

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการวิจัยการออกแบบและสร้างชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชุดทดลองโดยให้ผู้เชี่ยวชาญและนักเรียนประเมินความเหมาะสมของชุดทดลอง จากนั้นผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์ข้อมูล โดยจะเสนอผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 การออกแบบสร้างชุดทดลองและการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ

ส่วนที่ 2 ตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชา โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ระหว่างเครื่องมือที่สร้างขึ้นโดยใช้ดุลพินิจของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน และใช้มาตราส่วนประมาณค่าตามวิธีการของลิเคิร์ท สอบถามความคิดเห็นของนักเรียน

ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอนำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ผลการทดลองและผลการวิจัยในแต่ละส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 การออกแบบสร้างชุดทดลองและการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ

การออกแบบสร้างชุดทดลองและการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ การสร้างชุดทดลองและผลการทดลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

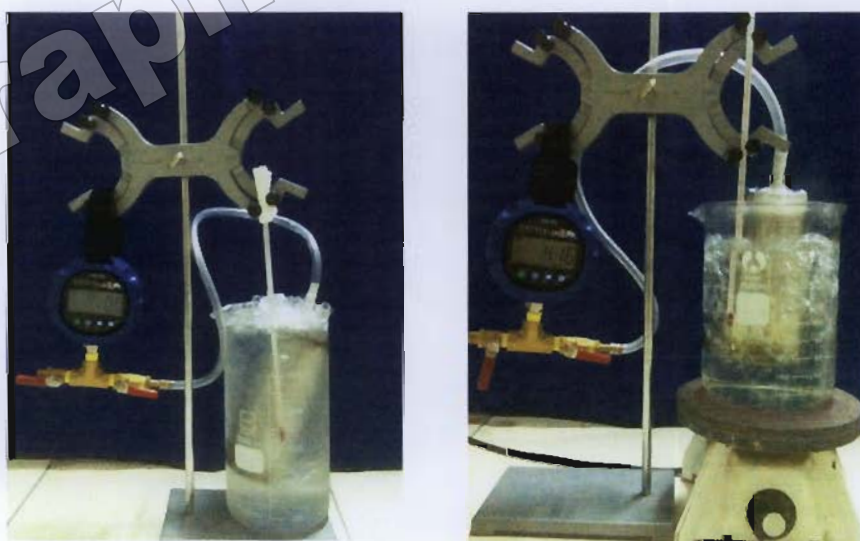
ลักษณะของชุดทดลองที่สร้างขึ้น

1. ชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้กระบวนการความดันคงที่ ใช้อุปกรณ์ในการทดลองได้แก่ บีกเกอร์ขนาด 2000 ml, เทอร์มอมิเตอร์แบบปรอท, ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 ml พร้อมจุกยางและก๊อกรีบอบกดวงขนาด 300 ml, เตาความร้อน hot plate, น้ำ และน้ำแข็ง ซึ่งสามารถจัดชุดทดลองได้ดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 ชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้กระบวนการความดันคงที่

2. ชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้กระบวนการปริมาตรคงที่ ใช้อุปกรณ์ในการทดลองได้แก่ ภาชนะโลหะที่ปิดสนิทที่มีท่อต่อสำหรับวัดความดัน, เครื่องวัดความดันของก๊าซแบบดิจิทัล ยี่ห้อ Crystal รุ่น ml (0-300 psi) โดยมีวาล์ว 2 ตัว, บีกเกอร์ ขนาด 2000 ml, เทอร์มอมิเตอร์แบบปรอท, เตาความร้อน hot plate, สายยางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 cm, น้ำ และน้ำแข็ง ซึ่งสามารถจัดชุดทดลองได้ดังภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 ชุดทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้กระบวนการปริมาตรคงที่

ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 การทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้กระบวนการความดันคงที่ จากการทดลองทั้งหมดรอบละ 5 ครั้ง จำนวน 5 รอบ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูล ที่ได้จากการทดลองซึ่งแสดงผลการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 4-1 ผลการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้กระบวนการความดันคงที่ รอบที่ 1

ปริมาตร $V_2 = 282\text{ cm}^3$ อุณหภูมิ $t_2 = 96^\circ\text{C}$

ครั้งที่	Δv (cm^3)	V_1 ($V_2 - \Delta v$) (cm^3)	t_1 ($^\circ\text{C}$)
1	72	210	1
2	58	224	20
3	50	232	30
4	43	239	40
5	35	247	50

ตารางที่ 4-2 ผลการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้กระบวนการความดันคงที่ รอบที่ 2

