

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำปีการศึกษาที่ 1

วันที่ 2 สิงหาคม 2550

วิชา 223-501 Advanced Wastewater Treatment and Engineering

ปีการศึกษา 2550

เวลา 09.00-12.00 น

ห้องสอบ A401

คำชี้แจง

1. ข้อสอบมี 7 ข้อ 13 หน้า
2. ให้เขียนรหัสนักศึกษาทุกหน้า
3. ให้เขียนคำตอบทั้งหมดลงในตัวข้อสอบนี้
4. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้ทุกรุ่น
5. ไม่อนุญาตให้นำเอกสาร หนังสือ หรือตำราใดๆ เข้าห้องสอบ

ทูลจรรยาบรรณในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	10	
2	15	
3	15	
4	15	
5	10	
6	15	
7	20	
รวม	100	

ดร. จรงค์พันธ์ มุสิกวงค์

สิงหาคม 2550

1. จากการทดลองในถังปฏิกริยาแบบ batch พบว่าความเข้มข้นของสาร A ณ. เวลาต่างๆมีค่าดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของ A ณ. เวลาต่างๆ

เวลา (ชั่วโมง)	ความเข้มข้นของสาร A (mg/L)
0	10
0.5	7.2
1.0	5.6
2.0	4.5
4.0	2.9
8.0	1.8
15.0	1.0

จงตอบคำถามต่อไปนี้ (10 คะแนน)

- จงหาว่าปฏิกริยาที่เกิดขึ้นของสาร A เป็นปฏิกริยาประเภทใดและจงหาค่า reaction rate (k) (ให้ตรวจสอบเฉพาะ first order reaction และ second order reaction เท่านั้น, 5 คะแนน)
- จงหาค่าเวลาเก็บกักน้ำ (θ) ของถังปฏิกริยาแบบ plug flow และ continuously stirred tank reactor (CSTR) เพื่อใช้กำจัดสาร A 95 เปอร์เซ็นต์ (5 คะแนน)

(ให้เขียนกราฟในกระดาษกราฟแล้วส่งพร้อมกับข้อสอบ)

กำหนด $\ln A = \ln A_0 - kt$ First order reaction

$$\frac{1}{A} = \frac{1}{A_0} + kt \text{Second order reaction}$$

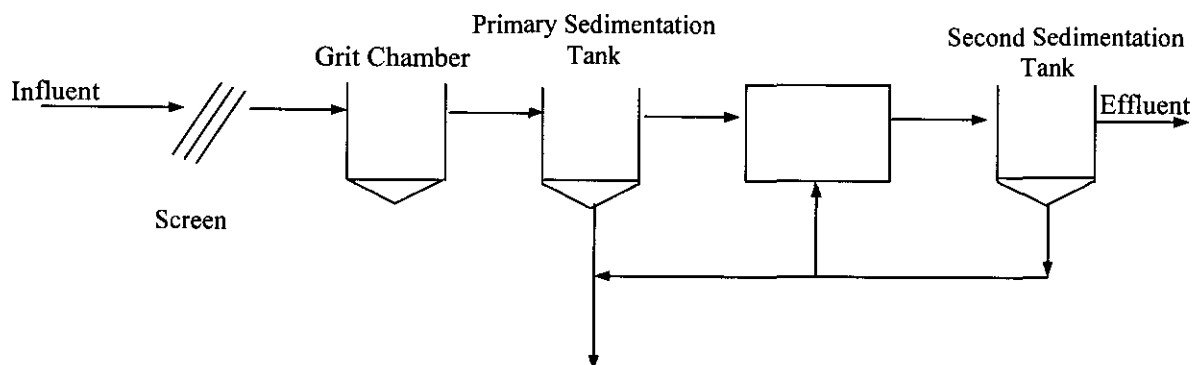
$$\frac{A}{A_0} = e^{-k\theta} \text{Plug flow}$$

$$\frac{A}{A_0} = \frac{1}{1+k\theta} \text{CSTR}$$

2. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

2.1 จงเขียนกลไกในการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ในน้ำเสียทั้ง 4 กลไก (4 คะแนน) พร้อมทั้งเขียนรูปแสดงการเปรียบเทียบปริมาณ โคลแอกกูเลนที่ที่ใช้ในกลไกทั้ง 4 กลไกเพื่อกำจัดความขุ่น (6 คะแนน)

