ชื่อ-สกุล ..... รหัสนักศึกษา.....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

ข้อสอบปลายภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2552

วันที่สอบ 1 ตุลาคม 2552 เวลา 13:30 – 16:30

รายวิชา 223-321 Unit Processes for Environmental Engineering ห้องสอบ S101

คำชี้แจง:

1. ข้อสอบชุดนี้มี 6 ข้อ มีคะแนนรวมทั้งหมด 74 คะแนน โดยคะแนนของแต่ละข้อจะแสดงอยู่ที่คำถาม
2. ข้อสอบมีทั้งสิ้น 15 หน้า
3. อนุญาติให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้
4. ไม่อนุญาติให้นำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ ปรับตกในรายวิชาที่ทุจริตและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

สุเมธ ไชยประพัทธ์

ข้อที่	คะแนน	คะแนนที่ได้
1	15	
2	14	
3	10	
4	10	
5	15	
6	10	
รวม	**74**	

ชื่อ-สกุล ..... รหัสนักศึกษา.....

ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ

1. (15 คะแนน) ระบบบำบัดแบบไร้อากาศถูกใช้สำหรับบำบัดน้ำเสีย 1,000 m^3/d โดยมีน้ำเสียเข้าที่มี soluble COD = 5000 mg/L ซึ่งมีอัตราการเจริญของจุลินทรีย์ในระบบ = 0.04 $gVSS/gCOD_{removed}$ ระบบมีประสิทธิภาพการบำบัดเท่ากับ 95% ที่อุณหภูมิ 30 $^{\circ}C$ สมมติให้ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มีมีเทนเป็นส่วนประกอบ 65% จงคำนวนปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ (m^3/d) (10 คะแนน) และมูลค่า (บาทต่อปี) ของก๊าซดังกล่าวเมื่อโรงงานแห่งนี้ใช้ LPG เป็นเชื้อเพลิง (5 คะแนน)

   กำหนดให้ heating value ของก๊าซมีเทน = 50.1 kJ/g ที่ 30 $^{\circ}C$

   Gas constant R = 0.082057 (atm.L)/(mol.K) และ ปริมาตรก๊าซใดๆ ที่ 0 $^{\circ}C$ = 22.4 L/mole

   1 ลบ.ม. ของก๊าซชีวภาพที่สัดส่วนมีเทน 65% เทียบเท่ากับ LPG 0.45 กก.

   ราคา LPG ในตลาด = 20 บาท ต่อ กก.

กระบวนการบำบัดโดยใช้บ่อ

2. ให้ออกแบบเบื้องต้นระบบบ่อปรับเสถียร (waste stabilization pond system) ซึ่งรับน้ำมาจากระบบบำบัดไร้อากาศในข้อก่อนหน้านี้ (ข้อที่ 1) โดยมีเงื่อนไขดังนี้
   - SS ในน้ำเสียถือว่าต่ำมาก
   - อัตราส่วน COD/BOD ในน้ำเสียจากระบบไร้อากาศ = 1.25
   - ต้องการให้กำจัดความสกปรกในรูป BOD ให้ได้ตามมาตรฐานที่ 20 mg/L
   - ค่าจลพลศาสตร์ 1st order soluble BOD removal (k) = 0.25 d^{-1} ที่ 20 °C
   - ค่า temperature coefficient θ = 1.06 ที่ 20 °C
   - อุณหภูมิน้ำในบ่อเฉลี่ย 25 °C
   - ความลึกบ่อสูงสุด = 1 m
   - ค่าการกระจายตัวของบ่อ (pond dispersion factor) = 0.5

   จงหา
   1. ระยะเวลากักเก็บของบ่อ (HRT) (3 คะแนน)
   2. กำหนดขนาดของบ่อ (pond dimension) (3 คะแนน)
   3. หาภาระบรรทุกอินทรีย์ของระบบ (organic loading) ในรูป $gCOD/m^2.d$ (3 คะแนน)
   4. ในความเป็นจริงควรออกแบบให้บำบัดน้ำเสียได้ BOD ที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย ในกรณีนี้ต้องการให้ได้ BOD ของน้ำทิ้ง = 10 mg/L จะต้องเพิ่มพื้นที่ผิวของบ่ออีกกี่เปอร์เซ็นต์ (%) (5 คะแนน)

