



เลขที่นั่งสอบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
การสอบปลายภาคการศึกษาที่ 2/2550

CHE 452 ChE. Plant Design
สอบวันที่ 3 มีนาคม พ.ศ. 2551

ภาควิชาวิศวกรรมเคมีชั้นปีที่ 4
เวลา 9.00 – 12.00 น.

คำเตือน

- 1) อนุญาตให้นำหนังสือเข้าห้องสอบได้
- 2) อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณตามระเบียบของมหาวิทยาลัยได้
- 3) ข้อสอบมีทั้งหมด 13 หน้า 4 ข้อ (100 คะแนน) ให้ทำลงในข้อสอบ หากไม่พอทำในด้านหลัง

ชื่อ-นามสกุล รหัสประจำตัว.....

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบเพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ

ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ

นักศึกษาซึ่งทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

(ดร.บุญพัต สุภานิช)

ผู้ออกข้อสอบ

ข้อสอบนี้ผ่านการประเมินจากภาควิชาวิศวกรรมเคมีแล้ว

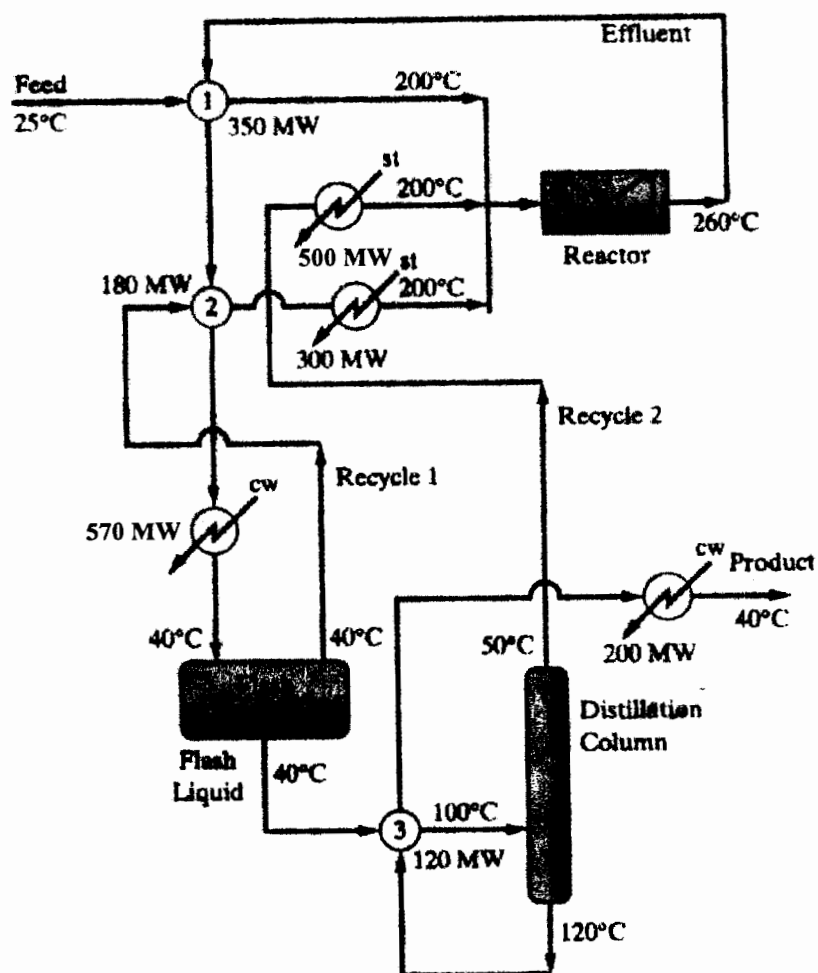
(รศ.ดร.อนวัช สังข์เพชร)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเคมี

ชื่อ-นามสกุล รหัสประจำตัว.....

1) จากแผนผังกระบวนการผลิตที่กำหนดให้ดังรูป

(40 คะแนน)



ให้หาข้อมูลของสายร้อนและเย็นต่างๆ (stream data) แล้วเติมลงในตารางที่กำหนดให้ข้างล่างนี้

ตารางที่ 1: แสดงข้อมูลของสายร้อนและสายเย็นต่างๆ ในกระบวนการ

[illegible]

ชื่อ-นามสกุล รหัสประจำตัว.....

