คณะวิศวกรรมศาสตร์

ข้อสอบปลายภาค: ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2549

วันสอบ: 22 กุมภาพันธ์ 2550 เวลา 9.00-12.00

วิชา 230 – 202 ดุลมวลและพลังงาน 2 ห้องสอบ: R 200

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ข้อสอบมีทั้งหมด 4 ข้อ จำนวน 7 หน้า

ให้นักศึกษาตรวจสอบความเรียบร้อย และเขียนชื่อและรหัสก่อนลงมือทำข้อสอบ

- อนุญาตให้จดบันทึกในกระดาษขนาด A4 เข้าห้องสอบได้ 1 แผ่น
- อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณเข้าห้องสอบได้
- อนุญาตให้ทำข้อสอบด้านหลังได้โดยระบุข้อที่ทำด้วย
- อนุญาตให้ใช้ดินสอทำข้อสอบได้
- **ไม่อนุญาตให้นำข้อสอบออกจากห้องสอบ**

ข้อ	1	2	3	4	รวม
คะแนนเต็ม	35	45	65	35	180
คะแนนที่ได้					

ผศ. ดร. กุลชนาฐ ประเสริฐสิทธิ์ ผู้ออกข้อสอบ

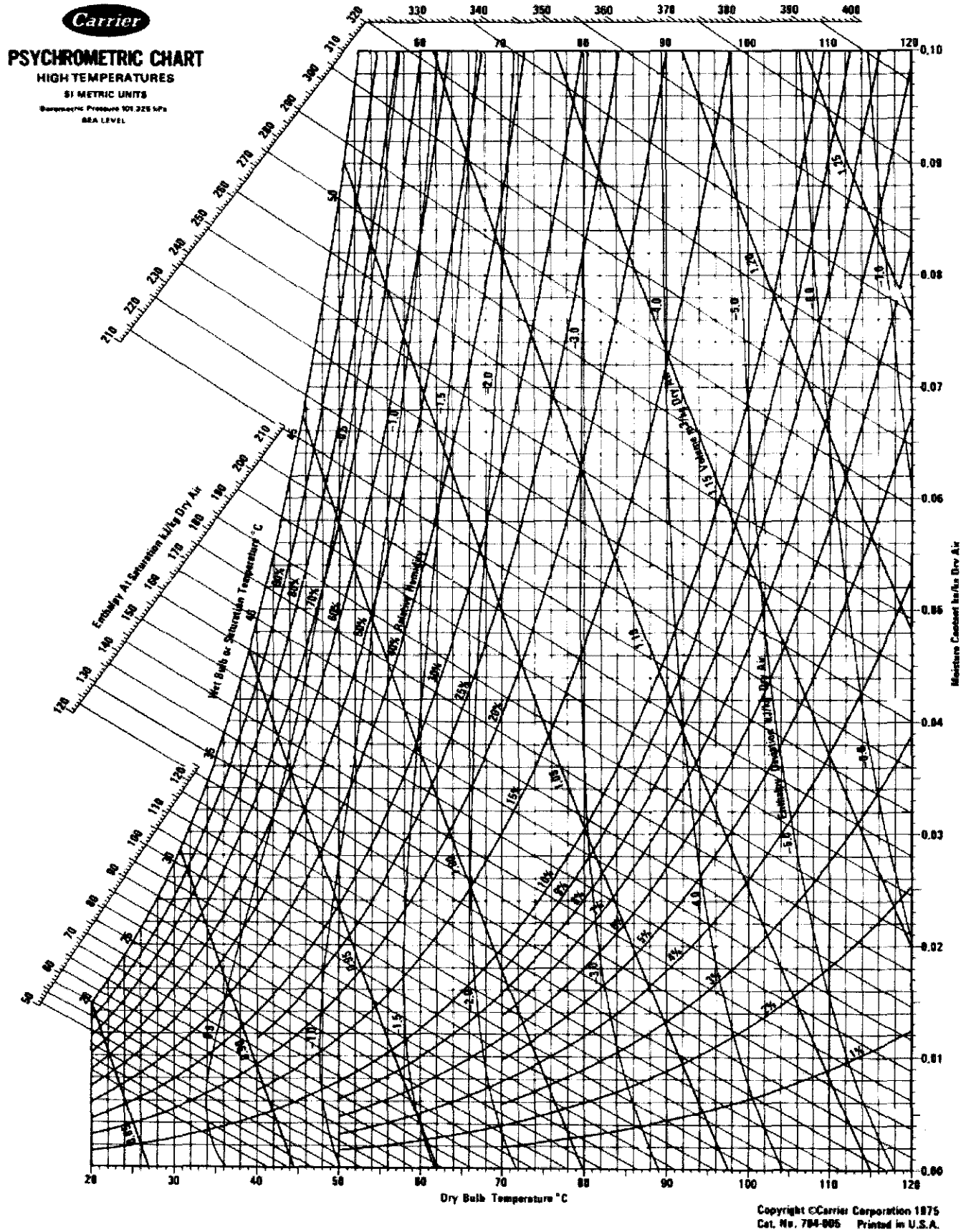
ข้อมูลเพิ่มเติม

Euler integration: $y_{i+1}=y_i+ dy_i/dt\ \Delta t$

Conversion Factor

Quantity	Equivalent Values
Mass	1 kg = 1000 g = 0.001 metric ton = 2.20462 lb_m = 35.27392 oz
Volume	1 m^3 = 1000 liters = 10^6 cm^3 = 10^6 ml = 35.3145 ft^3 = 220.83 imperial gallons = 264.17 gal = 1056.68 qt
