รหัส..... .....

ชื่อ..... .....

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Final Examination Paper: Semester 2 Academic year : 2007

Date : February 18, 2008 Time : 13.30 – 16.30

Subject : 230-323 Unit Operations I Room : R 201

คำสั่ง

1. ทำทุกข้อ ลงในข้อสอบนี้
2. ให้ทำลงในที่ที่จัดไว้ให้ หากไม่พอ อนุญาตให้ทำด้านหลังได้
3. ใช้ดินสอทำได้ (2B ขึ้นไป)
4. อนุญาตให้นำหนังสือและเอกสารเข้าห้องได้
5. ห้ามยืมหนังสือ เอกสาร เครื่องคิดเลข ระหว่างการสอบ
6. สามารถสร้างสมมุติฐานการคำนวณได้ แต่ต้องมีเหตุผลที่ดีในการสนับสนุนการสร้างสมมุติฐานนั้น
7. คำตอบที่ได้ต้องแสดงหน่วยของคำตอบด้วย

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได
1	15	
2	25	
3	25	
4	25	
5	25	
รวม	**115**	

อ.จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ

ผู้ออกข้อสอบ

***** ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ 8 หน้า โปรดตรวจความเรียบร้อยก่อนลงมือทำ******

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

รหัส..... .....

1 (15 คะแนน) จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

1. สารละลาย $MgSO_4$ ประกอบด้วย $MgSO_4$ 35% โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 140°F มีสถานะเป็น

ก. สารละลายไม่อิ่มตัว ข. สารละลายอิ่มตัว ค. สารละลายอิ่มตัวยิ่งยวด

ง. สารละลายอิ่มตัวและผลึก $MgSO_4.12H_2O$ จ. สารละลายอิ่มตัวและผลึก $MgSO_4.7H_2O$

ฉ. สารละลายอิ่มตัวและผลึก $MgSO_4.6H_2O$ ช. สารละลายอิ่มตัวและผลึก $MgSO_4.H_2O$

2. สารละลาย $MgSO_4$ ประกอบด้วย $MgSO_4$ 35% โดยน้ำหนัก ที่อุณหภูมิ 120°F มีสถานะเป็น

ก. สารละลายไม่อิ่มตัว ข. สารละลายอิ่มตัว ค. สารละลายอิ่มตัวยิ่งยวด

ง. สารละลายอิ่มตัวและผลึก $MgSO_4.12H_2O$ จ. สารละลายอิ่มตัวและผลึก $MgSO_4.7H_2O$

ฉ. สารละลายอิ่มตัวและผลึก $MgSO_4.6H_2O$ ช. สารละลายอิ่มตัวและผลึก $MgSO_4.H_2O$

3. จากกฎ ΔL ของการเติบโตผลึกนั้น จงเปรียบเทียบอัตราการเติบโตของผลึกที่มีขนาดใหญ่และผลึกที่มีขนาดเล็กที่อยู่ในระบบการผลึกเดียวกัน

ก. อัตราการเติบโตของผลึกที่ใหญ่กว่า จะเร็วกว่า อัตราการเติบโตของผลึกที่เล็กกว่า

ข. อัตราการเติบโตของผลึกที่ใหญ่กว่า จะช้ากว่า อัตราการเติบโตของผลึกที่เล็กกว่า

ค. อัตราการเติบโตของผลึกขนาดใหญ่ จะเท่ากับ อัตราการเติบโตของผลึกขนาดเล็ก B

ง. ไม่สามารถระบุได้

4. ระบบการระเหยสองตัวต่อกัน (A และ B) และมีการป้อนสารแบบไปข้างหน้า โดยอัตราความร้อนของเครื่องระเหยทั้งสองตัวมีค่าเท่ากัน ($q=q_A=q_B$) และเครื่องระเหยทั้งคู่มีพื้นที่การถ่ายโอนความร้อนเท่ากัน ถ้าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนรวมของเครื่อง A มากกว่า B เป็นสองเท่า ($U_A = 2U_B$) แล้ว จงเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิลดในเครื่องระเหย (ΔT) สองเครื่องนี้

ก. $\Delta T_A = 2\Delta T_B$ ข. $\Delta T_A = 0.5\Delta T_B$ ค. $\Delta T_A = \Delta T_B$

ง. $\Delta T_A = \Delta T_B^2$ จ. $\Delta T_A = \Delta T_B^{0.5}$

5. สำหรับการระเหยแบบป้อนไปข้างหน้าของเครื่องระเหย 4 เครื่องต่อเนื่องกัน ข้อใดถูกต้อง

ก. อุณหภูมิของสารละลายในเครื่องระเหยตัวสุดท้ายจะมีค่าต่ำสุด ในขณะที่มีความดันบริเวณไอในเครื่องระเหยตัวสุดท้ายสูงสุด

ข. อุณหภูมิของสารละลายในเครื่องระเหยตัวสุดท้ายจะมีค่าต่ำสุด ในขณะที่มีความดันบริเวณไอในเครื่องระเหยตัวสุดท้ายต่ำสุด

ค. อุณหภูมิของสารละลายในเครื่องระเหยตัวแรกจะมีค่าต่ำสุด ในขณะที่มีความดันบริเวณไอในเครื่องระเหยตัวสุดท้ายต่ำสุด

ง. อุณหภูมิของสารละลายในเครื่องระเหยตัวแรกจะมีค่าต่ำสุด ในขณะที่มีความดันบริเวณไอในเครื่องระเหยตัวสุดท้ายสูงสุด

รหัส.....

2. (25 **คะแนน**) สารละลายอนินทรีย์ 5% โดยน้ำหนัก อุณหภูมิ 150°F ถูกป้อนเข้าเครื่องระเหยด้วยอัตรา 1,000 lb/hr เครื่องระเหยมีพื้นที่การถ่ายโอนความร้อน 50 ft^2 และใช้ความร้อนของไอน้ำอิ่มตัวอุณหภูมิ 300 °F เป็นแหล่งความร้อน เพื่อระเหยน้ำออก สำหรับบริเวณไอเหนือสารละลายในเครื่องระเหยมีอุณหภูมิเดือดของสารละลายเป็น 260°F

กำหนดให้ 1. สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนความร้อนรวมของเครื่องระเหย = 480 $btu/hr \cdot ft^2 \cdot {}^\circ F$

2. เอนทัลปีของสารละลาย h ขึ้นกับอุณหภูมิระบบในหน่วยฟาเรนไฮต์ แสดงได้ดังนี้

$$h\left(\frac{btu}{lb\ \ solution}\right) = \exp\left(\frac{T^\circ F}{100} + 2.4\right) + \exp\left(\frac{T^\circ F}{100} + 1.4\right)$$

จงคำนวณหา 2.1 ปริมาณและความเข้มข้นของสารละลายที่ออกจากเครื่องระเหย

2.2 อัตราการป้อนไอน้ำอิ่มตัวเข้าสู่ระบบ

รหัส..... .....

3. **(25 คะแนน)** ของแข็งเปียกบรรจุในถาดสี่เหลี่ยมมีพื้นที่หน้าตัด (สัมผัสกับอากาศร้อน) 0.25 m^2 ความสูงของแข็งเปียกในถาด 0.08 m อากาศร้อนมีอุณหภูมิกระเปาะแห้ง 90°C อุณหภูมิกระเปาะเปียก 40°C และมีความเร็วเชิงมวลเป็น 2,870 kg/hr.m^2 ถูกส่งเข้าสู่เครื่องอบแห้ง โดยอากาศร้อนเคลื่อนที่ไหลผ่านผิวหน้าของแข็งเปียกด้านบนเท่านั้น

ต้องการลดความชื้นของแข็งเปียกจากสภาวะเริ่มต้น X_1 เป็น 0.35 กิโลกรัมน้ำต่อหนึ่งกิโลกรัมของแข็งแห้ง ไปยังสภาวะสุดท้ายที่มีความชื้น X_2 = 0.10 กิโลกรัมน้ำต่อหนึ่งกิโลกรัมของแข็งแห้ง โดยน้ำหนักของแข็งแห้งที่เข้าสู่เครื่องอบแห้ง 12 kg

กำหนดให้ 1. ปริมาณความชื้นวิกฤติ = 0.20 กิโลกรัมน้ำต่อหนึ่งกิโลกรัมของแข็งแห้ง

2. อัตราอบแห้งช่วงลดลงเป็นฟังก์ชันเชิงเส้นผ่านจุดกำเนิดกับความชื้น

3. ความชื้นสมดุล (X* มีหน่วย กิโลกรัมน้ำต่อหนึ่งกิโลกรัมของแข็งแห้ง) = 0.179H + 0.052

โดย H = ความชื้นในอากาศ (กิโลกรัมของไอน้ำต่อหนึ่งกิโลกรัมอากาศแห้ง)

3.1 จงหาปริมาณของน้ำในของแข็งที่ต้องกำจัดออก

3.2 จงหาเวลาที่ต้องใช้อบแห้งทั้งหมด

3.3 จากกระบวนการข้างต้นนี้ จะสามารถลดความชื้นได้ถึง 0.052 กิโลกรัมน้ำต่อหนึ่งกิโลกรัมของแข็งแห้ง ได้หรือไม่ ถ้าทำได้ ต้องใช้เวลาโดยประมาณเท่าใด (ไม่ต้องคำนวณหาเวลา แต่ให้เปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้ในข้อ 3.2), ถ้าทำไม่ได้ ท่านจะปรับปรุงกระบวนการอบแห้งข้างต้นอย่างไรเพื่อลดความชื้นของแข็งให้ได้ตามต้องการ จงอธิบายให้ชัดเจน (อธิบายแนวทาง พร้อมกับเหตุผลที่เลือกใช้กระบวนการใหม่)

รหัส..... .....

4. (25 คะแนน) สารละลาย $MgSO_4$ 25% โดยมวล อุณหภูมิ 200°F ถูกป้อนเข้าสู่เครื่องตกผลึกทำงานที่อุณหภูมิ 60°F ซึ่งการลดอุณหภูมินี้ส่งผลทำให้น้ำระเหยออกในปริมาณ 20% ของน้ำทั้งหมด ถ้าต้องการผลึกในปริมาณ 500 ปอนด์ แล้ว จงหาคำนวณหา

4.1 ปริมาณของสารละลายป้อนที่ต้องใช้

4.2 ชนิดของผลึกที่ได้

4.3 ความร้อนที่ต้องระบายออกเพื่อการตกผลึก

รหัส..... .....

5. (25 คะแนน) การทดลองการดูดซับเพื่อบำบัดโลหะหนักในน้ำเสียด้วยถ่านกัมมันต์บรรจุอยู่ในคอลัมน์ก ารดูดซับที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 นิ้ว สูง 9 นิ้ว ผลการทดลองแสดงได้ดังตารางที่ 1 และรูปที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดลองการดูดซับ

เวลา (ชั่วโมง)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
c/c_o	0	0.01	0.04	0.10	0.25	0.75	0.95	0.98	0.99	1.00

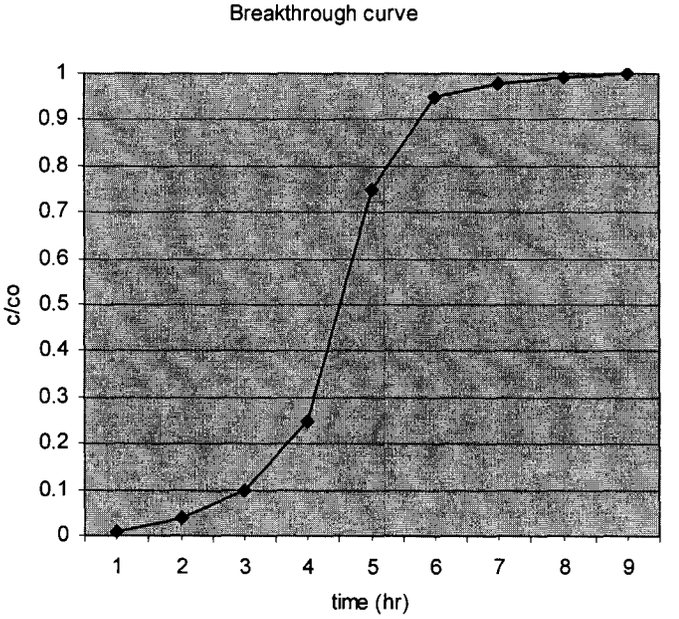
โดย c เป็นความเข้มข้นที่ทางออกจากหอดูดซับ และ c_0 เป็นความเข้มข้นที่ทางเข้าหอดูดซับ การทดล องนี้จะหยุดการทำงาน เมื่อค่า $c/c_0 = 0.10$

ถ้าวิศวกรต้องการขยายขนาดคอลัมน์ใหม่ โดยออกแบบคอลัมน์การดูดซับให้มีใหญ่ขึ้น เพื่อสามารถรับ ฟลักซ์อัตราการไหลของโลหะหนักในคอลัมน์ใหม่ให้มากกว่าการทดลอง 4.5 เท่า และกำหนดความสูงเบดในคอลัมน์ใหม่เป็น 5 ฟุต จงใช้ข้อมูลจากการทดลอง เพื่อออกแบบคอลัมน์ใหม่นี้ (ตัวดูดซับในคอลัมน์ทั้งหมดเป็นของใหม่)

5.1 คำนวณหาความสูงของเบดที่ไม่ได้ใช้

5.2 สำหรับข้อมูลการทดลอง จงหาแฟรคชันความจุการดูดซับที่ใช้จนถึงจุดหยุดเทียบกับความจุการดูดซับอิ่มตัว

5.3 สำหรับคอลัมน์ใหม่การดูดซับ จงหาเวลาหยุดของคอลัมน์ใหม่, และแฟรคชันความจุการดูดซับที่ใช้จนถึงจุดหยุดเทียบกับความจุการดูดซับอิ่มตัว



รูปที่ 1 แสดงเส้นกราฟเบรคทรูผลการทดลองของตารางที่ 1