

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4		1	0			
---	--	---	---	--	--	--

## มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

### คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค : ประจำปีการศึกษาที่ 1

ประจำปีการศึกษา : **2546**

วันที่ : 10 ตุลาคม 2546

เวลา : **9.00-12.00**

วิชา : 230-322 วิศวกรรมอนุภาค

ห้องสอบ : ลานตึก(ไฟฟ้า)

- ข้อสอบมี 5 ข้อ จำนวนข้อสอบ 13 หน้า ต้องทำทุกข้อ คะแนนเต็ม 150 คะแนน
- ให้นักศึกษาใช้ที่ว่างซึ่งเตรียมไว้สำหรับคำถามแต่ละข้อในการทำข้อสอบ โดยเขียนชื่อและรหัสประจำตัว ไว้ที่ส่วนบนของข้อสอบทุกหน้า (ใช้ด้านหลังทำข้อสอบได้ทุกหน้า)
- คะแนนเต็มของแต่ละข้อ เป็นดังนี้

ข้อที่	คะแนนเต็ม	ได้คะแนน
1	30	
2	30	
3	35	
4	25	
5	30	
รวม	<b>150</b>	

- ขอให้ศึกษารายละเอียดของทั้งข้อมูลและคำถามของแต่ละข้อ ให้เข้าใจทั้งหมด แล้ววางแผนการแก้ปัญหา ก่อนลงมือทำข้อสอบ
- อนุญาตให้นำหนังสือ เอกสาร เครื่องคำนวณ และอุปกรณ์อื่น ๆ เข้าห้องสอบได้

สุธรรม สุขมณี

ผู้ออกข้อสอบ

26 กันยายน 2546

## หน้าี่ 2

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4		1	0			
---	--	---	---	--	--	--

### Filtration

1) ในการทดลองเพื่อหาความต้านทานจำเพาะของเค้กกรอง (Specific cake resistance,  $\alpha$ ) และความต้านทานของตัวกลางกรอง (Filter medium resistance,  $R_m$ ) ที่เกิดขึ้นจากสารละลายขุ่นของสินแร่ชนิดหนึ่งในน้ำ ซึ่งมีปริมาณของแข็งร้อยละ 10 โดยมวล ที่อุณหภูมิ 32.2 °C โดยใช้เครื่องกรองแบบความดันคงที่ ชนิด Plate-and-Frame ซึ่งมีพื้นที่ในการกรอง 0.35 m<sup>2</sup> และใช้ความดันลดในการกรอง 70 kPa (70 kN/m<sup>2</sup>) พบว่าปริมาตรของสารละลายใส (Filtrate) ที่กรองได้ มีค่า 3.53 m<sup>3</sup> และ 7.78 m<sup>3</sup> เมื่อใช้เวลาในการกรอง 10 และ 30 นาทีตามลำดับ หากที่อุณหภูมิ 32.2 °C น้ำมีความหนาแน่น 995 kg/m<sup>3</sup> และความหนืด 0.764 cP ขอให้ท่านใช้ข้อมูลจากการทดลองที่ได้ ตอบคำถามต่อไปนี้

1.1 ความต้านทานจำเพาะของเค้กกรอง และความต้านทานของตัวกลางกรอง ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลในทดลองครั้งนี้ มีค่าเท่าใด (20 คะแนน)

### หน้าที่ 3

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4		1	0			
---	--	---	---	--	--	--

- 1.2 หากการกรองครั้งนี้ สิ้นสุดลงในเวลา 36 นาที และอัตราการล้างเค้กกรองมีค่าประมาณ ร้อยละ 75 ของอัตราการล้างทางทฤษฎี อัตราการล้างเค้กกรองในกรณีนี้ มีค่าเท่าใด (10 คะแนน)

## หน้าที่ 4

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4		1	0			
---	--	---	---	--	--	--

- 2) ขอให้ท่านคาดหมายสมรรถนะ (Performace) ในรูปแบบของอัตราการกรอง ของเครื่องกรองตามรายละเอียดที่กำหนด 2 ชนิด ซึ่งใช้ในการกรองสารละลายขุ่นของ  $\text{CaCO}_3$  ในน้ำ โดยกำหนดให้มวลของเค้กกรองต่อหน่วยปริมาตรของของเหลวใส มีค่า  $5 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$  เค้กกรองที่เกิดขึ้นมีลักษณะที่ไม่ยุบตัว (Incompressible) มีความต้านทานจำเพาะ (Specific cake resistance,  $\alpha$ )  $2.4 \times 10^{11} \text{ ft}/\text{lb}_m$  และความต้านทานในการกรองที่เกิดจากจากตัวกลางกรอง (Filter medium) มีค่าน้อยกว่าความต้านทานในการกรองที่เกิดจากเค้กกรองมาก ที่อุณหภูมิในการกรอง น้ำมีความหนาแน่น  $62.2 \text{ lb}_m/\text{ft}^3$  และความหนืด  $5.8 \times 10^{-4} \text{ lb}_m/\text{ft}\cdot\text{s}$
- 2.1 เมื่อป้อนสารละลายขุ่นนี้ เข้าเครื่องกรองชนิด Rotary drum filter ซึ่งมีพื้นที่ของผ้ากรองทั้งหมด  $139.1 \text{ ft}^2$  โดยครึ่งหนึ่งของ Drum จมอยู่ในอ่างบรรจุสารละลายขุ่น และหมุนด้วยความเร็ว 20 รอบ/ชั่วโมง ความดันภายนอกและภายในของ Drum มีค่าเป็น 14.7 และ  $5 \text{ lb}/\text{in}^2$  (psi) ตามลำดับ อัตราการไหลของของเหลวใส (Filtrate) ที่ไหลออกจากเครื่องกรอง มีค่าเท่าใด (15 คะแนน)

## หน้าที่ 5

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4		1	0			
---	--	---	---	--	--	--

- 2.2 เมื่อป้อนสารละลายขุ่นนี้ ลงในตะกร้ากรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 2 ft สูง 1 ft ของเครื่องกรองชนิด Batch filter ซึ่งหมุนด้วยความเร็ว 1200 รอบ/นาที (rpm) ในขณะที่พื้นผิวด้านในของสารละลายขุ่นและเค้กกรองอยู่ที่ระดับเดียวกันพอดี มวลของเค้กกรองที่ติดค้างอยู่บนผ้ากรอง มีค่า  $15.3 \text{ lb}_m$  และชั้นของเค้กกรองมีความหนา 0.3 นิ้ว อัตราการไหลของของเหลวที่ไหลออกจากตะกร้ากรอง มีค่าเท่าใด (15 คะแนน)

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4		1	0			
---	--	---	---	--	--	--

### Agitation and mixing of liquids

3) ถังกวนรูปทรงกระบอก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1.5 m โดยมี Baffle ความกว้าง 0.15 m จำนวน 4 แผ่น ที่แกนกลางถึง ติดตั้งใบพัดกวนแบบ 6-Straight-blade turbine ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 0.5 m โดยใบพัดแต่ละใบ กว้าง 0.1 m ยาว 0.125 m และกึ่งกลางใบพัด สูงจากกันถึง 0.5 m เพื่อใช้ในการกวนหรือการผสมของเหลว ขอให้ท่านคำนวณกำลังงานที่ใช้หรือเวลาในการผสมของเหลว เมื่อบรรจุของเหลวถึงระดับ 1.5 m จากกันถึง และใบพัดกวนหมุนที่ความเร็ว 150 รอบ/นาที (rpm) ในกรณีต่างๆ ต่อไปนี้

3.1 กำลังงานที่ใช้ในการกวนของเหลวชนิด Newtonian ซึ่งมีความหนาแน่น 800 kg/m<sup>3</sup> ความหนืด 0.01 kg/m-s มีค่าเท่าใด (10 คะแนน)

## หน้าที่ 7

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4		1	0			
---	--	---	---	--	--	--

- 3.2 กำลังงานที่ใช้ในการกวานของเหลวชนิด Non-Newtonian ซึ่งมีความหนาแน่น  $800 \text{ kg/m}^3$  และความหนืดปรากฏเฉลี่ย ในหน่วย  $\text{kg/m-s}$  ขึ้นต่ออัตราการเฉือน ( $du/dy$ ) หน่วย  $\text{s}^{-1}$  ดังนี้ (15 คะแนน)

$$\bar{\mu}_a = 2.29 \left( \frac{du}{dy} \right)^{-0.25}$$

## หน้าที่ 8

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4		1	0			
---	--	---	---	--	--	--

3.3 เวลาในการผสมของเหลว 2 ชนิด ซึ่งต่างมีความหนาแน่น  $800 \text{ kg/m}^3$  ความหนืด  $0.01 \text{ kg/m-s}$  มีค่าเท่าใด

(10 คะแนน)



## หน้าที่ 9

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4		1	0			
---	--	---	---	--	--	--

- 4) ปฏิกรณ์ประลอง (Pilot plant reactor) ซึ่งใช้ในการทดสอบหาภาวะที่เหมาะสมในการเกิดปฏิกิริยาของหน่วยผลิต (Production unit) มีสัดส่วนของปริมาณสารป้อน 1 kg เทียบกับปริมาณสารป้อนของหน่วยผลิต 500 kg หากปฏิกรณ์ทั้ง 2 ขนาด เป็นถังกวน ซึ่งใช้ใบพัดกวนแบบ 6-Blade turbine โดยหน่วยผลิต มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 2 m บรรจุสารป้อนถึงระดับ 2 m จากก้นถัง และใช้ใบพัดกวนขนาด 0.6 m สารป้อนที่ใช้ในการผลิต และทดสอบ มีความหนาแน่น  $977.8 \text{ kg/m}^3$  และความหนืด  $0.00041 \text{ kg/m-s}$  ซึ่งผลการทดสอบในปฏิกรณ์ประลอง พบว่าความเร็วในการหมุนของใบพัดกวน ที่เหมาะสมคือ 330 รอบ/นาที (rpm)

- 4.1 ขอให้ท่านกำหนดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ระดับบรรจุสารป้อนและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของใบพัดกวน ของปฏิกรณ์ประลอง (8 คะแนน)

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว 

4		1	0			
---	--	---	---	--	--	--

- 4.2 ความเร็วในการหมุนใบพัดกวนที่เหมาะสมของหน่วยผลิตจริง มีค่าเท่าใด หากต้องการให้ปฏิกรณ์ทั้ง 2 ขนาด ใช้กำลังงานในการกวนต่อปริมาตรเท่ากัน (9 คะแนน)

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว 

4		1	0			
---	--	---	---	--	--	--

- 4.3 ความเร็วในการหมุนใบพัดกวนที่เหมาะสมของหน่วยผลิตจริง มีค่าเท่าใด หากต้องการให้ปฏิกรณ์ทั้ง 2 ขนาด ใช้เวลาในการผสมสารป้อนเท่ากัน (8 คะแนน)

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4		1	0			
---	--	---	---	--	--	--

## Fluidization

- 5) อนุภาคของปูนขาว (Limestone) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย  $160 \mu\text{m}$  ความหนาแน่น  $2800 \text{ kg/m}^3$  บรรจุในคอลัมน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน  $2 \text{ m}$  ความสูงของเบต  $2 \text{ m}$  หากเบตมีความพรุน  $0.48$  ขอให้ท่านหาค่าความพรุนของเบต ( $\varepsilon_{mf}$ ) ความสูงของเบต ( $L_{mf}$ ) ความเร็วต่ำสุดของของไหล ( $U_{mf}$ ) และความดันลดคร่อมเบต ( $\Delta P_{mf}$ ) ที่จุดต่ำสุดของการเกิด Fluidization จากข้อมูลของของไหลที่ไหลผ่านเบต ต่อไปนี้
- 5.1 น้ำ ความหนาแน่น  $975.7 \text{ kg/m}^3$  ความหนืด  $0.0008 \text{ kg/m-s}$  โดยความเร็วในการตกจมของอนุภาคปูนขาวในน้ำ ( $U_f$ ) (12 คะแนน)

ชื่อ .....

รหัสประจำตัว

4		1	0			
---	--	---	---	--	--	--

- 5.2 อากาศ ที่อุณหภูมิ 375 °C ความดัน 1.8 atm โดยอากาศมีความหนาแน่น 0.55 kg/m<sup>3</sup> ความหนืด  $4 \times 10^{-5}$  kg/m-s ที่อุณหภูมิ 375 °C ความดัน 1 atm (18 คะแนน)