# บทที่ 3
# วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการอออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ ซึ่งผู้วิจัยได้แบ่งกิจกรรมการดำเนินงานของงานวิจัยนี้ออกเป็น 3 ส่วน โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในแต่ละส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การออกแบบสร้างชุดทดลองและการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยแบ่งเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การออกแบบสร้างชุดทดลองและการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้กระบวนการความดันคงที่

ตอนที่ 2 การออกแบบสร้างชุดทดลองและการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซโดยใช้กระบวนการปริมาตรคงที่

โดยนำค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซที่ได้จากการทดลองทั้งสองกระบวนการมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคือ 0.00366 $^{\circ}C^{-1}$ (Lehmann, 1992) โดยใช้ร้อยละความคลาดเคลื่อน

ส่วนที่ 2 การจัดทำเอกสารประกอบชุดทดลอง ประกอบไปด้วยคู่มือปฏิบัติการและคู่มือปฏิบัติการสำหรับครู เพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ

ส่วนที่ 3 ตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ของรายวิชา แบ่งเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์โดยค่าดรรชนีความสอดคล้อง IOC ระหว่างเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับแบบประเมินจากดุลยนิจของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการคัดเลือกด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

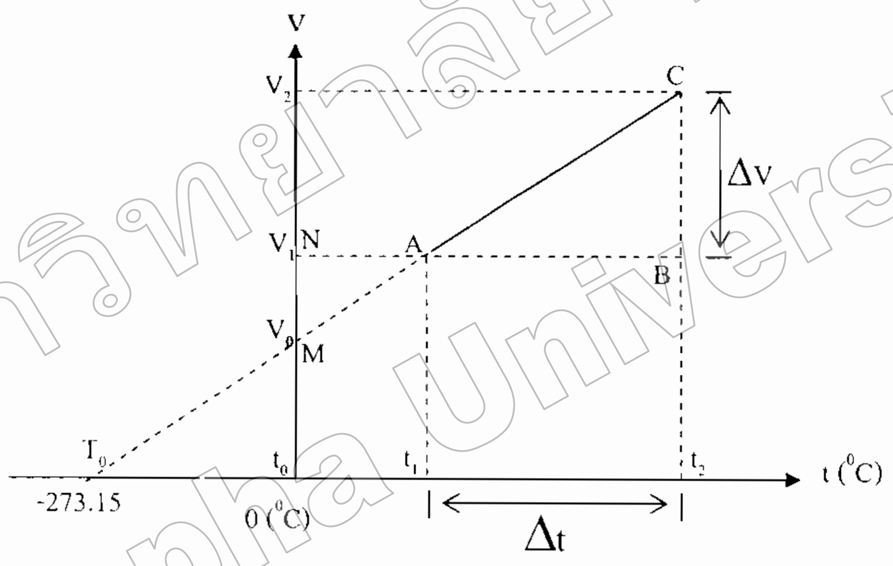
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

## ส่วนที่ 1

### การออกแบบสร้างชุดทดลองและการทดลอง

**ตอนที่ 1 การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้กระบวนการความดันคงที่**

การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยการใช้กระบวนการความดันคงที่ สามารถที่จะหาได้โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรก๊าซอุดมคติกับอุณหภูมิ; $V = f(t\,^{o}C)$ โดยความดันคงที่ สำหรับกระบวนการความดันคงที่ สามารถแสดงได้ด้วยสมการ $V_t = V_0(1+\gamma_V t)$ โดยที่ $V_0$ คือปริมาตรของก๊าซที่ 0 $^{o}C$ ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงนี้ แสดงไว้ในภาพที่ 3-1




ภาพที่ 3-1 กราฟของกระบวนการความดันคงที่

เส้นตรงตัดผ่านแกนนอน ที่อุณหภูมิศูนย์องศาสัมบูรณ์ $T_0$ และตัดแกนตั้งที่ปริมาตรก๊าซที่ 0 $^{o}C$ ($V_0$) เพื่อที่จะหาค่า $V_0$ จึงจำเป็นที่จะต้องหาค่าปริมาตร $V_1, V_2$ และอุณหภูมิ $t_1, t_2$ จากกราฟที่ได้จากการทดลองในขณะที่ความดันคงที่

