ชื่อ-นามสกุล.....รหัสประจำตัว.....

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ข้อสอบกลางภาค ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2555

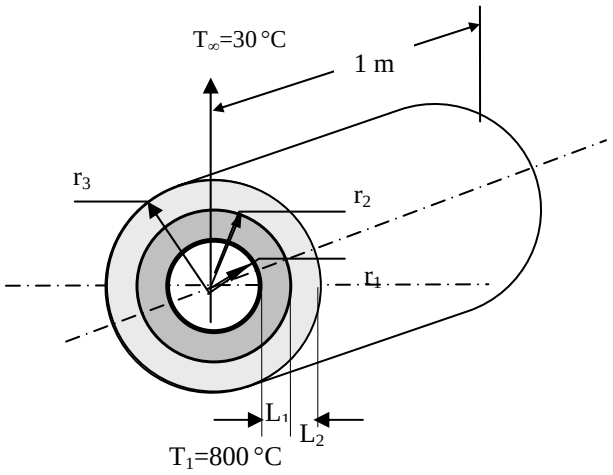
รหัสวิชา: 1301 330 ชื่อวิชา: การถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer)

วันที่สอบ: 18 กรกฎาคม 2555 เวลา: 13.00-16.00 น. อาจารย์ผู้ออกข้อสอบ: ผศ.ธนรัฐ ศรีวีระกุล

ข้อกำหนดการสอบ

1. นอกเหนือจาก เครื่องคิดเลข และเครื่องเขียนแล้ว ห้ามนำเอกสารใดๆเข้าห้องสอบโดยเด็ดขาด
2. ข้อสอบทั้งหมดมี 4 ข้อ ให้นักศึกษาทำทุกข้อ และให้กาเครื่องหมายหน้าหัวข้อที่ทำ ที่หน้าปกกระดาษคำตอบ เพื่อความสะดวกของอาจารย์ผู้ตรวจข้อสอบ
3. ให้เขียนชื่อ-นามสกุล และรหัสประจำตัวลงในกระดาษคำถามทุกหน้าและแนบส่งพร้อมกระดาษคำตอบ

1. ท่อสแตนเลสเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก D_1=5 cm ถูกหุ้มด้วยฉนวน 2 ชั้น ชั้นแรกเป็นฉนวนใยหินหนา L_1=1 cm โดยมีค่า k_1=0.2 W/m.^{o}C ชั้นที่ 2 เป็นฉนวนใยแก้วหนา L_2= 2 cm มีค่า k_2=0.038 W/m.^{o}C หากอุณหภูมิที่ผิวนอกของท่อสแตนเลสมีค่า T_1=800^{o}C และอุณหภูมิของอากาศที่ล้อมรอบท่อหุ้มฉนวนดังกล่าวมีค่าคงที่เท่ากับ 30^{o}C โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ผิวนอกของฉนวนใยแก้วกับอากาศเป็น 70 W/m^{2}. ^{o}C



1) ให้เขียนไดอะแกรมความต้านทานการถ่ายเทความร้อนของระบบ **(1 คะแนน)**

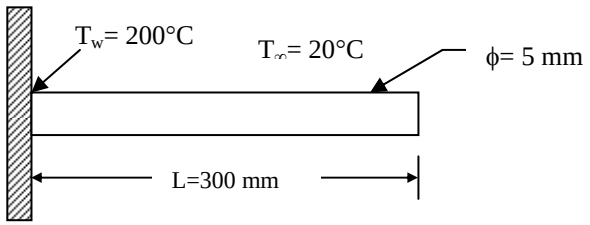
2) หาค่าความร้อนสูญเสียต่อหน่วยความยาวท่อที่ผ่านการหุ้มฉนวนทั้ง 2 ชั้นแล้ว **(3 คะแนน)**

3) คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมและอุณหภูมิที่ผิวด้านนอกสุดของการหุ้มฉนวน **(2 คะแนน)**

4) หากลดความหนาของฉนวนใยแก้วให้มีความหนาเท่ากับ 1 cm โดยกำหนดให้ใช้ฉนวนใยหินขนาดความหนาเดิมในชั้นแรก(L_1=1 cm) ให้คำนวณหาอุณหภูมิที่ผิวนอกของฉนวนใยแก้ว **(4 คะแนน)**

ชื่อ-นามสกุล.....รหัสประจำตัว.....

