

### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยตามหัวข้อต่อไปนี้

- 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย
- 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3 การดำเนินการสร้างแบบวัด
- 4 การทดลองใช้และการหาคุณภาพของแบบวัด
- 5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 ของโรงเรียนกัลยาณวัตร จังหวัดขอนแก่น ซึ่งเป็นโรงเรียนร่วมพัฒนาการใช้หลักสูตร จำนวน 225 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนกัลยาณวัตร มี 10 ห้องเรียน จำนวน 2 แผนการเรียน คือ ห้อง 1-5 เป็นแผนภาษา ส่วนห้อง 6-10 เป็นแผนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ สาเหตุที่เลือกเพราะโรงเรียนดังกล่าว มีความพร้อมทั้งด้านห้องปฏิบัติการ และอุปกรณ์การทดลอง ผู้บริหารและอาจารย์ผู้สอนพร้อมที่จะให้ความร่วมมือ โดยเฉพาะอาจารย์ผู้สอนต้องการเครื่องมือที่จะนำไปพัฒนาการเรียนการสอน ด้านทักษะภาคปฏิบัติ วิชาฟิสิกส์ในโรงเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 โรงเรียนกัลยาณวัตร จังหวัดขอนแก่น จำนวน 50 คน มาจาก 5 ห้องเรียน (การจัดกลุ่มปฏิบัติการทดลองเพื่อใช้ในการพัฒนาแบบวัดนั้น ผู้วิจัยไม่ได้เปลี่ยนแปลงสมาชิกภายในกลุ่มแต่อย่างใด ยังคงยึดเอากลุ่มที่อาจารย์ผู้สอนได้แบ่งไว้ก่อนที่จะทำการวิจัย ทั้งนี้เพื่อความมีระเบียบในห้องเรียนและผู้วิจัยต้องการกลุ่มตัวอย่างที่มีสภาพการเรียนการสอนเหมือนการเรียนการสอนที่แท้จริงมากที่สุด) โดยมีขั้นตอนในการเลือกกลุ่มตัวอย่างคือ

1 เดิมห้องเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ นั้นอาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์จะแบ่งกลุ่มนักเรียนในแต่ละห้องเพื่อปฏิบัติการทดลอง ออกเป็นกลุ่มๆ ละ 5-6 คน ห้องละ 9 กลุ่ม

2 ให้อาจารย์ผู้สอนแบ่งกลุ่มที่จะทำการวิจัยแต่ละห้องออกเป็น 3 ระดับ ตามความสามารถในการปฏิบัติการทดลองคือกลุ่มที่มีความสามารถในการทดลองสูง กลาง และต่ำ เกณฑ์ที่อาจารย์ผู้สอนจะใช้แบ่งนักเรียน คือ ความสามารถในการหยิบหรือจับอุปกรณ์ การใช้อุปกรณ์ การทดลองอย่างถูกต้อง การปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลอง ผลที่ได้จากการทดลองมีความคลาดเคลื่อนน้อย หลังการทดลองเก็บอุปกรณ์การทดลองอย่างเป็นระเบียบ การให้ความร่วมมือกับสมาชิกในกลุ่มขณะทำการทดลอง และ ทดลองเสร็จทันภายในเวลาที่กำหนด ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ให้พิจารณาจาก ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2533 และเกณฑ์นี้ได้ผ่านการพิจารณาร่วมกันระหว่างผู้วิจัยและอาจารย์ผู้สอนประจำวิชาแล้วว่าแยกความสามารถการปฏิบัติการทดลองของนักเรียนได้

3 การเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาแบบวัด ครั้งที่ 1-2 มีวิธีการคือสุ่มห้องเรียน โดยการจับสลาก เพื่อกำหนดว่าห้องเรียนใดจะได้ปฏิบัติการทดลองในเรื่องใด และห้องใดควรใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการพัฒนาแบบวัด ครั้งที่ 1 หรือ ครั้งที่ 2 การสุ่มแต่ละครั้งได้สุ่มจากกลุ่มที่มีความสามารถในการทดลองสูง 1 กลุ่ม (จำนวน 5 คน) และ กลุ่มที่มีความสามารถในการทดลองต่ำ 1 กลุ่ม (จำนวน 5 คน) จะได้กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาแบบวัด ครั้งละ 2 กลุ่ม จำนวน 10 คน ดังรายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้เครื่องมือ

เรื่อง	ทดลองใช้ครั้งที่	ห้อง	จำนวนนักเรียน
การทดลองที่ 6.2	1	ม.4/6	10
	2	ม.4/10	10
การทดลองที่ 7.2	1	ม.4/8	10
	2	ม.4/9	10

4 การเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจริงมีวิธีการคือ สุ่มกลุ่มปฏิบัติการทดลองที่มีความสามารถในการทดลองสูง และ กลุ่มปฏิบัติการทดลองที่มีความสามารถในการทดลองต่ำ อย่างละ 1 กลุ่ม ทุกห้อง จะได้นักเรียนที่มีความสามารถในการปฏิบัติการทดลองสูง 5 กลุ่ม จำนวน 25 คน และนักเรียนที่มีความสามารถในการปฏิบัติการทดลองต่ำ 5 กลุ่ม จำนวน 25 คน รวมกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจริงทั้งสิ้น 50 คน มาจาก 5 ห้องเรียน ทั้งนี้เป็น คณะกลุ่มที่ใช้ในการพัฒนาแบบวัดครั้งที่ 1-2 ดังรายละเอียดในตารางที่ 2



ตารางที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจริง

เรื่อง	ห้อง	จำนวนนักเรียน
การทดลองที่ 6.2	ม.4/6,ม.4/7,ม.4/8,ม.4/9,ม.4/10	50
การทดลองที่ 7.2	ม.4/6,ม.4/7,ม.4/8,ม.4/9,ม.4/10	50

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแบบวัดครั้งนี้ เป็นแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยแบบวัด 3 ชนิด จำนวน 4 ฉบับ คือ

1 แบบสังเกต ก เป็นแบบวัดที่ใช้ประเมินพฤติกรรมการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน โดยเป็นการประเมินทัวๆไปเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลองของนักเรียน

2 แบบสังเกต ข เป็นแบบวัดที่ใช้ประเมินรายละเอียดตามขั้นตอนเฉพาะแต่ละการทดลอง การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 2 ฉบับ คือ การทดลองที่ 6.2 การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอย่างอิสระ และ การทดลองที่ 7.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง มวล แรง และความเร่ง (ตามหนังสือของหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533 การทดลองที่ 6.2 การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอย่างอิสระ จะเปลี่ยนเป็น การทดลอง 6.1 การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอย่างเสรี และ การทดลอง 7.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง มวล แรง และ ความเร่ง เปลี่ยนเป็น การทดลอง 7.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง แรง กับ ความเร่ง)

3 แบบตรวจรายงาน เป็นแบบวัดที่ใช้ประเมิน หรือ ตรวจรายงานการทดลองของนักเรียน

ศูนย์ทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 3. การดำเนินการสร้างแบบวัด

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ ได้ดำเนินการดังนี้

1 ศึกษาจุดประสงค์การสอนของหลักสูตรกลุ่มวิชาฟิสิกส์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 เพื่อพิจารณาว่า หลักสูตรมุ่งให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายอะไรบ้าง จุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาฟิสิกส์มีดังนี้

1.1 เพื่อให้เข้าใจในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หลักการ กฎ และทฤษฎี ที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์

1.2 เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่สังเกตได้จากปรากฏการณ์จริงกับคำอธิบายทางทฤษฎี

1.3 เพื่อให้เข้าใจและยอมรับในขอบเขตของข้อมูลที่ได้ว่า ขึ้นอยู่กับขีดความสามารถของเครื่องมือวัด

1.4 เพื่อให้เกิดทักษะในการศึกษาค้นคว้าและแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.5 เพื่อให้สามารถใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการนำหลักการทางฟิสิกส์ไปประยุกต์ในด้านต่างๆ ทั้งเชิงความคิดและเชิงการปฏิบัติ

1.6 เพื่อให้มีความสนใจใฝ่รู้ในเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์

1.7 เพื่อให้มีความใจกว้าง คิดและปฏิบัติอย่างมีเหตุผล

1.8 เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลดีและผลเสียต่อสังคมในการนำความรู้ทางฟิสิกส์และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในด้านต่างๆ

1.9 เพื่อให้ตระหนักในอิทธิพลของสังคมที่มีต่อการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากจุดประสงค์การเรียนรู้อันหนึ่งของกลุ่มวิชาฟิสิกส์ทั้ง 9 ข้อ จะเห็นว่า จุดประสงค์ข้อ 2 3 4 และ ข้อ 5 เป็นจุดประสงค์ที่มุ่งให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้และทำการทดลอง

2 ศึกษาเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงใหม่ เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาที่จะสร้างเป็นแบบวัดหลักสูตรวิชาฟิสิกส์ที่ปรับปรุงใหม่ประกอบด้วย 6 รายวิชา โดยจัดเป็นวิชาบังคับเลือก 1 รายวิชา คือ ว421 และวิชาเลือกเสรีอีก 5 รายวิชา คือ ว021, ว022, ว023, ว024 และ ว025 แต่ละรายวิชา มี 2 หน่วยการเรียนรู้ (4 คาบ/สัปดาห์/ภาคเรียน) เนื้อหาความรู้และกระบวนการที่เป็นพื้นฐานของวิชาฟิสิกส์ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 นั้น ในภาพรวมต่างจากหลักสูตรเดิม พ.ศ. 2524 ไม่มากนัก แต่ถ้านิยามเป็นรายวิชาแล้วจะเปลี่ยนแปลงจากเดิมค่อนข้างมาก เพราะมีการจัดแบ่งและเรียงลำดับเนื้อหาวิชาเปลี่ยนไปจากเดิมเพื่อให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น โดยแนวปฏิบัติประการหนึ่งในการปรับปรุงครั้งนี้ คือ กระจายเนื้อหาเชิงกลศาสตร์ให้มีเรียนทุกระดับชั้น (สสวท., 2533) ดังนี้

ระดับ	รายวิชา	บทที่/เรื่อง		
ม.4	ว421	1 ธรรมชาติและขอบเขตของวิชาฟิสิกส์		
		2 ธรรมชาติของการวัด		
		3 สมบัติพื้นฐานของคลื่น		
		4 ธรรมชาติของแสง		
	ว021	5 ธรรมชาติของเสียง		
		* 6 การเคลื่อนที่ของวัตถุ		
		* 7 มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่		
		ม.5	ว022	* 8 สมดุลกล
				* 9 งานและพลังงาน
				* 10 การชน
ว023	11 ไฟฟ้าสถิต			
	12 ไฟฟ้ากระแส			
	13 แม่เหล็กไฟฟ้า			
ม.6	ว024	* 14 การเคลื่อนที่ในแนวโค้ง		
		15 สมบัติของแก๊สและทฤษฎีจลน์		
		16 สมบัติทางกายภาพของสสารควบแน่น		
	ว025	17 พื้นฐานของไฟฟ้ากระแสสลับ		
		18 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า		
		19 ฟิสิกส์อะตอม		
20 ฟิสิกส์นิวเคลียร์				

หมายเหตุ \* หมายถึง เนื้อหาที่เป็นฟิสิกส์เชิงกลศาสตร์





จะเห็นว่ารายวิชา ว021 มีเนื้อหาที่เป็นนิสิตเชิงกลศาสตร์อยู่ 2 ใน 3 บทและเนื้อหาทั้ง 2 บทนี้เป็นพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อนิสิตเชิงกลศาสตร์ระดับอื่นเพราะในการทดลองแต่ละการทดลองจะเป็นการนำไปสู่สูตร หรือแนวทางเพื่อความเข้าใจในนิสิตเชิงกลศาสตร์บทอื่นๆ และกระบวนการของการทดลองหรือทักษะการใช้อุปกรณ์การทดลองต่างๆของนิสิตเชิงกลศาสตร์ ยังได้เริ่มใช้ในรายวิชานี้ด้วย ทำให้รายวิชา ว021 มีความสำคัญพอที่จะกำหนดเป็นเนื้อหาเนื้อสร้างเป็นแบบวัดภาคปฏิบัติ ผู้วิจัยจึงได้เลือก รายวิชา ว021 มาสร้างเป็นแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชานิสิต

3 ศึกษารายละเอียดการทดลองทั้งหมดของรายวิชา ว021 เพื่อเลือกการทดลองที่จะนำมาสร้างเป็นแบบวัด เนื้อหาการทดลองในรายวิชา ว021 มีดังนี้

**บทที่ 5 อรรถศาสตร์ของเสียง**

การทดลอง 5.1 การแทรกสอดและการเลี้ยวเบน

การทดลอง 5.2 เรโซแนนซ์ของเสียง

**บทที่ 6 การเคลื่อนที่ของวัตถุ**

การทดลอง 6.1 อัตราเร็วและความเร็ว

การทดลอง 6.2 การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกอย่างอิสระ

**บทที่ 7 มวล แรง และกฎการเคลื่อนที่**

การทดลอง 7.1 การหาแรงลัพธ์ด้วยการเขียนรูป

การทดลอง 7.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง มวล แรง และความเร่ง

(ตามหนังสือของหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 เนื้อหาของการทดลองในรายวิชา ว021 จะกำหนดให้มีการทดลอง บทละ 1 การทดลองเท่านั้น คือ บทที่ 5 จะเป็นการทดลอง 5.1 การวัดความยาวคลื่นเสียง บทที่ 6 เป็นการทดลอง 6.1 การเคลื่อนที่ของวัตถุที่ตกแบบเสรี และ บทที่ 7 เป็นการทดลอง 7.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับความเร่ง)

4 วิเคราะห์รายละเอียดของเนื้อหาการทดลองของรายวิชา ว021 โดยพิจารณาว่าแต่ละการทดลองใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้านใดบ้าง ซึ่งเมื่อพิจารณาจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 13 ทักษะ แล้วแต่ละการทดลองในรายวิชา ว021 จะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของการทดลองรายวิชา ๖๐๒๑

ทักษะที่ต้องการวัด	การทดลองที่					
	5.1	5.2	6.1	6.2	7.1	7.2
1 ทักษะการสังเกต	/	/	/	/	/	/
2 ทักษะการวัด	/	/	/	/	/	/
3 ทักษะการคำนวณ	-	/	/	/	-	/
4 ทักษะการจำแนกประเภท	-	-	-	-	-	-
5 ทักษะกระบวนการค้นหาความสัมพันธ์ ระหว่างมิติของวัตถุกับเวลา	-	-	/	/	-	/
6 ทักษะการสื่อความหมาย	-	-	-	/	-	/
7 ทักษะการลงความคิดเห็นจากข้อมูล	-	-	-	-	-	-
8 ทักษะการตั้งสมมติฐาน	-	-	-	-	-	-
9 ทักษะการแปลความหมายของข้อมูล และการสรุปผล	/	/	/	/	/	/
10 ทักษะการพยากรณ์	-	-	-	-	-	-
11 ทักษะการกำหนดและการควบคุมตัวแปร	-	-	-	-	-	-
12 ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	-	-	-	-	-	-
13 ทักษะการทดลอง(การใช้อุปกรณ์, การดำเนินการทดลอง)	/	/	/	/	/	/

จากตารางที่ 3 แสดงว่าการทดลอง 6.2 และ การทดลอง 7.2 มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่จะวัดมากที่สุด นอกจากนั้น การทดลอง 6.1 และการทดลอง 7.1 ยังเป็นพื้นฐานของการทดลอง 6.2 และ การทดลอง 7.2 ตามลำดับ เมื่อทำการทดลองที่ 6.2 หรือ การทดลอง 7.2 ก็จะได้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะการใช้อุปกรณ์การทดลองของการทดลอง 6.1 และการทดลอง 7.1 ด้วย ดังนั้นการทดลองที่ผู้วิจัยจะนำมาสร้างและพัฒนาเป็นแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ครั้งนี้จึงเป็นการทดลอง 6.2 และการทดลอง 7.2 นอกจากนั้น การทดลอง 6.2 และ การทดลอง 7.2 ยังเป็นการทดลองที่มีเนื้อหาฟิสิกส์เชิงกลศาสตร์อีกด้วย



## 5 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดภาคปฏิบัติ

6 จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยเห็นว่าการพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ครั้งนี้ ควรจะสร้างเป็น 2 ลักษณะ คือ สร้างตามขั้นตอนเฉพาะของแต่ละการทดลอง ผลการประเมินจะทำให้ทราบถึงจุดบกพร่อง ในการทดลองแต่ละขั้นตอนของนักเรียน และอีกลักษณะหนึ่ง ควรสร้างให้สามารถนำไปประเมินได้ทุกการทดลองของวิชาฟิสิกส์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสร้างแบบวัดเป็น 3 ชนิด คือ 1) แบบสังเกต ก ใช้ประเมินได้ทั่วไป 2) แบบสังเกต ข สร้างเพื่อประเมินพฤติกรรมเฉพาะของแต่ละการทดลอง และ 3) แบบตรวจรายงาน สร้างเพื่อใช้ตรวจรายงานได้ทุกการทดลอง

## 7 เขียนพฤติกรรมการปฏิบัติเป็นรายชื่อสำหรับแบบวัดแต่ละชนิดคือ

แบบสังเกต ก เป็นพฤติกรรมโดยทั่วไปที่ทุกการทดลองจำเป็นต้องประเมินประกอบด้วย (Lunetta et al., 1981 และ Kampa et al., 1975)

### 1 เทคนิคการทดลอง

- การหยิบหรือจับอุปกรณ์การทดลอง
- การใช้อุปกรณ์การทดลอง

### 2 การดำเนินการทดลอง

- การติดตั้งอุปกรณ์การทดลอง
- การปฏิบัติตามวิธีการ
- ความคล่องแคล่ว
- ความปลอดภัย
- การแก้ไขปัญหา
- การคิดหาวิธีการใหม่

