PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING

Midterm Examination : Semester I Academic year : 2007

Date : August 1st, 2007 Time : 9.00 – 12.00, Room : A201 and A203

Subject : 231-321 Chemical Engineering Kinetics & Reaction Design I

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้น หรือ พักการเรียน 1 ภาคการศึกษา และ โทษสูงสุดคือ ให้ออก

คำสั่ง

1. ห้ามนำข้อสอบบางส่วนหรือทั้งหมดออกจากห้องสอบ
2. อนุญาตให้นำเอกสาร หนังสือ เครื่องคำนวณ ทุกชนิด เข้าห้องสอบได้
3. ห้ามหยิบยืมเอกสารใดๆ และพูดคุยกับนักศึกษาอื่นขณะทำข้อสอบ
4. สามารถใช้ดินสอในการทำข้อสอบได้

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	25	
2	20	
3	10	
4	25	
5	20	
6	10	
7	30	
รวม	**140**	

ข้อสอบทั้งหมดมี 7 ข้อ 10 หน้า (รวมปก) กรุณาตรวจสอบความถูกต้องก่อนลงมือทำ

พิมพรรณ เกียรติชิมกุล
ผู้สอน/ออกข้อสอบ
26 กรกฎาคม 2550

ข้อ 1 (25 คะแนน) จงหา Activation energy และ Frequency factor จากข้อมูลต่อไปนี้

$T(^{o}C)$	$k(min^{-1})$
0	0.001
100	0.050

กำหนดให้ใช้ ค่า R = 1.99 cal/mol·K

ข้อ 2 (20 คะแนน) พิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้ และตอบคำถาม

ก) $CH_3COOC_2H_5 + C_4H_9OH \rightarrow CH_3COOC_4H_9 + C_2H_5OH$

$A + B \rightarrow C + D$

เมื่อ $-r_A = k\left[C_A C_B - \frac{C_C C_D}{K_C}\right]$

จากกฎอัตราด้านบน ปฏิกิริยานี้มี overall order of reaction = ...

ในช่วงต้นของปฏิกิริยา (เมื่อปฏิกิริยาเริ่มเกิดได้ไม่นาน) กฎอัตราน่าจะเขียนได้เป็น

ข) $\frac{1}{2}N_2 + \frac{3}{2}H_2 \rightarrow NH_3$

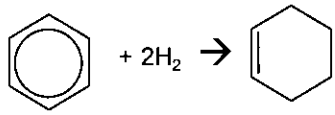
เมื่อปฏิกิริยาเป็น Elementary reaction จงเขียน relative rate of reaction ในรูปของ $-r_A$

ค) $C_2H_6(g) + 2Br(g) \rightarrow C_2H_4Br_2(l,g) + 2HBr(g)$

ให้ทำนายว่าการปฏิกิริยาน่าจะเกิดใน phase ไหน

ง) $C_2H_6 \rightarrow C_2H_4 + H_2$

เมื่อมีกฎอัตรา $-r_A = kC_{C_2H_6}$ ปฏิกิริยานี้เป็น elementary reaction หรือ non-elementary reaction (หรือ อื่นๆ) เพราะเหตุใด

จ)  $+ 2H_2 \rightarrow$

มีค่า rate constant; k คงที่ เท่ากับ $\frac{53 \quad mol}{kg_{cat} \cdot min \cdot atm^3}$

ปฏิกิริยานี้มี overall order of reaction เท่ากับ .....

ฉ) $2A \rightarrow$ products

เมื่อปฏิกิริยาเป็น elementary reaction จงเขียน กฎอัตรา $-r_A$ ซึ่งเป็นฟังก์ชันของ conversion (X) สำหรับ

(i) batch system

(ii) flow system

ช) $2A + 3B \rightarrow C$ (elementary reaction)

เมื่อ $k_A = 2.5$ (liter/mol)^2/s จงหา k_C

ข้อ 3 (10 คะแนน) จากปฏิกิริยา

$$nC_4H_{10} \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} iC_4H_{10}$$

เมื่อ nC_4H_{10} คือ compound A และ iC_4H_{10} คือ compound B

ก) จงเขียนกฎอัตรา ($-r_A$) เมื่อ ปฏิกิริยาเป็น Elementary reaction ในรูปของ k_1 และ K_C (concentrations equilibrium constant)

ข) K_c มีความสัมพันธ์อย่างไรกับ C_A และ C_B ที่สภาวะสมดุล (Equilibrium)

ข้อ 4 (25 คะแนน) ปฏิกิริยาในวัฏภาคของเหลว A → B ซึ่งดำเนินการใน batch reactor และข้อมูลการทดลองแสดงดังตาราง

C_A (mol/dm^3)	0.1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.3	2.0
$-r_A$ (mol·min/dm^3)	0.5	0.8	0.6	0.5	0.25	0.1	0.06	0.05	0.045	0.042

จงคำนวณหาเวลาที่ต้องใช้ในการทำปฏิกิริยาในปฏิกรณ์ดังกล่าวเพื่อลดความเข้มข้นของสาร A จากการดำเนินปฏิกิริยาเพื่อให้ความเข้มข้อของ A ลดลง 50% เมื่อ C_{A0}= 2 mol/liter

ข้อ 5 (20 คะแนน) จงให้เครื่องหมายหน้าข้อความต่อไปนี้ในแต่ละข้อ โดยใช้เครื่องหมาย ✓ เมื่อท่านคิดว่าข้อความดังกล่าวเป็นจริง หรือเครื่องหมาย **X** เมื่อท่านคิดว่าข้อความไม่เป็นจริงเสมอไป (Grading policy: ข้อละสองคะแนนตอบผิดติดลบสองคะแนน ถ้าไม่ตอบได้ศูนย์)

..... โดยทั่วไปความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลอย่างมากต่อ specific reaction rate เมื่อเทียบกับอุณหภูมิ

..... ที่ปฏิกิริยาที่ชนิดเดียวกัน สภาวะการดำเนินการเหมือนกัน และกฎอัตราเดียวกัน เมื่อกำหนด conversion (X) ค่าหนึ่ง และทำการเปรียบเทียบการใช้ reactor สองชนิด คือ CSTR และ PFR มีความเป็นไปได้ที่เราถังปฏิกรณ์ทั้งสองชนิดจะมีขนาดเท่ากัน

..... ที่สภาวะสมดุล (equilibrium) สำหรับปฏิกิริยาย้อนกลับได้ (Reversible reaction) อัตราการเกิดปฏิกิริยาของแต่ละ chemical species มีค่าสูงสุด

..... สำหรับ gas phase reaction เราต้องเขียนกฎอัตราที่เป็นฟังก์ชันของความดันส่วนเสมอ

..... Rate constant เป็นค่าคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงในปฏิกิริยาหนึ่งๆ

..... Rule of thumb กล่าวว่า ค่า Activation energy มีค่าเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า ทุกๆ 10 องศาของอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นเป็นจริง สำหรับปฏิกิริยาในสภาวะก๊าซเท่านั้น

..... สำหรับปฏิกิริยาคายความร้อน ค่า concentration equilibrium constant มีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

..... เราต้องใช้ Levenspiel plot เสมอ เพื่อคำนวณขนาดของถังปฏิกรณ์

..... อัตราการเกิดปฏิกิริยา คืออัตราการลดลงของปริมาณสารตั้งต้นต่อเวลา หรือสามารถเขียนได้ว่า

$$-r_A = \frac{dC_A}{dt}$$

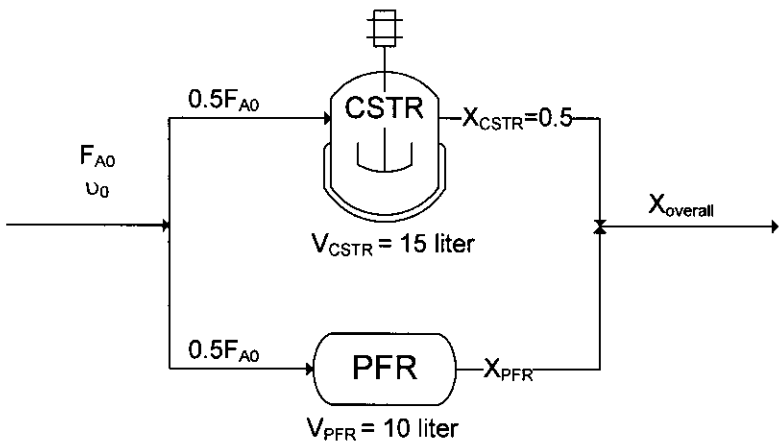
..... Design equation สำหรับ plug flow reactor ที่มีพื้นที่หน้าตัดคงที่และไม่คงที่ไม่ต่างกัน

ข้อ 6 (10 คะแนน) จากข้อมูลการทดลองที่แสดงต่อไปนี้ ถ้าคุณต้องออกแบบกระบวนการที่ต้องใช้ถังปฏิกรณ์สองถังต่อกันแบบอนุกรม เพื่อให้ได้ $X_{overall}$ = 70% (overall conversion) คุณจะออกแบบระบบอย่างไร เพื่อให้ได้ผลรวมของขนาดปฏิกรณ์ทั้งสองถังน้อยที่สุด และแสดงขนาดของถังปฏิกรณ์ทั้งสองถังด้วยการแรเงาในกราฟ (ไม่ต้องแสดงการคำนวณ)

ข้อ 7 (30 คะแนน) จากการต่อถังปฏิกรณ์สองถังดังรูป ปฏิกิริยาภายในที่เกิดขึ้นมีกฎอัตราดังนี้

$$-r_A \text{ (mmol/liter·s)} = 3X^{-2}$$

เมื่อ X คือ conversion



ก) จงหา F_{AO} และ $X_{overall}$

ข) space time ของ PFR เท่ากับกี่ชั่วโมง เมื่อ $\upsilon_0 = 0.02$ liter/s