

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างชุดทดลอง วิชากลศาสตร์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลางสำหรับ นักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 ตามหลักสูตร โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า ปี 2544 กองทัพบก กระทรวงกลาโหม ผู้วิจัย ได้ดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า จำนวน 180 คน

1.2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 โรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า จังหวัดนครนายก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 80 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เป็นนักเรียนที่มีความสามารถใช้เครื่องมือทดลองนำมาเป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

- ชุดทดลอง วิชากลศาสตร์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง
- แบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง
- แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลองที่สร้างขึ้น

2.1 ชุดทดลองวิชากลศาสตร์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลางสำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 ได้ดำเนินการสร้าง ดังนี้

2.1.1 การสร้างชุดทดลอง

- 1) ศึกษาเอกสาร ตำรา ผลงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับวิชากลศาสตร์ทฤษฎี
- 2) ศึกษาหลักสูตร และเนื้อหาบทเรียนเรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง ในรายวิชากลศาสตร์ สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1
- 3) วิเคราะห์เนื้อหาเป็นหน่วยย่อยและกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้โดยศึกษาเนื้อหาตลอดทั้งเรื่อง ดัง

หน่วยการเรียนรู้ย่อย

- การเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์
- การเคลื่อนที่แบบวงกลม
- การเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย
- การเคลื่อนที่แบบหมุน

จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบโปรเจกไทล์ และคำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง
- อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบวงกลม และคำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้
- อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกอย่างง่าย และคำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้
- อธิบายลักษณะการเคลื่อนที่แบบหมุน และคำนวณหาค่าปริมาณต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องได้

- 4) ออกแบบขั้นตอนการสอน ได้พิจารณาจากแนวความคิดทฤษฎีความยืดหยุ่นทางปัญญา และหลักการสอนของโรเบิร์ต กาล์พ โดยดำเนินการดังนี้

- สร้างความสนใจ โดยเสนอโครงสร้างตามสภาพของเนื้อหา
- บอกวัตถุประสงค์โดยบอกจุดประสงค์การเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
- นำเสนอเนื้อหาใหม่ โดยนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบคำอธิบายสั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น มีทั้งภาพที่เคลื่อนไหว และภาพนิ่ง
- ชี้แนวทางการเรียนรู้ โดยนำเสนอตัวอย่างการคำนวณที่แตกต่างกันในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนมากขึ้น

- กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้มีโอกาส
ตอบสนองต่อบทเรียน โดยการตอบคำถาม ทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบ และร่วมทดลองใน
สถานการณ์จำลอง

- ทดสอบความรู้ใหม่ โดยจัดแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อทดสอบความรู้
ใหม่หลังเรียน

- สรุปและนำไปใช้ โดยบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการ
ศึกษาเนื้อหา

5) นำชุดทดลองที่สร้างเสร็จเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

6) นำชุดทดลองเสนอผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ตรวจสอบเพื่อหาคุณภาพ

2.1.2 การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง

ในการหาประสิทธิภาพชุดทดลองนี้ได้ดำเนินการ 2 ขั้นตอน โดยหาประสิทธิภาพ
เทียบกับชุดทดลองมาตรฐาน และหาประสิทธิภาพโดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน E_1 / E_2

1. การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง โดยเทียบกับชุดทดลองมาตรฐาน โดยการนำชุด
ทดลองให้นักเรียนนายร้อยใช้ทดลอง กับให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

ก. การหาประสิทธิภาพชุดทดลองโดยเปรียบเทียบกับชุดทดลองมาตรฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มนักเรียนนายร้อย

ตารางที่ 3.1 ค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนนายร้อย 2 กลุ่ม

N	N^2	f_1	f_2	$\sum x_1^2 = f_1 N^2$	$\sum x_2^2 = f_2 N^2$	$\sum x_1 = f_1 N$	$\sum x_2 = f_2 N$
12	144	2	1	288	144	24	12
13	169	2	2	338	338	26	26
14	196	10	11	1960	2156	140	154
15	225	14	15	3150	3375	210	225
16	256	27	28	6912	7168	432	448
17	289	12	10	3468	2890	204	170
18	324	4	3	1296	972	72	54
19	361	5	7	1805	2527	95	133
20	400	4	3	1600	1200	100	80
รวม		80	80	20817	20770	1303	1302

เมื่อ	N	คือ	คะแนนผลสัมฤทธิ์มีค่าตั้งแต่ 0 – 20
	N ²	คือ	คะแนนผลสัมฤทธิ์ยกกำลังสอง
	f ₁	คือ	จำนวนนักเรียนนายร้อยที่ทำการทดลองชุดแรงสู่ศูนย์กลาง ที่ผลิตมาจากประเทศเยอรมัน
	f ₂	คือ	จำนวนนักเรียนนายร้อยที่ทำการทดลองชุดแรงสู่ศูนย์กลาง ที่สร้างขึ้นเอง

จากตารางที่ 1 คำนวณค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$)

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum \bar{X}_1}{f_1} = \frac{1303}{80} = 16.2875$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum \bar{X}_2}{f_2} = \frac{1302}{80} = 16.275$$

2. คำนวณค่าอัตราส่วนร้อยละ (P) จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน

$$P_1 = \frac{16.2875 \times 100}{20} = 81.4375$$

$$P_2 = \frac{16.275 \times 100}{20} = 81.375$$

การวิเคราะห์ผลจากการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนนายร้อย ทำการวิเคราะห์จากนักเรียนนายร้อยที่ทำการทดลองจากชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางทั้ง 2 ชุด คือ ชุดที่ผลิตมาจากประเทศเยอรมัน และชุดทดลองที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น มีการวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนนายร้อยชุดละ 80 นาย ได้คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนนายร้อย

คะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ 0 – 20 คะแนน	ความถี่	
	ชุดทดลองที่ผลิตจาก ประเทศเยอรมัน	ชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น
12	2	1
13	2	2
14	10	11
15	14	15
16	27	28
17	12	10
18	4	3
19	5	7
20	4	3
รวม	80	80

จากตารางที่ 3.2 การวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนนายร้อย สำหรับชุดทดลองที่ผลิตจากเยอรมัน ได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 16.2875 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน และหาอัตราส่วนร้อยละได้เท่ากับ 81.43 % ส่วนชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 16.275 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน และหาอัตราส่วนร้อยละได้เท่ากับ 81.37 %

ตารางที่ 3.3 ผลสัมฤทธิ์ในการทดลองโดยใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นกับชุดทดลองมาตรฐาน

กลุ่ม	N	$\bar{X}$	S.D.	t
ทดลอง	80	16.03	8.168	0.053
ควบคุม	80	16.08	8.134	

จากตารางที่ 3.3 พบว่าผลสัมฤทธิ์ในการทดลองโดยใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้น กับผลสัมฤทธิ์ในการทดลองโดยใช้ชุดทดลองมาตรฐานไม่แตกต่างกัน แสดงว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้แทนชุดทดลองมาตรฐานได้

ข. การหาประสิทธิภาพชุดทดลองโดยการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

การเก็บข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ ทำการประเมินผลชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางที่ผลิตจากบริษัท PEE WY ประเทศเยอรมัน และชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางที่สร้างขึ้นเอง หลังจากนั้นนำผลการประเมินชุดทดลองทั้งสองมาเปรียบเทียบกัน

ในการประเมินผลชุดการทดลองเรื่องแรงสู่ศูนย์กลางที่สร้างขึ้นนั้น ผู้วิจัยได้เชิญผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ให้ทำการประเมินตามแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น และได้ผลการประเมิน ดังนี้

ตารางที่ 3.4 การประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญ คนที่	คะแนน รวม	คะแนนจากการประเมิน		คิดเป็นร้อยละ	
		ชุดทดลองที่ผลิต จากประเทศ เยอรมัน	ชุดทดลองที่ สร้างขึ้นเอง	ชุดทดลองที่ผลิต จากประเทศ เยอรมัน	ชุดทดลองที่ สร้างขึ้นเอง
1	120	108	105	90	87.5
2	120	113	111	94.17	92.5
3	120	110	107	91.66	89.17
รวม	360	331	323	91.94	89.72

จากตารางที่ 3.4 การประเมินผลชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางทั้งสองจากผู้เชี่ยวชาญได้ประสิทธิภาพเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และสูงกว่าเกณฑ์ 80 % ที่ตั้งไว้ จึงสรุปได้ว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีคุณสมบัติที่เหมาะสม สามารถนำไปใช้ทดลองกับนักเรียนนายร้อยได้

2. การหาประสิทธิภาพชุดทดลอง E_1 / E_2

1) นำชุดทดลองที่ได้รับการตรวจสอบและแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนแบบเดี่ยว เป็นนักเรียนที่ไม่เคยเรียนเนื้อหาในวิชานี้มาก่อน จำนวน 3 คน ซึ่งมีระดับผลการเรียน อ่อน ปานกลาง และเก่ง ระดับละ 1 คน หาประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ได้ 76.67/83.33 ผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมและสัมภาษณ์นักเรียน แล้วบันทึกข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไขปรับปรุง พบว่ามีข้อบกพร่องในเรื่องอุปกรณ์ในการจับยึดมอเตอร์ให้มีความมั่นคงแข็งแรง และสะดวกในการใช้งานผู้วิจัยนำมาแก้ไขปรับปรุงเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2) นำชุดทดลองที่ได้ปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มเล็ก เป็นนักเรียนที่ไม่เคยเรียนมาก่อนอีกจำนวน 9 คน ซึ่งมีระดับผลการเรียน อ่อน ปานกลาง และเก่ง ระดับละ 3 คน

หาประสิทธิภาพ E_1 / E_2 ได้ 82.00/87.00 ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรม และสัมภาษณ์นักเรียนแล้วบันทึกข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไขปรับปรุงพบว่ามีข้อบกพร่องในเรื่องความสะดวกในการเตรียมชุดทดลอง โต๊ะทดลอง และการปฏิบัติการทดลอง

ผู้วิจัยนำข้อเสนอแนะจากผลการทดลองมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งก่อนนำไปทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 80 คน นำผลที่ได้จากการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลอง โดยใช้สูตร E_1 / E_2 ตามหลักเกณฑ์กำหนด มีค่าตามเกณฑ์ 85/85

จากการสร้างชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางผู้วิจัยได้มีขั้นตอนในการหาประสิทธิภาพชุดทดลองโดยเปรียบเทียบกับชุดทดลองมาตรฐาน ดังนี้

1) การเตรียมตัวก่อนการทดลอง

หลังจากที่ได้สร้างชุดทดลองอันประกอบด้วย ชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลาง ใบเนื้อหา ใบงาน เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำชุดทดลองดังกล่าวไปเสนอให้กับที่ปรึกษา (ผู้ทรงคุณวุฒิ) ได้พิจารณา และขอคำแนะนำเพื่อนำไปใช้ในการแก้ไขปรับปรุง เมื่อปรับปรุงจนเป็นที่ยอมรับแล้ว จึงส่งให้ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการประเมินตามแบบฟอร์มที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น (ภายใต้อการควบคุมของที่ปรึกษา) ซึ่งผู้เชี่ยวชาญที่ทำการประเมินนี้ เป็นผู้ที่สอนเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับ “แรงสู่ศูนย์กลาง” มาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี หลังจากผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินผลและให้คำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงอีกครั้ง ผู้วิจัยได้แก้ไขจนเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย จากนั้นผู้วิจัยก็ได้นำชุดทดลองนี้ไปให้นักเรียนนายร้อยได้ใช้ในการทดลองในวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1 (PH 1002)