ปริมาตร $V_2 = 282\text{ cm}^3$ อุณหภูมิ $t_2 = 96.5^\circ\text{C}$

ครั้งที่	Δv (cm^3)	V_1 ($V_2 - \Delta v$) (cm^3)	t_1 ($^\circ\text{C}$)
1	67	215	1
2	60	222	10
3	54	228	25
4	46.5	235.5	36
5	39	243	50

ตารางที่ 4-3 ผลการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ
โดยใช้กระบวนการความดันคงที่ รอบที่ 3

ปริมาตร $V_2 = 282 \text{ cm}^3$ อุณหภูมิ $t_2 = 97^\circ\text{C}$

ครั้งที่	Δv (cm^3)	V_1 ($v_2 - \Delta v$) (cm^3)	t_1 ($^\circ\text{C}$)
1	65	217	2
2	55	227	18
3	48	234	30
4	39	243	42
5	32	250	53

ตารางที่ 4-4 ผลการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ
โดยใช้กระบวนการความดันคงที่ รอบที่ 4

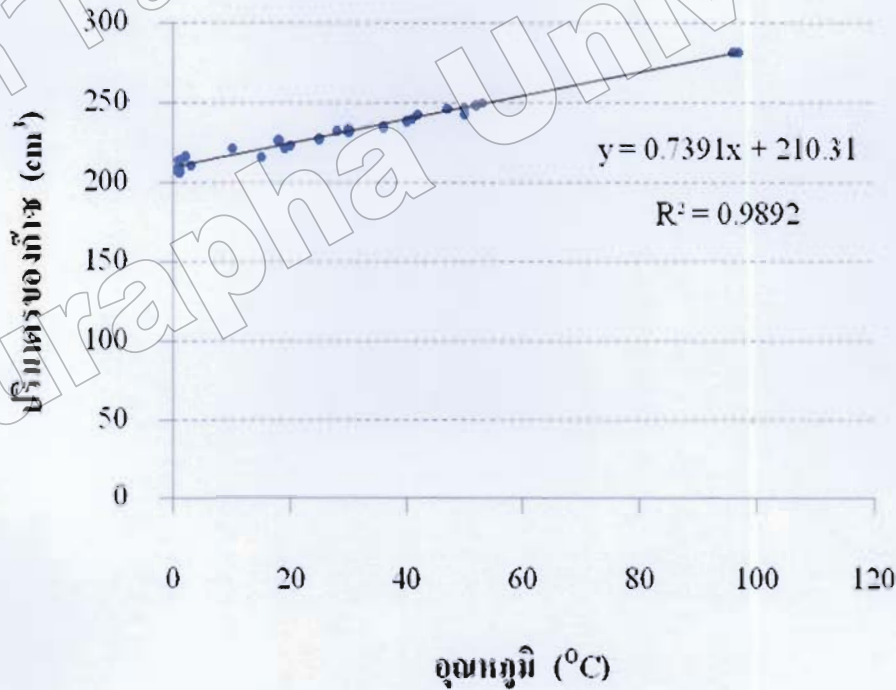
ปริมาตร $V_2 = 282 \text{ cm}^3$ อุณหภูมิ $t_2 = 96^\circ\text{C}$

ครั้งที่	Δv (cm^3)	V_1 ($v_2 - \Delta v$) (cm^3)	t_1 ($^\circ\text{C}$)
1	75	207	1
2	65.5	216.5	15
3	54	228	25
4	47.5	234.5	36
5	35.5	246.5	47

ตารางที่ 4-5 ผลการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้กระบวนการความดันคงที่ รอบที่ 5

ปริมาตร $V_2 = 282\text{ cm}^3$ อุณหภูมิ $t_2 = 96.5\text{ }^{\circ}\text{C}$

ครั้งที่	Δv (cm^3)	v_1 ($v_2 - \Delta v$) (cm^3)	t_1 ($^{\circ}\text{C}$)
1	71	211	3
2	60	222	19
3	49	233	28
4	41.5	240.5	41
5	33	249	52



ภาพที่ 4-3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของก๊าซและอุณหภูมิจากการทดลอง

จากภาพที่ 4-3 ได้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรก๊าซและอุณหภูมิเป็นลักษณะเชิงเส้นโดยมีสมการเป็น $y = 0.7391x + 210.31$ ซึ่งมีความชันเท่ากับ $0.7391 \text{ cm}^3/^{\circ}\text{C}$ และจุดตัดแกน y ซึ่งเป็นปริมาตรก๊าซที่ 0°C เท่ากับ 210.31 cm^3 และเมื่อนำมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ γ_v จะได้เท่ากับ $0.00351 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า γ_v มาตรฐานที่มีค่าเท่ากับ 0.00366 (Lehmann, 1992) จะมีร้อยละความคลาดเคลื่อน 4.10

