



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
การสอบกลางภาคเรียนที่ 1/2554

วิชา MTE 446 Thermal System Design
สอบวันที่ 25 กรกฎาคม 2554

ป.ตรี ชั้นปีที่ 4 ก,ข
เวลา 13.00-16.00 น.

คำแนะนำ

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 2 ตอน ให้ทำทุกข้อ ทำลงในข้อสอบ ทั้งด้านหน้าและด้านหลังกระดาษ
2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณตามระเบียบมหาวิทยาลัย ฯ
3. ไม่อนุญาตให้นำเอกสาร และตำราเข้าห้องสอบ
4. ข้อมูลต่าง ๆ เพียงพอในการทำข้อสอบแล้ว

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัสประจำตัว.....เลขที่.....

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ
เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ
ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ
นักศึกษาที่ทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

รองศาสตราจารย์ ทวีวัฒน์ สุภารส
ผู้ออกข้อสอบ

สำหรับคณะกรรมการการประเมินข้อสอบของภาควิชา ฯ

ข้อสอบวิชา MTE 446 Thermal System Design นี้ได้ผ่านการตรวจสอบจากคณะกรรมการการ
ประเมินข้อสอบแล้ว และให้ใช้เป็นข้อสอบกลางภาคเรียนที่ 1/2554 ได้

(ผศ.ดร. อนุศิษฐ์ อันมานะตระกูล)
ประธานคณะกรรมการการประเมินข้อสอบของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ตอนที่ 1 จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด และทำเครื่องหมายกากบาท (X) ในกระดาษคำตอบ (ข้อใด 1 คะแนน)

ข้อที่ 1 เกณฑ์ของการประกอบความสำเร็จด้านการออกแบบระบบความร้อน คืออะไร

- ก. ถ้าไร
- ข. อัตราผลตอบแทน
- ค. ประสิทธิภาพของระบบ
- ง. ข้อ ก. และข้อ ข. ถูกต้อง
- จ. ถูกทุกข้อ

ข้อที่ 2 น้ำอุณหภูมิ 25°C ไหลภายในท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มม. ด้วยความเร็ว 3 เมตร/วินาที ความยาวท่อ 80 เมตร ระบบท่อมี่ค่าเสียดทานที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 300 เมตร จงคำนวณหาค่าพลังงานของระบบ

- ก. 43.33 kW
- ข. 433.33 kW
- ค. 4.33 kW
- ง. 34.33 kW
- จ. 346.71 kW

ข้อที่ 3 น้ำอุณหภูมิ 25°C ไหลภายในท่อประปาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มม. ด้วยความเร็ว 10 เมตร/วินาที ท่อมี่ค่า $k=0.50$ ความยาวท่อ 300 เมตร จงคำนวณหาความดันสูญเสียรองของระบบ

- ก. 203.87 เมตร
- ข. 254.30 เมตร
- ค. 20.38 เมตร
- ง. 25.40 เมตร
- จ. 2.54 เมตร

ข้อที่ 4 เครื่องอัดอากาศมีจำนวน สเตจการทำงานหนึ่งขั้น ปริมาตรลมอัด 500 cfm ดูดอากาศที่ความดันบรรยากาศ ความดันอากาศอัดที่ออกจากระบบ 8 บรรยากาศ จงคำนวณหาแรงม้าเครื่องอัดอากาศ

- ก. 87.90 แรงม้า
- ข. 9.87 แรงม้า
- ค. 8.79 แรงม้า
- ง. 89.70 แรงม้า
- จ. 68.75 แรงม้า

ข้อที่ 5 น้ำมันร้อนอุณหภูมิ 150°C ความหนาแน่น 785 kg/m^3 ค่าความจุความร้อน 2.68 kJ/kg- $^{\circ}\text{C}$ ไหลภายในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มม. ด้วยความเร็ว 5 เมตร/วินาที อุณหภูมิน้ำมันที่ออกจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเท่ากับ 50°C จงคำนวณหาปริมาณความร้อนที่ถ่ายเท

- ก. 1340 kW
- ข. 89.35 kW
- ค. 516.35 kW
- ง. 615.35 kW
- จ. 33.50 kW

ข้อที่ 6 ประเภทของพัดลมอุตสาหกรรมที่ใช้งานในปัจจุบันคือ

- ก. พัดลมแบบใบพัดโค้งไปข้างหน้า
- ข. พัดลมแบบใบพัดโค้งไปข้างหลัง
- ค. พัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน
- ง. พัดลมแบบหมุนเหวี่ยง
- จ. ถูกทุกข้อ

ข้อที่ 7 อากาศไหลในท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว ด้วยความเร็ว 5 m/s อากาศมีความหนาแน่น 1.13 kg/m^3 จงคำนวณอัตราการไหลของอากาศ

