ชื่อ_____นามสกุล_____รหัสนักศึกษา_____

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2557

วันที่ 18 ตุลาคม 2557 เวลา 13.30-16.30 น.

วิชา 215-333/216-333 Heat transfer S817

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ 13 หน้า
2. ห้ามนำ เอกสาร ตำรา สมุดบันทึกใดๆ เข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้ทำข้อสอบด้วยดินสอได้

ดร.ภาสกร เวสสะโกศล

ผู้ออกข้อสอบ

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	10	
2	10	
3	10	
4	10	
5	10	
คะแนนรวม	50	

ชื่อ_____นามสกุล_____รหัสนักศึกษา_____

1. (10 คะแนน) พิจารณาผนังระนาบ (plane wall) ซึ่งมีความหนา (L) เท่ากับ 7.5 cm มีสภาพการนำความร้อน (Thermal conductivity) เท่ากับ 12 W/(m °C) อัตราการผลิตความร้อนภายในผนังเท่ากับ 10^5 W/m^3 ด้านหนึ่งของผนัง (ตำแหน่ง x = 0) มีการหุ้มฉนวนไว้เป็นอย่างดี ในขณะที่อีกด้านหนึ่งของผนัง (ตำแหน่ง x = L) เปิดออกสู่สิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ 90°C สัมประสิทธิ์การพาความร้อนระหว่างผนังและสิ่งแวดล้อมมีค่าเท่ากับ 500 W/(m^2 °C) จงหา

1.1 สมการของการกระจายอุณหภูมิภายในผนัง (ติดเป็นตัวแปรไว้)

1.2 อุณหภูมิสูงสุดของผนัง

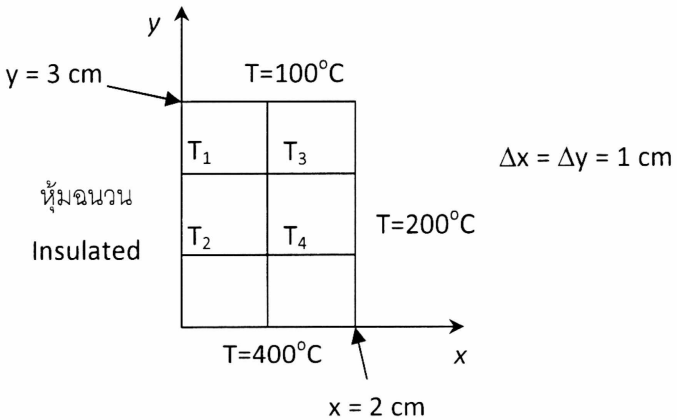
2. (10 คะแนน) มันฝรั่งลักษณะทรงกลมตันมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 cm มีอุณหภูมิเริ่มต้นสม่ำเสมอทั้งก้อนเท่ากับ 20°C ถูกปล่อยลงไปในน้ำเดือด 100°C สัมประสิทธิ์การพาความร้อนระหว่างน้ำกับผิวของมันฝรั่งเท่ากับ 6000 W/(m^2 °C) สมบัติเชิงกายภาพของมันฝรั่งมีค่าเท่ากับน้ำ [$\alpha = 1.6 \times 10^{-7}$ m^2/s และ $k = 0.68$ W/(m °C)] จงหาระยะเวลาที่ผ่านไปนับจากเวลาที่ปล่อยมันฝรั่งลงไปในน้ำที่ทำให้อุณหภูมิตรงจุดศูนย์กลางของมันฝรั่งเท่ากับ 95°C และพลังงานที่น้ำร้อนถ่ายเทให้กับมันฝรั่งตลอดระยะเวลาที่ผ่านไป (กำหนดให้ใช้แผนภูมิในการหาคำตอบเพื่อหาคำตอบ)

โปรดสังเกต: จำนวนเส้นระหว่างค่าของตัวแปรในแต่ละแกน (เพื่อความถูกต้องแม่นยำ)

