

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
คำขอบคุณ	จ
รายการตารางประกอบ	ช
รายการภาพประกอบ	ฅ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การวัดค่าแอนฮาร์โมนิกซิตี	4
2.1 การประมาณฮาร์โมนิก (Harmonic Approximation)	4
2.2 แอนฮาร์โมนิกซิตี	8
2.3 ผลของฮาร์โมนิกซิตีที่มีต่อความจุความร้อน	11
บทที่ 3 อุปกรณ์	17
3.1 ไครโอสแตท	17
3.2 Thermometry	28
3.3 การควบคุมอุณหภูมิ	29
3.4 วงจรไฟฟ้า	36
3.5 เครื่องมืออื่น ๆ	42
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	43
4.1 การคาลิเบรทเทอร์โมมิเตอร์	43
4.2 การทดสอบเครื่องมือ	50
4.3 การคำนวณผลการทดลอง	51
4.4 การทดลองวัดค่าความจุความร้อน	52
4.5 การประมาณความแม่นยำของผลการทดลอง	54
4.6 ผลการทดลอง	55

	หน้า
บทที่ 5 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง	59
5.1 ความจุความร้อนของทองแดง	59
5.2 ความจุความร้อนของอินเดียม	63
5.3 การวิเคราะห์ความจุความร้อนของอินเดียมในช่วงอุณหภูมิ 70-300 เคลวิน	68
5.4 อภิปรายผลการทดลอง	72
5.5 สรุปผลการทดลอง	76
5.6 ข้อเสนอแนะ	76
เอกสารอ้างอิง	77
ประวัติการศึกษา	78

รายการตารางประกอบ

	หน้า
ตารางที่ 2.1	ตัวพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลความร้อนในช่วงอุณหภูมิสูงของสารประกอบของธาตุวานาเดียม-A15
	15
ตารางที่ 4.1	ผลการคาลิเบรตเพรสติชั่นเทอร์โมมิเตอร์เทียบกับจุดน้ำแข็งอุณหภูมิ 273.15 เคลวิน
	46
ตารางที่ 4.2	ผลการคาลิเบรตเพรสติชั่นเทอร์โมมิเตอร์เทียบกับอุณหภูมิของน้ำ
	47
ตารางที่ 4.3	ผลการคาลิเบรต เพรสติชั่นเทอร์โมมิเตอร์เทียบกับอุณหภูมิของจุดเดือดของไนโตรเจนอุณหภูมิ 77.4 เคลวิน
	48
ตารางที่ 4.4	ผลการหาค่าความร้อนของแคลอรีมิเตอร์
	55
ตารางที่ 4.5	ผลการหาค่าความร้อนของแคลอรีมิเตอร์ร่วมกับทองแดง
	56
ตารางที่ 4.6(1)	ผลการหาค่าความร้อนของแคลอรีมิเตอร์ร่วมกับอินเดียม
	57
4.6(2)	
ตารางที่ 5.1	เปรียบเทียบค่าความร้อนของทองแดงเมื่อความดันคงที่ได้จากการทดลองกับของ Furukawa และ Douglas (3), (5)
	61
ตารางที่ 5.2	ความร้อนเมื่อความดันคงที่ของอินเดียม
	64
ตารางที่ 5.3	ความร้อนเมื่อปริมาตรคงที่ของอินเดียม
	66
ตารางที่ 5.4 (3)	ความร้อนเมื่อปริมาตรคงที่ของอลูมิเนียม (c_v)
	67
	ความร้อนเมื่อความดันคงที่ของอลูมิเนียม (c_p)
ตารางที่ 5.5	ตัวพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ความร้อนของอินเดียมและอลูมิเนียมในช่วงอุณหภูมิ 70-300 เคลวิน
	69
ตารางที่ 5.6	แสดงค่า $\lambda, \gamma_0, c_F, \gamma_b$ และ γ สำหรับอินเดียมและอลูมิเนียม
	71
ตารางที่ 5.7	ตัวพารามิเตอร์ที่สำคัญที่ได้จากการวิเคราะห์ความร้อนของอินเดียมและอลูมิเนียม
	72

รายการภาพประกอบ

หน้า

รูปที่ 1.1	ค่าความจุความร้อนจำเพาะของดีบุกในสถานะปกติและสถานะการนำยิ่งยวด	2
รูปที่ 2.1	สเปกตรัมของความถี่ต่าง ๆ ที่เป็นไปได้ของออสซิลเลเตอร์ตาม (ก) Einstein Approximation (ข) Debye Approximation (ค) Real Crystal	7
รูปที่ 2.2	พลังงานศักย์ของไอออนในผลึก	10
รูปที่ 2.3	กราฟระหว่าง $(c_v - 3R)/T$ และ T^{-3} ของธาตุวานาเดียม-A15	16
รูปที่ 3.1	แสดงองค์ประกอบส่วนต่าง ๆ ของโคริโอสแตทสำหรับวัดความจุความร้อน	19
รูปที่ 3.1.1	แสดงภาพถ่ายของโคริโอสแตท	20
รูปที่ 3.2	แสดงลักษณะของแคลอริมิเตอร์และสารตัวอย่าง	21
รูปที่ 3.2.1	แสดงภาพถ่ายของแคลอริมิเตอร์	22
รูปที่ 3.3	แสดงลักษณะของ Adiabatic Radiation shield และส่วนประกอบ	23
รูปที่ 3.4	แสดงกระบอกทองเหลืองซึ่งทำหน้าที่เป็น Vacuum chamber	25
รูปที่ 3.5	แสดง Rotary pump model ED100	26
รูปที่ 3.6	แสดงระบบสุญญากาศ (Vacuum System)	27
รูปที่ 3.7	แสดงลักษณะของ Platinum Resistance Thermometer	30
รูปที่ 3.8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานของ Platinum Resistance Thermometer กับอุณหภูมิ	31
รูปที่ 3.9	แสดงวงจรเครื่องควบคุมอุณหภูมิ	34

	หน้า
รูปที่ 3.10 แสดง Diagram การควบคุมอุณหภูมิ	37
รูปที่ 3.10.1 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมอุณหภูมิ	38
รูปที่ 3.11 แสดงวงจรไฟฟ้าที่ใช้ในการวัดความจุความร้อน	39
รูปที่ 3.12 แสดงวงจรไฟฟ้าของแคลอรีมิเตอร์	40
รูปที่ 3.13 แสดงวงจรไฟฟ้าของเทอร์โมมิเตอร์	41
รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะการต่อวงจรไฟฟ้าในการคาลิเบรตเทอร์โมมิเตอร์ เทียบกับอุณหภูมิของจุดน้ำแข็ง	44
รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะการต่อวงจรไฟฟ้าในการคาลิเบรตเทอร์โมมิเตอร์ เทียบกับอุณหภูมิในน้ำ	45
รูปที่ 4.3 แสดงผลการคาลิเบรตเทอร์โมมิเตอร์	49
รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะของสารตัวอย่าง	50
รูปที่ 5.1 แสดงค่าความจุความร้อนที่ได้จากการทดลอง	60
รูปที่ 5.2 ค่าความจุความร้อนของทองแดงที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลองของ Furukawa, Saba และ Seilly	62
รูปที่ 5.3 แสดงค่าความจุความร้อนของอินเดียมเมื่อความดันคงที่	65
รูปที่ 5.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $(c_v - 3R)/T$ กับค่า T^{-3}	70
รูปที่ 5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิวิกฤตและ anharmonicity	75