

DEPARTMENT OF CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

Final Examination: 1st Semester

Academic year: 2012

Date: October 8th, 2012

Time: 13:30 – 16:30

Subject: 230-321 Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design

Room: หัวหุ่นยนต์

ทูลจรตใการสอบ โทษขั้ันต่ำปรบรตกใการวชขานั้ หรือ พักการเรยรึน
1 ภาคการศึกษา และ โทษสูงสุตคึอ ให้ออก

1. อนุญาตใให้นำหนังสือ Elements of Chemical Reaction Engineering by Fogler 1 เล่ม และ Dictionary หรือ Talking Dictionary เข้าห้องสอบ
2. อนุญาตใ้ใช้เครื่องค่านวณทุกชนิด และใช้คึนสอใการทำข้อสอบ
3. ห้ามพูดคึยหรือหยบยึมหนังสือ เครื่องค่านวณ หรือเครื่องเขียน
4. หากท่านทำข้อสอบเสร็จก่อนหมดเวลา ใ้นั่งอยู่กั้กับที่แล้วยกมือแจ้งกรรมการคุมสอบ

ข้อสอบมี 6 ข้อ 12 หน้า (รวมปก)

Name.....ID.....

Problem	1	2.1	2.2	3	4	5	6	Total
Score	20	10	10	10	20	20	30	120
You got								

Sukritthira Ratanawilai

October 2012

Student ID.....

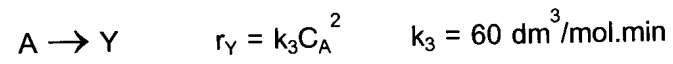
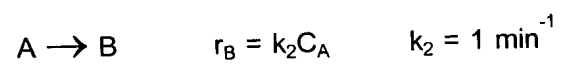
1. (20 points) The irreversible isomerization $A \rightarrow B$ was carried out in a batch reactor and the following concentration-time data were obtained:

Time, t (min)	0	5	8	10	12	15	17.5	20
C_A (mol/dm ³)	4.0	2.25	1.45	1.0	0.65	0.25	0.06	0.008

Determine the reaction order and specific reaction rate.

2. (20 points)

2.1 (10 points) Consider the following system of gas phase reactions:



B is desired product, and X and Y are pollutants that are expensive to get rid of. What kind of reactor system would you recommend for this reaction scheme?

2.2 (10 points) From the given competitive reactions, the maximum S_{XY} is preferred. **Suggest** reactor type, operation, and conditions for the given competitive reaction and explain why.

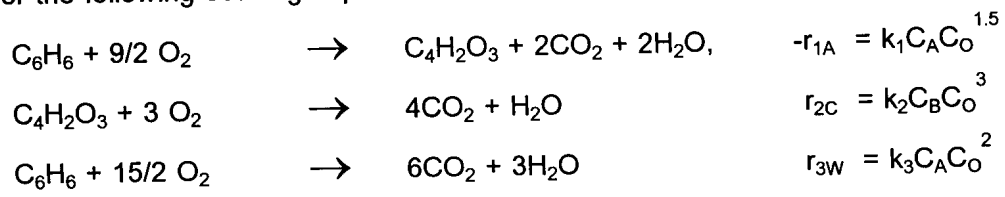


3. (10 points) Reaction of $A + B \rightarrow C$ provided the experimental data as in following table. Determine reaction order of A and B and specific rate constant.

Run	Initial [A] (mole/l)	Initial [B] (mole/l)	Initial rate of A (mole/l s)
1	1	1	0.125
2	1	2	0.125
3	2	2	2.5

4. (20 points) Write the mole balances on a PFR in term of molar flow rates for each species.

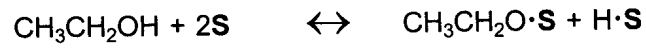
Consider the following set of gas phase reaction



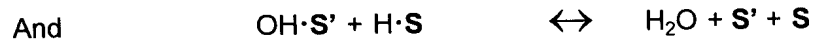
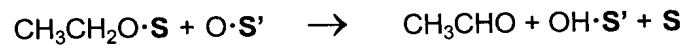
where A = C₆H₆, B = C₄H₂O₃, C = CO₂, W = H₂O, O = O₂

Please state all assumptions that you make.

