

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างแบบทดสอบวินิจัย วิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมบัติเชิงกลของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

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

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1 ประชากร

ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จากโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จำนวน 35 โรงเรียน จำนวนนักเรียน 6,244 คน

ตารางที่ 3.1

จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จากโรงเรียน มัธยมศึกษา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จังหวัดมหาสารคาม ดังตาราง

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
ใหญ่พิเศษ	สารคามพิทยาคม	16	651
	ผดุงนารี	13	605
	พยัคฆภูมิวิทยาคาร	10	461
	วาปีปทุม	12	575
ใหญ่	บรบือ	12	517
	บรบือวิทยาคาร	9	358
	นาเชือกพิทยาสรรค์	10	361

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนห้องเรียน	จำนวนนักเรียน
	นาคนประชาสรรพ์	6	256
	โกสุมวิทยาสรรค์	9	399
	เขวไร่ศึกษา	5	203
	เซียงยีนพิทยาคม	8	319
กลาง	กันทรวิชัย	5	161
	เหล่ายาววิทยาการ	3	119
	ดงใหญ่วิทยา รัชมิ่งคลาภิเชก	2	78
	ดงบังพิสัยนวกานุสรณ์	6	120
	มัธยมยางสีสุราช	4	131
	ชื่นชมพิทยาคาร	4	132
เล็ก	มหาวิชานุกูล	2	62
	มหาชัยวิทยาการ	3	82
	แกดำพิทยาคาร	1	29
	มิตรภาพ	2	60
	เขวใหญ่พิทยาสรรค์	1	16
	โนนแดงพิทยาคม	2	47
	ยางพิทยาคม	2	52
	โนนราศีวิทยา	1	35
	หนองม่วงวิทยาการ	1	18
	ปอพานพิทยาคม รัชมิ่งคลา ภิเชก	1	42
	ภิเชก	2	50
	ประชาพัฒนา	2	61
	นาภูพิทยาคม	1	51
	เขื่อนพิทยาสรรค์	1	35
	โพนงามพิทยานุกูล	1	40
	วังยาวศึกษาวิทย์	1	21
	กู่ทองพิทยาคม	1	30
	กุดรังประชาสรรค์	2	67
	นาโพธิ์พิทยาสรรค์		
	รวม	161	6,244

หมายเหตุ. โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ จำนวนนักเรียน 2,500 คนขึ้นไป

โรงเรียนขนาดใหญ่ จำนวนนักเรียน 1,500 – 2,499 คน

โรงเรียนขนาดกลาง จำนวนนักเรียน 500 – 1,499 คน

โรงเรียนขนาดเล็ก จำนวนนักเรียน ต่ำกว่า 500 คน

3.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 397 คน จากโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 26 แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบเพื่อสำรวจข้อบกพร่องได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 26 จำนวน 75 คนจาก 2 โรงเรียน คือ โรงเรียนโพนงามพิทยานุกูล และโรงเรียนวัง ยาวศึกษาวิทย์ ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก รายละเอียดดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

รายชื่อโรงเรียนและจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้สำรวจข้อบกพร่อง

ที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	จำนวนนักเรียนที่ ทดสอบ
1	โรงเรียนโพนงามพิทยานุกูล	35	35
2	โรงเรียนวังยาวศึกษาวิทย์	40	40
	รวม	75	75

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบครั้งที่ 1 ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จำนวน 168 คน จาก 4 โรงเรียน คือ โรงเรียนสารคามพิทยาคม โรงเรียนโกสุมพิทยาสรรค์ โรงเรียนกันทรวิชัย และโรงเรียนมหาชัยวิทยาคาร ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่าง ง่ายด้วยวิธีการจับสลาก รายละเอียดดังตาราง ที่ 3.3

ตารางที่ 3.3

รายชื่อโรงเรียนและจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพ

ที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	จำนวนนักเรียนที่ทดสอบ
1	โรงเรียนสารคามพิทยาคม	651	45
2	โรงเรียนบรบือวิทยาคาร	358	40
3	โรงเรียนกันทรวิชัย	161	43
4	โรงเรียนมหาชัยวิทยาคาร	82	40
	รวม	1,246	168

3. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบครั้งที่ 2 ได้แก่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 จำนวน 120 คน จาก 4 โรงเรียน คือ โรงเรียนพัคฆภูมิพิสัย โรงเรียนเขียงยืนพิทยาคม โรงเรียนมัธยมยางสีสุราช และโรงเรียนนาโพธิ์ประชาสรรค์ ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับสลาก รายละเอียดดังตาราง ที่ 3.4

