

### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการใช้ผังมโนทัศน์สัมพันธ์ในการสรุปทเรียนวิชาฟิสิกส์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน  
วิทยาศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมือง  
เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ สังกัดทบวงมหาวิทยาลัย จำนวน 3 ห้อง ๆ ละ 40 คน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1  
ปีการศึกษา 2543 ที่เรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
จำนวน 2 ห้องเรียน รวม 80 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)  
โดยผู้วิจัยได้ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบความรู้พื้นฐานที่จัดทำขึ้นโดยผู้วิจัย เพื่อหา  
ห้องเรียนที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมาจำนวน 2 ห้องเรียน เพื่อแบ่งกลุ่ม 2 กลุ่ม  
คือ กลุ่มทดลอง ซึ่งสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์สัมพันธ์ในการสรุปทเรียน และกลุ่มควบคุมซึ่งสอน  
ตามคู่มือครู โดยแต่ละกลุ่มมีจำนวนนักเรียนดังนี้

กลุ่มทดลอง จำนวน 40 คน

กลุ่มควบคุม จำนวน 40 คน

### ระยะเวลาและเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 ใช้เวลาสอนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากัน คือ กลุ่มละ 20 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่องสมดุลกลในหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การจัดเนื้อหาในการสอนสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปบทเรียนกับกลุ่มที่มีการสอนตามคู่มือครู ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาเดียวกัน โดยเรียงลำดับตามหัวข้อที่จัดไว้ในหนังสือเรียน แล้วนำลักษณะของเนื้อหามาพิจารณาให้เหมาะสมกับเวลา โดยยึดการแบ่งจำนวนคาบเรียนตามแนวทางในคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นเกณฑ์ ซึ่งการจัดแบ่งหัวข้อเนื้อหาและระยะเวลาของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้แสดงไว้ในตาราง 2

ตาราง 2 แสดงหัวข้อ เนื้อหา และระยะเวลาการสอนของกลุ่มทดลอง ซึ่งสอนโดยใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปบทเรียน และกลุ่มควบคุมที่มีการสอนตามคู่มือครู

หัวข้อเนื้อหา	จำนวนคาบ
1. สมดุลกล	2
2. การหาเวกเตอร์ลัพธ์ของแรง	2
3. การแยกแรงและการหาแรงลัพธ์ โดยวิธีคำนวณ	2
4. แรงเสียดทาน	3
5. ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลางถ่วง	2
6. สมดุลต่อการหมุน	2
7. สมดุลสัมบูรณ์	3
8. เสถียรภาพของสมดุล	2
9. การนำหลักของสมดุลไปประยุกต์	2
<b>รวมจำนวนคาบ</b>	<b>20</b>

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีดังนี้

### 1. แผนการสอน

แผนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมี 2 แบบ คือ

1.1 แผนการสอนที่ใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปทบทเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแผนการสอนที่ใช้ผังมโนทัศน์ในการสรุปทบทเรียนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลกล ซึ่งเป็นแผนการสอนที่ใช้สำหรับกลุ่มทดลองตามขั้นตอนดังนี้

1.1.1 ศึกษาการเขียนแผนการสอนจากเอกสารแนะนำการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) หนังสือเรียน คู่มือครู และเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.1.2 ศึกษาเนื้อหาเรื่องสมดุลกลจากหนังสือเรียนวิชาฟิสิกส์ เล่ม 3 ว 022 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้อย่อยตามลำดับเนื้อหาในบทเรียน เพื่อสร้างแผนการสอนดังนี้

แผนการสอนที่ 1 สมดุลกล

แผนการสอนที่ 2 การหาเวกเตอร์ลัพธ์ของแรง

แผนการสอนที่ 3 การแยกแรงและการหาแรงลัพธ์ โดยวิธีคำนวณ

แผนการสอนที่ 4 แรงเสียดทาน

แผนการสอนที่ 5 ศูนย์กลางมวลและศูนย์กลาง

แผนการสอนที่ 6 สมดุลต่อการหมุน

แผนการสอนที่ 7 สมดุลสัมบูรณ์

แผนการสอนที่ 8 เสถียรภาพของสมดุล

แผนการสอนที่ 9 การนำหลักของสมดุลไปประยุกต์

1.1.3 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการเขียนผังมโนทัศน์สัมพันธ์จากเอกสารและงานวิจัยเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างผังมโนทัศน์ในเนื้อหาเรื่อง สมดุลกล ตามหัวข้อเนื้อหาในแต่ละแผนที่จัดไว้ในข้อ 1.1.2 โดยสร้างตามแนวของ Novak (1984, อ้างใน สอนิต ยมาภัย และ สวัสดิ์ ประทุมราช, 2534) ดังนี้

- 1) ศึกษาบทเรียนจากหนังสือเรียนและทำความเข้าใจมโนมติจากเนื้อหาของบทเรียนเรื่องสมดุลกกล
- 2) วิเคราะห์มโนมติที่สำคัญของเนื้อหา แล้วคัดเลือกมโนมติจากเนื้อหา
- 3) จัดลำดับของมโนมติที่ได้วิเคราะห์ออกมาว่า มโนมติใดเป็นมโนมติหลักที่ครอบคลุมมโนมติรอง หรือมโนมติที่เฉพาะเจาะจง
- 4) เรียงลำดับของมโนมติ โดยให้มโนมติหลักอยู่ด้านบนสุด มโนมติรองจะค่อย ๆ ลดลำดับลงมาจนเป็นมโนมติที่เฉพาะเจาะจง หรือเป็นตัวช่วย
- 5) หากำหรือข้อความเชื่อมเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนมติให้มีความหมายแล้วลากเส้นเชื่อมโยงระหว่างมโนมติ
- 6) ตรวจสอบความถูกต้องของผังมโนมติสัมพันธ์ให้ตรงกับเนื้อหา พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องในเชิงโครงสร้างของผังมโนมติสัมพันธ์ด้วย

สำหรับจำนวนผังมโนมติสัมพันธ์ที่ใช้ในแผนการสอนมีทั้งหมด 9 ผังเท่าจำนวนแผนการสอน

1.1.4 เขียนแผนการสอนวิชาฟิสิกส์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง สมดุลกกล โดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน โดยยึดรายละเอียดเกี่ยวกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนตามคู่มือครู และหนังสือเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นแนวทาง สำหรับกิจกรรมการเรียนการสอนเน้นการสรุป โดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ ทั้งที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและที่ให้นักเรียนสร้างเอง ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนได้แสดงไว้ในตาราง 3

ตาราง 3 แสดงลำดับขั้นกิจกรรมการสอนในแผนการสอนที่ใช้ผังมโนทัศน์สัมพันธ์  
ในการสรุปบทเรียน

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนการสอน
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	- นำเข้าสู่บทเรียน โดยการสร้างสถานการณ์ประกอบกับการใช้สื่อการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน
2. ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน	- เสริมความรู้พื้นฐานบางส่วนที่นักเรียนยังขาดอยู่ เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้เชื่อมโยงกับสิ่งที่จะสอนต่อไป และเกิดการ เรียนรู้ที่มีความหมาย ซึ่งครูประเมินโดยใช้แบบทดสอบ วัดความรู้พื้นฐานก่อนที่จะเรียน เรื่องสมมูลกล ถ้านักเรียน ยังขาดความรู้พื้นฐานส่วนใดอยู่ครูก็หาวิธีการเสริมความรู้ให้
3. ขั้นสอน	- ดำเนินการตามแนวทางในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กิจกรรมขั้นนี้ประกอบด้วย 1. การอภิปรายก่อนการทดลอง 2. การทดลอง 3. การอภิปรายหลังการทดลอง
4. ขั้นสรุปบทเรียนโดยใช้ ผังมโนทัศน์สัมพันธ์	- ครูให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้ 1. ระบุมโนทัศน์ที่สำคัญจากบทเรียนที่กำลังเรียนอยู่ 2. จัดเรียงลำดับมโนทัศน์ที่เลือกมาจากบทเรียน 3. จัดกลุ่มมโนทัศน์ที่เลือกมาจากบทเรียน 4. หาคำเชื่อมความสัมพันธ์แต่ละมโนทัศน์เข้าด้วยกัน โดยแต่งเป็นประโยคสั้น ๆ 5. เชื่อมโยงความสัมพันธ์ของมโนทัศน์ต่าง ๆ โดยคำนึงถึง ลำดับขั้นของมโนทัศน์ที่มีความกว้างไปจนถึงมีความ เฉพาะเจาะจง โดยทดลองเขียนใส่แผ่นกระดาษเล็ก ๆ ที่เคลื่อนย้ายได้ก่อนลงสมุด 6. ตรวจสอบผังมโนทัศน์สัมพันธ์ที่สร้างขึ้น เพื่อความ ถูกต้อง ด้านคำเชื่อมและการใช้ภาษา

## ตาราง 3 (ต่อ)

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนการสอน
	- สรุบทเรียนโดยครูคัดเลือกผังมโนมติสัมพันธ์ที่นักเรียนสร้างมาวิจารณ์ และให้นักเรียนดูผังมโนมติสัมพันธ์ที่ครูสร้างไว้แล้ว เพื่อเปรียบเทียบและแก้ไข

สำหรับแผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุบทเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีทั้งหมด 9 แผน (ดูรายละเอียดของแต่ละแผนใน ภาคผนวก ฉ.)

1.1.5 นำแผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุบทเรียนไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน (ดังรายนามใน ภาคผนวก ข.) ตรวจสอบในด้านความตรงของเนื้อหา การใช้ภาษา ความสอดคล้องในการดำเนินกิจกรรมของแผนการสอน และความสมบูรณ์ของผังมโนมติสัมพันธ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ โดยถือความคิดเห็นที่สอดคล้องกัน 8 ใน 10 ท่านเป็นเกณฑ์

1.1.6 นำแผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุบทเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และยังไม่เคยเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องสมดุลกล จำนวน 40 คน เพื่อดูความเหมาะสมในการใช้สื่อการเรียนการสอน กิจกรรม ระยะเวลา การวัดผล และการจัดสร้างผังมโนมติสัมพันธ์ของนักเรียน แล้วปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ โดยผู้วิจัยได้สอนวิธีการสร้างผังมโนมติสัมพันธ์สัมพันธ์แก่นักเรียนกลุ่มนี้ก่อนดำเนินการตามแผนการสอน

1.1.7 นำแผนการสอนที่ใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุบทเรียนที่ผ่านการทดลองสอนแล้วมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้สอนจริงกับกลุ่มทดลองต่อไป

## 1.2 แผนการสอนสำหรับการสอนตามคู่มือครู

การสร้างแผนการสอนสำหรับการสอนตามปกติ ซึ่งได้แก่ แผนการสอนรายวัน เรื่อง สมดุลกล ที่ใช้สำหรับกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

1.2.1 ศึกษาวิธีเขียนแผนการสอนจากหนังสือต่าง ๆ แผนการสอนของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1.2.2 สร้างแผนการสอนรายวัน เรื่องสมดุกลด โดยยึดรายละเอียดเกี่ยวกับจุดประสงค์ของการเรียนรู้ เนื้อหา ตลอดจนกิจกรรมการเรียนการสอนตามคู่มือครู และหนังสือเรียนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งในขั้นสรุปจะใช้การสรุปเป็นข้อความเรียงธรรมดา สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนได้แสดงไว้ในตาราง 4 โดยแผนการสอนรายวันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีทั้งหมด 9 แผน (ดูรายละเอียดของแต่ละแผนใน ภาคผนวก ฉ.)

ตาราง 4 แสดงลำดับขั้นกิจกรรมการสอนในแผนการสอนสำหรับการสอนตามคู่มือครู

ขั้นตอน	กิจกรรมการเรียนการสอน
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	- นำเข้าสู่บทเรียนโดยการสร้างสถานการณ์ประกอบกับการใช้สื่อการสอน เพื่อให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน
2. ขั้นเสริมความรู้พื้นฐาน	- เสริมความรู้พื้นฐานบางส่วนที่นักเรียนยังขาดอยู่ เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้เชื่อมโยงกับสิ่งที่จะสอนต่อไป และเกิด การเรียนรู้ ซึ่งครูประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้ พื้นฐานก่อนที่จะเรียนเรื่อง สมดุกลด ถ้านักเรียนยัง ขาดความรู้พื้นฐานส่วนใด ครูก็หาวิธีการเสริมความรู้ให้
3. ขั้นสอน	- ดำเนินการตามแนวทางในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กิจกรรมขั้นนี้ประกอบด้วย <ul style="list-style-type: none"> <li>- การอภิปรายก่อนการทดลอง</li> <li>- การทดลอง</li> <li>- การอภิปรายหลังการทดลอง</li> </ul>
4. ขั้นสรุปบทเรียน	- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปบทเรียน ตามแนวการสอนของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดย ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายตลอดจนให้นักเรียนตอบ คำถามของครูตามแนวคำถามที่ครูเตรียมไว้ พร้อมกับ ให้นักเรียนสรุปเนื้อหาร่วมกันเป็นกลุ่ม เป็นข้อความเรียง ธรรมดาลงในสมุด

1.2.3 นำแผนการสอนที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน (ตั้งรายนามใน ภาคผนวก ข.) ตรวจสอบด้านความเที่ยงตรงของเนื้อหา และสื่อการเรียนการสอนที่ใช้ แล้วดำเนินการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ตามข้อเสนอแนะที่ได้รับ โดยถือความคิดเห็นที่สอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญ 8 ใน 10 ท่าน เป็นเกณฑ์

1.2.4 นำแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนวชิรวิทย์วิทยาคม อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเวลา ภาษาที่ใช้ ตลอดจนกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผล

1.2.5 ปรับปรุงแผนการสอนอีกครั้งหนึ่ง โดยนำข้อบกพร่องต่าง ๆ มาพิจารณาแก้ไข แล้วนำไปใช้สอนจริงกับกลุ่มควบคุมต่อไป (รายละเอียดของแผนการสอนดูใน ภาคผนวก ฉ.)

## 2. แบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบขึ้น 2 ประเภท เพื่อให้สอดคล้องกับการวิจัยนี้ คือ

2.1 แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียนเรื่องสมมูลกล ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาซึ่งผู้เรียนจำเป็นต้องมีก่อนการเรียนเรื่องสมมูลกล ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เป็นความรู้เกี่ยวกับการเคลื่อนที่และกฎของนิวตันในวิชาฟิสิกส์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 เพื่อให้สอดคล้องกับการนำผังมโนมติสัมพันธ์มาใช้ในการเรียนการสอน และเป็นไปตามความมุ่งหมายของการเรียนรู้ที่มีความหมายที่เน้นให้สำรวจความรู้ของผู้เรียนก่อนที่จะมีการสอนความรู้ใหม่ให้แก่ผู้เรียนซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานจากเอกสารการสร้างแบบทดสอบและการเขียนข้อทดสอบ

ขั้นที่ 2 ศึกษาเนื้อหาเรื่องสมมูลกลและวิเคราะห์ถึงเนื้อหาที่มีความจำเป็นที่ต้องรู้ก่อนจะเรียนเนื้อหาดังกล่าวว่ามีอะไรบ้าง

ขั้นที่ 3 นำข้อมูลที่ได้จากข้อ 2 มาสร้างข้อทดสอบวัดความรู้พื้นฐานชนิด 4 ตัวเลือก โดยพฤติกรรมที่จะวัด ได้แก่ ความรู้-ความเข้าใจ การนำไปใช้ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 50 ข้อ

ขั้นที่ 4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 10 ท่าน (ดังรายนามใน ภาคผนวก ก.) ตรวจสอบคุณลักษณะของแบบทดสอบ เพื่อดูความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยถือความคิดเห็นที่สอดคล้องกัน 8 ใน 10 ท่านเป็นเกณฑ์

ขั้นที่ 5 นำแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนคอยสะเกิดวิทยาคม โรงเรียนนวมินทราชูทิศพายัพ และโรงเรียนจักรคำคณาทร ผู้ซึ่งเคยเรียนเนื้อหาเรื่องสมมูลกลมาแล้ว จำนวน 119 คน เพื่อหาความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกโดยใช้เทคนิค 27% ของ Chung - Teh Fan และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐาน โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson-20) ได้ค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.82

ขั้นที่ 6 นำข้อทดสอบที่มีระดับความยากง่ายระหว่าง .20 - .80 และมีค่าอำนาจจำแนก .20 ขึ้นไป ใช้เป็นข้อทดสอบส่วนข้อที่มีระดับความยากง่ายไม่เป็นไปตามเกณฑ์ก็ทำการแก้ไขปรับปรุงให้ได้จำนวนข้อสอบ 50 ข้อ เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ก่อนที่จะนำไปใช้ทดสอบจริงทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มที่สอนตามคู่มือครูต่อไป

2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องสมมูลกล ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้น 2 ฉบับ ในลักษณะคู่ขนานของเนื้อหาที่ต้องการวัด ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการสร้างดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาเทคนิคการวัดผล เทคนิคการเขียนข้อสอบและการประเมินผลการศึกษาจากเอกสารและหนังสือที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 2 ศึกษาหนังสือเรียน และคู่มือครูวิชาฟิสิกส์ เล่มที่ 3 ว 022 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แล้วนำมาวิเคราะห์เนื้อหาบทที่ 8 เรื่องสมมูลกล และสร้างตารางจำแนกข้อสอบตามเนื้อหาและจุดประสงค์ โดยเน้นพฤติกรรมที่ต้องการวัด 4 ด้าน คือ ความรู้ - ความจำ ความเข้าใจ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการนำไปใช้

ขั้นที่ 3 สร้างข้อคำถามให้ครอบคลุมเนื้อหาและเป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของวิชาฟิสิกส์ เรื่องสมมูลกล และครอบคลุมพฤติกรรมทั้ง 4 ด้าน จำนวน 50 ข้อ เป็น ข้อคำถามแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

ขั้นที่ 4 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องสมมูลกลที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน

10 ท่าน (ดังรายนามใน ภาคผนวก ก.) ตรวจเพื่อพิจารณาว่าแบบทดสอบแต่ละข้อออกตรงตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือไม่ และนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบเป็นรายชื่อ

ขั้นที่ 5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วในขั้นที่ 4 ฉบับที่ 1 และ ฉบับที่ 2 ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2543 โรงเรียนดอยสะเก็ด โรงเรียนนวมินทราชูทิศพายัพ โรงเรียนจักรคำคณาทร และโรงเรียนดาราวิทยาลัย จำนวน 179 คน ที่เคยได้เรียนเรื่องสมดุลกลมาแล้ว โดยใช้เวลาทดสอบ 2 ชั่วโมง โดยแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ทำการทดสอบกับนักเรียนกลุ่มเดียวกันนี้โดยเว้นระยะเวลาห่างกันหนึ่งอาทิตย์แล้ว นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาความยากง่าย โดยใช้เทคนิค 27% ของ Chung - Teh Fan หาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายชื่อ แล้วเลือกข้อที่มีความยากง่ายอยู่ในช่วง .20 - .80 และมีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไปมาคัดเลือกเข้าเป็นข้อทดสอบฉบับจริงฉบับละ 30 ข้อ โดยให้มีเนื้อหาที่ครอบคลุมและขนานกันตรงตามเนื้อหาที่ต้องการวัด

ขั้นที่ 6 นำแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับสอบมาหาความเชื่อมั่นโดยใช้สูตร Pearson Product-moment Coefficient Correlation จากโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS for Windows เวอร์ชัน 7.5 ปรากฏว่าได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคู่ขนานชุดนี้เป็น 0.893 และทำการทดสอบค่าที (t - test) แบบ Paired - Samples t - test พบว่า แบบทดสอบทั้งสองชุดมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้เห็นทราบว่าแบบทดสอบทั้ง 2 ฉบับสามารถใช้แทนกันได้ สามารถใช้ฉบับใดสอบก่อนการสอนหรือสอบหลังการสอนก็ได้ ซึ่งก็จะได้ผลออกมาเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน จากนั้นจึงนำแบบทดสอบไปใช้ในการสอบกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมต่อไป

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยได้ทำหนังสือถึงผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อขออนุญาตในการทำวิจัย
2. แบ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มทดลองซึ่งสอนโดยใช้ผังมโนมิสัมพันธ์ในการสรุปบทเรียน และกลุ่มควบคุมซึ่งสอนตามคู่มือครู กลุ่มละ 40 คน ซึ่งได้พิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยจากข้อสอบวัดความรู้พื้นฐานที่เท่ากันหรือใกล้เคียงกัน แล้วจับสลากหาห้องที่ใช้เป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งผลของคะแนนเฉลี่ยของข้อสอบวัดความรู้พื้นฐาน พบว่า ห้อง ม.5/2 มีคะแนน

เฉลี่ย 34.97 และ ม.5/3 มีคะแนนเฉลี่ย 34.35 เมื่อนำทั้ง 2 ห้องมาจับสลากเพื่อหากกลุ่มทดลอง ได้ห้อง ม.5/2 เป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งจะใช้การสอนโดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปทเรียน

3. ผู้วิจัยได้สอนวิธีการสร้างผังมโนมติสัมพันธ์แก่นักเรียนกลุ่มทดลองในเนื้อหาเรื่อง งาน พลังงาน และโมเมนตัม โดยทำการสอนนอกเวลาเรียนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจและสามารถ สร้างผังมโนมติสัมพันธ์ได้

4. ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดความรู้พื้นฐานของนักเรียนทั้งกลุ่มทดลองที่สอนโดยใช้ ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปทเรียน และกลุ่มควบคุมที่สอนตามคู่มือครู แล้วเสริมความรู้ที่ ทั้งสองกลุ่มขาดไปให้เสมอกัน

5. ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุมโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับที่ 1 แล้วเก็บรวบรวมคะแนน ผลการสอบไว้เพื่อทำการวิเคราะห์

6. ดำเนินการสอนตามแผนการสอนที่เตรียมไว้ โดยกลุ่มทดลองใช้แผนการสอนที่ สอนโดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปทเรียน ส่วนกลุ่มควบคุมใช้แผนการสอนตามคู่มือครู การสอนทั้งสองกลุ่มใช้เวลาในคาบเรียนปกติ คาบละ 50 นาที สัปดาห์ละ 4 คาบ เป็นเวลา 20 คาบ

7. เมื่อเสร็จสิ้นการสอน ผู้วิจัยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งสอง กลุ่ม โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับที่ 2 จากนั้นเก็บรวบรวมคะแนน ผลการสอบไว้เพื่อวิเคราะห์ต่อไป

8. นำคะแนนที่ได้จาก ข้อ 5. และ ข้อ 7. มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องสมดุลจากการสอบ ทั้งก่อนการสอนและหลังการสอนของกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ใน การสรุปทเรียน และกลุ่มนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for Windows

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปทเรียนและที่ได้รับการสอน

ตามคู่มือครู โดยการทดสอบค่า  $t$  - test แบบสองกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน (Paired  $t$  - test) (กนกทิพย์ พัฒนาพัฑฒัน, 2536, หน้า 85)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์เรื่องสมดุลกลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ผังมโนมติสัมพันธ์ในการสรุปทเรียนและที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู โดยทดสอบค่า  $t$  - test แบบสองกลุ่มเป็นอิสระต่อกัน (Independent  $t$  - test) (กนกทิพย์ พัฒนาพัฑฒัน, 2536 หน้า 74)