รูปที่ 3-1 แสดงให้เห็นว่าสามเหลี่ยม MNA และ ABC เป็นสามเหลี่ยมคล้าย

เพราะฉะนั้น
$$\frac{CB}{MN} = \frac{BA}{AN}$$

เราจะได้
$$\frac{V_2 - V_1}{V_1 - V_0} = \frac{t_2 - t_1}{t_1 - 0}$$

$$V_2 t_1 - V_1 t_1 = (t_2 - t_1)(V_1 - V_0)$$

$$V_1 - V_0 \qquad \frac{V_2 t_1 - V_1 t_1}{t_2 - t_1}$$

$$V_0 = V_1 - \left( \frac{V_2 t_1 - V_1 t_1}{t_2 - t_1} \right)$$

$$V_0 = V_1 - \left[ \frac{\left(V_2 - V_1\right) t_1}{t_2 - t_1} \right] \qquad (23)$$

นิยามความแตกต่างระหว่างปริมาตรเริ่มต้นและปริมาตรสุดท้ายในช่วงกราฟที่พิจารณาเป็น $\Delta V$

โดยที่ $$\Delta V = V_2 - V_1 \qquad (24)$$

และนิยามความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิสุดท้ายในช่วงกราฟที่พิจารณาเป็น $\Delta t$

โดยที่ $$\Delta t = t_2 - t_1 \qquad (25)$$

นำสมการที่ (24) และ (25) แทนค่าลงในสมการที่ (23) จะได้ว่า

$$V_0 = V_1 - \left( \frac{t_1 \Delta V}{\Delta t} \right)$$

และกำหนดความชันของกราฟที่ได้จากการทดลอง

$$\text{Slope} = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

ดังนั้นสำหรับค่า $V_0$ จะได้ว่า

$$V_0 = V_1 - \text{Slope}\left(t_1\right) \qquad (26)$$

เพื่อหาค่า $V_0$ จะต้องหาค่า $t_1, t_2, V_1, V_2$ จากกราฟที่ได้จากการทดลองแล้วนำมาหาค่าความชันของกราฟเพื่อที่จะนำค่าความชันของกราฟที่ได้มาหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ และจากสมการที่ (3)

$$V_t = V_0 + V_0 \gamma_V t$$

จะได้ค่าความชันของกราฟ

$$\text{Slope} = V_0 \gamma_V$$

ซึ่งจะสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ $\gamma$ ได้จากสมการ

$$\gamma_V = \frac{\text{Slope}}{V_0} \qquad (27)$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

**ตอนที่ 2 การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้กระบวนการปริมาตรคงที่**

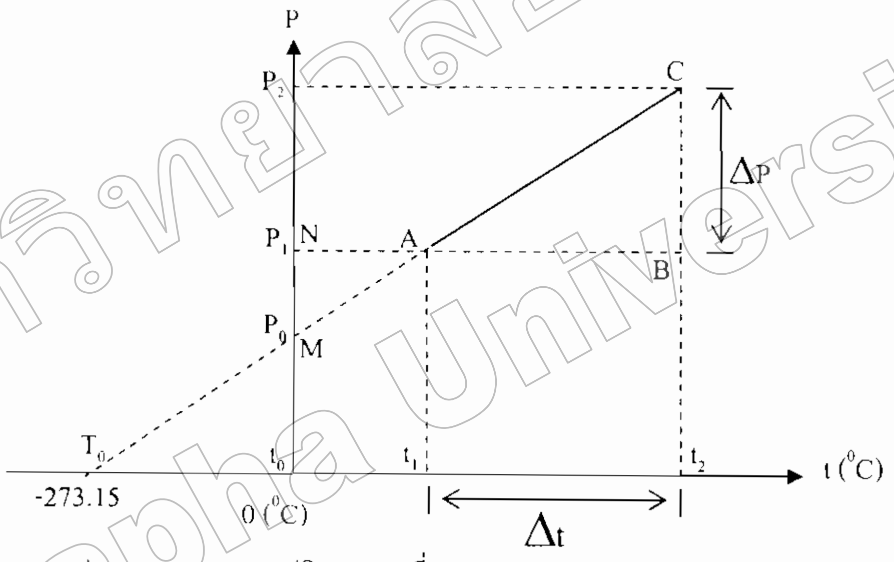
การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซโดยการใช้กระบวนการปริมาตรคงที่สามารถที่จะหาได้โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างความดันของก๊าซอุดมคติกับอุณหภูมิ $P = f(t\,^{o}C)$ โดยปริมาตรคงที่ สำหรับกระบวนการปริมาตรคงที่สามารถแสดงได้ตามสมการที่ (13) หรือสมการที่ (14)

$$P_t = P_0 + P_0 \gamma_P t$$

หรือ

$$P_t = P_0 (1 + \gamma_P t)$$

โดยที่ $P_0$ คือ ความดันของก๊าซที่ $0\,^{o}C$ ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงนี้แสดงไว้ในภาพที่ 3-2