ตารางที่ 3.4

รายชื่อโรงเรียนและจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการหาคุณภาพ

ที่	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน	จำนวนนักเรียนที่ทดสอบ
1	โรงเรียนพัคฆภูมิพิสัย	461	40
2	โรงเรียนเขียงยืนพิทยาคม	329	40
3	โรงเรียนมัธยมยางสีสุราช	120	40
4	โรงเรียนนาโพธิ์พิทยาสรรค์	67	40
	รวม	977	120

4. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการค้นหาสาเหตุข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมบัติเชิงกลของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ ยามาเน่ โดยกำหนดระดับความคลาดเคลื่อนของการสุ่มที่ระดับ 0.05 ($\alpha = 0.05$) จากจำนวนประชากร 6,244 คน คำนวณโดยใช้สูตรของ ยามาเน่ (Yamane, 1967, p. 725)

อ้างถึงใน ไพศาล วรคำ, 2555, น. 101) พบว่าได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 397 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) โดยมีขั้นตอนการกำหนดกลุ่มตัวอย่างและวิธีการสุ่มตัวอย่าง ดังนี้

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรของ ยามาเน่ ดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (3-1)$$

เมื่อ n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N แทน ขนาดของประชากร

e แทน ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้เป็นสัดส่วน

ค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมรับได้ร้อยละ 5 หรือ เท่ากับ 0.05

ผลการคำนวณเป็นดังนี้

$$n = \frac{6,244}{1 + (6,244 \times 0.05^2)} \quad (3-2)$$

$$n = 375.92$$

เมื่อแทนค่าในสูตรพบว่าได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 376 คน แต่เมื่อสุ่มห้องเรียนโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก จากโรงเรียน จำนวน 10 ห้อง ในจำนวน 10 ห้อง มีจำนวนนักเรียนทั้งหมด 397 คน ผู้วิจัยจึงใช้กลุ่มตัวอย่าง 397 คน

ขั้นตอนในการสุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) ซึ่งมีขั้นตอนในการสุ่ม 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 จำแนกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ออกเป็นโรงเรียนได้ทั้งหมด 35 โรงเรียน

ขั้นที่ 2 จำแนกขนาดโรงเรียนตามเกณฑ์จำนวนนักเรียนออกเป็น 4 ขนาด คือ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ โรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง และ โรงเรียนขนาดเล็ก ตามเกณฑ์ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2548, น. 4) ซึ่งกำหนดขนาดโรงเรียน ดังนี้ คือ

ขั้นที่ 3 จำแนกขนาดโรงเรียนตามเกณฑ์จำนวนนักเรียนออกเป็น 4 ขนาด คือ โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ โรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนขนาดกลาง และ โรงเรียนขนาดเล็ก ตามเกณฑ์ของ

1. โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ คือ มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 2,500 คนขึ้นไป มีจำนวน 4 โรงเรียน มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2,292 คน

2. โรงเรียนขนาดใหญ่ คือ มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 1,500 - 2,499 คน มีจำนวน 7 โรงเรียน มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2,413 คน

3. โรงเรียนขนาดกลาง คือ มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 500 - 1,499 คน มีจำนวน 6 โรงเรียน มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 741 คน

4. โรงเรียนขนาดเล็ก คือ มีจำนวนนักเรียนตั้งแต่ 499 คนลงมา มีจำนวน 18 โรงเรียน มีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 798 คน

ขั้นที่ 4 สุ่มโรงเรียนแบบแบ่งชั้นลำดับส่วน (Proportional Stratified Random Sampling) (ไพศาล วรคำ, 2555, น. 95) มาศึกษาร้อยละ 25 ของโรงเรียนแต่ละขนาด โดยสุ่มได้โรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ 1 โรงเรียน โรงเรียนขนาดใหญ่ 2 โรงเรียน โรงเรียนขนาดกลาง จำนวน 2 โรงเรียน และโรงเรียนขนาดเล็ก 5 โรงเรียน

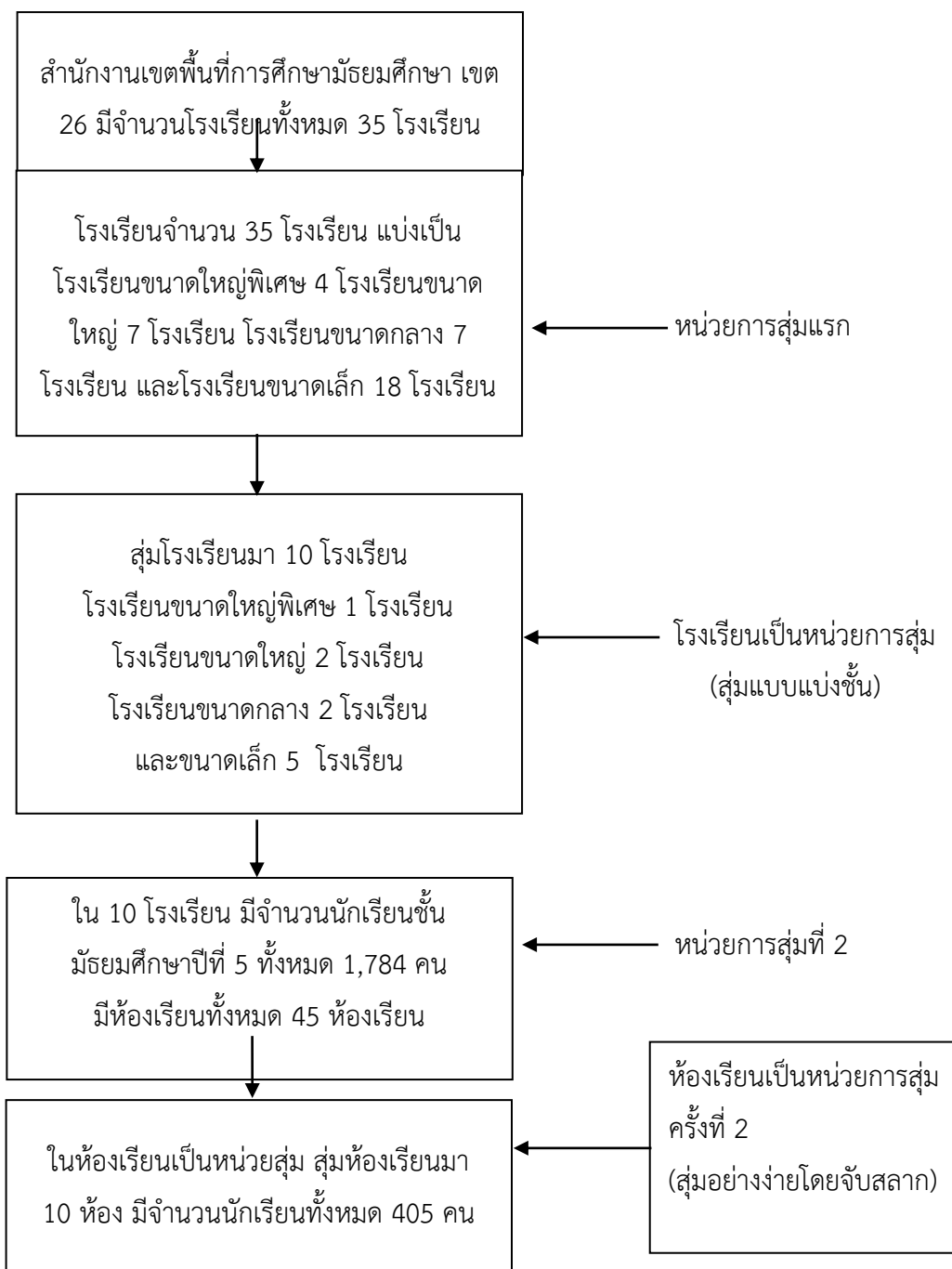
ขั้นที่ 5 สุ่มห้องเรียนโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling) ด้วยวิธีการจับสลาก จากโรงเรียน จำนวน 10 ห้อง โดยโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษสุ่มมา 1 ห้อง โรงเรียนขนาดใหญ่สุ่มมา 2 ห้อง โรงเรียนขนาดกลางสุ่มมา 2 ห้อง และโรงเรียนขนาดเล็กสุ่มมา 4 ห้อง โดยใช้นักเรียนแต่ละห้องเป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด รายละเอียดดังตาราง

ตารางที่ 3.5

รายชื่อโรงเรียนและจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบข้อบกพร่อง

ขนาดโรงเรียน	โรงเรียน	จำนวนนักเรียน
ขนาดใหญ่พิเศษ	โรงเรียนผดุงนารี	45
ขนาดใหญ่	โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์	43
	โรงเรียนเขว้าไร่ศึกษา	45
ขนาดกลาง	กันทรวิชัย	45
	ชื่นชมพิทยาคาร	40
ขนาดเล็ก	มิตรภาพ	30
	นาฏพิทยาคม	40
	มหาวิทยาลัยนุกูล	40
	แกดำวิทยาคาร	29
	ประชาพัฒนา	40
	รวม	397