Force	1 N = 1 kg.m/s^2 = 10^5 dynes = 10^5 g.cm/s^2 = 0.22481 lb_f
Pressure	1 atm = 1.01325 x 10^5 N/m^2 (Pa)=101.325 kPa = 1.01325 bars= 1.01325 x 10^6cynes/cm^2 =29.921 in Hg at 0°C
	= 760 mm Hg at 0°C (torr) = 10.333 m H_2O at 4°C = 14.696 lb_f/in^2 (psi) = 33.9 ft H_2O at 4°C
Energy	1 J = 1 N.m = 10^7 ergs = 10^7 dyne.cm = 2.778 x 10^{-7} kW.h= 0.2 = 0.7376 ft-lb_f = 9.486 x 10^{-4} Btu
Power	1 W = 1 J/s = 0.23901 cal/s = 0.7376 ft/lb_f/s = 9.486 x 10^{-4} Btu/s = 1.34 x 10^{-3} hp

ชื่อ_____รหัส_____


Carrier
PSYCHROMETRIC CHART
HIGH TEMPERATURES
SI METRIC UNITS
Barometric Pressure 101.325 kPa
SEA LEVEL
Dry Bulb Temperature °C
Moisture Content kg/kg Dry Air
Enthalpy At Saturation kJ/kg Dry Air
Wet Bulb or Saturation Temperature °C
% Relative Humidity
Volume m³/kg Dry Air
Enthalpy Deviation kJ/kg Dry Air
Copyright ©Carrier Corporation 1975
Cat. No. 794-905 Printed in U.S.A.

1 (35 คะแนน) จากแผนภูมิความชื้นที่กำหนดให้จงตอบคำถามต่อไปนี้ (แสดงจุดบนแผนภูมิให้ชัดเจน)

1.1 (ข้อย่อยละ 1 คะแนน) อากาศอิ่มตัวที่มีน้ำต่ออากาศแห้ง (humidity) คิดเป็น 0.04 โดยน้ำหนัก มีค่า

