ชื่อ-นามสกุล_____ รหัสนักศึกษา_____section____

# มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

# คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2558

วันที่ 28 เมษายน 2559 เวลา 13.30-16.30 น.

วิชา 215-333 Heat Transfer S201, R201

==========

**คำสั่ง**

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ 11 หน้า (หน้าสุดท้ายมีตารางคุณสมบัติ) ให้ทำทุกข้อในข้อสอบ
2. อนุญาตให้นำหนังสือหรือเอกสารใดๆเข้าห้องสอบ
3. อนุญาตให้ใช้เครื่องคิดเลขและดินสอได้ ถ้าเนื้อที่ไม่พออนุญาตให้เขียนที่ด้านหลังของข้อนั้นๆได้

ผู้ออกข้อสอบ ดร. ภาสกร เวสสะโกศล

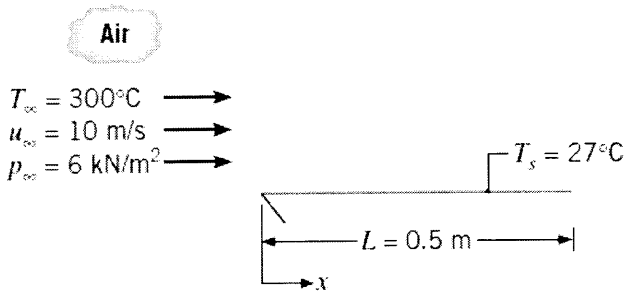
ผศ.ดร. ชยุต นันทดุสิต

| ข้อที่ | คะแนนเต็ม | คะแนนที่ได้ |
|---|---|---|
| 1 | 20 | |
| 2 | 20 | |
| 3 | 20 | |
| 4 | 20 | |
| 5 | 20 | |
| รวม | 100 | |

ชื่อ-นามสกุล_____ รหัสนักศึกษา_____section____

**ข้อ 1** อากาศที่อุณหภูมิ 300°C ไหลด้วยความเร็ว 10 m/s ผ่านแผ่นเรียบที่มีความยาว 0.5 m

**กำหนดให้** $\nu = 5.21 \times 10^{-4}$ $m^2/s$ $k = 36.4 \times 10^{-3}$ $W/m \cdot K$, Pr=0.687 (ใช้คุณสมบัติเหล่านี้โดยไม่ต้องเปิดตาราง)




(1) จงแสดงว่าการไหลบนแผ่นราบเป็นแบบราบเรียบหรือปั่นป่วน

(2) จงเปรียบเทียบความหนาของชั้นขอบเขตการไหลและความหนาของชั้นขอบเขตความร้อนที่ตำแหน่ง x=0.5 m

(3) จงหาความเสียดทานเฉลี่ยและค่านัสเซิลต์นัมเบอร์เฉลี่ยทั้งผิวแผ่นเรียบ

(4) หากต้องการควบคุมให้อุณหภูมิพื้นผิวแผ่นเรียบคงที่ที่ 27°C จะต้องมีการหล่อเย็นระบายความร้อนแผ่นเรียบนี้ด้วยอัตราการระบายความร้อนต่อหนึ่งหน่วยความกว้างของแผ่นเรียบนี้เท่ากับเท่าไร (ไม่พิจารณาการแผ่รังสี)

ชื่อ-นามสกุล_____ รหัสนักศึกษา_____section____

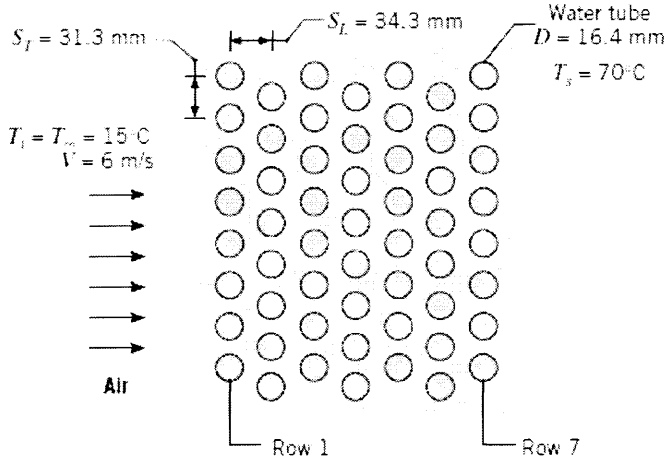
**ข้อ 2** ระบบอุ่นอากาศใช้น้ำร้อนไหลผ่านกลุ่มของท่อที่วางแบบสลับฟันปลา แต่ละท่อมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 16.4 mm วางเรียงด้วยระยะห่างระหว่างท่อตามแนวการไหลของอากาศ $S_L$=34.3 mm และระยะห่างระหว่างท่อตามแนวขวางการไหลอากาศ $S_T$=31.3 mm ดังแสดงในรูป โดยมีท่อทั้งหมด 7 แถว แต่ละแถวมีทั้งหมด 8 ท่อ ในสภาวะทำงานผิวด้านนอกของแต่ละท่อมีอุณหภูมิเท่ากับ 70°C ในขณะที่อากาศด้านต้นทางก่อนไหลผ่านกลุ่มท่อมีความเร็วเท่ากับ 6 m/s และอุณหภูมิอากาศ เท่ากับ 15°C

(1) จงหาสัมประสิทธิ์การพาความร้อนด้านอากาศรอบผิวท่อ

(2) จงหาอัตราการพาความร้อนสำหรับกลุ่มท่อนี้

(3) จงหาการสูญเสียความดันของอากาศหลังผ่านกลุ่มท่อนี้

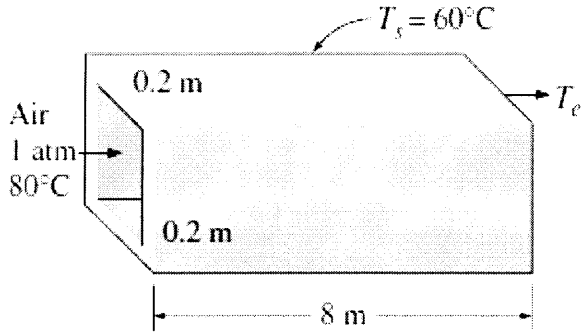
**หมายเหตุ : สมบัติของอากาศให้ดูจากตารางด้านท้ายข้อสอบ**



ชื่อ-นามสกุล_____ รหัสนักศึกษา_____section____

ชื่อ-นามสกุล_____ รหัสนักศึกษา_____section____

**ข้อ 3** อากาศร้อนที่อุณหภูมิ 80°C ความดันบรรยากาศ ไหลผ่านท่อหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 0.2 m x 0.2 m ยาว 8 m ไหลด้วยอัตราการไหล 0.15 $m^3/s$ ถ้าผนังท่อมีอุณหภูมิคงที่ที่ 60°C จงหาอุณหภูมิอากาศที่ทางออกท่อ และคำนวณอัตราการสูญเสียความร้อนที่ผนังท่อ




กำหนดให้ $\rho$ = 0.9994 $kg/m^3$, $c_p$= 1008 J/kg·°C, k = 0.02953 W/m·°C, Pr = 0.7154,

$\nu$ = 2.097 x $10^{-5}$ $m^2/s$ (ใช้คุณสมบัติเหล่านี้โดยไม่ต้องเปิดตาราง)

ชื่อ-นามสกุล_____ รหัสนักศึกษา_____section____

**ข้อ 4** Oil ($c_p$ = 3.6 kJ/(kg°C)) at 100°C flows at the rate of 30000 kg/h and enters into a parallel flow heat exchanger. Cooling water ($c_p$ = 4.2 kJ/(kg°C)) enters the heat exchanger at 10°C at the rate of 50000 kg/h. The heat transfer area is 10 $m^2$ and U = 1000 W/($m^2$.°C). Draw the schematic diagram and calculate the following:

(i) The outlet temperatures of oil and water;

(ii) The maximum possible outlet temperature of water when $\left(T_{oil,out} = T_{water,out}\right)$