- ก. 3.26 ลิตร/นาที่
- ข. 197.61 ลิตร/นาที่
- ค. 143.61 ลิตร/นาที่
- ง. 179.61 ลิตร/นาที่
- จ. 32.9 ลิตร/นาที่

ข้อที่ 8 พัดลมแบบไหลตามแนวแกนขนาดใบพัด 25 นิ้ว จ่ายลมได้ 11,00 cfm กำลังขับที่พัดลมต้องการเท่ากับ 3.20 แรงม้า และมีระดับความดังของเสียงขณะทำงานเท่ากับ 80.2 dB เมื่อใบพัดหมุนด้วยความเร็ว 1,550 รอบต่อนาที จงประมาณค่าอัตราการจ่ายลม เมื่อรอบความเร็วเปลี่ยนไปเป็น 2,525 รอบต่อนาที

- ก. 1971.93 ลูกบาศก์ฟุต/นาที่
- ข. 1179.93 ลูกบาศก์ฟุต/นาที่
- ค. 1397.91 ลูกบาศก์ฟุต/นาที่
- ง. 1791.91 ลูกบาศก์ฟุต/นาที่
- จ. 1197.91 ลูกบาศก์ฟุต/นาที่

ข้อที่ 9 พัดลมแบบไหลตามแนวแกนขนาดใบพัด 30 นิ้ว จ่ายลมได้ 14,00 cfm กำลังขับที่พัดลมต้องการเท่ากับ 4.51 แรงม้า เมื่อใบพัดหมุนด้วยความเร็ว 1,950 รอบต่อนาที จงประมาณกำลังขับที่พัดลมต้องการ เมื่อรอบความเร็วเปลี่ยนไปเป็น 3,525 รอบต่อนาที

- ก. 6.64 แรงม้า
- ข. 1179.93 แรงม้า
- ค. 26.64 แรงม้า

ง. 266.40 แรงม้า

จ. 62.4 แรงม้า

ข้อที่ 10 พัดลมแบบไหลตามแนวแกนขนาดใบพัด 30 นิ้ว จ่ายลมได้ 14,00 cfm กำลังขับที่พัดลมต้องการเท่ากับ 6.51 แรงม้า เมื่อใบพัดหมุนด้วยความเร็ว 1,350 รอบต่อนาที จงประมาณกำลังขับที่พัดลมต้องการ เมื่อขนาดใบพัดลดลงเหลือ 27 นิ้ว

ก. 6.64 แรงม้า

ข. 47.5 แรงม้า

ค. 7.54 แรงม้า

ง. 5.74 แรงม้า

จ. 4.75 แรงม้า

ข้อที่ 11 โรงงานทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 300 วันต่อปี โรงงานเปลี่ยน พัดลมขนาด 50 kW เป็นพัดลมประสิทธิภาพสูงขนาด 43 kW โรงงานสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าได้เท่าไรถ้าค่าไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 3.5 บาทต่อ kWh

ก. 176400 บาท

ข. 174200 บาท

ค. 173612 บาท

ง. 141050 บาท

จ. 179750 บาท

ข้อที่ 12 การลดอัตราการไหลของพัดลมโดยการหรีวลำมีผลอย่างไรต่อพัดลม

ก. ไม่มีผลต่อพัดลม

ข. พลังงานไฟฟ้าของพัดลมเพิ่มขึ้น

ค. อัตราการไหลของพัดลมเท่าเดิม

ง. ความดันรวมพัดลมเพิ่มขึ้น

จ. ถูกทุกข้อ

ข้อที่ 13 จากกราฟสมรรถนะของพัดลมแบบอากาศไหลตามแนวแกน ประสิทธิภาพของพัดลมมีลักษณะอย่างไร

ก. ประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเปอร์เซ็นต์ wide-open capacity ประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์

ข. ประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเปอร์เซ็นต์ wide-open capacity ประมาณ 55-60 เปอร์เซ็นต์

ค. ประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเปอร์เซ็นต์ wide-open capacity ประมาณ 40-50 เปอร์เซ็นต์

ง. ประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเปอร์เซ็นต์ wide-open capacity ประมาณ 65-70 เปอร์เซ็นต์

จ. ประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเปอร์เซ็นต์ wide-open capacity ประมาณ 70-75 เปอร์เซ็นต์

ข้อที่ 14 ประสิทธิภาพของพัดลมแบบหมุนเหวี่ยงชนิดใบพัดโค้งไปข้างหน้าและใบพัดโค้งไปข้างหลังแตกต่างกันอย่างไร

- ก. ชนิดใบพัดโค้งไปข้างหน้ามีประสิทธิภาพสูงกว่าชนิดใบพัดโค้งไปข้างหลัง
- ข. ชนิดใบพัดโค้งไปข้างหน้ามีประสิทธิภาพต่ำกว่าชนิดใบพัดโค้งไปข้างหลัง
- ค. ชนิดใบพัดโค้งไปข้างหน้ามีประสิทธิภาพเท่ากับชนิดใบพัดโค้งไปข้างหลัง
- ง. ประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับการออกแบบและใช้งานพัดลม
- จ. ประสิทธิภาพของพัดลมทั้งสองแปรผันตามความเร็วรอบพัดลม