1.1.1 Relative humidity =_____

1.1.2 Wet bulb Temperature =_____

1.1.3 Dry bulb Temperature =_____

1.1.4 Dew Point =_____

1.1.5 Enthalpy deviation (ค่าเบี่ยงเบนเอนทัลปี)_____

1.2 อากาศอุณหภูมิ 70°C ความชื้นสัมพัทธ์ 15% ไหลผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของอากาศที่ทางออกให้สูงขึ้นเป็น 98 °C โดยค่า humidity คงที่ ถ้าอากาศไหลเข้ามาด้วยอัตราการไหล 5 m^3/hr จงหา (แสดงการคำนวณ แสดงจุดบนแผนภูมิให้ชัดเจน และสรุปคำตอบแต่ละข้อ)

1.2.1 (5 คะแนน) อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศแห้งที่เข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน _____

1.2.2 (5 คะแนน) อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศที่เข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน =_____

1.2.3 (10 คะแนน) ความร้อนที่ต้องใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิของอากาศ =_____

1.2.4 (10 คะแนน) ถ้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนมีประสิทธิภาพ 60% ใช้ไอน้ำเป็นตัวแลกเปลี่ยนความร้อน เป็นไปได้หรือไม่ที่จะใช้ไอน้ำร้อนที่ 100 °C เข้าเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและออกจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่อุณหภูมิ 90°C ถ้าเป็นไปได้จะต้องใช้ไอน้ำเท่าไร (Latent heat of vaporization of water = 40.66 kJ/mol)

2. (45 คะแนน) formaldehyde เกิดจากการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันของ methanol gas กับ oxygen gas ตามสมการ

$$\underline{a}\ CH_3OH\ (g) + \underline{b}\ O_2\ (g) \rightarrow \underline{c}\ H_2CO\ (g) + \underline{d}\ H_2O\ (g)$$

กำหนด ΔH_f และ C_p ของสารดังนี้

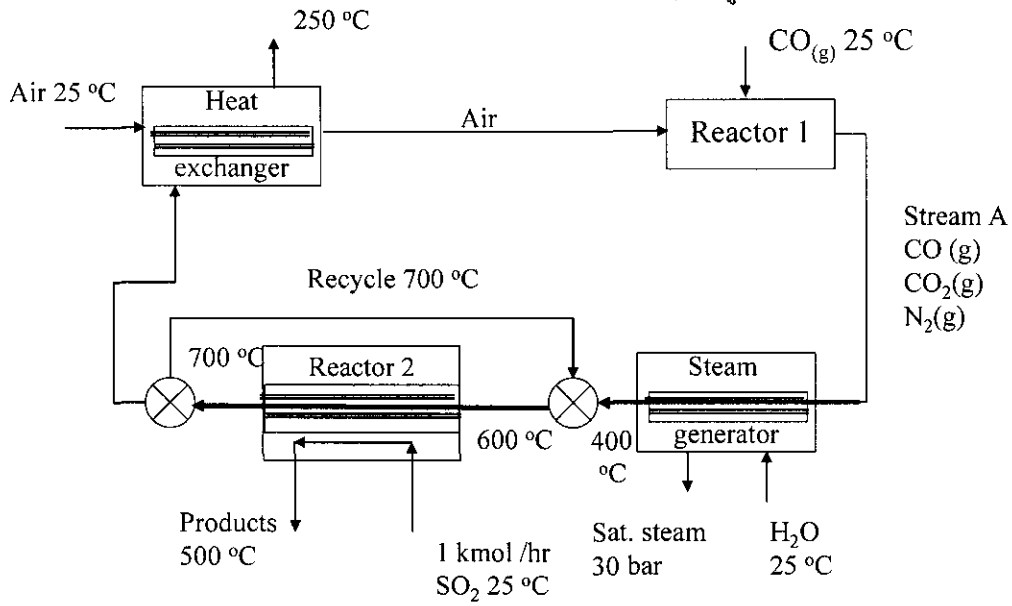
	CH_3OH (g)	O_2 (g)	H_2CO(g)	H_2O(g)
ΔH_f (kJ/mol)	-201.25		-115.89	-241.826
C_P (J/mol ^oC)	$42.93+8.31*10^{-2}T-1.87*10^{-5}T^2$	$29.1+1.158*10^{-2}T-0.61*10^{-5}T^2$	$34.28+4.27*10^{-2}T$	$33.46+0.69*10^{-2}T$

