

การออกแบบและสร้าง เครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนแบบครึ่งทรงกลม

นาย สมศักดิ์ ระวังทอง



วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดำเนินการตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรม เครื่องกล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2531

ISBN 974-568-601-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

014140

A DESIGN AND CONSTRUCTION OF HEMISPHERICAL THERMAL

EMISSIVITY MEASURING INSTRUMENT

Mr. Somsak Rakangthong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Mechanical Engineering

Graduate School

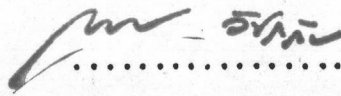
Chulalongkorn University

1988

วิทยานิพนธ์เรื่อง การออกแบบและสร้าง เครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนแบบครึ่ง  
ทรงกลม  
โดย นาย สมศักดิ์ ระยั้งทอง  
ภาควิชา วิศวกรรม เครื่องกล  
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. สมศรี จรุงเรือง

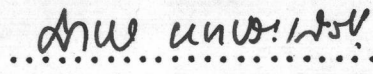
---

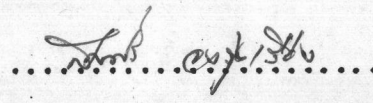
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต




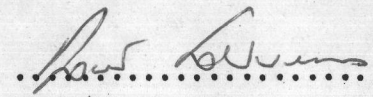
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( รองศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชรากัย )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ดร.มานิจ ทองประเสริฐ )

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
( รองศาสตราจารย์ ดร.สมศรี จรุงเรือง )

  
..... กรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ )

  
..... กรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ดร.กุลธร ศิลปบรรเลง )



พิมพ์ต้นฉบับบทความวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

สมศักดิ์ ระวังทอง : การออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนแบบครึ่งทรงกลม (A DESIGN AND CONSTRUCTION OF HEMISPHERICAL THERMAL EMISSION MEASURING INSTRUMENT) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.สมศรี จรุงเรือง, 122 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนแบบครึ่งทรงกลมแล้วทำการทดลองเพื่อทดสอบเครื่องมือที่สร้างขึ้นโดยวัสดุที่ใช้ทดลองเป็นโลหะ ผลการทดลองที่ได้นำมาเปรียบเทียบกับค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนซึ่งได้จากการทดลองเครื่องมือของต่างประเทศ

ผลการเปรียบเทียบค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนที่ได้จากการทดลองเครื่องมือทั้งสอง ปรากฏว่าเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นมีค่าความผิดพลาดมากที่สุด 2.64% เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดของต่างประเทศที่อุณหภูมิเดียวกันคือ 60 องศาเซลเซียส

เนื่องจากเครื่องมือที่สร้างขึ้นเป็นครั้งแรกจึงมีข้อบกพร่องต่างๆ และได้เสนอวิธีแก้ไข เพื่อเป็นประโยชน์ในการออกแบบสร้างเครื่องมือในครั้งต่อไป

ภาควิชา .....วิศวกรรมเครื่องกล.....  
สาขาวิชา .....วิศวกรรมเครื่องกล.....  
ปีการศึกษา 2530 .....

ลายมือชื่อนิสิต ..... สมศักดิ์ ระวังทอง .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... สมศรี จรุงเรือง .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

SOMSAK RAKANGTHONG : A DESIGN AND CONSTRUCTION OF HEMISPHERICAL THERMAL EMISSIVITY MEASURING INSTRUMENT. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. SOMSRI CHONGRUNGREONG, Ph.D. 122 PP.

This test instrument was designed and constructed to measure the emissivity of thermal radiation of metal. The experimental was divided into two parts. Firstly, the emissivity of thermal radiation of metal was measured by the thermal emissivity measuring instrument which was produced by Devices and Services Co.,Ltd.,U.S.A. Secondly, the emissivity of thermal radiation was measured by the instrument designed and constructed by the researcher.

Then there was a comparison between the two results of the emissivity of thermal radiation. It was found that the result measured by the researcher's instrument had maximum error of 2.64 % whereas the other result was standard.

This thesis stated this error and explained the improvement of this instrument. Hopefully this thesis would be beneficial for future design and construction of the instrument to measure the emissivity of thermal radiation.

ภาควิชา ..... วิศวกรรมเครื่องกล  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมเครื่องกล  
ปีการศึกษา ..... 2530.....

ลายมือชื่อนิติ ..... นวรัตน์ ส.รังทอง  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... ส.รังทอง

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของรองศาสตราจารย์ ดร. สมศรี จรุงเรือง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์พร้อมทั้งขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. มานิจ ทองประเสริฐ และรองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ ที่ได้คำปรึกษาเกี่ยวกับวิทยานิพนธ์และเครื่องมือวัด และขอขอบคุณ คุณ จตุพล ชูวจันทร์ กรรมการผู้จัดการบริษัท วิศวกรรมวิศวะวิทย์ จำกัด ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ เครื่องมือวัดอุณหภูมิแบบตัว เลข เพื่อนำมาใช้ในงานวิจัย และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ข้าพเจ้าต้องขอขอบพระคุณ บิดา มารดาของข้าพเจ้าที่ท่านได้ให้การสนับสนุนตลอดจนส่งเสริมให้ข้าพเจ้าได้มีโอกาสศึกษาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย . . . . .	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ . . . . .	จ
กิตติกรรมประกาศ . . . . .	ฉ
สารบัญตาราง . . . . .	ณ
สารบัญภาพ . . . . .	ด
คำอธิบายสัญลักษณ์ . . . . .	ท
<b>บทที่</b>	
1. บทนำ . . . . .	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา . . . . .	1
1.2 การสำรวจงานวิจัยที่ทำมาแล้ว . . . . .	2
1.3 วัตถุประสงค์ในการวิจัย . . . . .	5
1.4 ขอบเขตและเงื่อนไขในการวิจัย . . . . .	5
2. ทฤษฎีการวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน . . . . .	7
3. การออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน	15
3.1 การออกแบบ . . . . .	15
3.2 การตรวจสอบเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน	53
4. การทดลอง . . . . .	60
4.1 จุดประสงค์การทดลอง . . . . .	60
4.2 อุปกรณ์การทดลอง . . . . .	60
4.3 วิธีการทดลอง . . . . .	66
4.4 การทดสอบเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนที่ สร้างขึ้น . . . . .	77
4.5 ตัวอย่างการคำนวณหาค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนซึ่ง ได้ข้อมูลจากการทดสอบเครื่องมือที่สร้างขึ้น . . . . .	81

	หน้า
4.6 เปรียบเทียบค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนระหว่างค่าที่ได้ จากเครื่องมือของต่างประเทศกับ เครื่องมือที่สร้างขึ้น . . .	83
5. ผลการทดลอง . . . . .	85
5.1 ผลการทดลอง . . . . .	85
5.2 ผลการทดลองจากเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความ ร้อนของต่างประเทศ. . . . .	85
5.3 การคำนวณหาค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนจากผลการ ทดลอง. . . . .	85
5.4 อภิปรายค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน . . . . .	107
5.5 ความผิดพลาดในการทดลอง . . . . .	109
6. สรุปและข้อเสนอแนะ . . . . .	111
6.1 สรุป. . . . .	111
6.2 ข้อเสนอแนะ. . . . .	111
เอกสารอ้างอิง. . . . .	113
ภาคผนวก. . . . .	114
ประวัติผู้เขียน . . . . .	122



สารบัญตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
3.1	แสดงผลการทดสอบวัดอุณหภูมิแผ่นทองแดงที่ตำแหน่งต่างๆ	55
3.2	แสดงผลการ เปรียบ เทียบอุณหภูมิระหว่างชิ้นงานทดลองกับ แผ่นอลูมิเนียม . . . . .	56
3.3	แสดงผลการทดสอบวัดอุณหภูมิภาคทองแดง . . . . .	58
4.1	แสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลองสำหรับชิ้นงานทดลองชนิด ต่างๆที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส . . . . .	78
4.2	แสดงผลการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับแผ่นอลูมิเนียม ด้วยข้อมูลจากตารางที่ 4.1 . . . . .	79
4.3	แสดงผลการคำนวณค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนจากตาราง ที่ 4.1 และ 4.2. . . . .	80
5.1	แสดงค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนที่ได้จากการทดลองเครื่อง มือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนจากต่างประเทศที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส . . . . .	86
5.2	แสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลองของวัสดุ เหล็ก . . . . .	87
5.3	แสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลองของวัสดุทองแดง . . . . .	88
5.4	แสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลองของวัสดุอลูมิเนียม . . . . .	89
5.5	แสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลองของวัสดุ เหล็ก เคลือบผิวสีดำ	90
5.6	แสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลองของวัสดุทองแดงเคลือบผิวสีดำ	91
5.7	แสดงข้อมูลที่ได้จากการทดลองของวัสดุอลูมิเนียม เคลือบผิวสีดำ	92
5.8	แสดงผลการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับแผ่นอลูมิเนียม ด้วยข้อมูลจากตารางที่ 5.2. . . . .	93
5.9	แสดงผลการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับแผ่นอลูมิเนียม ด้วยข้อมูลจากตารางที่ 5.3 . . . . .	94
5.10	แสดงผลการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับแผ่นอลูมิเนียม ด้วยข้อมูลจากตารางที่ 5.4. . . . .	95

## ตารางที่

## หน้า

5.11	แสดงผลการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับแผ่นอลูมิเนียม ด้วยข้อมูลจากตารางที่ 5.5 . . . . .	96
5.12	แสดงผลการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับแผ่นอลูมิเนียม ด้วยข้อมูลจากตารางที่ 5.6 . . . . .	97
5.13	แสดงผลการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับแผ่นอลูมิเนียม ด้วยข้อมูลจากตารางที่ 5.7 . . . . .	98
5.14	แสดงผลการคำนวณค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนจากตาราง ที่ 5.2 และ 5.8 . . . . .	99
5.15	แสดงผลการคำนวณค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนจากตาราง ที่ 5.3 และ 5.9 . . . . .	100
5.16	แสดงผลการคำนวณค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนจากตาราง ที่ 5.4 และ 5.10 . . . . .	101
5.17	แสดงผลการคำนวณค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนจากตาราง ที่ 5.5 และ 5.11 . . . . .	102
5.18	แสดงผลการคำนวณค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนจากตาราง ที่ 5.6 และ 5.12 . . . . .	103
5.19	แสดงผลการคำนวณค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนจากตาราง ที่ 5.7 และ 5.13 . . . . .	104
ก-1	Normal Total Emissivity of Metal Surface	115
ข-1	แสดงการคำนวณค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนของวัสดุต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสจากข้อมูลในตารางที่ 4.1-4.3	117
ค-1	แสดงข้อมูลระหว่างการทดลองของวัสดุทองแดงที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส . . . . .	119

สารบัญรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
1.1 แสดงวิธีการของเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน ตามมาตรฐาน JIS 1423 - 1983 . . . . .	3
1.2 แสดงวิธีการของเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน โดยวิธี Thermopile Radiometer . . . . .	4
2.1 แสดงเน็ตเวอร์คของกำลังส่งออกที่ออกจากวัดจุดดำ . . . . .	11
2.2 แสดงเน็ตเวอร์คของการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิว 2 ผิว	11
2.3 แสดงเน็ตเวอร์คของการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างผิว 3 ผิว	12
3.1 แสดงรูปร่างภายนอกและขนาดของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม .	18
3.2 แสดงรูปร่างและขนาดของกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลม . .	19
3.3 แสดงขนาดและรูปร่างของชิ้นงานทดลอง . . . . .	20
3.4 แสดงส่วนประกอบของเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน ที่สร้างขึ้น . . . . .	22-25
3.5 แสดงลักษณะการผลิตฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม . . . . .	28
3.6 แสดงรูปร่างของกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลม . . . . .	30
3.7 แสดงการต่อท่ออากาศ เข้ากับด้านข้างของกล่องโลหะรูปทรง กระบอกกลม . . . . .	31
3.8 แสดงรูปร่างภายนอกของ Service Valve Scharader Type	31
3.9 แสดงการต่อท่อสำหรับใส่สายไฟ เข้ากับผนังด้านข้างของกล่อง โลหะรูปทรงกระบอกกลม . . . . .	32
3.10 แสดงลักษณะการใส่สายไฟและอุดด้วยซิลิโคนของท่อเหล็ก . .	32
3.11 แสดงการต่อท่อสำหรับใส่สายวัดอุณหภูมิ เข้ากับผนังด้านข้าง กล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลม . . . . .	34
3.12 แสดงลักษณะของปลั๊ก เทฟลอนซึ่งใช้ต่อกับข้อต่อตรงขนาด 3/4"	34