ภาพที่ 3-2 กราฟของกระบวนการปริมาตรคงที่

เส้นตรงตัดผ่านแกนนอน ที่อุณหภูมิศูนย์องศาสัมบูรณ์ $T_0$ และตัดแกนตั้งที่ความดันก๊าซที่ $0\,^{o}C$ $(P_0)$ เพื่อที่จะหาค่า $P_0$ จึงจำเป็นที่จะต้องหาค่าความดัน $P_1, P_2$ และอุณหภูมิ $t_1, t_2$ จากกราฟที่ได้จากการทดลองในขณะที่ปริมาตรคงที่

ภาพที่ 3-2 แสดงให้เห็นว่าสามเหลี่ยม MNA และ ABC เป็นสามเหลี่ยมคล้าย

เพราะฉะนั้น

$$\frac{CB}{MN} = \frac{BA}{AN}$$

เราจะได้

$$\frac{P_2 - P_1}{P_1 - P_0} = \frac{t_2 - t_1}{t_1 - 0}$$

$$P_2 t_1 - P_1 t_1 = (t_2 - t_1)(P_1 - P_0)$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

$$P_1 - P_0 = \frac{P_2 t_1 - P_1 t_1}{t_2 - t_1}$$

$$P_0 = P_1 - \left(\frac{P_2 t_1 - P_1 t_1}{t_2 - t_1}\right)$$

$$P_0 = P_1 - \left[\frac{(P_2 - P_1)t_1}{t_2 - t_1}\right] \qquad (28)$$

นิยามความแตกต่างระหว่างความดันเริ่มต้นและความดันสุดท้ายในช่วงกราฟที่พิจารณาเป็น $\Delta P$

โดยที่ $\Delta P = P_2 - P_1$ (29)

และนิยามความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิเริ่มต้นและอุณหภูมิสุดท้ายในช่วงกราฟที่พิจารณาเป็น $\Delta t$

ตามสมการที่ (25) $\Delta t = t_2 - t_1$

นำสมการที่ (25) และ (29) แทนค่าลงในสมการที่ (28) จะได้ว่า

$$P_0 = P_1 - \left(\frac{t_1 \Delta P}{\Delta t}\right)$$

และกำหนดความชันของกราฟที่ได้จากการทดลอง

$$\text{Slope} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

ดังนั้นสำหรับค่า $P_0$ จะได้ว่า

$$P_0 = P_1 - \text{Slope}(t_1) \qquad (30)$$

เพื่อหาค่า $P_0$ จะต้องหาค่า $t_1, t_2, P_1, P_2$ จากกราฟที่ได้จากการทดลองแล้วนำมาหาค่าความชันของกราฟเพื่อที่จะนำค่าความชันของกราฟที่ได้มาหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ และจากสมการที่ (13)

$$P_t = P_0 + P_0 \gamma_P t$$

จะได้ค่าความชันของกราฟ

$$\text{Slope} = P_0 \gamma_P \qquad (31)$$

ซึ่งจะสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ $\gamma_P$ ได้จากสมการ

$$\gamma_P = \frac{\text{Slope}}{P_0} \qquad (32)$$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

**อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง**

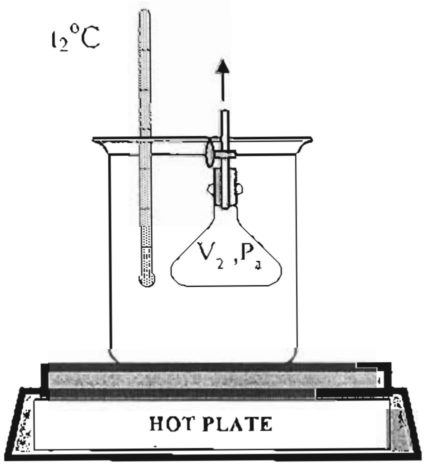
1. ภาชนะโลหะที่ปิดสนิท
2. เครื่องวัดความดันของก๊าซแบบดิจิตัล โดยมีวาล์ว 2 ตัว
3. บีกเกอร์ขนาด 2000 ml
4. เทอร์มอมิเตอร์
5. ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml พร้อมจุกยางและก๊อก
6. กระบอกตวงขนาด 300 ml
7. เตาความร้อน
8. สายยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 cm
9. น้ำ
10. น้ำแข็งก้อนเล็ก

**ขั้นตอนการทดลอง**

**ตอนที่ 1 การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซโดยใช้กระบวนการความดันคงที่**

1. เติมน้ำปริมาตร 1000 ml ลงในบีกเกอร์ขนาด 2000 ml พร้อมกับนำไปต้มบนเตาความร้อนจนเดือด

2. ปิดจุกยางของขวดรูปชมพู่แล้วเปิดก๊อกที่จุกยางเพื่อรักษาความดันในหลอดแก้วให้อยู่ที่ความดันบรรยากาศพร้อมกับจุ่มลงไปในบีกเกอร์ซึ่งมีน้ำกำลังเดือด ทิ้งไว้ 2 นาที (ดูภาพที่ 3-3)




ภาพที่ 3-3 ขวดรูปชมพู่ ที่รักษาความดันในขวดแก้วให้อยู่ที่ความดันบรรยากาศอยู่ในภาชนะที่มีน้ำกำลังเดือด

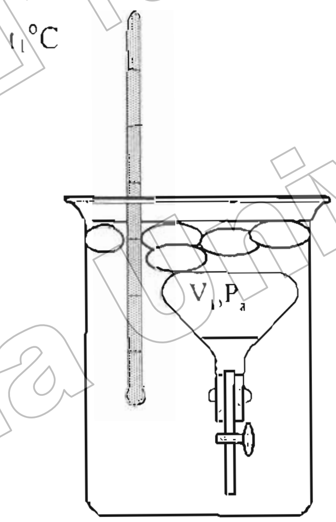
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. อากาศในขวดรูปชมพู่จะมีอุณหภูมิถึงอุณหภูมิของน้ำที่กำลังเดือด จะทำให้ความดันเพิ่มขึ้นและดันอากาศออกมาจากขวดรูปชมพู่ จนกระทั่งความดันภายในขวดรูปชมพู่เท่ากับความดันบรรยากาศ

4. ปิดก๊อก โดยกำหนดปริมาตรของอากาศในขวดรูปชมพู่เป็น $V_2$ ซึ่งเท่ากับปริมาตรของขวดรูปชมพู่และและอุณหภูมิของน้ำกำลังเดือดด้วย $t_2$ ซึ่งวัดค่าได้จากเทอร์มอมิเตอร์

5. วางขวดรูปชมพู่โดยให้ก๊อกอยู่ด้านล่าง ในบีกเกอร์ที่ใส่น้ำซึ่งมีก้อนน้ำแข็งอยู่ด้วย เพื่อลดอุณหภูมิของอากาศในระบบ ทิ้งไว้ 2 นาที จนกระทั่งเกิดสมดุลความร้อน (อุณหภูมิคงที่)

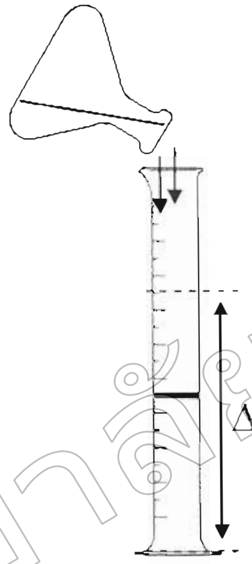
6 เปิดก๊อกในน้ำ เป็นเวลา 2 นาที จนกระทั่งอากาศในขวดรูปชมพู่เย็นลงถึงอุณหภูมิของน้ำ $t_1$ ในระหว่างขั้นตอนนี้ความดันของอากาศในขวดรูปชมพู่ลดลงและน้ำบางส่วนไหลเข้ามาในขวดแก้วรูปชมพู่ กระบวนการดำเนินต่อเนื่องจนกระทั่ง ความดันอากาศในขวดรูปชมพู่เท่ากับความดันบรรยากาศ ปริมาตรของอากาศลดลงถึง $V_1$ แล้วปิดก๊อกและวัดค่า $t_1$ (ดูภาพที่ 3-4)




ภาพที่ 3-4 ขวดรูปชมพู่บรรจุอากาศวางอยู่ในน้ำที่ถูกทำให้เย็น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