2. ครีบแท่งทองแดง (k= 398 W/m.K) ทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 mm ยาว 300 mm ปลายด้านที่ยึดกับผนังดังรูปถูกควบคุมให้มีอุณหภูมิคงที่ 200°C ผิวของแท่งทองแดงดังกล่าวสัมผัสกับอากาศแวดล้อมที่อุณหภูมิ 20°C กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนระหว่างแท่งทองแดงกับอากาศแวดล้อมเท่ากับ 100 W/m^2.K. จงคำนวณหา **(10 คะแนน)**
   1) อุณหภูมิบนแท่งทองแดงที่ความยาว 150 mm วัดจากผนัง
   2) อัตราการถ่ายเทความร้อนผ่านแท่งทองแดง
   3) ต้องเพิ่มความยาวแท่งทองแดงอีกเท่าไร จึงจะทำให้อุณหภูมิที่ปลายอีกด้านหนึ่งของแท่งทองแดงมีค่าเท่ากับอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมพอดี



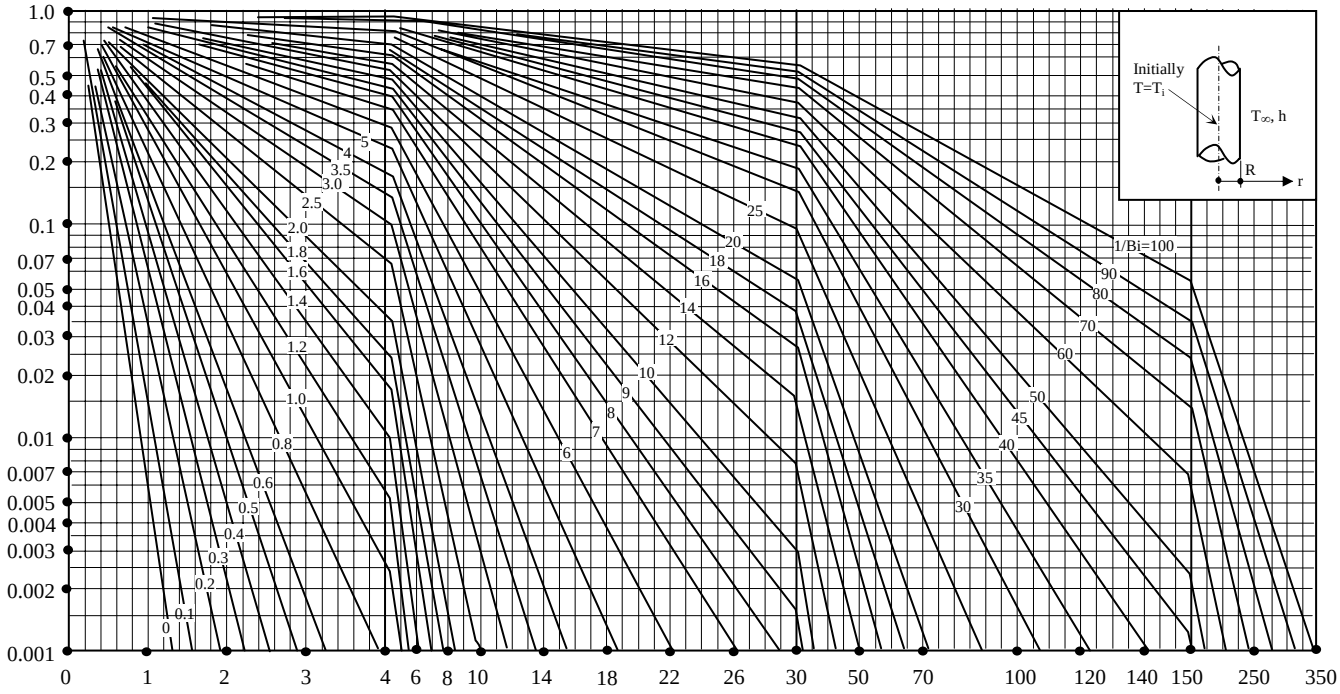
3. ทรงกระบอกอลูมิเนียมยาวมาก (k=240W/m.K, ความหนาแน่น(ρ) =2682 kg/m^3, ความจุความร้อนจำเพาะ (C) = 949 J/kg.K) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.4 m เริ่มต้นมีอุณหภูมิสม่ำเสมอที่ 800 K หลังจากนั้นนำไปจุ่มลงในอ่างน้ำเย็นขนาดใหญ่ที่มีอุณหภูมิคงที่ 2°C กำหนดให้ ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนระหว่างน้ำในอ่างกับทรงกระบอกอลูมิเนียมมีค่าเท่ากับ 750 W/m^2.K จงคำนวณหา
   1) อุณหภูมิที่แนวเส้นผ่านศูนย์กลางทรงกระบอกที่เวลาผ่านไป 30 นาทีหลังจากเริ่มจุ่ม (4 คะแนน)
   2) อุณหภูมิที่ระยะทาง 0.16 m วัดจากแนวเส้นผ่าศูนย์กลาง ที่เวลาเดียวกันกับในข้อแรก (3 คะแนน)
   3) พลังงานความร้อนสะสมที่ถ่ายเทออกจากทรงกระบอกในช่วงระยะเวลาดังกล่าว (3 คะแนน)

<u>สมการประกอบ</u>

ข้อ 2	**ข้อ 3**
$\frac{T_z - T_\infty}{T_w - T_\infty} = \frac{\cosh\left[m \cdot L\,(1 - z/L)\right]}{\cosh(m \cdot L)}$ $q_z = k \cdot A \cdot m \cdot \theta_w \tanh(m \cdot L)$ $m = \sqrt{\frac{\bar{h}_c \cdot P}{k \cdot A}}$	$Bi = \frac{\bar{h}_c \cdot \forall}{k \cdot A_s} = \frac{\bar{h}_c \cdot L_c}{k}$ $\alpha = \frac{k}{\rho.C}$ $Fo = \frac{\alpha \cdot t \cdot A_s^2}{\forall^2} = \frac{\alpha \cdot t}{L_c^2}$

ชื่อ-นามสกุล.....รหัสประจำตัว.....

$$\theta_0 = \frac{T_0 - T_\infty}{T_i - T_\infty}$$

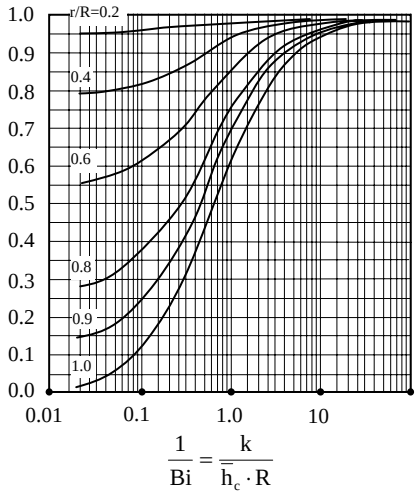


$$F_o = \alpha \cdot t / R^2$$

T_0 = centerline temperature	T_i = initial cylinder temperature
T_∞ = fluid temperature	R = cylinder radius
$\propto$ = k/ρC (diffusivity of cylinder)	$1/Bi = k/\bar{h}_c.R$

รูปที่ 5.6 กราฟแสดงค่าตัวแปรอุณหภูมิไร้มิติที่แนวเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงกระบอกยาว

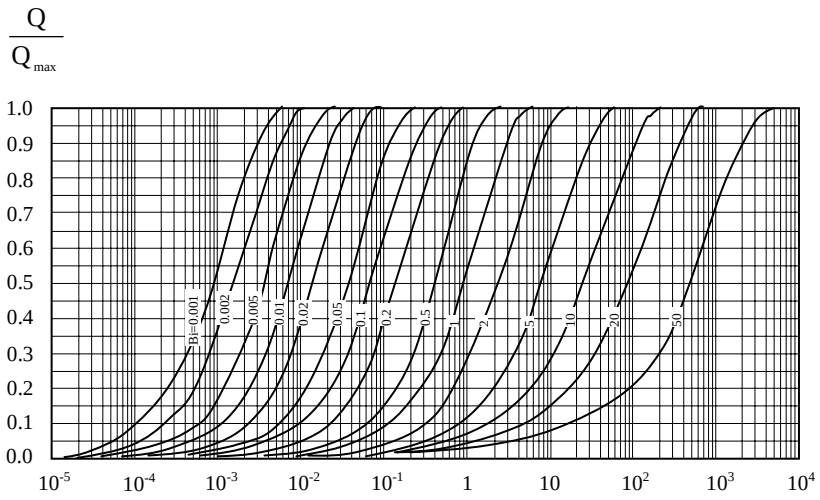
$$\theta = \frac{T - T_\infty}{T_0 - T_\infty}$$



$$\frac{1}{Bi} = \frac{k}{\bar{h}_c \cdot R}$$

T_0 = centerline temperature
T_∞ = fluid temperature
r/R = dimensionless distance from centerline
R = cylinder radius

รูปที่ 5.7 กราฟแสดงค่าตัวแปรอุณหภูมิไร้มิติที่ตำแหน่งใดๆตามแนวรัศมีของทรงกระบอกยาว



$$Bi^2F_o = \bar{h}_c^{\,2}.\alpha.t/k^2$$

Q/Q_{max} = dimensionless heat flow ratio	T_i = initial temperature of cylinder
$Q_{max} = \rho \forall C(T_i - T_\infty)$	$\propto$ = k/ρC (diffusivity of cylinder)

รูปที่ 5.8 กราฟแสดงค่าการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนพลังงานความร้อนของทรงกระบอกยาว