3.13	แสดงลักษณะการใส่สายวัดอุณหภูมิผ่านผนังด้านข้างกล่องโลหะ รูปทรงกระบอกกลม . . . . .	35
3.14	แสดงรูปร่างและตำแหน่งของหูเหล็กที่เชื่อมจากด้านหลังของ หน้าจางกล่องโลหะ . . . . .	37
3.15	แสดงลักษณะการพัน เส้นลวดความร้อนบนแกนไม้ก้ำและส่วน ประกอบของอุปกรณ์ทำความร้อน . . . . .	38
3.16	แสดงรูปร่างและขนาดของอุปกรณ์ทำความร้อนอื่นที่จ่ายความ ร้อนให้กับชิ้นงานทดลอง . . . . .	39
3.17	แสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ทำความร้อน . . . . .	40
3.18	แสดงรูปร่างและขนาดของฉนวนแอส เบส ไทล . . . . .	42
3.19	แสดงรูปร่างและขนาดของฉนวนทองแดง . . . . .	43
3.20	แสดงขนาดและรูปร่างของฉนวน เบ เกอไรท์ . . . . .	44
3.21	แสดงขนาดและรูปร่างของอลูมิเนียมพอยล์และแผ่นอลูมิเนียม . . . . .	45
3.22	แสดงรูปร่างและขนาดของอุปกรณ์ทำความร้อนส่วนนอก . . . . .	46
3.23	แสดงรูปร่างและขนาดของแท่งฉนวนแอส เบส ไทล . . . . .	47
3.24	แสดงรูปร่างและขนาดของแผ่นฉนวนแอส เบส ไทล . . . . .	48
3.25	แสดงรูปร่างและขนาดของฐานรอง . . . . .	50-51
3.26	แสดงลักษณะของแท่งทองแดงที่ไขกดยึดชิ้นงานทดลอง . . . . .	49
3.27	แสดงรูปร่างและขนาดของฉนวนแอส เบส ไทลกลม . . . . .	52
3.28	แสดงตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิแผ่นทองแดง . . . . .	54
3.29	แสดงการต่อวงจรไฟฟ้า เพื่อทดสอบอุณหภูมิตำแหน่งต่างๆบน แผ่นทองแดงอันบน . . . . .	54
3.30	แสดงรูปร่างของชิ้นงานทดลองซึ่งต้องวางบนแผ่นทองแดงและ แสดงตำแหน่งของเทอร์โมคัพ เบิล . . . . .	56
3.31	แสดงตำแหน่งของเทอร์โมคัพ เบิลที่ติดกับฉนวนทองแดง . . . . .	57
3.32	แสดงตำแหน่งของเทอร์โมคัพ เบิลที่ติดกับผิวภายในของฝาครอบ รูปครึ่งทรงกลม . . . . .	58