ตอนที่ 2 การทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้กระบวนการปริมาตรคงที่ จากการทดลองทั้งหมดรอบละ 5 ครั้ง จำนวน 5 รอบ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งแสดงผลการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 4-6 ผลการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้กระบวนการปริมาตรคงที่ รอบที่ 1

ความดัน $P_1 = 101.3 \text{ kPa}$ อุณหภูมิ $t_1 = 1^{\circ}\text{C}$

ครั้งที่	$t_2 (^{\circ}\text{C})$	$P_2 (\text{kPa})$
1	20	108.5
2	40	115.4
3	60	122.6
4	80	129.2
5	96	137.7

ตารางที่ 4-7 ผลการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ
โดยใช้กระบวนการปริมาตรคงที่ รอบที่ 2

ความดัน $P_1 = 101.3 \text{ kPa}$ อุณหภูมิ $t_1 = 1^\circ\text{C}$

ครั้งที่	$t_2 \text{ (}^\circ\text{C)}$	$P_2 \text{ (kPa)}$
1	20	108.6
2	35	116.2
3	50	122.3
4	75	128.7
5	96	135.2

ตารางที่ 4-8 ผลการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ
โดยใช้กระบวนการปริมาตรคงที่ รอบที่ 3

ความดัน $P_1 = 101.3 \text{ kPa}$ อุณหภูมิ $t_1 = 1^\circ\text{C}$

ครั้งที่	$t_2 \text{ (}^\circ\text{C)}$	$P_2 \text{ (kPa)}$
1	30	111.2
2	45	116.1
3	65	121.5
4	80	129.6
5	95	134.3

ตารางที่ 4-9 ผลการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ
โดยใช้กระบวนการปริมาตรคงที่ รอบที่ 4

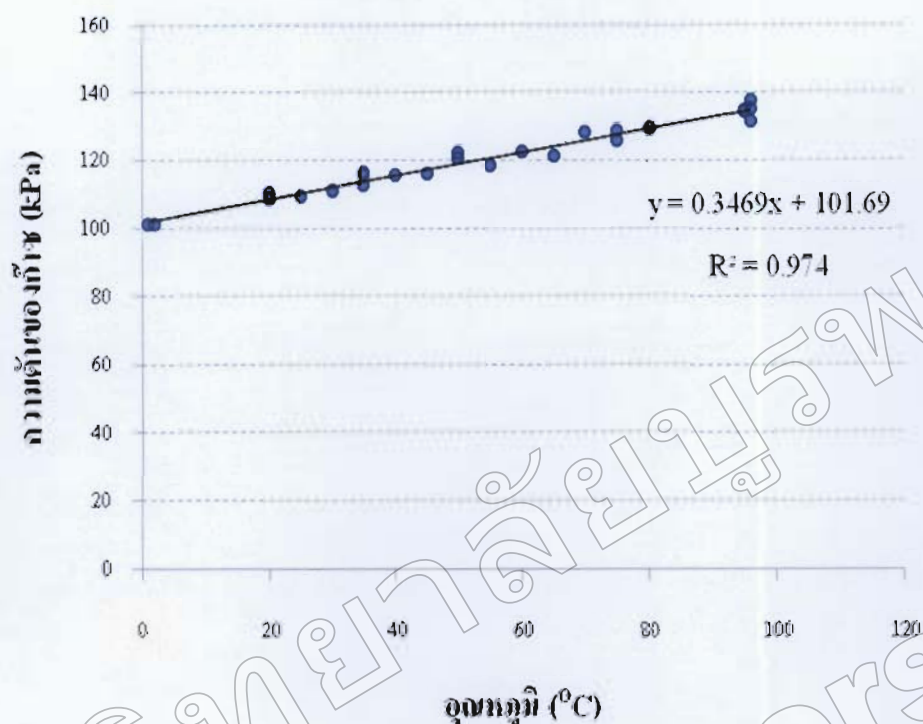
ความดัน $P_1 = 101.3 \text{ kPa}$ อุณหภูมิ $t_1 = 2^\circ\text{C}$

ครั้งที่	$t_2 \text{ (}^\circ\text{C)}$	$P_2 \text{ (kPa)}$
1	20	110.2
2	35	115.6
3	50	120.6
4	70	128.5
5	96	131.6

ตารางที่ 4-10 ผลการทดลองการหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ
โดยใช้กระบวนการปริมาตรคงที่ รอบที่ 5

ความดัน $P_1 = 101.3 \text{ kPa}$ อุณหภูมิ $t_1 = 2^\circ\text{C}$

ครั้งที่	$t_2 \text{ (}^\circ\text{C)}$	$P_2 \text{ (kPa)}$
1	25	109.3
2	35	112.5
3	55	118.5
4	75	125.8
5	95	134.8



ภาพที่ 4-4 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันของก๊าซและอุณหภูมิจากการทดลอง

จากภาพที่ 4-4 ได้ความสัมพันธ์ระหว่างความดันก๊าซและอุณหภูมิเป็นลักษณะเชิงเส้นโดยมีสมการเป็น $y = 0.3469x + 101.69$ ซึ่งมีความชันเท่ากับ $0.3469 \text{ kPa/}^{\circ}\text{C}$ และจุดตัดแกน y ซึ่งเป็นความดันก๊าซที่ 0°C เท่ากับ 101.69 kPa ซึ่งเมื่อนำมาคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ γ_p จะได้เท่ากับ $0.00341 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า γ_p มาตรฐานที่มีค่าเท่ากับ 0.00366 (Lehmann, 1992) จะมีร้อยละความคลาดเคลื่อน 6.83

ส่วนที่ 2 การตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชา

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของรายวิชา ซึ่งแบ่งเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC จากคุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ทจากความคิดเห็นของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการคำนวณและคัดเลือกด้วยวิธีการทางสถิติ

ซึ่งผู้วิจัยจะนำเสนอผลการตรวจสอบความเหมาะสมของชุดทดลองในแต่ละตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 การวิเคราะห์โดยใช้คุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบประเมินจากคุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลองเรื่อง การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยการวิเคราะห์ค่าครรชนีความสอดคล้อง IOC ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4-11 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดทดลองจากคุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญ

รายการความคิดเห็น	ครรชนี IOC
1. ด้านประสิทธิภาพการทดลอง	0.90
2. ด้านการออกแบบชุดทดลอง	1
3. ด้านคู่มือปฏิบัติการสำหรับครู	1
ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลองทั้ง 3 ด้าน	0.97

จากตารางที่ 4-11 แสดงให้เห็นว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลองเรื่อง การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ ในด้านประสิทธิภาพการทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.90 ในด้านการออกแบบชุดทดลองมีค่าเฉลี่ย 1 ในด้านคู่มือปฏิบัติการสำหรับครูมีค่าเฉลี่ย 1 ซึ่งค่าเฉลี่ยของครรชนี IOC ทั้ง 3 ด้าน มากกว่าเกณฑ์ 0.60

สรุปผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดทดลองเรื่อง การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ ทั้ง 3 ด้าน เท่ากับ 0.97 ซึ่งสูงกว่า 0.60 ถือว่าชุดทดลองนี้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ IOC ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

ตอนที่ 2 การวิเคราะห์โดยใช้ความคิดเห็นของนักเรียน

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลองเรื่อง การหาสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคิร์ท ซึ่งมีประชากรเป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จำนวน 153 คน ซึ่งได้กลุ่มตัวอย่างจากการสุ่มจากประชากร โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม ได้กลุ่มตัวอย่างมา 1 ห้อง รวมทั้งหมด 34 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22

ตารางที่ 4-12 ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลอง

รายการความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย	ระดับความเห็น
1. ด้านการออกแบบชุดทดลอง	4.63	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
2. ด้านใบความรู้	4.49	เห็นด้วย
3. ด้านใบงานการทดลอง	4.46	เห็นด้วย
ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลองทั้ง 3 ด้าน	4.53	เห็นด้วยอย่างยิ่ง

จากตารางที่ 4-12 แสดงให้เห็นว่าความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลองเรื่อง การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ ในด้านการออกแบบชุดทดลองมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 แสดงว่านักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่ง ในด้านใบความรู้มีค่าเฉลี่ย 4.49 แสดงว่านักเรียนเห็นด้วย และในด้านใบงานการทดลองมีค่าเฉลี่ย 4.46 ซึ่งมากกว่า 0.5 แสดงว่านักเรียนเห็นด้วย

สรุปผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อชุดทดลองเรื่อง การหาค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวของก๊าซ ทั้ง 3 ด้าน เท่ากับ 4.53 ซึ่งแสดงว่านักเรียนเห็นด้วยอย่างยิ่ง กับชุดทดลองนี้