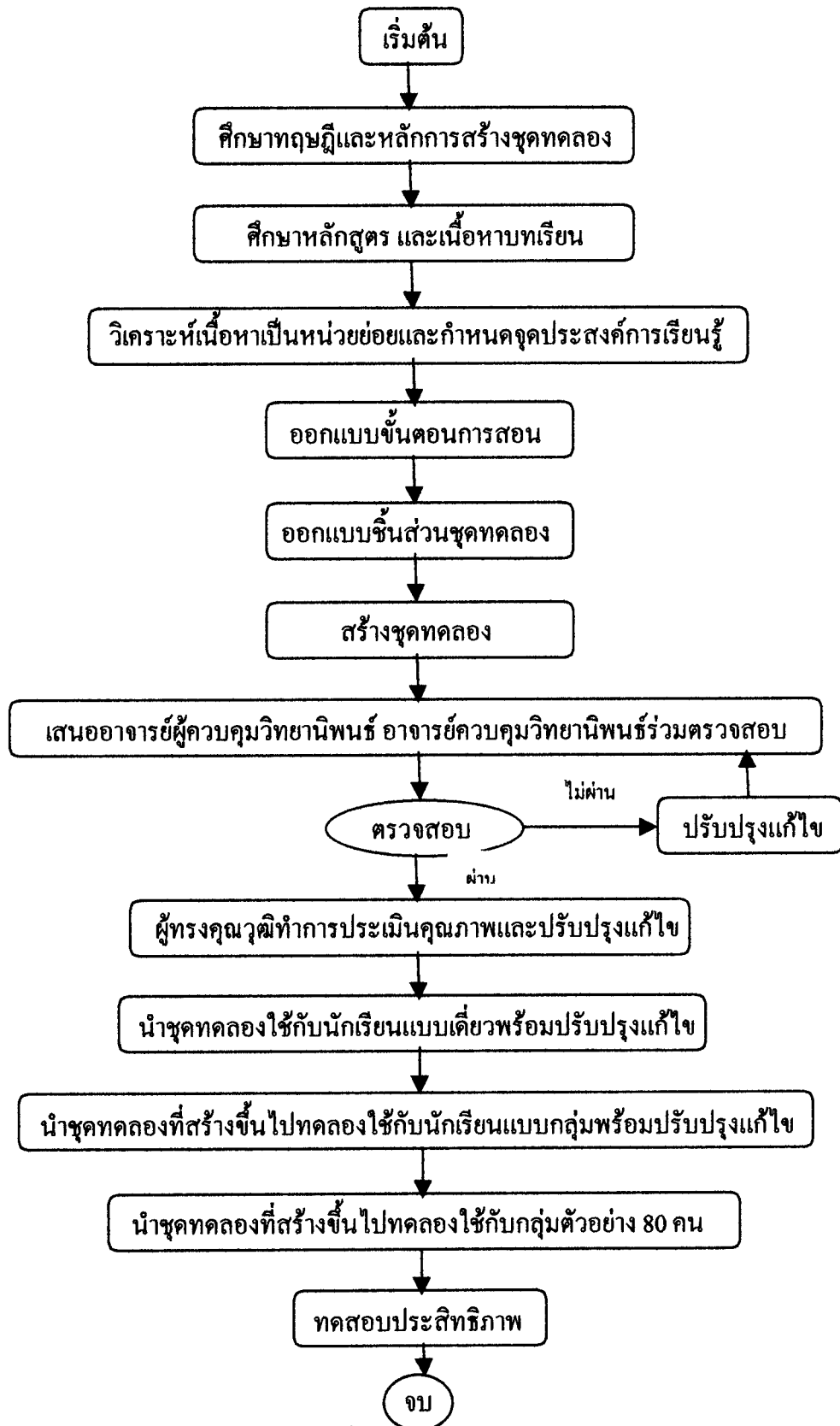
ในการทดลองเรื่องแรงสู่ศูนย์กลางได้แบ่งนักเรียนนายร้อยออกเป็น 2 ชุด ชุดละ 80 นาย ดังนี้

ชุดที่ 1 มี 80 นาย แบ่งเป็น 20 กลุ่ม กลุ่มละ 4 นาย ให้ทำการทดลองโดยใช้ชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางของบริษัท PEE WY ที่ผลิตมาจากประเทศเยอรมัน

ชุดที่ 2 มี 80 นาย แบ่งเป็น 20 กลุ่ม กลุ่มละ 4 นาย ให้ทำการทดลองโดยใช้ชุดทดลองแรงสู่ศูนย์กลางที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเอง

2) การเก็บผลการทดลอง

2.1 การเก็บข้อมูลจากนักเรียนนายร้อยทั้ง 2 ชุด โดยเก็บข้อมูลจากตารางบันทึกผลการทดลอง (ใบเนื้อหา) ทำการเก็บข้อมูลเป็นคะแนนกลุ่มมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน และเก็บข้อมูลจากการวัดผลสัมฤทธิ์เป็นรายบุคคลภายหลังทำการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว โดยทำการสอบท้ายชั่วโมง เมื่อนักเรียนนายร้อยแต่ละนายส่งใบงานแล้ว ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 10 ข้อ มีคะแนนเต็ม 10 คะแนน ต่อจากนั้นก็นำคะแนนมารวมกันเป็นเต็ม 20 คะแนน ในแต่ละนาย



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง

2.2 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้

2.2.1 ศึกษาวิธีสร้าง และเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.2 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

(โพรเจกไทล์ วงกลม, ฮาร์มอนิกอย่างง่าย และแบบหมุน)

2.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ

(โพรเจกไทล์ วงกลม, ฮาร์มอนิกอย่างง่าย และแบบหมุน) จำนวน 20 ข้อ เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก

โดยเป็นแบบทดสอบวัดเรื่องแรงสู่ศูนย์กลางที่เป็นข้อสอบแบบปรนัยจำนวน 10 ข้อ ข้อสอบ

แบบปรนัยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ถ้าตอบถูกได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมาก

กว่า 1 ตัวเลือกได้ 0 คะแนน โดยคำถามในแบบทดสอบได้สร้างให้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.4 หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบวัดผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน (ภาคผนวกหมวด ก) พิจารณา

ความสอดคล้องของข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+ 1 มีความเห็นว่า ข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

0 มีความเห็นว่า ไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องกับจุดประสงค์การ

เรียนรู้

- 1 มีความเห็นว่า ข้อสอบข้อนั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.2.5 บันทึกผลการพิจารณาของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อแล้วนำไปหาดัชนีความ

สอดคล้อง (IOC) โดยใช้สูตรดังนี้ (ไชยยศ เรื่องสุวรรณ 2533 : 138)

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

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์

การเรียนรู้

ΣR = ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชา

2.2.6 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ใช้เป็นแบบทดสอบ

วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นข้อสอบปรนัยจำนวน 10 ข้อ

2.2.7 นำแบบทดสอบที่แก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนแบบกลุ่มที่ผ่านการเรียน

เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง มาแล้วจำนวน 80 คน

นำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ดังนี้

สูตร หาค่าความยากและอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (รวีวรรณ ชินะตระกูล.

2535 : 237)

$$p = \frac{f_H + f_L}{N_H + N_L}$$

$$r = \frac{f_H - f_L}{N_H}$$

เมื่อ p = ดัชนีความยากของแบบทดสอบ
 r = ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ
 f_H = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง
 f_L = จำนวนผู้ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 N_H = จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มสูง
 N_L = จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

2.2.8 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากระหว่าง 0.2 – 0.8 และค่าอำนาจจำแนกที่มีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป โดยแบบทดสอบมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.46 – 0.68 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.63

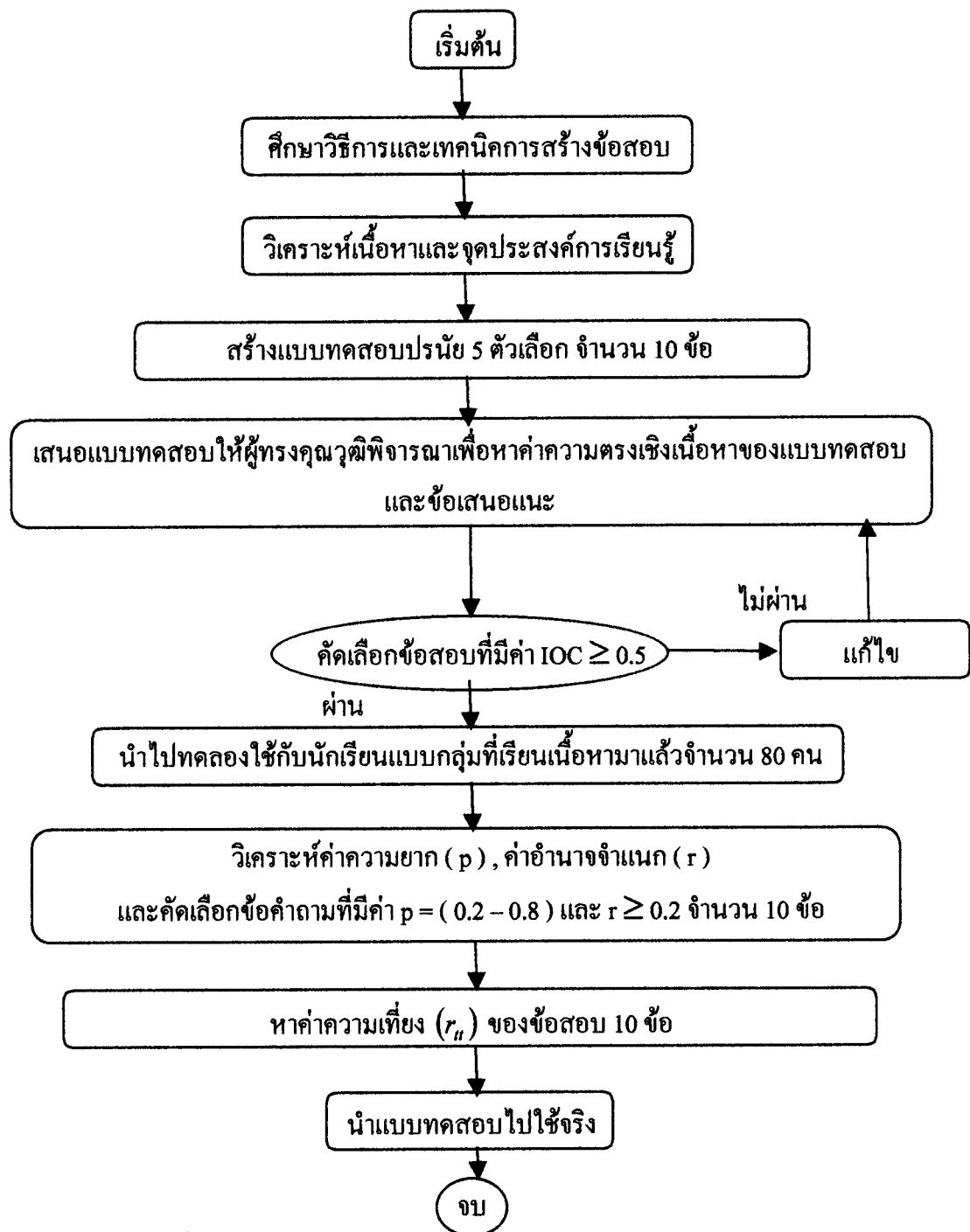
2.2.9 นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของข้อสอบ 10 ข้อ ไปหาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร KR – 20 ของ Kuder – Richardson (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2533 : 142)

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

เมื่อ r_{tt} = ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ
 k = จำนวนข้อสอบทั้งหมด
 p = สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
 q = สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ (1 – p)
 s = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

2.2.10 นำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.11 นำผลการทดสอบที่ได้มาวิเคราะห์หาค่า t – test (dependent sample)



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของชุดทดลอง

2.3 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลอง

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลองไว้ดังนี้

2.3.1 กำหนดหัวข้อ และสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลอง โดยผู้วิจัยได้ประเมินด้านความน่าสนใจ ความรู้ที่ได้รับ การเร้าความสนใจ ความกระตือรือร้นในการติดตามบทเรียน ความต้องการเรียนด้วยวิธีนี้ในโอกาสต่อไป โดยใช้แบบประเมินมาตรฐานค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ในการให้คะแนน

2.3.2 นำแบบประเมินคุณภาพของความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดทดลอง ที่ประเมินแล้วมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ซึ่งในการประเมินนั้นจะต้องได้ระดับ ดีขึ้น ($\bar{X} \geq 3.5$) จึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมิน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาชุดทดลอง ขั้นตอนการสร้างชุดทดลอง วิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในการทดลองดังนี้

3.1 ติดต่อขอรับหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบบทเรียนและแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช

3.2 นำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ และคู่มือการตรวจเครื่องมือวิจัย ไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและประเมิน

3.3 นำผลการตรวจสอบและประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาแก้ไขและวิเคราะห์

3.4 ดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในวันที่ 2 กรกฎาคม 2550 มีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 แจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบล่วงหน้าก่อนทำการทดลอง

3.4.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.3 แนะนำขั้นตอนการเรียน และให้นักเรียนทำการศึกษาชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยตนเอง

3.4.4 ตรวจสอบวัน – เวลาการเข้าศึกษาด้วยตนเองของกลุ่มตัวอย่าง

3.4.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.6 นำผลการทดสอบทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนไปหาค่าประสิทธิภาพ และหาค่า

t-test แบบ dependent sample

3.4.7 นำแบบสำรวจความคิดเห็นของผู้เรียน ที่นักเรียนประเมินไปประเมินแบบมาตรฐานค่า (rating scale)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ สำหรับนักเรียน นายร้อยชั้นปีที่ 1 วิเคราะห์โดยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกปฏิบัติ และคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบมาคำนวณหาคะแนนเฉลี่ย และค่าร้อยละแล้วนำไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ของบทเรียนตามเกณฑ์ E_1 / E_2 ดังเกณฑ์ไว้ที่ 85/85 โดยยอมรับความคลาดเคลื่อน ± 2.5

การหาประสิทธิภาพของกระบวนการใช้สูตรดังนี้(ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สุเชาว์ เนตร ประเสริฐ และสุทธิดา สีนสกุล 2520 : 136)

$$\text{สูตร 1 } E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100$$

เมื่อ E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ = คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรืองาน

A = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรืองานทุกชิ้นรวมกัน

N = จำนวนผู้เรียน

การหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ใช้สูตรดังนี้(ชัยยงค์ พรหมวงศ์ สุเชาว์ เนตร ประเสริฐ และสุทธิดา สีนสกุล 2520 : 136)

$$\text{สูตร 2 } E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ = คะแนนรวมของผลลัพธ์หลังเรียน

B = คะแนนเต็มของการสอบหลังเรียน

N = จำนวนผู้เรียน

4.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องแรงสู่ศูนย์กลางระหว่างก่อนใช้ และหลังใช้ชุดทดลอง ด้วยการนำคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาคำนวณหาความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่แล้วนำไปวิเคราะห์โดยใช้ t – test dependent sample โดยตั้งเกณฑ์นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สูตร t – test dependent sample (ล้วน สายยศ 2542 : 304)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad \text{เมื่อ } df = n - 1$$

เมื่อ $D =$ ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคู่

$N =$ จำนวนคู่

4.3 การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดทดลองวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์ เรื่องแรงสู่ศูนย์กลาง สำหรับนักเรียนนายร้อยชั้นปีที่ 1 ทำได้โดยนำคะแนนที่ได้จากแบบสอบถาม ความคิดเห็นของนักเรียนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แปลผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

การหาค่าเฉลี่ยของแบบสอบถาม ใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ 2542 : 269)

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

เมื่อ $\bar{X} =$ คะแนนเฉลี่ย

$\sum x =$ ผลรวมทั้งหมดของคะแนน

$N =$ จำนวนตัวอย่าง

การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) กรณีหาจากคะแนนดิบใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ 2542 : 273)

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$x =$ คะแนนดิบ

$n =$ จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง