ชื่อ.....นามสกุล.....รหัส.....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 **ประจำปีการศึกษา 2555**

วันที่ 5 ตุลาคม 2555 เวลา 9.00-12.00 น.

วิชา 215-391, 216-391 Fundamental of Mechanical Engineering ห้อง S203

คำสั่ง

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 2 ตอน และมีทั้งหมด 10 หน้ารวมปก
   ตอนที่ 1 มีทั้งหมด 3 ข้อ
   ตอนที่ 2 มีทั้งหมด 1 ข้อ
2. ให้แสดงวิธีทำโดยละเอียดลงในข้อสอบ
3. ให้เขียนชื่อ นามสกุล และรหัสนักศึกษาในข้อสอบทุกแผ่น
4. อนุญาตให้นำอุปกรณ์การเขียนแบบ และเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้

อ. ประกิต หงส์หิรัญเรือง
ดร.ภาสกร เวชสะโกศล

ผู้ออกข้อสอบ

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

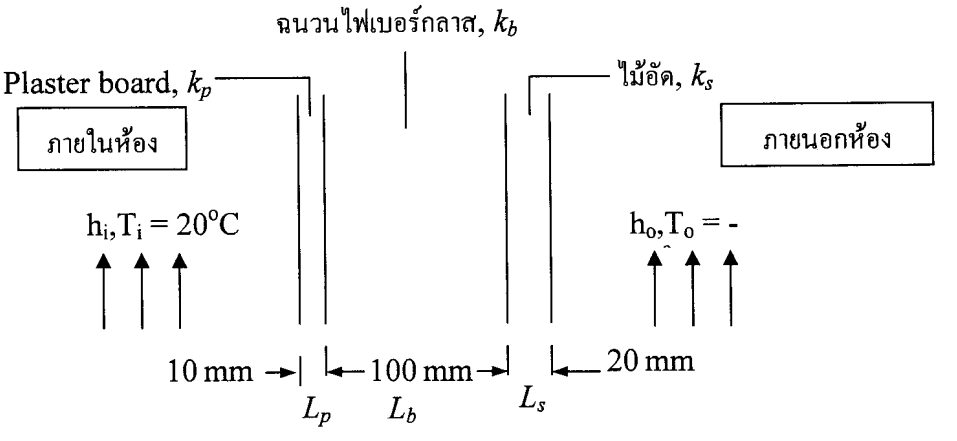
ตอนที่ 1

ข้อ 1 Steady heat conduction (5%)

บ้านหลังหนึ่งมีผนังทำจากวัสดุหลายชนิดประกอบเข้าด้วยกันคือ ไม้ ฉนวนไฟเบอร์กลาส และ plaster board ดังรูปที่ 1 ในฤดูหนาว สัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ผิวนอกและผิวในมีค่าเท่ากับ $h_o = 60$ W/(m^2.°C) และ $h_i = 30$ W/(m^2.°C) ตามลำดับ พื้นที่ผนังทั้งหมดคือ 350 ตารางเมตร **จงหา (ก)ความต้านทานความร้อนรวมของผนัง (ข) อัตราการถ่ายเทความร้อนทั้งหมดผ่านผนัง** (ใส่หน่วยให้ถูกต้องด้วย) ถ้ากำหนดให้

- Thermal conductivity ของ Plaster board เท่ากับ 0.17 W/(m.°C)
- Thermal conductivity ของ ฉนวนไฟเบอร์กลาส เท่ากับ 0.038 W/(m.°C)
- Thermal conductivity ของ ไม้อัด เท่ากับ 0.12 W/(m.°C)

(ค) ถ้าเพิ่มความหนาของ Plaster board จากเดิม 10 mmเป็น 20 mmจะทำให้อัตราการถ่ายเทความร้อนมีค่าเท่ากับเท่าใด



รูปที่ 1

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัส.....