จากที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการสุ่มแบบหลายขั้นตอน โดยสรุปเป็นขั้นตอนการสุ่มได้ดังภาพ
ที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้จะดำเนินการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมบัติเชิงกลของสาร จำนวน 3 ชุด คือ

ชุดที่ 1 แบบทดสอบสำรวจข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมบัติเชิงกลของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีลักษณะของแบบทดสอบจะมีโจทย์ข้อคำถามไว้เป็นข้อ ๆ และให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างที่เว้นไว้ พร้อมทั้งบอกเหตุผลของการตอบ หรือแสดงวิธีคิด ใช้ในการสำรวจคำตอบที่ผิดและจุดบกพร่องต่าง ๆ ของนักเรียน

ชุดที่ 2 แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมบัติเชิงกลของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 5 ฉบับ ซึ่งสร้างจากแบบทดสอบสำรวจ โดยจะมีคำถามเป็นคำถามเดียวกันกับแบบทดสอบสำรวจและบอกสาเหตุของการตอบในแต่ละตัวลวง เพื่อใช้ในการวินิจฉัยจุดบกพร่องในการตอบ

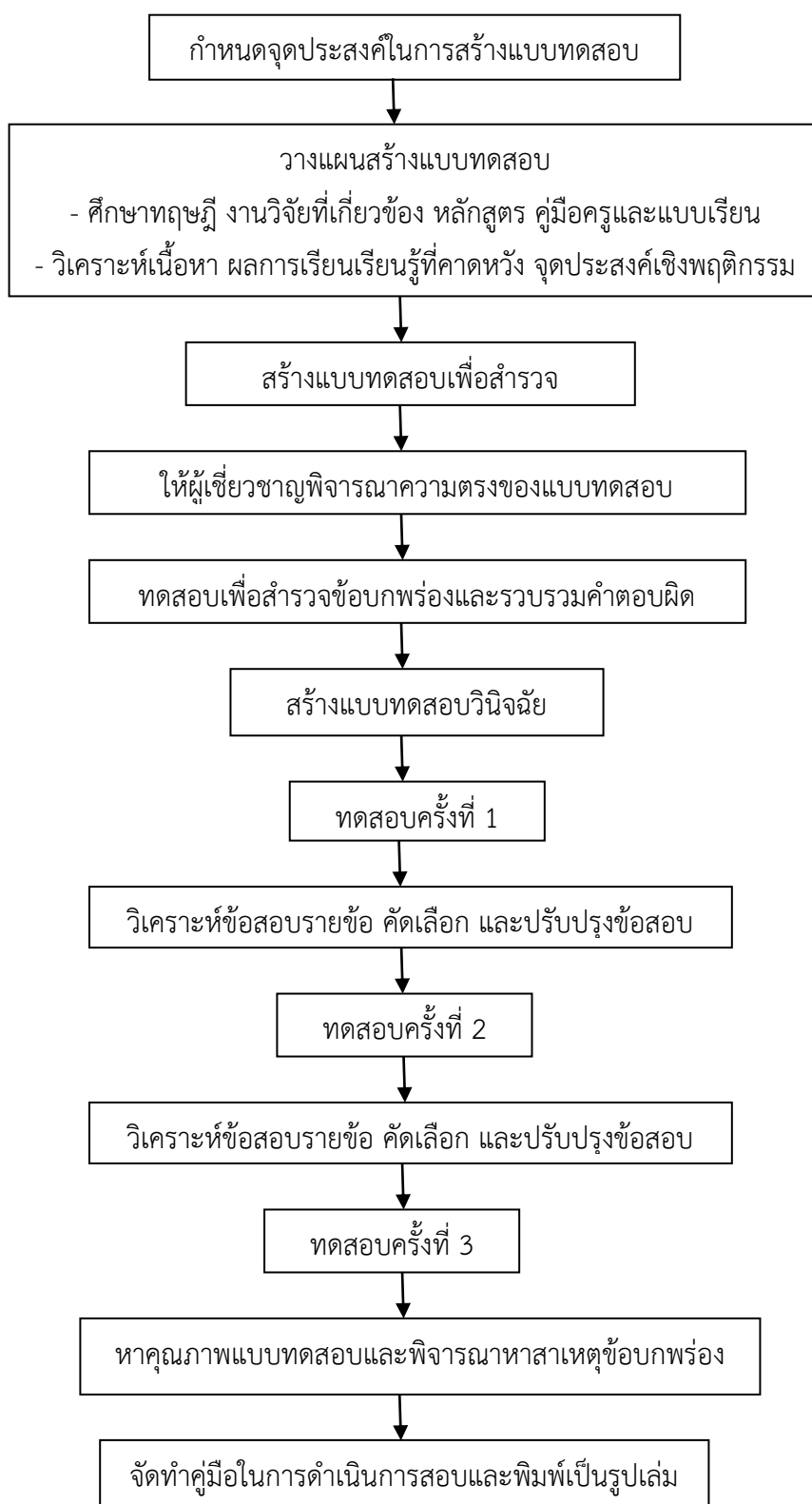
แบบทดสอบทั้งสองฉบับที่สร้างขึ้นได้ยึดเนื้อหาและผลการเรียนรู้ วิชาฟิสิกส์ 2 เรื่องสมบัติเชิงกลของสาร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยแบ่งออกเป็นฉบับย่อย ๆ ดังนี้