ข้อที่ 15 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของพัดลมได้แก่ข้อใดต่อไปนี้

- ก. ความเร็วลมและขนาดใบพัดลม
- ข. จำนวนการติดตั้งพัดลม แบบขนานหรืออนุกรม
- ค. ความยาวและขนาดท่อส่งลม
- ง. การสูญเสียเนื่องจากความฝืดและเสดสูญเสีย
- จ. ถูกทุกข้อ

ข้อที่ 16 ประเภทของเครื่องสูบน้ำอุตสาหกรรมที่ใช้งานในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็นกี่ลักษณะ

- ก. 2 ลักษณะ
- ข. 3 ลักษณะ
- ค. 4 ลักษณะ
- ง. 5 ลักษณะ
- จ. 6 ลักษณะ

ข้อที่ 17 น้ำไหลในท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 นิ้ว ด้วยความเร็ว 5 m/s ความยาวท่อ 10 เมตร มีลักษณะการไหลแบบราบเรียบ ($Re = 1800$) จงคำนวณการสูญเสียเนื่องจากความฝืด

- ก. 17.83 เมตร
- ข. 178.36 เมตร
- ค. 187.36 เมตร
- ง. 138.76 เมตร
- จ. 167.36 เมตร

ข้อที่ 18 พัดลมแบบไหลตามแนวแกนขนาดใบพัด 25 นิ้ว จ่ายลมได้ 11,00 cfm กำลังขับที่พัดลมต้องการเท่ากับ 3.20 แรงม้า และมีระดับความดังของเสียงขณะทำงานเท่ากับ 80.2 dB เมื่อใบพัดหมุนด้วยความเร็ว 1,550 รอบต่อนาที จงประมาณค่าอัตราการจ่ายลม เมื่อรอบความเร็วเปลี่ยนไปเป็น 2,525 รอบต่อนาที

- ก. 1971.93 ลูกบาศก์ฟุต/นาที
- ข. 1179.93 ลูกบาศก์ฟุต/นาที

ก. 1397.91 ลูกบาศก์ฟุต/นาทีก

ง. 1791.91 ลูกบาศก์ฟุต/นาทีก

จ. 1197.91 ลูกบาศก์ฟุต/นาทีก

ข้อที่ 19 การสูญเสียพลังงานทั้งหมดเนื่องจากการไหลประกอบด้วยการสูญเสียใดบ้าง

ก. การสูญเสียหลัก

ข. การสูญเสียรอง

ค. การสูญเสียเนื่องจากความฝืด

ง. ข้อ ก และ ข้อ ข ถูกต้อง

จ. ถูกทุกข้อ

ข้อที่ 20 กราฟเฮดของระบบปั๊มประกอบด้วยเฮดประเภทใดบ้าง

ก. เฮดความดัน และ เฮดสถิตย

ข. เฮดความดัน เฮดสถิตย และ เฮดความฝืด

ค. เฮดความดัน เฮดสถิตย และ เฮดความสูง

ง. เฮดความดัน เฮดสถิตย และเฮดสูญเสียรวม

จ. เฮดความดัน เฮดสูญเสียรวม และ เฮดความฝืด

ข้อที่ 21 โรงงานติดตั้งปั๊มมีค่าเฮดความดันรวมเท่ากับ 150 เมตร อัตราการไหลของน้ำ 120 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ปีที่ทำงานที่ความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที จงคำนวณค่าความเร็วจำเพาะของปั๊มดังกล่าว

ก. 383.36

ข. 338.36

ค. 333.86

ง. 368.33

จ. 366.83

ข้อที่ 22 เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงขนาดใบพัดเครื่องสูบน้ำ 27 นิ้ว จ่ายน้ำได้ 4,200 cmm กำลังขับที่เครื่องสูบน้ำต้องการเท่ากับ 93.45 แรงม้า เมื่อใบพัดเครื่องสูบน้ำหมุนด้วยความเร็ว 1,750 รอบต่อนาที จงประมาณค่าอัตราการน้ำ เมื่อรอบความเร็วเปลี่ยนไปเป็น 1,925 รอบต่อนาที

ก. 4620 CMM

ข. 4660 CMM

ค. 4260 CMM

ง. 6420 CMM

จ. 6240 CMM

ข้อที่ 23 เครื่องสูบน้ำแบบแรงเหวี่ยงขนาดใบพัดเครื่องสูบน้ำ 27 นิ้ว จ่ายน้ำได้ 4,200 cmm กำลังขับที่เครื่องสูบน้ำต้องการเท่ากับ 90 แรงม้า เมื่อใบพัดเครื่องสูบน้ำหมุนด้วยความเร็ว 1,750 รอบต่อนาที จงประมาณค่าใช้การการสูบน้ำ เมื่อขนาดใบพัดเครื่องสูบน้ำลดลงเหลือ 25 นิ้ว