5. (20 points) The catalytic oxidation of ethanol has been carried out over a tantalum oxide catalyst the overall reaction $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2\text{O}$ is believed to proceed by the following mechanism in which ethanol is adsorbed on one type of site, **S**, and oxygen is adsorbed on a different type of site, **S'**.



Assuming that the rate limiting step is



Find the reaction rate law.

Note: $C_{\text{B}\cdot\text{S}} = C_{\text{H}\cdot\text{S}}$ where $\text{A} = \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, $\text{B} = \text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}$, $\text{W} = \text{H}_2\text{O}$

6. ข้อสอบสภาวิศวกร 10 ข้อ (30 คะแนน)

1. ปฏิกิริยาการสลายตัวของสาร A เป็นปฏิกิริยาอันดับ $\frac{1}{2}$ เกิดในเครื่องปฏิกรณ์แบบกะ (batch reactor) ขนาด 2 ลิตร เมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที พบว่าสาร A เหลือจากการทำปฏิกิริยา 64% จงคำนวณหาจำนวนโมลของสาร A ที่สลายตัวไปในเวลา 1 ชั่วโมง

คำตอบ

2. วงกลมข้อความที่ถูกต้อง (วงกลมได้มากกว่าหนึ่ง)

- ก. เราไม่สามารถหาอันดับปฏิกิริยา (reaction order) ได้โดยใช้ Integral Method
- ข. ถ้าเราทราบอันดับปฏิกิริยา เราสามารถหาค่าคงที่ปฏิกิริยา (rate constant) เพื่อใช้ในการหาพลังงานกระตุ้น (activation energy) ที่ใช้ได้กับทุกอุณหภูมิ
- ค. Integral Method ไม่สามารถใช้กับปฏิกิริยาที่มีอันดับสูงกว่าสองได้
- ง. ในการหาอันดับปฏิกิริยาโดยใช้ Integral Method ถ้าอันดับปฏิกิริยาที่หามาถูกต้องจะต้องได้กราฟระหว่างความเข้มข้นกับเวลาเป็นรูปพาราโบลา

3. วงกลมข้อความที่ถูกต้องที่เกี่ยวข้องกับตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalyst) (วงกลมได้มากกว่าหนึ่ง)

- ก. สารที่เพิ่มหรือลดอัตราเร็วปฏิกิริยา เพื่อเข้าสู่สมดุลเร็วขึ้นหรือช้าลง
- ข. ตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยลดค่าพลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยา
- ค. ตัวเร่งปฏิกิริยาถูกใช้ไปในปฏิกิริยาอย่างถาวร
- ง. ตัวเร่งปฏิกิริยามีผลต่อความสามารถในการเลือกทำปฏิกิริยาในกรณีที่ปฏิกิริยาข้างเคียง (side reaction) เกิดขึ้น

4. ขั้นตอนหลักของการเกิดปฏิกิริยาแบบที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยานับตั้งแต่การถ่ายเทมวลของสารตั้งต้นเข้าสู่ระบบจนถึงการถ่ายเทมวลของผลิตภัณฑ์ออกจากระบบมีทั้งหมดกี่ขั้นตอน

คำตอบ:

5. ความหมายของ Turnover Frequency

คำตอบ:

6. วงกลมข้อความที่ถูกต้อง (วงกลมได้มากกว่าหนึ่ง)

- ก. Eley Rideal เป็นปฏิกิริยาที่สารที่บนจุดกัมมันต์เกิดปฏิกิริยากับสารที่อยู่ในกระแสก๊าซ
ข. Eley Rideal เป็นปฏิกิริยาที่สารทำปฏิกิริยาโดยใช้จุดกัมมันต์คู่
ค. Eley Rideal เป็นปฏิกิริยาที่สารทำปฏิกิริยาโดยใช้จุดกัมมันต์เดี่ยว

7. สารตั้งต้น A ความเข้มข้น 3 mol/l ถูกป้อนเข้าเครื่องปฏิกรณ์แบบถังกวนต่อเนื่อง (continuous stirred-tank reactor) ซึ่งบรรจุตัวเร่งปฏิกิริยาดำด้วยอัตราการไหลเชิงปริมาตรคงที่ที่ 0.2 l/min จากการทดลองพบว่าต้องใช้ ตัวเร่งปฏิกิริยาจำนวน 10 kg สาร A จึงมีความเข้มข้นที่ทางออกเป็น 0.5 mol/l จงหาอัตราการสลายตัวของสาร A

คำตอบ:

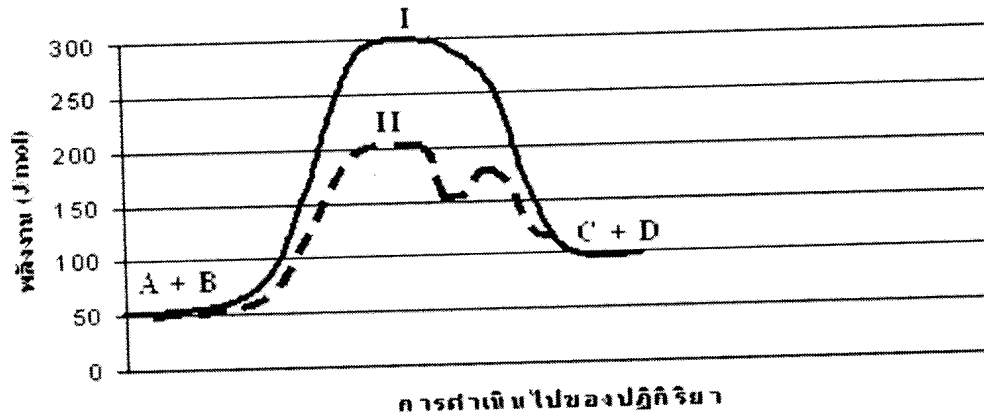
8. วงกลมข้อความที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับการหาข้อมูลการเกิดปฏิกิริยา (วงกลมได้มากกว่าหนึ่ง)

- ก. การใช้วิธีแบบ Differential นั้นมักจะใช้กับปฏิกิริยาที่ไม่สามารถผันกลับได้ และมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นได้หลายตัว
ข. ในการใช้วิธีแบบ Integral นั้น จะต้องสมมติอันดับ (order) ของการเกิดปฏิกิริยาก่อน แล้วจึงพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ โดยสามารถใช้ได้กับระบบที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นตัวเดียวเท่านั้น
ค. วิธีแบบ Initial rates สามารถใช้ได้กับปฏิกิริยาผันกลับได้ แต่ต้องการข้อมูลจากหลายการทดลองเพื่อหาค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยา

Student ID.....

9.

กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของปฏิกิริยา: $A + B \rightarrow C + D$



จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- ปฏิกิริยาคูดความร้อน ค่าพลังงานกระตุ้น $A + B \rightarrow C + D$ ในปฏิกิริยา (I) มีค่าเท่ากับ 250 J/mol
- ปฏิกิริยา (II) คือปฏิกิริยา (I) ที่เติมตัวเร่งปฏิกิริยา
- ผลิตภัณฑ์ C และ D เกิดขึ้นเนื่องจากการชนกันของโมเลกุล A และ B ในปฏิกิริยา (I) ต้องมีค่าพลังงานดังกล่าวนี้มากกว่าปฏิกิริยา (II) อยู่ 150 J/mol

ค่ากล่าวข้อใดผิด

10. กำหนดให้อัตราการสลายตัวของ A มีค่า $E/R = 2400$ K โดย E เป็นพลังงานกระตุ้น (activation energy) ซึ่งมีค่าคงที่ในช่วงอุณหภูมิที่กำหนดให้ และ R เป็นค่าคงที่ของก๊าซ ถ้าเพิ่มอุณหภูมิสูงขึ้นจาก 400 K เป็น 800 K อัตราเร็วที่ 800 K จะเป็นอย่างไรเมื่อเทียบกับอัตราเร็วที่ 400 K

คำตอบ: