รหัส.....

ชื่อ.....

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Final Examination Paper: Semester 2 — Academic year : 2004

Date : February 21, 2005 — Time : 13.30 – 16.30

Subject : 230-323 Unit Operations I — Room : A 400

คำสั่ง

1. ทำทุกข้อ ลงในข้อสอบนี้
2. ให้ทำลงในที่ที่จัดไว้ให้ หากไม่พอ อนุญาตให้ทำด้านหลังได้
3. ใช้ดินสอทำได้
4. อนุญาตให้นำหนังสือเรียนและกราฟความชื้นเข้าห้องสอบได้
5. ห้ามยืมเอกสาร เครื่องคิดเลข ระหว่างการสอบ
6. สามารถสร้างสมมุติฐานการคำนวณได้ แต่ต้องมีเหตุผลที่ดีในการสนับสนุนการสร้างสมมุติฐานนั้น
7. คำตอบที่ได้ต้องแสดงหน่วยของคำตอบด้วย
8. หากต้องการกระดาษกราฟเพิ่มเติม กรุณาแจ้งกรรมการคุมสอบ

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	15	
2	20	
3	15	
4	15	
5	15	
รวม	**80**	

อ.จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ

ผู้ออกข้อสอบ

ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ 10 หน้า โปรดตรวจความเรียบร้อยก่อนลงมือทำ

Conversion factor : 1 atm = 101.3 kPa = 760 mm.Hg

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

รหัส.....

ข้อ 1 (15 คะแนน) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 5% โดยน้ำหนัก มีอุณหภูมิเริ่มต้น 80 ^{o}F ถูกป้อนด้วยอัตรา 2500 lb/hr เข้าสู่เครื่องระเหยเพื่อให้มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็น 40% โดยน้ำหนัก และใช้ความร้อนของไอน้ำอิ่มตัวความดัน 30 psia เป็นแหล่งความร้อนแก่เครื่องระเหย สำหรับบริเวณไอเหนือสารละลายในเครื่องระเหยมีความดัน 6 psia แล้ว

1. จงคำนวณหาอัตราที่ต้องป้อนไอน้ำอิ่มตัวเข้าสู่ระบบและพื้นที่การถ่ายโอนความร้อนของเครื่องระเหยนี้ กำหนดให้ สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนรวมของเครื่องระเหย = 800 btu/hr·ft^{2}·^{o}F
2. หากใช้เครื่องระเหยชนิดเดียวกันจำนวน 2 ตัวมาต่อเป็นระบบระเหยแบบป้อนไปข้างหน้า เพื่อเพิ่มความเข้มข้นสารละลายเจือจางชนิดหนึ่งที่ไม่มีการเกิดระดับอุณหภูมิเดือดแล้ว และความดันที่บริเวณไอเหนือผิวหน้าสารละลายในเครื่องระเหยตัวที่ 2 เป็น 6 psia จงหาอุณหภูมิเดือดของสารละลายในเครื่องระเหยตัวที่ 1 และ 2 ตามลำดับ กำหนดให้
    2.1 สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนรวมในเครื่องระเหยตัวที่ 1 และ 2 เป็น 800 และ 600 btu/hr·ft^{2}·^{o}F ตามลำดับ
    2.2 เครื่องระเหยตัวแรกยังคงรับไอน้ำอิ่มตัวความดัน 30 psia

รหัส.....

ข้อ 2 (20 คะแนน) ต้องการอบแห้งของแข็งเปียกโดยใช้อากาศร้อนไหลผ่านผิวหน้าของแข็งเปียก ถ้าที่สภาวะเริ่มต้นอนุภาคของแข็งเปียกมีอุณหภูมิ 86 °F ปริมาณความชื้นเริ่มต้นเป็น 1.5 ปอนด์น้ำต่อหนึ่งปอนด์ของแข็งแห้ง และน้ำหนักเริ่มต้นของแข็งเปียก 25 ปอนด์ บรรจุอยู่ในภาชนะสี่เหลี่ยมขนาดกว้างXยาว เป็น 1X1 ตารางฟุต สำหรับอากาศร้อนเข้าสู่เครื่องอบแห้งมีอุณหภูมิ 230 °F มีความชื้น 0.03 ปอนด์น้ำต่อหนึ่งปอนด์อากาศแห้งและมีความเร็วผ่านผิวของแข็งเป็น 5 ft/s หากต้องการลดปริมาณความชื้นลงมาเป็น 0.4 ปอนด์น้ำต่อหนึ่งปอนด์ของแข็งแห้ง และอุณหภูมิของแข็งและไอระเหยที่ทางออกเป็น 180 °F

กำหนดให้ 1. ความจุความร้อนของของแข็ง = 0.60 btu/lb°F

2. ความจุความร้อนของไอระเหย = 0.50 btu/lb°F

3. ปริมาณความชื้นวิกฤติ = 0.7 ปอนด์น้ำต่อหนึ่งปอนด์ของแข็งแห้ง

4. อัตราอบแห้งช่วงลดลงเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นผ่านจุดกำเนิดกับปริมาณความชื้น

จงคำนวณหา 1. ปริมาณน้ำที่ต้องระเหย

2. ปริมาณความร้อนที่ถ่ายโอน

3. เวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งทั้งหมด

รหัส.....

ข้อ 3 (15 คะแนน) สารละลายประกอบด้วย $MgSO_4$ 50 lb ต่อน้ำ 150 lb มีอุณหภูมิ 100 °F และอัตราการไหล 2000 lb/hr ถูกป้อนเข้าสู่เครื่องตกผลึกสูญญากาศ ถ้าความดันในเครื่องตกผลึกเป็น 0.214 psia และระบบนี้ไม่เกิดระดับของอุณหภูมิเดือด (Boiling Point Elevation, BPE) แล้ว

1. จงระบุชนิดและปริมาณผลึกที่ได้
2. จงหาแฟรคชันเชิงมวล (mass fraction) ของ $MgSO_4$ ในแมกมา

รหัส.....

ข้อ 4 (15 คะแนน) การทดลองการดูดซับโดยใช้ถ่านกัมมันต์เพื่อดูดซับไอเบนซินออกจากอากาศ ถ้าเบดที่ใช้มีความสูง 15 cm. มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 cm น้ำหนักถ่านกัมมันต์ของเบดเป็น 100 g อุณหภูมิการดูดซับเป็น 30 ^{o}C ความดัน 1 atm ที่สภาวะเริ่มต้นมีเบนซินในอากาศ 0.07% เชิงมวล โดยก๊าซผสมถูกป้อนเข้ามาด้วยอัตรา 900 cm^3/s จากการทดลองเบื้องต้นพบว่าความสูงของเบดส่วนที่ไม่ได้ใช้เป็น 6 cm แล้ว จง

คำนวณหา 1. เวลาที่สมมูลที่จุดหยุด

2. ความจุอิ่มตัว

กำหนดให้ 1. น้ำหนักโมเลกุลเบนซิน = 78 g/mole

2. ความหนาแน่นของก๊าซผสมที่เข้าสู่หอดูดซับเป็น 0.002 g/cm^3

ข้อมูลการทดลองของหอดูดซับที่มีความสูง 15 cm

เวลา (ชั่วโมง)	0	1	3	5	7	8	9	10	11	12	13	13.5
c/c_0	0	0.01	0.03	0.07	0.20	0.35	0.55	0.78	0.90	0.95	0.98	0.99

รหัส.....

ข้อ 5 (15 คะแนน) ถ่านกัมมันต์ที่ผ่านการจุ่มแช่ในซัลเฟอร์ ใช้สำหรับการดูดซับไอปรอทจากอากาศ โดยจะทำให้เกิดเป็นปรอทซัลไฟต์ ดังนั้นกระบวนการดูดซับจะเป็นแบบ irreversible และมีความสามารถการดูดซับเป็น 20% โดยน้ำหนัก (น้ำหนักโมเลกุลของปรอทเป็น 200 g/mole)

1. ถ้ากลไกที่ควบคุมการดูดซับปรอทออกจากอากาศเป็นแบบภายนอกรูพรุน (external mass transfer control) แล้ว จงคำนวณ $k_c a$ ของระบบภายใต้สภาวะการดูดซับที่อุณหภูมิ 290 K ความดัน 700 mm.Hg และถ่านกัมมันต์มีขนาด 4X6 เมช เบดมีความพรุน ε เป็น 0.4 อากาศมีความเร็วไหลผ่านเบด 75 cm/s

2. ความเข้มข้นของปรอทในอากาศที่เข้า $2X10^{-3}$ ppm ที่สภาวะมาตรฐาน ถ้าต้องการลดความเข้มข้นของปรอทให้เหลือน้อยกว่า $2X10^{-7}$ ppm แล้วความสูงของชั้นถ่านกัมมันต์ควรเป็นเท่าไร

3. หากการดูดซับเป็นแบบอุดมคติแล้ว และความสูงของชั้นถ่านกัมมันต์เป็น 50 cm. จงหาเวลาหยุดเมื่อระบบดูดซับเข้าสู่ภาวะอิ่มตัว

กำหนดให้ 1. ขนาดรูเปิดตะแกรงของเมช 4 และ 6 เป็น 4.699 และ 3.327 mm.

2. $k_{c,int}$ = 50 cm/s

3. ความหนาแน่นของเบดถ่านกัมมันต์ ρ_b = 0.5 g/cm^3