมาะสม

5. แบบทดสอบวินิจฉัยจะใช้เฉพาะกับนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียน ซึ่งจะต้องใช้เวลามากในการดำเนินการสอบ การตรวจ และการตีความหมายของคะแนน

6. แบบทดสอบวินิจฉัยสร้างยากกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อื่นๆ เพราะนอกจากจะต้องการคำตอบจากนักเรียนแล้วยังต้องทำให้สามารถรู้ว่ามีข้อบกพร่องในด้านใด

ซิงห์ (Singha. 1974 : 200-205) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. มีข้อคำถามจำนวนมากและครอบคลุมจุดประสงค์ของการเรียน (Learning Point)

2. ต้องวิเคราะห์และสรุปเนื้อหาอย่างระมัดระวัง

3. คำถามมักเป็นคำถามที่ค่อนข้างง่าย

4. ไม่ใช่การสอบแบบจำกัดเวลา

5. จัดแยกคำถามไว้เป็นพวงๆ ในแบบทดสอบย่อย ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มข้อสอบ ที่วัดในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้โดยจะมีการวิเคราะห์คะแนนในแต่ละส่วนของแบบทดสอบย่อย

6. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะแบบทดสอบต้องการที่จะค้นหาจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล มากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

7. แบบทดสอบวินิจัย ตั้งอยู่บนนิยามของการเรียนเพื่อรอบรู้  
กรอนลัน (Gronlund. 1981 : 139) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่ามีลักษณะดังนี้

1. ยึดความบกพร่องในการเรียนเป็นกรอบในการวัด
2. ความบกพร่องที่จะวัดเป็นความบกพร่องเฉพาะเรื่อง
3. ข้อสอบมีลักษณะง่าย
4. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน
5. สร้างขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียน
6. นำผลไปใช้ในการพิจารณาจัดการสอนซ่อมเสริม

บุญชม ศรีสะอาด (2523 : 9-11) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจัยไว้ดังนี้

1. มุ่งวัดเป็นเรื่องๆ หรือด้านๆ ไป ถ้าต้องอาศัยทักษะย่อยหลายทักษะ อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อย วัดตามทักษะย่อยๆ นั้น
2. มีคะแนนของแต่ละด้าน แต่ละตอน เพราะมุ่งค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน ดังนั้นคะแนนรวมของแต่ละคนจะไม่เป็นประโยชน์ในกรณีนี้
3. มีข้อสอบหลายๆ ข้อ ที่วัดทักษะเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เพิ่มโอกาสทำผิดพลาดได้มากขึ้น อันจะช่วยให้สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้นๆ ได้อย่างเพียงพอ นั่นคือ ชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องที่แท้จริงได้อย่างชัดเจน
4. มักเป็นแบบทดสอบประดมพลัง (Power Test)
5. การสร้างแบบทดสอบจะสร้างจากรากฐานของการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่ส่งผลให้เรียนสำเร็จ และจากการศึกษาข้อผิดพลาดหรือความบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน

6. ความเป็นมาตรฐานของแบบทดสอบอยู่ในรูปที่ว่า เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการสอบอยู่ภายใต้สภาพการณ์เดียวกัน และการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

อนันต์ ศรีโสภาก (2525: 159) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจัย ข้อบกพร่องว่า เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมากๆ ในแต่ละเนื้อหาวิชาที่มีการทดสอบวัตถุประสงค์ของการทดสอบเพื่อค้นหาสาเหตุของความยากและปัญหาต่างๆ ในการเรียน จึงพิจารณาเฉพาะคำตอบของข้อสอบแต่ละข้อหรือกลุ่มของข้อสอบ ส่วนคะแนนรวมมีความสำคัญน้อยมาก การทดสอบประเภทนี้จึงไม่สนใจคะแนนรวม

โชติ เพชรชิน (2544 : 7) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. มุ่งวัดความสามารถหรือทักษะในเรื่องหนึ่งเป็นการเฉพาะ
2. แบ่งเป็นส่วนๆ หรือเป็นฉบับย่อยๆ การแบ่งเป็นส่วนหรือฉบับย่อยขึ้นอยู่กับลักษณะความสามารถหรือทักษะแต่ละอย่าง ซึ่งมีองค์ประกอบไม่เหมือนกัน
3. จำนวนข้อสอบในแต่ละส่วน หรือในฉบับย่อยมีจำนวนข้อมากพอที่จะวัดความสามารถหรือทักษะย่อย ได้ด้วยความมั่นใจ
4. มีเกณฑ์คะแนนขั้นต่ำไว้สำหรับเทียบ เพื่ออธิบายถึงความบกพร่องความสามารถและทักษะ
5. เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ
6. ตรวจสอบคำตอบแยกเป็นส่วนๆ หรือแยกแต่ละทักษะย่อยของนักเรียน

เป็นรายบุคคล

จากลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ที่กล่าวข้างต้นนั้น ผู้วิจัยได้สรุปลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบที่แยกออกเป็นส่วนๆ โดยมีเป้าหมายที่จะวัดความรู้และความสามารถของนักเรียนเป็นด้านๆ ของแต่ละรายวิชา
2. เนื้อหาที่ต้องการวัดจะต้องสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร
3. เป็นแบบทดสอบที่เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)
4. เป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนข้อมาก ในแต่ละเนื้อหาที่ต้องการทดสอบ
5. เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
6. เป็นแบบทดสอบที่ให้เวลาเต็มที่ในการทำข้อสอบ
7. ไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล แต่ต้องมีเกณฑ์ขั้นต่ำที่ใช้ในการวินิจฉัยนักเรียนว่ามีความบกพร่องหรือไม่
8. คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน จะมีความสำคัญน้อยกว่าการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนรายข้อ

#### 4. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้  
 ธอร์นไดค์ และเฮเกน (Thorndike & Hagen. 1969 : 269-271) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะหรือเนื้อหาวิชาที่ต้องการทดสอบออกเป็นทักษะหรือองค์ประกอบย่อยๆ
2. สร้างและปรับปรุงแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะย่อยๆ เหล่านั้น เพื่อให้สามารถค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละทักษะย่อยๆ นั้นได้

สุเทพ สันติวรานนท์ (2533 : 71) ได้สรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจัย  
ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ
2. วิเคราะห์ทักษะที่จำเป็นและเนื้อหาวิชาอย่างละเอียด แล้วแบ่งเป็น  
องค์ประกอบย่อย
3. เขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral objective) ให้ครอบคลุม  
เนื้อหาที่กำหนด
4. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ในข้อสอบจะ  
กำหนดให้นักเรียนหาคำตอบและสาเหตุการเลือกตอบ ซึ่งในขั้นนี้ถือเป็นขั้นการสร้างแบบทดสอบ  
เพื่อสำรวจหาสาเหตุของการเลือกตอบ
5. นำไปสอบกับนักเรียนในกลุ่มที่ได้เรียนเนื้อหานั้นผ่านมาแล้ว
6. วิเคราะห์หาคำตอบ และสาเหตุของการไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์  
เชิงพฤติกรรมจากแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ทั้งนี้เพื่อนำผลการวิเคราะห์มากำหนดสร้างตัวเลือก  
ของแบบทดสอบวินิจัยต่อไป
7. เขียนข้อสอบ โดยตัวเลือกสร้างจากสาเหตุของการเลือกตอบของนักเรียน
8. นำข้อสอบในขั้นที่ 7 มารวบรวมเป็นฉบับแบบทดสอบวินิจัย แล้วนำไป  
ทดลองใช้และพัฒนาปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น

9. เขียนคู่มือในการใช้แบบทดสอบ และกำหนดแนวทางที่เหมาะสมเพื่อ  
สามารถไปถึงความบกพร่อง และค้นหาสาเหตุของความบกพร่องในแต่ละทักษะนั้นได้  
บุญชม ศรีสะอาด (2535 : 29) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบ  
วินิจัย ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาทฤษฎี วิธีการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการสร้าง  
แบบทดสอบวินิจัยและวิธีเขียนข้อสอบ
3. วิเคราะห์เนื้อหา จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. กำหนดจุดประสงค์องค์ประกอบหรือทักษะย่อยและแบบทดสอบย่อยที่  
จะสอบเพื่อวินิจัย
5. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสม ในการกำหนดรายละเอียดตาม  
ขั้นตอนที่ 4
6. เขียนคำถามเพื่อสำรวจเป็นแบบเดิมคำตอบ
7. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบ
8. วิเคราะห์ค่าความยากรายข้อ
9. สร้างแบบทดสอบวินิจัยโดยใช้ผลจากขั้นที่ 8 คัดเลือก ปรับปรุงข้อสอบ  
และสร้างตัวลวงจากคำตอบผิด
10. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและกำหนดจุดตัด

11. ทดสอบครั้งที่ 1
  12. วิเคราะห์หาค่าความยาก อำนาจจำแนกและปรับปรุงข้อสอบ
  13. ทดสอบครั้งที่ 2
  14. วิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อและของแบบทดสอบ
  15. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบและจัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นรูปเล่ม
- โชติ เพชรชื่น (2544 : 17) ได้สรุปขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ

วินิจฉัย ดังนี้

1. วิเคราะห์ความสามารถหรือทักษะที่เป็นองค์ประกอบย่อยความสามารถที่เป็นจุดประสงค์ของหลักสูตรรายวิชา

2. กำหนดจุดประสงค์ในการวัดและลักษณะเฉพาะข้อสอบ

3. สร้างคำถามที่วัดความสามารถหรือทักษะย่อยเหล่านั้นให้ครอบคลุมจุดประสงค์ และเนื้อหา มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้

4. ทดลองใช้และนำผลการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงคำถาม

5. ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ

6. สร้างเกณฑ์การบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อเปรียบเทียบ

7. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบ

ศิริเดช สุชีวะ (2550 : 259-260) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

ไว้ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาหรือทักษะอย่างละเอียดแล้วแบ่งออกเป็นเนื้อหาย่อยๆ

2. ศึกษาและรวบรวมสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาย่อยเหล่านั้น เพื่อนำมาสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบ

3. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และข้อบกพร่องที่ต้องการวัดในแต่ละด้าน

4. เรียบเรียงข้อสอบไว้เป็นด้านๆ เพื่อสะดวกในการวินิจฉัย โดยในแต่ละด้านควรมีข้อสอบค่อนข้างง่ายไม่น้อยกว่า 3 ข้อ

5. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไข

6. เขียนคู่มือและแบบแผนการวินิจฉัย

วิยดา ช่อน้ำ (2551 : 22) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้

ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญที่ต้องการทดสอบ

2. แบ่งทักษะเป็นองค์ประกอบย่อยๆ ตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือ

สาระสำคัญ



3. กำหนดตัวบ่งชี้ที่ทักษะความสามารถให้ครอบคลุมตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญ

4. สร้างแบบทดสอบสำรวจตามตัวบ่งชี้ที่ทักษะความสามารถ มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้

5. นำไปทดสอบแล้วนำผลการตอบผิดมาสร้างเป็นตัวเลือกของแบบทดสอบวินิจฉัยต่อไป

6. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยใช้ข้อคำถามจากแบบทดสอบสำรวจและสร้างตัวเลือกจากคำตอบที่รวบรวมจากการตอบผิดของนักเรียน

7. นำไปทดสอบแล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

8. วิเคราะห์หาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน

9. จัดพิมพ์แบบทดสอบและคู่มือดำเนินการสอบ

ญาณัจฉรา สุกแท้ (2551 : 24) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

2. วิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียด แบ่งเนื้อหาออกเป็นเนื้อหาเรื่องย่อยๆ และเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหานั้น

3. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น

4. วิเคราะห์จุดบกพร่องของนักเรียนจากการเลือกตอบแบบทดสอบวินิจฉัย

5. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้และปรับปรุงแบบทดสอบซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการทดสอบเพื่อสร้างตัวलग ทดสอบเพื่อวิเคราะห์รายข้อและทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่มีผู้เสนอแนะไว้ข้างต้นนั้น ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้ มาตรฐานตัวชี้วัด และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ต้องการทดสอบ

2. แบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อยๆ ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

3. สร้างแบบทดสอบสำรวจตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้

4. นำไปทดสอบแล้วนำผลการตอบผิดมาสร้างเป็นตัวलगของแบบทดสอบวินิจฉัยต่อไป

5. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยใช้ข้อคำถามจากแบบทดสอบสำรวจและสร้างตัวलगจากคำตอบที่รวบรวมจากการตอบผิดของนักเรียนสร้างขึ้น

6. นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดลองใช้ แล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงและ

หาคุณภาพของแบบทดสอบ

7. นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบ

8. วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ และวิเคราะห์หาข้อบกพร่องทางการเรียน  
ของนักเรียน

9. จัดพิมพ์แบบทดสอบ คู่มือดำเนินการสอบ และแบบแผนการวินิจฉัย

## 5. ข้อเสนอแนะในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยให้มีคุณภาพ  
ไว้ดังนี้

ลินด์ควิสต์ (Lindquist. 1966 : 37-38) ได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการสร้าง  
แบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยต้องสัมพันธ์กับหลักสูตรและมีความชัดเจนใน  
จุดประสงค์ที่ต้องการทดสอบ
2. คำถามในแบบทดสอบต้องสร้างให้สามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่  
ต้องการทดสอบ
3. ทำการวิเคราะห์อย่างละเอียดโดยอาศัยการทดลองและอุปสรรคหรือ  
ความไม่เข้าใจในการเรียนเป็นหลัก
4. แบบทดสอบต้องสามารถวัดพฤติกรรมทางสมองของนักเรียนได้อย่าง  
เพียงพอและต้องใช้ค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนได้
5. แบบทดสอบต้องเสนอแนะจุดบกพร่องในแต่ละองค์ประกอบการเรียน  
ที่ทำการวัดได้อย่างถูกต้อง
6. แบบทดสอบต้องครอบคลุมกฎเกณฑ์ทางการเรียนรู้อย่างทั่วถึง
7. แบบทดสอบต้องสามารถทดสอบความบกพร่องในการเรียนที่ผ่านมาได้  
และสามารถสืบค้นหาความบกพร่องนั้นจากเนื้อหาแต่ละตอนที่ทำการทดสอบได้
8. ความก้าวหน้าของเด็กแต่ละคนจะแสดงให้เห็นได้จากคำตอบที่วัดโดยใช้  
แบบทดสอบ

บราวน์ (Brown. 1970 : 303) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบ  
วินิจฉัย ดังนี้

1. แบ่งทักษะที่ต้องการวัดออกเป็นองค์ประกอบย่อยๆ ให้ชัดเจน
2. แบ่งเป็นแบบทดสอบย่อยๆ หลายฉบับและสร้างให้แบบทดสอบย่อย  
แต่ละฉบับสามารถวัดองค์ประกอบย่อยของทักษะนั้นได้เพียงองค์ประกอบเดียว
3. แบบทดสอบย่อยทุกฉบับต้องวัดทักษะย่อยที่ต้องการวัดได้จริงๆ เพราะ  
ถ้าหากแบบทดสอบย่อยนั้นไม่ได้วัดทักษะย่อยนั้นจริงแล้วจะไม่สามารถพิจารณาสาเหตุของ  
ความบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ถูกต้องตรงกับความเป็นจริง

4. คะแนนจากแบบทดสอบย่อยจะต้องกำหนดแนวทางที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถจัดหาวิธีการสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด

ซิงห์ (Singha. 1974 : 201-202) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. ในกรณีที่สร้างเป็นปรนัยชนิดเลือกตอบหรือแบบตอบสั้นๆ ควรมีจำนวนมากข้อ เพื่อที่จะครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ที่จะทดสอบ

2. ไม่จำเป็นต้องสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Blue-print) ทั้งนี้เพราะไม่ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชาและวิธีการ

3. ไม่ต้องสร้างเกณฑ์ปกติในการวินิจฉัย เพราะจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบเพื่อค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุมากกว่าจะเป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์

4. แบบทดสอบวินิจฉัยจะสร้างข้อสอบตามเนื้อหา คือเอาข้อความที่อยู่ในเนื้อหาเดียวกันเข้าไว้ด้วยกันโดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความยาก

5. แบบทดสอบวินิจฉัยอาจสร้างเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หรือเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher-made Test) แต่แบบที่ครูสร้างขึ้นมักจะคุ่มค่ามากกว่าเพราะประหยัดเวลาและกำลังงานมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

สมศักดิ์ สินธุระเวชช์ (2522 : 1-2) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. แยกหรือวิเคราะห์ทักษะใหญ่ออกเป็นทักษะย่อย

2. สร้างข้อคำถามในแต่ละทักษะย่อยเหล่านั้นโดยไม่จำเป็นต้องเป็นคำถามที่ยาก แต่มีจำนวนมากข้อ

บุญชม ศรีสะอาด (2523 : 10-12) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน ดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนจะต้องครอบคลุมจุดประสงค์ในการเรียนและทักษะพื้นฐานทุกด้าน

2. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนสามารถใช้ค้นหาจุดอ่อนของการเรียนได้ และสามารถชี้ให้เห็นชนิดของความผิดพลาดได้

3. ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน สามารถใช้ประกอบการวินิจฉัยอุปสรรคหรือปัญหาของนักเรียนได้

4. เรียบเรียงข้อสอบไว้เป็นด้านๆ เพื่อสะดวกในการวินิจฉัย โดยในแต่ละด้านควรมีข้อสอบซึ่งค่อนข้างง่ายไม่น้อยกว่า 3 ข้อ

5. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ แล้วนำไปใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบให้มีประสิทธิภาพ

## 6. ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน ดังนี้  
ลินควิสต์ (Lindquist. 196 : 37) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย  
การเรียน ไว้ดังนี้

1. สามารถวิเคราะห์ข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนได้ละเอียด
2. ช่วยให้ครูผู้สอนทราบถึงองค์ประกอบที่สำคัญของเนื้อหาวิชาลำดับชั้น  
ของกระบวนการเรียนการสอนตลอดจนจุดบกพร่อง
3. ช่วยในการปรับปรุงการเรียนการสอนของครู
4. ประหยัดเวลาและแรงงานทำให้ครูมีเวลาในการจัดซ่อมเสริมนักเรียน  
เป็นรายบุคคลได้
5. ช่วยทำให้นักเรียนทราบถึงจุดบกพร่องของตนและสามารถนำมาใช้  
ปรับปรุงการเรียนได้ตรงจุด

บลูม (Bloom. 1971 : 91-101) ได้กล่าวถึงหน้าที่และประโยชน์ของแบบทดสอบ  
วินิจฉัยการเรียนไว้ ดังนี้

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

เคนเนดี (Kennedy. 1980 : 23) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย  
ในการเรียนไว้ ดังนี้

1. ใช้ค้นหาข้อบกพร่องและปัญหาในการเรียน
2. ใช้ปรับปรุงการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน
3. ใช้ในการวางแผนจัดการสอนซ่อมเสริม

กรอนลันด์ (Gronlund. 1981 : 322) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบ  
วินิจฉัยการเรียนไว้ ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนแต่ละฉบับสะท้อนถึงมโนคติเกี่ยวกับเรื่อง  
ที่จะวัดของผู้สร้างและข้อคิดของผู้เรียนในการวินิจฉัย
2. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนสร้างขึ้นสำหรับนักเรียนที่มีผลการเรียนต่ำ  
จึงเหมาะสำหรับพิจารณาข้อบกพร่องทางการเรียน แต่จะไม่เหมาะสำหรับการพิจารณาระดับ  
ความชำนาญ
3. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน จะเป็นตัวบอกประเภทของข้อบกพร่อง  
ของนักเรียน แต่จะไม่บอกสาเหตุของข้อบกพร่องนั้น แม้ว่าบางครั้งจะสามารถบอกสาเหตุ  
จากประเภทของข้อบกพร่องหรือจากการอธิบายคำตอบของนักเรียน แต่ข้อบกพร่องบางชนิด  
อาจเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุหรือเกี่ยวข้องกันในลักษณะที่ซับซ้อน

4. แบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ที่ทำการวินิจฉัยอุปสรรคทางการเรียน  
ของนักเรียนเพียงส่วนเดียว ต้องพิจารณาความสัมพันธ์ที่มีต่อส่วนประกอบนั้นด้วย

5. ผลที่ได้จากแบบทดสอบย่อยหรือกลุ่มของข้อสอบ ในการวินิจฉัยการเรียนรู้  
อาจเชื่อถือได้น้อยเพราะอาจมีบางหัวข้อเท่านั้นที่วัดทักษะเฉพาะ ดังนั้นการหาข้อเด่นข้อด้อย  
ทางการเรียนควรสังเกตจากห้องเรียนประกอบด้วย

ทองหล่อ วิภาวีน (2521 : 50-51) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย  
การเรียนรู้ไว้ ดังนี้

1. สำหรับนักเรียน

1.1 ทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน เมื่อผู้เรียนทราบล่วงหน้าว่าเมื่อจบ  
บทเรียนแล้วจะมีการทดสอบ ผู้เรียนจะกลัวความล้มเหลว

1.2 ทำให้นักเรียนสามารถประเมินผลตัวเองได้ว่าเรียนรู้เรื่อง มากน้อย  
แค่ไหน ต้องปรับปรุงแก้ไขอะไรบ้าง

1.3 เป็นเครื่องช่วยตัดสินใจว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจในหัวข้อเนื้อหาและ  
ทักษะในเรื่องเหล่านั้นหรือไม่ตลอดจนผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนเรื่องต่อไปหรือยัง

2. สำหรับครู แบบทดสอบวินิจฉัยจะช่วยให้ในการปรับปรุงเทคนิคการเรียน  
การสอนของครูให้ดีขึ้น

โชติ เพชรชื่น (2544 : 10-11) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัย ไว้  
ดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนรู้ข้อบกพร่องของตนเองโดยดูคะแนนผลการสอบแต่ละส่วน  
ว่ามีส่วนไหนบ้างที่ได้คะแนนน้อยกว่าปกติ หรือต่ำกว่าคะแนนเกณฑ์ เมื่อรู้ข้อบกพร่องหรือ  
จุดด้อยแล้ว ก็จะได้ปรับปรุงหรือฟื้นฟูความรู้ความเข้าใจหรือฝึกทักษะในเรื่องนั้นๆ เป็นการ  
เฉพาะ เป็นการแก้ปัญหาในส่วนของตัวเองบางคนอาจมีข้อบกพร่องเพียงจุดเดียว ด้านเดียว  
แต่บางคนอาจบกพร่องหลายๆ จุดหลายๆ ด้าน

2. ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาสามารถช่วยเหลือนักเรียนได้ตรงจุด ทำให้ปัญหา  
ของนักเรียนหมดไปโดยเร็วเป็นการประหยัดเวลา นอกจากนั้นยังต้องตระหนักว่าวิธีการสอน  
ที่เคยใช้อยู่ก่อนอาจไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้สอนเสริม ควรแสวงหาหรือเลือกวิธีสอนใหม่ซึ่ง  
แตกต่างไปจากวิธีการสอนแบบเดิมที่เคยใช้สอนเรื่องนั้นๆ มาก่อนแล้ว

3. ผู้บริหารโรงเรียนสามารถจัดการสนับสนุนและอำนวยความสะดวกให้แก่  
ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาตลอดทั้งตัวนักเรียนเองได้ตรงประเด็นหรือตรงความต้องการ ผลที่  
เกิดขึ้นก็คือผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร

วิทยา ซ่อนขำ (2551 : 30-31) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้  
ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ครูใช้ในการค้นหาจุดบกพร่อง  
การเรียนรู้ของนักเรียนในแต่ละเนื้อหาย่อยๆ ว่านักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาการเรียนในแต่ละตอน



2. เป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไข ถึงกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เกิดจากความบกพร่องของตัวครูผู้สอน

3. ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้ถึงจุดบกพร่องในการเข้าใจเนื้อหาเพื่อทำความเข้าใจในเนื้อหาอีกครั้ง และทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน เตรียมพร้อมในการเรียนอยู่เสมอ

จากที่กล่าวมาข้างต้น โดยสรุปแล้วแบบทดสอบวินิจฉัยให้ผลประโยชน์กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่สำคัญคือ ครู นักเรียน และผู้บริหาร ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ครูใช้ในการค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนในแต่ละเนื้อหาย่อยๆ

2. เป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เกิดจากความบกพร่องของตัวครูผู้สอน

3. ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาสามารถช่วยเหลือนักเรียนได้ตรงจุด ทำให้ปัญหาของนักเรียนหมดไปโดยเร็วเป็นการประหยัดเวลา

4. ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้ถึงข้อบกพร่องในการเข้าใจเนื้อหา เพื่อทำความเข้าใจในเนื้อหาอีกครั้ง และทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน เตรียมพร้อมในการเรียนอยู่เสมอ

5. ผู้บริหารโรงเรียนสามารถจัดการสนับสนุนและอำนวยความสะดวกให้แก่ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาตลอดทั้งตัวนักเรียน ได้ตรงประเด็นหรือตรงความต้องการ ผลที่เกิดขึ้นก็คือผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร ซึ่งจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

## 7. ข้อจำกัดของแบบสอบวินิจฉัย

7.1 แบบสอบวินิจฉัยที่เป็นแบบสอบเลือกตอบหลายตัวเลือก สามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้จากตัวลวงที่นักเรียนเลือก มีข้อจำกัด 2 ประการ คือ ประการแรก ครูผู้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยต้องเป็นผู้มีประสบการณ์และมีความรู้ที่นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบใด สามารถนำแบบการคิดตามมโนทัศน์ที่ผิดนั้นมาสร้างตัวลวงครูผู้สอนที่ไม่มีความรู้เรื่องดังกล่าวจะไม่สามารถสร้างแบบสอบวินิจฉัยที่ดีได้ ประการที่สองแบบสอบวินิจฉัยมีข้อจำกัดเนื่องจากข้อสอบแต่ละข้อบรรจุตัวลวง อันเป็นตัวแทนของแบบการคิดที่ผิดแบบต่างๆ ได้จำนวนจำกัดเพียง 3 ถึง 4 แบบเท่านั้น ในขณะที่บางเนื้อหาสามารถวิเคราะห์แบบการคิดที่ผิดของนักเรียนได้เป็นจำนวนมาก จึงไม่อาจจะมั่นใจได้ว่าการที่นักเรียนเลือกตัวลวงใดจะแสดงถึงการมีแบบการคิดตามที่ระบุไว้ในแต่ละตัวลวงเสมอไป นักเรียนอาจจะมิแบบการคิดแบบอื่นที่ไม่ได้ใส่ไว้ในตัวลวงของข้อนั้นก็ได้นอกจากนั้นในตัวลวงเดียวกันก็สามารถจะมาจากแบบการคิดที่ผิดได้หลายแบบ จึงเป็นไปได้ยากที่จะสร้างแบบสอบวินิจฉัยชุดหนึ่งให้ครอบคลุมเนื้อหาย่อยๆของเรื่องนั้น และมีตัวลวงที่ครอบคลุมแบบการคิดที่ผิดของนักเรียนได้ทั้งหมด อีกทั้งการที่นักเรียนตอบถูกในบางข้อก็ไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะใช้แบบการคิด

ที่ถูกต้องเสมอไป เพราะแบบการคิดที่ผิดก็สามารถให้คำตอบที่ถูกต้องในบางข้อได้ (ศิริเดช สุชีวะ. 2550 : 260-261)

7.2 แบบทดสอบวินิจฉัยโดยทั่วไปจะมีข้อสอบจำนวนมาก (Adams & Torgerson. 1964 ; Bloom. 1971 ; Singha. 1974 ; อนันต์ ศรีโสภาก. 2525 : 159 ; วิเชียร เกตุสิงห์. 2517 : 27 ; ศิริเดช สุชีวะ. 2550 : 259) และสร้างยากกว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอื่นๆ (Mehrens & Lehmann. 1975) ดังนั้นการที่ครูจะได้สารสนเทศของนักเรียนแต่ละคนนั้น ครูจะต้องใช้เวลาในการบริหารจัดการ การตีความข้อมูลสารสนเทศ (Mehrens & Lehmann. 1975 ; Ketterlin Gellerand Yovanoff. 2009) แต่ทั้งครูและนักเรียนต่างก็ต้องการทราบผลอย่างรวดเร็ว (อุทุมพร (ทองอุไทย) จามรมาน. 2535 : 11) จากเหตุข้างต้นอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ครูจำนวนมากหลีกเลี่ยงการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อเป็นแนวทางในตัดสินใจออกแบบการเรียนการสอน (Ketterlin Geller and Yovanoff. 2009)

7.3 ค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบที่สร้างขึ้นนั้นเป็นการสร้างตามทฤษฎีแบบดั้งเดิม จะแปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มของผู้เข้าสอบ (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2550 : 51) แต่ข้อสอบที่สร้างขึ้นตามแนวคิดทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจะไม่แปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มของผู้สอบทำให้ได้ผลชัดเจนตรงประเด็น รวมทั้งสามารถนำไปใช้ได้ สถานการณ์การทดสอบที่หลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าแบบทดสอบที่สร้างตามทฤษฎีแบบดั้งเดิม (ศิริชัย กาญจนวาสี. 2550 : 10)

## 8. การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยการใช้แบบสอบวินิจฉัยในประเทศไทย

การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยการใช้แบบสอบวินิจฉัยยังไม่เป็นที่แพร่หลาย หรือนำไปใช้อย่างกว้างขวางในประเทศไทยเท่าใดนัก แต่ก็ได้มีการพัฒนาแบบสอบชนิดนี้โดยส่วนใหญ่แล้วจะอยู่ในรูปของการทำวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ของนิสิตบัณฑิตศึกษา ซึ่งก็นับว่า ยังน้อยมากเมื่อเทียบกับมโนทัศน์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้ที่มีอยู่ทั้งหมด งานวิจัยเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยนี้ อาจแบ่งตามจุดเน้นของงานวิจัยได้สองกลุ่มคือ กลุ่มแรกเป็นงานวิจัยที่ใช้ชื่อเรื่องว่าการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย และกลุ่มที่สองเป็นงานวิจัยที่ใช้ชื่อว่า การวิเคราะห์ข้อบกพร่องหรือมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน งานวิจัยทั้งสองกลุ่มมีลักษณะที่ร่วมกันในสองกระบวนการหลัก ได้แก่การวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และการสร้างแบบสอบวินิจฉัย แต่ต่างกันตรงที่กลุ่มแรกจะให้ความสำคัญกับกระบวนการสร้างแบบสอบวินิจฉัย ส่วนกลุ่มหลังจะให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากกว่า (ศิริเดช สุชีวะ. 2550 : 260)

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการวินิจฉัยในการศึกษามีการนิยามความหมายที่แตกต่างกันหลายความหมาย ขึ้นอยู่กับมุมมองที่แตกต่างกันของผู้นิยาม แต่ในการจัดการเรียนการสอนหมายถึง การประเมินผลที่ให้สารสนเทศเกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนที่เกี่ยวกับความรอบรู้ในเรื่องความรู้และทักษะในขอบเขตที่กำหนดไว้ และครูใช้สารสนเทศนี้ไปใช้เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน โดยใช้แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นเครื่องมือในการค้นหาจุดบกพร่อง

ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละคน เพื่อให้ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้สารสนเทศในการปรับปรุงการเรียนการสอน นำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นได้อย่างตรงประเด็นและมีประสิทธิภาพจึงสามารถกล่าวได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับครูและนักเรียน แต่อย่างไรก็ตามแบบทดสอบวินิจฉัยก็มีข้อจำกัดที่สำคัญที่เป็นอุปสรรคต่อการได้สารสนเทศ ที่เป็นประโยชน์ต่อครูและนักเรียนก็คือ การที่ครูจะได้สารสนเทศของนักเรียนแต่ละคนนั้น ครูจะต้องใช้เวลาในการบริหารจัดการ การตีความข้อมูลสารสนเทศ และจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงวิธีการดำเนินการใหม่ และอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ครูจำนวนมากหลีกเลี่ยงการใช้แบบทดสอบวินิจฉัยเพื่อเป็นแนวทางในตัดสินใจออกแบบการเรียนการสอน ดังนั้นหากจะให้แบบทดสอบวินิจฉัยเกิดประโยชน์สูงสุด และมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานจริง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาแนวทางสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยที่สามารถให้สารสนเทศที่มีคุณภาพสูงกับครูและนักเรียนได้ทันทีที่ทำการทดสอบเสร็จ ด้วยการเปลี่ยนแปลงวิธีการดำเนินการให้สอดคล้องกับวิธีการและเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าในอดีตที่ผ่านมา

### หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2540 ได้กล่าวไว้ส่วนหนึ่งว่า “รัฐต้องเร่งรัดและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาประเทศ” นับได้ว่าเป็นครั้งแรกของไทยที่กล่าวถึงบทบาทของวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน การที่จะไปสู่เป้าหมายดังกล่าวได้ต้องพัฒนาการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์อย่างจริงจัง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546 : 2)

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ระบุว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ

นอกจากนั้นแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555 – 2559) ได้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นจากสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงและปัจจัยเสี่ยงในอนาคตที่คาดว่าจะเป็อุปสรรคสำคัญในการพัฒนาคน การยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เป็นแนวทางในการดำเนินชีวิตบนหลักการพื้นฐานสำคัญที่คนไทยต้องมีความรู้ ใฝ่เรียนรู้ ตัดสินใจด้วยความระมัดระวัง มีสำนึกในศีลธรรมและจริยธรรม ดำเนินชีวิตด้วยความเพียร อดทน มีสติ ใช้ปัญญา จะนำไปสู่ความพอประมาณ ความมีเหตุผล และการมีภูมิคุ้มกันต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง สามารถดำเนินชีวิตอย่างสมดุลทุกด้าน จึงจำเป็นต้องสร้างภูมิคุ้มกันให้คนไทยและสังคมไทยมีการเรียนรู้ตลอดชีวิต ให้มีการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องทั้งในเรื่องการศึกษา ทักษะการทำงาน และการดำเนินชีวิต เพื่อเป็นภูมิคุ้มกันสำคัญในการดำรงชีวิตและปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคศตวรรษที่ 21 (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2555 : 43) ซึ่งแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนมีคุณธรรม

รักความเป็นไทย ให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ในส่วนของการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์นั้น ต้องให้เกิดทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติด้านวิทยาศาสตร์ รวมทั้งความรู้ความเข้าใจ และประสบการณ์ เรื่อง การจัดการ การบำรุงรักษา การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุลยั่งยืน

### 1. วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

### 2. หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

2.1 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2.2 เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

2.3 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น

2.4 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

2.5 เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

2.6 เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

### 3. จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

3.1 มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

3.2 มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3.3 มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

3.4 มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

3.5 มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

#### 4. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ในการพัฒนาผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ดังนี้

4.1 สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

4.1.1 ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเอง และสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

4.1.2 ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

4.1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4.1.4 ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น



4.1.5 ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

4.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

4.2.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

4.2.2 ซื่อสัตย์สุจริต

4.2.3 มีวินัย

4.2.4 ใฝ่เรียนรู้

4.2.5 อยู่อย่างพอเพียง

4.2.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

4.2.7 รักความเป็นไทย

4.2.8 มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติม ให้สอดคล้องตามบริบทและจุดเน้นของตนเอง

## 5. มาตรฐานการเรียนรู้

การพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความสมดุล ต้องคำนึงถึงหลักพัฒนาการทางสมอง และพหุปัญญา หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ดังนี้

5.1 ภาษาไทย

5.2 คณิตศาสตร์

5.3 วิทยาศาสตร์

5.4 สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม

5.5 สุขศึกษาและพลศึกษา

5.6 ศิลปะ

5.7 การงานอาชีพและเทคโนโลยี

5.8 ภาษาต่างประเทศ

ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำคัญของการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มาตรฐานการเรียนรู้ระบุสิ่งที่ผู้เรียนพึงรู้ ปฏิบัติได้ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน นอกจากนั้นมาตรฐานการเรียนรู้ ยังเป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษาทั้งระบบ เพราะมาตรฐานการเรียนรู้ จะสะท้อนให้ทราบว่าต้องการอะไร จะสอนอย่างไร และประเมินอย่างไร รวมทั้งเป็นเครื่องมือ

ในการตรวจสอบเพื่อการประกันคุณภาพการศึกษาโดยใช้ระบบการประเมินคุณภาพภายในและการประเมินคุณภาพภายนอก ซึ่งรวมถึงการทดสอบระดับเขตพื้นที่การศึกษา และการทดสอบระดับชาติ ระบบการตรวจสอบเพื่อประกันคุณภาพดังกล่าวเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยสะท้อนภาพการจัดการศึกษาว่าสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามที่มาตรฐานการเรียนรู้กำหนดเพียงใด

## กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

### วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

วิสัยทัศน์เป็นมุมมองภาพในอนาคตที่มุ่งหวังว่า จะมีการพัฒนาอะไร อย่างไร ซึ่งจะสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม วิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กำหนดไว้เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้บริหารสถานศึกษา ผู้สอน บุคลากรทางการศึกษา ผู้เรียน และชุมชน ร่วมกันพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ และปฏิบัติร่วมกันสู่ความสำเร็จ

ในการกำหนดวิสัยทัศน์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ใช้กรอบความคิดในเรื่องของการพัฒนาการศึกษาเพื่อเตรียมคนในสังคมแห่งความรู้ และสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ดังนี้

1. หลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จะเชื่อมโยงเนื้อหา แนวคิดหลัก และกระบวนการที่เป็นสากล แต่มีความสอดคล้องกับชีวิตจริงทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ และมีความยืดหยุ่นหลากหลาย
2. หลักสูตรและการเรียนการสอน ผู้เรียนที่มีความถนัดและความสนใจแตกต่างกัน ในการใช้วิทยาศาสตร์ศึกษา และประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์
3. ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการส่งเสริมให้พัฒนากระบวนการความคิด ความสามารถในการเรียนรู้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา และการคิดค้นสร้างสรรค์องค์ความรู้
4. ใช้แหล่งเรียนรู้ในท้องถิ่นโดยถือว่ามีความสำคัญควบคู่กับการเรียนในสถานศึกษา
5. ใช้ยุทธศาสตร์การเรียนการสอนหลากหลาย เพื่อตอบสนองความต้องการ ความสนใจ และวิธีเรียนที่แตกต่างกันของผู้เรียน
6. การเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ทุกคนต้องได้รับการพัฒนา เพื่อสามารถเรียนรู้ตลอดชีวิต จึงประสบความสำเร็จในการดำเนินชีวิต
7. การเรียนการสอนต้องส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้มีเจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่เหมาะสมต่อวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม

### คุณภาพของผู้เรียน

เพื่อให้การศึกษาวิทยาศาสตร์บรรลุผลตามที่มุ่งหวังไว้ จึงได้กำหนดคุณภาพของผู้เรียนกลุ่มวิทยาศาสตร์เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ควรมีความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการและจิตวิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551 : 79 – 80) ดังนี้

1. เข้าใจการรักษาคุณภาพของเซลล์และกลไกการรักษาคุณภาพของสิ่งมีชีวิต
2. เข้าใจกระบวนการถ่ายทอดสารพันธุกรรม การแปรผัน มีวเทชัน วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและปัจจัยที่มีผลต่อการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมต่างๆ
3. เข้าใจกระบวนการ ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีชีวภาพต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
4. เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ การเกิดปฏิกิริยาเคมีและการเขียนสมการเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตรา การเกิดปฏิกิริยาเคมี
5. เข้าใจชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่างๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว
6. เข้าใจการเกิดปิโตรเลียม การแยกก๊าซธรรมชาติและการกลั่นลำดับส่วนน้ำมันดิบ การนำผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมไปใช้ประโยชน์และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
7. เข้าใจชนิด สมบัติ ปฏิกิริยาที่สำคัญของพอลิเมอร์และสารชีวกุล
8. เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แบบต่างๆ สมบัติของคลื่นกล คุณภาพของเสียงและการได้ยิน สมบัติ ประโยชน์และโทษของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า กัมมันตภาพรังสีและพลังงานนิวเคลียร์
9. เข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกและปรากฏการณ์ทางธรณีที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
10. เข้าใจการเกิดและวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซี เอกภพและความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศ
11. เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่างๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้า ผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม
12. ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือกตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้
13. วางแผนการสำรวจตรวจสอบเพื่อแก้ปัญหาหรือตอบคำถาม วิเคราะห์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์หรือสร้างแบบจำลองจากผลหรือความรู้ที่ได้รับจากการสำรวจตรวจสอบ
14. สื่อสารความคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดง หรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ
15. อธิบายความรู้และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการดำรงชีวิต การศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

16. แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบและซื่อสัตย์ในการสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ได้ผลถูกต้องเชื่อถือได้

17. ตระหนักในคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน การประกอบอาชีพ แสดงถึงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้าวงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลจากภูมิปัญญาท้องถิ่นและการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย

18. แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

19. แสดงถึงความพอใจ และเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้ พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้

20. ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์ แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิงและเหตุผลประกอบ เกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรม ต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551 : 10-12)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนทุกคนต้องเรียนรู้ ประกอบด้วย

สาระที่ 1 : สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 : เข้าใจหน่วยพื้นฐานของชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 : เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพการใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 : ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อม สิ่งมีชีวิตความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 : เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับท้องถิ่น ประเทศ และโลก นำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

### สาระที่ 3 : สารกับสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 : เข้าใจคุณสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 : เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดการละลายการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 4 : แรงแและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วงและแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้อง และมีคุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 : เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 5 : พลังงาน

มาตรฐาน ว 5.1 : เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อมมีกระบวนการ การสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน ว 6.1 : เข้าใจกระบวนการต่างๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่างๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### สาระที่ 7 : ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 : เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะและกาแล็กซี ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 : เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศ และทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตร สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

### สาระที่ 8 : ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 : ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้การแก้ปัญหา รู้ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เกิดขึ้น ส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้อข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน



## การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

### 1. แนวทางการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

1.1 ต้องวัดและประเมินผลทั้งความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะ และ กระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมในวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ ของผู้เรียน

1.2 วิธีวัดผลและประเมินผล ต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

1.3 ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา และ ต้องประเมินภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่

1.4 ผลการวัดและประเมินผลต้องมีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้าน ของวิธีวัด โอกาสของการประเมิน

### 2 จุดมุ่งหมายของวัดผลและประเมินผล

2.1 เพื่อวินิจฉัยความรู้ความสามารถ ทักษะและกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมของผู้เรียน และเพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาความรู้ความสามารถ และทักษะ ได้เต็มศักยภาพ

2.2 เพื่อใช้เป็นข้อมูลป้อนกลับให้แก่ตัวผู้เรียนเองว่าบรรลุตามมาตรฐาน การเรียนรู้เพียงใด

2.3 เพื่อใช้ข้อมูลสรุปผลการเรียนรู้และเปรียบเทียบถึงระดับพัฒนาการ ของการเรียนรู้

### 3. การวัดผลและประเมินผลตามสภาพจริง มีลักษณะดังนี้

3.1 การวัดและประเมินผลจากสภาพจริงมีลักษณะที่สำคัญคือใช้วิธีการประเมิน กระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของผู้เรียนในด้านของผู้ผลิต และกระบวนการที่ได้ผลผลิต มากกว่าที่จะประเมินว่าผู้เรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง

3.2 เป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียน เพื่อวินิจฉัยผู้เรียนในส่วนของที่ควร ส่งเสริมและส่วนที่จะแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพความสามารถ ความสนใจ และความต้องการของแต่ละบุคคล

3.3 เป็นการประเมินที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมประเมินผลงานของ ตนเองและของเพื่อนร่วมห้อง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนรู้จักตนเอง เชื่อมั่นในตนเอง สามารถพัฒนา ตนเองได้

3.4 ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าสามารถตอบสนองความสามารถ ความสนใจ และ ความต้องการของผู้เรียนแต่ละบุคคลได้หรือไม่

3.5 ประเมินความสามารถของผู้เรียนในการถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่ชีวิตจริงได้

3.6 ประเมินด้านต่างๆ ด้วยวิธีที่หลากหลายในสถานการณ์ต่างๆอย่างต่อเนื่อง

#### 4. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance Assessment)

ความสามารถของผู้เรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรง จากการทำงานต่างๆ เป็นสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาหรือปฏิบัติงานได้จริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะ ความคิดขั้นสูง และผลงานที่ได้

ลักษณะสำคัญของผลการประเมินความสามารถคือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงาน ผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของผู้เรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของผู้เรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

4.1. มอบหมายงานที่ทำ งานที่มอบหมายให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญมีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของผู้เรียน ผู้เรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงาน ที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง เช่น

1) บทความในเรื่องที่กำลังเป็นประเด็นที่น่าสนใจและมีความสำคัญอยู่ในขณะนั้น เช่น พายุฝนดาวตก น้ำจะท่วมกรุงเทพฯ จริงหรือ

2) รายงานสิ่งที่น่าสนใจโดยเฉพาะ เช่น การศึกษาวงจรชีวิตของแมลงวันทอง การสำรวจความหลากหลายของพืชในบริเวณโรงเรียน

3) สิ่งประดิษฐ์ที่ได้จากการทำกิจกรรมที่น่าสนใจ เช่น การสร้างระบบนิเวศน์จำลองในระบบปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้ควบคุมการปิดเปิดน้ำ ชุดอุปกรณ์การตรวจสอบสภาพดิน เครื่องร่อนที่สามารถร่อนได้ไกลและอยู่ในอากาศได้นาน

4.2. กำหนดชิ้นงานหรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ ให้ผู้เรียนวิเคราะห์องค์ประกอบ และกระบวนการทำงานและเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น เช่น กิจกรรมศึกษาการเกิดกระแสน้ำของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

4.3. กำหนดตัวอย่างชิ้นงานให้ แล้วให้ผู้เรียนศึกษาชิ้นงานนั้น และสร้างชิ้นงานที่มีลักษณะของการทำงานให้เหมือนหรือดีกว่าเดิม เช่น การประดิษฐ์เครื่องร่อน การทำสไลด์ถาวรศึกษาเนื้อเยื่อพืช การทำกระดาดจากพืชในท้องถิ่น ฯลฯ

4.4. สร้างสถานการณ์จำลองที่สัมพันธ์กับชีวิตจริงของผู้เรียน โดยกำหนดสถานการณ์ แล้วให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา

#### การประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน (Portfolio Assessment)

เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ทั้งในห้องเรียน หรือนอกห้องเรียนก็ตาม ก็จะมีผลงานที่ได้จากการทำกิจกรรม

วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้

เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของผู้เรียน ผลการประเมินอาจได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. สังเกตการณ์แสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
3. การสัมภาษณ์
4. บันทึกของผู้เรียน
5. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างผู้เรียนและครู
6. การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ (Practical Assessment)
7. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance Assessment)
8. แฟ้มผลงาน (Portfolio)

### วิเคราะห์หลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่และสาระที่ 5 พลังงาน ช่วงชั้น ม.4-ม.6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน ผู้วิจัยได้ศึกษาและนำมาวิเคราะห์ด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

#### โครงสร้างด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัด ประกอบด้วย

##### 1. กลศาสตร์

1.1 การอภิปรายปริมาณทางกายภาพซึ่งประกอบด้วยปริมาณฐานและปริมาณอนุพันธ์ ในการบอกปริมาณดังกล่าวมีข้อตกลงระหว่างประเทศให้ใช้หน่วยในระบบเอสไอ

1.2 การทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับการวัดปริมาณต่างๆ ทางกายภาพ ซึ่งต้องพิจารณาความคลาดเคลื่อนในการวัด และนำความคลาดเคลื่อนจากการวัดมาพิจารณาในการนำเสนอผล การเขียนกราฟรวมทั้งมีทักษะในการรายงานการทดลอง

1.3 การอภิปรายปริมาณทางกายภาพซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ปริมาณสเกลาร์และปริมาณเวกเตอร์ วิธีการบอกปริมาณในแต่ละประเภทมีความแตกต่างกัน การหาเวกเตอร์ลัพธ์โดยการเขียนรูปและการคำนวณ การคูณเวกเตอร์ทั้งการคูณเชิงสเกลาร์และเชิงเวกเตอร์

1.4 การสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของวัตถุซึ่งต้องคำนึงถึงกรอบอ้างอิง ความเร็ว ในการเคลื่อนที่ซึ่งเป็นความเร็วสัมพัทธ์

1.5 การทดลองและวิเคราะห์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่แนวตรงที่มีความเร่งคงตัว ซึ่งอธิบายด้วยสมการอย่างง่าย

1.6 การทดลองและอภิปรายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันซึ่งใช้อธิบายสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุโดยทั่วไป

1.7 การสืบค้นข้อมูลและอภิปรายแรงดึงดูดระหว่างมวลของวัตถุทั้งหลายในเอกภพ ซึ่งเรียกว่าแรงโน้มถ่วงโดยขนาดของแรงดึงดูดนี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของมวลทั้งสองและระยะห่างระหว่างมวลคู่หนึ่ง

1.8 การสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุและผลของแรงที่กระทำกับวัตถุ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางของวัตถุ ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางจะอยู่ที่เดียวกันในสนามโน้มถ่วงสม่ำเสมอเท่านั้น

1.9 การทดลองเกี่ยวกับแรงเสียดทานซึ่งขึ้นอยู่กับสัมประสิทธิ์ความเสียดทานและแรงที่พื้นกระทำต่อวัตถุ

1.10 การทดลองและวิเคราะห์การเคลื่อนที่ของวัตถุแบบต่างๆ เช่น การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลม และการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย ซึ่งสามารถวิเคราะห์และอธิบายได้ด้วยกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

1.11 การสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับงานซึ่งขึ้นอยู่กับแรง การกระจัดและมุมระหว่างแรงกับการกระจัดงานในหนึ่งหน่วยเวลาเรียกว่ากำลัง งานทำให้พลังงานจลน์หรือพลังงานศักย์เปลี่ยนไป พลังงานศักย์ที่กล่าวนี้มีทั้งพลังงานศักย์ยืดหยุ่นและพลังงานศักย์โน้มถ่วง

1.12 การทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับผลรวมของพลังงานจลน์และพลังงานศักย์ของวัตถุในสนามโน้มถ่วงซึ่งมีค่าคงตัว เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงานกล และขยายไปถึงกฎการอนุรักษ์พลังงานทั่วไป ซึ่งรวมถึงพลังงานรูปอื่น

1.13 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายโมเมนตัมซึ่งเป็นปริมาณเวกเตอร์ขึ้นอยู่กับมวลและความเร็วภายใต้แรงซึ่งเป็นไปตามกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สามของนิวตัน ในการชนหรือการระเบิด ผลรวมของโมเมนตัมก่อนการชนหรือก่อนการระเบิด จะเท่ากับผลรวมของโมเมนตัมหลังการชนหรือหลังการระเบิดซึ่งเป็นกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม กรณีที่เป็นการชนแบบยืดหยุ่น พลังงานรวมมีค่าคงตัว ส่วนกรณีที่พลังงานรวมมีค่าไม่คงตัว เรียกว่า การชนแบบไม่ยืดหยุ่น

1.14 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายการเคลื่อนที่แบบหมุน ซึ่งมีความเร่งเชิงมุมขึ้นอยู่กับทอร์ก และโมเมนต์ความเฉื่อยในกรณีไม่มีทอร์กกระทำโมเมนตัมเชิงมุมจะคงตัว พลังงานจลน์ของการหมุนขึ้นอยู่กับโมเมนต์ความเฉื่อยและความเร็วเชิงมุม

1.15 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับสมดุลของวัตถุซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อผลรวมของแรงลัพธ์เป็นศูนย์และผลรวมของทอร์กเป็นศูนย์

1.16 การสำรวจตรวจสอบสภาพยืดหยุ่นของแข็งทุกชนิดมีอัตราส่วนระหว่างความเค้นและความเครียด ซึ่งเรียกว่า โมดูลัสของความยืดหยุ่น

1.17 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายสมบัติทั่วไปของของไหล ได้แก่ ความดัน ความหนาแน่น ความตึงผิว ความหนืดและการลอยตัว ซึ่งเกี่ยวข้องกับกฎของพาสคัลและหลักของอาร์คิมิดีส กฎของสโตกส์เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของวัตถุทรงกลมในของไหลที่มีความหนืด

1.18 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายสมการของแบร์นูลลีซึ่งเกี่ยวข้องกับการไหลของของไหลที่เป็นสายกระแสและไม่คิดความหนืด เป็นการเคลื่อนที่ที่เป็นไปตามกฎการอนุรักษ์พลังงาน

## 2. ความร้อนและอุณหพลศาสตร์

2.1 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายทฤษฎีจลน์ของแก๊สซึ่งทำให้เข้าใจสมบัติของแก๊ส การเปลี่ยนสถานะของสาร การขยายตัวของสารและการถ่ายโอนความร้อน

2.2 การสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับผลของความร้อนที่ทำให้สารเปลี่ยนอุณหภูมิ หรือเปลี่ยนสถานะหรือขยายตัว

2.3 การทดลองเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนจากสารที่มีอุณหภูมิสูงกว่าไปสู่สารที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าและหยุดถ่ายโอนเมื่อมีอุณหภูมิเท่ากันซึ่งเป็นสภาพที่เรียกว่า สมดุลความร้อน

2.4 การสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ ซึ่งเมื่อให้พลังงานความร้อนแก่ระบบหนึ่ง พลังงานความร้อนส่วนหนึ่งทำให้พลังงานภายในระบบเพิ่มขึ้น อีกส่วนหนึ่งทำให้เกิดงาน

2.5 การสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับเครื่องยนต์ความร้อน ซึ่งเป็นเครื่องมือเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นงานหรือพลังงานกล มีประสิทธิภาพไม่ถึงร้อยละ 100 หลักการของตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศเป็นกระบวนการย้อนกลับกับเครื่องยนต์ความร้อน

### 3. คลื่น

3.1 การอภิปรายการเคลื่อนที่แบบคลื่นซึ่งมีความแตกต่างจากการเคลื่อนที่แบบอนุภาค

3.2 การสำรวจตรวจสอบ และอภิปรายเกี่ยวกับคลื่นกลซึ่งเป็นคลื่นที่เกิดจากการถ่ายโอนพลังงานกลผ่านตัวกลาง โดยการเคลื่อนไหวของตัวกลาง มีทั้งคลื่นตามขวางและคลื่นตามยาว ขณะคลื่นมีการแผ่ อัตราเร็วของการแผ่ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นและความถี่

3.3 การสำรวจตรวจสอบ และวิเคราะห์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของคลื่นตั้งแต่สองขบวนมาพบกันจะเกิดการรวมกัน เป็นไปตามหลักการซ้อนทับ

3.4 การทดลองเกี่ยวกับสมบัติของคลื่น ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอดและการเลี้ยวเบน

3.5 การสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับคลื่นนิ่งซึ่งเป็นผลที่เกิดขึ้นจากการแทรกสอดของคลื่นสองขบวนที่มีความยาวคลื่นเท่ากัน แอมพลิจูดเท่ากันและเคลื่อนที่สวนทางกัน

3.6 การสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์การสั่นพ้องซึ่งเป็นผลจากเงื่อนไขบางประการของระบบที่เกี่ยวข้อง เช่น คลื่นในเส้นเชือกที่ขึงตึง คลื่นเสียงในท่อ

3.7 การสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับคลื่นเสียงซึ่งเกิดจากการสั่นของวัตถุ ทำให้อนุภาคของตัวกลางที่สัมผัสกับวัตถุนั้นมีการสั่นและถ่ายโอนพลังงานของการสั่นให้อนุภาคของตัวกลางที่อยู่ติดกันอย่างต่อเนื่อง

3.8 การสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับสมบัติของคลื่นเสียง ได้แก่ การสะท้อน การหักเห การแทรกสอดและการเลี้ยวเบน

3.9 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับเสียงสะท้อนกลับซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ผู้ฟัง ได้ยินเสียงจากแหล่งกำเนิดและเสียงนั้นสะท้อนกลับมายังผู้ฟังในเวลาที่แตกต่างกันมากพอที่หูของผู้ฟังจะแยกได้

3.10 การทดลองเกี่ยวกับการเกิดบีตส์จากแหล่งกำเนิดเสียงสองแหล่งที่มีความถี่ต่างกัน ซึ่งจะเป็นเสียงที่ได้ยินดังและค่อยสลับกันเป็นจังหวะคงตัว



3.11 การสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่ผู้ฟังได้ยินเสียงที่มีความถี่เปลี่ยนไปจากความถี่ของแหล่งกำเนิดอันเนื่องจากการเคลื่อนที่ของแหล่งกำเนิดและผู้ฟัง

3.12 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับคลื่นกระแทกซึ่งเกิดขึ้นจากการที่อัตราเร็วของแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่มากกว่าอัตราเร็วของคลื่นในตัวกลางที่แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่

3.13 การสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับระดับความเข้มเสียงซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มเสียงที่ได้ยินกับความเข้มเสียงต่ำสุดที่มนุษย์ได้ยิน ระดับความเข้มเสียงที่สูงเกินไปเป็นผลภาวะของเสียง

3.14 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับคุณภาพเสียงซึ่งขึ้นอยู่กับโอเวอร์โทนที่ต่างกัน

3.15 การสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับการได้ยินเสียงของมนุษย์ซึ่งมีองค์ประกอบหลายประการเสียงที่มีความถี่สูง เรียกว่า ระดับเสียงสูง คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20,000 เฮิรตซ์ เรียกว่า อัลตราโซนิก ส่วนคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำกว่า 20 เฮิรตซ์ เรียกว่า อินฟราโซนิก

#### 4. ไฟฟ้าแม่เหล็ก

4.1 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับแรงกระทำระหว่างอนุภาคที่มีประจุ โดยแรงระหว่างอนุภาคที่มีประจุขึ้นอยู่กับจำนวนประจุทั้งสอง และระยะห่างระหว่างประจุ

4.2 การวิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับพลังงานศักย์ไฟฟ้าของประจุที่อยู่ในสนามไฟฟ้า พลังงานศักย์ไฟฟ้าที่ตำแหน่งใดต่อหนึ่งหน่วยประจุ เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้า ณ ตำแหน่งนั้น

4.3 การวิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างสองตำแหน่งคือ งานที่ใช้ ในการเคลื่อนที่ประจุบวกหนึ่งหน่วย จากตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่ง

4.4 การสำรวจตรวจสอบและวิเคราะห์เกี่ยวกับสนามไฟฟ้านอกทรงกลมตัวนำที่มีประจุกระจายอยู่บนผิวทรงกลมตัวนำซึ่งจะมีลักษณะเหมือนกับสนามไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุที่ศูนย์กลางทรงกลมส่วนภายในทรงกลมไม่ว่าด้านหรือกลาง สนามไฟฟ้าเป็นศูนย์

4.5 การสำรวจตรวจสอบและวิเคราะห์เกี่ยวกับศักย์ไฟฟ้าภายในทรงกลมตัวนำ เนื่องจากประจุบนทรงกลมตัวนำมีค่าเท่ากับศักย์ไฟฟ้าที่ผิวทรงกลมตัวนำส่วนศักย์ไฟฟ้านอกทรงกลมตัวนำมีลักษณะเช่นเดียวกับศักย์ไฟฟ้าเนื่องจากจุดประจุที่ศูนย์กลางทรงกลม

4.6 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับตัวเก็บประจุซึ่งทำหน้าที่เก็บประจุและสะสมพลังงาน ความสามารถในการเก็บประจุ เรียกว่า ความจุไฟฟ้า ความจุไฟฟ้าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างประจุไฟฟ้ากับความต่างศักย์ไฟฟ้า เมื่อนำตัวเก็บประจุมาต่อกันแบบอนุกรมหรือขนานจะทำให้ความจุไฟฟ้าเทียบเท่า หรือต่างกัน

4.7 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับสนามไฟฟ้าและการเหนี่ยวนำไฟฟ้าซึ่งนำไปใช้อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องถ่ายภาพเอกซเรย์ เครื่องกำจัดแก๊สพิษ เครื่องกำจัดฝุ่นและเครื่องกำจัดควัน

4.8 การสำรวจตรวจสอบและวิเคราะห์เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของประจุไฟฟ้าผ่านตัวกลาง ซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในตัวกลางนั้น โดยกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเท่ากับประจุไฟฟ้าที่ผ่านภาคตัดขวางของตัวกลางนั้นในหนึ่งหน่วยเวลา นำไปสู่การวิเคราะห์หาสมการของกระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำโลหะ

4.9 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าซึ่งเป็นงานต่อหนึ่งหน่วยประจุไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิดไฟฟ้าทำในการเคลื่อนประจุไฟฟ้าจากขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่งของแหล่งกำเนิดไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้าที่ประจุไฟฟ้าได้รับจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเท่ากับพลังงานไฟฟ้าที่ประจุใช้ในวงจรไฟฟ้า

4.10 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับกฎของโอห์มและกฎของเคอร์ชอฟฟ์ซึ่งใช้ในการคำนวณหากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างสองจุดใดๆ ในวงจรไฟฟ้า

4.11 การทดลองเกี่ยวกับวงจรวิหสโตนบริดจ์ซึ่งเป็นวงจรที่ใช้วัดความต้านทานที่ไม่ทราบค่า

4.12 การสำรวจตรวจสอบและวิเคราะห์เกี่ยวกับแรงกระทำต่ออนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าที่เคลื่อนที่เข้าไปในสนามแม่เหล็ก และแรงกระทำต่อลวดตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็ก

4.13 การทดลองและอภิปรายเกี่ยวกับโมเมนต์ของแรงคู่ควบที่กระทำต่อขดลวดที่มีกระแสไฟฟ้าผ่านและวางในสนามแม่เหล็กและการนำหลักการนี้ไปสร้างมอเตอร์

4.14 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงฟลักซ์แม่เหล็กที่ผ่านขดลวดตัวนำ และการนำหลักการนี้ไปสร้างเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4.15 การทดลองและวิเคราะห์เกี่ยวกับหลักการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ

4.16 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งเป็นไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแปรค่าตามเวลา โดยมีลักษณะเป็นรูปไซน์ ค่ากระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้านำไปใช้นิยมกำหนดเป็นค่ายังผลและค่ารากที่สองของกำลังสองเฉลี่ยซึ่งนำไปหาค่ากำลังของไฟฟ้ากระแสสลับ

4.17 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับไฟฟ้ากระแสสลับเบื้องต้นที่ประกอบด้วย ตัวต้านทานตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ ซึ่งมีสมบัติที่ให้เฟสของกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าคร่อมอุปกรณ์นั้นๆ ต่างกัน

4.18 การสืบค้นข้อมูล ทดลอง และวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นเกี่ยวกับตรรกะการควบคุม การขยายสัญญาณ การกำเนิดสัญญาณ ซึ่งใช้ออกแบบสร้างวงจรเพื่อนำไปใช้งาน และหลักการเบื้องต้นของอิเล็กทรอนิกส์ในคอมพิวเตอร์

## 5. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

5.1 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับการเกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเกิดจากประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง

5.2 การอภิปรายเกี่ยวกับองค์ประกอบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วยสนามแม่เหล็ก และสนามไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลาในระนาบที่ตั้งฉากกันและสนามทั้งสองตั้งฉากกับทิศการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

5.3 การสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งสามารถผ่านสุญญากาศได้และมีอัตราเร็วในสุญญากาศเท่ากันหมดซึ่งเท่ากับอัตราเร็วแสง คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความถี่ค่าต่างๆ ในช่วงกว้างมาก เรียกว่า สเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แสงเป็นส่วนหนึ่งของสเปกตรัมคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

5.4 การทดลอง วิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับการสะท้อนของแสงซึ่งสามารถนำสมบัตินี้ไปหาตำแหน่งและขนาดของภาพที่เกิดจากกระจกเงาทั้งโดยการเขียนภาพและการคำนวณ

5.5 การทดลอง วิเคราะห์ และอภิปรายเกี่ยวกับการหักเหของแสงเมื่อผ่านรอยต่อระหว่างตัวกลางสองชนิดซึ่งเป็นไปตามกฎของสเนลล์ สำหรับตัวกลางบางชนิด แสงที่มีความยาวคลื่นต่างกันอาจจะหักเหไม่เท่ากัน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการกระจายแสง

5.6 การทดลอง วิเคราะห์และอภิปรายเกี่ยวกับการหักเหของแสงซึ่งนำไปหาตำแหน่งและขนาดของภาพที่เกิดจากเลนส์ ทั้งโดยการเขียนภาพและการคำนวณ ความยาวโฟกัสของเลนส์บางชิ้นอยู่กับตรรกะนี้หักเหของเลนส์และรัศมีความโค้งของทั้งสองผิว

5.7 การสำรวจตรวจสอบและวิเคราะห์เกี่ยวกับสมบัติการแทรกสอดและการเลี้ยวเบนของแสง

5.8 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับแสงโพลาไรซ์ซึ่งเป็นแสงที่มีระนาบของสนามไฟฟ้าเพียงระนาบใดระนาบหนึ่ง ส่วนแสงที่มีระนาบของสนามไฟฟ้าหลายระนาบเรียกว่า แสงไม่โพลาไรซ์

5.9 การสำรวจตรวจสอบและวิเคราะห์เกี่ยวกับความเข้มของแสง ซึ่งหมายถึงพลังงานต่อพื้นที่ต่อเวลาความสว่างขึ้นกับความเข้มของแสงและชนิดของแหล่งกำเนิดแสง

## 6. ฟิสิกส์อะตอมและฟิสิกส์นิวเคลียร์

6.1 การสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับแบบจำลองอะตอม โครงสร้างอะตอม การวัดประจุไฟฟ้าและมวลของอิเล็กตรอนจากการทดลองของทอมสันและการทดลองของมิลลิแกน

6.2 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริก ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อแสงที่มีความถี่เหมาะสมตกกระทบผิวโลหะจะมีอิเล็กตรอนหลุดออกมา เรียกว่า โฟโตอิเล็กตรอน ปรากฏการณ์นี้สนับสนุนว่าแสงมีพลังงานเป็นควอนตัม

6.3 การสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปรากฏการณ์คอมป์ตัน ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่โฟตอนชนอิเล็กตรอนและทำให้โฟตอนมีความยาวคลื่นเพิ่มขึ้นและอิเล็กตรอนมีพลังงานเพิ่มขึ้น และเป็นปรากฏการณ์ที่สนับสนุนว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแสดงสมบัติเป็นอนุภาคได้

6.4 การอภิปรายเกี่ยวกับการเกิดรังสีเอกซ์ซึ่งมีสองแบบ คือมีความยาวคลื่นแบบต่อเนื่องและ มีความยาวคลื่นเฉพาะค่า ซึ่งสนับสนุนว่าแสงมีพลังงานเป็นควอนตัม

6.5 การอภิปรายเกี่ยวกับทวิภาคของคลื่นและอนุภาค ซึ่งคลื่นแสดงสมบัติของอนุภาคได้ และอนุภาคแสดงสมบัติของคลื่นได้

6.6 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับทฤษฎีอะตอมของไฮโดรเจนตามแนวความคิดของโบร์ที่อธิบายว่า อิเล็กตรอนจะวิ่งวนรอบนิวเคลียสในวงโคจรบางวงได้โดยไม่แผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าโดยโมเมนตัมเชิงมุมมีค่าเฉพาะ และถ้าอิเล็กตรอนมีการเปลี่ยนวงโคจรจะมีการรับหรือปล่อยพลังงานออกมาหนึ่งโฟตอนหรือควอนตัมของพลังงาน

6.7 การสำรวจตรวจสอบและวิเคราะห์เกี่ยวกับการชนระหว่างอิเล็กตรอนกับอะตอมของไฮโดรเจนและสเปกตรัมของแก๊สฮีเลียม ซึ่งทำให้ทราบว่าอะตอมของแก๊สดูดกลืนพลังงานได้เพียงเฉพาะค่าและอะตอมของแก๊สจะคายพลังงานค่าที่ดูดกลืนทุกครั้ง

6.8 การอภิปรายเกี่ยวกับโครงสร้างอะตอมตามทฤษฎีกลศาสตร์ควอนตัมที่อธิบายว่าอะตอมประกอบด้วยนิวเคลียสที่มีอิเล็กตรอนซึ่งเปรียบเสมือนกลุ่มหมอกที่ห่อหุ้มความหนาแน่นของกลุ่มหมอก บอกลถึงโอกาสที่จะพบอิเล็กตรอนที่ตำแหน่งนั้นๆ

6.9 การสำรวจตรวจสอบและอภิปรายเกี่ยวกับหลักการสร้างเลเซอร์ซึ่งเป็นแสงที่มีความถี่เดียว นำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง

6.10 การสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับกัมมันตภาพรังสีซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่นิวเคลียสไม่เสถียรเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับตัวให้มีเสถียรภาพ โดยปล่อยอนุภาคบางชนิดหรือพลังงานออกมาและการสลายของธาตุกัมมันตรังสีเป็นแบบสุ่ม

6.11 การอภิปรายเกี่ยวกับมวลพร่อง ซึ่งเป็นผลต่างระหว่างผลรวมของมวลของนิวคลีออน ในนิวเคลียสกับมวลของนิวเคลียส พลังงานที่ได้จากมวลพร่องเท่ากับพลังงานยึดเหนี่ยวของนิวเคลียสนั้น

6.12 การสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปฏิกิริยานิวเคลียร์ซึ่งเป็นกระบวนการที่นิวเคลียสเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบหรือระดับพลังงาน เช่น การสลายของธาตุกัมมันตรังสี ปฏิกิริยาฟิชชันและฟิวชัน

6.13 การสืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่ใช้ผลิตไอโซโทปกัมมันตรังสีและพลังงานนิวเคลียร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555 : ไม่มีเลขหน้า)

ศึกษาธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ ปริมาณทางกายภาพและหน่วย การวัด ความคลาดเคลื่อนของการวัด และการทดลองในวิชาฟิสิกส์ การบอกตำแหน่งของวัตถุ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่แนวตรงด้วยความเร่งคงตัว แรงและผลของแรงที่มีต่อสภาพการเคลื่อนที่ของวัตถุ กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน กฎแรงดึงดูดระหว่างมวล และแรงเสียดทาน การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ การเคลื่อนที่แบบวงกลมและการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบค้นข้อมูล การสำรวจตรวจสอบ เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจ ความคิด มีความสามารถในการสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ การตัดสินใจ การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

### ผลการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ เล่ม 1

1. อธิบายเกี่ยวกับธรรมชาติของวิชาฟิสิกส์ ปริมาณทางกายภาพและหน่วยในระบบเอสไอ
2. อธิบายความสำคัญของการทดลอง การวัดปริมาณทางกายภาพต่างๆ และการบันทึกผลการวัด
3. สืบค้นข้อมูลและอธิบายการบอกตำแหน่ง ระยะทาง การกระจัด การหาเวกเตอร์ลัพธ์พร้อมเขียนสัญลักษณ์และรูปแทนการกระจัด
4. สืบค้นข้อมูล อธิบายอัตราเร็ว ความเร็ว และทดลองเพื่อหาอัตราเร็วโดยใช้เครื่องเคาะสัญญาณเวลาพร้อมทั้งคำนวณหาปริมาณเกี่ยวข้องได้
5. สืบค้นข้อมูล อธิบายการหาความเร่ง และทดลองการหาความเร่ง
6. สืบค้นข้อมูล อธิบายการเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับเวลา กับระยะทางสำหรับการเคลื่อนที่ในแนวตรงได้
7. สืบค้นข้อมูลและหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วยความเร่งคงตัว พร้อมทั้งคำนวณหาปริมาณเกี่ยวข้องได้
8. อธิบายแรงและหาแรงลัพธ์ของแรงหลายแรง
9. อธิบายกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน และใช้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันอธิบายการเคลื่อนที่ของวัตถุ
10. อธิบายกฎแรงดึงดูดระหว่างมวล
11. อธิบายแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุคู่หนึ่ง
12. วิเคราะห์และอธิบายการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
13. วิเคราะห์และอธิบายการเคลื่อนที่แบบวงกลม
14. วิเคราะห์และอธิบายการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย



โครงสร้างรายวิชาเพิ่มเติม ฟิสิกส์ 1 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2555 : ไม่มีเลขหน้า)

บทที่ 1 บทนำ ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

- 1.1 การอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ
- 1.2 ฟิสิกส์
- 1.3 ปริมาณกายภาพและหน่วย
- 1.4 การทดลองในวิชาฟิสิกส์
- 1.5 ความไม่แน่นอนในการวัด
- 1.6 เลขนัยสำคัญ
- 1.7 การบันทึกผลการทดลอง
- 1.8 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

บทที่ 2 การเคลื่อนที่แนวตรง ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

- 2.1 ปริมาณต่างๆ ของการเคลื่อนที่
- 2.2 การวัดอัตราเร็วของการเคลื่อนที่ในแนวตรง
- 2.3 ความเร่งคงตัว
- 2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างกราฟความเร็ว เวลา กับระยะทาง สำหรับ

การเคลื่อนที่ในแนวตรง

- 2.5 สมการสำหรับคำนวณหาปริมาณต่างๆ ของการเคลื่อนที่ในแนวตรงด้วย

ความเร่งคงตัว

บทที่ 3 แรง และกฎการเคลื่อนที่ ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

- 3.1 แรง
- 3.2 การหาแรงลัพธ์ของแรงสองแรงที่ทำมุมต่อกัน
- 3.3 กฎการเคลื่อนที่
- 3.4 น้ำหนัก
- 3.5 กฎแรงดึงดูดระหว่างมวลของนิวตัน
- 3.6 แรงเสียดทาน
- 3.7 การนำกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันไปใช้

บทที่ 4 การเคลื่อนที่แบบต่างๆ ประกอบด้วยหัวข้อย่อยดังนี้

- 4.1 การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์
- 4.2 การเคลื่อนที่แบบวงกลม
- 4.3 การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย

## กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้หาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544 : 220-221) ดังนั้น การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่แท้จริง ในปัจจุบันมิได้มุ่งเฉพาะเนื้อหาความรู้ที่ได้จากการค้นคว้า และเรียบเรียงไว้อย่างเป็นระเบียบ แต่หมายถึงกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการสอนวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง ควรให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์ ดังที่ คลอปเฟอร์ (Klopfer in Bloom, 1971 : 566-580) ได้กำหนดพฤติกรรมของนักเรียน ซึ่งบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ไว้ 5 ประการ ดังนี้ คือ

1. มีความรู้ความเข้าใจ
2. ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
3. มีการนำความรู้ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้
4. มีเจตคติ และความเข้าใจ
5. มีทักษะในการปฏิบัติ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Process of Science) คือ พฤติกรรมที่ผู้เรียนแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือซึ่งการดำเนินการต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Science Process Skill) และเจตคติทางวิทยาศาสตร์หรือจิตวิทยาศาสตร์ (Scientific Attitude) (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544 : 220-221)

วิธีการทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Method) เป็นวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้แสวงหาความรู้ แก้ปัญหา โดยมีขั้นตอน ดังนี้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2544 : 220-221)

1. ระบุปัญหา
2. ตั้งสมมุติฐาน
3. ทำการทดลอง
4. สังเกตขณะทดลอง
5. รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล
6. ตรวจสอบข้อมูล
7. สรุปผลการทดลอง

การดำเนินการแก้ปัญหา โดยวิธีการทางวิทยาศาสตร์จะสัมฤทธิ์ผลมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับผู้ดำเนินการจะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มากน้อยเพียงใด ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการแสวงหาความรู้ และแก้ปัญหา

### ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวิทยาศาสตร์นั้น ผู้สอนจำเป็นจะต้องให้ผู้เรียนฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานให้เกิดกับผู้เรียน 13 ทักษะ มีรายละเอียดดังนี้ (สุวิทย์ มูลคำ, 2547:38-41)

1. ทักษะขั้นมูลฐาน 8 ทักษะ ได้แก่
  - 1.1 ทักษะการสังเกต (Observing)
  - 1.2 ทักษะการวัด (Measuring)
  - 1.3 ทักษะการจำแนกหรือทักษะการจัดประเภทสิ่งของ (Classifying)
  - 1.4 ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา (Using Space / Relationship)
  - 1.5 ทักษะการคำนวณและการใช้จำนวน (Using Numbers)
  - 1.6 ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Communication)
  - 1.7 ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring)
  - 1.8 ทักษะการพยากรณ์ (Predicting)
2. ทักษะขั้นสูงหรือทักษะขั้นผสม 5 ทักษะ ได้แก่
  - 2.1 ทักษะการตั้งสมมุติฐาน (Formulating Hypothesis)
  - 2.2 ทักษะการควบคุมตัวแปร (Controlling Variables)
  - 2.3 ทักษะการตีความและลงข้อสรุป (Interpreting data)
  - 2.4 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining Operationally)
  - 2.5 ทักษะการทดลอง (Experimenting)

รายละเอียดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ มีรายละเอียดโดยสรุป ดังนี้

1. ทักษะการสังเกต (Observing) หมายถึงการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการสังเกต ได้แก่ ใช้ตาดูรูปร่าง ใช้หูฟังเสียง ใช้ลิ้นชิมรส ใช้จมูกดมกลิ่น และใช้ผิวหนังสัมผัสความร้อนเย็น หรือใช้มือจับต้องความอ่อนแข็ง เป็นต้น การใช้ประสาทสัมผัสเหล่านี้จะใช้ที่ละอย่างหรือหลายอย่างพร้อมกัน เพื่อรวบรวมข้อมูลก็ได้โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป
2. ทักษะการวัด (Measuring) หมายถึง การเลือกและการใช้เครื่องมือวัดปริมาณของสิ่งของออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสม และถูกต้องโดยมีหน่วยกำกับเสมอ ในการวัดเพื่อหาปริมาณของสิ่งที่วัดต้องฝึกให้ผู้เรียนหาคำตอบ 4 คำ คือ จะวัดอะไร วัดทำไม ใช้เครื่องมืออะไรวัดและจะวัดได้อย่างไร
3. ทักษะการจำแนกหรือทักษะการจัดประเภทสิ่งของ (Classifying) หมายถึง การแบ่งพวกหรือการเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์โดยการหาเกณฑ์หรือสร้างเกณฑ์ในการจำแนกประเภท ซึ่งอาจใช้เกณฑ์ความเหมือนกัน ความแตกต่างกัน หรือความสัมพันธ์กันอย่างไรอย่างหนึ่งก็ได้ ซึ่งแล้วแต่ผู้เรียนจะเลือกใช้เกณฑ์ใด นอกจากนี้ควรสร้าง

ความคิดรวบยอดให้เกิดขึ้นด้วยว่าของกลุ่มเดียวกันนั้น อาจแบ่งออกได้หลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่เลือกใช้ และวัตถุชิ้นหนึ่งในเวลาเดียวกันจะต้องอยู่เพียงประเภทเดียวเท่านั้น

4. ทักษะการใช้ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา (Using Space/ Relationship) หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่างๆ ที่เกี่ยวกับสถานที่ รูปทรง ทิศทาง ระยะทาง พื้นที่ เวลา ฯลฯ เช่น

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปส คือ การหารูปปร่างของวัตถุ โดยสังเกตจากเงาของวัตถุ เมื่อให้แสงตกกระทบวัตถุในมุมต่างๆกัน ฯลฯ

การหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับเวลา เช่น การหาความสัมพันธ์ระหว่างจังหวะการแกว่งของลูกตุ้มนาฬิกา กับจังหวะการเต้นของชีพจร ฯลฯ

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับเวลา เช่น การหาตำแหน่งของวัตถุที่เคลื่อนที่ไปเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ฯลฯ

5. ทักษะการคำนวณและการใช้จำนวน (Using Numbers) หมายถึง การนำเอาจำนวนที่ได้จากการวัด การสังเกต และการทดลองมาจัดกระทำให้เกิดค่าใหม่ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร การหาค่าเฉลี่ย การหาค่าต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำค่าที่ได้จากการคำนวณไปใช้ประโยชน์ในการแปลความหมาย และการลงข้อสรุป ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์เราต้องใช้ตัวเลขอยู่ตลอดเวลา เช่น การอ่าน เทอร์โมมิเตอร์ การดวงสารต่างๆ เป็นต้น

6. ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Communication) หมายถึง การนำเอาข้อมูล ซึ่งได้มาจากการสังเกต การทดลอง ฯลฯ มาจัดกระทำเสียใหม่ เช่น นำมาจัดเรียงลำดับ หาค่าความถี่ แยกประเภท คำนวณหาค่าใหม่ นำมาจัดเสนอในรูปแบบใหม่ ตัวอย่าง เช่น กราฟ ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร ฯลฯ การนำข้อมูลอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายๆ อย่างเช่นนี้เรียกว่า การสื่อความหมายข้อมูล

7. ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) หมายถึง การเพิ่มเติมความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่มีอยู่อย่างมีเหตุผลโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย ข้อมูลอาจจะได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง การลงความเห็นจากข้อมูลเดียวกันอาจลงความเห็นได้หลายอย่าง

8. ทักษะการพยากรณ์ (Predicting) หมายถึง การคาดคะเนหาคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสังเกต การวัด รวมไปถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ได้ศึกษามาแล้ว หรืออาศัยประสบการณ์ที่เกิดขึ้น

9. ทักษะการตั้งสมมติฐาน (Formulating Hypothesis) หมายถึง การคิดหาคำตอบล่วงหน้าก่อนจะทำการทดลอง โดยอาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐาน คำตอบที่คิดล่วงหน้ายังไม่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีมาก่อน คำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้านี้ มักกล่าวไว้เป็นข้อความที่บอกความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตาม เช่น ถ้าแมลงวันไปไข่บนก้อนเนื้อ หรือขยะเปียกแล้วจะทำให้เกิดตัวหนอน

10. ทักษะการควบคุมตัวแปร (Controlling Variables) หมายถึงการควบคุมสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากตัวแปรอิสระ ที่จะทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน ถ้าหากว่าไม่ควบคุมให้เหมือนกัน และเป็นการป้องกันเพื่อมิให้มีข้อโต้แย้ง ข้อผิดพลาดหรือตัดความไม่น่าเชื่อถือออกไป

ตัวแปรแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

ตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น

ตัวแปรตาม

ตัวแปรที่ต้องควบคุม

11. ทักษะการตีความและลงข้อสรุป (Interpreting data)

ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของลักษณะตาราง รูปภาพกราฟ ฯลฯ การนำข้อมูลไปใช้จึงจำเป็นต้องตีความให้สะดวกที่จะสื่อความหมายได้ถูกต้อง และเข้าใจตรงกัน

การตีความหมายข้อมูล คือ การบรรยายลักษณะและคุณสมบัติ

การลงข้อสรุป คือ การบอกความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีอยู่ เช่น ถ้าความดันน้อยน้ำจะเดือด ที่อุณหภูมิต่ำหรือน้ำจะเดือดเร็ว ถ้าความดันมากน้ำจะเดือดที่อุณหภูมิสูงหรือน้ำจะเดือดช้าลง

12. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Defining operationally) หมายถึงการกำหนดความหมายและขอบเขตของคำต่างๆ ที่มีอยู่ในสมมุติฐานที่จะทดลองให้มีความรัดกุมเป็นที่เข้าใจตรงกันและสามารถสังเกตและวัดได้ เช่น “การเจริญเติบโต” หมายความว่าอย่างไร ต้องกำหนดนิยามให้ชัดเจน เช่น การเจริญเติบโตหมายถึง มีความสูงเพิ่มขึ้น เป็นต้น

13. ทักษะการทดลอง (Experimenting) หมายถึง กระบวนการปฏิบัติการโดยใช้ทักษะต่างๆ เช่น การสังเกต การวัด การพยากรณ์ การตั้งสมมุติฐาน ฯลฯ มาใช้ร่วมกันเพื่อหาคำตอบ หรือทดลองสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน

13.1 การออกแบบการทดลอง

13.2 การปฏิบัติการทดลอง

13.3 การบันทึกผลการทดลอง

การใช้กระบวนการวิทยาศาสตร์ แสวงหาความรู้ หรือแก้ปัญหาอย่างสม่ำเสมอ ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เกิดผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ ที่แปลกใหม่ และมีคุณค่าต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์มากขึ้น

## การวัดและประเมินผลการศึกษา

ได้มีผู้ให้ความหมายของการวัดผลการศึกษาไว้ต่างๆ กันดังนี้

สุรศักดิ์ อมรัตน์ศักดิ์ (2536 : 4) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การวัด คือ กระบวนการในการกำหนดสัญลักษณ์ขึ้นแทนคุณสมบัติของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เพื่อชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างในสิ่งที่ต้องการวัด ทั้งนี้เพราะการวัดเกิดขึ้นจากความเชื่อพื้นฐานที่ว่า “สรรพสิ่งทั้งหลายในโลกนี้



มีความแตกต่างกันในคุณลักษณะด้านต่างๆ” ดังนั้นเมื่อวัดแล้วจึงควรต้องชี้ให้เห็นความแตกต่างเหล่านั้นด้วย

สมบุรณ์ ตันยะ (2541 : 1) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การวัดผลการศึกษา หมายถึง กระบวนการในการกำหนดหรือหาจำนวน ปริมาณ อันดับ หรือรายละเอียดของคุณลักษณะหรือพฤติกรรมความสามารถของบุคคล โดยใช้เครื่องมือเป็นหลักในการวัด กระบวนการดังกล่าวจะทำให้ได้ตัวเลขหรือข้อมูลรายละเอียดต่าง ๆ ที่ชี้แทนจำนวนและลักษณะที่เกิดขึ้น

ภัทรา นิคมานนท์ (2543 : 1) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การวัดผล (Measurement) หมายถึงการใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่งที่จะค้นหาหรือตรวจสอบเพื่อให้ได้ข้อมูลซึ่งเป็นปริมาณหรือคุณภาพที่มีความหมายแทนพฤติกรรม หรือคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือแทนผลงานที่แต่ละคนแสดงออกมา เช่น การวัดความสูง ชั่งน้ำหนักของเด็ก การให้คะแนนการตอบข้อสอบของนักเรียน เป็นต้น

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ (2548 : 5) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การวัดผล (Measurement) หมายถึง การกำหนดตัวเลขให้กับวัตถุ สิ่งของ เหตุการณ์ ปรากฏการณ์ หรือพฤติกรรมต่างๆ ซึ่งการจะได้มาซึ่งตัวเลขนั้น อาจใช้เครื่องมือวัด เพื่อให้ได้ตัวเลขที่สามารถแทนคุณลักษณะต่างๆ ที่ต้องการวัด

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2548 : 5 - 6) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การวัดผลเป็นการกำหนดตัวเลขให้กับสิ่งหนึ่งสิ่งใดตามกฎเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยเสนอความเห็นว่าการวัดอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเน้นที่ปริมาณเป็นตัวเลขมากกว่าการบรรยายในเชิงคุณภาพ เนื่องจากการวัดสิ่งหนึ่งสิ่งใดด้วยปริมาณเป็นตัวเลขจะได้ผลเท่าหรือใกล้เคียงกัน หากเครื่องมือมีมาตรฐานและผู้วัดมีความรอบคอบ ดำเนินการวัดตามวิธีการวัดอย่างถูกต้อง ส่วนการวัดผลด้วยการบรรยายในเชิงคุณภาพอาจมีการตีความความหมายที่แตกต่างกันไป ยากที่จะทำให้ผลชัดเจนแน่นอนได้

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) (2551 : 1-2) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การวัดผลคือ การหาข้อมูล ค่าคะแนนที่เชื่อถือได้โดยมีความตรง (Validity) ความเที่ยง (Reliability) และเป็นปรนัย (Objectivity) โดยหัวใจสำคัญของการวัดคือข้อมูลที่เชื่อถือได้

สมนึก ภัททิยธนี (2551 : 1-3) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การวัดผล (Measurement) หมายถึง กระบวนการหาปริมาณ หรือจำนวนของสิ่งต่างๆ โดยใช้เครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่งมาวัด ผลการวัดมักจะออกมาเป็นตัวเลข หรือสัญลักษณ์หรือข้อมูล ส่วนการประเมินผล (Evaluation) หมายถึง การตัดสิน หรือวินิจฉัยสิ่งต่างๆ ที่ได้จากการวัดผล โดยอาศัยเกณฑ์การพิจารณาอย่างใดอย่างหนึ่ง

พิสนุ พงศ์ศรี (2554 : 6) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การวัดคือ กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์กับสิ่งที่จะวัดตามเกณฑ์ที่กำหนดให้ตรงกับความเป็นจริงมากที่สุด ถ้าเป็นการวัดในการวิจัยก็คือการวัดตัวแปร ส่วนการวัดในการประเมินก็คือวัดตัวชี้วัด

ดังนั้นพอสรุปได้ว่า การวัดผลการศึกษาเป็นกระบวนการที่จะตรวจสอบคุณภาพของการเรียนการสอนว่าได้ช่วยให้นักเรียนบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้หรือไม่ โดยเก็บเป็นตัวเลขหรือสัญลักษณ์ ถ้าการวัดผลพบว่ายังไม่เป็นไปตามที่วางไว้ครูก็ต้องหันมาพิจารณาว่า

กระบวนการในขั้นตอนใดยังบกพร่อง จะแก้ไขปรับปรุงอย่างไร จะเห็นได้ว่า การวัดผลเป็นสิ่งที่จะต้องทำตลอดเวลาควบคู่ไปกับการเรียนการสอนไม่ใช่เป็นกระบวนการขั้นสุดท้ายของการเรียนการสอน

ส่วนความหมายของการประเมินผลทางการศึกษา ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ต่างๆ กัน แต่โดยสาระแล้วคล้ายคลึงกัน ดังนี้

บรรดล สุขปิติ (2524 : 5) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การประเมินผลทางการศึกษา หมายถึง กระบวนการในการตัดสินใจลงข้อสรุปคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่เจริญก้าวหน้าในตัวนักเรียนว่ามีคุณค่าเพียงพอ หรือไม่หรือมีคุณภาพดีระดับใด ทั้งนี้ย่อมอาศัยหลักเกณฑ์อย่างใดอย่างหนึ่งเป็นหลักในการเปรียบเทียบ

สุรศักดิ์ อมรรัตนศักดิ์ (2536 : 4) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การประเมินเป็นการตัดสินใจตีราคาสิ่งต่างๆ โดยสรุปว่าสิ่งนั้น ดี-เลว, เหมาะสม-ไม่เหมาะสม, สมควร-ไม่สมควร และในการลงสรุปตัดสินเช่นนั้นจำเป็นต้องอาศัยเกณฑ์เป็นตัวตัดสินเพราะถ้าตัดสินสิ่งใดโดยไม่มีเกณฑ์แล้วจะเป็นเพียงลงความเห็นเท่านั้น

สมบูรณ์ ต้นยะ (2541 : 1) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การวัดผลการศึกษาและการประเมินผลทางการศึกษา เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกัน ผลของการประเมินทางการศึกษาจะถูกต้องมากน้อยแค่ไหน ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับผลของการวัดผลการศึกษา

ภัทรา นิคมานนท์ (2543 : 2) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง การนำข้อมูลทั้งหลายที่ได้จากการวัดผลมาพิจารณาเพื่อหาข้อสรุปหรือประเมินค่าหรือตีราคา อาจกล่าวง่ายๆ ว่าเป็นการนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจ

ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์ (2548 : 6) ได้กล่าวโดยสรุปว่า การประเมินผลการศึกษา (Evaluation) หมายถึง การนำตัวเลขที่ได้จากการวัดรวมกับการใช้วิจารณญาณของผู้ประเมินมาตัดสินผล โดยการตัดสินนั้นอาจไปเทียบเกณฑ์ เพื่อให้ได้ผลเป็นอย่างไรอย่างหนึ่ง

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การวัดผลการศึกษาต้องอาศัยเครื่องมือ และต้องทำตลอดเวลาควบคู่ไปกับการเรียนการสอน ส่วนการประเมินผลทางการศึกษาต้องทำหลังจากการวัดผลการศึกษาแล้ว

### จุดมุ่งหมายของการวัด

พิสนุ พองศรี (2554 : 9 - 10) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการวัดไว้ว่า การวัดมีจุดมุ่งหมายสำคัญคือ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องเพื่อนำมาใช้เป็นสารสนเทศในการดำเนินงานด้านต่างๆ การวัดโดยทั่วไปมีจุดมุ่งหมายสำคัญ 5 ประการ คือ เพื่อคัดเลือก จัดอันดับ วินิจฉัยพยากรณ์ และเพื่อตัดสิน ซึ่งแต่ละจุดมุ่งหมายมีสาระโดยสรุป ดังนี้

### 1. เพื่อคัดเลือก

การคัดเลือก (Selection) จะเป็นการวัดเพื่อคัดเลือกสิ่งต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นคน วัตถุ สิ่งของ ฯลฯ เช่น การวัดด้วยการสอบเข้าศึกษาต่อ หรือทำงาน หรือในการประกวดแข่งขันต่าง ๆ การวัดวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือคัดเลือกเฉพาะชิ้นที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน เพื่อนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์

### 2. เพื่อจัดอันดับ

การจัดอันดับ (Rating) ซึ่งเป็นการวัดเพื่อจัดอันดับสิ่งต่างๆ เพื่อให้ทราบว่าอยู่ในระดับใด เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งเดียวกันหรือเปรียบเทียบกับมาตรฐาน เช่น การจัดอันดับผู้เรียน ความสามารถในการให้บริการของหน่วยงาน ความสามารถในการแข่งขันของประเทศ และอันดับความน่าเชื่อถือหรือนำลงทุนของประเทศ เป็นต้น

### 3. เพื่อวินิจฉัย

การวินิจฉัย (Diagnosis) เป็นการวัดเพื่อให้ทราบข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อจะทำการแก้ไข ปรับปรุงให้เป็นปกติหรือได้มาตรฐาน เช่น การวัดด้วยการสอบเพื่อหาข้อบกพร่องของผู้เรียนการวัดทางการแพทย์ หรือทางวิศวกรรม โดยใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เพื่อรักษาโรค หรือซ่อมแซมเครื่องยนต์ต่างๆ เป็นต้น

### 4. เพื่อพยากรณ์

การพยากรณ์ (Prediction) เป็นการวัดเพื่อทำนายแนวโน้มต่างๆ เช่น พฤติกรรมของผู้เรียนกับโอกาสความสำเร็จทางการเรียนในระดับสูงขึ้น หรือการประกอบอาชีพ อัตราการเพิ่มหรือลดความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ และแนวโน้มอัตราดอกเบี้ยหรือเงินเฟ้อ เป็นต้น

### 5. เพื่อตัดสิน

การตัดสิน (Judgment) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นการวัดเพื่อประเมินสิ่งต่างๆ โดยนำผลจากการวัดไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ตัดสินที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้ข้อสรุปในการตัดสินเช่น ประเมินผลการเรียนของผู้เรียนว่าผ่านหรือไม่อย่างไร อยู่ในระดับใด การประเมินโครงการ เพื่อจะตัดสินว่าจะดำเนินโครงการต่อ ขยายผล ระบุ หรือเลิกโครงการ ถ้าดำเนินการต่อหรือขยายผล ควรจะปรับปรุง พัฒนาให้ดีขึ้นได้อย่างไร เป็นต้น

## ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นความสามารถของนักเรียนในด้านต่างๆ ซึ่งเกิดจากนักเรียนได้รับประสบการณ์จากกระบวนการเรียนการสอนของครู โดยครูต้องศึกษาแนวทางในการวัดผลประเมินผล การสร้างเครื่องมือวัดให้มีคุณภาพ ได้มีผู้ให้ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

ภพ เลหาไพบูลย์ (2537 : 295) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถในการกระทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้จากที่ไม่เคยกระทำได้หรือที่กระทำได้น้อยก่อนที่จะมีการเรียนการสอนซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สามารถวัดได้

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543 : 19) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ ความสามารถ ทักษะ และสมรรถภาพสมองด้านต่างๆ ของผู้เรียนว่าหลังจากที่เรียนเรื่องนั้นๆ แล้วผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในวิชาเรียนมากน้อยเพียงใด

พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และเพียว ยินดีสุข (2548 : 125) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากกระบวนการเรียนการสอน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึงผลที่เกิดจากกระบวนการเรียนการสอนที่จะทำให้นักเรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมและสามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือ พุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

### พฤติกรรมกรเรียนรูที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์

การจะวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในวิชาใดๆ ให้ครอบคลุมและเที่ยงตรง ต้องเริ่มต้นด้วยการศึกษาและทำความเข้าใจขอบข่ายของจุดมุ่งหมาย และพฤติกรรมกรเรียนรูที่พึงประสงค์ของการเรียนการสอนของวิชานั้นๆก่อน จึงจะสามารถวางแผนการวัดและประเมินผล เลือกประเภทของเครื่องมือ และดำเนินการสร้างเครื่องมือได้อย่างถูกต้องเหมาะสม มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงพฤติกรรมกรเรียนรูที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ ดังนี้

บลูม (Bloom ; อ้างถึงใน พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. 2537 : 477 – 478) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. พุทธิพิสัย เป็นพฤติกรรมในด้านความรู้ความคิด ระลึกได้และจำได้ในความรู้ทั้งหลายที่ได้เรียนมาแล้ว นำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ สามารถแยกแยะสิ่งต่างๆ และรวบรวมประมวลข้อมูลต่างๆ เป็นความรู้ใหม่ สามารถตัดสินใจประเมินค่าในเรื่องต่างๆ ซึ่งแบ่งได้เป็น 6 ระดับ ดังต่อไปนี้

- 1.1 ความรู้ความจำ
- 1.2 ความเข้าใจ
- 1.3 การนำไปใช้
- 1.4 การวิเคราะห์
- 1.5 การสังเคราะห์
- 1.6 การประเมินค่า

2. จิตพิสัย เป็นพฤติกรรมด้านความรู้สึกและเจตคติ เป็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของผู้เรียนเกี่ยวกับ ความสนใจ ค่านิยม การปรับตัว คุณค่า คุณธรรม และความดีงาม โดยการปฏิบัติเป็นนิสัย แบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 2.1 การรับรู้
- 2.2 การตอบสนอง

2.3 การสร้างค่านิยม

2.4 การจัดระบบระเบียบ

2.5 สร้างลักษณะนิสัยโดยค่านิยม

3. ทักษะพิสัย เป็นพฤติกรรมที่เน้นทักษะขณะเคลื่อนไหวอวัยวะและกลไกต่างๆ ของร่างกาย

กานเย่ (Gagne ; อ้างถึงใน พัชรา ทวีวงศ์ ณ อยุธยา. 2537 : 478) ได้จำแนก พฤติกรรมที่พึงประสงค์ในวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ความรู้ความจำเนื้อหาสาระ (Verbal Information) คือ การเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งต่างๆ เช่น ชื่อของคน สิ่งของ อักษร ตัวเลข จังหวัด เครื่องใช้ต่างๆ เหตุการณ์ต่าง ๆ
2. ทักษะทางการคิด (Intellectual skills) คือ ความสามารถในการใช้สมองในการเรียนรู้และการคิดในด้านต่างๆ เป็นหัวใจของการเรียนรู้ในโรงเรียน
3. พลังสติปัญญาที่กำหนดแนวทางในการคิด (Cognitive strategies) คือ ทักษะทางปัญญานิตพิเศษ เป็นสมรรถภาพที่ควบคุมการเรียนรู้ ความตั้งใจ การจำ และพฤติกรรม การคิดของมนุษย์ เป็นกระบวนการทำงานภายในสมองของมนุษย์
4. เจตคติ (Attitude) คือ ความรู้สึกที่มีต่อสิ่งต่างๆ ต่อบุคคลและต่อสิ่งต่างๆ
5. ทักษะการเคลื่อนไหว (Motor skills) คือ ความชำนาญในการเคลื่อนไหว กล้ามเนื้อ หรืออวัยวะส่วนต่างๆ ของร่างกายในการทำกิจกรรมต่างๆ การประสานงานของกล้ามเนื้อและประสาทส่วนต่างๆ สถานการณ์ต่างๆ

### การสอนซ่อมเสริมและการแก้ปัญหา

การสอนซ่อมเสริมได้มีผู้ให้ความหมายไว้หลายท่าน ซึ่งอาจประมวลความคิดเห็นเกี่ยวกับความหมายของการสอนซ่อมเสริมไว้ดังนี้

ศรียา และประภัสสร นิยมธรรม (2525 : 25) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนซ่อมเสริม เป็นบริการที่แยกจากชั้นเรียนปกติเป็นการสอนเพื่อเสริมทักษะ การเรียนรู้ใหม่ๆ และ/หรือ ช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของเด็กที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษจากครู

สมศักดิ์ สินธุเวชอยู่ (2533 : 1) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การสอนซ่อมเสริมคือ การให้โอกาสแก่ผู้เรียนเพิ่มขึ้น ได้เรียนรู้สิ่งต่างๆ เพิ่มขึ้น เข้าใจมากขึ้นจนสามารถบรรลุ จุดประสงค์ที่กำหนด

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2539: ไม่ปรากฏเลขหน้า) ได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริมไว้ว่า การสอนซ่อมเสริม คือ การจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ความช่วยเหลือ นักเรียนที่มีข้อบกพร่องในด้านทักษะต่างๆ ทางภาษาไทยทั้งด้านการฟัง การพูด การอ่าน และการเขียน รวมถึงการให้ความช่วยเหลือแก่นักเรียนที่มีความสามารถในการทำความเข้าใจในบทเรียนได้ค่อนข้างช้า ไม่สามารถติดตามบทเรียนได้ทันเพื่อนๆ ในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนเหล่านี้เรียนไม่ทันเพื่อน เกิดความรู้สึกเป็นปมด้อย และมีความเบื่อหน่ายท้อแท้ใจ



ไม่มีแรงจูงใจในการเรียน ซึ่งเป็นผลให้นักเรียนไม่สามารถสอบผ่านตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และไม่ประสบความสำเร็จในการเรียน

Dechant (1971 : 25) กล่าวว่า การสอนซ่อมเสริม คือ การให้ผู้เรียนได้เรียนสิ่งที่เป็นปัญหาในการเรียนครั้งแรกในห้องเรียนปกติ โดยครูผู้สอนจะต้องจัดเด็กออกเป็นกลุ่มเล็กๆ ตามลำดับความสามารถ เป็นรายบุคคล เพื่อที่จะให้ความสนใจแก่เด็ก และจะได้ทราบความต้องการและตลอดจนปัญหาทางการเรียนของเด็ก

อาจกล่าวได้ว่า การสอนซ่อมเสริมเป็นการสอนนอกเหนือจากการสอนปกติในชั้นเรียน เพื่อช่วยนักเรียนที่เรียนอ่อนหรือมีข้อบกพร่องทางการเรียนได้เรียนรู้สิ่งต่างๆ ให้ดีขึ้น หรือเป็นการสอนซ่อมเสริมแก่นักเรียนที่เรียนดีให้ดียิ่งขึ้น

### การหาคุณภาพเครื่องมือ

คุณภาพของเครื่องมือ เป็นคุณลักษณะที่บ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย เช่นความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก เป็นต้น (ไพศาล วรคำ. 2555 : 259)

#### 1. การคุณภาพเครื่องมือรายข้อ

เป็นการหาคุณภาพของเครื่องมือ โดยพิจารณาที่ละข้อว่ามีลักษณะข้อความเป็นอย่างไร ทุกข้อมีคุณภาพตามเกณฑ์ในแต่ละลักษณะของแบบประเมินนั้นหรือไม่ การวิเคราะห์รายข้อสามารถกระทำได้ทั้งในระหว่างการสร้างเครื่องมือประเมิน และขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือ รายละเอียดดังนี้ (อุทุมพร จามรมาน. 2532, ล้วน สายยศ. 2543.)

##### 1.1 ในระยะของการสร้างเครื่องมือ

ในระยะของการเริ่มสร้างเครื่องมือ สามารถที่จะพัฒนาคุณภาพได้ด้วย การวิเคราะห์รายข้อโดยการพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อความ/ข้อคำถามที่สร้างขึ้นกับจุดมุ่งหมายในการสร้างและเนื้อหาสาระที่สร้าง ซึ่งผู้สร้างจะเป็นผู้ที่พิจารณาว่าการประเมินนั้นสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือผลการเรียนรู้ที่คาดหวังหรือไม่

##### 1.2 ในระยะของการพัฒนาเครื่องมือ

การวิเคราะห์รายข้อใช้ข้อมูลจากการทดลองใช้/หรือใช้จริงมาหาค่าต่างๆ เพื่อระบุคุณสมบัติของข้อความ/ข้อคำถามนั้นๆ โดยสามารถกระทำดังนี้

##### 1.2.1 จำนวนผู้ตอบข้อความนั้น หรือค่าความยากง่าย (Item Difficulty: $P_i$ )

คือสัดส่วนที่ผู้ตอบคำถามได้ถูกต้องค่านี้นี้มักจะใช้กับแบบทดสอบ ข้อคำถามใดที่มีผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อคำถามนั้นง่าย ส่วนคำถามใดที่มีผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อคำถามนั้นยาก ค่าของความยากง่ายจึงมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 1 ความยากง่ายที่เหมาะสมควรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 ซึ่งการประเมินการเรียนรู้ในชั้นเรียน การหาคุณภาพของเครื่องมือไม่นิยมหาความยากง่าย เพราะการจัดการเรียนการสอนให้ความสำคัญกับการบรรลุตามวัตถุประสงค์มากกว่า

### 1.2.2 อำนาจจำแนก (Discrimination: r)

อำนาจจำแนกของข้อคำถามรายข้อ คือสัดส่วนของผลต่างระหว่างจำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มเก่งกับจำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มอ่อน คำถามข้อใดที่ผู้ตอบในกลุ่มเก่งตอบถูกหมด และกลุ่มอ่อนตอบไม่ถูกเลย คำถามข้อนั้นจะมีอำนาจจำแนกเป็น 1 (หรือจำแนกได้ 100%) ในทางกลับกัน ถ้าผู้ตอบในกลุ่มเก่งตอบผิดหมดและกลุ่มอ่อนตอบถูกหมด คำถามข้อนั้นจะมีอำนาจจำแนกเป็น -1 แต่ถ้าคำถามข้อนั้นผู้ตอบในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนตอบถูกหมด (คำถามง่ายมาก) หรือทั้ง 2 กลุ่มตอบไม่ถูกเลย (คำถามยากมาก) หรือตอบถูกใกล้เคียงกัน คำถามข้อนั้นจะมีอำนาจจำแนกเป็น 0 หรือใกล้เคียงกับ 0 ซึ่งแสดงว่าคำถามข้อนั้นไม่สามารถแยกกลุ่มเก่งออกจากกลุ่มอ่อนได้ ข้อคำถามที่ดีควรมีค่าอำนาจจำแนกไม่ต่ำกว่า 0.20 ข้อคำถามรายข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงมักจะมี ความยากง่ายเหมาะสม แต่ข้อคำถามรายข้อที่มีความยากง่ายเหมาะสม ไม่จำเป็นจะต้องมีอำนาจจำแนกสูงเสมอไป ส่วนคำว่ากลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนนั้น ใช้กับผู้ตอบที่ทำแบบทดสอบ แต่ถ้าเป็นแบบสอบถามแล้วจะใช้คำว่ากลุ่มสูงหรือกลุ่มที่มีความเห็นทางบวก (+) แทนกลุ่มเก่งอิสระ กลุ่มต่ำหรือกลุ่มที่มีความเห็นทางลบ (-) แทนกลุ่มอ่อน ทั้งนี้เพราะคำตอบในแบบสอบถามจะไม่มีลักษณะถูกหรือผิดเหมือนกับแบบทดสอบในการประเมินการเรียนรู้ในระดับชั้นเรียนสามารถหาค่าอำนาจจำแนก ดังนี้

1) การหาค่าอำนาจจำแนกจากผลการสอบสองครั้ง เป็นการหาค่าอำนาจจำแนกจากผลการสอบก่อนสอนและหลังสอนเสร็จแล้ว เพื่อดูผลต่างของการตอบถูก ซึ่งเป็นวิธีหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เสนอโดย คริสปินและเฟลด์ฮูเซน (Kryspin and Feldhuson) เรียกค่าอำนาจจำแนกดังกล่าวว่า ดัชนีเอส (S- Index) โดยหาจากสูตร

$$S = \frac{R_{\text{post}} - R_{\text{pre}}}{N}$$

เมื่อ S คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ  
 $R_{\text{pos}}$  คือ จำนวนคนหลังสอนตอบถูก  
 $R_{\text{pre}}$  คือ จำนวนคนก่อนสอนตอบถูก  
 N คือ จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2) การหาค่าอำนาจจำแนก จากผลการสอบครั้งเดียว (หลังสอน) เพื่อจำแนกผู้สอบออกเป็นกลุ่มรอบรู้ (สอบผ่านเกณฑ์) กับกลุ่มไม่รอบรู้ (สอบไม่ผ่านเกณฑ์) ซึ่งเป็นวิธีหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบที่เสนอโดยเบรนแนน (Brennan, 1974 : 244 – 261) ค่าอำนาจจำแนกที่หาโดยวิธีนี้ เรียกว่า ดัชนีบี (B-Index or Brennan Index) โดยหาจากสูตร

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2}$$

- เมื่อ B คือ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ  
 U คือ จำนวนคนสอบผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูกในข้อนั้น  
 $N_1$  คือ จำนวนคนผ่านเกณฑ์  
 L คือ จำนวนคนสอบไม่ผ่านเกณฑ์ที่ตอบถูกในข้อนั้น  
 $N_2$  คือ จำนวนคนไม่ผ่านเกณฑ์

3) ประสิทธิภาพของตัวลอง เมื่อสร้างข้อสอบอิงเกณฑ์แบบหลายตัวเลือก (Multiple Choices) ผู้ที่เลือกตัวลองถือว่า ตอบผิด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้นั้นยังไม่สัมฤทธิ์ผลตามเป้าหมายของการวัด ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพตัวลองทำโดยการตรวจสอบความถี่ของ ผู้ที่เลือกตัวลองนั้นๆ และควรดูจากผลการสอบก่อนเรียน (Pre - Test) ถ้าตัวลองใดมีผู้เลือกในสัดส่วนที่สูงถือว่าเป็นตัวลองที่ใช้ได้ แต่ถ้าตัวลองใดมีผู้เลือกน้อย แสดงว่าตัวลองนั้นขาดประสิทธิภาพ สมควรที่จะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น (ศิริชัย กาญจนวาสี , 2552 : 241) และตัวลองที่จัดว่าเป็นตัวลองที่ดีนั้น ผู้ที่เรียนอ่อนควรจะเลือกตอบมากกว่าผู้ที่มีผลการเรียนดี ถ้าต้องการหาคุณภาพของตัวลองที่เป็นตัวลอง ก็สามารทำได้โดยการกลับสูตรดังนี้

$$\text{กรณีตัวลองโดยใช้ ดัชนี เอส} \quad S = \frac{R_{pre} - R_{post}}{N}$$

$$\text{กรณีตัวลองโดยใช้ ดัชนี บี} \quad B = \frac{L}{N_2} - \frac{U}{N_1}$$

4) การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก

อำนาจจำแนกที่ดี คือ r มีค่าไม่น้อยกว่า 0.20 สำหรับตัวถูก และมีค่าไม่น้อยกว่า 0.05 สำหรับตัวลอง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การแปลความค่าอำนาจจำแนก (r)

อำนาจจำแนกของข้อสอบ	
r	ความหมาย
น้อยกว่า 0.00	จำแนกติดลบ
0.00 – 0.19	จำแนกได้น้อยหรือจำแนกไม่ได้
0.20 – 0.39	พอใช้
0.40 – 0.59	ดี
0.60 – 1.00	ดีมาก

สำหรับการหาคุณภาพดังกล่าว สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการช่วยวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือได้

### 1.3 ความสอดคล้องระหว่างข้อ

เป็นการหาคุณภาพรายข้ออีกวิธีหนึ่งโดยนำมาคำนวณค่าสหสัมพันธ์ระหว่างข้อ ซึ่งจะบอกให้ทราบว่าข้อความดังกล่าวมีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใดเป็นคู่ๆ ตัวอย่างเช่นมีข้อความ 4 ข้อ คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคู่ได้ผลสรุปในตารางเมตริก  $4 \times 4$  ดังนี้

ตารางที่ 2 การหาคุณภาพรายข้อด้วยการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อ

ข้อ	ข้อ			
	1	2	3	4
1	-	.43	.44	.81
2		-	.77	.57
3			-	.45
4				-

ค่าความสัมพันธ์ในตารางนี้จะช่วยให้มองเห็นว่า ข้อความข้อ 1 มีความสัมพันธ์สูงกับข้อ 4 รองลงมาคือข้อ 2 มีความสัมพันธ์สูงกับข้อ 3 การพิจารณาข้อความดังกล่าวจึงควรวิเคราะห์ว่าทำไมข้อความดังกล่าวจึงมีความสัมพันธ์กัน และเป็นความสัมพันธ์ในประเด็นเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์หรืออะไร

### 1.4 ค่าที่บอกความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

ในกรณีที่มีกลุ่มผู้ให้ข้อมูลหลายกลุ่มที่มีความแตกต่างกันชัดเจน ข้อความที่จำแนกกลุ่มดังกล่าวออกได้ก็แสดงว่าข้อคำถามนั้นมีคุณสมบัติในการจำแนก

ตัวอย่างเช่น ข้อความ 5 ข้อ วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มที่ทดสอบ เช่น นักศึกษาครู กับกลุ่มอาชีพครู พบค่าสถิติทดสอบ  $t$  ดังนี้

ตารางที่ 3 การหาคุณภาพรายข้อที่บอกความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

ข้อความ	ค่า $t$
1	1.97*
2	2.64*
3	1.00
4	2.56*
5	3.48*

\*  $P < .05$

ข้อความ 4 ข้อคือ ข้อ 1, 2, 4, 5 สามารถจำแนกค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มนักศึกษารูออกจากกลุ่มครูได้ ถ้าข้อความเหล่านั้นจะนำไปใช้ในการคัดเลือกผู้เรียนในอาชีพนั้นๆ ควรเลือกข้อความข้อ 1, 2, 4 และ 5

### 1.5 ค่าที่บอกความสัมพันธ์กับคะแนนรวม

การหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อกับคะแนนรวม (ทุกข้อ) เป็นการวิเคราะห์รายข้ออีกแบบหนึ่งซึ่งแสดงให้เห็นว่า ข้อความนั้นเป็นส่วนหนึ่งของแบบวัดนั้นหรือไม่

ตัวอย่างเช่น ข้อความ 5 ข้อ มีค่าสหสัมพันธ์กับคะแนนรวม (Total Score)

ดังนี้

ตารางที่ 4 การหาคุณภาพรายข้อด้วยการหาความสัมพันธ์กับคะแนนรวม

ข้อความ	r	r <sup>2</sup>	%
1	.8	.64	32.00
2	.6	.36	18.00
3	.7	.49	24.50
4	.4	.16	8.00
5	.6	.36	18.00
รวม			100.00

ข้อความข้อ 1, 2, 3, 5 มีความสัมพันธ์กับคะแนนรวม

เกณฑ์ในการเลือกข้อคือ

1. ถ้าต้องการวัดสิ่งที่เป็นลักษณะเดียวกับของแบบวัด ควรเลือกข้อ 1 เพียงข้อเดียว หรือ

2. ถ้าต้องการข้อที่ร่วมกันวัดควรตัดข้อ 1 ทิ้งและเลือกข้อ 3, 4, 5 ไว้

#### 2. การหาคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ

เครื่องมือวัดประกอบด้วยข้อความ/ข้อคำถามที่สร้างแล้วนำมารวมกันตามแบบแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้าแม้ว่าจะมีการวิเคราะห์เป็นรายข้อแล้วก็ตาม เมื่อนำข้อความมารวมกันก็ต้องพิจารณาว่าจะจัดเรียงข้อความอย่างไร ข้อใดมาก่อนหลังและเมื่อรวมแล้วจะได้เครื่องมือวัด 1 ชุดที่มีคุณภาพที่เชื่อถือได้หรือไม่

การวิเคราะห์คุณภาพของเครื่องมือวัดทั้งฉบับ ประกอบด้วย การหาความเที่ยงตรง (Validity) และการหาความเชื่อมั่น (Reliability) มีรายละเอียดดังนี้ (Peter W. Airasian. 1994 : 20 – 23)

#### 2.1 ความเที่ยงตรง (Validity)

ความเที่ยงตรง (Validity) มีลักษณะที่เรียกว่า “Measure What to Measure” ที่หมายถึง เครื่องมือวัดในสิ่งที่ต้องการวัด ไม่ใช่ต้องการวัดอย่างหนึ่งแล้วได้สิ่งอื่นมาทดแทน

ความเที่ยงตรง หมายถึง ความสอดคล้องหรือความเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่อง หรือเกณฑ์หรือทฤษฎีที่เกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552 : 73)

ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้อง เหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่อง หรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด (ไพศาล วรคำ. 2555 : 260)



ความเที่ยงตรง หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่สร้างขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ในการทำนายอนาคตของพฤติกรรม หรือเป็นค่าสหสัมพันธ์ของเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับ องค์ประกอบที่ต้องการวัด ซึ่งเครื่องมือแต่ละอย่างจะมีจุดมุ่งหมายเฉพาะอย่าง ดังนั้นเครื่องมือ ที่มีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายหนึ่งไม่จำเป็นต้องมีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายทั้งหมด (Wainer and Braun, 1988 : 20)

สรุปได้ว่าความเที่ยงตรง หมายถึง คุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สร้างขึ้น เพื่อใช้วัดในคุณลักษณะ/พฤติกรรม/เนื้อหาสาระที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้อง ครบคลุม มีประสิทธิภาพ และวัดได้ถูกต้องตามความเป็นจริง

ธรรมชาติของความเที่ยงตรง ในเครื่องมือการวิจัย มีธรรมชาติของความเที่ยงตรง ที่นักวิจัยควรพิจารณา ดังนี้ (Gronlund and Linn, 1990 : 51)

2.1.1 ความเที่ยงตรง เป็นประเด็นที่อ้างอิงจากการตีความหมายของผล ที่ได้รับการใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ไม่ใช่เป็นความเที่ยงตรงของเครื่องมือ โดยตรง

2.1.2 ความเที่ยงตรงเป็นการนำเสนอผลในลักษณะของระดับว่ามีมากหรือน้อยที่มีค่าที่แตกต่างกัน

2.1.3 ความเที่ยงตรงเป็นคุณสมบัติเฉพาะประเด็น /จุดประสงค์ที่ต้องการเก็บ รวบรวมข้อมูลเท่านั้น แต่จะไม่มีเครื่องมือประเภทใดที่มีความเที่ยงตรงที่ครบถ้วน สมบูรณ์ ในทุกประเด็นหรือจุดประสงค์

2.1.4 ความเที่ยงตรงเป็นความคิดรวบยอดเชิงเดี่ยว เป็นค่าของตัวเลขที่ได้มา จากหลักฐานหลากหลายแหล่ง หลักการพื้นฐานที่ใช้พิจารณาตีความหมายของความเที่ยงตรง ได้แก่ จุดประสงค์ เนื้อหา เกณฑ์ หรือโครงการ เป็นต้น

ความเที่ยงตรงมี 3 ประเภท คือ

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึงว่า ระดับความสามารถของแบบทดสอบที่วัดในเนื้อหาที่ต้องการจะวัด เช่น หากต้องการวัดเรื่องความสนใจ ข้อคำถามในแบบทดสอบหรือข้อสอบก็ต้องเป็นเรื่องของความสนใจ โดยการพิจารณาว่าเนื้อหาของแบบ ทดสอบสะท้อนแนวความคิดที่ตามที่ต้องการหรือไม่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจึงมีความสำคัญยิ่งในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดผลการเรียนการสอนที่ใช้แบบทดสอบ ไม่ตรงหรือไม่ครอบคลุมเนื้อหาที่เรียน จึงเป็นการวัดผลที่ขาดความเที่ยงตรงตามเนื้อหา การทดสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ทำได้โดยพิจารณาจากกระบวนการสร้างแบบทดสอบ หรือข้อสอบว่าวัดได้จริงตามที่ต้องการจะวัดหรือไม่ หรือโดยการตรวจสอบคำตอบกับข้อเท็จจริง ที่ปรากฏ เช่น การสังเกตจากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นว่าสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ตอบในแบบทดสอบ หรือไม่ กระบวนการทดสอบดังกล่าวนี้ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเพื่อตรวจสอบ กระบวนการสร้างแบบทดสอบ เพื่อตัดสินใจว่าข้อคำถามในแบบทดสอบว่าสามารถใช้เป็นตัวแทน ของเนื้อหาที่จะถามได้หรือไม่ โดยการเปรียบเทียบสิ่งที่ปรากฏในแบบทดสอบกับสิ่งที่ควรจะถามว่ามีความสอดคล้องกันมากเพียงใด

2. ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึงว่า ความสามารถของแบบทดสอบที่วัดได้ตามลักษณะคุณสมบัติ ทฤษฎี และประเด็นต่างๆ ของโครงสร้างนั้น โครงสร้างเป็นคุณลักษณะที่อธิบายพฤติกรรมต่างๆ โดยแท้จริงแล้วโครงสร้างคือสิ่งที่ประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่ออธิบายพฤติกรรม เช่น โครงสร้างของคอมพิวเตอร์ประกอบไปด้วยหน่วยรับข้อมูล หน่วยแสดงผลข้อมูลและหน่วยประมวลผลกลาง เป็นต้น แบบทดสอบความเที่ยงตรงตามโครงสร้างจะต้องประกอบด้วยแนวคำถามที่สามารถวัดประเด็นต่างๆ ครบทั้ง 3 ส่วนประกอบ การทดสอบความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง ซึ่งทำได้ 2 วิธี ดังนี้

2.1) การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ทำได้โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ของคะแนนของแบบทดสอบ 2 ชุดที่วัดในเรื่องเดียวกัน เช่น แบบทดสอบมาตรฐานกับแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อต้องการหาความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ ถ้าค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์มีค่าสูงและมีทิศทางเดียวกัน แสดงว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงตามโครงสร้างสูง สามารถนำไปใช้งานได้

2.2) การเปรียบเทียบกับกลุ่มที่มีลักษณะที่ต้องการวัดอย่างเด่นชัด หรือเรียกวิธีนี้ว่า Known Group Technique โดยการนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีลักษณะตามที่กำหนดขึ้นอย่างเด่นชัด กับกลุ่มที่ไม่มีลักษณะดังกล่าว หลังจากนั้นจึงนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบโดยใช้ t-test แบบ Independent ถ้าพบว่าผลการเปรียบเทียบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 หรือ .05 แสดงว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงตามโครงสร้างสูง

3. ความเที่ยงตรงเชิงเกณฑ์ที่กำหนด (Criterion Related Validity) หมายถึง การวัดนั้นสอดคล้องกับเกณฑ์ภายนอกที่กำหนดขึ้นหรือไม่ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

3.1) ความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง คุณภาพของแบบทดสอบที่วัดได้ตรงความจริงในสภาพปัจจุบัน เช่น แบบทดสอบศีลธรรม ถ้าเด็กทำได้คะแนนสูงในเวลาสอบ สภาพความเป็นจริงของเด็กนั้นควรจะเป็นผู้มีศีลธรรมสูงด้วย ไม่ใช่สอบวัดศีลธรรม ได้คะแนนสูง แต่กลับมีนิสัยชอบลักเล็กขโมยน้อยเบียดเบียนเพื่อนฝูง

3.2) ความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) เป็นความเที่ยงตรงอีกแบบหนึ่งที่ต้องอาศัยเกณฑ์เป็นเครื่องช่วยชี้ผลแต่เกณฑ์ (Criterion) ในความเที่ยงตรงแบบนี้ เป็นเกณฑ์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต นั่นคือถ้าจะหาความเที่ยงตรงแบบนี้ต้องสอบแบบทดสอบนั้นไว้ก่อน แล้วทิ้งระยะเวลาไว้สักระยะหนึ่ง เช่น เดือนหน้า ภาคเรียนหน้า หรือปีหน้า แล้วเอาคะแนนเกณฑ์ที่ต้องการมาหาความสัมพันธ์กับคะแนนแบบทดสอบนั้น ได้ค่าเท่าไรก็จะเป็นค่าของความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ตามที่ต้องการซึ่งอาจจะสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับคุณภาพของแบบทดสอบคะแนนที่หวังไว้อีกอนาคตเช่น ความสนใจ เจตคติ ค่านิยม จริยธรรม และบุคลิกภาพ

## 2.2 การหาความเที่ยงตรง (Validity)

ในการหาความเที่ยงตรงของการประเมินระดับชั้นเรียน นิยมหาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ดังนี้

### 2.2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

การหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา การวัดด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) การหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหามีความจำเป็นอย่างมาก ซึ่งมีวิธีการนำมาไปสู่ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ทำได้ดังนี้

1) เขียนข้อสอบหรือคำถามตามกรอบที่กำหนดให้อย่างละเอียด ก็จะมี ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาได้

2) การให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา พิจารณาว่าข้อความที่เขียนถูกต้องตามนิยามปฏิบัติการ ในกรอบขอบเขตที่ต้องการวัดหรือไม่ (Gable, 1986) การพิจารณา ข้อความตลอดจนการวิเคราะห์แต่ละรายข้อออกมาว่าเหมาะสมเพียงใด แก่ไขอย่างไรบ้าง การทดสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญในลักษณะนี้ เรียกว่า การหาค่าความ สอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบหรือเรียกว่า การหาค่า IOC (Index of Item-objective Congruence) สูตรสำหรับหาค่า IOC

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

เมื่อ IOC = ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ

$\sum R$  = ผลรวมของคะแนนการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การพิจารณาความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบจะเป็นการพิจารณา แบบทดสอบรายข้อจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยใช้แบบสอบถามที่แนบไปพร้อมกับ แบบทดสอบที่ต้องการให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องโดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อหาค่า IOC ของผู้เชี่ยวชาญกำหนดเป็น 3 ระดับ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบทดสอบวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า แบบทดสอบวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตาม เนื้อหา

-1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบทดสอบไม่ได้วัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตาม เนื้อหา

### 2.2.2 ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง

การทดสอบหาค่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง เป็นเรื่องที่ซับซ้อนและมีขั้นตอนมากกว่าการทดสอบหาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหา สำหรับแบบทดสอบแนวอิงเกณฑ์ ที่ใช้ในการเรียนการสอน มีวิธีการทดสอบความเที่ยงตรงตามโครงสร้างอยู่หลายวิธี ในที่นี้ ขอนำเสนอ 2 วิธี ดังนี้

1) วิธีของคาร์เวอร์ (Carver Method) วิธีการทดสอบความเที่ยงตรงตามโครงสร้างของคาร์เวอร์ ทำได้โดยการนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับกลุ่มผู้เรียนที่เรียนแล้วกับกลุ่มผู้เรียนที่ยังไม่เคยเรียน แล้วนำอัตราส่วนระหว่างผลรวมของจำนวนผู้เรียนที่ยังไม่เคยเรียนที่สอบไม่ผ่านกับจำนวนผู้เรียนที่เรียนแล้ว หรือสอบผ่านต่อจำนวนผู้เรียนทั้งหมดมาคำนวณตามสูตร

$$\text{Construct Validity} = \frac{a + c}{N}$$

เมื่อ a = จำนวนผู้เรียนที่เรียนแล้วและสอบผ่าน

b = จำนวนผู้เรียนที่ยังไม่เคยเรียนและสอบไม่ผ่าน

c = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

2) วิธีการหาค่าสหสัมพันธ์แบบฟี (Phi-Correlation) วิธีการทดสอบความเที่ยงตรงตามโครงสร้างโดยการหาค่าสหสัมพันธ์แบบฟี โดยการหาความสัมพันธ์ของผู้เรียน 2 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มผู้เรียนที่ยังไม่ได้รับการสอนหรือไม่ได้สอบก่อนเรียนกับกลุ่มผู้เรียนที่เรียนแล้วหรือผ่านการสอบหลังเรียนแล้วโดยกำหนดเกณฑ์การผ่านไว้ก่อน หลังจากนั้นจึงนำไปแทนค่าในสูตรการหาค่าสหสัมพันธ์แบบฟีสูตรการหาค่าสหสัมพันธ์แบบฟี

$$\Phi = \frac{ac - bd}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+d)(b+c)}}$$

เมื่อ  $\Phi$  = ความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง

a = จำนวนผู้เรียนที่สอบก่อนเรียนและสอบไม่ผ่าน

b = จำนวนผู้เรียนที่สอบหลังเรียนและสอบไม่ผ่าน

c = จำนวนผู้เรียนที่สอบหลังเรียนและสอบผ่าน

d = จำนวนผู้เรียนที่สอบก่อนเรียนและสอบผ่าน

### 2.3 ความเชื่อมั่น (Reliability)

ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความคงที่ ความมั่นคง หรือความสม่ำเสมอของผลการวัด เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดสิ่งเดียวกันสองครั้งแล้วได้ผลไม่แตกต่างกัน ถือว่ามีความคงที่ของผลคะแนนที่ได้สูง อีกกรณีหนึ่งก็คือถ้าให้ทำแบบทดสอบฉบับเดียวกันสองครั้งในเวลาต่างกันและได้คะแนนเกือบเท่ากันทั้งสองครั้ง ก็จะหมายความว่าแบบทดสอบนั้นมีความเชื่อมั่นสูง ค่าของความเชื่อมั่นแสดงเป็นตัวเลขที่มีค่าไม่เกิน 1.00 หรือ 100% ซึ่งเรียกว่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) ถ้าแบบทดสอบมีค่าสัมประสิทธิ์สูง ก็แสดงว่ามีความเชื่อมั่นสูง

ความเชื่อมั่น (Reliability) เป็นคุณสมบัติของเครื่องมือวัดสิ่งที่ต้องการวัดไม่ว่าจะวัดกี่ครั้ง หรือวัดในสภาพการณ์ที่แตกต่างกันจะได้รับผลการวัดคงเดิม (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543 : 170 ; บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2553 :17)

ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่งในการวัดหลายๆ ครั้ง (ไพศาล วรคำ, 2555 : 272)

ความเชื่อมั่นมีความหมายของความเชื่อมั่นใน 3 ลักษณะดังนี้ 1) ความเชื่อมั่นเป็นความคงที่ ความเชื่อถือได้ และความสามารถที่ทำนายได้ 2) ความเชื่อมั่นที่เป็นความถูกต้องในการวัด สิ่งที่ต้องการวัดอย่างไม่มีผิดพลาด และ 3) ความเชื่อมั่นเป็นคุณสมบัติของการวัดที่ไม่มี ความคลาดเคลื่อน ในการวัดให้ผลการวัดที่ถูกต้อง ชัดเจนแน่นอน (Kerlinger, 1986 : 405)

ความเชื่อมั่น เป็นสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนชุดหนึ่งกับคะแนนอีกชุดหนึ่งของเครื่องมือวัดลักษณะที่เหมือนกันสองชุดและเป็นอิสระจากกันที่ได้จากผู้ให้ข้อมูลกลุ่มเดียวกัน (Ebel and Frishie, 1986 :71)

สรุปได้ว่า เครื่องมือในการวิจัยที่ดีจะต้องมีความเชื่อมั่นได้ว่าผลที่ได้จากการวัด จะมีความคงที่ ชัดเจนไม่เปลี่ยนแปลงไปมา ผลการวัดครั้งแรกเป็นอย่างไร เมื่อวัดซ้ำโดยใช้ เครื่องมือวัดผลชุดเดิม จะวัดกี่ครั้งก็จะให้ผลการวัดเหมือนเดิม ใกล้เคียงกัน หรือสอดคล้องกัน

ในการประเมินการเรียนรู้ในระดับชั้นเรียนเพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีคุณภาพ นำเสนอวิธีการหาความเที่ยงตรง และความเชื่อมั่นที่เป็นที่นิยมดังต่อไปนี้ (ล้วน สายยศ. 2543 : 310-331, บุญชม ศรีสะอาด. 2545 : 81 - 101. สมนึก ภัททิยธนี. 2551 : 164 - 178)

#### 2.4 การหาความเชื่อมั่น (Reliability)

การหาความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด ในการประเมินระดับชั้นเรียนมีแนวคิดที่ว่าแบบประเมินที่มีความเชื่อมั่นจะสามารถจำแนกผู้สอบได้ว่าใครเป็นผู้รอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) ใครเป็นผู้ไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) ได้อย่างคงเดิม ซึ่งอาจจะใช้การวัดสองครั้ง หรือการสร้างแบบวัดคู่ขนานสองฉบับ และการสอบครั้งเดียว แล้วนำมาวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น ซึ่งมีวิธีคำนวณที่นิยมจากสูตร ดังนี้

##### 2.4.1 กรณีวัดสองครั้ง หรือใช้แบบวัดคู่ขนานสองฉบับ

1) วิธีของคาร์เวอร์ (Carver Method) และวิธีของแฮมเบิลตันและโนวิก (Hambleton and Novick Method) เนื่องจากวิธีทั้งสองมีหลักการคำนวณคล้ายกัน จึงขอ นำเสนอในภาพสรุปตามวิธีของคาร์เวอร์ นำผลการวัดนำมาจัดลงในตารางเพื่อหาความเชื่อมั่น ดังนี้

	ครั้งที่ 2		
(ฉบับ ข) ครั้งที่ 1 (ฉบับ ก.)		ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์
	ผ่านเกณฑ์	a	b
	ไม่ผ่านเกณฑ์	c	d

คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นจากสูตร

$$r_{cc} = \frac{a+d}{N}$$



เมื่อ	$r_{cc}$	คือ	ค่าความเชื่อมั่น
	a	คือ	กลุ่มที่ผ่านเกณฑ์ทั้งสองฉบับ
	d	คือ	กลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้งสองฉบับ
	N	คือ	จำนวนคนสอบทั้งหมด

2) วิธีของสวามินาธาน แฮมเบิลตันและอัจจินา (Swaminathan Hambleton and Algina Method) มีหลักการและการคำนวณคล้ายวิธีแรก แต่จะเพิ่มความละเอียดมากกว่า โดยหักความสอดคล้องที่จะอาจเกิดขึ้นโดยบังเอิญแล้วมีผลทำให้ความเชื่อมั่นสูงเกินจริง นำผลการวัดนำมาจัดลงในตารางเพื่อหาความเชื่อมั่น ดังนี้

(ฉบับ ข) ครั้งที่ 1 (ฉบับ ก.)	ครั้งที่ 2			
		ผ่านเกณฑ์	ไม่ผ่านเกณฑ์	รวม
ผ่านเกณฑ์		a	b	a+b
ไม่ผ่านเกณฑ์		c	d	c+d
รวม		a+c	b+d	N

คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นจากสูตร

$$K = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e}$$

เมื่อ K คือ ค่าความเชื่อมั่น

$$P_o \text{ คือ } \text{ค่าความเชื่อมั่นตามวิธีของคาร์เวอร์} = \frac{a+d}{N}$$

$$P_e \text{ คือ } \text{อัตราส่วนความสอดคล้องที่คาดหวัง} \\ = (a+b)(c+d) + (a+c)(b+d)$$

#### 2.4.2 กรณีวัดครั้งเดียว

การหาความเชื่อมั่นในกรณีวัดครั้งเดียวมีแนวคิดเพื่อตรวจหาความสอดคล้องของคะแนนแต่ละคนที่แปรปรวนไปจากคะแนนจุดตัด โดยใช้แบบวัด 1 ฉบับกับนักเรียนกลุ่มเดียว ซึ่งมีวิธีคำนวณที่นิยมคือวิธีของลิวิงสตัน (Livingston Method) และวิธีของโลเวท (Lovett Method) อย่างไรก็ตามวิธีของโลเวทถือว่าเป็นวิธีที่สะท้อนแนวคิดการประเมินในชั้นเรียนและเป็นที่ยอมรับ ดังนี้

คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นจากสูตร

$$r_{cc} = \frac{1 - K \sum X_i - \sum X_i^2}{(K-1) \sum (X_i - C)^2}$$

เมื่อ	$r_{cc}$	คือ	ค่าความเชื่อมั่น
	K	คือ	จำนวนข้อ
	$X_i$	คือ	คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
	C	คือ	คะแนนเกณฑ์

ระดับความเชื่อมั่นที่ยอมรับในการพิจารณาว่า ค่าความเชื่อมั่นเท่าไรจึงจะเป็นที่ยอมรับได้นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องมือโดยทั่วไปแล้วเครื่องมือวัดด้านความรู้สึกรู้สึกจะมีความเชื่อมั่นต่ำกว่าเครื่องมือวัดด้านสติปัญญา เหตุผลก็เพราะกรอบของความรู้สึกหรือเนื้อหาของความรู้สึกไม่แน่นอนจริงๆ เป็นลักษณะโครงสร้าง (Construct) ไม่มีความแน่นอนเหมือนกรอบหรือเนื้อหาของด้านสติปัญญา เช่น เนื้อหาในวิชาต่างๆ วิธีการให้คะแนนมีเกณฑ์ที่ไม่แน่นอน เพราะความรู้สึกไม่มีกฎมีผิด ระบบการให้คะแนนจึงไม่ค่อยแน่นอน คะแนนที่ได้จึงทำให้ความเชื่อมั่นส่วนใหญ่ต่ำ ขณะที่ข้อสอบมาตรฐานด้านสติปัญญามีความเชื่อมั่นสูงถึง .90 และมีค่าต่ำเพียง .70 ที่สูงถึง .90 ขึ้นไปก็มีบ้างแต่น้อย เกเบิล กล่าวว่าเครื่องมือวัดด้านความรู้สึกหรือจิตพิสัย ควรมีความเชื่อมั่นอย่างต่ำ .70 (Gable, 1986 : 147) ส่วนนั้นนั้ลสัมองแบบทดสอบทั่วไปใช้ในการทำวิจัย ควรมีความเชื่อมั่น .80 ไม่ถือว่าสูงมากนัก (Nunn ally, 1967 : 226)

## 2.5 ความเป็นปรนัย

เครื่องมือในการวิจัยที่มีความเป็นปรนัย จะต้องมึลักษณะ 3 ประการ ดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2543 : 186-187)

2.5.1 ความเป็นปรนัยของเครื่องมือวัด เป็นลักษณะของเครื่องมือที่มีความชัดเจนที่จะนำไปใช้ได้ถูกต้องและมีความเข้าใจที่สอดคล้องกัน อาทิ แบบสอบถามที่มีความเป็นปรนัยของเครื่องมือ หมายถึง แบบทดสอบนั้นมีข้อความชัดเจน อ่านง่าย สื่อความหมายที่มีความเข้าใจ ที่สอดคล้องกันโดยไม่ต้องตีความหมาย

2.5.2 ความเป็นปรนัยของกฎเกณฑ์การให้คะแนน เป็นลักษณะของกฎเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความชัดเจนในลักษณะที่ต้องการวัด โดยกำหนดให้ผู้ใดตรวจให้คะแนนก็จะให้คะแนนในลักษณะเดียวกัน

2.5.3 ความเป็นปรนัยของการแปลความหมายคะแนน ที่เป็นความชัดเจนในการนำคะแนน ที่ได้จากการให้คะแนนไปใช้ได้อย่างสอดคล้องกัน

## 3. ประโยชน์ของการวิเคราะห์ข้อสอบ

3.1 ทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานของตัวข้อสอบและคำตอบ รวมถึงข้อสอบแต่ละข้อได้ทำหน้าที่วัดผลสัมฤทธิ์อย่างมีคุณภาพเพียงใด

3.2 ชี้ให้เห็นถึงจุดอ่อนที่ผู้สอนหรือผู้เรียนต้องปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาความสามารถและทักษะของผู้เรียนให้เป็นตามที่คาดหวัง

3.3 เป็นพื้นฐานสำคัญในการปรับปรุงพัฒนาการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านพฤติกรรมกรเรียนรู้ที่เหมาะสมสำหรับเนื้อหาวิชานั้นๆ

3.4 ช่วยเพิ่มทักษะในการสร้างข้อสอบ ทำให้ทราบถึงอำนาจการจำแนกระดับความยากง่าย ประสิทธิภาพของตัวลวง ตลอดจนการเขียนข้อสอบในลักษณะใดจึงจะได้ข้อสอบที่ดี

3.5 ทำให้สามารถคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพมารวมเป็นฉบับข้อสอบที่ดีที่สุดสามารถจัดทำข้อสอบคู่ขนานและเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาแบบสอบมาตรฐาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ข้อสอบที่ดีควรมีค่าความยากง่ายที่เหมาะสมและมีอำนาจจำแนกสูง ค่าเฉลี่ยความยากง่ายของข้อสอบทั้งฉบับควรมีค่าประมาณ 0.50 แต่อย่างไรก็ตามในการคัดเลือกข้อสอบจะต้องคำนึงถึงความสมดุลระหว่างข้อสอบที่มีสถิติเหมาะสมกับข้อสอบที่วัด ครอบคลุมเนื้อหา และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง บางครั้งอาจมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ข้อสอบที่มีอำนาจการจำแนกไม่สูงนัก เพื่อให้มีข้อสอบที่วัดครอบคลุมเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ที่ต้องการจะวัด

ผลการวิเคราะห์ข้อสอบถ้าพบว่า ข้อสอบไม่มีคุณภาพควรกลับมาพิจารณาว่าเกิดจากสาเหตุใด ข้อคำถามไม่มีความเป็นปรนัยหรือไม่ รวมทั้งต้องพิจารณาที่ตัวเลือกด้วยว่าเป็นไปตามหลักการเขียนข้อสอบที่ดีหรือไม่ และดำเนินการปรับปรุงข้อสอบ รวมทั้งนำไป Try out อีกครั้ง เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของข้อสอบต่อไป

จากการศึกษาข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของนักการศึกษาหลายท่านที่กล่าวมาข้างต้น แบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์ เรื่องการเคลื่อนที่แนวตรง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ การหาคุณภาพของแบบทดสอบ ผู้วิจัยได้เลือกดัชนีที่บ่งชี้คุณภาพของข้อสอบสำหรับแบบสอบอิงเกณฑ์ ได้แก่ ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง (Item – Objective Congruence: IOC) ตามวิธีของโรวินลลีและแฮมบิลตัน ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty: P) อำนาจจำแนกโดยวิธีของเบรนนัน และความเชื่อมั่น (Reliability:  $r_{cc}$ ) โดยใช้สูตรของโลเวทท์

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยภายในประเทศ

จตุพร แสนเมืองชิน (2551 : 130-131) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 จำนวน 4 ฉบับ คือ อัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน สัดส่วน และร้อยละ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2550 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1 จำนวน 846 คน ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบเพื่อสำรวจ หาโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน เป็นผู้พิจารณา โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องตามวิธีของ โรวินลลีและแฮมบิลตัน ซึ่งการประเมินพิจารณาปรากฏว่า ข้อสอบมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .80 ถึง 1.00 นั่นคือข้อสอบที่สร้างขึ้นวัดได้ตรงและครอบคลุมผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของเนื้อหาในหลักสูตรได้จริง

2. ค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวินิจัย จากการทดสอบครั้งที่ 1 และ 2 ได้ผลดังนี้

จากการทดสอบวินิจัยครั้งที่ 1 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .12 ถึง .88 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .01 ถึง .72 การทดสอบครั้งที่ 2 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง .03 ถึง .55 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .03 ถึง .93

3. ค่าสถิติพื้นฐาน ของแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ

จากการทดสอบครั้งที่ 2 ปรากฏว่า แบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ มีคะแนนเฉลี่ย 12.38, 16, 11.03 และ 5.87 ตามลำดับ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.59, 3.16, 3.86 และ 2.06 ตามลำดับ

4. ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ ฉบับที่ 1 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .719 ฉบับที่ 2 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .748 ฉบับที่ 3 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .876 และฉบับที่ 4 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .728

5. วิเคราะห์จุดบกพร่องของแบบทดสอบทั้ง 4 ฉบับ

ฉบับที่ 1 เรื่องอัตราส่วนและอัตราส่วนที่เท่ากัน นักเรียนมีความบกพร่องดังนี้  
จุดประสงค์ที่ 1 จุดบกพร่องที่นักเรียนพบมากที่สุดคือ บกพร่องในเรื่องการสลับที่อัตราส่วน ทำให้อัตราส่วนผิด

จุดประสงค์ที่ 2 จุดบกพร่องที่นักเรียนพบมากที่สุดคือ บกพร่องโดยคุณตัวเลขและตัวส่วนที่ไม่ใช่ตัวเดียวกัน

จุดประสงค์ที่ 3 จุดบกพร่องที่นักเรียนพบมากที่สุดคือ บกพร่องที่เกิดจากการสะเพร่าในการคิดคำนวณ ทำให้คำตอบที่คำนวณออกมาผิด

ฉบับที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนของจำนวนหลาย ๆ จำนวน นักเรียนมีความบกพร่องดังนี้

จุดประสงค์ที่ 4 จุดบกพร่องที่นักเรียนพบมากที่สุดคือ ความบกพร่องที่เกิดจากการไม่เข้าใจโจทย์ ไม่เข้าใจเรื่องอัตราส่วนหลาย ๆ จำนวน

ฉบับที่ 3 เรื่อง สัดส่วน นักเรียนมีความบกพร่องดังนี้

จุดประสงค์ที่ 5 จุดบกพร่องที่นักเรียนพบมากที่สุดคือ การคิดคำนวณนักเรียนเกิดความสะเพร่าในการคำนวณ ทำให้คำตอบที่ออกมาผิด

จุดประสงค์ที่ 6 จุดบกพร่องที่นักเรียนพบมากที่สุดคือ การคิดคำนวณนักเรียนเกิดความสะเพร่าในการคำนวณ ทำให้คำตอบที่ออกมาผิด

ฉบับที่ 4 เรื่อง ร้อยละ นักเรียนมีความบกพร่องดังนี้

จุดประสงค์ที่ 7 จุดบกพร่องที่นักเรียนพบมากที่สุดคือ การคิดคำนวณนักเรียนเกิดความสะเพร่าในการคำนวณ ทำให้คำตอบที่ออกมาผิด

จุดประสงค์ที่ 8 จุดบกพร่องที่นักเรียนพบมากที่สุดคือ การคิดคำนวณนักเรียนเกิดความสะเพร่าในการคำนวณ ทำให้คำตอบที่ออกมาผิด

6. ผลการเปรียบเทียบข้อบกพร่องของผู้เรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละระหว่างนักเรียนหญิงกับนักเรียนชายไม่แตกต่างกัน

7. ผลการเปรียบเทียบข้อบกพร่องของผู้เรียนในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนและร้อยละระหว่างโรงเรียนสังกัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน (ขยายโอกาส) กับนักเรียนในสังกัดการศึกษาขั้นพื้นฐานแตกต่างกัน

สุรพรรณ วีระสอน ( 2551 : 105-107) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ร้อยเอ็ด เขต 1 ของโรงเรียนที่เปิดสอนช่วงชั้นที่ 3 และช่วงชั้นที่ 4 จำนวน 520 คน โดยแบบทดสอบที่สร้างขึ้นมี 4 ฉบับ คือ แบบทดสอบเรื่องทบทวนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบทดสอบเรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบทดสอบเรื่องการแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แบบทดสอบเรื่องโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผลการวิจัยปรากฏดังนี้

1. ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น

แบบทดสอบฉบับที่ 1 มีข้อสอบจำนวน 15 ข้อ มีความยากตั้งแต่ .30 - .91 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .30 - .76 ค่าความเชื่อมั่นโดยสูตรลิวตันเท่ากับ 0.95

แบบทดสอบฉบับที่ 2 มีข้อสอบจำนวน 22 ข้อ มีความยากตั้งแต่ .51 - .84 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .34 - .75 ค่าความเชื่อมั่นโดยสูตรลิวตันเท่ากับ 0.88

แบบทดสอบฉบับที่ 3 มีข้อสอบจำนวน 8 ข้อ มีความยากตั้งแต่ .57 - .76 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .04 - .75 ค่าความเชื่อมั่นโดยสูตรลิวตันเท่ากับ 0.85

แบบทดสอบฉบับที่ 4 มีข้อสอบจำนวน 15 ข้อ มีความยากตั้งแต่ .42 - .86 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .23 - .65 ค่าความเชื่อมั่นโดยสูตรลิวตันเท่ากับ 0.81

2. ค่าความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับ ได้รับการพิจารณาตัดสินจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและนักวัดผลการศึกษา พบว่า ระหว่างเนื้อหากับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมมีความสอดคล้องกัน และข้อสอบแต่ละข้อสามารถวัดได้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมจริง

3. วิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งสี่ฉบับผลปรากฏว่าแต่ละฉบับนักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

แบบทดสอบฉบับที่ 1 ทบทวนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ไม่เข้าใจนิยามของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
2. หาคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไม่เป็น
3. ไม่เข้าใจความหมายของการเท่ากันในประโยคภาษา
4. แยกไม่ได้ว่าประโยคสัญลักษณ์ใดเป็นสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
5. ไม่เข้าใจความหมายของการเท่ากันในประโยคภาษา
6. ไม่เข้าใจความหมายของการบวกในประโยคภาษา
7. ไม่เข้าใจความหมายของการลบในประโยคภาษา



8. ไม่เข้าใจความหมายของการคูณในประโยคภาษา
9. ไม่เข้าใจความหมายของการหารในประโยคภาษา
10. ไม่สามารถใช้สัญลักษณ์แทนข้อความได้

แบบทดสอบฉบับที่ 2 อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ไม่เข้าใจนิยามของอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
2. หาคำตอบของอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไม่เป็น
3. แยกไม่ถูกว่าประโยคสัญลักษณ์ใดเป็นอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
4. ไม่เข้าใจความหมายของการไม่เท่ากันในประโยคภาษา
5. ไม่สามารถใช้สัญลักษณ์แทนข้อความได้

แบบทดสอบฉบับที่ 3 การแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้

1. ไม่เข้าใจนิยามของอสมการที่สมมูลกัน
2. หาคำตอบของอสมการที่สมมูลกันไม่ได้
3. เขียนกราฟแสดงคำตอบของอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไม่ได้
4. ไม่เข้าใจประโยคภาษาเขียนแสดงกราฟได้ไม่ถูกต้อง
5. ระบุตำแหน่งของคำตอบในรูปกราฟแสดงคำตอบไม่ได้
6. ใช้คุณสมบัติการไม่เท่ากันของการบวกผิด
7. ใช้คุณสมบัติการไม่เท่ากันของการตัดออกสำหรับการบวกผิด (การลบ)
8. ใช้คุณสมบัติการไม่เท่ากันของการคูณผิด
9. ใช้คุณสมบัติการไม่เท่ากันของการตัดออกสำหรับการคูณผิด (การหาร)
10. บวก ลบ คูณ หาร จำนวนจริงผิด
11. ไม่เปลี่ยนเครื่องหมายเมื่อนำจำนวนเต็มลบมาคูณเข้า
12. เปลี่ยนหรือตัดแปลงรูปของอสมการผิด

แบบทดสอบฉบับที่ 4 โจทย์เกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว นักเรียนมีจุดบกพร่อง ดังนี้

1. กำหนดความสัมพันธ์ของอสมการผิด
2. ไม่เข้าใจความหมายของการไม่เท่ากันในประโยคภาษา
3. ไม่เข้าใจความหมายของการบวกในประโยคภาษา
4. ไม่เข้าใจความหมายของการลบในประโยคภาษา
5. ไม่เข้าใจความหมายของการคูณในประโยคภาษา
6. ไม่เข้าใจความหมายของการหารในประโยคภาษา
7. ตัวแปรที่กำหนดและอสมการที่สร้างไม่สัมพันธ์กัน
8. แปลความในการตอบผิดจากที่โจทย์ถาม
9. แสดงวิธีการแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวผิด

อุบลวรรณ อ่อนตะวัน (2551 : 58-59) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยเรื่อง สมการ และการแก้สมการ ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2550 ของโรงเรียนสำนักงานเขตจอมทอง สังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 330 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง สมการและการแก้สมการ โดยมีแบบทดสอบจำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 การแก้โจทย์ปัญหา เรื่องการบวกและลบโดยใช้สมการ และฉบับที่ 2 การแก้โจทย์ ปัญหาการคูณและการหารโดยใช้สมการ เป็นแบบทดสอบปรนัยแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ฉบับละ 20 ข้อ ผลการศึกษาพบว่า

1. คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่อง ฉบับที่ 1 มีค่าความยากระหว่าง 0.51 – 0.93 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.22 – 0.74 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 ส่วนแบบทดสอบฉบับที่ 2 มีค่าความยากระหว่าง 0.53 – 0.89 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.43 – 0.73 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 ส่วนค่าความเที่ยงตรง โดยวิธีหาค่าดัชนี ความสอดคล้องพบว่ามีความตรงทุกข้อ

2. ผลการวิเคราะห์ความบกพร่องในการเรียนกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ และการแก้สมการ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนในสำนักงานเขตจอมทอง สังกัดกรุงเทพมหานคร ฉบับที่ 1 การแก้โจทย์ปัญหาการบวกและลบโดยใช้สมการพบว่าจำนวน นักเรียนที่ไม่บกพร่องคิดเป็นร้อยละ 33.64 ส่วนที่เหลือร้อยละ 66.30 มีความบกพร่องในด้าน ลบผิด บวกผิด เขียนสมการผิดและคำนวณผิด และไม่สามารถเขียนสมการได้คิดเป็นร้อยละ 69.99, 75.15, 82.73, 45.74 และ 60.90 ตามลำดับ ฉบับที่ 2 การแก้โจทย์ปัญหาการคูณ และการหารโดยใช้สมการ พบว่าจำนวนนักเรียนที่ไม่บกพร่องคิดเป็นร้อยละ 32.12 ส่วนที่เหลือ ร้อยละ 67.88 มีความบกพร่องในด้าน การคูณผิด หารผิด เขียนสมการผิด และคำนวณผิด และ ไม่สามารถเขียนสมการได้คิดเป็นร้อยละ 78.18, 80.91, 60.91, 72.12 และ 46.67 ตามลำดับ

ไฉน เฝือกไร่ (2553 : 116-117) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยกลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ เรื่องการสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี เขต 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาอุบลราชธานี เขต 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 808 คน โดยมีการทดสอบ 4 ครั้ง เพื่อหาค่าความเชื่อถือได้และคะแนนจุดตัด ผลการ วิจัยพบว่า

1. แบบทดสอบวินิจฉัยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืชที่สร้างขึ้นเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 3 ฉบับ มีการ ทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพข้อสอบจำนวน 4 ครั้ง

2. คุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่องการ สืบพันธุ์และการขยายพันธุ์พืช มีดังนี้

ฉบับที่ 1 ความแตกต่างของพืชไร้ดอกและพืชดอก จำนวน 22 ข้อ มีค่า ความแม่นยำตรงเชิงเนื้อหาระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 ค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.67

ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ 0.31 ถึง 0.65 ค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ 0.83  
ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด 1.94 คะแนนจุดตัด 18

ฉบับที่ 2 การสืบพันธ์แบบอาศัยเพศของพืชดอก จำนวน 22 ข้อ มีค่าความแม่นยำเชิงเนื้อหาระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 ค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.36 ถึง 0.77  
ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ 0.32 ถึง 0.77 ค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ 0.83  
ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด 2.11 คะแนนจุดตัด 18

ฉบับที่ 3 การขยายพันธุ์พืชแบบไม่อาศัยเพศของพืชและเทคโนโลยีกับการขยายพันธุ์พืช จำนวน 21 ข้อ มีค่าความแม่นยำเชิงเนื้อหาระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 ค่าความยากของข้อสอบตั้งแต่ 0.53 ถึง 0.79 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบตั้งแต่ 0.24 ถึง 0.82 ค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ 0.89 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด 1.60 คะแนนจุดตัด 17

ขวัญใจ สายสุวรรณ (2554 : 118- 120) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 342 คนจากโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามหาสารคาม เขต 1 โดยแบบทดสอบ มี 3 ตอน ผลการวิจัยปรากฏว่า

#### ตอนที่ 1 การสร้างแบบทดสอบวินิจัย

จากการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ที่สำคัญ เรื่อง เลขยกกำลัง ธรรมชาติของคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดเป็นโครงสร้างของแบบทดสอบ 3 ตอน คือ ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเลขยกกำลัง การดำเนินการของเลขยกกำลัง และการนำไปใช้ เพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนแล้วนำผลการทดสอบมารวบรวมคำตอบผิด รวมทั้งเหตุผลในการตอบและวิเคราะห์หาจุดบกพร่องของคำตอบผิดนั้น คัดเลือกคำตอบผิดและเหตุผลที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดมาข้อละ 3 คำตอบเพื่อใช้เป็นตัวลง และเหตุผลในการสร้างแบบทดสอบวินิจัย ซึ่งปรากฏว่าคำตอบที่นักเรียนส่วนใหญ่ตอบผิดทั้ง 3 คำตอบ ของข้อสอบแต่ละข้อในแบบทดสอบทั้ง 3 ตอน สามารถชี้จุดบกพร่องของนักเรียนได้

#### ตอนที่ 2 การทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ

##### 1. การทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ

จากการนำแบบทดสอบวินิจัยทั้ง 3 ตอน ที่สร้างขึ้นจากการทดสอบเพื่อสำรวจความรู้พื้นฐานของนักเรียนไปทดสอบกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

แบบทดสอบวินิจัยตอนที่ 1 ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเลขยกกำลัง มีค่าความยากตั้งแต่ 0.38 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.11 – 0.54

แบบทดสอบวินิจัยตอนที่ 2 การดำเนินการของเลขยกกำลัง มีค่าความยากตั้งแต่ 0.34 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.13 – 0.78

แบบทดสอบวินิจฉัยตอนที่ 3 การนำไปใช้ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.38 – 0.68 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.25 – 0.60

ดังนั้น จึงถือได้ว่าข้อสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คัดเลือกข้อสอบไว้ทุกข้อ

## 2. การทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ

นำแบบทดสอบวินิจฉัย จำนวน 3 ตอน ที่ผ่านการคัดเลือกแล้วจากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพรายข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้วหาคุณภาพ ดังนี้

2.1 ค่าความตรงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ตอน ได้รับการพิจารณาตัดสินจากผู้เชี่ยวชาญทางและนักวัดผลการศึกษา พบว่าข้อสอบแต่ละข้อสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้จริง

2.2. ค่าสถิติพื้นฐานของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ตอน จากการทดสอบเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ พบว่า แบบทดสอบวินิจฉัยความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเลขยกกำลัง การดำเนินการของเลขยกกำลัง และการนำไปใช้ มีคะแนนเฉลี่ย 6.23, 5.93 และ 6.05 ตามลำดับ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนเป็น 3.09, 2.32 และ 3.49 ตามลำดับ แสดงว่าแบบทดสอบตอนที่ 3 มีคะแนนแตกต่างกัน ส่วนแบบทดสอบตอนที่ 2 มีคะแนนใกล้เคียงกัน

2.3 ค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ผลการวิเคราะห์พบว่า ข้อสอบทุกข้อในแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ตอน มีค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก ตามเกณฑ์ที่กำหนดดังนี้ แบบทดสอบตอนที่ 1 ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเลขยกกำลัง มีค่าความยากตั้งแต่ 0.53 – 0.75 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.37 – 0.61 แบบทดสอบตอนที่ 2 การดำเนินการของเลขยกกำลัง มีค่าความยากตั้งแต่ 0.44 – 0.75 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.22 – 0.52 แบบทดสอบตอนที่ 3 การนำไปใช้ มีค่าความยากตั้งแต่ 0.52 – 0.72 มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.45 – 0.81

2.4 คะแนนจุดตัดของแบบ ทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ตอน ซึ่งหาโดยใช้วิธีของแกลส พบว่าทั้ง 3 ตอน มีคะแนนจุดตัดเท่ากันคือ 4 จากจำนวนข้อสอบตอนละ 10 ข้อ

2.5 ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 3 ตอน ซึ่งหาโดยใช้สูตรไบโนเมียลของโลเวทท์ ผลปรากฏว่าทั้ง 3 ตอน มีค่าความเที่ยงเป็น 0.8478, 0.6729 และ 0.9001 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัดของแบบทดสอบทั้ง 3 ตอนมีค่า  $\pm 1.2054$ ,  $\pm 1.3268$  และ  $\pm 1.1028$  ตามลำดับ

ตอนที่ 3 การวิเคราะห์จุดบกพร่องที่นักเรียนตอบผิดจากแบบทดสอบทั้ง 3 ตอน

ตอนที่ 1 ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับเลขยกกำลัง นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้ ไม่เข้าใจนิยามของเลขยกกำลัง ทำให้บอกความหมายของเลขยกกำลังถูกแต่ให้เหตุผลผิด คิดเป็นร้อยละ 17.35 ไม่เข้าใจหลักการอ่านเลขยกกำลัง คิดเป็นร้อยละ 17.65 และเขียนเลขยกกำลังไม่ถูกต้องเนื่องจากแปลนิยามของเลขยกกำลังผิด คิดเป็นร้อยละ 16.66

ตอนที่ 2 การดำเนินการของเลขยกกำลัง นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้ ไม่เข้าใจหลักการคูณเลขยกกำลัง เมื่อเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวก เนื่องจากสับสนเกี่ยวกับเครื่องหมาย คิดเป็นร้อยละ 9.65 ไม่เข้าใจหลักการหารเลขยกกำลัง เมื่อเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มบวก เนื่องจากแปลสมบัติของการหารเลขยกกำลังผิด คิดเป็นร้อยละ 31.43 และไม่เข้าใจหลักการคูณและหารเลขยกกำลัง เมื่อเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม ทำให้คำนวณหาคำตอบผิด คิดเป็นร้อยละ 23.25

ตอนที่ 3 การนำไปใช้ นักเรียนมีจุดบกพร่องดังนี้ ไม่เข้าใจหลักการเขียนจำนวนที่มีค่ามาก ๆ ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ เนื่องจากเขียนเลขชี้กำลังไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 12.87 และไม่เข้าใจหลักการเขียนจำนวนที่มีค่าน้อย ๆ ให้อยู่ในรูปสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ เนื่องจากเขียนเลขชี้กำลังไม่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 22.12

### งานวิจัยต่างประเทศ

ทรีกัส และคณะ (David F. Treagust and other. 2002 : 412-A) ได้ศึกษาการพัฒนาและการประยุกต์เครื่องมือวัดแนวคิดวินิจัยตัวเลือกสองลำดับชั้น เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ในการวิเคราะห์เคมีอินทรีย์เชิงคุณภาพ การพัฒนาเครื่องมือวัดวินิจัย ได้ถูกกำหนดแนวทางโดยการวางกรอบโครงสร้างโดยทรีกัส เครื่องมือถูกนำไปใช้กับนักเรียนเกรด 10 จำนวน 915 คน (อายุ 15 – 17 ปี) จากโรงเรียน 11 แห่ง หลังจากนักเรียนได้เรียนรู้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องแล้ว และในการวิเคราะห์คุณภาพแบบทดสอบ ได้ค่าความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัดเท่ากับ 0.68 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.17 – 0.48 และอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.53 และจากการศึกษาพบว่า นักเรียนเกรด 10 มีปัญหาในการทำ ความเข้าใจปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องในการวินิจัยไอออนประจุบวกและไอออนประจุลบ เช่น ปฏิกิริยาการแทนที่ ผลการศึกษา ถูกนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน และการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

ชุง-ชิน เชน และ มิง-เลียง ลิน (Chung-Chih Chen and Ming-Liang Lin. 2003 : 287 – 294) ได้ศึกษาการพัฒนาโครงสร้างแบบทดสอบวินิจัยสองลำดับชั้น เพื่อประเมินความเข้าใจของนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา เกรด 10 ถึงเกรด 12 จากประชากร 20,000 คน กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 317 คน ผลการศึกษาพบว่า โครงสร้างแบบทดสอบวินิจัยสองลำดับชั้นได้ถูกออกแบบมาในรูปแบบพิเศษ มีลักษณะเฉพาะดังนี้

1. จำนวนข้อสอบ 8 ข้อ
2. รูปแบบคำตอบ แบบเลือกตอบ ตัวเลือกสองลำดับชั้น โดยขั้นที่ 1 เลือกตอบคำตอบที่ถูกต้องตามเนื้อหาวิชา ขั้นที่ 2 เลือกเหตุผลที่สนับสนุนคำตอบแรก รวมทั้งแสดงแนวความคิดของตนเอง
3. ระดับชั้นเรียน เกรด 10 -12
4. เวลาที่ใช้ในการสอบ 15 -20 นาที



5. อำนาจจำแนก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.58 โดยค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.30–0.40 (1 ข้อ) 0.40-0.60 (3 ข้อ) 0.60-0.80 (4 ข้อ)

6. ค่าความยาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.43 โดยค่าความยากระหว่าง 0.20-0.40 (4 ข้อ) 0.40-0.60 (2 ข้อ) 0.60-0.80 (2 ข้อ)

7. ค่าความเที่ยงตรง เท่ากับ 0.74

Kopsovich (2003 : 3100-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียนกับคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ ในการทดสอบทักษะความรู้ในรัฐเท็กซัส โดยมีความมุ่งหมายเพื่อการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียน ส่งผลต่อคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ ในการสอบทักษะความรู้ในรัฐเท็กซัสได้อย่างไร โดยคำถามการวิจัยได้แก่

- 1) มีความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเรียนรู้ของนักเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หรือไม่ และ
- 2) มีความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มชาติพันธุ์ เพศ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หรือไม่

ผู้ศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียน 5 ระดับ จำนวน 500 คน วิเคราะห์ข้อมูลตามแบบเพียร์สัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ผลการวิจัยพบว่า ลักษณะการเรียนรู้มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีชาติพันธุ์ทางตะวันตก มีความมุ่งมั่นที่จะแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ยุ่งยาก นักเรียนชาติพันธุ์เม็กซิกัน ชอบบรรยากาศการเรียนที่เป็นกันเองและต้องการเอาใจใส่จากครูผู้สอน ส่วนนักเรียนอเมริกันนิโกรชอบการเรียนแบบเคลื่อนไหว นักเรียนหญิงนักเรียนชายชอบบรรยากาศการเรียนที่สวยงาม ต้องการอาหารเครื่องดื่ม ต้องการความสำเร็จ ต้องการสนับสนุนจากครูและผู้ปกครอง แต่นักเรียนชายเข้าเรียนสาย ข้อเสนอแนะก็คือถ้าครูมีข้อมูลข้างต้นก็จะเกิดประโยชน์ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน

## กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาแนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยได้นำมาจัดทำเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