3. (10 คะแนน) ความร้อนถูกผลิตขึ้นมาอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งปริมาตรของแท่งปฏิกรณ์นิวเคลียร์ (nuclear reactor) ลักษณะเชิงกายภาพของแท่งปฏิกรณ์นิวเคลียร์คือ ทรงกระบอกกลวง ผิวด้านในและผิวด้านนอกของทรงกระบอกกลวงมีอุณหภูมิคงที่เท่ากับ T_i และ T_o ตามลำดับ จงเขียนสมการสำหรับการกระจายอุณหภูมิในแท่งทรงกระบอกนี้ กำหนดให้รัศมีในและนอกของทรงกระบอกคือ r_i และ r_o ตามลำดับ และอัตราการผลิตความร้อนภายในวัสดุคือ $\dot{q}_G$ มีหน่วยเป็น W/m^3

4. (10 คะแนน) แผ่นวัสดุลักษณะแบนเรียบ (slab) มีความหนา L = 12 cm และ thermal diffusivity α = 2 x 10^{-5} m^2/s มีอุณหภูมิเริ่มต้นเป็นไปตามฟังก์ชัน $T_i = 200\sin(\pi x/L)$ ที่เวลา t > 0 ผิวทั้งสองของผนังถูกทำให้เย็นโดยควบคุมอุณหภูมิให้คงที่เท่ากับ 0°C จงใช้วิธี explicit finite difference พร้อมกับ Δx = 2 cm และใช้ Δt สูงสุดที่ไม่ส่งผลต่อความผิดพลาดในการคำนวณแบบ unsteady state เพื่อคำนวณอุณหภูมิที่กึ่งกลางของแผ่นเรียบเมื่อเวลา t = 30 วินาทีและ t = 1 นาทีหลังจากการทำความเย็น (cooling)

5. (10 คะแนน) จงเขียนระบบสมการเพื่อคำนวณอุณหภูมิสำหรับจุด 1, 2, 3 และ 4 สำหรับการนำความร้อนในสองมิติที่ steady state ด้วยวิธีไฟไนต์ดิฟเฟอเรนซ์ สมการของการนำความร้อนคือ $k\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 T}{\partial y^2}\right)=0$ กำหนดให้ k = 1 W/(m°C) และเงื่อนไขขอบเขตเป็นไปดังรูปที่ 1