จากข้อมูลที่ท่านหามาได้ในตารางที่ 1 และที่ $\Delta T_{\min} = 10^\circ\text{C}$, ให้ใช้ problem table algorithm ในการหา:

- ก) Pinch interval temperature. (T_{pinch})
- ข) The minimum hot and cold utility requirement ($Q_{\text{Hmin}}, Q_{\text{Cmin}}$)
(ให้ทำในตารางที่ 2)
- ค) ปริมาณ hot and cold utilities ที่ใช้จริงตามในแผนผังกระบวนการผลิตมีค่าเป็นไปตามค่า minimum requirement ที่หาได้จากข้อ ข) หรือไม่ หากไม่ใช่จงหาว่ามีความแตกต่างระหว่างค่าที่ใช้จริงและค่า minimum requirement เท่าไร
- ง) จงวาดรูป Grid Diagram ของโครงข่ายแลกเปลี่ยนความร้อนตามแผนผังกระบวนการ พร้อมทั้งชี้ให้เห็นว่ามีเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนตัวใดบ้างที่แลกเปลี่ยนความร้อนข้ามตำแหน่ง Pinch
- จ) จงวาดรูป Grand Composite Curve ลงในกราฟที่กำหนดให้

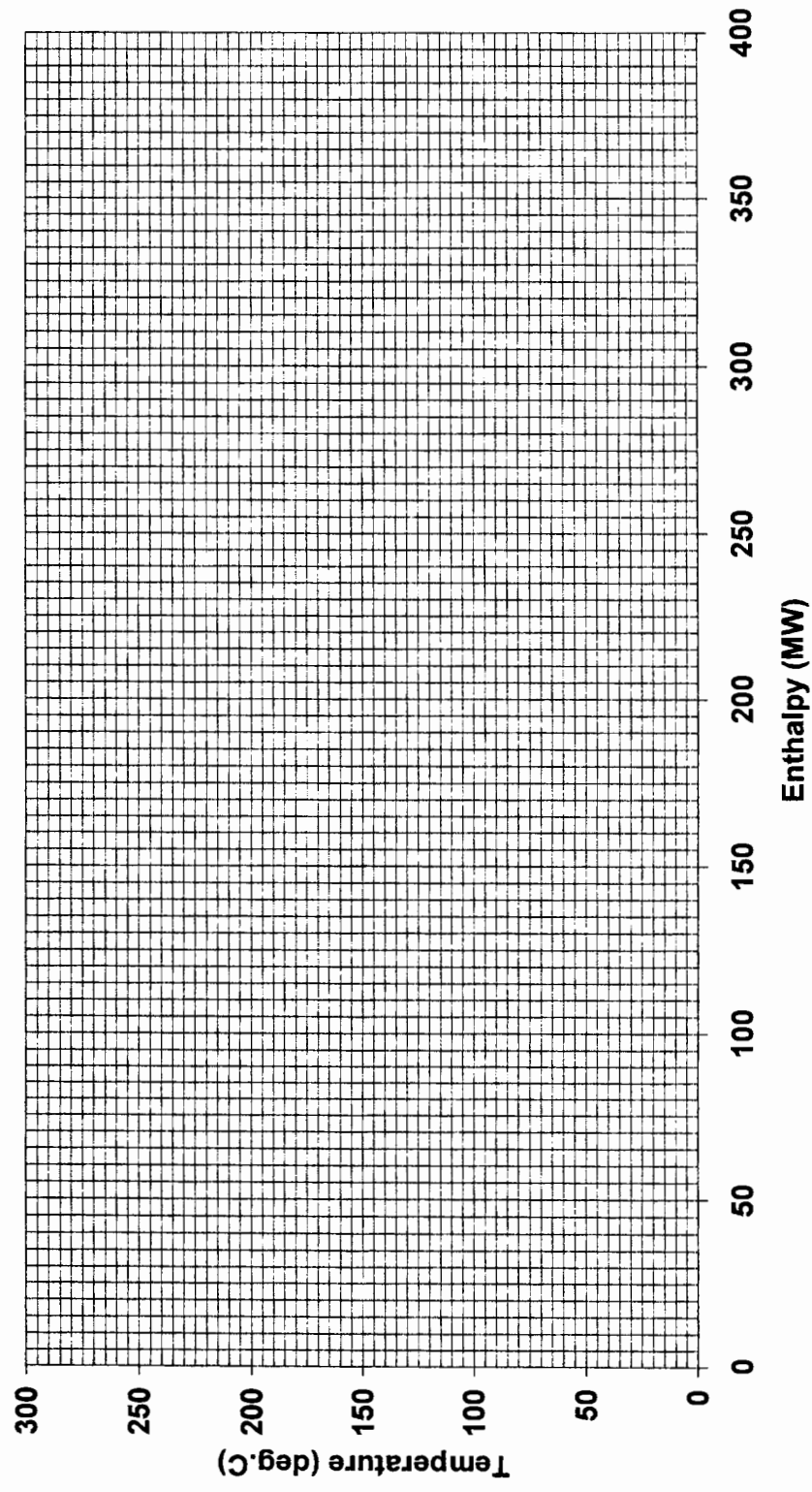
ชื่อ-นามสกุล รหัสประจำตัว.....

ตารางที่ 2 : Surplus/Deficit in each interval temperature

[illegible]

ชื่อ-นามสกุล รหัสประจำตัว.....

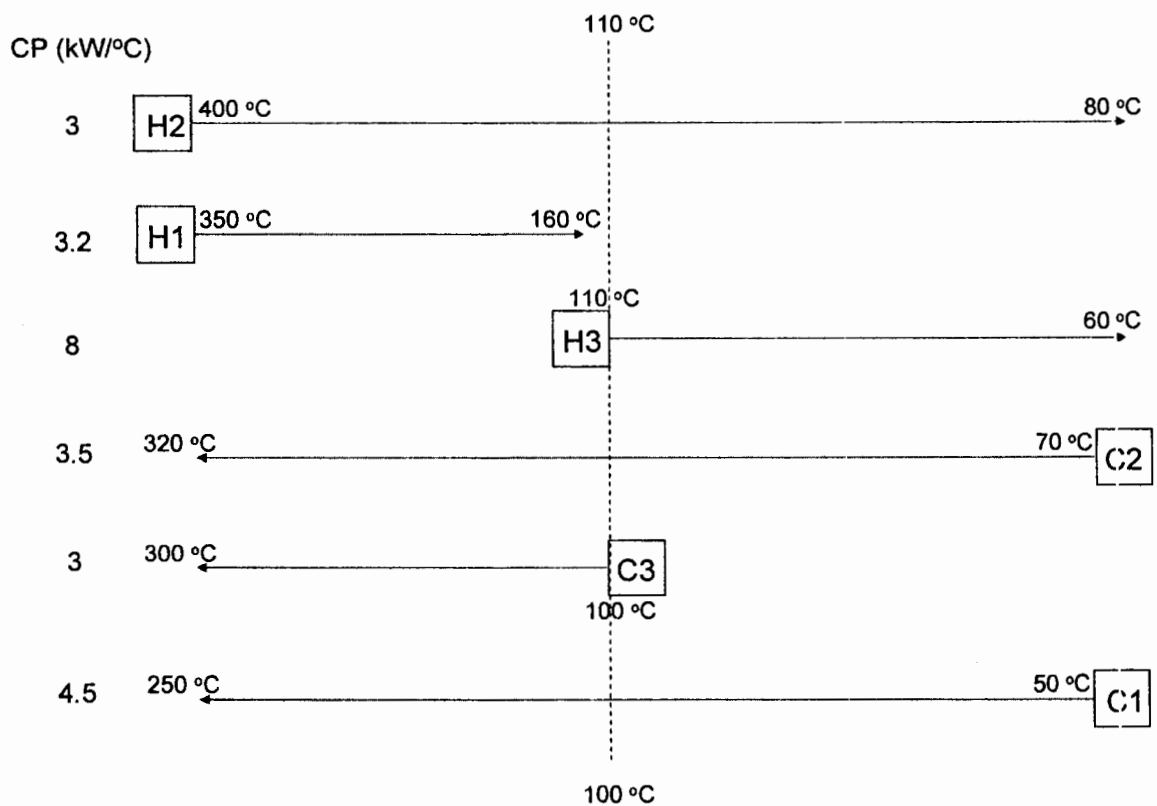
Grand Composite Curve



ชื่อ-นามสกุล รหัสประจำตัว.....

- 2) จากแผนภูมิโครงข่ายเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (Grid Diagram) ที่กำหนดให้ ซึ่งประกอบด้วยสายร้อนและสายเย็นทั้งหมด 6 สาย ค่า $\Delta T_{\min} = 10^\circ\text{C}$ จงออกแบบโครงข่ายเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน เพื่อให้ได้โครงข่ายที่มีการนำความร้อนกลับมาใช้มากที่สุด (MER Network) และค่า Minimum hot and cold utility requirements มีค่าเป็นเท่าไร โดยอธิบายขั้นตอนการเลือกจับคู่สายร้อนและเย็น รวมทั้งแสดงค่าอุณหภูมิที่ทางเข้าและออกของเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้แต่ละตัว

(20 คะแนน)

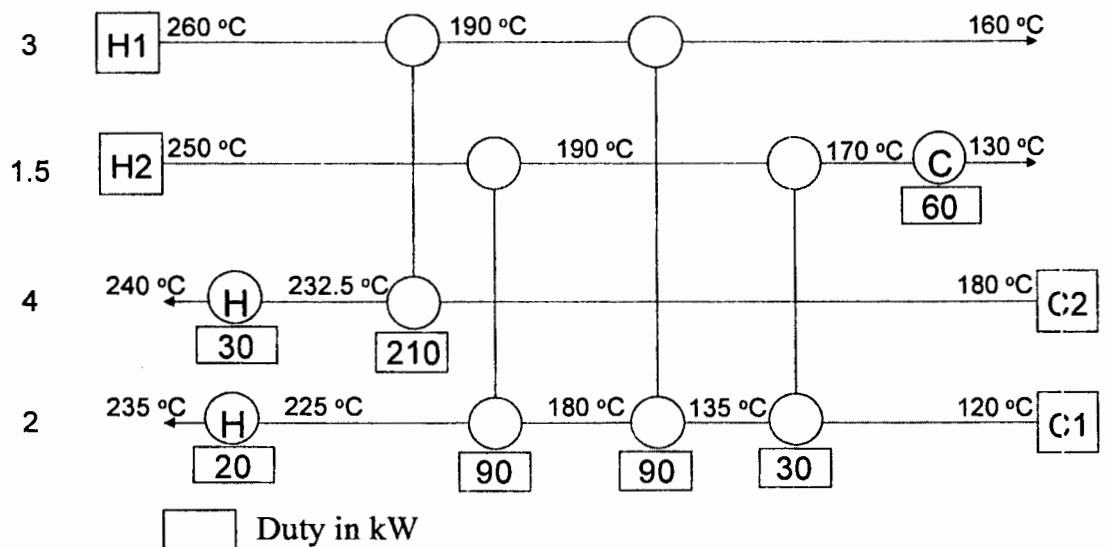


ชื่อ-นามสกุล รหัสประจำตัว.....

- 3) จากแผนภูมิโครงข่ายที่มีการนำความร้อนกลับมาใช้มากที่สุด (MER Network) ที่กำหนดให้ ซึ่งประกอบด้วยสายร้อนและสายเย็นทั้งหมด 4 สาย

(20 คะแนน)

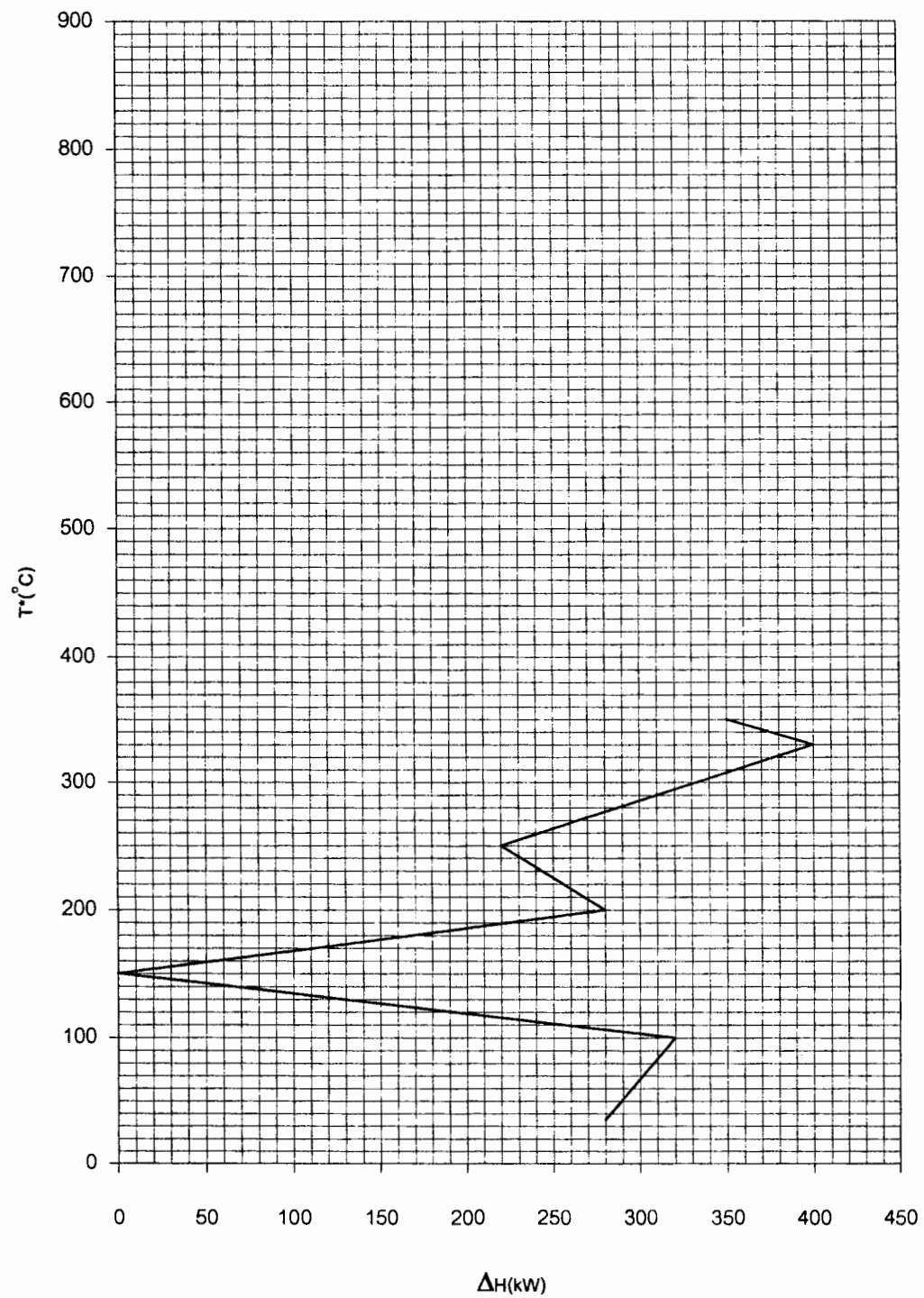
CP (kW/°C)



หากต้องการลดจำนวนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนของโครงข่ายนี้ สามารถลดลงได้มากที่สุดกี่ตัว ให้เหตุผลประกอบพอสังเขป
จากนั้นให้กำจัดเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนออกจากโครงข่ายที่กำหนดให้เพียง 1 ตัว โดยเลือกกำจัด process-to-process exchanger และยังคงรักษาค่า ΔT_{min} ของระบบไว้ที่ 10 °C

ชื่อ-นามสกุล รหัสประจำตัว.....

4) จากรูปกราฟ Grand Composite Curve ที่กำหนดให้ต่อไปนี้



ชื่อ-นามสกุล รหัสประจำตัว.....

ก) จงหาว่าควรจะใช้ duty ของ Utility แต่ละประเภทในปริมาณเท่าใดต่อปี จึงจะมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานรวมต่ำที่สุด และแสดงเส้น Utility line บนกราฟ Grand Composite Curve ข้างต้น

ข) ให้คำนวณปริมาณและค่าใช้จ่ายต่อปีที่จำเป็นต้องใช้ในแต่ละประเภทอย่างละเอียด

ΔT_{\min} ของระบบมีค่าเป็น 20°C และ Utility ต่างๆ มีดังนี้

Flue gas ที่อุณหภูมิ 900°C

เชื้อเพลิงที่ใช้ในการเผาไหม้ เพื่อให้ได้ Flue gas ราคา $3 \text{ \$/kg}$

ค่าความร้อนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงมีค่าเป็น $2,050 \text{ kJ/kg}$

อากาศที่นำมาเผาไหม้กับเชื้อเพลิงมีอุณหภูมิเท่ากับ 30°C

สมมติให้ค่าความจุความร้อนจำเพาะของอากาศ และ Flue gas มีค่าเท่ากัน

และอัตราการไหลของอากาศมีค่าใกล้เคียงกับอัตราการไหลของ Flue gas

ค่าอุณหภูมิต่ำที่สุดที่ไม่ทำให้ไอรดจากการเผาไหม้ใน Flue gas เกิดการควบแน่นเท่ากับ 190°C

HP steam ที่ 300°C ราคาต่อหน่วยเป็น $2.2 \text{ \$/kW.hr}$

MP steam ที่ 250°C ราคาต่อหน่วยเป็น $1.6 \text{ \$/kW.hr}$

Cooling water ในช่วง $20\text{-}30^{\circ}\text{C}$ ราคาต่อหน่วยเป็น $0.2 \text{ \$/kW.hr}$

จำนวนชั่วโมงในการทำงานเท่ากับ 8,000 ชม.ต่อปี

(20 คะแนน)