ชื่อ-นามสกุล_____ รหัสนักศึกษา_____section____

**ข้อ 5** shell and tube heat exchanger แบบ 1 shell pass and 1 tube pass มีลักษณะการไหลแบบ counter flow น้ำถูกใช้เป็นของไหลใน tube side และ shell side น้ำในท่อ (tube) มีอุณหภูมิที่ทางเข้าเท่ากับ 37.78°C และมีอุณหภูมิทางออกที่ทางออกเท่ากับ 54.44°C อัตราการไหลของน้ำในท่อคือ 3.78 kg/s น้ำใน shell ไหลด้วยอัตราการไหล 1.89 kg/s ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางด้านในของท่อคือ 1.905 cm ผนังท่อบางมากและความเร็วเฉลี่ยของน้ำภายในท่อคือ 0.36576 m/s ความยาวของ heat exchanger จะต้องไม่เกิน 2 เมตร Overall heat transfer coefficient (U) มีค่าเท่ากับ 1419.25 W/(m$^2$.°C) ความจุความร้อนของน้ำเท่ากับ $c_{pc} = c_{ph} = 4.18\ kJ/\left(kg \cdot^{o} C\right)$ และความหนาแน่นของน้ำเท่ากับ $\rho_c = \rho_h = 1000\ kg/m^3$ จงคำนวณ

(i) อุณหภูมิที่ทางออกของ heat exchanger (ต้องแสดง diagram การกระจายอุณหภูมิภายใน heat exchanger ด้วย)

(ii) LMTD ของ heat exchanger

(iii) พื้นที่ผิวของท่อที่ต้องใช้

(iv) จำนวนท่อที่ต้องใช้ (ปัดให้เป็นเลขจำนวนเต็มแล้วใช้ในหัวข้อต่อไป)

(v) ความยาวของท่อที่ต้องใช้มากกว่า 2 เมตรหรือไม่ (ถ้ามากกว่า 2 เมตรควรเลือกชนิด heat exchanger เป็นแบบ one-shell pass two-tube passes แต่ถ้าน้อยกว่า 2 เมตรไม่ต้องเปลี่ยนชนิดของ heat exchanger) สรุปว่าจะต้องทำอย่างไรต่อไป (ไม่ต้องคำนวณจริง)

ชื่อ-นามสกุล_____ รหัสนักศึกษา_____section____

ชื่อ-นามสกุล_____ รหัสนักศึกษา_____section____

**คุณสมบัติอากาศ (อุณหภูมิเคลวิน)**

| $T$, $K$ | $\rho$, $\frac{kg}{m^3}$ | $c_p$, $\frac{J}{kg.^oC}$ | $\mu$, $\frac{kg}{m.s}$ | $\nu$, $\frac{m^2}{s}$ | $k$, $\frac{W}{m.K}$ | $\alpha$, $\frac{m^2}{s}$ | Pr |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 3.6010 | 1026.6 | $0.6924\times10^{-5}$ | $1.923\times10^{-6}$ | 0.009246 | $0.02501\times10^{-4}$ | 0.770 |
| 150 | 2.3675 | 1009.9 | $1.0283\times10^{-5}$ | $4.343\times10^{-6}$ | 0.013735 | $0.05745\times10^{-4}$ | 0.753 |
| 200 | 1.7684 | 1006.1 | $1.3289\times10^{-5}$ | $7.490\times10^{-6}$ | 0.01809 | $0.10165\times10^{-4}$ | 0.739 |
| 250 | 1.4128 | 1005.3 | $1.488\times10^{-5}$ | $9.49\times10^{-6}$ | 0.02227 | $0.13161\times10^{-4}$ | 0.722 |
| 300 | 1.1774 | 1005.7 | $1.983\times10^{-5}$ | $15.68\times10^{-6}$ | 0.02624 | $0.22160\times10^{-4}$ | 0.708 |
| 350 | 0.9980 | 1009.0 | $2.075\times10^{-5}$ | $20.76\times10^{-6}$ | 0.03003 | $0.2983\times10^{-4}$ | 0.697 |
| 400 | 0.8826 | 1014.0 | $2.286\times10^{-5}$ | $25.90\times10^{-6}$ | 0.03365 | $0.3760\times10^{-4}$ | 0.689 |
| 450 | 0.7833 | 1020.7 | $2.484\times10^{-5}$ | $28.86\times10^{-6}$ | 0.03707 | $0.4222\times10^{-4}$ | 0.683 |
| 500 | 0.7048 | 1029.5 | $2.671\times10^{-5}$ | $37.90\times10^{-6}$ | 0.04038 | $0.5564\times10^{-4}$ | 0.680 |