

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	๗
บทคัดย่อภาษาไทย	๙
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๑๑
สารบัญ	๑๒
สารบัญตาราง	๑๓
สารบัญรูปภาพ	๑๔
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 นิยามศัพท์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 รังสีอินฟราเรด	3
2.1.1 ประเภทของรังสีอินฟราเรด	3
2.1.2 กลไกการแผ่รังสีอินฟราเรด	4
2.1.3 การดูดกลืนแสงอินฟราเรด	5
2.1.4 ข้อดีข้อเสียของรังสีอินฟราเรดชนิดไกล (Far Infrared)	5
2.1.5 การประยุกต์ใช้รังสีอินฟราเรด	6
2.2 กฎการสะท้อนของรังสี	7
2.3 อุปกรณ์ตรวจวัดรังสีอินฟราเรด	8
2.3.1 อุปกรณ์ตรวจวัดชนิดควอนตัม (Quantum Detector)	8

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4 เครื่องวัดรังสีอินฟราเรด (IR Detectors)	9
2.4.1 ชนิดของเครื่องตรวจจับอินฟราเรด (IR Detector)	9
2.4.1.1 ตรวจวัดชนิดความร้อน (Thermal Detector)	9
2.4.1.2 เครื่องตรวจจับโฟตอน (Photon Detector)	10
2.5 ผลของแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากความร้อน (Termoelectric Effect)	10
2.5.1 ผลของซีเบ็ค (Seebeck Effect)	11
2.5.2 ผลของเพลเทียร์ (Peltier Effects)	11
2.5.3 คุณสมบัติของเทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน	12
2.5.4 การใช้งานเทอร์โมคัปเปิลแบบ K.....	13
2.6 การหาระยะห่างระหว่างจุดสองจุดบนโคมสะท้อนรูปพาราโบลา	15
2.7 การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer)	17
2.7.1 การนำ (Conduction)	17
2.7.2 การพา (Convection)	18
2.7.3 การแผ่รังสี (Radiation)	18
2.8 การหาความเข้มของรังสีอินฟราเรด	23
2.8.1 การหาความเข้มของรังสีอินฟราเรดจากแหล่งกำเนิดรังสีที่เป็นจุด ..	23
2.8.2 การหาความเข้มของรังสีอินฟราเรดจากแหล่งกำเนิดรังสีรูปทรง กระบอกเล็ก ณ จุดใดๆ	25
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
.....	35
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	35
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย	35
3.2 วิธีดำเนินการ	36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	40
4.1 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการวัดความเข้มรังสีอินฟราเรดไกล โดยใช้เทอร์โมคัปเปิลเป็นตัวตรวจวัด	40
4.2 เพื่อเปรียบเทียบผลการวิจัยกับผลที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี	42
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย วิเคราะห์ผลและข้อเสนอแนะ	46
5.1 สรุปผลการวิจัย	46
5.2 วิเคราะห์ผล	47
5.3 ข้อเสนอแนะ	48
บรรณานุกรม	49
ภาคผนวก	52
ภาคผนวก ก หลักการทำงานของเครื่องวัดรังสีอินฟราเรดเทอร์โมมิเตอร์	53
ภาคผนวก ข ส่วนประกอบของ Infrared Heater และหัววัดเทอร์โมคัปเปิล Type k	58
ภาคผนวก ค ผลการวัดอุณหภูมิของหลอดรังสีอินฟราเรด เพื่อหาค่าความเข้ม ของรังสีอินฟราเรด	64
ภาคผนวก ง ผลการคำนวณหาค่าความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆบนระนาบที่ขนานกับ หลอดรังสีอินฟราเรด	77
ประวัติผู้ทำวิจัย	88

