ชื่อ.....รหัส.....

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Final Examination Semester II — Academic year: 2004

Date : Feburary 25, 2005 — Time : 13.30-16.30 pm

Subject : 231-322 Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design II — Room: R300

****

คำสั่ง

- นำหนังสือ เอกสาร เครื่องคิดเลข ทุกประเภทเข้าห้องสอบได้
- ข้อสอบมีทั้งหมด 5 ข้อ ต้องทำทุกข้อ
- คะแนนเต็มทั้งหมด 105 คะแนน
- ให้นักศึกษาทำข้อสอบในข้อสอบโดยเขียนชื่อ รหัสประจำตัวในที่ที่กำหนดไว้ในข้อสอบทุกหน้า
- ห้ามนำข้อสอบทั้งหมดหรือบางส่วนออกนอกห้องสอบ
- ห้ามหยิบยืมเครื่องคำนวณ หนังสือ เอกสาร หรืออุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งกันและกัน นักศึกษาสามารถใช้ดินสอในการทำข้อสอบและสามารถใช้กระดาษด้านหลังในการทำข้อสอบได้

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	25	
3	20	
4	20	
5	20	
รวม	105	

****

ข้อสอบมีทั้งหมด 12 หน้า โปรดตรวจสอบความถูกต้องก่อนลงมือทำ

ผศ.ดร.จรัญ บุญกาญจน์

20 กุมภาพันธ์ 2548

ผู้ออกข้อสอบ

ชื่อ.....รหัส.....

1. (20 คะแนน)

ปฏิกิริยา $2A+B \rightarrow C$ ถูกทดลองศึกษาการเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 500 K ในปฏิกรณ์แบบอนุพันธ์ ที่บรรจุด้วยแคทาลิสต์ทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 mm โดยมีข้อมูลการดำเนินการต่างๆ ดังต่อไปนี้

อัตราเร็วปฏิกิริยาเป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง โดย $-r_A'$ (obs) = $k_{obs}C_A$= 0.01 mol kg^{-1} s^{-1}

ฟลักซ์เชิงมวลของแก๊ส G = 0.05 kg m^{-2} s^{-1}

สัดส่วนโมลโดยเฉลี่ยของแก๊ส (ตลอดความยาวของปฏิกรณ์) y_A = 0.6, y_B = 0.2 และ y_C = 0.2

น้ำหนักโมเลกุลของแก๊สผสมโดยเฉลี่ย $M_{avg.}$ = $12x10^{-3}$ kg mol^{-1}

ความหนาแน่นปรากฏของแคทาลิสต์ ρ_p = 900 kg m^{-3}

ความหนืดของแก๊สผสมโดยเฉลี่ย μ = $1.2x10^{-5}$ kg m^{-1} s^{-1}

ความดันรวมของแก๊สโดยเฉลี่ยตลอดความยาวของปฏิกรณ์ = 1.015 atm

สัมประสิทธิ์การแพร่แบบโมเลกุล

D_{AB} = $5x10^{-5}$ m^2s^{-1}

D_{AC} = $6x10^{-6}$ m^2s^{-1}

จงคำนวณหา

1.1 สัมประสิทธิ์การแพร่แบบโมเลกุลยังผล (Effective molecular diffusion coefficient, D_{Am})

1.2 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทมวลผ่านฟลูอิดฟิล์ม (k_G)

ชื่อ.....รหัส.....

2. (25 คะแนน)

จากโจทย์ข้อที่ 1

2.1 จงประมาณค่าความเข้มข้นของ A ที่บริเวณผิวของแคทาลิสต์

2.2 ถ้าความเข้มข้นของ A ในอนุภาคแคทาลิสต์ที่ตำแหน่งครึ่งหนึ่งของรัศมีของแคทาลิสต์มีค่าเท่ากับ 11.40 mol m^{-3} จากข้อมูลที่คำนวณได้ในข้อ 2.1 และข้อมูลที่กำหนดให้ในโจทย์ข้อที่ 1 จงคำนวณหา

- ค่า Thiele modulus (ϕ_1)
- ค่า effectiveness factor (η)
- อัตราเร็วปฏิกิริยาในตัว (intrinsic rate, $-r_A'$) และค่าคงที่ปฏิกิริยาในตัว (k_{m1})
- สัมประสิทธิ์การแพร่ยังผล (Effective diffusivity, D_e)

ชื่อ.....รหัส.....

3 (20 คะแนน)

ปฏิกิริยาในวัฏภาคของเหลว A⟶2B เกิดขึ้นในปฏิกรณ์แบบ CSTR ปริมาตร 1000 dm^3 สารทำปฏิกิริยา A ในสารละลายเฉื่อย ความเข้มข้น 0.03 mol dm^{-3} ถูกป้อนเข้าสู่ปฏิกรณ์ด้วยอัตรา F_{A0} = 10 mol min^{-1} อุณหภูมิของสารป้อน T_0 = 300 K และมีการถ่ายเทความร้อนโดยกำหนดให้ UA = 40 kJ min^{-1} K^{-1}, T_a = 298 K อัตราเร็วปฏิกิริยาของ A เป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง มีค่าคงที่ปฏิกิริยาเป็น k = 2.14×10^7 exp(-5592.97/T) min^{-1} ข้อมูลอื่นๆ เป็นดังนี้

$\Delta H_R(T)$ = - 209 kJ mol^{-1} (เป็นค่าคงที่เฉลี่ยในช่วงอุณหภูมิ 300-500 K)

ค่าความจุความร้อนเฉลี่ยของสารป้อน $\tilde{C}_P$ = 3.8 kJ mol^{-1} K^{-1} (เป็นค่าคงที่เฉลี่ยในช่วงอุณหภูมิ 300-500 K)

จงคำนวณ หาอุณหภูมิ และ คอนเวอร์ชันของ A

ชื่อ.....รหัส.....

4. (20 คะแนน)

ปฏิกิริยา A→C+D เกิดขึ้นในสถานะแก๊สภายในเครื่องปฏิกรณ์แบบท่อไหลที่ไม่มีการแลกเปลี่ยนความร้อน สารป้อนประกอบด้วยแก๊ส A 80% และแก๊สเฉื่อย 20% ถูกป้อนเข้าเครื่องปฏิกรณ์ด้วยอัตราการไหลเชิงโมล 1 kmol s^{-1} ที่อุณหภูมิทางเข้า 330 K ความดันปฏิกิริยาคงที่ที่ 5 atm ถ้าต้องการคอนเวอร์ชันของ A เท่ากับ 80% <u>จงหาปริมาตรของเครื่องปฏิกรณ์</u> กำหนดให้ อัตราเร็วปฏิกิริยาของสาร A เป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง พลังงานก่อกัมมันต์ ค่าคงที่ปฏิกิริยา ค่าความจุความร้อนเชิงโมลโดยเฉลี่ยของสาร A, C, D และ แก๊สเฉื่อย และค่าความร้อนปฏิกิริยาเป็นดังนี้

E = 25x10^3 J mol^{-1}, k = 3.6x10^{-3} s^{-1}, $\tilde{C}_{pA}$ = 84 J mol^{-1} K^{-1}, $\tilde{C}_{pC}$ = 42 J mol^{-1} K^{-1}, $\tilde{C}_{pD}$ = 50 J mol^{-1} K^{-1}, $\tilde{C}_{pI}$ = 63 J mol^{-1} K^{-1}, ΔH_R^0 (298.2) = -1.2x10^4 J mol^{-1}

ชื่อ.....รหัส.....

