รหัส_____

ชื่อ_____

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ประจำปีการศึกษา 2547

วันที่ 4 สิงหาคม 2547 เวลา 9.00 – 12.00 น.

วิชา 230-201 Material and Energy Balances I ห้อง R 201

คำสั่ง

1. ทำทุกข้อ ลงในข้อสอบนี้
2. ให้ทำลงในที่ที่จัดไว้ให้ หากไม่พอ อนุญาตให้ทำด้านหลังได้
3. ใช้ดินสอทำได้
4. อนุญาตให้นำหนังสือและเอกสารเข้าห้องสอบได้
5. ห้ามยืมเอกสาร เครื่องคิดเลข ระหว่างการสอบ
6. สามารถสร้างสมมุติฐานในการคำนวณได้ แต่ต้องมีเหตุผลที่ดีในการสนับสนุนการสร้างสมมุติฐานนั้น

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	15	
2	15	
3	15	
4	15	
5	15	
6	25	
รวม	100	

อ.จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ

ผู้ออกข้อสอบ

******ข้อสอบมีทั้งหมด 6 ข้อ 9 หน้า โปรดตรวจความเรียบร้อยก่อนลงมือทำ******

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

รหัส_____

ข้อ 1. (15 คะแนน) ให้ใส่ √ หน้าข้อที่ถูก และใส่ X หน้าข้อที่ผิด

1.1 ____ สมการ z (kg/s) = a tan (Q) แล้ว หน่วยของ a เป็น kg/s และ Q จะเป็น ไม่มีหน่วย

1.2 ____ กฎการปัดตัวเลข 13.35 นั้น จะได้เป็น 13.30

1.3 ____ ผลคูณระหว่าง (5.74)(38.27) = 219.67 ถูกต้องตามหลักการของเลขนัยสำคัญ

1.4 ____ หากปฏิกิริยาการเผาไหม้เกิดขึ้นเพียง 70% แล้ว ปริมาณออกซิเจนตามทฤษฎีจะลดลงในสัดส่วน 70% ด้วย

1.5 ____ อัตราส่วนระหว่างอัตราการไหลเชิงมวลต่ออัตราการไหลเชิงปริมาตรมีค่าเท่ากับความหนาแน่นของสาร

1.6 ____ ปริมาตรจะไม่สูญหายไปหรือเพิ่มขึ้นได้ ดังนั้นเมื่อผสมสารสองชนิดเข้าด้วยกัน ปริมาตรของสารผสมจะเท่ากันผลรวมของปริมาตรของสารแต่ละชนิด

1.7 ____ สมการที่มีเอกพันธ์เชิงมิติจะเป็นสมการที่เป็นจริงเสมอ

1.8 ____ค่าความถ่วงจำเพาะแสดงถึงอัตราส่วนของความหนาแน่นของสารที่สนใจเทียบกับความหนาแน่นของสารอ้างอิงที่อุณหภูมิใดๆ ก็ได้

1.9 ____ การดุลมวลสารสามารถทำบนฐานของปริมาตร เพราะปริมาตรเป็นค่าที่วัดได้ง่าย

1.10____ความดันที่ได้จากมานอมิเตอร์แบบ differential จะไม่ขึ้นกับความหนาแน่นของของไหลในท่อที่ต้องการวัด แต่จะขึ้นกับความหนาแน่นของของไหลในมานอมิเตอร์เท่านั้น

รหัส_____

ข้อ 2 (15 คะแนน) ปฏิกิริยาการเผาไหม้แบบบริบูรณ์ (complete combustion) ในเตาเผา ระหว่างก๊าซเพนเทน (C_5H_{12}) 200 โมล กับออกซิเจน 200 โมล จงตอบคำถามต่อไปนี้

2.1 จงแสดงแผนภูมิสายงาน (flowchart) ของกระบวนการนี้ให้ครบ

2.2 จงเขียนสมการปริมาณสัมพันธ์ (stoichiometric equation) ของการเผาไหม้

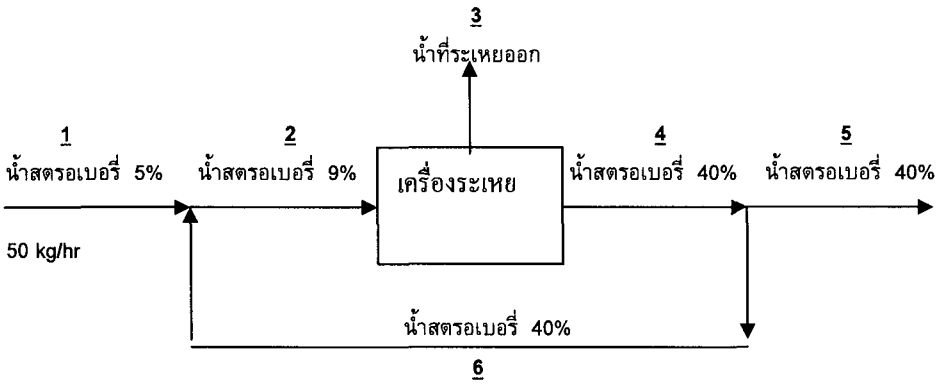
2.3 สารตัวใดเป็นสารเข้าทำปฏิกิริยาจำกัด (แสดงการคำนวณด้วย)

2.4 แฟรกชันเกินพอของสารเข้าทำปฏิกิริยาเกินพอเป็นเท่าใด

2.5 องค์ประกอบเชิงมวลของก๊าซผสมที่ได้จากการเผาไหม้นี้รวมทั้งหามวลโมเลกุลเฉลี่ย (average molecular weight) ของก๊าซผสมนี้ด้วย

รหัส_____

ข้อ 3 (15 คะแนน) บริษัทแคลิฟอร์เนียฟูดส์ต้องการผลิตน้ำสตรอเบอรี่เข้มข้น 40% โดยมวล ซึ่งใช้สารป้อนใหม่เป็นน้ำสตรอเบอรี่ 5% เชิงมวล ปริมาณ 50 kg/hr โดยใช้กระบวนการผลิตตามข้างล่างนี้



หมายเหตุ : ความเข้มข้นที่แสดงอยู่ในหน่วยเปอร์เซ็นต์เชิงมวลของเนื้อสตรอเบอรี่

โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเครื่องระเหยเป็นน้ำสตรอเบอรี่เข้มข้น 40% โดยมวลนั้น บางส่วนจะถูกรีไซเคิลกลับเข้าไปรวมกับสารป้อนใหม่ ก่อนจะเข้าสู่เครื่องระเหย จงคำนวณหาอัตราการไหลของกระแสรีไซเคิล (เบอร์ 6), กระแสผลิตภัณฑ์ (เบอร์ 5) และกระแสของสารป้อนก่อนเข้าเครื่องระเหย (เบอร์ 2) ในหน่วยของ kg/hr

รหัส_____

ข้อ 4 (15 คะแนน) นอร์มัลเฮกเซน (n-Hexane) ถูกนำไปเผากับอากาศที่เกินพอ พบว่าสัดส่วนองค์ประกอบเชิงโมลของก๊าซที่ได้จากการเผาไหม้บนฐานแห้งนั้นประกอบด้วย n-Hexane 0.268% , oxygen 7.60%, carbon dioxide 9.10% และที่เหลือเป็นไนโตรเจน จงคำนวณหา

5.1 เปอร์เซ็นต์ของอากาศที่เกินพอ

5.2 ค่าการเปลี่ยน (fractional conversion) ของนอร์มัลเฮกเซนนี้

รหัส_____

ข้อ 5 (15 คะแนน) ต้องการผลิตโมโนคลอโรอีเทน (Momochloroethane) (C_2H_5Cl) โดยใช้วัตถุดิบเป็นอีเทน (C_2H_6) และคลอรีน (Cl_2) ตามปฏิกิริยา 4.1 นอกจากนี้ระบบจะมีปฏิกิริยาข้างเคียงที่ไม่ต้องการ เกิดขึ้นด้วย โดยปฏิกิริยาข้างเคียงนี้จะเกิดระหว่างโมโนคลอโรอีเทนที่ได้จากปฏิกิริยา 4.1 ทำปฏิกิริยากับคลอรีนที่ยังมีอยู่ ซึ่งจะได้เป็นไดคลอโรอีเทน (Dichloroethane) ($C_2H_4Cl_2$) ตามปฏิกิริยา 4.2