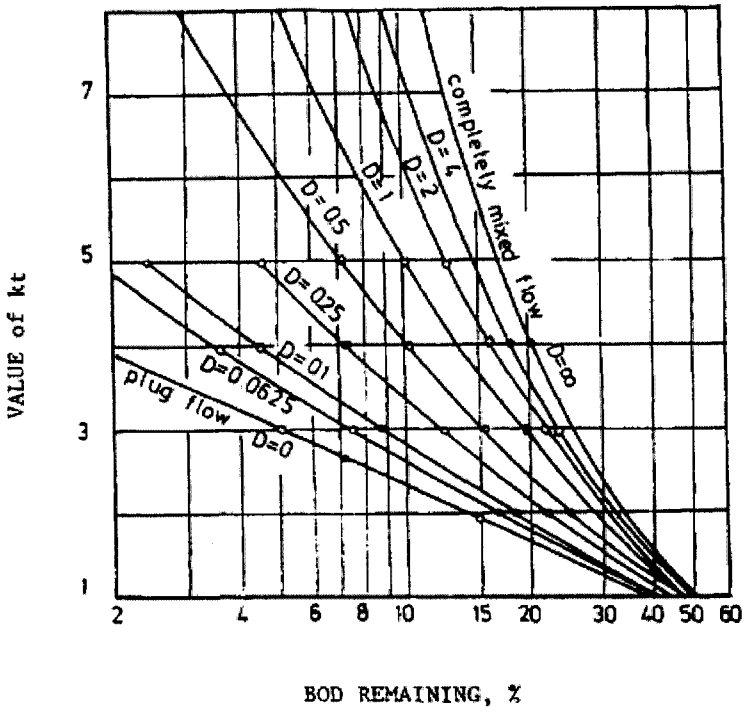


FIGURE 7.34 Relationship between *kt* values and percent BOD remaining for various dispersions factors, by the Wehner–Wilhelm equation.

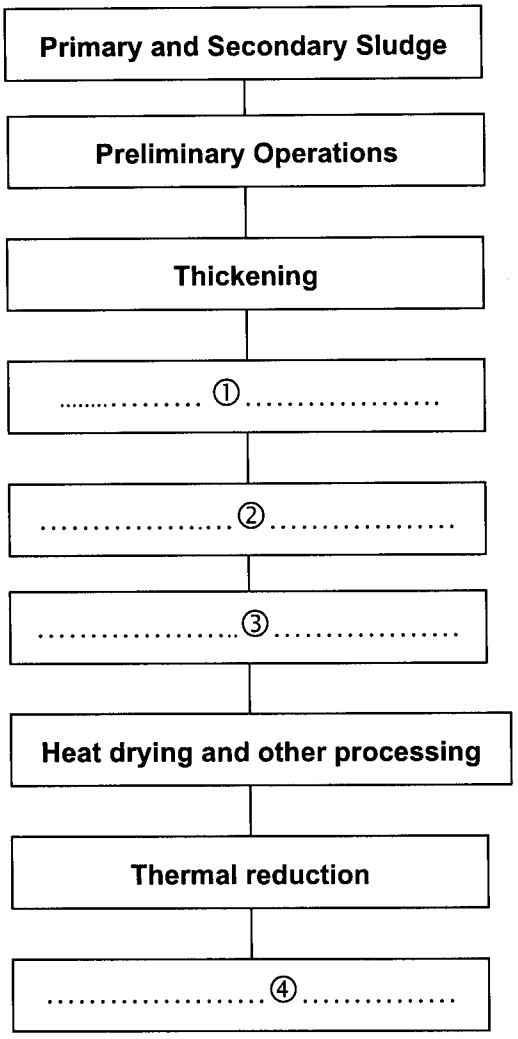
ที่มา: Handbook of Environmental Engineering Calculations (2000)

ชื่อ-สกุล ..... รหัสนักศึกษา.....

การกำจัดตะกอน

3. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (10 คะแนน)

3.1 จงเติมกระบวนการที่ใช้ในการบำบัดตะกอน พร้อมทั้งอธิบายวัตถุประสงค์ของแต่ละกระบวนการ พอสังเขป (6 คะแนน)



3.2 จงอธิบายความแตกต่างของกระบวนการ Pressure Filtration กับกระบวนการ Drying Beds (2 คะแนน)

3.3 จงวงกลมล้อมรอบคำตอบที่ถูกต้องที่สุด (2 คะแนน)

3.3.1 กรรมวิธีใดต่อไปนี้เป็นกรรมวิธีการทำข้นสลัดจ์ โดยทำให้ปริมาณของแข็งในสลัดจ์สูงขึ้น

ก. การทำให้ลอย (Flotation) ข. การตกตะกอน (Sedimentation)

ค. การหมุนเหวี่ยง (Centrifugation) ง. ถูกทุกข้อ

3.3.2 ในการนำตะกอนน้ำเสียไปใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกพืช ควรทำการตรวจสอบอะไร และเนื่องจากอะไร

ก. การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดและที่สามารถละลายน้ำได้เนื่องจากมีผลต่อการสะสมของโลหะหนักในพืชผลทางการเกษตร

ข. การวิเคราะห์หาไข่พยาธิและเชื้อโรคต่างๆ เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อโรคสู่ผู้บริโภค

ค. การวิเคราะห์ปริมาณสารอาหารพืชในกลุ่มไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปตัสเซียม เพื่อสามารถนำตะกอนไปใช้อย่างเหมาะสม

ง. ถูกทุกข้อ

3.3.3 ข้อใดเป็นการจัดการกับกากสลัดจ์ของเสียที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสารพิษอันตรายผสมอยู่ อย่างเหมาะสม

ก. การฝังกลบ ข. บ่อตาก

ค. ส่งศูนย์กำจัดกากอุตสาหกรรม ง. นำไปทำปุ๋ย

3.3.4 ถังย่อยตะกอนแบบไร้ออกซิเจน มีหน้าที่หลักคืออะไร

ก. ย่อยให้ปริมาณสารอินทรีย์ลดลง ข. ย่อยให้ตะกอนเข้มข้นขึ้น

ค. ย่อยให้ตะกอนลดความเป็นพิษลง ง. ถูกทุกข้อ

ชื่อ-สกุล ..... รหัสนักศึกษา.....

การบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่

4. จงบอกวัตถุประสงค์ (2 คะแนน) และหลักการทำงานของ Septic Tank โดยวาดรูปส่วนประกอบหลักพร้อมอธิบายอย่างสั้น (3 คะแนน) และจงอธิบายลักษณะเด่นหรือส่วนเพิ่มเติมในระบบถังบำบัด Septic Tank ของตึกใหม่ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ซึ่งได้ไปดูการทำงานในช่วงปลายเทอม) (5 คะแนน)

ชื่อ-สกุล ..... รหัสนักศึกษา.....

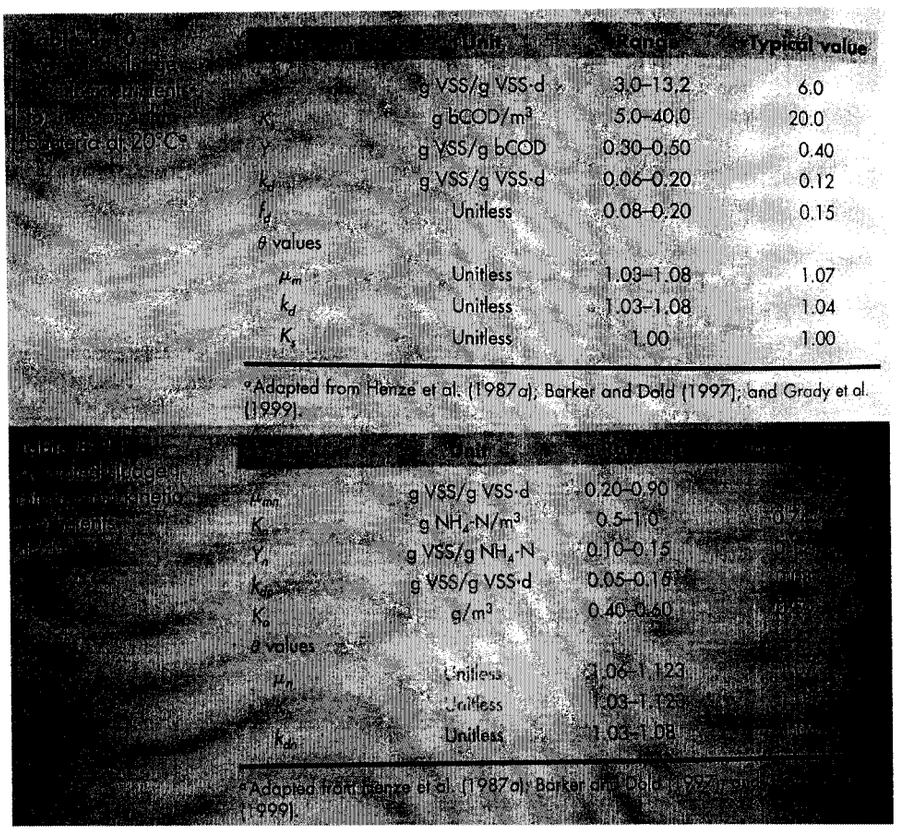
การบำบัดสารอาหาร

5. ระบบบำบัดบัด Activated Sludge ได้ถูกออกแบบให้เกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นด้วย โดยมีน้ำเสีย (influent) เข้าสู่ระบบ 1,000 m^3/d โดยต้องการให้ระบบนี้สามารถบำบัดให้น้ำทิ้ง (effluent) มี NH_4-N ต่ำกว่า 0.5 mg/L BOD_e ต่ำกว่า 15 mg/L และ TSS_e ต่ำกว่า 15 mg/L น้ำเสียในถังเติมอากาศ (mixed liquor) มีอุณหภูมิ 20 C และเดินระบบที่ MLSS = 3,000 mg/L (= X_{TSS}) ออกซิเจนละลายน้ำในบ่อเติมอากาศ DO = 2.0 g/m^3 โดยให้ Factor of Safety (FS) สำหรับการเลือก SRT ของระบบเท่ากับ TKN peak / TKN average = 1.5

