

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาค้นคว้าเชิงพัฒนาและทดลอง (Develop and Experimental Research) เพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลอง เพื่อหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวด้วยการหักเหแสง ขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. การศึกษา ค้นคว้าและสำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย
2. การออกแบบและสร้างเครื่องมือในการวิจัย
3. การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

การศึกษา ค้นคว้าและสำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1. การศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทฤษฎีการหักเหแสง กฎของสเนลล์ ค่าดัชนีหักเหของของเหลวแต่ละชนิด และการหาค่าดัชนีหักเหของของเหลว
2. การศึกษาวิธีการออกแบบชุดทดลอง การสร้างชุดทดลอง หน้าที่ของอุปกรณ์ในชุดทดลอง ของเหลวที่นำมาใช้ในการทดลอง เครื่องมือวัดประกอบการทดลอง และวิธีการดำเนินการทดลอง
3. การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดทดลองเพื่อหาค่าดัชนีหักเหของของเหลว และการออกแบบและสร้างชุดการทดลอง
4. การศึกษาการสร้างเครื่องมือวิจัยเพื่อวัดผลประเมินผลการออกแบบและสร้างชุดทดลอง และการนำชุดทดลองไปใช้ประกอบการเรียนการสอน
5. การศึกษาระเบียบและวิธีการวิจัยจากเอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ

การออกแบบและสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเครื่องมือในการวิจัย ประกอบด้วยชุดทดลอง คู่มือการใช้ชุดทดลองและปฏิบัติการ แบบประเมินและแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญก่อนวัตรกรรม แบบสอบถามกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน และแบบประเมินทักษะในการทดลองของนักเรียน ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนดังนี้

1. การออกแบบและสร้างชุดทดลอง

1.1 กำหนดรูปแบบ ขนาด รูปทรง ของกล่องใส่ของเหลวและฉาก

1.2 ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดการสะท้อนแสงคือกระจกเงาราบ ทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนแสงเลเซอร์ให้เกิดการหักเหเมื่อเปลี่ยนตัวกลาง

1.3 ออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวด้วยการหักเหแสง



ภาพที่ 3-1 ร่างต้นแบบชุดทดลองเพื่อหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวด้วยการหักเหแสง



ภาพที่ 3-2 แผนผังร่างต้นแบบชุดทดลอง

2. การจัดทำคู่มือการใช้ชุดทดลองและปฏิบัติการ

คู่มือการใช้ชุดทดลองและปฏิบัติการเพื่อหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวด้วยการหักแสงจำนวน 2 ฉบับ คือ ฉบับครูผู้สอน และฉบับนักเรียน ดังนี้

2.1 คู่มือการใช้ชุดทดลองและปฏิบัติการ ฉบับครูผู้สอน ประกอบด้วย

2.1.1 คำชี้แจง

2.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้

2.1.3 วัตถุประสงค์ในการทดลอง

2.1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

2.1.5 เนื้อหาและทฤษฎี

2.1.6 หลักการทำงานของชุดทดลอง

2.1.7 วัสดุ – อุปกรณ์ในการทดลอง

2.1.8 วิธีดำเนินการทดลอง

2.1.9 รายงานการทดลอง

2.1.10 แนวทางของผลการทดลองและคำถามในการทดลอง

2.2 คู่มือการใช้ชุดทดลองและปฏิบัติการ ฉบับนักเรียน ประกอบด้วย

2.2.1 คำชี้แจง

2.2.2 วัตถุประสงค์ในการทดลอง

2.2.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

2.2.4 เนื้อหาและทฤษฎี

2.2.5 หลักการทำงานของชุดทดลอง

2.2.6 วัสดุ – อุปกรณ์ในการทดลอง

2.2.7 วิธีดำเนินการทดลอง

2.2.8 รายงานการทดลอง

3. การสร้างแบบประเมินและแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

การสร้างแบบประเมินและแบบแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มีรายละเอียดและขั้นตอน ดังนี้

3.1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินและแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

3.2 การออกแบบและสร้างแบบประเมินและแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยเลือกหัวข้อและแบบประเมินเกี่ยวกับชุดทดลอง คู่มือการใช้งานชุดทดลองและปฏิบัติการ และแบบสอบถามกระบวนการเรียนรู้ในการหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวของนักเรียน

3.3 ได้แบบประเมินและแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปใช้งาน

4. การสร้างแบบประเมินทักษะในการทดลองของนักเรียน และแบบประเมินกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

4.1 การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินทักษะในการทดลองของนักเรียน และแบบประเมินกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

4.2 กำหนดรูปแบบที่จะสร้างแบบประเมินทักษะในการทดลองของนักเรียน และแบบประเมินกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

4.3 สร้างแบบประเมินทักษะในการทดลองของนักเรียน จำนวน 13 ข้อ และแบบประเมินกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนในการทดลอง

4.4 นำแบบประเมินทักษะในการทดลองของนักเรียน และแบบประเมินกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสม ในการใช้ภาษา ความชัดเจนในข้อความ และหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบวัดและประเมินผล จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน

4.5 นำแบบประเมินทักษะในการทดลองของนักเรียน และแบบประเมินกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน เรื่องการหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวด้วยการหักเหแสง มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง แล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลจากชุดทดลอง

1.1 จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1.1.1 ชุดทดลองที่สร้างขึ้นประกอบด้วย กล่องกระจกใสสำหรับบรรจุของเหลว กระจกเงาราบ ฉาก แหล่งกำเนิดแสง (เลเซอร์)

1.1.2 ของเหลวที่ใช้ทดลอง คือ น้ำ กลีเซอริน และเอทิลแอลกอฮอล์

1.1.3 ชุดเครื่องมือวัด ได้แก่ ไม้มบรรทัด เครื่องคิดเลขแบบวิทยาศาสตร์

1.1.4 เครื่องคอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูงใช้ในการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล

1.2 ดำเนินการทดลอง ตามขั้นตอนดังนี้

1.2.1 ติดตั้งชุดทดลองตามที่ออกแบบ

1.2.2 กำหนดมุมระหว่างกระจกกับแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ (α) คือ 30 องศา (ถ้ามุมมากกว่าหรือน้อยกว่า 30 องศา แสงเลเซอร์จะไม่ตกกระทบบนฉาก)

1.2.3 บรรจุของเหลวลงในกล่องกระจกใส (ของเหลวที่ทดลองลำดับแรก คือน้ำ)

1.2.4 วัดความสูงของน้ำในกล่องกระจกใส (t) บันทึกค่าไว้ โดยกำหนดความสูงของน้ำเป็น 6 cm, 7 cm, 8 cm, 9 cm และ 10 cm ตามลำดับ (เพื่อหาระยะความสูงของของเหลวที่เหมาะสมในการทดลอง)

1.2.5 วัดระยะจากจุดที่แสงหักเหที่ผิวของของเหลวถึงฉาก (L) บันทึกค่าไว้

1.2.6 วัดความสูงของแสงเลเซอร์ที่ตกกระทบบนฉาก (H) บันทึกค่าไว้

1.2.7 คำนวณหาค่าดัชนีหักเหของของเหลว และหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

1.2.8 เมื่อได้ระยะความสูงที่เหมาะสมแล้ว (ระยะที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด) กำหนดระยะความสูงของของเหลวที่ทดลอง โดยเปลี่ยนของเหลวที่ใช้ทดลองเป็นกลีเซอริน และเอทิลแอลกอฮอล์ โดยแต่ละชนิดให้ทำการทดลองตามข้อ 1.2.1 – 1.2.7

1.3 การคำนวณหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวแต่ละชนิด (n_1)

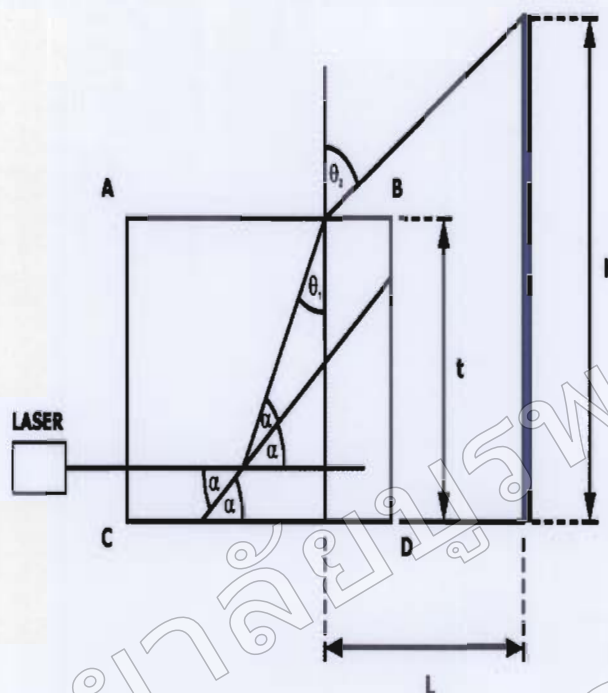
สำหรับแนวคิดการใช้กฎของสเนลล์ในการจัดชุดทดลองอย่างง่ายสำหรับใช้วัดค่าดัชนีหักเหของของเหลวด้วยเทคนิคการหักเหแสง แสดงได้ดังภาพที่ 3-3 โดยบรรจุของเหลวที่ต้องการหาค่าดัชนีหักเหความสูง t ในกล่องกระจกใส ซึ่งมีกระจกเงาส่องแสงจากด้านล่าง α กับแนวทางการเดินทางของแสงเลเซอร์ ถ้าให้แสงเดินทางเข้ามาในของเหลวทางด้าน AC (กรณีนี้ของเหลว

เป็นตัวกลางที่ 1) ตกกระทบกระจกเงาที่วางทำมุม α แล้วสะท้อนขึ้นไปด้าน AB ของของเหลว ทำมุมตกกระทบ θ_1 แล้วหักเหทำมุม θ_2 ออกสู่อากาศ (กรณีนี้อากาศคือตัวกลางที่ 2) ไปตกบนฉากรับแสงที่ตำแหน่งสูง H เป็นจุดสว่าง โดยฉากรับแสงนี้จัดให้วางห่างจากจุดหักเหที่ผิวของของเหลวออกไปเป็นระยะทาง L จากกฎของสเนลล์และค่าต่างๆ ที่บันทึกได้จากการทดลอง สามารถคำนวณหาค่าดัชนีหักเหของของเหลว (n_1) ที่ต้องการทราบค่าได้จากสมการ (3-1)

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{\sin \left(\tan^{-1} \frac{L}{H-t} \right)}{\sin (90 - 2\alpha)} \quad (3-1)$$

โดยที่ α คือมุมระหว่างกระจกกับแสงเลเซอร์
 t คือความสูงของกล่องใส่ของเหลว
 H คือความสูงของเลเซอร์ที่กระทบฉาก
 L คือระยะจากจุดหักเหที่ผิวของเหลวถึงฉาก
 n_1 คือค่าดัชนีหักเหของของเหลว
 n_2 คือค่าดัชนีหักเหของอากาศ

1.4 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง



ภาพที่ 3-3 การจำลองเส้นทางเดินของลำแสงเลเซอร์เมื่อผ่านตัวกลางต่างชนิดกันแล้วเกิดการหักเหไปตกบนฉากรับที่วางห่างออกไปเป็นระยะ L เพื่อใช้หามุม θ_1 และ θ_2

2. การประเมินการใช้ชุดทดลองและคู่มือการใช้ชุดทดลองและปฏิบัติการ

การประเมินการใช้ชุดทดลองจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดบุรีรัมย์ ที่เรียนในรายวิชาฟิสิกส์ 2 (ว 30202) ปีการศึกษา 2555 ที่มีความสนใจในการเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 39 คน ได้จากแบบประเมินระหว่างทำการทดลอง คือ

2.1 การเก็บข้อมูลจากแบบประเมินทักษะในการทดลองของนักเรียน

2.2 การเก็บข้อมูลจากแบบประเมินกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการทดลองและเก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ผลการทดลองจากชุดทดลอง

1.1 หาค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Relative Error) หรือ Percent Error (%Error)

คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนได้จากค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เปรียบเทียบกับค่าจริง

$$\%Error = \left| \frac{X_t - X_m}{X_t} \right| \times 100\% \quad (3-2)$$

โดยที่ %Error คือค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน

X_t คือค่าที่ยอมรับได้หรือค่าจริง

X_m คือค่าที่ได้จากการทดลอง

2. วิเคราะห์ข้อมูลความสอดคล้องของเครื่องมือวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูลความสอดคล้องของเครื่องมือวิจัย ในการหาค่าดัชนีหักเหของของเหลวด้วยการหักเหแสงของนักเรียนกับวัตถุประสงค์ (IOC : Index of item objective congruence) โดยการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีสูตรคำนวณ ดังนี้

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

เมื่อ IOC แทนดัชนีความสอดคล้องระหว่างเครื่องมือวิจัยกับวัตถุประสงค์

ΣR แทนผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทนจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

+ 1 รู้สึกแน่ใจว่าเครื่องมือวิจัยสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

0 รู้สึกไม่แน่ใจว่าเครื่องมือวิจัยสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์

- 1 รู้สึกแน่ใจว่าเครื่องมือวิจัยไม่สามารถวัดตรงตามจุดประสงค์

โดยการแปลความ ถ้า $IOC \geq 0.5$ แสดงว่าเครื่องมือวิจัยวัดได้ตามวัตถุประสงค์

ถ้า $IOC < 0.5$ แสดงว่าเครื่องมือวิจัยไม่วัดตามวัตถุประสงค์

3. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินนักเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินทักษะในการทดลองของนักเรียน และแบบประเมินกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนระหว่างการทดลอง โดยใช้สถิติวิจัยได้แก่

3.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ของคะแนน โดยใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2540, หน้า 53)

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N} \quad (3-4)$$

เมื่อ ΣX แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

3.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($S.D.$) ใช้บอกถึงการกระจายของข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ใช้สูตรดังนี้ (ยืนยง ราชวงษ์, 2543, หน้า 4)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\Sigma (X - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (3-5)$$

เมื่อ X แทน ข้อมูลแต่ละตัว
 $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย
 N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด
 Σ แทน ผลรวม

4. การสรุปผล

นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาแปลผล และสรุปผลในขอบเขตของข้อมูล และวัตถุประสงค์การวิจัย