ถ้าสารตั้งต้นทั้งสองถูกป้อนเข้าที่อุณหภูมิ 100°C ปฏิกิริยาเกิดเพียง 90%

2.1 ดุลสมการเคมีที่กำหนดให้

2.2 จงหา adiabatic temperature เมื่อ methanol เข้ามา 64 g

3. (65 คะแนน) $CO_{(g)}$ ถูกนำมาเผากับอากาศเพียง 80% ของอากาศที่ต้องใช้ตามทฤษฎีใน Reactor 1 (100% conversion) แก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ (stream A) ถูกนำมาใช้ผลิตไอน้ำใน steam generator และแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารตั้น (O_2 และ SO_2) ที่เข้า Reactor 2 โดย หลังจาก stream A ออกจาก Reactor 2 แล้ว ส่วนหนึ่งของแก๊สดังกล่าวจะถูกป้อนกลับมารวมกับแก๊สที่ออกจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนและอีกส่วนหนึ่งของแก๊สจะใช้ในการเพิ่มอุณหภูมิให้กับอากาศก่อนที่จะปล่อยทิ้ง (อุปกรณ์ที่มีการแลกเลี่ยนความร้อนกัน จะไม่มีการผสมกันของกระแสทั้งสองกระแส) ดังรูป



และจากการวิเคราะห์ในส่วนของ Reactor 2 ซึ่งเกิดปฏิกิริยาตามสมการ a SO_2 + b O_2 → c SO_3 เพียง 80 % กระแส SO_2 เข้ามา 1 kmol/hr ในปริมาณที่สัมพันธ์กับปริมาณของ O_2 (g) ที่เข้ามา Mole fraction ของกระแสที่เข้าแสดงดังตาราง แต่ยังขาด mole fraction ของกระแสที่ออก

Reactants	Mole fraction	T (°C)	Product	Mole fraction	T (°C)	Stream A	Mole fraction
SO_2(g)	0.667	25	SO_3		500	CO	
O_2(g)	0.333	25	SO_2		500	CO_2	
			O_2		500	N_2	

3.1 (25 คะแนน) จงบอกลำดับขั้นตอนในการคำนวณ เพื่อหาจำนวนโมลของ CO ต่อชั่วโมงที่ใช้ในการเผาไหม้ใน Reactor 1 ที่สอดคล้องกับปริมาณของ SO_2 ที่เข้ามาใน Reactor 2

3.2 (10 คะแนน) เติมตารางของ Mole fraction ที่ยังขาดอยู่

3.3 (15 คะแนน) อัตราการไหลเชิงโมลของกระแส Recycle หาได้อย่างไร

3.4 (15 คะแนน) จำนวนน้ำที่ป้อนเข้าใน steam generator หาได้อย่างไร

4. (35 คะแนน) ถัง *A, B,* and *C* มีน้ำอยู่ถังละ 1000 gal. โดยที่ถัง A และถัง C มีเกลือละลายอยู่แล้วถังละ 3000 lb ถ้าต้องการให้ถังทั้ง3 ใบมีความเข้มข้นของเกลือที่เท่ากันตลอดสามารถทำโดยต่อท่อเชื่อมระหว่างถังทั้ง 3 (A→B→C→A) ดังรูป และใช้ปั๊มทำให้แต่ละกระแสมีอัตราการไหลเท่ากันที่ 50 gpm (gallon/min)

4.1 แสดงสมการเชิงอนุพันธ์ แสดงการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้น C_A, C_B, และ C_C ตามลำดับ.

4.2 จงแสดงวิธีการหาคำตอบของสมการ

4.3 หาเวลาที่น้อยที่สุดที่ทำให้ความเข้มข้นของสารทั้งสามถังเท่ากัน (ถ้าใช้ Euler integration, สามารถใช้ step size = 10 ได้)