สมบัติของน้ำเสียเป็นดังนี้

BOD	140	g/m^3
sBOD	70	g/m^3
COD	300	g/m^3
sCOD	132	g/m^3
TSS	70	g/m^3
VSS	60	g/m^3
TKN	35	g/m^3
NH_4-N	25	g/m^3
TP	6	g/m^3
Alkalinity	140	g/m^3
bCOD/BOD	1.6	

biodegradable COD	224	g/m^3
non biodegradable COD	76	g/m^3
$sCOD_e$	20	g/m^3
non biodegradable VSS	20	g/m^3
inert TSS	10	g/m^3
(Nitrate+Nitrite) / TKN	0.8	



	Units	Range	Typical value
	g VSS/g VSS·d	3.0–13.2	6.0
K_s	g bCOD/m^3	5.0–40.0	20.0
Y_H	g VSS/g bCOD	0.30–0.50	0.40
$k_{d,max}$	g VSS/g VSS·d	0.06–0.20	0.12
f_d	Unitless	0.08–0.20	0.15
θ values			
μ_H	Unitless	1.03–1.08	1.07
k_d	Unitless	1.03–1.08	1.04
K_s	Unitless	1.00	1.00

[a]Adapted from Henze et al. (1987a); Barker and Dold (1997); and Grady et al. (1999).

	Units	Range	Typical value
μ_{AM}	g VSS/g VSS·d	0.20–0.90	0.45
K_{NH}	g NH_4-N/m^3	0.5–1.0	0.75
Y_A	g VSS/g NH_4-N	0.10–0.15	0.12
$k_{d,AM}$	g VSS/g VSS·d	0.05–0.15	0.08
K_O	g/m^3	0.40–0.60	0.50
θ values			
μ_H	Unitless	1.06–1.123	1.07
k_d	Unitless	1.03–1.29	1.04
k_{dO}	Unitless	1.03–1.08	1.04

[a]Adapted from Henze et al. (1987a); Barker and Dold (1997); and Grady et al. (1999).

$$S = \frac{K_s[1+(k_d)SRT]}{SRT(\mu_m - k_d)-1} \quad \text{---------- (7-40)}$$

$$(X_{VSS})(V) = (P_{X,VSS})(SRT) \quad \text{---------- (7-54)}$$

$$(X_{TSS})(V) = (P_{X,TSS})(SRT) \quad \text{---------- (7-55)}$$

$$\mu_n = \left(\frac{\mu_{nm} N}{K_n + N}\right)\left(\frac{DO}{K_o + DO}\right) - k_{dn} \quad \text{---------- (7-93)}$$

$$P_{X,VSS} = \frac{QY(S_0 - S)(1kg/10^3\,g)}{1+(k_d)SRT} + \frac{(f_d)(k_d)QY(S_0 - S)SRT(1kg/10^3\,g)}{1+(k_d)SRT} + \frac{QY_n(NO_x)(1kg/10^3\,g)}{1+(k_{dn})SRT}$$

$$+ Q(nbVSS)(1kg/10^3\,g) \quad \text{---------- (8-15)}$$

$$P_{X,TSS} = \frac{A}{0.85} + \frac{B}{0.85} + \frac{C}{0.85} + D + Q(TSS_0 - VSS_0)(1kg/10^3\,g) \quad \text{---------- (8-16)}$$

$$R_0 = Q(S_0 - S) - 1.42P_{X,bio} + 4.33Q(NO_x) \quad \text{---------- (8-17)}$$

สมมติให้ ในน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ ผลรวมของไนเตรตและไนไตรท (NO_x) = 80% ของ TKN

จงหา (1) μ_n , g/g/d (3 คะแนน)

(2) SRT ที่ใช้ออกแบบ, d (3 คะแนน)

(3) หา biomass production ($P_{X,bio}$), kgVSS/d d (3 คะแนน)

(4) ปริมาตรของถังเติมอากาศ (V), m^3 (3 คะแนน)

(5) อัตราความต้องการออกซิเจน (R_o), kg/d (3 คะแนน)

6. ปัญหาของระบบ Activated Sludge ที่มีผลต่อเสถียรภาพการเดินระบบ คือ ปัญหา Bulking Sludge และ ปัญหา Rising Sludge จงอธิบายลักษณะการเกิดของปัญหา (3 คะแนน) สาเหตุที่เป็นไปได้ (3 คะแนน) และ วิธีการควบคุม (4 คะแนน) ของทั้งสองปัญหาดังกล่าว