- ก. 74.11 แรงม้า
- ข. 71.44 แรงม้า
- ค. 47.44 แรงม้า
- ง. 94.77 แรงม้า
- จ. 87.77 แรงม้า

ข้อที่ 24 โรงงานทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 350 วันต่อปี โรงงานเปลี่ยนเครื่องสูบน้ำขนาด 60 kW เป็นเครื่องสูบน้ำประสิทธิภาพสูงขนาด 45 kW โรงงานสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าได้เท่าไรถ้าค่าไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 3.5 บาทต่อkWh

- ก. 441000 บาท
- ข. 444200 บาท
- ค. 443612 บาท
- ง. 441050 บาท
- จ. 449750 บาท

ข้อที่ 25 การลดอัตราการใช้ของเครื่องสูบน้ำวิธีใดให้ผลประหยัดสูงสุด

- ก. หรีวาล์ว
- ข. เปลี่ยนใบพัดเครื่องสูบน้ำ
- ค. ติดตั้ง VSD
- ง. ติดตั้งวาล์วBy-pass
- จ. สามารถใช้ได้ทุกข้อ

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัสประจำตัว.....

ตอนที่ 2 จงอธิบายคำถามในข้อต่อไปนี้ให้สมบูรณ์ที่สุด

ข้อที่ 2.1 จงเขียนแผนภาพและอธิบายลำดับขั้นตอน การตัดสินใจในการดำเนินการทางวิศวกรรม ให้เข้าใจอย่างชัดเจน (10 คะแนน)

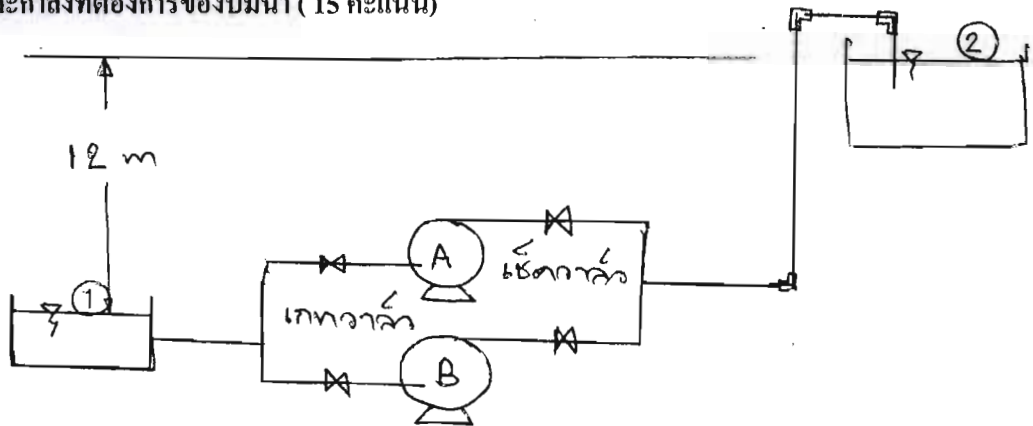
ชื่อ.....

นามสกุล.....

รหัสประจำตัว.....

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ข้อที่ 2.2 พิจารณาระบบปั๊มน้ำดังรูป ต้องการสูบน้ำจากถัง A ไปยังถัง B โดยใช้ปั๊ม 2 ตัวที่เหมือนกันนำมาต่อขนานกัน อัตราการไหลรวมของน้ำที่ต้องการ $0.25 \text{ m}^3/\text{วินาที}$ ระบบท่อทำด้วยเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 300 มิลลิเมตร ความยาวในท่อขนานเท่ากับ 10 เมตร ความขรุขระของท่อเท่ากับ 0.26 มิลลิเมตร ความหนืดคิเนมาติกเท่ากับ $0.806 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{วินาที}$ และความสูงของระดับน้ำจากถัง 1 ถึงถัง 2 เท่ากับ 12 เมตร จงคำนวณหาเสดของระบบและกำลังที่ต้องการของปั๊มน้ำ (15 คะแนน)

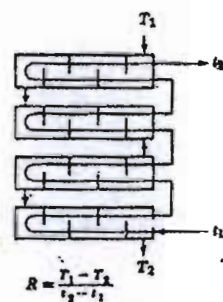
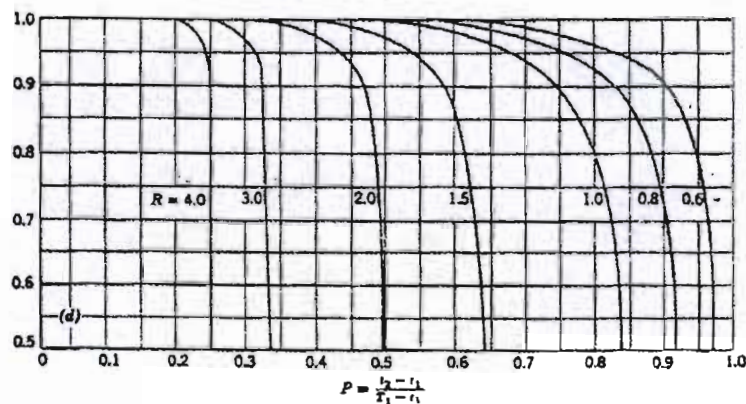
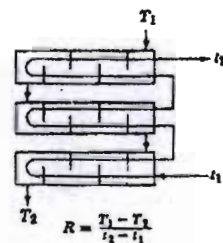
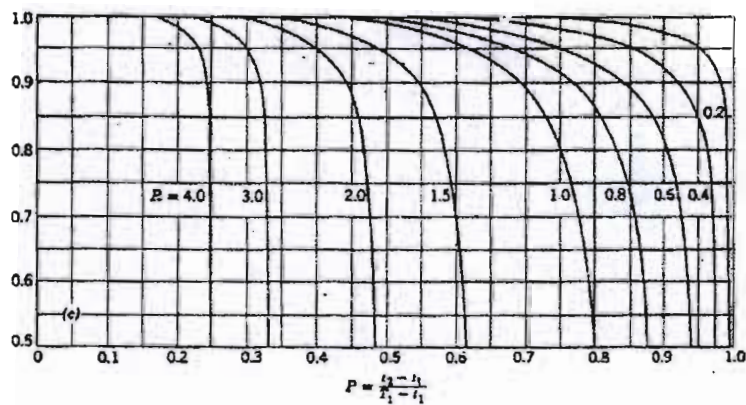
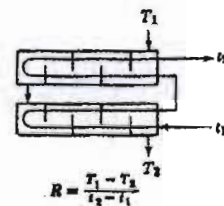
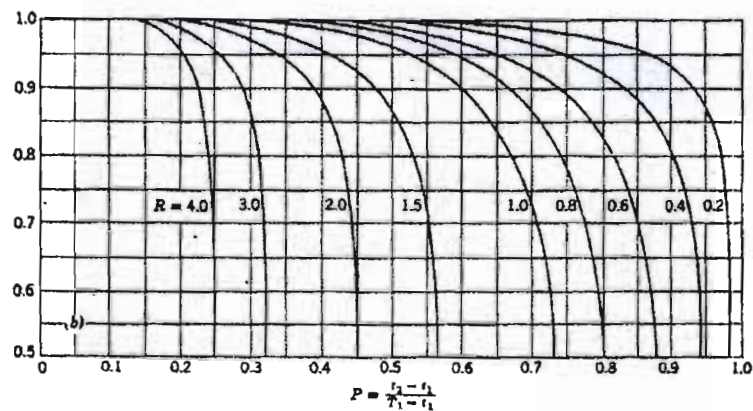
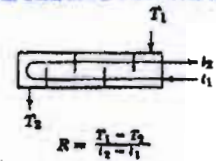
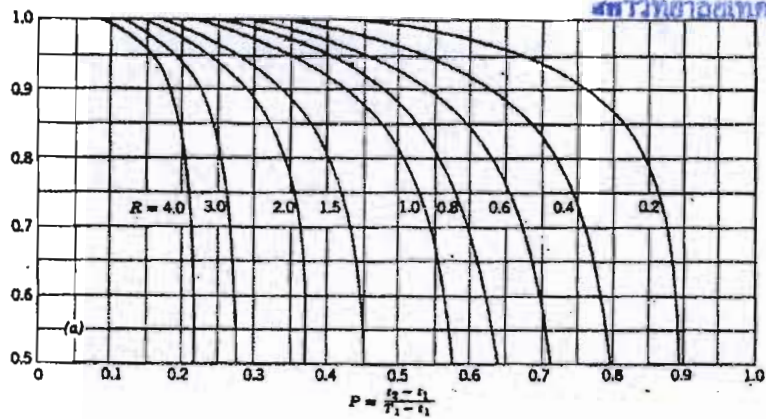


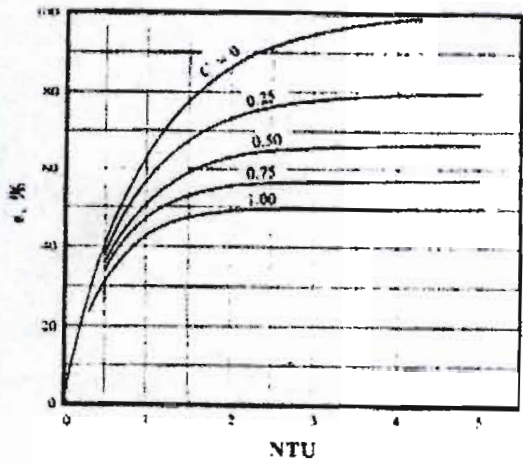
ชื่อ.....นามสกุล.....รหัสประจำตัว.....

ข้อที่ 2.3 เครื่องอัดอากาศขนาดกำลังไฟฟ้า 80 kW ความสามารถในการผลิตอากาศอัด 14.13 m³/นาที ความดันอากาศอัดใช้งาน 7 บาร์ สัดส่วนการทำงาน Load : Unload เท่ากับ 60 : 40 เครื่องอัดอากาศทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 300 วันต่อปี อัตราการผลิตลมอัดใช้งานจริง 10 m³/นาที ใช้ถังเก็บอากาศอัด ขนาด 3.0 m³ อากาศเข้าเครื่องอัดมีอุณหภูมิ 34 °C ความดัน 1.0 บรรยากาศ จึงคำนวณเปรียบเทียบการใช้พลังงานสำหรับเครื่องอัดอากาศ กรณีระบบใช้ถังเก็บอากาศอัด และในกรณีไม่ใช้ถังเก็บอากาศอัด และการปรับลดแรงดันอากาศอัดจาก 7.0 บาร์ เหลือความดัน 5.0 บาร์ (10 คะแนน)

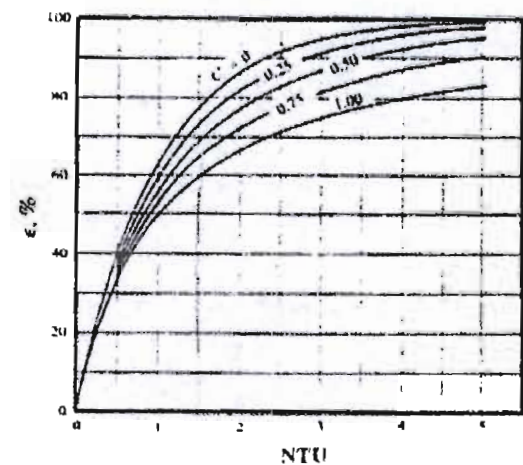
ข้อที่ 2.4 เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อประเภท 2 shell 12 tube pass ประกอบด้วยท่อทองแดง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.0 นิ้ว ($k = 389 \text{ W/m-C}$) จำนวน 6 ท่อต่อแถว รวมท่อทองแดงทั้งหมดเท่ากับ $6 \times 12 = 72$ ท่อ น้ำมันร้อนความหนาแน่น 800 kg/m^3 ความจุความร้อน 2.88 kJ/kg-C อุณหภูมิ 150°C ไหลเข้าท่อทองแดงด้วยความเร็ว 10 m/sec แลกเปลี่ยนกับน้ำอุณหภูมิทางเข้า 25°C และอุณหภูมิทางออกของน้ำ 85°C กำหนดให้สัดส่วน C_c/C_h เท่ากับ 0.85 จงคำนวณหาขนาดความยาวของท่อและอุณหภูมิของน้ำที่ออกจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (15 คะแนน)

ค่าพิกัดเตอร์นัก

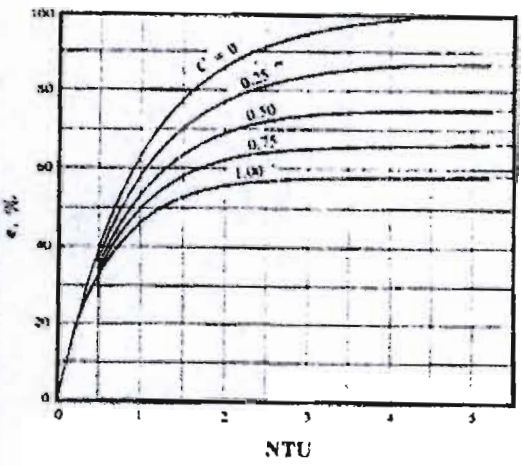




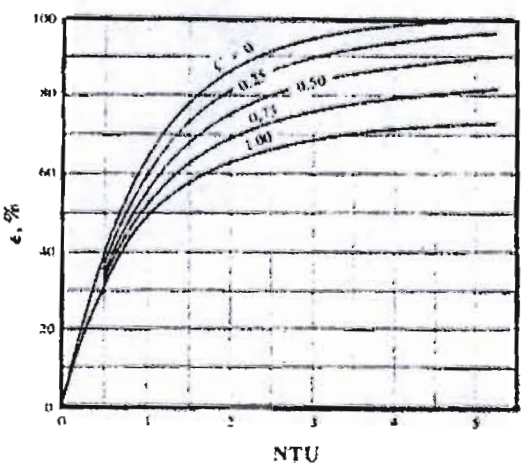
a



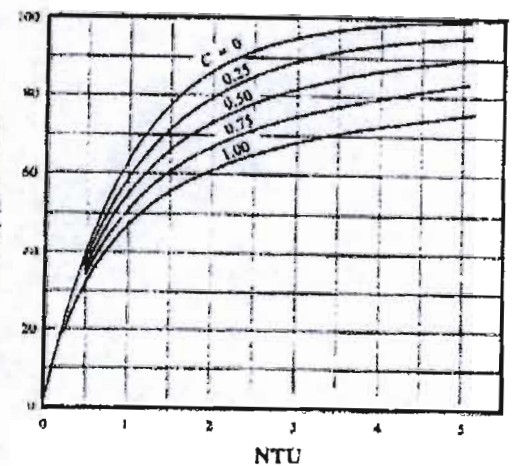
b



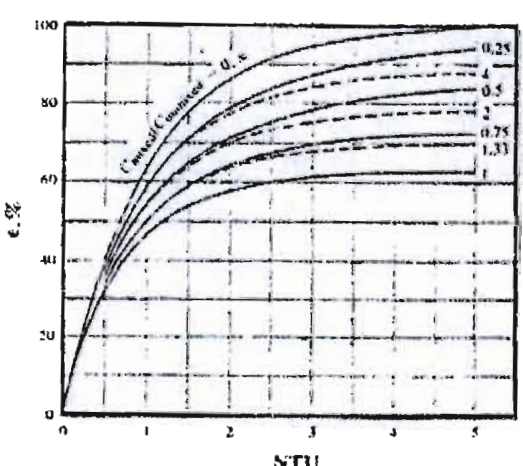
c



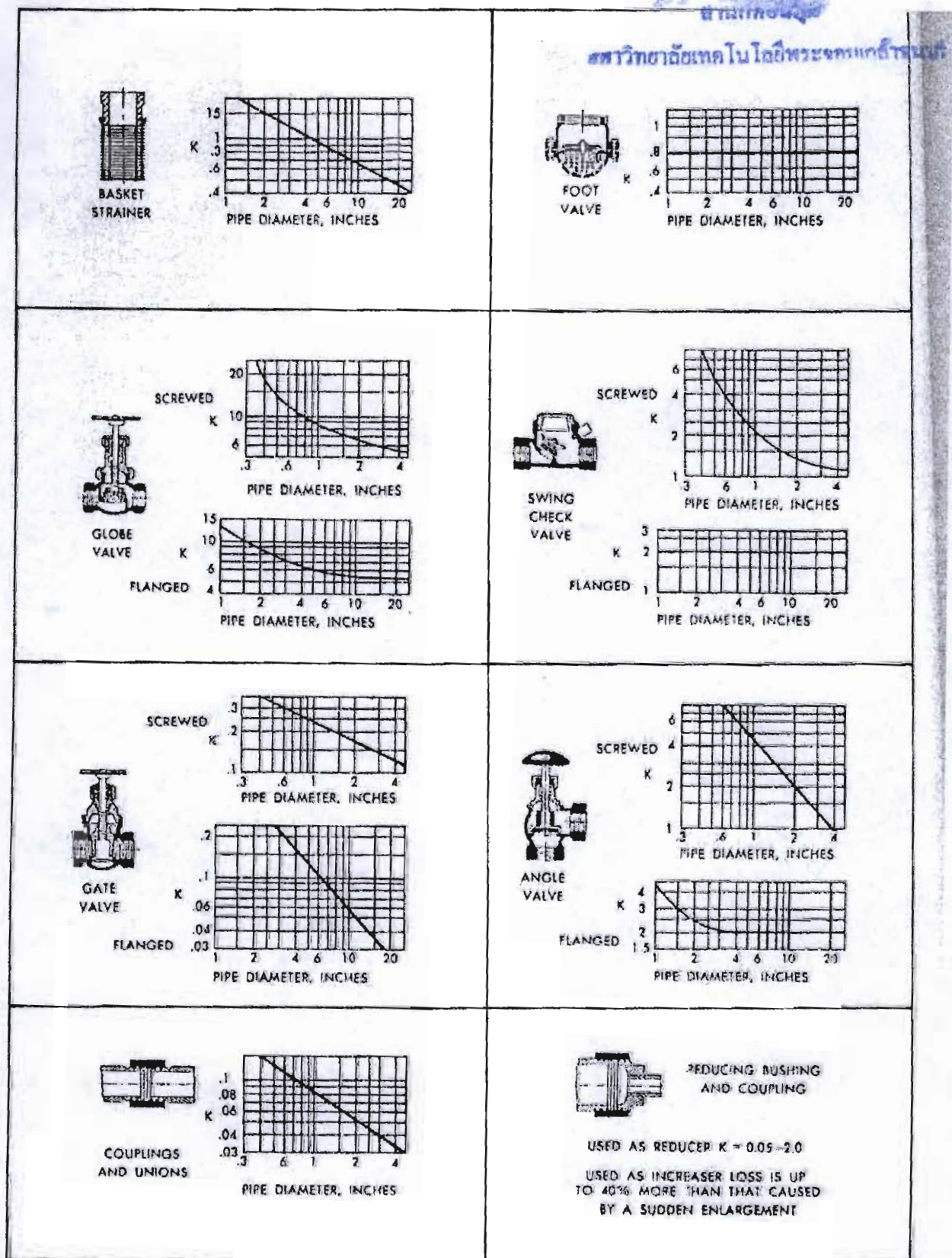
d



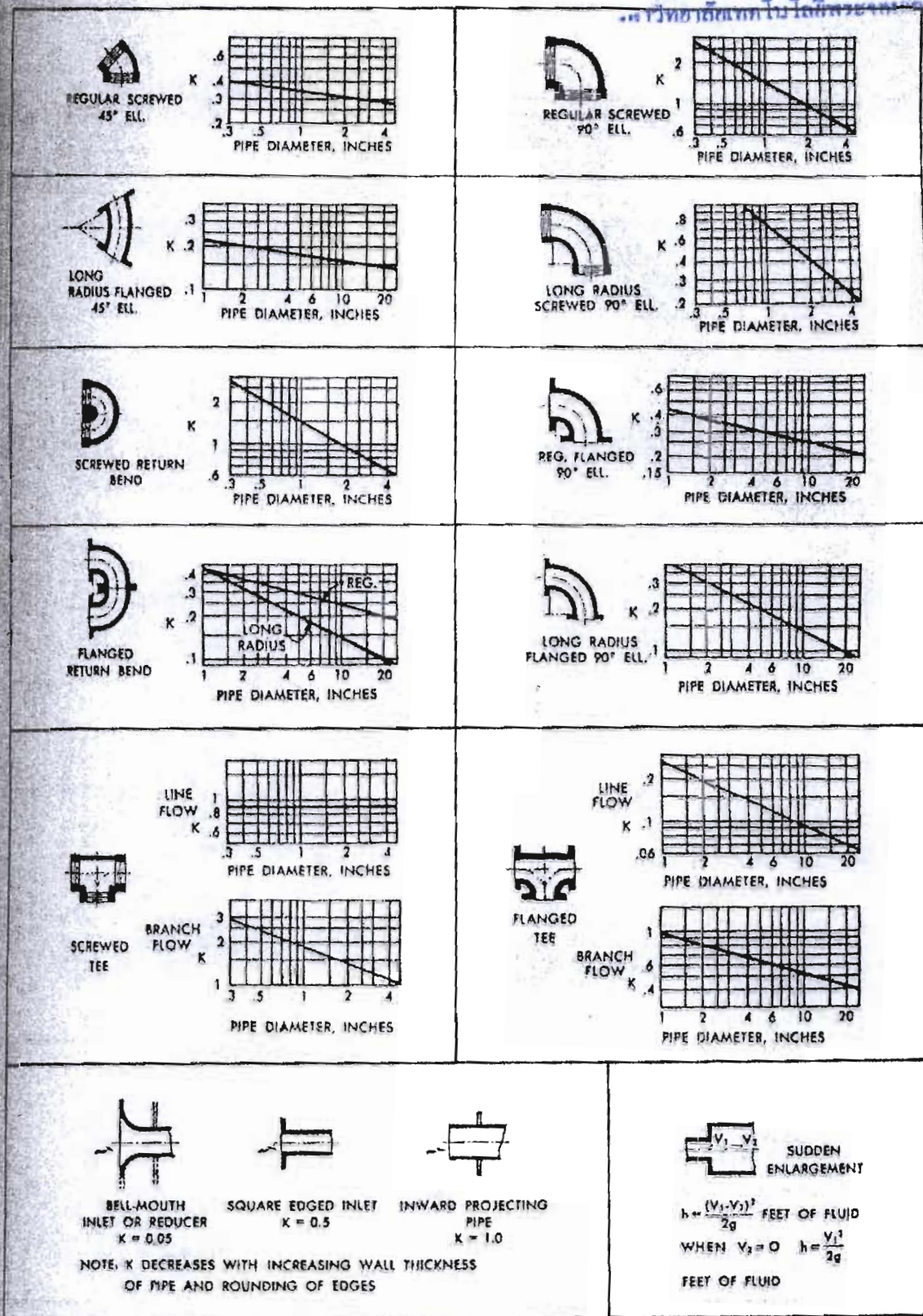
e



f



รูปที่ 3.5 สัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหล(ต่อ)



รูปที่ 3.5 สัมประสิทธิ์ของความต้านทานการไหล