### 3 ทักษะการสังเกต

### 4 การเก็บอุปกรณ์หลังการทดลอง

### 5 สภาพของอุปกรณ์หลังการทดลอง

### 6 อุบัติเหตุและการเสี่ยงต่ออุบัติเหตุ

### 7 ความสะอาดและความมีระเบียบ

### 8 การมีส่วนร่วมในการทดลอง

### 9 เวลาที่ใช้ในการทดลอง



แบบสังเกต ข เป็นพฤติกรรมเฉพาะแต่ละการทดลอง พฤติกรรมการปฏิบัติ เขียนตาม  
ขั้นตอนการทดลองเรื่องนั้นๆ โดยยึดหลักดังต่อไปนี้

(Lunetta et al., 1981 และ Kampa et al., 1975)

- 1 การดำเนินการทดลอง ประกอบด้วย
  - การใช้อุปกรณ์การทดลองที่ถูกต้อง
  - การติดตั้งอุปกรณ์การทดลองก่อนดำเนินการทดลอง
  - การปฏิบัติตามวิธีการทดลอง
- 2 ผลการทดลอง ประกอบด้วย
  - การรายงานผลของการทดลองในการทดลองนั้นๆ
  - การนำผลการทดลองไปวิเคราะห์
- 3 พฤติกรรมหลังการทดลอง ประกอบด้วย
  - การเก็บอุปกรณ์การทดลอง
  - สภาพของอุปกรณ์หลังการทดลอง
  - อุบัติเหตุและการเสี่ยงต่ออุบัติเหตุ
  - ความสะอาดและความมีระเบียบ
  - การมีส่วนร่วมในการทดลอง
  - การใช้เวลาในการทดลอง

จะเห็นว่า แบบสังเกต ก และ แบบสังเกต ข ไม่มีขั้นการเตรียมอุปกรณ์ ทั้งนี้เพราะ  
การทดลองในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อาจารย์ผู้สอนเป็นผู้เตรียมอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียน  
แบบตรวจรายงาน พฤติกรรมการปฏิบัติของแบบวัดเป็นพฤติกรรมโดยทั่วไปที่จำเป็น  
ในการประเมินการตรวจรายงานการทดลอง ประกอบด้วย (Lunetta et al., 1981 และ  
Kampa et al., 1975)

- 1 การเขียนจุดประสงค์การทดลอง
- 2 การสังเกต
- 3 การจัดกระทำกับข้อมูล
- 4 การนำเสนอข้อมูล
- 5 ความถูกต้องของข้อมูลที่นำเสนอ
- 6 การแปลความหมายของข้อมูลและการสรุปผล
- 7 การตอบคำถามหลังการทดลอง
- 8 ภาษาที่ใช้บันทึก
- 9 ความสอดคล้องของการรายงานกับการปฏิบัติจริง
- 10 ความสะอาดและความมีระเบียบ
- 11 การส่งงานตามกำหนด

8 สร้างเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมกาปฏิบัติแต่ละรายการ โดยศึกษาจากคู่มือครู วิชาฟิสิกส์ เล่ม 1 (ว021) เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

9 นำผลจากข้อ 7 และ ข้อ 8 ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาฟิสิกส์ จำนวน 11 คน (ตามรายชื่อในภาคผนวก ก) เป็นผู้ประเมินความถูกต้อง หรือ ความสอดคล้องของเนื้อหา จุดประสงค์การทดลอง และ พฤติกรรมการปฏิบัติ ดังตัวอย่าง

ตัวอย่าง แบบประเมินความตรงตามเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ แบบสังเกต ก

**คำชี้แจง** ให้ท่านพิจารณาความถูกต้อง ของเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละข้อรายการ กับพฤติกรรม ที่เกิดขึ้นในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการทดลองโดยทั่วไป โดยพิจารณาให้น้ำหนักคะแนน แล้วทำ เครื่องหมาย ( ✓ ) ลงในช่องแบบประเมิน

ความหมายของน้ำหนักคะแนนกำหนดดังนี้

- 1 หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดขึ้น ท่านเห็นว่าจำเป็นต้องวัดตัดทิ้งไม่ได้  
 0 หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดขึ้น ท่านไม่แน่ใจว่าจำเป็นต้องวัดหรือไม่  
 -1 หมายถึง พฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดขึ้น ท่านเห็นว่าไม่จำเป็นต้องวัดตัดทิ้งไป

ตัวอย่างพฤติกรรม	การประเมินทั่วไป เกณฑ์และพฤติกรรม	ความคิดเห็น	ข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ
		1 0 -1	
1 เทคนิคการทดลอง	1 เป็นการหยิบ จับ หรือใช้ อุปกรณ์ในการทดลอง		_____
1.1 การหยิบหรือ จับอุปกรณ์	1.1 หยิบ จับ ยก หรือ ถืออุปกรณ์การทดลองอย่าง ถูกต้อง เหมาะสม	_____	_____
7 ความสะอาดและ ความมีระเบียบ	7 บริเวณที่ทำการทดลองมี ความเป็นระเบียบ โต๊ะ ปฏิบัติการเรียบร้อยและเมื่อ ใช้อุปกรณ์แล้วทำความสะอาด และเก็บเข้าที่	_____	_____



10 นำผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คัดเลือกข้อที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกัน มีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ .50 ขึ้นไป และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำกว่าหรือเท่ากับ 1 มาเป็นพฤติกรรมการปฏิบัติของแบบวัดสาขาเหตุที่เลือกพฤติกรรมที่มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ .50 ขึ้นไป เพราะค่าเฉลี่ย .50 นี้ ผู้เชี่ยวชาญจะต้องประเมินว่าพฤติกรรมการปฏิบัติข้อนั้นจำเป็นต้องวัดตัดทิ้งไม่ได้ อย่างน้อย 6 คน จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 11 คน ซึ่งเป็นความเห็นที่สอดคล้องกันมากพอ และที่เลือกพฤติกรรมที่มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 นั้น เพราะถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 1 แสดงว่าผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่า พฤติกรรมการปฏิบัติข้อนั้น จำเป็นต้องวัดตัดทิ้งไม่ได้ และไม่จำเป็นต้องวัดตัดทิ้งได้ มีจำนวนเท่ากัน แต่ถ้าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่า 1 หรือเข้าใกล้ 0 แสดงให้เห็นว่า ผู้เชี่ยวชาญมีการประเมินที่สอดคล้องกันมาก ยิ่งค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0 แสดงว่าผู้ประเมินทุกท่านประเมินเหมือนกันหมด ผู้วิจัยจึงนำเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในการคัดเลือกพฤติกรรมการปฏิบัติของแบบวัดในครั้งนี้ ผลการคัดเลือกพฤติกรรมการปฏิบัติเป็นดังต่อไปนี้