5. (20 คะแนน)

ข้อสอบข้อที่ 5 เป็นข้อสอบที่วัดความรู้ที่นักศึกษาได้รับจากการสืบค้นข้อมูลและการนำเสนอในห้องเรียน จงทำเครื่องหมาย ถูก (√) หลังข้อที่ถูก และทำเครื่องหมายผิด (X) หลังข้อที่ผิด

	ถูก (√)	ผิด (X)
1. HPA คือชนิดของแคทาลิสต์ที่มีความเป็นเบสสูง		
2. CMR (Catalyst membrane reactor) สามารถลดอุณหภูมิและคอนเวอร์ชันของปฏิกิริยาได้ จึงนิยมนำมาประยุกต์ใช้ใน Steam reforming reaction ของเมทานอล		
3. Mesopore คือขนาดของรูพรุนที่อยู่ในช่วง 2-50 μm		
4. CDS (computer designed shape) ใช้ทำนายขนาดของแคทาลิสต์ในระหว่างการเกิดปฏิกิริยาได้		
5. Knudsen Diffusion คือการเคลื่อนที่ของโมเลกุลภายในรูพรุนขนาดใหญ่ ทำให้เกิดการชนกันระหว่างโมเลกุลกับผนังของรูพรุนและการเคลื่อนที่จะมีทิศทางที่เป็นระเบียบ		
6. ตัวเร่งปฏิกริยา Al-MCM-41 เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่นิยมใช้กับไฮโดรคาร์บอนช่วง C_5-C_{12}		
7. Surface reaction เป็นขั้นตอนควบคุมกระบวนการ Catalytic oxidation ของ CO		
8. Sol-gel คือเทคนิคที่ใช้เตรียมแคทาลิสต์โดยใช้ polymer เป็นสารเติมเพื่อสร้างรูพรุนขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่อกัน		
9. ความคดเคี้ยวของวัสดุรูพรุนโดยส่วนใหญ่จะมีค่าอยู่ในช่วง 3-6		
10. ความต้านทานการแพร่ภายในแคทาลิสต์แปรผกผันกับ effectiveness factor		
11. CTF คือ catalytic temperature furnace ที่ใช้ในการเตรียมแคทาลิสต์		
12. Activity ของแคทาลิสต์จะเพิ่มขึ้นถ้าเพิ่มอุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา		
13 PEI (Membrane material polyetherimide) เป็นวัสดุที่นิยมใช้ร่วมกับแคทาลิสต์ Pd/Cu เพื่อสร้างโครงสร้างรูพรุนขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถใช้ลดไนเตรตในน้ำดื่มได้		
14. BET เป็นเทคนิคการหาพื้นผิวจำเพาะของแคทาลิสต์ที่อาศัยการดูดซับของN_2 ที่อุณหภูมิซึ่งเป็นจุดเดือดของ liquid Nitrogen		
15. TEM สามารถใช้หาปริมาณ และขนาดของผลึกได้ โดยอาศัยการดูดซับรังสีที่แตกต่างกัน		
16. การเติมสาร organics เช่น PEG (Poly ethylene glycol) ในการเตรียม Single-wall carbon nanotube (SWNTs) จะเพิ่มพื้นที่ผิวและ active site ของแคทาลิสต์		
17. การเตรียมแคทาลิสต์โดยเทคนิคการปรับเปลี่ยนพื้นผิวของโมเลกุล (macromolecule surface modified method) จะได้แคทาลิสต์ที่มีคุณสมบัติดีกว่าการเตรียมโดย sol-gel method		
18. SWNH (Single-wall carbon nanohorns) สามารถใช้เป็นแคทาลิสต์ในปฏิกิริยาออกซิเดชันของแอลกอฮอล์ได้ดี		

ชื่อ.....รหัส.....

	ถูก (√)	ผิด (X)
19. Ni เป็นแคทาลิสต์ที่เหมาะสมสำหรับปฏิกิริยา reforming		
20. กระบวนการ Hydroisomerization เป็นกระบวนการที่ต้องใช้ bifunctional catalyst คือต้องมี (de)hydrogenation metal function และ protonating acid function		