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ก-1	แสดงค่า Emissivity สำหรับวัสดุต่างๆ 57
ค-1	อุณหภูมิที่ได้จากการวัดรังสีอินฟราเรดและค่าความเข้มของรังสีอินฟราเรด 64
ค-2	อุณหภูมิที่ได้จากการวัดรังสีอินฟราเรด และค่าความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆ บนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด มีระยะห่างจากหลอดรังสีอินฟราเรด ในแนวแกน Z เท่ากับ 0.05 เมตร 67
ค-3	อุณหภูมิที่ได้จากการวัดรังสีอินฟราเรด และค่าความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆ บนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด มีระยะห่างจากหลอดรังสีอินฟราเรด ในแนวแกน Z เท่ากับ 0.1 เมตร 68
ค-4	อุณหภูมิที่ได้จากการวัดรังสีอินฟราเรด และค่าความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆ บนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด มีระยะห่างจากหลอดรังสีอินฟราเรด ในแนวแกน Z เท่ากับ 0.15 เมตร 69
ค-5	อุณหภูมิที่ได้จากการวัดรังสีอินฟราเรด และค่าความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆ บนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด มีระยะห่างจากหลอดรังสีอินฟราเรด ในแนวแกน Z เท่ากับ 0.2 เมตร 70
ค-6	อุณหภูมิที่ได้จากการวัดรังสีอินฟราเรด และค่าความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆ บนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด โดยมีโคมสะท้อนรังสีติดตั้งที่ด้านบน มีระยะห่างจากหลอดรังสีอินฟราเรดในแนวแกน Z เท่ากับ 0.05 เมตร 72
ค-7	อุณหภูมิที่ได้จากการวัดรังสีอินฟราเรด และค่าความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆ บนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด โดยมีโคมสะท้อนรังสีติดตั้งที่ด้านบน 73
ค-8	อุณหภูมิที่ได้จากการวัดรังสีอินฟราเรด และค่าความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆ บนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด โดยมีโคมสะท้อนรังสีติดตั้งที่ด้านบน มีระยะห่างจากหลอดรังสีอินฟราเรดในแนวแกน Z เท่ากับ 0.15 เมตร 74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค-9	อุณหภูมิที่ได้จากการวัดรังสีอินฟราเรด และค่าความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆ บนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด โดยมีโคมสะท้อนรังสีติดตั้งที่ด้านบน มีระยะห่างจากหลอดรังสีอินฟราเรดในแนวแกน Z เท่ากับ 0.2 เมตร 75
ง-1	ความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆบนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด มีระยะห่างจากหลอดรังสีอินฟราเรดในแนวแกน Z เท่ากับ 0.05 เมตร 77
ง-2	ความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆบนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด มีระยะห่างจากหลอดรังสีอินฟราเรดในแนวแกน Z เท่ากับ 0.1 เมตร 78
ง-3	ความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆบนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด มีระยะห่างจากหลอดรังสีอินฟราเรดในแนวแกน Z เท่ากับ 0.15 เมตร 79
ง-4	ความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆบนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด มีระยะห่างจากหลอดรังสีอินฟราเรดในแนวแกน Z เท่ากับ 0.2 เมตร 80
ง-5	ความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆบนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด โดยมีโคมสะท้อนรังสีติดตั้งที่ด้านบน มีระยะห่างจากหลอดรังสีอินฟราเรดในแนวแกน Z เท่ากับ 0.05 เมตร 83
ง-6	ความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆบนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด โดยมีโคมสะท้อนรังสีติดตั้งที่ด้านบน มีระยะห่างจากหลอดรังสีอินฟราเรดในแนวแกน Z เท่ากับ 0.1 เมตร 84
ง-7	ความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆบนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด โดยมีโคมสะท้อนรังสีติดตั้งที่ด้านบน มีระยะห่างจากหลอดรังสีอินฟราเรดในแนวแกน Z เท่ากับ 0.15 เมตร 85
ง-8	ความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆบนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด โดยมีโคมสะท้อนรังสีติดตั้งที่ด้านบน มีระยะห่างจากหลอดรังสีอินฟราเรดในแนวแกน Z เท่ากับ 0.2 เมตร 86

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงช่วงห่างของสเปกตรัมอินฟราเรด	3
2.2 รั้งสีตกกระทบ รั้งสีสะท้อน และเส้นแนวฉาก	7
2.3 การสะท้อนของแสงที่วัตถุ ผิวเรียบและเป็นมัน	8
2.4 การสะท้อนของแสงที่วัตถุผิวขรุขระ	8
2.5 แสดงผลของซีแบ็ค	9
2.6 แสดงโครงสร้างของเทอร์โมคัปเปิล	12
2.7 ส่วนประกอบของพาราโบลา	15
2.8 รูปแบบและลักษณะของพาราโบลาที่มีจุดยอดอยู่ (0,0)	16
2.9 การแผ่รังสีแลกเปลี่ยนกันระหว่างพื้นผิวหนึ่งกับสิ่งแวดล้อม โดยรอบ	20
2.10 การแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนบนพื้นผิว	22
2.11 การแผ่รังสีของแสงจากแหล่งกำเนิดที่เป็นจุด	24
2.12 ลักษณะการแผ่รังสีอินฟราเรดจากหลอดรูปทรงกระบอก	25
2.13 การแผ่รังสีในลักษณะ 2 มิติ	26
2.14 การแผ่รังสี ณ จุดใดๆบนแนวแกน x	27
2.15 การแผ่รังสีอินฟราเรด ณ จุดใดๆ บนระนาบ	29
2.16 การแผ่รังสีอินฟราเรด ณ จุดใดๆ บนระนาบเมื่อมีโคมสะท้อนติดตั้งที่ด้านบนของหลอด	30
2.17 ลักษณะการวางตัวของหลอดรังสีอินฟราเรดกับโคมสะท้อน	31
3.1 การวัดค่าความเข้มของรังสีอินฟราเรด	36
3.2 การวัดค่าความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆบนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด	38
3.3 การวัดค่าความเข้มของรังสี ณ จุดใดๆบนระนาบที่ขนานกับหลอดรังสีอินฟราเรด โดยมีโคมสะท้อนรังสีติดตั้งที่ด้านบน	39

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะห่างกำลังสองกับความเข้มของรังสีอินฟราเรด	40
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของรังสีอินฟราเรดกับผลต่างระหว่าง อุณหภูมิของหัววัดกับอุณหภูมิแวดล้อม	41
4.3 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มของรังสีอินฟราเรด ที่ระยะ 0.05 เมตร (ก) ผลจากการคำนวณทางทฤษฎี (ข) ผลจากการทดลอง	42
4.4 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มของรังสีอินฟราเรด ที่ระยะ 0.10 เมตร (ก) ผลจากการคำนวณทางทฤษฎี (ข) ผลจากการทดลอง	42
4.5 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มของรังสีอินฟราเรด ที่ระยะ 0.15 เมตร (ก) ผลจากการคำนวณทางทฤษฎี (ข) ผลจากการทดลอง	43
4.6 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มของรังสีอินฟราเรด ที่ระยะ 0.20 เมตร (ก) ผลจากการคำนวณทางทฤษฎี (ข) ผลจากการทดลอง	43
4.7 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มของรังสีอินฟราเรด โดยมีโคมสะท้อนรังสีติดตั้ง ที่ด้านบน ที่ระยะ 0.05 เมตร (ก) ผลจากการคำนวณทางทฤษฎี (ข) ผลจากการทดลอง	44
4.8 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มของรังสีอินฟราเรด โดยมีโคมสะท้อนรังสีติดตั้ง ที่ด้านบน ที่ระยะ 0.10 เมตร (ก) ผลจากการคำนวณทางทฤษฎี (ข) ผลจากการทดลอง	44
4.9 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มของรังสีอินฟราเรด โดยมีโคมสะท้อนรังสีติดตั้ง ที่ด้านบน ที่ระยะ 0.15 เมตร (ก) ผลจากการคำนวณทางทฤษฎี (ข) ผลจากการทดลอง	45
4.10 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มของรังสีอินฟราเรด โดยมีโคมสะท้อนรังสีติดตั้ง ที่ด้านบน ที่ระยะ 0.20 เมตร (ก) ผลจากการคำนวณทางทฤษฎี (ข) ผลจากการทดลอง	45
ก-1 เส้นผ่านศูนย์กลางจะอยู่บนวัสดุ ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการวัด	54
ก-2 Spot ใหญ่กว่าวัสดุที่ต้องการวัดเล็กน้อย อาจทำให้อุณหภูมิที่วัดได้คลาดเคลื่อนได้	54
ก-3 Spot ใหญ่กว่าวัสดุที่ต้องการวัด ค่าอุณหภูมิที่วัดได้ ไม่ใช่อุณหภูมิที่แท้จริงของวัสดุ ที่ต้องการวัด เครื่องจะคำนวณอุณหภูมิของพื้นที่รอบๆ เข้าไปด้วย	55
ข-1 แสดงส่วนประกอบของ Infrared Heater	59
ข-2 กราฟแสดงความโค้งงอของโคม	59

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ข-3 แสดงฮีตเตอร์อินฟราเรด	60
ข-4 เครื่องมือวัด Infrared Thermometer LT760GX	61
ข-5 Thermocouple Type K	61
ข-6 Thermocouple Type K ใส่ปลอกสายทนความร้อน	62
ข-7 แผ่นอลูมิเนียมพ่นสีดำด้านหัววัด	62
ข-8 Thermocouple Type K คู่กับ Infrared Thermometer	63



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY