บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ดีควรจัดให้มีการทดลอง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้และทักษะ เห็นผลที่เกิดจากการทดลองพร้อมนำผลการทดลองไปเปรียบเทียบกับค่าที่ยอมรับได้ การทำการทดลองภาคปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนมากขึ้น ซึ่งในการทดลองภาคปฏิบัติได้แก่ วิธีการทดลอง การติดตั้งเครื่องมือ การใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธี การอ่านค่าจากเครื่องมือวัด การเก็บบำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ การทดลองภาคปฏิบัติมีความจำเป็นอย่างยิ่งแต่สิ่งที่สำคัญไม่ด้อยกว่ากันคือการขาดสื่อการเรียนการสอนที่ดีการขาดสื่อการเรียนการสอนเป็นปัญหาการจัดการเรียนการสอน ทำให้ผู้สอนไม่สามารถจัดเหตุการณ์ที่ผู้เรียนไม่สามารถสัมผัสหรือมองเห็นด้วยตาเปล่าให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจอย่างท่องแท้ได้ (บุญเหลือ ทองเอี่ยม และสุวรรณ นาภู, 2538)

"ฟิสิกส์" เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับความจริงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น สามารถค้นหาสาเหตุและผลที่เกิดขึ้นตลอดจนควบคุมและพัฒนาให้เกิดประโยชน์มากที่สุด วิชาฟิสิกส์จึงเป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญสำหรับการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ แพทยศาสตร์ นอกจากนี้สุขุม ศรีธัญรัตน์ (2524) ได้กล่าวว่า "วิชาฟิสิกส์ต้องเป็นการสอนแบบมีการทดลองเป็นรากฐานการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะและมุ่งปลูกฝังให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นแก่การดำรงชีวิตในสังคมให้เกิดทักษะที่จำเป็นในด้านการค้นหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง"

การเรียนการสอนในรายวิชาฟิสิกส์ทุกระดับ จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีสื่อการสอนและการทดลองประกอบคำอธิบาย โดยที่สื่อการสอนที่ดีจะต้องเป็นสื่อกลางที่ก่อให้เกิดสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้เกิดการรับรู้ และสามารถตอบสนองได้ นำมาซึ่งความเข้าใจในปัญหา สามารถดำเนินการสังเกต รวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนของกระบวนการแสวงหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ นำไปสู่การสรุปความรู้ในเนื้อหาบทเรียนและเข้าใจความสัมพันธ์ต่อเนื่องของบทเรียน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

บทเรียนเรื่องการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อนเป็นเนื้อหาสำคัญส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ ซึ่งกล่าวถึงการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อนว่า วัตถุโดยทั่วไปเมื่อได้รับความร้อนจะขยายตัวทำให้ความยาว พื้นที่หน้าตัด หรือปริมาตรเพิ่มขึ้น ในทางกลับกันถ้าวัตถุสูญเสียความร้อนหรือคายความร้อน วัตถุจะหดตัวทำให้ความยาว พื้นที่หน้าตัด หรือปริมาตรลดลงเรียกว่า การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (Thermal Expansion) (พงษ์ศักดิ์ ชินนาบุญและวีระชัย ลิ้มพรชัยเจริญ, 2549) ตัวอย่างของการขยายตัวเนื่องจากความร้อนที่ปรากฏให้เห็นในชีวิตประจำวัน เช่น รอยต่อของสะพานที่เป็นฟันขบกัน รอยต่อนี้จะรองรับการขยายตัวหรือหดตัวของสะพานเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ สำหรับรอยต่อของถนนจะมีช่องว่างที่ให้ถนนขยายตัวได้เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันกับรอยต่อของรางรถไฟ การขยายตัวหรือหดตัวของของเหลวในหลอดแก้วเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงนำมาใช้ในการทำเทอร์โมมิเตอร์ เป็นต้น

จากความสำคัญของการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน ทำให้จำเป็นต้องมีการศึกษาหรือตรวจวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของโลหะแต่ละชนิด ซึ่งสามารถหาได้จากวิธีต่าง ๆ หลายวิธี ซึ่งมีผู้ศึกษาวิจัยไว้ดังนี้ เช่น การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของโลหะ โดยวิธีการวัดการเลี้ยวเบนทางแสงผ่านสลิตเดี่ยว (ปิยะรัตน์ พราหมณี, 2551; Hasan, 2006) การสร้างชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (นิศาชล บุญประชม, 2551) การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของทองแดง โดยใช้ Michelson Interferometer (Ryan, Scholl, & Bruce, 2009)

อย่างไรก็ดีวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของโลหะวิธีหนึ่งที่ตรงไปตรงมาและไม่ยุ่งยากคือการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องการขยายตัวเนื่องจากความร้อนและการวัดความยาวที่เปลี่ยนไปของวัตถุเมื่อได้รับความร้อนโดยใช้ความรู้เรื่องแสง

เมื่อวัตถุได้รับความร้อนจะขยายตัวออกไปทางด้านใดด้านหนึ่งตามความยาว ซึ่งเป็นผลมาจากการที่วัตถุนั้นมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น พิจารณาแท่งวัตถุขนาดสม่ำเสมอที่อุณหภูมิ T_1 มีความยาวเริ่มต้นเป็น L_1 เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนไป ΔT ทำให้ความยาววัตถุเปลี่ยนไปเป็น L_2 ถ้าอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป $\Delta T = T_2 - T_1$ มีค่าไม่มากจนเกินไป โดยทั่วไปน้อยกว่า 100 °C พบว่าระยะที่วัตถุขยายตัว $\Delta L = L_2 - L_1$ สามารถนิยาม สัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (Coefficient of Thermal Expansion) จากสมการ

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 \Delta T} \tag{1-1}$$

เมื่อวัตถุได้รับความร้อนจะเกิดการขยายตัว การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนของวัตถุจะวัดจากค่าความยาวที่เปลี่ยนแปลงไปของวัตถุเมื่อได้รับความร้อน ซึ่งมีค่าน้อยมากแต่สามารถวัดทางอ้อมได้โดยการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องการเลี้ยวเบนแสง

การเลี้ยวเบนแสงเป็นปรากฏการณ์ที่คลื่นเปลี่ยนเส้นทางการเคลื่อนที่เมื่อผ่านสิ่งกีดขวางขนาดเล็กหรือช่องเปิดขนาดเล็ก การเลี้ยวเบนสามารถเกิดได้ดีเมื่อสิ่งกีดขวางหรือช่องเปิดมีขนาดเท่ากับหรือน้อยกว่าความยาวคลื่นของแสงที่ตกกระทบ ถ้าช่องแคบเดี่ยวมีความกว้างใกล้เคียงกับความยาวคลื่นของแสงที่ตกกระทบ จะเกิดการแทรกสอดเป็นแถบมืดและแถบสว่างสลับกันเป็นไปตามเงื่อนไขการแทรกสอด (ภาพที่ 1-1) ริ้วการแทรกสอดจากการเลี้ยวเบนผ่านช่องแคบ สามารถเขียนสมการหาตำแหน่งแถบมืด-แถบสว่าง ของการเลี้ยวเบนของแสงผ่านช่องแคบเดี่ยวได้ดังนี้

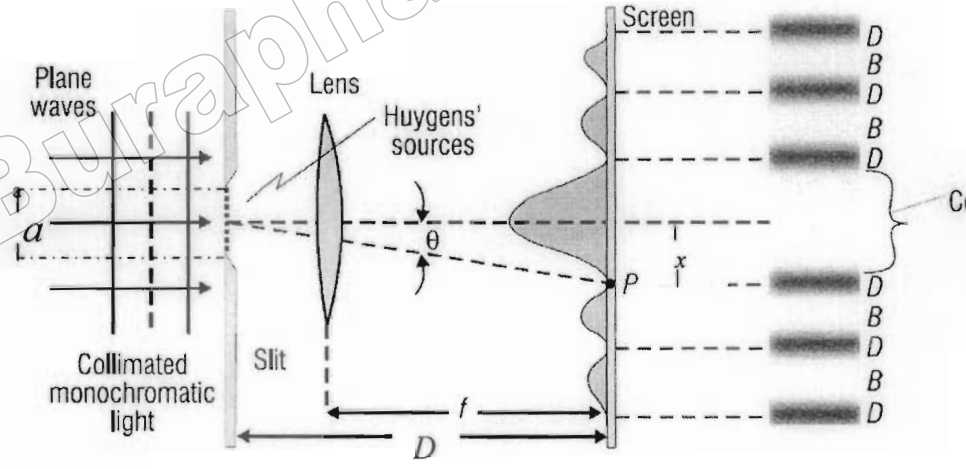
$$a\sin\theta = m'\lambda \tag{1-2}$$

เมื่อ a คือ ความกว้างของช่องแคบเดี่ยว

θ คือ มุมที่กระทำจากแถบสว่างกลางกับตำแหน่งแถบมืดลำดับต่าง ๆ

m' คือ ลำดับของแถบมืด (=$\pm1, \pm2, \pm3, \ldots$)

λ คือ ความยาวคลื่นของแสง



ภาพที่ 1-1 แถบของการเลี้ยวเบนจากช่องแคบเดี่ยวและระยะห่างระหว่างแถบมืดแรกกับแถบสว่างกลาง (x)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ถ้ามุม θ มีค่าน้อย ๆ จะได้ว่า $\sin\theta \approx \tan\theta$ ดังนั้น สมการ (1-2) เขียนได้เป็น

$$\tan\theta = \frac{x}{D} \tag{1-3}$$

เมื่อ x คือ ระยะห่างจากแถบสว่างกลางถึงแถบมืดลำดับต่าง ๆ

D คือ ระยะห่างจากฉากถึงช่องแคบเดี่ยว

ค่าความกว้างของช่องแคบเดี่ยว สามารถหาได้จากสมการ

$$a = \frac{\lambda D}{x} \tag{1-4}$$

ดังนั้น ความกว้างของช่องแคบเดี่ยวที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ หาได้จาก

$$\Delta a = a_2 - a_1 = \frac{\lambda D}{x_2} - \frac{\lambda D}{x_1} \tag{1-5}$$

$$\Delta a = \lambda D\left(\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1}\right) \tag{1-6}$$

จากสมการ การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน

$$\Delta L = \alpha L_1 (T_2 - T_1) \tag{1-7}$$

จะได้ว่า

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_1 (T_2 - T_1)} \tag{1-8}$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากสมการ (1-8) ความยาวของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อได้รับความร้อน (ΔL) มีค่าน้อยมาก แต่สามารถวัดได้โดยทางอ้อมด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสงผ่านช่องแคบเดี่ยว โดยค่าความกว้างของช่องแคบเดี่ยวที่เปลี่ยนแปลงไป (Δa) เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนจะสัมพันธ์กับค่าความยาวที่เปลี่ยนไปเมื่อวัตถุได้รับความร้อน ($\Delta a = \Delta L$) ซึ่งสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนได้จากสมการ

$$\alpha = \frac{\lambda D}{L_1}\frac{\left(\frac{1}{x_2} - \frac{1}{x_1}\right)}{(T_2 - T_1)} \qquad (1\text{-}9)$$

จากรายละเอียดข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสง สำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องความร้อน ในหัวข้อการขยายตัวของวัตถุเนื่องจากความร้อน สำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยชุดทดลองที่ออกแบบและสร้างขึ้นนี้จะใช้เลเซอร์เป็นแหล่งกำเนิดแสงและอาศัยหลักการเลี้ยวเบนแสงผ่านช่องแคบเดี่ยว โดยช่องแคบเดี่ยวจะติดอยู่กับโลหะที่ต้องการวัดค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน จากนั้นนำชุดทดลองพร้อมคู่มือที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลอง เรื่องการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสง
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้ชุดทดลองสำหรับใช้สอนหรือสาธิตเรื่องการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสง

2. ชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสงที่สร้างขึ้น สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ เรื่องความร้อนในห้องปฏิบัติการโรงเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากขึ้น

3. ได้รูปแบบของการออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสงเพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาหัวข้ออื่น ๆ ต่อไปได้

ขอบเขตของการวิจัย

1. ชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อนด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสงที่สร้างขึ้นอาศัยเทคนิคการเลี้ยวเบนแสงผ่านช่องแคบเดี่ยวสำหรับวัดความยาวของช่องแคบที่เกิดจากการขยายตัวเนื่องจากความร้อนของวัตถุ

2. วัตถุที่ใช้ในการทดลอง

   2.1 อลูมิเนียม

   2.2 สังกะสี

3. ทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง

4. แหล่งกำเนิดแสง คือ เลเซอร์

5. การประเมินชุดทดลองที่สร้างในงานวิจัยจาก

   5.1 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธ์การขยายตัวที่ได้จากชุดทดลองกับค่ามาตรฐาน

   5.2 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลอง

   5.3 แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University