ข้อ 2 Unsteady heat conduction (10%)

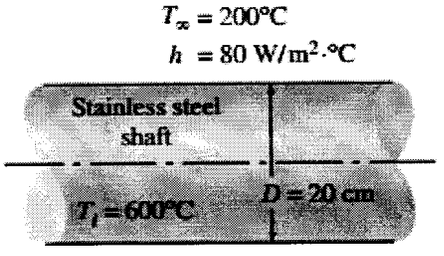
เพลาทรงกระบอกมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 20 cm และยาวมาก เพลาทำมาจาก stainless steel 304 (k = 14.9 W/(m.°C) , ρ = 7900 kg/m^3 , c_p = 477 J/(kg.°C)) ขณะออกจากเตาอบมีอุณหภูมิคงที่เท่ากับ 600°C ดังรูปที่ 2 หลังจากนั้นเพลามีอุณหภูมิลดลงอย่างช้าในห้องควบคุมอุณหภูมิ 200°C และสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน h = 80 W/(m^2.°C) **(ใช้วิธี Lump System Analysis เพื่อคำนวณคำตอบ)** จงหา

1. มวลของเพลาทรงกระบอกที่มีความยาว 1 เมตร (คำตอบมีหน่วยเป็นกิโลกรัม)

2. อุณหภูมิของเพลาหลังจากเวลาของการเย็นตัวผ่านไป 15 นาที, 30 นาทีและ 45 นาที (คำตอบมีหน่วยเป็น °C)

3. ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทออกจากเพลาที่มีความยาว 1 เมตรที่เวลา 15 นาที, 30 นาทีและ 45 นาที (คำตอบมีหน่วยเป็น กิโลจูล, kJ)

กำหนดให้ $Q' = Mc_p(T_i - T(t))$ เมื่อ M คือมวลของเพลาทรงกระบอกที่มีความยาว 1 เมตร, Q' คือ ปริมาณความร้อนต่อความยาวเพลา 1 เมตรและ $T(t)$ คืออุณหภูมิ ณ เวลานั้น (สูตรนี้ได้มาจากการคิดว่าปริมาณความร้อนสะสมในเพลาซึ่งลดลงตามเวลานั้นส่งไปให้แก่ของไหลรอบนอก ที่เวลา t = 0 ยังไม่มีปริมาณความร้อนออกจากเพลาแต่เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ปริมาณความร้อนที่ส่งออกจากเพลาก็จะมากขึ้นเรื่อยๆ จนถึงค่าคงที่ ณ สภาวะคงตัวในที่สุด)



รูปที่ 2

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ข้อ 3 Heat exchanger (10%)

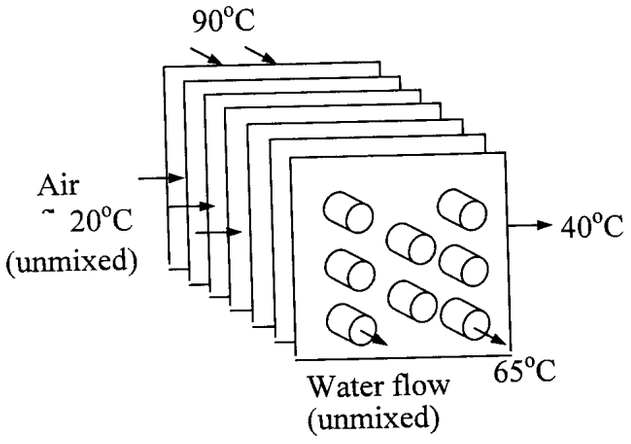
ในการทดสอบหาสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) ของหม้อน้ำรถยนต์ ซึ่งถือเป็น cross-flow water-to-air heat exchanger โดยที่ของไหลทั้งสองชนิด (น้ำและอากาศ) ไม่ได้สัมผัสกันดังรูปที่ 3 หม้อน้ำมีท่ออยู่จำนวน 40 ท่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อคือ 0.5 cm และยาว 65 cm จัดเรียงอยู่กับครีบแผ่นเรียบ น้ำร้อนเข้าสู่ท่อด้วยอุณหภูมิ 90°C ด้วยอัตราการไหล 0.6 kg/s และออกจากท่อด้วยอุณหภูมิ 65°C อากาศไหลผ่านช่องว่างระหว่างครีบของหม้อน้ำมีอุณหภูมิทางเข้าเท่ากับ 20°C อุณหภูมิทางออกของอากาศคือ 40°C กำหนดให้ c_p ของน้ำเท่ากับ 4.195 kJ/(kg.°C) จงหา

1. พื้นที่ทั้งหมดของการถ่ายเทความร้อน (คำตอบมีหน่วยเป็นตารางเมตร, m^2) (**Hint:** จำนวนท่อต้องใช้ในการคำนวณด้วย)

2. อัตราการถ่ายเทความร้อนจากน้ำสู่อากาศ (คำตอบมีหน่วยเป็นกิโลวัตต์, kW)

3. LMTD ของ Counter flow heat exchanger และค่าปรับแก้ F

4. สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมในด้านที่เป็นน้ำ (water side) U_i ของหม้อน้ำรถยนต์นี้โดยยึดผิวในของท่อเป็นหลัก (อัตราการถ่ายเทความร้อนเท่ากับ $U_i A_i F \Delta T_{\ln,CF}$ เมื่อ F คือค่าปรับแก้ในกรณีของ Cross-flow heat exchanger และ $\Delta T_{\ln,CF}$ คือ LMTD ของ Counter flow heat exchanger)

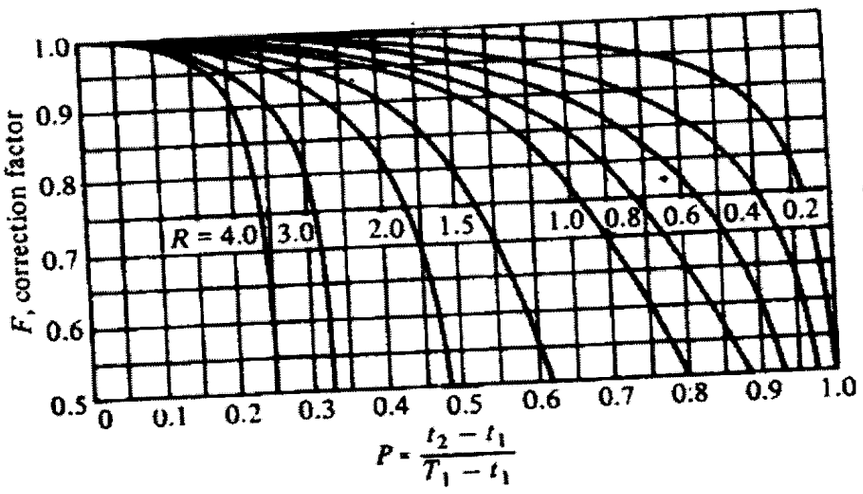


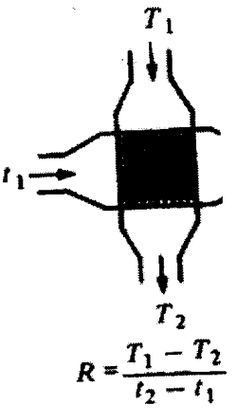
รูปที่ 3

แผนภูมิสำหรับ Cross-flow heat exchanger

(กำหนดให้ *t* แทนอุณหภูมิด้านที่เป็นน้ำ (hot fluid) และ *T* แทนอุณหภูมิด้านที่เป็นอากาศ (cold fluid))

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา



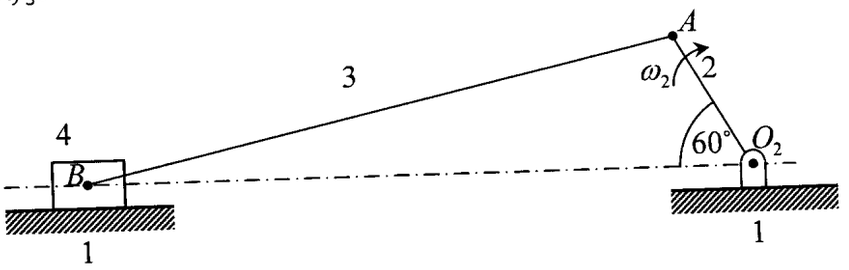


ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัส.....

ตอนที่ 2

ข้อเหวี่ยง O_2A หมุนตามเข็มนาฬิกาด้วยความเร็ว 900 รอบต่อนาที ถ้า O_2A = 6 cm, AB = 24 cm จงหาขนาดและทิศทางของ $\vec{\omega}_3, \vec{\alpha}_3$ และ $\vec{a}_B$ โดยใช้สเกล 1 cm : 1 m/s และ 1 cm : 100 m/s^2 ในการเขียน velocity polygon และ acceleration polygon [รูปข้างล่างเขียนขึ้นตามสเกล 1 cm : 3 cm]



Velocity Polygon

$1cm : 1m/s$

O

Aceleration Polygon

$1cm : 100m/s^2$

O'

ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา