

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING

Midterm Examination Paper: Semester 2

Academic year : 2005

Date : December 15, 2005

Time : 9.00 – 12.00

Subject : 230-323 Unit Operations I

Room : R201

## คำสั่ง

1. ทำทุกข้อ ลงในข้อสอบนี้
2. ให้ทำลงในที่ที่จัดไว้ให้ หากไม่พอ อนุญาตให้ทำด้านหลังได้
3. ใช้ดินสอทำได้
4. อนุญาตให้นำเฉพาะหนังสือเรียนเข้าห้องได้
5. ห้ามยืมเอกสาร เครื่องคิดเลข ระหว่างการสอบ
6. สามารถสร้างสมมุติฐานการคำนวณได้ แต่ต้องมีเหตุผลที่ดี  
ในการสนับสนุนการสร้างสมมุติฐานนั้น
7. คำตอบที่ได้ต้องแสดงหน่วยของคำตอบด้วย

ข้อที่	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	20	
2	30	
3	25	
4	25	
<b>รวม</b>	<b>100</b>	

ผศ.ดร.จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ

ผู้ออกข้อสอบ

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำคือ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริต และพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

- กำหนดให้
1. ความหนืดของอากาศ  $1.8 \times 10^{-5}$  kg/m·s (คงที่ตลอดทุกช่วงอุณหภูมิและความดัน)
  2. ความหนาแน่นของน้ำ  $995$  kg/m<sup>3</sup> (คงที่ตลอดทุกช่วงอุณหภูมิและความดัน)
  3. น้ำหนักโมเลกุลของอากาศแห้งและน้ำเป็น  $29$  g/mole และ  $18$  g/mole ตามลำดับ

ข้อสอบมีทั้งหมด 4 ข้อ 8 หน้า โปรดตรวจความเรียบร้อยก่อนลงมือทำ

ข้อ 1 (20 คะแนน) ห้องปฏิบัติการภาควิชาฯ เกิดน้ำท่วมจากฝนตกหนัก โดยระดับน้ำท่วมสูงจากพื้น 2 cm ถ้าพื้นที่ห้องปฏิบัติการเป็น  $4 \text{ m}^2$  และอากาศชื้นที่อยู่ในห้องปฏิบัติการเป็นอากาศชื้นนิ่งที่อุณหภูมิ  $25^\circ\text{C}$  ความดัน 0.8 atm และความชื้นของอากาศในห้องปฏิบัติการเป็น 0.005 กิโลกรัมน้ำ/กิโลกรัมอากาศแห้ง (สภาวะอากาศในห้องปฏิบัติการคงที่) รวมทั้งการระเหยของน้ำเกิดขึ้นผ่านฟิล์มแก๊สที่มีความหนาเป็น 1 cm จงคำนวณหาเวลาที่ต้องใช้ในการระเหยน้ำทั้งหมด (ตอบในหน่วยชั่วโมง)

กำหนดให้ ความชื้นอิ่มตัวที่ผิวหน้าระดับน้ำ (น้ำ-อากาศ) = 0.1 กิโลกรัมน้ำ/กิโลกรัมอากาศแห้ง

รหัส.....

ข้อ 2 (30 คะแนน) ของแก๊สพอร์นทรงแปดเหลี่ยมจัดรัศมีมีความยาวด้านละ 0.10 เมตร และมีความพรุน 25% ถูกจุ่มลงในของเหลวเฮปเทน (heptane,  $C_7H_{16}$ ) จนจุ่ม จากนั้นขอบข้างทั้งสองของแก๊สพอร์นถูกปิดคลุมด้วยสารเคลือบบางชนิด แล้วนำไปวางไว้ในอากาศ (อุณหภูมิ  $35^\circ C$  ความดัน 1 atm) ทำให้การแพร่เกิดขึ้นเพียงด้านบนและล่างเท่านั้นและระบบนี้ไม่มีความต้านทานการแพร่ที่ผิวของแก๊ส จากการทดลองพบว่าเมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง ความเข้มข้นของเฮปเทนในของแก๊สพอร์นลดลงเหลือ 45% เมื่อเทียบกับความเข้มข้นที่สภาวะเริ่มต้น จงคำนวณหา

1. เส้นผ่านศูนย์กลางเทียบเท่าของรูพรุนในของแก๊ส
2. หากตั้งทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง ความเข้มข้นเฮปเทนจะลดลงกี่เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับที่สภาวะเริ่มต้น
3. จากการศึกษาค้นคว้าค่า mean free path ของเฮปเทน  $2 \times 10^{-10}$  m ท่านคิดว่ากระบวนการแพร่ผ่านของ

เฮปเทน ในของแก๊สพอร์นจะเป็นแบบฟิค หรือนั่นทสัน เพราะเหตุใด อธิบายพร้อมแสดงการคำนวณ

กำหนดให้

1. น้ำหนักโมเลกุลของเฮปเทน ( $C_7H_{16}$ ) เป็น 46 g/mole
2. ความสามารถการแพร่ที่นั่นประสิทธิผลของเฮปเทน เป็น  $2.1 \times 10^{-8}$  m<sup>2</sup>/s
3. อุณหภูมิเดือดบรรยากาศของเฮปเทน 248 K

รหัส.....

ข้อ 3 (25 คะแนน) คอลัมน์ผนังเปียกถูกนำมาใช้เพื่อแยกสาร A ออกจากกระแสแก๊ส โดยให้การดูดซึมกับตัวทำละลายที่อุณหภูมิ 60 °F ความดัน 1 atm จากการทดลองพบว่า ที่จุด ๆ หนึ่งในคอลัมน์ ค่าความดันส่วน (partial pressure) ของ A ในบัลค์เฟสแก๊สเป็น 0.15 atm ในขณะที่ความเข้มข้นของ A ในเฟสของเหลวเป็น  $6.24 \times 10^{-5}$  lbmole of A/ft<sup>3</sup> of solution ซึ่งฟลักซ์การถ่ายโอนมวลที่จุดนี้มีค่า 0.0295 lbmole A/hr·ft<sup>2</sup> ถ้าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลเฉพาะที่ของ A ในเฟสแก๊ส  $k_G = 0.2954$  lbmole A/hr·ft<sup>2</sup>·atm กำหนดให้ที่อินเตอร์เฟซเฟสไม่มีควมต้านทานการถ่ายโอนมวลแล้ว

จากการทดลองห้องปฏิบัติการพบว่าข้อมูลที่สภาวะสมดุลของสารละลายเจือจางนี้หาได้จากกฎเฮนรี โดยพบว่าสารละลายที่มีความเข้มข้นของ A เป็น  $6.24 \times 10^{-5}$  lbmole/ft<sup>3</sup> จะสมดุลแก๊สผสมที่มีความดันส่วนของ A เป็น 0.03 atm จงคำนวณหา

1.  $k_y$ ,  $k_L$ ,  $K_G$  และ  $K_L$  (ระบุค่าพร้อมหน่วย)
2. ความดันส่วนและความเข้มข้นของ A ที่อินเตอร์เฟซเฟส
3. ความต้านทานในเฟสแก๊สเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของความต้านทานการถ่ายโอนมวลรวม

รหัส.....

ข้อ 4 (25 คะแนน) หอดูดซึมมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 5 cm ถูกนำไปใช้แยกคาร์บอน ไดออกไซด์ออกจากอากาศ โดยใช้ น้ำไหลลงเป็นฟิล์มรอบผิวผนังด้านในท่อ สำหรับแก๊สผสม (อากาศ+คาร์บอนไดออกไซด์) เข้าสู่หอดูดซึมด้วยความเร็ว 0.9 m/s จากการทดลองพบว่าโมลแฟรคชันของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศเป็น 0.1 ในขณะที่โมลแฟรคชันของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำที่ผิวหน้า (สัมผัสกับอากาศ) เป็น 0.005 หากสภาวะการทำงานของระบบอยู่ที่ความดัน 10 atm อุณหภูมิ 25°C จงคำนวณหา

1. สัมประสิทธิ์การถ่ายโอนมวลคอนเวกทีฟในเฟสแก๊ส
2. พลั๊กซ์การถ่ายโอนมวล และระบุทิศทางการถ่ายโอนมวล

กำหนดให้ ค่าคงที่เฮนรีของระบบน้ำ-คาร์บอนไดออกไซด์เป็น 1640 atm/mole fraction CO<sub>2</sub> in liquid phase