2.2 จากรูปอธิบายโดยย่อว่าในถัง grit chamber, primary sedimentation tank และ secondary sedimentation tank มีการตกตะกอนแบบใดบ้างตามระดับความลึก (top, middle and bottom) (5 คะแนน)



3. น้ำเสียจากโรงงานแห่งหนึ่งมีลักษณะดังต่อไปนี้

■ Wastewater flow rate, m ³ /day	2,000
■ Total suspended solids (TSS), g/m ³	350
■ Wastewater alkalinity, g/m ³ as CaCO ₃	100
■ Alum Al ₂ (SO ₄) ₃ 18H ₂ O added for removing TSS only, kg/1000 m ³	30
■ Phosphorus in wastewater, g P/m ³	8
■ Raw sludge properties	
■ Specific gravity	1.03
■ Moisture content, percent	94
■ Chemical sludge properties	
■ Specific gravity	1.05
■ Moisture content, percent	92.5

กำหนด

- 60 เปอร์เซ็นต์ของ Total suspended solids (TSS) สามารถตกตะกอนได้ใน primary sedimentation tank โดยไม่ต้องใช้ alum
- 90 เปอร์เซ็นต์ของ Total suspended solids (TSS) สามารถตกตะกอนได้ใน primary sedimentation tank โดยใช้ alum
- สมการการเติม alum เพื่อการ precipitation

$$3\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O} \text{ <-----> } 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CaSO}_4 + 6\text{CO}_2 + 18\text{H}_2\text{O}$$

$$(3 \times 100 \text{ as CaCO}_3) \quad (666.5) \qquad (2 \times 78) \quad 3 \times 136 \quad 6 \times 44 \quad 18 \times 18$$
- สมการการเติม alum กับ Lime

$$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O} + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 \text{ <-----> } 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CaSO}_4 + 18\text{H}_2\text{O}$$

$$(666.5) \qquad (3 \times 56 \text{ as CaO}) \qquad (2 \times 78) \quad 3 \times 136 \quad 18 \times 18$$
- จากการทดลองพบว่า การกำจัด phosphorus (P) 1 kg ต้องการ 18 kg ของ Al₂(SO₄)₃ 18H₂O
- ρ_{น้ำ} = 1000 kg/m³

จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

- 3.1 จงหาผลของ TSS (kg/day) ที่ถูกกำจัดโดยไม่เติม alum และเติม alum (3 คะแนน)
- 3.2 จงตรวจสอบว่า alkalinity ในน้ำเสียมีเพียงพอต่อการกำจัด TSS โดยการเติม alum หรือไม่ ถ้าไม่เพียงพอต้องมีการเติม Ca(OH)₂ ลงไปเท่าไร (kg/day) (3 คะแนน)
- 3.3 จงหาค่า Al(OH)₃ ที่เกิดขึ้น (kg/day) (3 คะแนน)
- 3.4 จงหาปริมาณของตะกอน TSS ที่เกิดขึ้นจากการตกตะกอนโดยไม่เติม alum และเติม alum (3 คะแนน)
- 3.5 จงหาปริมาณ alum ที่ต้องเติมเพิ่ม (kg/day) เพื่อใช้กำจัด phosphorus (3 คะแนน)

4. จงหาค่าความต้องการออกซิเจน (oxygen required) มวลตะกอนที่เกิดขึ้นต่อวัน และความต้องการไนโตรเจนเพื่อใช้ในการบำบัด 100,000 kg/day ของ $C_6H_{12}O_6$ โดยค่า yield of biosolid per mass substrate oxidized (Y) มีค่าเท่ากับ 0.4 (15 คะแนน)

กำหนด

- ตะกอนที่เกิดขึ้นมีสูตรเคมีคือ $C_3H_7NO_2$
- ไนโตรเจนที่ใช้อยู่ในรูป NH_4^+
- CO_2 เป็นผลผลิตที่เกิดจากการหายใจ
- H_2O เป็นผลิตภัณฑ์ของ aerobic reaction

5. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ completely mix activated sludge ใช้ในการบำบัดน้ำเสียชุมชนซึ่งมีค่าลักษณะดังต่อไปนี้

- Wastewater flow rate, m³/day 10,000
- BOD₅, mg/L 350
- MLSS, mg/L 4,000
- MLVSS, mg/L 3,000
- The plant permits standard BOD₅, mg/L 20
- The plant permits standard suspended solids, mg/L 15
- The effluent suspended solid have a BOD₅ of 0.5 mg BOD₅/mg suspended solids.
- $\mu_{\max} = 3.0 \text{ day}^{-1}$, $K_s = 60 \text{ mg/L (g/m}^3\text{)}$, $Y = 0.60 \text{ mgMLVSS/mgBOD}_5$, $K_d = 0.06 \text{ day}^{-1}$ and influent flow is 18.9 million liter/day
- $\frac{1}{\theta_c} = \mu - k_d$, $\mu = \frac{\mu_{\max} S}{K_s + S}$
- $\theta = \frac{\theta_c Y(S_0 - S)}{X(1 + k_d \theta_c)}$, $\theta = \frac{V}{Q}$

จงตอบคำถามต่อไปนี้ (10 คะแนน)

- 5.1 จงหาค่าเวลาในการเก็บกักตะกอน(θ_c) (4 คะแนน)
- 5.2 จงหาค่าเวลาในการเก็บกักน้ำ(θ) (3 คะแนน)
- 5.3 จงหาปริมาตรของถังเติมอากาศ (3 คะแนน)

6. โรงงานแห่งหนึ่งต้องการบำบัดน้ำเสียโดยใช้ระบบไม่ใช้ออกซิเจน โดยน้ำเสียจากโรงงานดังกล่าวมี ลักษณะดังต่อไปนี้

■ Wastewater flow rate, m ³ /day	1,500
■ COD, g/m ³	4,000
■ Soluble COD, g/m ³	3,000
■ Total suspended solids (TSS), g/m ³	500
■ Volatile suspended solids (TSS), g/m ³	150
■ Alkalinity, g/m ³ as CaCO ₃	500

กำหนด

■ Organic loading rate, kg COD/m ³ -day	12
■ Upflow velocity, m/h	1.5
■ Reactor volume effectiveness factor (E), percent	90
■ Height for gas collection, m	2.5
■ ค่า alkalinity ที่ระบบต้องการ, g/m ³	2000
■ $V_n = \frac{QS_0}{L_{org}}$, $V_L = \frac{V_n}{E}$, $A = \frac{Q}{velocity}$, $H_L = \frac{V_L}{A}$, $H_T = H_L + H_G$	

จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

6.1 จงหาปริมาตรถังบำบัดน้ำเสีย (V_n และ V_L) (5 คะแนน)

6.2 จงหาพื้นที่ของถังบำบัดน้ำเสีย เส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง (A , H_L และ H_T) (5 คะแนน)

6.3 จงตรวจสอบว่าค่า alkalinity ของน้ำเสียเพียงพอที่ต่อความสมดุลของระบบหรือไม่ถ้าไม่เพียงพอ ต้องเติมสารเพิ่ม alkalinity ลงไปเท่าไรในหน่วยกิโลกรัมต่อวัน (5 คะแนน)

7. จงตอบคำถามในข้อย่อยต่อไปนี้ (20 คะแนน)

7.1 จงวาดภาพแสดงชั้นตะกอนซึ่งติดอยู่ที่ตัวกลางของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ fixed film ตามลักษณะการเกิดปฏิกิริยา (5 คะแนน)

7.2 จงเขียนมลพิษที่เหลืออยู่ในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วทั้ง 4 กลุ่มว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง (5 คะแนน)

7.3 จงจับกลุ่มมลพิษที่เหลืออยู่ในน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วกับ Unit operation process ที่สามารถใช้กำจัดมลพิษดังกล่าวได้โดยพิจารณาจากความเหมาะสม ความเป็นพิษและความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ (5 คะแนน)

..... A Suspended and Colloids solids	1. Air stripping
.....B Total organic carbon	2. Activated carbon adsorption
.....C Heavy metal	3. Ion exchange
.....D Bacteria	4. Surface filtration
.....E Volatile organic compound (VOC)	5. Electrolysis

7.4 นักศึกษาคิดว่าผู้ควบคุมระบบมีความชอบที่จะควบคุม unit operation processes ไດมากที่สุด ให้ตอบแค่ 1 คำตอบไม่ต้องอธิบาย (5 คะแนน)