- ฉบับที่ 1 ความหนาแน่น และความดันในของไหล
- ฉบับที่ 2 กฎของพาสคัลและเครื่องอัดไฮดรอลิก
- ฉบับที่ 3 แรงลอยตัวและหลักของอาร์คิมิดีส
- ฉบับที่ 4 ความตึงผิวและความหนืด
- ฉบับที่ 5 พลศาสตร์ของของไหล

3.3 วิธีดำเนินการสร้างเครื่องมือ

ในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมบัติเชิงกลของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามลำดับขั้นตอนดังนี้

ลำดับขั้นในการพัฒนาและสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยแสดงไว้ดังนี้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย

จากภาพที่ 3.2 แสดงลำดับขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ โดยจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบในครั้งนี้ เพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจัยวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมบัติเชิงกลของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในสังกัดสำนักเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 นำไปใช้ทดสอบนักเรียนหลังจากสอนเนื้อหาแต่ละเนื้อหาสิ้นสุดลงเพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียน และใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและนำข้อมูลมาพิจารณาเพื่อประโยชน์ในการสอนซ่อมเสริมให้เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละคน

2. ศึกษาวางแผนในการสร้างแบบทดสอบ

2.1 ศึกษาทฤษฎี ลักษณะของแบบทดสอบวิธีการสร้างแบบทดสอบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบทดสอบวินิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ

2.2 ศึกษาหลักสูตร คู่มือการสอนฟิสิกส์ หนังสือแบบเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 เพื่อให้ทราบขอบเขตของเนื้อหาที่จะนำมาสร้างแบบทดสอบ

2.3 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมบัติเชิงกลของสารโดยยึดแนวทางหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เพื่อแบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ และเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

จากการวิเคราะห์เนื้อหาเรื่อง สมบัติเชิงกลของสาร จึงสร้างตารางเนื้อหาหลักเนื้อหารองที่จะสร้างแบบทดสอบ ดังแสดงในตาราง 3.6

ตารางที่ 3.6

เนื้อหาหลักและเนื้อหารอง เรื่องสมบัติเชิงกลของสาร

เนื้อหาหลัก	เนื้อหารอง
1. ความหนาแน่น และความดันในของเหลว	1.1 ความหนาแน่น 1.2 ความดันในของเหลว 1.3 เครื่องมือวัดความดันในของเหลว 1.4 แรงดันน้ำที่กระทำต่อประตูกั้นน้ำ
2. กฎของพาสคาลและเครื่องอัดไฮดรอลิก	2.1 กฎของพาสคาลและเครื่องอัดไฮดรอลิก
3. แรงลอยตัวและหลักของอาร์คิมิดีส	3.1 แรงลอยตัว 3.2 หลักของอาร์คิมิดีส
4. ความตึงผิวและความหนืด	4.1 ความหนืด 4.2 ความตึงผิว

(ต่อ)

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

เนื้อหาหลัก	เนื้อหารอง
5. พลศาสตร์ของของไหล	5.1 ของไหลในอุดมคติ
	5.2 การไหลของของไหลในอุดมคติ
	5.3 หลักของแบร์นูลลี
	5.4 สมการแบร์นูลลี

2.4 เมื่อสร้างตารางเนื้อหาหลักเนื้อหารองแล้วจึงเป็นผลการเรียนรู้เพื่อเป็นแบบแผนในการสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาที่แสดงในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7

เนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เรื่อง สมบัติเชิงกลของสาร

เนื้อหา	ผลการเรียนรู้
1. ความหนาแน่น และความดันในของเหลว	
1.1 ความหนาแน่น	1.1.1 นักเรียนสามารถบอกความหมายบอกหน่วยและหาค่าของความหนาแน่นของได้
1.2 ความดันในของไหล	1.2.1 นักเรียนสามารถบอกความหมายของความดันในของเหลว และทิศที่แรงในของเหลวกระทำต่อผนังภาชนะ และกระทำต่อวัตถุที่อยู่ในของเหลวได้
	1.2.2 นักเรียนสามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่าง ความดันในของเหลว ความหนาแน่น ความลึกของของเหลวและความแรงเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก และนำไปคำนวณหาปริมาณที่เกี่ยวข้องได้
1.3 เครื่องมือวัดความดันในของไหล	1.3.1 นักเรียนสามารถบอกเครื่องมือวัดความดันในของเหลว และอธิบายหลักการทำงานของเครื่องมือวัดความดันได้

(ต่อ)

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

เนื้อหา	ผลการเรียนรู้
1.4 แรงดันน้ำที่กระทำต่อประตูกั้นน้ำ	1.4.1 นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับแรงจากของเหลวกระทำต่อด้านข้างของภาชนะอธิบายแรงที่ของเหลวกระทำต่อประตูน้ำและเขื่อน พร้อมคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้
2.1 กฎของพาสคัลและเครื่องอัดไฮดรอลิก	2.1.1 นักเรียนสามารถความหมายของกฎของพาสคัลและสามารถใช้กฎของพาสคัลอธิบายการทำงานของเครื่องอัดไฮดรอลิกได้ 2.1.2 นักเรียนสามารถนำกฎของพาสคัลคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ และการได้เปรียบเชิงกลทางทฤษฎีของเครื่องอัดไฮดรอลิกได้
3.1 แรงลอยตัว	3.1.1 นักเรียนสามารถบอกความหมายของแรงลอยตัวและสามารถคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ เกี่ยวกับแรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุในของเหลวได้
3.2 หลักของอาร์คิมิดีส	3.2.2 นักเรียนสามารถบอกหลักของอาร์คิมิดีสและสามารถใช้หลักของอาร์คิมิดีสบอกขนาดของแรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุได้
4.1 ความหนืด	4.1.1 นักเรียนสามารถบอกความหมายของความหนืดและแรงหนืด และนำความรู้เรื่องความหนืดของเหลวไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
4.2 ความตึงผิว	4.2.1 นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของแรงตึงผิว และความตึงผิวของเหลวพร้อมคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ได้

(ต่อ)

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

เนื้อหา	ผลการเรียนรู้
5.1 ของไหลในอุดมคติ และการไหลของของไหลในอุดมคติ	5.1.1 นักเรียนสามารถบอกคุณสมบัติของของไหลในอุดมคติได้ บอกความหมายของสายกระแส หลอดการไหล สมการต่อเนื่อง และอัตราการไหลได้
5.2 หลักของแบร์นูลลี	5.2.1 นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปหลักการแบร์นูลลีพร้อมคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้
5.3 สมการแบร์นูลลี	5.3.1 นักเรียนสามารถคำนวณหาปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสมการแบร์นูลลีเมื่อกำหนดสถานการณ์ให้ได้ 5.4.2 นักเรียนสามารถนำความรู้เกี่ยวกับสมการแบร์นูลลี และสมการต่อเนื่องไปอธิบายหลักการสร้างอุปกรณ์บางอย่างเพื่อใช้งานได้

2.5 พิจารณาความสอดคล้องระหว่างผลการเรียนรู้กับเนื้อหาโดยนำเนื้อหาในแต่ละหน่วยพร้อมผลการเรียนรู้ ซึ่งได้วิเคราะห์แล้วตามขั้นตอน 2.4 ของวิธีดำเนินการสร้าง ให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาพิจารณาว่าผลการเรียนรู้ไว้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือไม่ตามวิธีของโรวินลลีและแฮมเบิลตัน (Rovinelli and Hambketon)

3. สร้างแบบทดสอบสำรวจเพื่อหาข้อบกพร่องของผู้เรียนดำเนินการสร้างแบบทดสอบเพื่อหาจุดบกพร่องในการเรียนตามเนื้อหาและผลการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่ 2.4

4. นำแบบทดสอบเสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง จำนวน 5 ท่าน ดังรายชื่อต่อไปนี้

4.1 ดร.พงศธร โพธิ์พูลศักดิ์ วุฒิ ค.ต. สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา

4.2 ดร. อพันธ์ มุลพุทธา วุฒิ ศษ.ด. อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและประเมินผลการศึกษา

4.3 คุณครูวัลภา ดวงชาทม ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนวิชาฟิสิกส์

4.4 คุณครูอรุณี รัตนวิจิตร ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนวิชาฟิสิกส์

4.5 นางบุญส่ง แสนภักดี ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนวังยาวศึกษาวิทย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการสอนวิชาฟิสิกส์

5. นำแบบทดสอบแบบสำรวจที่เป็นข้อสอบแบบเติมคำและให้แสดงวิธีทำไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำแบบทดสอบมาตรวจเพื่อหาข้อบกพร่องและรวบรวมคำตอบผิด นำข้อผิดพลาดหรือคำตอบผิดของนักเรียนมาวิเคราะห์หาสาเหตุของการตอบผิดแล้วพิจารณาคัดเลือกคำตอบที่นักเรียนตอบผิดมาสร้างเป็นตัวลงในแบบทดสอบวินิจฉัยต่อไป

6. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เรื่อง สมบัติเชิงกลของสารเป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยดัดแปลงมาจากแบบทดสอบสำรวจ โดยตัวลงในแต่ละตัวสามารถค้นหาสาเหตุของความบกพร่องของนักเรียนในลักษณะต่าง ๆ ได้

7. ทดสอบครั้งที่ 1 นำแบบทดสอบวินิจฉัยทั้ง 5 ฉบับไปสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 168 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

8. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

8.1 ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบ ถ้าตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือตอบเกินกว่าหนึ่งคำตอบหรือหรือไม่ตอบเลยให้ 0 คะแนน

8.2 หาค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ

8.3 หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้สูตรของเบรนแนนที่เรียกว่า ดัชนีอำนาจจำแนกบี (Discrimination Index B) (Brennan, 1972, pp. 289-303) ในการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ

8.4 คัดเลือกข้อสอบไว้ใช้ โดยมีหลักเกณฑ์ดังนี้

8.4.1 ข้อสอบมีค่าความตรง ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

8.4.2 ข้อสอบมีค่าความยากตั้งแต่ .20 ถึง 0.80 ตามเกณฑ์การสร้างข้อสอบ (สมนึก ภัททิยธนี, 2551, น. 204)

8.4.2 ข้อสอบจะมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 – 1.00

9. ทดสอบครั้งที่ 2 โดยนำแบบทดสอบวินิจฉัยที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้วจากการทดสอบ ครั้งที่ 1 ไปทดสอบกับนักเรียน 120 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

10. วิเคราะห์ข้อสอบรายข้อเพื่อหาความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบและคัดเลือกข้อสอบ โดยใช้หลักเกณฑ์การคัดเลือกเดียวกับ 8.4 ข้างต้น

11. ทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อหาความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบซึ่งเป็นแบบทดสอบวินิจัยที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้ว นำไปแบบทดสอบวินิจัยหาจุดบกพร่องไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 397 คนเพื่อนำผลจากการทดสอบมาหาจุดบกพร่องของนักเรียนต่อไป

12. วิเคราะห์หาสาเหตุของความบกพร่องในการตอบผิดของนักเรียนในแต่ละตัวลวงพร้อมวิเคราะห์หาสาเหตุของความบกพร่องในแต่ละตัวลวงเพื่อนำมาใช้ในการแปลความหมาย

13. จัดทำคู่มือดำเนินการสอบเพื่อให้เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปใช้ทดสอบเพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนเรื่อง สมบัติเชิงกลของสาร

14. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

1. ติดต่อขอหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. นำหนังสือราชการจากบัณฑิตวิทยาลัย ยื่นต่อผู้อำนวยการโรงเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. เตรียมอุปกรณ์ได้แก่ แบบทดสอบ กระดาษคำตอบ ดินสอ ยางลบ สำหรับแจกนักเรียน เท่ากับจำนวนกลุ่มตัวอย่าง

4. ดำเนินการสอบโดยแจ้งวัตถุประสงค์ในการสอบ อธิบาย และชี้แจงการสอบให้นักเรียนเข้าใจ แล้วดำเนินการสอบ ซึ่งการสอบจะทำการทดสอบอยู่ 3 ครั้ง

4.1 นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจ ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง 75 คน ซึ่งเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ทั้งหมด 2 โรงเรียน คือ โรงเรียนโพนงามวิทยานุกูล จำนวน 35 คน โรงเรียนวังยาวศึกษาวิทย์ จำนวน 40 คน

4.2 นำแบบทดสอบวินิจัย ไปทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 168 คน ซึ่งเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ทั้งหมด 4 โรงเรียน คือ โรงเรียนสารคามพิทยาคม โรงเรียนโกสุมวิทยาสรรค์ โรงเรียนกันทรวิชัย และโรงเรียนมหาชัยวิทยาคาร เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบด้านต่าง ๆ เช่น หาค่าอำนาจจำแนก หาค่าความยาก

4.3 นำแบบทดสอบวินิจฉัย ไปทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อคัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 120 คน ซึ่งเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังเรียนในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 ทั้งหมด 4 โรงเรียน คือ โรงเรียนพยุภุมิพิสัย โรงเรียนเชียงยืนพิทยาคม โรงเรียนมัธยมยางสีสุราช และโรงเรียนนาโพธิ์ประชาสรรค์ เพื่อหาความยากและค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

4.4 นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 397 คน จากโรงเรียนที่ผ่านการสุ่ม 10 โรงเรียน เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมบัติเชิงกลของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่าง มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมบัติเชิงกลของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้

2. การหาคุณภาพของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง สมบัติเชิงกลของสาร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยพิจารณาจาก

- 2.1 การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- 2.2 ค่าความยากของแบบทดสอบ พิจารณาจากอัตราส่วนในการทำข้อสอบข้อนั้นถูกต้องของผู้เข้าสอบทั้งหมด โดยใช้สูตรอย่างง่าย

- 2.3 ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ หาโดยใช้ค่าดัชนีบี (B-Index) ของแบรนแนน

- 2.4 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หาโดยใช้วิธีของโลเวทท์ (Lovett Methoo)

- 2.5 ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. การสำรวจหาจุดบกพร่องจากแบบทดสอบ โดยการหาค่าร้อยละของนักเรียนที่เลือกตอบในแต่ละตัวเลือกของแบบทดสอบ

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ มีดังต่อไปนี้

1. สถิติที่ใช้ในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้สูตรของ ยามาเน่ (Yamane, 1967, p. 725) อ้างถึงใน ไพศาล วรคำ, 2555, น. 101) ดังนี้

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2} \quad (3-3)$$

เมื่อ n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N แทน ขนาดของประชากร

e แทน ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้เป็นสัดส่วน

2. สถิติพื้นฐาน

- 2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 317)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3-4)$$

เมื่อ \bar{X} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

X_i แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

- 2.2 ค่าร้อยละ (Percentage : %) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2554, น. 315)

$$\text{ร้อยละ (\%)} = \frac{f}{N} \times 100 \quad (3-5)$$

เมื่อ f แทน ค่าความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทน จำนวนความถี่ทั้งหมด

2.3 วิเคราะห์หาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้ (สมนึก ภัททิยธนี, 2551, น. 250)

$$S = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}} \quad (3-6)$$

เมื่อ S แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
 X แทน คะแนนของแต่ละคน
 N แทน จำนวนคนทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือในการวิจัย

3.1 ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องตามวิธีของโรวินอลลี และแฮมบิลตัน (บุญชม ศรีสะอาด, 2535, น. 65-66)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3-7)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกับข้อสอบ

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

3.2 ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อโดยใช้สูตรหาค่าความยาก (สมบัติท้ายเรือคำ, 2551, น. 88)

$$P = \frac{R}{N} \quad (3-8)$$

เมื่อ P แทน ระดับค่าความยาก

R แทน จำนวนคนตอบถูกทั้งหมด

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

3.3 ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อโดยใช้สูตรของ Brennan ซึ่งเรียกว่า Discrimination Index B (บุญชม ศรีสะอาด, 2535, น. 97-99) มีสูตรดังนี้

$$B = \frac{U}{N_1} - \frac{L}{N_2} \quad (3-9)$$

- เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ
 U แทน จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
 L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกข้อนั้นในกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์
 N₁ แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์
 N₂ แทน จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มที่ไม่ผ่านเกณฑ์

3.4 ค่าเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบแต่ละฉบับ โดยใช้สูตร ไบโนเมียล (Binomial formula) ของโลเวทท์ (Lovett.1978) (สุรวาท ทองบุ, 2550, น. 111)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k \sum X_i - \sum X_i^2}{(k-1) \sum (X_i - C)^2} \quad (3-10)$$

- เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบอิงเกณฑ์
 k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบทั้งฉบับ
 X_i แทน คะแนนสอบของนักเรียนแต่ละคน
 C แทน คะแนนจุดตัด

3.5 ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด (Standard Error of Measurement)
(สมนึก ภัททิยธนี, 2546, น. 280)

$$SE_{\text{meas}} = S\sqrt{1-r_{cc}} \quad (3-11)$$

เมื่อ	SE_{meas}	แทน	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการวัด
	S	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	r_{cc}	แทน	ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