แบบสังเกต ก พฤติกรรมการปฏิบัติที่คัดเลือกส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า .50 นอกจากพฤติกรรมการปฏิบัติ 2 รายการ คือ "การแก้ไขปัญหา" และ "การคิดหาวิธีการใหม่" ที่มีค่าเฉลี่ย .455 เท่ากัน ซึ่งตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วข้อปฏิบัติทั้งสองรายการไม่ควรจะคัดเลือกไว้ แต่ผู้เชี่ยวชาญได้แนะนำให้คัดเลือกเอาไว้ โดยให้ปรับปรุงข้อปฏิบัติทั้งสองดังนี้ ข้อปฏิบัติ "การแก้ไขปัญหา" ให้ปรับปรุงเกณฑ์การประเมินใหม่ ส่วนข้อปฏิบัติ "การคิดหาวิธีการใหม่" ให้แยกออกเป็นหัวข้อใหม่ ซึ่งเดิมจะอยู่ในหัวข้อ "การดำเนินการทดลอง" ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้คัดเลือกข้อปฏิบัติทั้งสองเอาไว้ โดยได้ปรับปรุงตามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ ทั้งนี้พฤติกรรมการปฏิบัติทุกข้อที่ผู้วิจัยได้คัดเลือกเอาไว้จะมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำกว่า 1 พฤติกรรมที่ถูกคัดออกตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ คือ "ความคล่องแคล่ว" ด้วยเหตุผลนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ยังไม่มีความคล่องแคล่วในการใช้อุปกรณ์การทดลองจึงไม่น่าจะนำมาเป็นตัวตัดสินกระบวนการปฏิบัติ

แบบสังเกต ข พฤติกรรมการปฏิบัติทุกรายการที่คัดเลือกไว้จะมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า .50 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำกว่า 1 ทั้ง แบบสังเกต ข(6.2) และ แบบสังเกต ข(7.2) แบบตรวจรายงาน พฤติกรรมการปฏิบัติส่วนใหญ่ที่ได้คัดเลือกเอาไว้จะมีค่าเฉลี่ยมากกว่า .50 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำกว่า 1 นอกจากพฤติกรรม "ความถูกต้องของข้อมูลที่นำเสนอ" ที่มีค่าเฉลี่ย .364 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .674 ทั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ปรับปรุง และผู้วิจัยเห็นว่าพฤติกรรมดังกล่าวจำเป็นต้องประเมิน จึงได้นำมาปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยได้นำไปรวมกับข้อปฏิบัติ "การสังเกต" ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

รายละเอียดของการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญ แสดงไว้ในภาคผนวก ข

11 นำผลการวิเคราะห์ และ เสนอในการตัดสินใจแต่ละพฤติกรรมที่ได้ปรับปรุงตามที่ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะ มาเขียนรายละเอียดของแบบวัดแต่ละฉบับ

12 กำหนดน้ำหนักคะแนนของแบบวัดแต่ละฉบับตามรายละเอียดดังนี้

แบบสังเกต ก น้ำหนักคะแนนของพฤติกรรม การดำเนินการทดลอง : ผลการทดลอง : พฤติกรรมหลังการทดลอง คือ 12 : 2 : 6

แบบสังเกต ข(6.2) น้ำหนักคะแนนของพฤติกรรม การดำเนินการทดลอง : ผลการทดลอง : พฤติกรรมหลังการทดลอง คือ 10 : 4 : 6

แบบสังเกต ข(7.2) น้ำหนักคะแนนของพฤติกรรม การดำเนินการทดลอง : ผลการทดลอง : พฤติกรรมหลังการทดลอง คือ 28 : 6 : 6

แบบตรวจรายงาน มีน้ำหนักคะแนนของแต่ละพฤติกรรมเท่ากัน คือ 1 คะแนน

สำหรับการกำหนดน้ำหนักคะแนนระหว่าง แบบวัดทักษะกระบวนการกับแบบตรวจรายงาน นั้นผู้วิจัยและอาจารย์ผู้สอนประจำวิชาเห็นสมควรกำหนดให้ใช้อัตราส่วน 2 : 1 ซึ่งอัตราส่วนนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของผู้นำไปใช้

เมื่อกำหนดน้ำหนักคะแนนแล้วนำน้ำหนักคะแนนนั้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน จำนวน 9 คน(ตามรายชื่อในภาคผนวก ก)ตรวจสอบความเหมาะสมของการกำหนดน้ำหนักคะแนนในแต่ละพฤติกรรมของแต่ละแบบวัด ดังตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตัวอย่าง การกำหนดน้ำหนักคะแนนโดยการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ แบบสังเกต ก  
 คำชี้แจง ให้ท่านพิจารณาความเหมาะสมของการกำหนดน้ำหนักคะแนนในแต่ละพฤติกรรมที่สังเกต  
 ตามรายละเอียดของแบบสอบ โดยทำเครื่องหมาย ( ✓ ) ลงในช่องประเมิน

ความหมายของคะแนน

- 1 หมายถึง ท่านมีความคิดเห็นว่าการกำหนดน้ำหนักคะแนนนั้นเหมาะสมแล้ว  
 0 หมายถึง ท่านไม่แน่ใจว่าการกำหนดน้ำหนักคะแนนนั้นเหมาะสมหรือไม่  
 -1 หมายถึง ท่านมีความคิดเห็นว่าการกำหนดน้ำหนักคะแนนนั้นไม่เหมาะสม

ตัวอย่างพฤติกรรม	น้ำหนัก คะแนน	ความคิดเห็น			ข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ
		1	0	-1	
1 เทคนิคการทดลอง					
1.1 การหยิบจับอุปกรณ์	1				
1.2 การใช้อุปกรณ์	2				
2 การดำเนินการทดลอง					
2.1 การติดตั้งอุปกรณ์	2				
.					
.					
.					
10 เวลาที่ใช้ในการทดลอง	1				
คะแนนรวม		20			

- 13 นำผลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ มาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และ ส่วนเบี่ยงเบน  
 มาตรฐาน (SD) เพื่อคัดเลือกน้ำหนักคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่  
 .50 ขึ้นไป และ มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ซึ่งผลการวิเคราะห์ปรากฏ  
 ว่าทุกพฤติกรรมของแต่ละแบบวัดมีค่าเฉลี่ยมากกว่า .50 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำกว่า 1
- 14 สร้างเกณฑ์ในการตัดสินของพฤติกรรมการปฏิบัติแต่ละรายการทุกแบบวัด อย่าง  
 ละยึดตามระดับของสเกลประมาณค่า 3 ระดับ คือ 1(ต้องปรับปรุง) 2(ปานกลาง) และ 3(ดี)  
 ดังตัวอย่าง

## ตัวอย่าง เกณฑ์การตรวจให้คะแนน แบบสังเกต ก

ตัวอย่างพฤติกรรม	ระดับคะแนน		
	1	2	3
1 เทคนิคการทดลอง			
1.1 การหยิบ จับ ยก หรือ ถือ อุปกรณ์การทดลอง	นักเรียนต้องให้ครูแนะนำ นักเรียนสามารถ หยิบ ยก หรือ ถือ อุปกรณ์การทดลอง	นักเรียนสามารถ หยิบ ยก หรือ ถือ อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้อง เหมาะสม เป็นบางครั้ง	นักเรียนสามารถ หยิบ ยก หรือ ถือ อุปกรณ์การทดลองได้ถูกต้อง เหมาะสม อย่างมีประสิทธิภาพ โดยครูไม่ต้องแนะนำ
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
10 เวลาที่ใช้ในการทดลอง	ดำเนินการทดลองเสร็จหลังจากเวลาที่กำหนดมากกว่า 5 นาที	ดำเนินการทดลองเสร็จหลังจากเวลาที่กำหนดไม่เกิน 5 นาที	ดำเนินการทดลองเสร็จก่อนหรือทันตามเวลาที่กำหนด

15 จัดทำแบบฟอร์มของแบบวัดและแบบฟอร์มของเกณฑ์การตรวจให้คะแนน เพื่อความเหมาะสม สะดวกในการนำไปทดลองใช้หาคุณภาพของแบบวัด แบบฟอร์มของแบบวัดทุกฉบับสามารถใช้ได้กับทั้งประเมินเป็นกลุ่ม และ ประเมินเป็นรายบุคคล ทั้งนี้ ถ้าจะประเมินเป็นรายบุคคล แบบสังเกต ก และ แบบสังเกต ข จะต้องไม่ประเมินพฤติกรรม "การมีส่วนร่วมในการทดลอง"

สำหรับ แบบสังเกต ก แบบสังเกต ข และ แบบตรวจรายงานมีขั้นตอนการสร้างเหมือนกันโดยแนวการสร้าง แบบสังเกต ก และแบบสังเกต ข จะแบ่งเป็น ขั้นตอนการทดลอง ผลการทดลอง และพฤติกรรมหลังการทดลอง ส่วนแบบตรวจรายงาน ได้มีการจัดทำแบบบันทึกผลการทดลองของนักเรียน โดยการศึกษาแบบการนำเสนอผลการทดลองจากคู่มือครูวิชาฟิสิกส์



#### 4. การทดลองใช้และการหาคุณภาพของแบบวัด

ผู้วิจัยนำแบบวัดทั้ง 4 ฉบับ ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

1 สํารวจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ โรงเรียนกัลยาณวัตร จังหวัดขอนแก่น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 ปรากฏว่านักเรียนทั้งหมดมี จำนวน 225 คน

2 ติดต่อผู้บริหารและอาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อขออนุญาตในการใช้สถานที่ และ อุปกรณ์การทดลองสำหรับการพัฒนาแบบวัด

3 นำแบบวัดภาคปฏิบัติและเกณฑ์การตรวจให้คะแนน ให้อาจารย์ผู้สอนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการใช้แบบวัด เกณฑ์การตรวจให้คะแนน พฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกตามขั้นตอนของการทดลอง ทั้งนี้อาจารย์ผู้สอนประจำวิชาจะเป็นผู้ประเมินพฤติกรรมหรือทดลองใช้แบบวัดร่วมกับผู้วิจัยด้วย

4 ให้อาจารย์ผู้สอนแบ่งกลุ่มการทดลองแต่ละห้อง ออกเป็น 3 ระดับ ตามความสามารถในการทดลองของแต่ละกลุ่ม คือ กลุ่มที่มีความสามารถในการทดลองสูง กลุ่มที่มีความสามารถในการทดลองปานกลางและกลุ่มที่มีความสามารถในการทดลองต่ำ โดยยึดเกณฑ์ที่ผู้วิจัยและอาจารย์ผู้สอนตกลงร่วมกัน

5 จับฉลากเลือกกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการพัฒนาแบบวัด

6 ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทราบวัตถุประสงค์ของการวิจัย และ ขอความร่วมมือในการปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้ได้ผลตรงตามความเป็นจริง

7 กำหนด วัน เวลา สำหรับการทดลองใช้แบบสอบครั้งที่ 1-2 และ การใช้จริง

การพัฒนาแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์นี้ แบ่งเป็น 3 ครั้ง คือ ทดลองใช้ 2 ครั้ง (Try out) และใช้จริง 1 ครั้ง โดยมีแนวดำเนินการเหมือนกันทุกครั้ง ดังนี้

1 เตรียมอุปกรณ์การทดลองให้นักเรียนให้ครบ กลุ่มละ 1 ชุด

2 แจกใบงานให้นักเรียนคนละ 1 ชุด ทุกกลุ่ม เพื่อศึกษารายละเอียดของการทดลอง

3 ให้สมาชิกภายในกลุ่มการทดลองร่วมกันตั้งจุดประสงค์การทดลอง แล้วเขียนในแบบบันทึกผลการทดลองของแต่ละคน แต่กลุ่มเดียวกันควรตั้งจุดประสงค์การทดลองเหมือนกัน

