

วิธีดำเนินการวิจัยและการรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการไปตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้

1. ศึกษาลักษณะและวิธีการสอนแบบการเรียนรู้เป็นทีมจากบทความในเอกสารต่างๆ คือ The Arithmetic Teacher¹, Mathematics Teacher², Business Education Forum³, Practical Approaches to Individualizing Instruction⁴, และเอกสารการรายงานวิชาสัมมนาวิทยาศาสตร์ เรื่อง การเรียนรู้เป็นทีม ของ อารีย์ โพธิ์พัฒนชัย⁵ เป็นต้น
2. ศึกษาบทเรียนเรื่อง "แสงช่วยในการเห็น" จากหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษาปีที่ 2 ของอาจารย์สุดี ชัยพัฒน แบบเรียนวิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาปีที่ 2 ของกระทรวงศึกษาธิการ แบบเรียนวิทยาศาสตร์ มัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ บุญถิ่น อัตถากร

¹Carolyn young, "Team Learning", The Arithmetic Teacher, Vol. 19, No.8, (December, 1972), 630-634.

²Dennis Davidson, "Learning Mathematics in a Group Situation", Mathematics Teacher, Vol.21, No1, (February,1974),101-6.

³Barbara Jean Weisend, "Team Learning in Basic Business", Business Education Forum, XXVI (January,1972), 44-45.

⁴Rita Dunn, "Team Learning and Circles of Knowledge", Practical Approaches to Individualizing Instruction, West Nyack, N.Y, Parker (1972), 154-171.

⁵อารีย์ โพธิ์พัฒนชัย, "การเรียนรู้เป็นทีม" เอกสารการรายงานวิชาสัมมนาวิทยาศาสตร์, แผนกวิชามัธยมศึกษา ครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (2517)

แบบเรียนวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของ ชาศรี สุวรรณ และ จำนง พรายแถม
แบบเรียนวิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของกระทรวงศึกษาธิการ แบบเรียน
วิชาแสง ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ของ พ.อ.พงษ์ พันธุกุล

3. นำคะแนนสอบวิทยาศาสตร์ประจำภาคกลาง ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนหลวง จำนวน 6 ห้อง มาคัดเลือกหาห้องที่มีระดับพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เท่ากัน
เพียง 2 ห้อง โดยใช้วิธีเปรียบเทียบมัธยฐานเลขคณิตของคะแนนสอบ ของนักเรียนทุกห้อง ดัง
แสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 จำนวนนักเรียนและค่ามัธยฐานเลขคณิตที่จะเลือกเป็นตัวอย่างประชากร

ชั้น	จำนวนนักเรียน		รวม	\bar{X}
	ชาย	หญิง		
✓ ม.ศ. 2/13	17	18	35	67.31
✓ ม.ศ. 2/14	18	17	35	67.68
ม.ศ. 2/15	18	17	35	59.46
ม.ศ. 2/16	20	16	36	61.83
ม.ศ. 3/17	18	17	35	70.71
ม.ศ. 3/24	19	14	33	59.12

2/13 และ 2/14 มีค่ามัธยฐานเลขคณิตใกล้เคียงกัน และจำนวนนักเรียนก็ไม่ต่างกัน
จึงเลือกห้อง ม.ศ. 2/13 เป็นห้องทดลอง สอนแบบการเรียนเป็นทีม และห้อง ม.ศ. 2/14
เป็นห้องควบคุม สอนแบบบรรยายประกอบการสาธิต

4. เขียนบันทึกการสนทนาอย่างละเอียด โดยแบ่งบทเรียนเรื่อง แสงช่วยในการเห็น
เป็น 4 ตอน คือ

ตอน 1 ธรรมชาติของแสง

- เรามองเห็นวัตถุได้อย่างไร
- แหล่งกำเนิดของแสง
- ชนิดของเทหวัตถุ
- การเดินทางของแสง และอัตราเร็วของแสงในอากาศ
- ชนิดของตัวกลางที่แสงผ่าน

ตอน 2 เงาและกฎการสะท้อนแสง

- เงาคืออะไร แบ่งเป็นกี่ชนิด
- รังสีและลำแสง
- การสะท้อนแสง และกฎการสะท้อนแสง
- การสะท้อนแสงบนกระจกเงารนาบ
- ภาพที่เกิดจากกระจกเงารนาบ 2 บาน วางทำมุมกัน

ตอน 3 กระจกเงาโค้งและการคำนวณ

- ชนิดของกระจกเงาโค้ง
- ประโยชน์ของกระจกนูนและกระจกเว้า
- ภาพที่เกิดจากกระจกเงาโค้ง
- สูตรที่ใช้ในการคำนวณเรื่องกระจกเงาโค้ง
- การคำนวณกระจกเงาโค้ง

ตอน 4 การหักเหและการสองสวาง

- กฎการหักเหของแสง
- มุมวิกฤต
- การสะท้อนกลับหมด
- ปริซึมและสเปกตรัม
- รุ้งกินน้ำ
- การสองสวาง

- กฎกำลังสองผกผัน
- สูตรในการคำนวณการสองสว่าง
- การใช้แสงสว่างให้เหมาะสม

บทเรียนทั้ง 4 ตอนนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ขึ้นตอนละ 30 ข้อ นำไปทดสอบกับนักเรียน ม.ศ.2 ที่เรียนบทเรียนแต่ละตอนนั้นแล้ว จำนวน 100 คน เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีระดับความยาก (p) ปานกลาง โดยให้ชั้นมัธยมศึกษาที่นักเรียนทำถูกในแต่ละข้อ ให้อยู่ระหว่าง 60 – 80 คน ข้อใดที่นักเรียนทำถูกต่ำกว่า 60 คน จัดเป็นขอยาก และข้อใดที่นักเรียนทำถูกเกิน 80 คน ขึ้นไปจัดเป็นขอยาง ข้อที่ต่ำกว่า 60 คนมากหรือสูงกว่า 80 คนมาก คัดทิ้งไปได้เลย ส่วนข้อที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าเล็กน้อย ได้แก้ไขปรับปรุงนำไปทดสอบใหม่ คัดเลือกข้อสอบ เก็บไว้ เป็นเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล

ตอนละ 20 ข้อ

ข้อสอบทั้ง 80 ข้อนี้ ผู้วิจัยได้คัดเลือกอีกครั้ง เอาเฉพาะข้อที่นักเรียนทำถูกอยู่ระหว่าง 65 – 75 คน จำนวน 30 ข้อ แล้วสร้างเพิ่มเติมอีก 30 ข้อ รวมเป็น 60 ข้อ โดยแบ่งให้ครบทุกมุม เนื้อหาตอนละ 15 ข้อ จัดเป็นแบบทดสอบชุดที่ 5 นำไปทดสอบกับนักเรียน ม.ศ.2 ที่เรียนจบบทเรียน เรื่องแสงช่วยในการเห็นนี้แล้ว จำนวน 100 คน (นักเรียนจำนวนนี้ คนละชุดกับ 100 คนแรกที่ใช้ทดสอบย่อย 4 ครั้ง) นำข้อทดสอบมาหาระดับความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้เทคนิควิธีวิเคราะห์แบบตัด 10 คน⁶

มีสูตร ดังนี้

เปอร์เซ็นต์ของความยากง่าย เท่ากับ $(\text{กลุ่มสูง} + \text{กลุ่มต่ำ}) \times 5$

เปอร์เซ็นต์ของอำนาจจำแนก เท่ากับ $(\text{กลุ่มสูง} - \text{กลุ่มต่ำ}) \times 10$

⁶บุพิน พิพิธกุล, พฤติกรรมกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยม, แผนกวิชา
มัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 103.

กลุ่มสูง เท่ากับ ผลรวมคะแนนสูง 10 คนแรก

กลุ่มต่ำ เท่ากับ ผลรวมคะแนนต่ำ 10 คนสุดท้าย

ผู้วิจัยได้คัดเลือกเฉพาะข้อที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และมีระดับความยาก อยู่ระหว่าง .20 - .80 ใ้จำนวน 45 ข้อ เก็บไว้เป็นเครื่องมือเพื่อใช้ในการรวบรวมข้อมูล (มีบางข้อได้แก้ไขปรับปรุงเล็กน้อย แล้วนำไปทดสอบใหม่) คู่มือภาพในภาคผนวก ก.

แบบทดสอบทั้ง 5 ชุด มีจำนวนข้อและเวลาที่จะใช้ในการทดสอบ กับกลุ่มตัวอย่าง ประชากร แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนข้อและเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบทั้ง 5 ชุด

ชุดที่	เรื่องที่ทดสอบ	จำนวนข้อ	เวลา
1	ธรรมชาติของแสง	20	10
2	เงาและกฎการสะท้อนแสง	20	10
3	การสะท้อนบนพื้นโค้งและการคำนวณ	20	15
4	การหักเหของแสงและการส่องสว่าง	20	10
5	สรุปบทเรียนเรื่อง "แสงช่วยในการเห็น"	45	50

(แบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วอยู่ในภาคผนวก ค.)

5. สร้างอุปกรณ์การสอนที่จะใช้สำหรับให้นักเรียนทดลองในกลุ่ม สร้างแบบฝึกหัด คำถามแข่งขัน และคำถามพิเศษ ที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนมากขึ้น ตลอดจนอุปกรณ์ที่จะ สาคิที่ให้นักเรียนในห้องควบคุมได้เข้าใจบทเรียนมากขึ้น เช่นกัน

6. จัดเมื่อนักเรียนห้องทดลอง เป็น 7 กลุ่ม ๆ ละ 5 คน โดยใช้คะแนนสอบ วิทยาศาสตร์ภาคกลาง และสังคม (Sociometry) เป็นองค์ประกอบสำคัญในการจัดกลุ่ม แต่ละกลุ่มจัดให้สมาชิกของกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน โดยพิจารณาจากคะแนนสอบวิทยาศาสตร์

เนื่องจากเป็นนักเรียนสหศึกษา การเลือกกลุ่มให้แยกเป็นหญิงเลือกหญิง ชายเลือกชาย แต่จำนวนนักเรียนชาย หญิง ไม่พอกับกลุ่ม จึงจัดเป็นกลุ่มนักเรียนชาย 3 กลุ่ม กลุ่มนักเรียนหญิง 3 กลุ่ม และกลุ่มสหศึกษา 1 กลุ่ม

การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทดลองสอนบทเรียนทีละตอน ดังนี้

ห้องทดลอง	ห้องควบคุม
<p><u>ตอนที่ 1</u> ใช้เวลา 2 ชั่วโมง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. บรรยาย "ธรรมชาติของแสง" 2. แบ่งกลุ่มทดลอง ศึกษาและทำแบบฝึกหัดร่วมกันในแต่ละกลุ่ม 3. ตอบคำถามที่ให้ไปศึกษาโดยให้คะแนนเป็นกลุ่ม ส่งให้ครูตรวจอีกครั้ง 4. ชักถามครูและเพื่อนต่างกลุ่มจนกว่าจะเข้าใจบทเรียน 5. ครูเรียกนักเรียนกลุ่มละหนึ่งคน (มักจะ เป็น เด็กอ่อนของกลุ่ม) ออกไปตอบคำถามแข่งขัน 6. รวมคะแนนแข่งขันแต่ละกลุ่มไว้ 7. ให้เวลา 10 นาที เพื่อทดสอบเป็นรายบุคคล 20 ข้อ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. บรรยาย "ธรรมชาติของแสง" 2. สาธิตการทดลอง 3. เปิดโอกาสให้นักเรียนที่สนใจออกมาทดลองทำเอง 4. ชักถามคำถามต่าง ๆ เพื่อให้เข้าใจการทดลอง 5. แจกคำถามแบบฝึกหัดให้ไปศึกษาเองเป็นรายบุคคล 6. ครูเฉลยคำตอบในแบบฝึกหัดให้นักเรียนซักถามจนเข้าใจ 7. ทดสอบ 20 ข้อ เวลา 10 นาที

ห้องทดลอง	ห้องควบคุม
<p>8. ทากะแ่น เดี่ยของสมาชิทุกคนในกลุ่ม รวม เป็นคะแนนกลุ่ม เพื่อหาตำแหน่งกลุ่ม ผู้ชนะ ในรางวัลกลุ่มที่ชนะเลิศ</p> <p>9. อธิบาย เพิ่ม เติมข้อที่นักเรียนยัง เข้าใจผิด อยู่ ให้เข้าใจถูกต้อง</p>	<p>8. ทักะแ่นที่ทดสอบแล้ว เพื่ออธิบาย ข้อที่นักเรียนทำผิดมาให้เข้าใจ ให้ถูกต้อง</p>
<p><u>ตอนที่ 2</u> ใช้เวลา 2 ชั่วโมง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. บรรยาย เรื่อง เงาและกฎการสะท้อนแสง 2. แบ่งกลุ่มทดลอง ศึกษาแบบฝึกหัด 14 ข้อ 3. นักเรียนตอบคำถามแบบฝึกหัด เป็นคะแนน กลุ่ม แล้วส่งให้ครูตรวจอีกครึ่ง 4. ชักถามข้อของใจ 5. แข่งขันระหว่างกลุ่ม 7 ข้อ 6. ทดสอบ 20 ข้อ เวลา 10 นาที 7. รวมคะแนนกลุ่ม หาตำแหน่งกลุ่มชนะเลิศ แจกรางวัล 8. อธิบายข้อที่ไม่เข้าใจเพิ่ม เติม 	<ol style="list-style-type: none"> 1. บรรยาย เรื่อง เงาและกฎการสะท้อนแสง 2. สาธิตหน้าชั้น 3. ให้นักเรียนทดลองทำด้วยตนเองจน เข้าใจ 4. ศึกษาแบบฝึกหัด 5. เฉลยคำตอบแบบฝึกหัด 6. ชักถามข้อของใจ 7. ทดสอบ 20 ข้อ เวลา 10 นาที 8. อธิบายเพิ่ม เติมข้อที่ไม่เข้าใจคือพอ
<p><u>ตอนที่ 3</u> ใช้เวลา 4 ชั่วโมง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. บรรยาย เรื่อง การสะท้อนบนพื้นโค้ง 2. แบ่งกลุ่มทดลอง ศึกษาแบบฝึกหัด 14 ข้อ 3. ตอบคำถามแบบฝึกหัดชักถามให้เข้าใจ ทุกคน 4. บรรยาย เรื่อง การคำนวณกระจกโค้ง 	<ol style="list-style-type: none"> 1. บรรยาย เรื่อง การสะท้อนบนพื้นโค้ง 2. สาธิตการเกิดภาพจากกระจกเว้า 3. ศึกษาแบบฝึกหัด อธิบาย และชักถาม ให้เข้าใจทุกคน 4. บรรยายต่อให้นักเรียนออกมาทำมุมกระจก



ห้องทดลอง	ห้องควบคุม
5. ทำการบ้าน การคำนวณโดยปริมาตร ในกลุ่มได้ (7 ข้อ)	5. ให้การบ้าน 7 ข้อ
6. ทดลองทำบน กระดาน กลุ่มละ 1 ข้อ เป็นคะแนนกลุ่มส่งให้ครูตรวจ	6. เฉลยการบ้าน
7. ครูตรวจสอบบน กระดานใหญ่ทอง แล้ว เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามจน เข้าใจ	7. เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามครู จน เข้าใจ
8. ครูเรียกนักเรียนกลุ่มละ 1 คน ออกไป ทำแบบทดสอบแข่งขัน เป็นคะแนนกลุ่ม	8. ให้ตัวอย่าง การคำนวณเรื่องกระจก เพิ่มอีกข้อหนึ่ง แล้วให้นักเรียนลอง ออกมาทำบน กระดาน
9. ตรวจสอบถูกต้องแล้วอธิบายเพิ่มเติม เรื่อง การคำนวณต่ออีกข้อหนึ่ง ให้การบ้าน 7 ข้อ เพื่อทดลองทำให้เข้าใจ นักเรียน ปริศนารายในกลุ่มได้	9. ให้การบ้าน 7 ข้อ
10. เฉลยการบ้าน แล้วส่งครูให้ครูตรวจ อีกครั้ง	10. เฉลยโจทย์การบ้านแล้วซักถาม จน เข้าใจดี
11. แข่งขัน 7 ข้อ บนกระดาน กลุ่มละ 1 ข้อ เป็นคะแนนกลุ่ม	11. ให้ทำข้อทดสอบ 20 ข้อ เวลา 15 นาที
12. ให้ซักถามจน เข้าใจแล้วทดสอบ 20 ข้อ ใช้เวลา 15 นาที	12. เฉลยแบบทดสอบ อธิบายข้อที่ทำผิด กันมาก
13. รวมคะแนนกลุ่มให้รางวัลผู้ชนะเลิศ อธิบายข้อผิดพลาด	

ห้องทดลอง	ห้องคอมพิวเตอร์
<p><u>ตอน 4</u> ใช้เวลา 4 ชั่วโมง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. บรรยาย เรื่อง การหักเหของแสง 2. แบ่งกลุ่มทดลองให้ศึกษาแบบฝึกหัดจนเข้าใจ (7 ข้อ) 3. ทอมคำถามในแบบฝึกหัด ครูตรวจสอบความถูกต้องให้คะแนนกลุ่ม 4. เปิดโอกาสให้ซักถามจนเข้าใจ 5. บรรยาย การหักเหของแสงในธรรมชาติต่อแล้วแบ่งกลุ่มทดลองศึกษาตามแบบฝึกหัดที่แจกให้ 7 ข้อ 6. ทอมคำถามที่ให้นักเรียนกระดาน เพื่อให้ครูตรวจสอบความถูกต้อง อธิบายเพิ่มเติมจนเข้าใจ 7. เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัยทั้งจากครูและจากเพื่อนต่างกลุ่ม 8. ครูเรียกนักเรียนออกมากลุ่มละ 1 คนทำโจทย์แข่งขัน 7 ข้อ 9. เฉลยคำตอบให้คะแนนกลุ่มแล้วบรรยายการส่องสว่างต่อ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. บรรยาย เรื่อง การหักเหของแสง 2. สาธิตการ เกิดแสงหักเหให้นักเรียนออกมาทดลองทำเองจนเข้าใจ 3. ให้แบบฝึกหัดไปศึกษาหาคำตอบ 4. เฉลยคำตอบ อธิบายข้อสงสัยจนเข้าใจ 5. บรรยายการหักเหของแสงในธรรมชาติต่อ 6. สาธิตการ เกิดแสงหักเหผ่านปริซึมและการสะท้อนกลับหมดในแท่งแก้วปริซึม 7. ให้แบบฝึกหัดไปศึกษาหาคำตอบ 7 ข้อ 8. เฉลยคำถามในแบบฝึกหัดข้อสงสัย อธิบายจนเข้าใจ 9. บรรยายการส่องสว่าง คำจำกัดความ และกฎกำลังสองผกผันให้สูตร การคำนวณ และตัวอย่างการคำนวณ

ห้องทดลอง	ห้องควบคุม
10. แบ่งกลุ่มทำการบ้าน 7 ข้อ เรื่องการคำนวณกำลังสองสว่าง	10. ให้นักเรียนออกไปทดลองทำบ้าน กระดาน
11. ตอบคำถามการบ้าน 7 ข้อ เป็นคะแนนกลุ่ม ชักถามครูจนเข้าใจ	11. ใ้ทำการบ้าน 7 ข้อ
12. ครูเรียกนักเรียนกลุ่มละ 1 คน ออกมาทำโจทย์แข่งขัน ให้คะแนนกลุ่ม	12. เฉลยการบ้าน ตรวจสอบให้ถูกต้องแล้วส่งสมุดให้ครูตรวจอีกครั้ง
13. ให้นักเรียนตั้งคำถาม ตามเพื่อนต่างกลุ่มเกี่ยวกับเรื่องการใช้แสงสว่างให้เหมาะสม	13. อธิบายข้อผิดพลาดในการบ้าน แล้วเพิ่มเจิมเรื่องการใช้แสงสว่างให้เหมาะสม
14. ให้ทำข้อสอบ 20 ข้อ เวลา 10 นาที	14. ให้ทำข้อสอบ 20 ข้อ เวลา 10 นาที
15. รวมคะแนนกลุ่ม แจกรางวัล เมื่อเรียนจบบท เรียนแล้วจะมีการสรุปบทเรียนซักถามข้อสงสัยแล้วให้เวลา 50 นาที ทำข้อสอบสรุปบทเรียน 45 ข้อ และให้นักเรียน เขียนแสดงความคิดเห็น เรื่อง การ สอนแบบ การ เรียนเป็นทีม อย่างอิสระ ส่งครูอีกหนึ่งแบบ	เมื่อจบบทเรียนมีการสรุปบทเรียนทั้งหมด เปิดโอกาสให้นักถามข้อที่ยังไม่เข้าใจแล้วให้ทำข้อสอบสรุปบทเรียน 45 ข้อ เวลา 50 นาที

2. การวิเคราะห์แบบทดสอบ

2.1 นำกระดาษคำตอบแบบทดสอบแต่ละตอนมาตรวจให้คะแนน ตอบถูกให้คะแนนข้อละ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือตอบมากกว่า 1 คำตอบ ให้ 0 คะแนน แบบทดสอบมี 5 ชุด 4 ชุดแรกเป็นข้อสอบย่อยสรุปบทเรียนแต่ละตอน ชุดละ 20 ข้อ 20 คะแนน ชุดสุดท้ายเป็นข้อสอบสรุปบทเรียน มี 45 ข้อ 45 คะแนน

2.2 คะแนนสอบทั้ง 5 ชุด เปรียบเทียบความเชื่อมั่น เลขคณิตระหว่างห้องควบคุม กับห้องทดลองหาความแตกต่างมีนัยสำคัญของคะแนนสอบแต่ละชุด

2.3 หากค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของข้อสอบแต่ละชุด

จากคะแนนสอบของตัวอย่างประชากร 70 คน โดยใช้สูตร Kuder Richardson 20⁷ สูตรในการคำนวณ มีดังนี้

$$r_{tt} = \frac{n (S.D.^2) - \bar{X} (n - \bar{X})}{S.D.^2(n - 1)}$$

$$r_{tt} = \text{ความเชื่อมั่นของข้อสอบทั้งหมด}$$

$$n = \text{จำนวนของข้อสอบ}$$

$$S.D = \text{ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน}$$

$$\bar{X} = \text{ค่ากลาง เลขคณิตของคะแนนทดสอบของ เด็กกลุ่มนั้น}$$

$$\bar{X} = \frac{\text{ผลบวกของคะแนนของนักเรียนทั้งหมด}}{\text{จำนวนนักเรียน}}$$

$$S.D = \frac{X - Y}{\frac{N}{2}}$$

$$X = \text{ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มสูงจำนวน } \frac{1}{6} \text{ ของนักเรียนทั้งหมด}$$

$$Y = \text{ผลรวมของคะแนนของนักเรียนกลุ่มต่ำจำนวน } \frac{1}{6} \text{ ของนักเรียนทั้งหมด}$$

$$N = \text{จำนวนนักเรียนทั้งหมด}$$

ค่า r_{tt} จะต้องมีน้อยกว่า .60 ($r_{tt} > .60$) ข้อสอบชุดนั้นจึงจะใช้ได้
(ดูวิธีการคำนวณในภาคผนวก ก)

2.4 นำคะแนนจากการทดสอบชุดที่ 5 มาวิเคราะห์ เพื่อพิจารณาระดับความยากง่าย และอำนาจจำแนกของคำถามแต่ละข้อ เพื่อตรวจดูคุณภาพของแบบทดสอบที่แก้ไขแล้ว จากการ

⁷ ยุพิน พิพิธกุล, พฤติกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยม, แผนกวิชา
มัธยมศึกษา, คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 98

ทดสอบย่อย และนำมาทดสอบจริง โดยใช้เทคนิควิธีเกราะที่ แบบตัด 10 คน⁸ มีสูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของความยากง่าย (p)} = (\text{กลุ่มสูง} + \text{กลุ่มต่ำ}) \times 5$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ของอำนาจจำแนก (r)} = (\text{กลุ่มสูง} - \text{กลุ่มต่ำ}) \times 10$$

กลุ่มสูง = ผลรวมคะแนนสูง 10 คนแรก

กลุ่มต่ำ = ผลรวมคะแนนต่ำ 10 คน สุดท้าย

ค่า p ที่ได้จะต้องอยู่ระหว่าง .20 - .80 และค่า r จะต้องได้ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป
ข้อสอบแต่ละข้อจึงจะใช้ได้

(คู่มือการคำนวณในภาคผนวก ก)

3. ความแม่นยำของแบบทดสอบเชิง เนื้อหา (Content Validity)

แบบทดสอบทั้ง 5 ชุด ได้สร้างให้ตรงตาม เนื้อหา เรื่องแสงช่วยในการเห็น
ได้พยายามให้ครอบคลุมหลักสูตร โดยอาศัยหนังสือหลักสูตร และแบบเรียนของชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 แบบทดสอบนี้สามารถวัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หยาบ

1. ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) คือค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการ
ทดสอบ ซึ่งสามารถบอกความสามารถในการ เข้าใจ เนื้อหาวิชา เรื่องแสงช่วยในการเห็น
ของตัวอย่างประชากร โดยแยกหองควบคุมและหองทดลองไว้ เป็น 5 ชุด

⁸ ยุพิน พิพิธกุล , เรื่องเดิม , หน้า 103.

การคำนวณค่ามัธยฐาน เลขคณิตต่าง ๆ ใช้สูตร⁹

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

\bar{X} = ค่ามัธยฐาน เลขคณิต

$\sum fX$ = ผลบวกของผลคูณระหว่างคะแนนกับความถี่ของคะแนนแต่ละชั้น

N = จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

2. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) จะชี้ให้เห็นถึงการ

ระจัดกระจายจากมัธยฐาน เลขคณิต การคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะคำนวณเกี่ยวกับ

2.1 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบทั้ง 5 ชุด ของห้องทดลอง

2.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบทดสอบทั้ง 5 ชุด ของห้องควบคุม

การคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานใช้สูตร¹⁰

$$S.D = \sqrt{\frac{\sum fX^2}{N} - \left(\frac{\sum fX}{N}\right)^2}$$

เมื่อ $S.D$ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum fX$ = ผลบวกของผลคูณระหว่างคะแนนกับความถี่ของคะแนนแต่ละชั้น

$\sum fX^2$ = ผลบวกของผลคูณระหว่างคะแนนกำลังสองกับความถี่ของคะแนนแต่ละชั้น

N = จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร

3. ทดสอบความมีนัยสำคัญของความแตกต่างของมัธยฐาน เลขคณิตของคะแนนทั้ง 5 ชุด ระหว่างตัวอย่างประชากร 2 กลุ่ม คือ นักเรียนห้องทดลอง และนักเรียนห้องควบคุม โดยการทดสอบค่า z จำนวนโดยใช้สูตร¹¹

⁹ ประคอง กรรณสูต, สถิติศาสตร์ประยุกต์สำหรับครู (พิมพ์ครั้งที่ 3, พระนคร: ไทวันนาพานิช, 2515), หน้า 40.

¹⁰ เรื่องเดียวกัน, หน้า 52.

¹¹ ประคอง กรรณสูต, เรื่องเดียวกัน, หน้า 87.

$$z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}$$

z = ค่าความแตกต่างของมัธยฐานเลขคณิต

\bar{x}_1 = มัธยฐานเลขคณิตของคะแนนห้องทดลอง

\bar{x}_2 = มัธยฐานเลขคณิตของคะแนนห้องควบคุม

$\sigma(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)$ = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความแตกต่างระหว่างมัธยฐานเลขคณิต

สูตรความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน¹²

$$\sigma(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}$$

σ_1 = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนห้องทดลอง

σ_2 = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนห้องควบคุม

N_1 = จำนวนนักเรียนห้องทดลอง

N_2 = จำนวนนักเรียนห้องควบคุม

¹² เรื่องเดียวกัน, หน้า 88.