4.1	รูปถ่ายแสดงส่วนประกอบของเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนของต่างประเทศ . . . . .	62
4.2	รูปถ่ายแสดงรูปร่างของหม้อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าชนิดปรับค่าได้	62
4.3	รูปถ่ายแสดงรูปร่างของอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ . . . . .	63
4.4	รูปถ่ายแสดงรูปร่างของอุปกรณ์ปรับพลังงานไฟฟ้า . . . . .	63
4.5	รูปถ่ายแสดงรูปร่างของ Digital Thermometer . . . . .	64
4.6	รูปถ่ายแสดงรูปร่างของ Digital Multimeter . . . . .	64
4.7	แสดงวงจรควบคุมความร้อน . . . . .	67-68
4.8	แสดงตำแหน่งเทอร์โมคัพ เบิลบนชิ้นงานทดลอง . . . . .	69
4.9	แสดงตำแหน่งเทอร์โมคัพ เบิลบนภาคทองแดง . . . . .	69
4.10	แสดงตำแหน่งเทอร์โมคัพ เบิลบนแผ่นทองแดงอันล่าง . . . . .	70
4.11	แสดงตำแหน่งเทอร์โมคัพ เบิลบนพิวด้าน ในของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม . . . . .	70
4.12	แสดงตำแหน่งเทอร์โมคัพ เบิลบนแผ่นอลูมิเนียม . . . . .	71
4.13	แสดงตำแหน่งเทอร์โมคัพ เบิลบนพิวด้านล่างของฉนวนแอสเบสไทล์	71
4.14	แสดงส่วนประกอบของ Refrigeration Gauge Set . . . . .	74
4.15	แสดงระบบการไหลของน้ำ เพื่อใช้ควบคุมอุณหภูมิฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม ให้มีอุณหภูมิคงที่ . . . . .	76
4.16	แสดงชิ้นส่วนของเครื่องมือที่สร้างขึ้นที่มีการแลกเปลี่ยนความร้อน	77
ค-1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับเวลาในระหว่างการทดลองของวัสดุทองแดงที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส . . . . .	120
ค-2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาในระหว่างการทดลองของวัสดุทองแดงที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส . . . . .	121

## รายการสัญลักษณ์

A	พื้นที่ผิวของวัตถุ, $m^2$
$A_1$	พื้นที่ผิวของชิ้นงานทดลอง, $m^2$
$A_2$	พื้นที่ผิวของวัตถุรูปครึ่งทรงกลม, $m^2$
e	กำลังส่งออกทั้งหมดของวัตถุ, วัตต์/ $m^2$
$e_b$	กำลังส่งออกทั้งหมดของวัตถุดำ, วัตต์/ $m^2$
E	Modulus of elasticity, นิวตัน/ $m^2$
F	เซฟแฟคเตอร์
$F_{12}$	เซฟแฟคเตอร์จากผิว 1 ไปผิว 2
G	ฟลักซ์ความร้อนของการแผ่รังสีความร้อนที่ตกลงบนผิว
h	ความหนาของวัสดุ, ม.
J	ฟลักซ์ความร้อนของการแผ่รังสีความร้อนที่ออกจากผิว
N	ค่าความปลอดภัย
P	ความดันที่กระทำต่อภายนอกของวัตถุรูปครึ่งทรงกลม, นิวตัน/ $m^2$
Q	ค่าแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อน, วัตต์
$Q_{net}$	ความร้อนที่ส่งออกจากชิ้นงานทดลองไปยังวัตถุรูปครึ่งทรงกลม, วัตต์
r	รัศมีของวัตถุรูปครึ่งทรงกลม, ม.
R	ความต้านทานของแผ่นกั้นรังสีความร้อนทั้งหมด
T	อุณหภูมิสัมบูรณ์, เคลวิน
$T_1$	อุณหภูมิสัมบูรณ์ของชิ้นงานทดลอง, เคลวิน
$T_2$	อุณหภูมิสัมบูรณ์ของวัตถุรูปครึ่งทรงกลม, เคลวิน
$\epsilon$	ค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน
$\epsilon_1$	ค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนของชิ้นงานทดลอง
$\epsilon_2$	ค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนของวัตถุรูปครึ่งทรงกลม
$\sigma$	ค่าคงที่ของสเตเฟน - บอลซ์มาน, วัตต์/ $m^2$ - เคลวิน
$\sigma_{yp}$	Yield Stress of Materials, นิวตัน/ $m^2$