กำหนดให้

1. ค่าการเปลี่ยนของอีเทน (fractional conversion) เป็น 0.13
2. ค่าการเลือก (selectivity) เป็น 13.3 โมลของโมโนคลอโรอีเทนต่อหนึ่งโมลของไดคลอโรอีเทน
3. ไม่มีคลอรีนเหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ที่ทางออกเลย

$$C_2H_6 + Cl_2 \rightarrow C_2H_5Cl + HCl \qquad (4.1)$$

$$C_2H_5Cl + Cl_2 \rightarrow C_2H_4Cl_2 + HCl \qquad (4.2)$$

ถ้าต้องการผลิตโมโนคลอโรอีเทน 100 mole แล้ว จงคำนวณหาสัดส่วนองค์ประกอบเชิงโมล (molar composition) ของสารต่างๆ ในกระแสผลิตภัณฑ์ที่ออกจากถังปฏิกรณ์

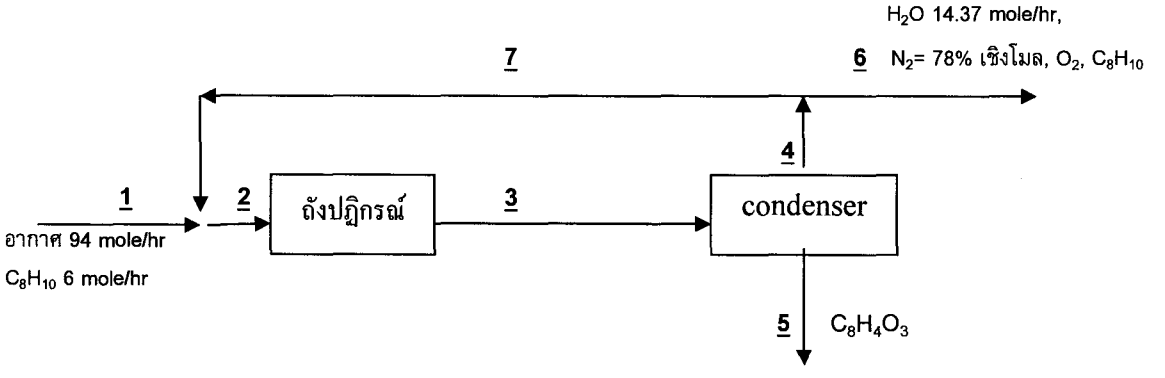
รหัส_____

ข้อ 6 (25 คะแนน) ต้องการผลิต Phthalic anhydride หรือ PA ($C_8H_4O_3$) โดยใช้ปฏิกิริยาระหว่างไซลีน (C_8H_{10}) กับออกซิเจน (O_2) ดังนี้

$$C_8H_{10} + 3\ O_2 \rightarrow C_8H_4O_3 + 3H_2O$$

กำหนดให้กระบวนการผลิตมีดังนี้

1. กระแสป้อนใหม่ (fresh feed) ประกอบด้วยอากาศ 94 mole/hr และ C_8H_{10} 6 mole/hr
2. กระแสป้อนใหม่นี้จะรวมกับกระแสรีไซเคิลแล้วจึงส่งเข้าถังปฏิกรณ์ (reactor) โดยมีแฟรคชันการเกิดปฏิกิริยาผ่านครั้งเดียว (single pass conversion) ของ C_8H_{10} เป็น 0.6
3. ผลิตภัณฑ์ที่ออกจากถังปฏิกรณ์ทั้งหมดจะถูกส่งเข้า condenser เพื่อแยกเอาเฉพาะส่วน PA ออกไปทางกระแสเบอร์ 5 ในขณะที่ส่วนที่เหลือ (H_2O, N_2, O_2, C_8H_{10}) จะถูกดึงออกไปด้านบนของ condenser ออกไปทางกระแสเบอร์ 4
4. เพื่อป้องกันการสะสมของสารในระบบ ดังนั้นจึงมีกระแสเป่าทิ้ง (purge stream) คือกระแสเบอร์ 6 สำหรับส่วนที่ไม่ได้เป่าทิ้งหรือกระแสเบอร์ 7 จะถูกรีไซเคิลกลับเข้าสู่ระบบ ดังรูปข้างล่างนี้
5. กำหนดให้ : กระแสเป่าทิ้ง เบอร์ 6 : มีปริมาณน้ำอยู่ 14.37 mole/hr รวมทั้งมีสัดส่วนของไนโตรเจนเป็น 78% เชิงโมล



6.1 จงคำนวณอัตราการไหลของกระแสเป่าทิ้ง, กระแสรีไซเคิล และกระแสผลิตภัณฑ์ของ PA (เบอร์ 5) (mole/hr)

6.2 สัดส่วนองค์ประกอบเชิงโมลในกระแสเป่าทิ้ง (เบอร์ 6)