7. นำขวดรูปชมพู่ออกจากน้ำ เอาจุกยางออกจากปากขวดและเทน้ำที่อยู่ในขวดรูปชมพู่ลงในกระบอกตวงวัดปริมาตร (ดูภาพที่ 3-5) เพื่อหาความแตกต่างของปริมาตร ( $\Delta V$ )




ภาพที่ 3-5 การวัดความแตกต่างของปริมาตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

8. วัดปริมาตรเริ่มต้น $V_2$ ของขวดรูปชมพู่ โดยการเติมน้ำลงในขวดรูปชมพู่จนเต็ม แล้ววัดปริมาตรของน้ำด้วยกระบอกตวงวัดปริมาตร จะได้ปริมาตรเริ่มต้นของอากาศ $V_2$

9. คำนวณหาค่า $V_1$ จากสมการ $\Delta V = V_2 - V_1$ หรือ $V_1 = V_2 - \Delta V$

10. ทดลองซ้ำจากข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 9 อีก 4 ครั้ง โดยควบคุม $V_2$ และ $t_2$ ให้คงที่ และใช้อุณหภูมิ $t_1$ ที่สูงขึ้นจากเดิม แล้ววัดค่า $V_1$ จากการทดลอง จะทำให้ได้ค่าของ $V_1$ และ $t_1$ อีก 4 ค่า

11. นำค่าที่ได้จากการทดลองของ $V_1, V_2$ , $t_1$ และ $t_2$ ทั้งหมดมาวาดลงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและอุณหภูมิ โดยให้แกนตั้งเป็นปริมาตรและแกนนอนเป็นอุณหภูมิ โดยใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรก๊าซและอุณหภูมิ เพื่อหาความชันของกราฟด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบเชิงเดียว

12. ทำการทดลองจากข้อ 1 ถึงข้อ 10 ซ้ำอีก 4 ครั้ง และนำข้อมูลการทดลองที่ได้ไปวาดลงกราฟความสัมพันธ์ในข้อที่ 11 โดยให้ทุกข้อมูลอยู่บนกราฟเส้นเดียวกัน

13. นำความชันและค่า $V_0$ จากสมการของกราฟที่ได้ มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ $\gamma_V$ ตามสมการที่ (27) และมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแล้วคำนวณหาร้อยละความคลาดเคลื่อนจากการทดลองตามสมการ

$$\text{ร้อยละความคลาดเคลื่อน} = \frac{|\text{ค่าที่ได้จากการทดลอง} - \text{ค่ามาตรฐาน}|}{\text{ค่ามาตรฐาน}} \times 100$$

14. ทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือการทดลอง

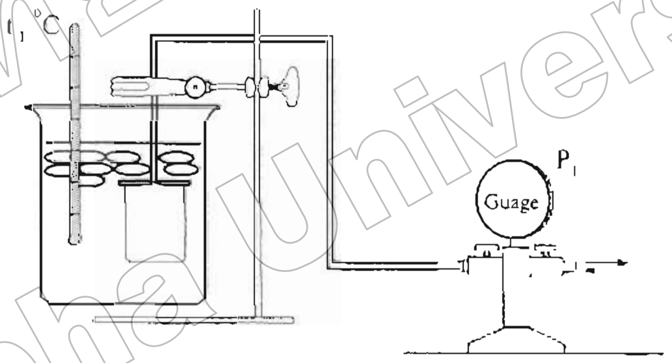
**ตอนที่ 2 การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซโดยใช้กระบวนการปริมาตรคงที่**

1. เติมน้ำลงในบีกเกอร์ขนาด 2000 mL พร้อมเติมก้อนน้ำแข็งลงในบีกเกอร์

2. ใส่ภาชนะโลหะที่ปิดสนิทและต่อระบบกับเครื่องวัดความดันลงไปในภาชนะที่บรรจุน้ำโดยเปิดวาล์วของเครื่องวัดความดัน เพื่อให้ระบบถูกต่อกับบรรยากาศ จนอุณหภูมิของอากาศในระบบเท่ากับอุณหภูมิของน้ำ (ดูภาพที่ 3-6)

3. ปิดวาล์วของเครื่องวัดความดัน จะทำให้ระบบถูกแยกจากบรรยากาศ ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ปริมาตรของอากาศในระบบมีค่าคงที่ โดยมีอุณหภูมิเริ่มต้นที่ $t_1$ ที่ความดันบรรยากาศ $P_1$

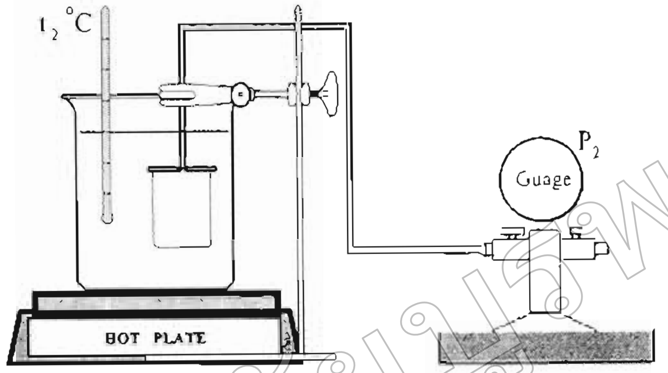
4. บันทึกความดัน $P_1$ และอุณหภูมิ $t_1$




ภาพที่ 3-6 การติดตั้งการทดลองโดยใช้กระบวนการปริมาตรคงที่ซึ่งใช้ภาชนะโลหะที่ปิดสนิทจุ่มลงในภาชนะที่มีน้ำผสมน้ำแข็ง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. นำภาชนะโลหะไปวางอยู่ในภาชนะบรรจุน้ำกำลังเดือดที่วางอยู่บนเตาความร้อน ทิ้งไว้ 2 นาที (ดูภาพที่ 3-7)




ภาพที่ 3-7 น้ำในภาชนะถูกต้มให้เดือดโดยใช้เตาความร้อนให้ความร้อนกับอากาศที่มีอยู่ในภาชนะโลหะ

6. หลังจากอากาศในภาชนะโลหะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นจนถึงอุณหภูมิของน้ำที่เดือด (อุณหภูมิสมดุล) และความดันมีค่าคงที่ อ่านค่าความดันของอากาศภายในภาชนะโลหะจากเครื่องวัดความดัน แล้วบันทึกความดัน $P_2$ และอุณหภูมิ $t_2$

7. ทดลองซ้ำจากข้อที่ 1 ถึงข้อที่ 6 อีก 4 ครั้ง โดยใช้ช่วงอุณหภูมิที่ต่างกัน แล้วบันทึกค่าความดันจากเครื่องวัดความดัน ที่อุณหภูมิต่าง ๆ จะทำให้ได้ค่าของ $P_2$ และ $t_2$ อีก 4 ค่า

8. นำค่าที่ได้จากการทดลองของ $P_1$ , $P_2$ , $t_1$ และ $t_2$ ทั้งหมดมาวาดลงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความดันและอุณหภูมิ โดยให้แกนตั้งเป็นความดันและแกนนอนเป็นอุณหภูมิ โดยใช้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความดันก๊าซและอุณหภูมิ เพื่อหาความชันของกราฟด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงแบบเชิงเดียว

9. ทำการทดลองจากข้อ 1 ถึงข้อ 7 ซ้ำอีก 4 ครั้ง และนำข้อมูลการทดลองที่ได้ไปวาดลงกราฟความสัมพันธ์ในข้อที่ 8 โดยให้ทุกข้อมูลอยู่บนกราฟเส้นเดียวกัน

10. นำความชันและค่า $P_0$ จากสมการของกราฟที่ได้ มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ $\gamma_P$ ตามสมการที่ (32) และมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแล้วคำนวณหาร้อยละความคลาดเคลื่อนจากการทดลองตามสมการ

11. ทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องมือการทดลอง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

## ส่วนที่ 2

### การจัดทำเอกสารประกอบชุดทดลอง

ผู้วิจัยได้จัดทำเอกสารประกอบชุดทดลอง คือ คู่มือปฏิบัติการ และคู่มือปฏิบัติการสำหรับครู ดังนี้

1. คู่มือปฏิบัติการ เป็นเอกสารที่ให้ผู้เรียนใช้ประกอบการเรียนและการทดลองเรื่องการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