4 นักเรียนแต่ละคนกำหนดหน้าที่ของตนพร้อมทั้ง เขียนชื่อสมาชิกภายในกลุ่มและหน้าที่ที่แต่ละคนในกลุ่มของตนรับผิดชอบ ในแบบบันทึกผลการทดลองของตนเอง

5 ขั้นตอนการทดลองให้ปฏิบัติตามใบงานที่แจกให้ โดยทำการทดลองครั้งละ 1 คน ต่อกลุ่มการทดลอง แต่กลุ่มที่มีความสามารถในการทดลองสูงจะทำการทดลองพร้อมกับกลุ่มที่มีความสามารถในการทดลองต่ำ ทั้งนี้เพื่อให้การทดลองเสร็จทันตามเวลาในช่วงโมงเรียนปกติ

6 เมื่อกลุ่มตัวอย่างทำการทดลองเสร็จ ให้ไปวิเคราะห์ผลการทดลองตรงจุดที่กำหนด โดยต่างคนต่างวิเคราะห์ผลการทดลองของตน

7 เมื่อกลุ่มตัวอย่างทำการทดลองครบทั้ง 5 คน ทุกกลุ่มแล้ว ให้แต่ละกลุ่มร่วมกันทำการทดลองเดิมใหม่อีกครั้ง เพื่อประเมินผลพฤติกรรม เรื่อง การมีส่วนร่วมในการทดลอง

8 ขณะทำการทดลอง เมื่อมีปัญหาในการทดลองกลุ่มตัวอย่างสามารถถามผู้ประเมินได้ และผู้ประเมินสามารถแนะนำกลุ่มตัวอย่างได้ เมื่อเห็นว่าทำการทดลองผิด แต่จะถูกตัดคะแนนในพฤติกรรมนั้นๆ

9 การทดลองใช้แบบวัดครั้งที่ 1-2 (Try out) ได้นัดกลุ่มตัวอย่างทำการทดลองนอกเวลาเรียน แต่การใช้แบบวัดจริงได้สังเกตขณะที่นักเรียนทำการทดลองในเวลาเรียนปกติ

การทดลองใช้แบบวัดครั้งที่ 1 ผู้วิจัยได้นำแบบวัดที่สร้างขึ้นไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2 กลุ่มปฏิบัติการทดลอง เป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการทดลองสูงและกลุ่มที่มีความสามารถในการทดลองต่ำอย่างละ 1 กลุ่ม โดยมีผู้สังเกตให้คะแนน 2 คน คือ อาจารย์ประจำวิชา และ ผู้วิจัย การใช้แบบวัดเพื่อประเมินพฤติกรรมกลุ่มตัวอย่าง ใช้แบบสังเกต ข ก่อน จึงใช้ แบบสังเกต ก ทั้งนี้ แบบสังเกต ข ต้องประเมินตามขั้นตอนการทดลอง ในขณะที่แบบสังเกต ก ประเมินพฤติกรรมทั่วไป และ เมื่อนักเรียนส่งแบบบันทึกผลการทดลอง จึงตรวจรายงานการทดลอง โดยครูผู้สอนตรวจและให้คะแนนในแบบสังเกตของตน จากนั้นผู้วิจัยจึงนำมาตรวจให้คะแนนตามแบบสังเกตของผู้วิจัยเอง ทั้งนี้การตรวจให้คะแนนนั้นเป็นอิสระจากกัน แล้วนำผลจากแบบวัดทั้ง 4 ฉบับ มาหาคุณภาพของแบบวัด คือ

- 1 หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัด
- 2 หาเวลาที่เหมาะในการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้เวลาที่ 90 % ของจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำเสร็จ (เวลาที่หาเริ่มจากทำการทดลองจนทำการทดลองเสร็จตามกระบวนการ)
- 3 หาความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน 2 คน

หลังจากปรับปรุงแบบวัดจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองใช้ครั้งที่ 1 แล้วผู้วิจัยได้นำแบบวัดไปทดลองใช้กับนักเรียนเป็นครั้งที่ 2 วิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง การดำเนินการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล เหมือนกับการทดลองใช้แบบวัดครั้งที่ 1



การใช้แบบวัดจริง หลังจากปรับปรุงแบบวัดจากผลการวิเคราะห์ครั้งที่ 2 ผู้วิจัยนำแบบวัดไปใช้จริงกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 กลุ่มปฏิบัติการทดลอง เป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการทดลองสูง และกลุ่มที่มีความสามารถในการทดลองต่ำ อย่างละ 5 กลุ่ม จำนวน 50 คน มาจาก 5 ห้องเรียน โดยมีผู้ประเมินให้คะแนน 2 คน คือ ผู้วิจัยและอาจารย์ประจำวิชา ดำเนินการทดลองเหมือนกับการทดลองครั้งที่ 1-2 นำผลจากแบบวัดมาวิเคราะห์หาคุณภาพ คือ

1. หาค่าสถิติพื้นฐานของแบบวัด
2. หาเวลาที่เหมาะในการปฏิบัติการทดลอง โดยใช้เวลาที่ 90 % ของจำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทำเสร็จ (เวลาที่หาเริ่มจากการทดลองจนทำการทดลองเสร็จตามกระบวนการ)
3. หาความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน 2 คน
4. หาความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรวมของแบบวัดกับ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน
5. หาความตรงเชิงจำแนกของแบบวัดโดยใช้สัมพันธ์แบบไบซีเรียล
6. หาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบวัด

#### 5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีหาค่าทางสถิติดังนี้

1. หาค่าสถิติเบื้องต้นของแบบวัดคือ
  - 1.1 ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมของแบบวัดแต่ละฉบับ
  - 1.2 ค่ามัธยฐาน ( Median )
  - 1.3 ค่าฐานนิยม ( Mode )
  - 1.4 ค่านิสัย ( Range )
  - 1.5 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( Standard Deviation , SD )
  - 1.6 ค่าความเบ้ ( Skewness, SK ) โดยใช้สูตร(อุทุมพร จามรมาน, 2532)

$$SK = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 / n}{s^3}$$

เมื่อ	SK	แทน	ค่าความเบ้
	$X_i$	แทน	คะแนนแต่ละคน
	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	n	แทน	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

## 1.7 ค่าความโค้ง-แบน ( Kurtosis, KU )

โดยใช้สูตร (อุทุมพร จามรमान, 2532)

$$KU = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 / n}{S^4}$$

เมื่อ	KU	แทน	ค่าความโค้ง-แบน
	$X_i$	แทน	คะแนนแต่ละคน
	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	n	แทน	ขนาดกลุ่มตัวอย่าง
	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.8 ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด ( Standard Error of Measurement, SEM) ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดนี้จะทำให้ทราบว่า โดยเฉลี่ยแล้ว ส่วนเบี่ยงเบนระหว่างคะแนนที่วัดได้กับคะแนนจริงของแต่ละบุคคลจะเป็นเท่าใด ( ประคอง กรรณสูตร, 2528 ) เช่น นักเรียนคนหนึ่งทำคะแนนของแบบสอบฉบับหนึ่งได้ 20 คะแนน แบบสอบฉบับนั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัดเป็น 1.50 จะได้ว่า นักเรียนคนนี้จะมีความจริงอยู่ในขอบเขต ระหว่าง  $20 \pm 1.50$  คะแนน การหาค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการวัด โดยใช้สูตร ( ประคอง กรรณสูตร, 2528 )

$$SEM = SD \sqrt{1 - r_{LL}}$$

เมื่อ	SD	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$r_{LL}$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง

2. หาค่าความเที่ยงระหว่างผู้ประเมิน 2 คน โดยประมาณค่าจากการใช้สูตรสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation) ดังนี้ (Guilford , 1973)

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	$r_{xy}$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	X	แทน	คะแนนจากแบบวัดของผู้ประเมินคนที่ 1
	Y	แทน	คะแนนจากแบบวัดของผู้ประเมินคนที่ 2
	N	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง
	$\sum X$	แทน	ผลบวกของคะแนนชุด X
	$\sum Y$	แทน	ผลบวกของคะแนนชุด Y
	$\sum XY$	แทน	ผลบวกของผลคูณของคะแนนชุด X และ ชุด Y



3 การทดสอบความแตกต่างของค่าความเที่ยง ความตรงของแบบวัด โดยแปลงให้อยู่ในรูปของคะแนนมาตรฐานของฟิชเชอร์ (  $Z_r$  ) และ ทดสอบด้วยสถิติทดสอบซี (  $Z$ -test ) โดยใช้สูตร (Ferguson 1981:196)

$$Z = ( Z_1 - Z_2 ) \sqrt{n - 3}$$

เมื่อ	Z แทน	สถิติทดสอบซี
	$Z_1, Z_2$ แทน	ค่า Fisher's Z ที่ได้จากแบบดั้งเดิม ข และ แบบดั้งเดิม ก
	n แทน	จำนวนข้อมูลในกลุ่มตัวอย่าง

4 หาความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-Related Validity) โดยการหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบวัดภาคปฏิบัติในวิชาฟิสิกส์ กับ คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ที่ได้จากการสอบด้วยข้อสอบของทางโรงเรียนที่ถือเป็นเกณฑ์ในการศึกษาครั้งนี้

ข้อสอบที่นำมาเป็นเกณฑ์เป็นข้อสอบปลายภาค ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2533 ข้อสอบปลายภาคดังกล่าว เป็นข้อสอบที่ใช้ร่วมกันภายในกลุ่มโรงเรียน กลุ่มที่ 3 จังหวัดขอนแก่น โดยครูผู้สอนวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ทุกโรงเรียนในกลุ่มที่ 3 จะร่วมกันออกข้อสอบตามจุดประสงค์ที่ร่วมกันกำหนดเอาไว้ก่อนเปิดภาคเรียนที่ 2 และข้อสอบดังกล่าวเคยผ่านการวิเคราะห์ข้อสอบมาแล้ว ลักษณะของแบบสอบที่นำมาเป็นเกณฑ์จะเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง 30 นาที ทั้งนี้เป็นการทดสอบเนื้อหาตลอดภาคเรียน โดยข้อสอบมี 3 ตอน คือ ข้อ 1 - 6 เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง เสียง ข้อ 7 - 17 เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการทดลอง 6.2 (11 ข้อ) และ ข้อ 18 - 30 ( 13 ข้อ) เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการทดลอง 7.2 สำหรับการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบทั้ง 30 ข้อ พบว่า ความเที่ยงที่หาโดย KR-20 มีค่าเท่ากับ .86 ค่าความยากง่าย มีค่าอยู่ระหว่าง .18 - .53 และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .19 - .49 จากกระบวนการสร้างของแบบสอบทั้ง 30 ข้อ จึงเชื่อได้ว่าเป็นแบบสอบที่มีคุณภาพพอสมควร สามารถนำมาเป็นเกณฑ์ในการหาความตรงครั้งนี้ได้ การหาความตรงใช้สูตร Pearson's Product Moment Correlation



5 หาความตรงเชิงจำแนกของแบบวัด (Discriminant Validity) เป็นการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดทั้งฉบับ จากค่าสหสัมพันธ์แบบไบซีเรียล (Biserial Correlation) ระหว่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการปฏิบัติการทดลองสูง กับ คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด ดังนี้ (Allen, Mary J. and Yen, Wendy M.: 1979 (39-40))

$$r_{bis} = \frac{\bar{X}_p - \bar{X}_L}{S_L} \cdot \frac{p}{y}$$

เมื่อ	$r_{bis}$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\bar{X}_p$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มที่มีความสามารถในการทดลองสูง
	$\bar{X}_L$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด
	$S_L$	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของนักเรียนทั้งหมด
	$p$	แทน	อัตราส่วนของนักเรียนที่มีความสามารถในการทดลองสูง กับ จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	$y$	แทน	ค่าความสูงของโค้งปกติ (ordinate) ตรงจุดแบ่งตัวแปรออกเป็นสองกลุ่ม โดยดูจากค่า $p$

6 หาความสัมพันธ์ระหว่างแบบวัด โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบ Pearson's Product Moment Correlation ระหว่าง คะแนนรวมของ แบบสังเกต ก แบบสังเกต ข และ แบบตรวจรายงาน