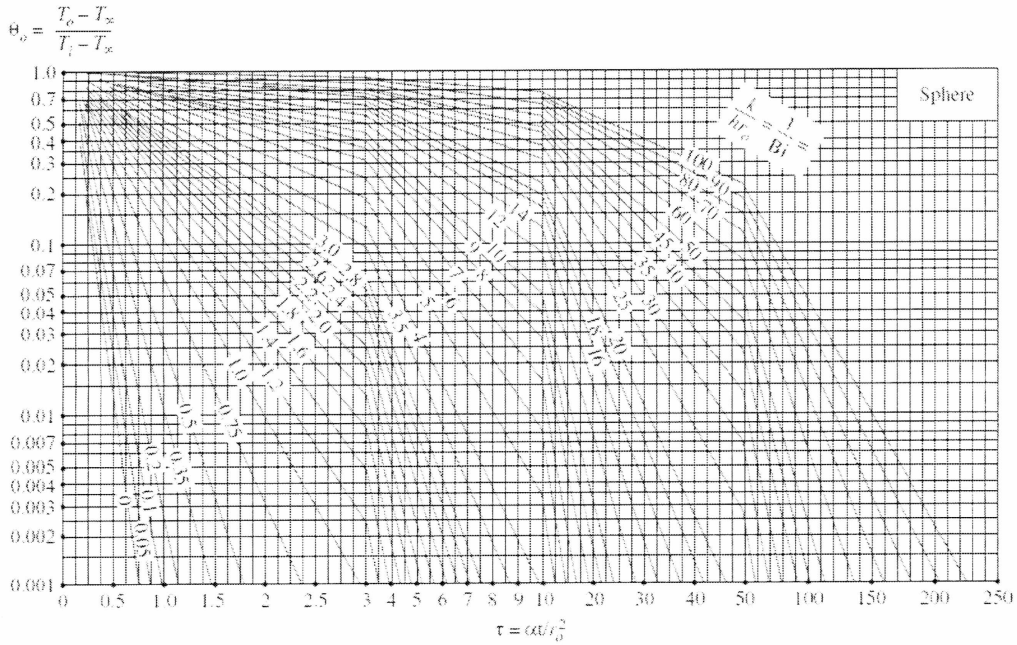


รูปที่ 1

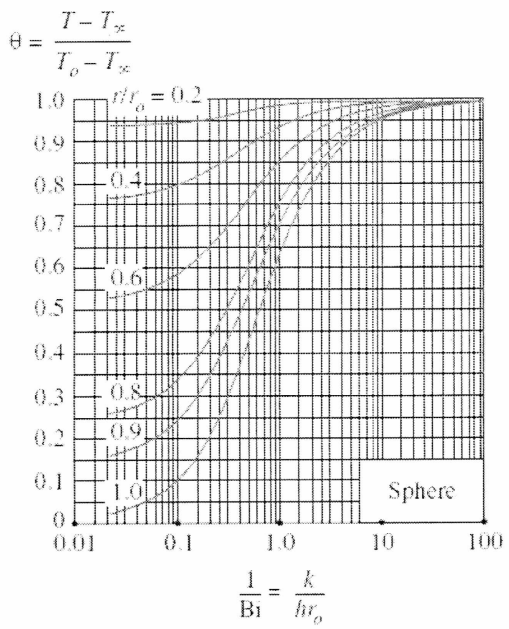
ข้อมูลเพิ่มเติม

Transient temperature chart สำหรับทรงกลมตันที่มีรัศมี $r = r_0$

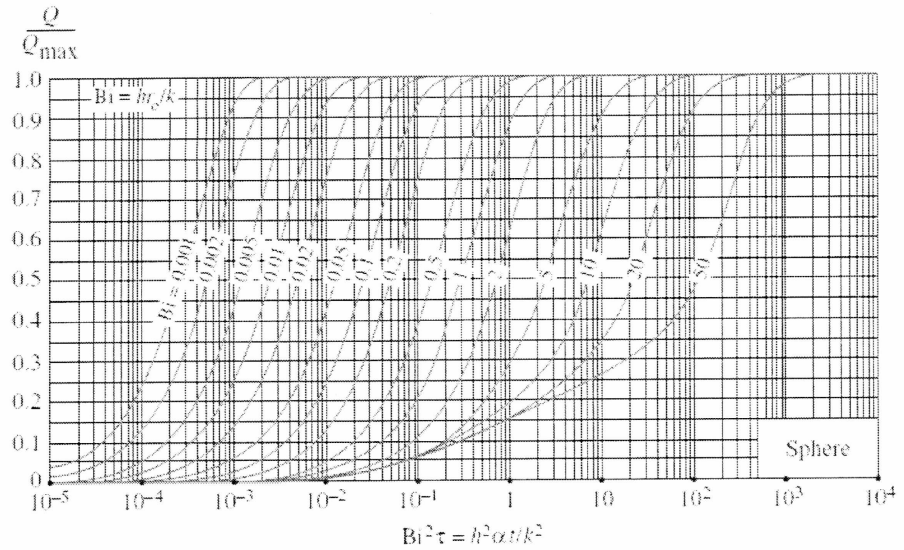
แผนภูมิที่ 1 ของทรงกลมตัน



แผนภูมิที่ 2 ของทรงกลมตัน



แผนภูมิที่ 3 ของทรงกลมตัน



$Q = \rho c_p V \Delta T$ หน่วยเป็นจูล,

$A = 2\pi RH$,

$A = 4\pi R^2$,

$$R = \frac{\ln(b/a)}{2\pi kH}$$

$$R = \frac{b-a}{4\pi kab}$$