1.1 ข้อแนะนำในการใช้คู่มือปฏิบัติการ

1.2 ใบความรู้

1.3 ใบงานการทดลอง

1.3.1 หลักการและเหตุผล

1.3.2 วัตถุประสงค์

1.3.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.4 ทฤษฎี

1.3.5 อุปกรณ์การทดลอง

1.3.6 วิธีการทดลอง

1.3.7 การบันทึกผลและจัดกระทำข้อมูลจากการทดลอง

1.3.8 คำถามนำไปสู่การอภิปรายผลการทดลอง

1.3.9 อภิปรายผลการทดลอง

1.3.10 สรุปผลการทดลอง

2. คู่มือปฏิบัติการสำหรับครู เป็นเอกสารที่ให้ครูผู้สอนใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้เรื่องการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

2.1 ข้อแนะนำในการใช้คู่มือปฏิบัติการ

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้

2.3 ใบความรู้

2.4 ใบงานการทดลอง

2.4.1 หลักการและเหตุผล

2.4.2 วัตถุประสงค์

2.4.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

2.4.4 ทฤษฎี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.4.5 อุปกรณ์การทดลอง

2.4.6 วิธีการทดลอง

2.4.7 ตัวอย่างการบันทึกผลและจัดกระทำข้อมูลจากการทดลอง

2.4.8 คำถามนำไปสู่การอภิปรายผลการทดลอง

2.4.9 ตัวอย่างการอภิปรายผลการทดลอง

2.4.10 ตัวอย่างการสรุปผลการทดลอง

**ส่วนที่ 3**

**การตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชา**

**ตอนที่ 1 ตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองโดยใช้ดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ**

ตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชา โดยหาค่าดรรชนีความสอดคล้อง IOC ระหว่างเครื่องมือที่สร้างขึ้น กับกับแบบประเมิน โดยใช้ดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ซึ่งมีสมการในการหาค่าดรรชนีความสอดคล้อง ดังนี้ (สุวิมล ติรกานันท์, 2549, หน้า 139)

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \qquad (33)$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดรรชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทุกคน

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณาคะแนน ดังนี้

+1 เมื่อแน่ใจว่าชุดทดลองมีความเหมาะสมกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

0 เมื่อไม่แน่ใจว่าชุดทดลองมีความเหมาะสมกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

-1 เมื่อแน่ใจว่าชุดทดลองไม่มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เกณฑ์ค่า IOC แต่ละรายข้อต้องมากกว่าหรือเท่ากับ .60 (ไพศาล วรคำ, 2552, หน้า 257-258)

<u>กลุ่มตัวอย่าง</u>

ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์/ ฟิสิกส์/ เคมี ในโรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา และ ผู้ที่มีความชำนาญในด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 5 คน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

**ตอนที่ 2 ตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองโดยใช้ความคิดเห็นของนักเรียน**

ตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองโดยใช้ความคิดเห็นจากนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 อันดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ท (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 ก, หน้า 72-73) โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนและแปลความหมาย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 ข, หน้า 102-103)

**เกณฑ์การให้คะแนน**

| | | |
|---|---|---|
| คะแนน 5 | หมายถึง | เห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| คะแนน 4 | หมายถึง | เห็นด้วย |
| คะแนน 3 | หมายถึง | ไม่แน่ใจ |
| คะแนน 2 | หมายถึง | ไม่เห็นด้วย |
| คะแนน 1 | หมายถึง | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |

**เกณฑ์การแปลความหมาย**

| | | |
|---|---|---|
| 4.51 - 5.00 | หมายถึง | มีความเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง |
| 3.51 - 4.50 | หมายถึง | มีความเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วย |
| 2.51 - 3.50 | หมายถึง | มีความเห็นอยู่ในระดับไม่แน่ใจ |
| 1.51 - 2.50 | หมายถึง | มีความเห็นอยู่ในระดับไม่เห็นด้วย |
| 1.00 - 1.50 | หมายถึง | มีความเห็นอยู่ในระดับไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |

<u>ประชากร</u>

นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนสาธิต "พิบูลบำเพ็ญ" มหาวิทยาลัยบูรพา หลักสูตรปกติ ทั้งหมด 4 ห้องเรียน จำนวน 153 คน

<u>กลุ่มตัวอย่าง</u>

กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้จากการสุ่มจากประชากรโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (ล้วน และอังคณา สายยศ, 2536) ได้กลุ่มตัวอย่างมา 1 ห้อง รวมทั้งหมด 34 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 ซึ่งใช้วิธีกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้เกณฑ์ร้อยละ 15 – 30 ของจำนวนประชากรที่มีเพียงหลักร้อย (ยุทธ ไกยวรรณ์, 2549, หน้า 99)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University