

## บทที่ 5

### อภิปรายและสรุปผล

การวิจัยการออกแบบและสร้างชุดทดลอง เรื่อง การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ และเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยมีรายละเอียดการสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ดังนี้

#### อภิปรายผลการวิจัย

1. ชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซโดยใช้กระบวนการความดันคงที่ ในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของก๊าซกับอุณหภูมิและหาสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้ขวดรูปชมพู่ที่มีจุกยางและก๊อปปิดที่ปากขวดและบรรจุอากาศ(ก๊าซ)ที่ความดันบรรยากาศ แล้วทำการทดลองโดยเปิดก๊อปปิดที่จุกยางแล้วให้ความร้อนกับก๊าซภายในขวดรูปชมพู่ ทำให้ก๊าซมีการขยายตัว และมีก๊าซบางส่วนดันออกมาจากขวดรูปชมพู่ รจนกระทั่งอุณหภูมิสมดุลแล้วหลังจากนั้นก็ปิดก๊อปปิด ทำให้ความดันของก๊าซภายในขวดรูปชมพู่คงที่อยู่ที่ความดันบรรยากาศ หลังจากนั้นนำขวดรูปชมพู่ไปหย่อนลงในภาชนะที่ผสมน้ำแข็งโดยคว่ำขวดลง จะเป็นการลดอุณหภูมิของก๊าซที่อยู่ภายในขวดรูปชมพู่ แล้วหลังจากนั้นก็เปิดก๊อปปิดให้น้ำบางส่วนไหลเข้าไปแทนที่ก๊าซภายในขวดรูปชมพู่ ปริมาตรของก๊าซที่เหลืออยู่คือปริมาตรของก๊าซที่อุณหภูมินั้น ๆ และจากการทดลองโดยใช้น้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันพบว่าปริมาตรของก๊าซที่เหลืออยู่กับอุณหภูมิจะมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นในลักษณะของการเป็นปฏิภาคโดยตรงกล่าวคือ

$$V \propto T$$

ซึ่งหมายความว่า “เมื่อความดันและจำนวนโมลคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์” ตามกฎของชาร์ลส์

จากการทดลองได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรก๊าซและอุณหภูมิเป็นลักษณะเชิงเส้นซึ่งได้ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเท่ากับ  $0.00351\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ คือ  $0.00366\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  ซึ่งเป็นส่วนกลับของอุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์ พบว่ามีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 4.10

2. ชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซโดยใช้กระบวนการปริมาตรคงที่ ในการทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความดันของก๊าซกับอุณหภูมิและหาสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้ภาชนะโลหะที่ปิดสนิทและมีปริมาตรคงที่และต่อกับเครื่องวัดความดันที่มีวาล์ว 2 ตัว แล้วทำการทดลองโดยนำภาชนะโลหะที่ปิดสนิทไปใส่ในภาชนะที่มีน้ำผสมน้ำแข็งเพื่อลดอุณหภูมิของก๊าซภายในระบบโดยเปิดวาล์วเพื่อให้ระบบต่อกับบรรยากาศภายนอก รอจนกระทั่งอุณหภูมิสมดุลแล้วปิดวาล์วของเครื่องวัดความดันเพื่อควบคุมปริมาตรของก๊าซภายในระบบจดบันทึกค่าความดันที่อ่านได้จากเครื่องวัดความดันและจดบันทึกค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ และหลังจากนั้นนำภาชนะโลหะที่ปิดสนิทไปใส่ลงในภาชนะที่มีน้ำที่กำลังเดือดจะทำให้ก๊าซภายในระบบมีความดันเพิ่มขึ้นโดยสังเกตได้จากค่าความดันที่อ่านได้จากเครื่องวัดความดัน แล้วทำการทดลองต่อโดยใช้อุณหภูมิที่ลดลงจะพบว่าค่าความดันของก๊าซภายในระบบกับอุณหภูมิจะมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น ในลักษณะของการเป็นปฏิภาคโดยตรงกล่าวคือ

$$P \propto T$$

ซึ่งหมายความว่า “เมื่อปริมาตรและจำนวนโมลคงที่ ความดันของก๊าซจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์” ตามกฎของเกย์-ลุสแซก

จากการทดลองได้ความสัมพันธ์ระหว่างความดันก๊าซและอุณหภูมิเป็นลักษณะเชิงเส้นซึ่งได้ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเท่ากับ  $0.00341\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ คือ  $0.00366\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  ซึ่งเป็นส่วนกลับของอุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์ พบว่ามีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 6.83

3. ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดทดลองกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชา โดยใช้ข้อมูลพินิจของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ในด้านประสิทธิภาพการทดลองเท่ากับ 0.9 ในด้านการออกแบบชุดทดลองเท่ากับ 1 และในด้านคู่มือปฏิบัติการสำหรับครูเท่ากับ 1 ซึ่งนำมาคิดเป็นค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน เท่ากับ 0.97 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ 0.6 ถือว่าชุดทดลองนี้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ IOC ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าคุณชุดทดลองเรื่องการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดีและมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชา ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

4. ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดทดลอง โดยใช้ความคิดเห็นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 33 คน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าพบว่า ในด้านการออกแบบชุดทดลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 แสดงว่าผู้เรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งในด้านการออกแบบชุดทดลอง ในด้านใบความรู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 แสดงว่าผู้เรียนเห็นด้วยในด้านใบความรู้ที่ให้นักเรียน ศึกษา และในด้านใบงานการทดลองเท่ากับ 4.46 แสดงว่าผู้เรียนเห็นด้วยในด้านใบงานการทดลองที่ให้นักเรียนใช้เป็นแนวทางในการทดลอง ซึ่งนำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้านเท่ากับ 4.53 แสดงว่านักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่งกับภาพรวมชุดทดลองที่สร้างขึ้น ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนมีความเห็นว่าชุดทดลองเรื่องการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซมีความเหมาะสม และสามารถใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ได้และมีความเหมาะสมตามทฤษฎีของผู้เรียน

### สรุปผลการวิจัย

การออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ ได้ผลการวิจัยโดยสรุปดังนี้

1. ชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซโดยใช้กระบวนการ ความดันคงที่ ได้ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเฉลี่ยเท่ากับ  $0.00351\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  ซึ่งคิดเป็น ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 4.10

2. ชุดทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซโดยใช้กระบวนการ ปริมาตรคงที่ ได้ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซเฉลี่ยเท่ากับ  $0.00341\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  ซึ่งคิดเป็น ความคลาดเคลื่อนร้อยละ 6.83

3. ผลการประเมินจากคุณสมบัติของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน โดยใช้ดัชนีวัดความ สอดคล้อง (IOC) พบว่ามีค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน เท่ากับ 0.97 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 0.60 ( $\text{IOC} > 0.60$ ) สรุปว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกับชุดทดลองที่สร้างขึ้น

4. ผลการประเมินจากความคิดเห็นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 34 คน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าพบว่า มีค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน เท่ากับ 4.53 สรุปว่านักเรียนมีความเห็นอยู่ที่ ระดับเห็นด้วยอย่างยิ่งกับชุดทดลองที่สร้างขึ้น

## ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยเรื่องการออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ ดังนี้

1. ในการออกแบบชุดทดลองในครั้งนี้ต้องใช้เครื่องวัดความดันของก๊าซที่มีคุณภาพดี และสามารถวัดความดันของก๊าซได้ในช่วง  $0 - 300$  kPa เนื่องจากความดันของก๊าซที่จะอ่านได้จะไม่เกิน 2 บรรยากาศ หรือไม่เกิน  $202.6$  kPa ถ้าเป็นไปได้ควรใช้เครื่องวัดความดันแบบดิจิทัล เนื่องจากจะสามารถอ่านค่าความดันได้อย่างถูกต้องแม่นยำ
2. ภาชนะโลหะที่ปิดสนิทและวาล์วต้องไม่ให้มีรอยรั่วแม้แต่น้อย ซึ่งจะเป็นการควบคุมผลการทดลองให้ถูกต้อง และไม่ควรใช้แก้วที่ไม่ทนต่อความดันแทนภาชนะโลหะ เนื่องจากว่าต้องรับแรงดันจากการขยายตัวของก๊าซซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายได้
3. ขนาดของอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม โดยปริมาตรและความดันที่วัดได้จะมีค่าแตกต่างกันออกไป แต่ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซจะมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิม
4. สามารถที่จะคำนวณหาอุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์ได้จากการทดลองนี้เพื่อตรวจสอบทฤษฎี โดยอุณหภูมิศูนย์สัมบูรณ์จะเป็นส่วนกลับกับค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ
5. ควรใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวาดกราฟและหาสมการเชิงเส้น จะทำให้สามารถคำนวณหาค่าต่าง ๆ ที่ต้องการได้รวดเร็วและแม่นยำ
6. ในการทดลองนี้ใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นเครื่องแก้วและใช้น้ำเดือด ดังนั้นครูผู้สอนจะต้องควบคุมและดูแลนักเรียนให้ปฏิบัติตามระเบียบของการทดลองอย่างเคร่งครัดเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตราย
7. ควรทดลองซ้ำหลาย ๆ รอบและนำค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด