

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำปีการศึกษาที่ 1

ปีการศึกษา 2557

วันที่ 15 ธันวาคม 2557

เวลา 13.30-16.30 น.

วิชา 215-333/216-333 การถ่ายเทความร้อน (Heat transfer)

S201, S817

คำสั่ง

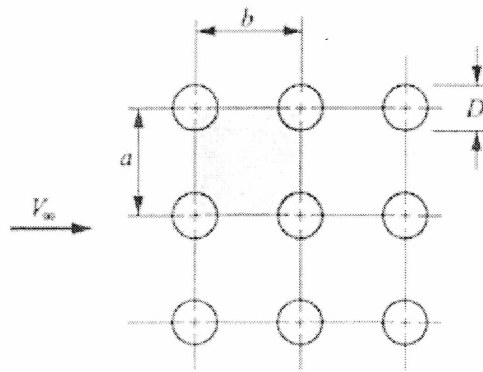
1. ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ข้อละ 10 คะแนน จำนวน 8 หน้า
2. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลข เอกสาร ตำรา Dictionary เข้าห้องสอบได้
3. ห้ามยืมอุปกรณ์ใดๆในห้องสอบ
4. ให้เขียนชื่อ นามสกุล และรหัสนักศึกษาลงในข้อสอบทุกหน้า

ผู้ออกข้อสอบ ดร.ภาสกร เวสสะโกศล

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

1. (10 คะแนน) กลุ่มท่อ in-line มีจำนวน 19 แกวท่อตามแนวการไหล และ 12 ท่อในแต่ละแถว (ตามแนวขวางการไหล) ท่อมีพื้นที่หน้าตัดเป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อเท่ากับ 2.5 cm ระยะห่าง $a = 3.75$ cm และ $b = 5.0$ cm ผิวของท่อมีอุณหภูมิคงที่เท่ากับ 127°C (400 K) อากาศไหลเข้ากลุ่มท่อด้วยอุณหภูมิ 27°C (300 K) ความดันหนึ่งบรรยากาศ ความเร็วของอากาศที่ทางเข้า (V_{∞}) เท่ากับ 3 m/s จงคำนวณอัตราการถ่ายเทความร้อนจากกลุ่มท่อต่อความยาวท่อหนึ่งเมตร

กำหนดให้ใช้สูตรของ Grimison (สำหรับของไหลที่เป็นอากาศ) เท่านั้นและใช้อุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างอากาศที่ทางเข้าและผิวท่อเป็น film temperature



รูปที่ 1

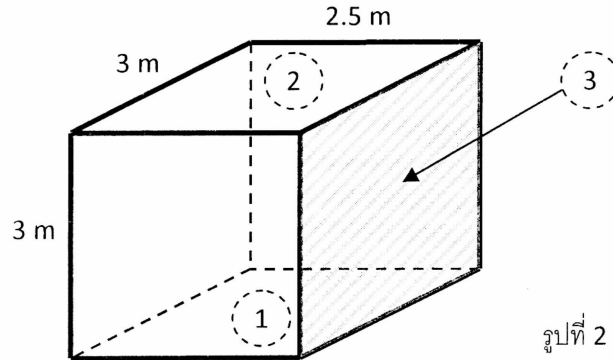
ชื่อ _____ นามสกุล _____ รหัสนักศึกษา _____

ชื่อ _____ นามสกุล _____ รหัสนักศึกษา _____

2.1 (5 คะแนน) น้ำถูกทำให้ร้อนด้วยแผ่นแบนวางในแนวตั้ง ซึ่งมีขนาด 15 cm x 15 cm อุณหภูมิของแผ่นแบนเท่ากับ 52°C อุณหภูมิของน้ำเท่ากับ 20°C จงคำนวณหา average Nusselt number ของการพาความร้อนแบบธรรมชาติจากสมการ correlation ทั้งหมดที่มีอยู่ และคำนวณเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของ average Nusselt number อื่น (Nu) กับสมการ correlation ที่ดีที่สุด (Nu_{Best}) ด้วยสูตร

$$\% \text{ Error} = \left(\frac{Nu_{Best} - Nu}{Nu_{Best}} \right) \times 100$$

2.2 (5 คะแนน) กล่องปิดขนาดใหญ่ดังรูปที่ 2 ถูกสมมติว่าพื้นผิวต่างๆ เป็นพื้นผิวของวัตถุดำ พื้นผิวที่ 1 (ด้านล่าง) มีอุณหภูมิ $T_1 = 262^\circ\text{C}$; พื้นผิวที่ 2 (ด้านบน) มีอุณหภูมิ $T_2 = 177^\circ\text{C}$; และพื้นผิวที่เหลืออยู่ทั้งหมดมีอุณหภูมิ $T_3 = 205^\circ\text{C}$ จงหา (ก) อัตราการแผ่รังสีความร้อนสุทธิ Q_{1-2} (หน่วย Watt) (ข) อัตราการแผ่รังสีความร้อนสุทธิ Q_{1-3} (หน่วย Watt)



3. (10 คะแนน) ระบบการทำความเย็นทำหน้าที่ลดอุณหภูมิของน้ำมันจาก $T_{in} = 120^{\circ}\text{C}$ ลงมาเป็น $T_{out} = 80^{\circ}\text{C}$ ขณะไหลเข้าไปในท่อกลมในสภาพการไหลแบบ fully developed ทั้งความเร็วและอุณหภูมิ ความเร็วเฉลี่ยของน้ำมันเท่ากับ 0.04 m/s ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางในของท่อคือ 2.5 cm อุณหภูมิที่ผิวท่อเท่ากับ 40°C จงหาความยาวของท่อ (หน่วยเป็นเมตร) และ pressure drop ตลอดความยาวของท่อ (หน่วยเป็น Pascal)

[สูตรของการพาความร้อนที่ใช้ต้องเป็นสูตรของ Dittus and Boelter เท่านั้น]

ตารางของสมบัติน้ำมัน

$T (^{\circ}\text{C})$	$\rho (\text{kg/m}^3)$	$C_p (\text{J/kg}\cdot^{\circ}\text{C})$	$\nu (\text{m}^2/\text{s})$	$k (\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}))$	Pr
40	876.05	1964	0.00024	0.144	2870
60	864.04	2047	0.839×10^{-4}	0.140	1050
80	852.02	2131	0.375×10^{-4}	0.138	490
100	840.01	2219	0.203×10^{-4}	0.137	276
120	828.96	2307	0.124×10^{-4}	0.135	175

ชื่อ _____ นามสกุล _____ รหัสนักศึกษา _____

ชื่อ _____ นามสกุล _____ รหัสนักศึกษา _____

4. (10 คะแนน) A shell-and-tube heat exchanger (two shell pass and four tube passes) ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างของไหลสองชนิด ของไหลชนิดแรกคือ ethylene glycol ($C_p = 2742 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$) เข้าสู่ shell ที่อุณหภูมิ 130°C และออกจาก shell ที่อุณหภูมิ 70°C ด้วยอัตราการไหลเท่ากับ $1.25 \text{ kg}/\text{sec}$ ของไหลอีกชนิดหนึ่งคือ น้ำ ($C_p = 4175 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$) เข้าสู่ tube ที่อุณหภูมิ 32°C และออกจาก tube ที่อุณหภูมิ 82°C ค่า U (overall heat transfer coefficient) ของ heat exchanger คือ $830 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ จงหาขนาดพื้นที่ของการถ่ายเทความร้อน (m^2) และอัตราการไหลเชิงมวลของน้ำ (kg/sec)

5. (10 คะแนน) น้ำ ($C_p = 4180 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$) ไหลเข้าสู่ counter flow heat exchanger ที่อุณหภูมิ 38°C ด้วยอัตราการไหลเชิงมวล 0.75 kg/s น้ำถูกทำให้ร้อนขึ้นด้วยน้ำมัน ($C_p = 1884 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$) ซึ่งไหลเข้าสู่เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยอัตราการไหลเชิงมวล 1.5 kg/s อุณหภูมิของน้ำมันที่ทางเข้าเท่ากับ 116°C พื้นที่ในการถ่ายเทความร้อนเท่ากับ 13 m^2 และ overall heat transfer coefficient เท่ากับ $340 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ จงหาอัตราการถ่ายเทความร้อนทั้งหมด (วัตต์) กำหนดให้ใช้วิธี $\epsilon\text{-NTU}$ ในการหาคำตอบ