 ชื่อ..... รหัส.....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2556
วันที่ 6 ตุลาคม 2556 เวลา 13.30-16.30 น.
วิชา 223-501 ADVANCED WASTEWATER TREATMENT AND ENGINEERING ห้องสอบ A305
223-601 ADVANCED WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY ห้องสอบ S817

คำชี้แจง

ข้อสอบมี 3 ส่วน ส่วนที่ 1 มี 4 ข้อ รวม 80 คะแนน ส่วนที่ 2 มี 3 ข้อ รวม 20 คะแนน ส่วนที่ 3 มี 1 ข้อ 20 คะแนน
ข้อสอบมี 17 หน้า ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุจริตจะได้ E ทุกกรณี
ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา โทษสูงสุดให้ออก
ให้เขียนชื่อ-รหัส ที่หัวกระดาษทุกแผ่น
ห้ามหยิบหรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
ถ้าพิจารณาเห็นว่าค่าคงที่ต่างๆหรือข้อสมมุติฐานที่โจทย์กำหนดให้ไม่เพียงต่อการคิดคำนวณให้สมมุติขึ้นมาเองตามความเหมาะสม

ตารางแสดงคะแนนสอบปลายภาค

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
ส่วนที่ 1		
1	25	
2	15	
3	25	
4	15	
ส่วนที่ 2	20	
ส่วนที่ 3	20	
รวม	120	

จรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์
ชัยศรี สุขสาโรจน์
วัสสา คงนคร
ผู้ออกข้อสอบ

 ชื่อ..... รหัส.....

<u>ส่วนที่ 1</u> อ.จรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์

ข้อที่ 1 กระบวนการดูดติด

1.1 (10 คะแนน) จากการทดลองการดูดติดแบบ Batch โดยใช้น้ำเสียปริมาตร 1 ลิตรและใช้ถ่านกัมมันต์ 1 กรัมทำการทดลองเพื่อกำจัดสารคลอโรฟอร์ม จากข้อมูลค่าคลอโรฟอร์มเริ่มต้นและคลอโรฟอร์มที่สภาวะสมดุลดังแสดงในตารางที่ 1

i จงสร้างกราฟ freundlish adsorption isotherm และหาค่า K (freundlish capacity factor) $\frac{1}{n}$ (freundlish intensity parameter) และสมการ freundlish adsorption isotherm

ii จงใช้ freundlish adsorption isotherm เพื่อหาปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ต้องการต่อวัน ในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนคลอโรฟอร์ม ความเข้มข้นเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน กำหนดให้น้ำที่ผ่านการบำบัดต้องมีความเข้มข้นคลอโรฟอร์มน้อยกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

iii จงหาค่าใช้จ่ายต่อวันเมื่อกำหนดให้ถ่านกัมมันต์ราคากิโลกรัมละ 40 บาท

กำหนดให้ Freundlish Isotherm

$$\frac{(C_0 - C_e)V}{m} = \frac{x}{m} = KC_e^{1/n}$$

$$\log(\frac{x}{m}) = \log K + \frac{1}{n}\log C_e$$

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของ TOC เริ่มต้น (C_0) และค่า TOC ที่สภาวะสมดุล (C_e)

Initial Chloroform (mg/L)	Equilibrium Chloroform (mg/L)
150	5
250	12
300	17
340	23
370	29
400	36
500	50

ข้อที่ 1.2 (10 คะแนน) น้ำที่ผ่านการบำบัดขั้นที่สองมีสารฟีนอลเหลืออยู่ 200 mg/L ถูกนำมาบำบัดโดยใช้คอลัมน์แบบ fixed bed granular adsorption โดยใช้อัตราการไหลเท่ากับ 100 m^3/day และให้น้ำที่ผ่านการบำบัดมีค่าฟีนอลน้อยกว่า 1 mg/L จงใช้ข้อมูลจากการทดลองในห้องปฏิบัติการที่กำหนดให้ตอบคำถามต่อไปนี้

i หาค่า bed volume ที่ออกแบบ, m^3
ii ปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ต้องการ, kg
iii ค่าเวลาที่เกิด breakthrough, day
iv ค่าปริมาตรที่ breakthrough, V_B, m^3

กำหนดให้
การทดลองในห้องปฏิบัติการ

- อัตราการไหลที่ใช้เท่ากับ 1.67 bed volume/hour
- ปริมาณถ่านที่ใช้เท่ากับ 3 kg
- Carbon density เท่ากับ 400 kg/m^3
- ปริมาตรน้ำที่ breakthrough เท่ากับ 2080 L (น้ำมีความเข้มข้นของฟีนอล เท่ากับ 1 mg/l)

 ชื่อ..... รหัส.....

ข้อที่ 2 การแลกเปลี่ยนประจุ

2.1 (15 คะแนน) นักศึกษาได้รับมอบหมายให้ออกแบบระบบการแลกเปลี่ยนประจุเพื่อกำจัดสารไนเตรทของน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วโดยระบบบำบัดทางชีวภาพ จากผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำดังแสดงในตารางที่ 2

i จงหาปริมาณน้ำสูงสุดที่บำบัดได้ต่อลิตรโดยใช้ strong base anion-exchange resin ซึ่งมีค่า exchange capacity เท่ากับ 2 eq ต่อลิตร

ii เมื่อต้องการบำบัดน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วโดยระบบบำบัดทางชีวภาพ 10 m^3/day จะต้องใช้ resin วันละกี่ลิตร

iii กำหนดให้การฟื้นฟูสภาพในแต่ละวัน resin เสื่อมสภาพไปร้อยละ 1 และต้องมีการเติม resin ลงไปในถังเท่ากับปริมาณที่เสื่อมสภาพ ในหนึ่งเดือนต้องใช้ resin ทั้งหมดกี่ลิตร

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์น้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วโดยระบบบำบัดทางชีวภาพ

Cation	Conc., mg/L	Anion	Conc., mg/L
Ca^{2+}	80	HCO_3^-	250
Mg^{2+}	21	Cl^-	82.0
Na^+	45	NO_3^-	150
K^+	16	F-	20.0

กำหนดให้

- มวลโมเลกุลของ Ca = 40.08, Mg = 24.31, Na = 22.99, K = 39.09, H = 1.00, C = 12.011, O = 15.99, Cl = 35.45, N = 14.00, F = 18.99
- Approximate selectivity scale for anion on strong-base ion exchange resin ของ
  - HCO_3^- = 0.4, Cl^- = 1.0, NO_3^- = 4.0, F^- = 0.1
- X_{A+} และ X_{B+} คือ equivalent fractions ของ A และ B ในสารละลาย
- X_{A+} และ X_{B+} คือ equivalent fractions ของ A และ B ใน resin

$$\frac{X''_{B+}}{1-X''_{B+}} = K^{A+} ---> B^{+} \frac{X_{B+}}{1-X_{B+}}$$

 ชื่อ..... รหัส.....

 ชื่อ..... รหัส.....

ข้อที่ 3 การกำจัดสารอาหารในน้ำเสีย

3.1 (4 คะแนน) กระบวนการบำบัดไนโตรเจนโดยแบบ Pre-anoxic กับ Post-anoxic มีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร

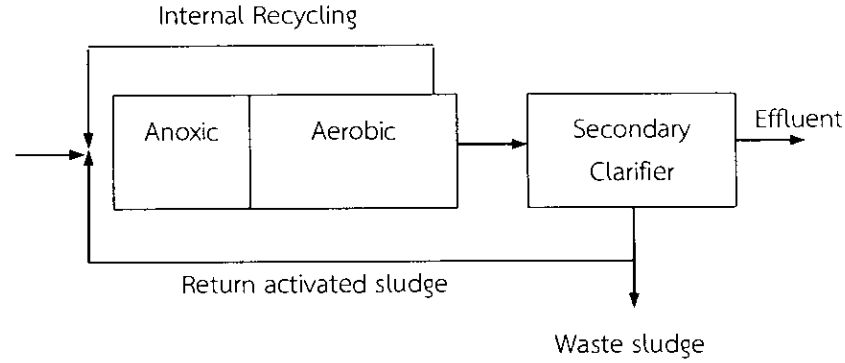
3.2 (6 คะแนน) จงเขียนแผนภูมิอย่างง่าย แสดงกระบวนการที่ใช้บำบัดสารอาหารต่อไปนี้ในน้ำ 1) ไนโตรเจน 2) ฟอสฟอรัส และ 3) ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส และ อธิบายหลักการกำจัด ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส โดยสังเขป

3.3 (10 คะแนน) ระบบบำบัดน้ำเสียใช้ถัง Pre-anoxic ร่วมกับถังเติมอากาศ และ ถังตกตะกอน ดังรูป จงใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ ตอบคำถามต่อไปนี้

i จงหาหาค่า X_b (g/m^3)

ii จงหาปริมาตรถัง Pre-anoxic (m^3)

iii จงหาปริมาณไนเตรทที่กำจัดได้ (g/day)



กำหนดให้

ลักษณะน้ำเสีย

พารามิเตอร์	**ความเข้มข้น (g/m^3)**
BOD	**140**
bCOD	220
rbCOD	**80**
NO_x	**30**

ค่าที่ใช้ในการออกแบบ

พารามิเตอร์	**หน่วย**	**ค่า**
อัตราการไหล	m^3/d	2250
Temperature	^oC	20
MLVSS	g/m^3	2370
Aerobic SRT	d	13
Aerobic volume basin	m^3	850
RAS ratio	Unit less	0.6
SDNR (ที่ F/M ประมาณ 1.25 และ rbCOD/COD = 0.36) (20 ^oC)	g/g-d	0.22
SDNR (ที่ F/M ประมาณ 1.6 และ rbCOD/COD = 0.36) (20 ^oC)	g/g-d	0.28

- ค่าความเข้มข้นของไนเตรตในตะกอนที่นำกลับสู่ถัง (RAS) Pre-annoxic เท่ากับ 6 g/m^3
- เวลาเก็บกักถัง anoxic เท่ากับ 1.5 ชั่วโมง
- $X_b = [\frac{Q(SRT)}{V}][\frac{Y(S_0 - S)}{1+(kd)SRT}]$ และ Y = 0.4 gVSS/gCOD, k_d = 0.088 g/g*d
- Internal Recycling (IR) = (NO_x/N_e) 1.0 RAS
- F/M = $QS_0/V_{nox}(X_b)$
- $SDNR_T = SDNR_{20}(1.026)^{T-20}$
- $NO_r = (V_{nox})(SDNR)(X_b)$

3.4 (5 คะแนน) ระบบบำบัดน้ำเสียถูกออกแบบเพื่อกำจัดสารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยค่า rbCOD คือสารอาหารที่จำเป็นสำหรับการย่อยสลายสารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในการย่อยสลายจุลชีพจะใช้ rbCOD ในการบำบัดไนโตรเจนก่อน ส่วนที่เหลือจะใช้ในการบำบัดฟอสฟอรัส โดยฟอสฟอรัสถูกบำบัดโดยการย่อยสลายในน้ำเสียและการดูดติดโดยตะกอนจุลินทรีย์ จากข้อมูลที่กำหนดให้ จงหาค่า rbCOD ที่ใช้ในการบำบัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในหน่วยกรัมต่อลบ.ม. และค่าฟอสฟอรัสที่เหลือในน้ำทิ้งมีค่าเป็นเท่าไร

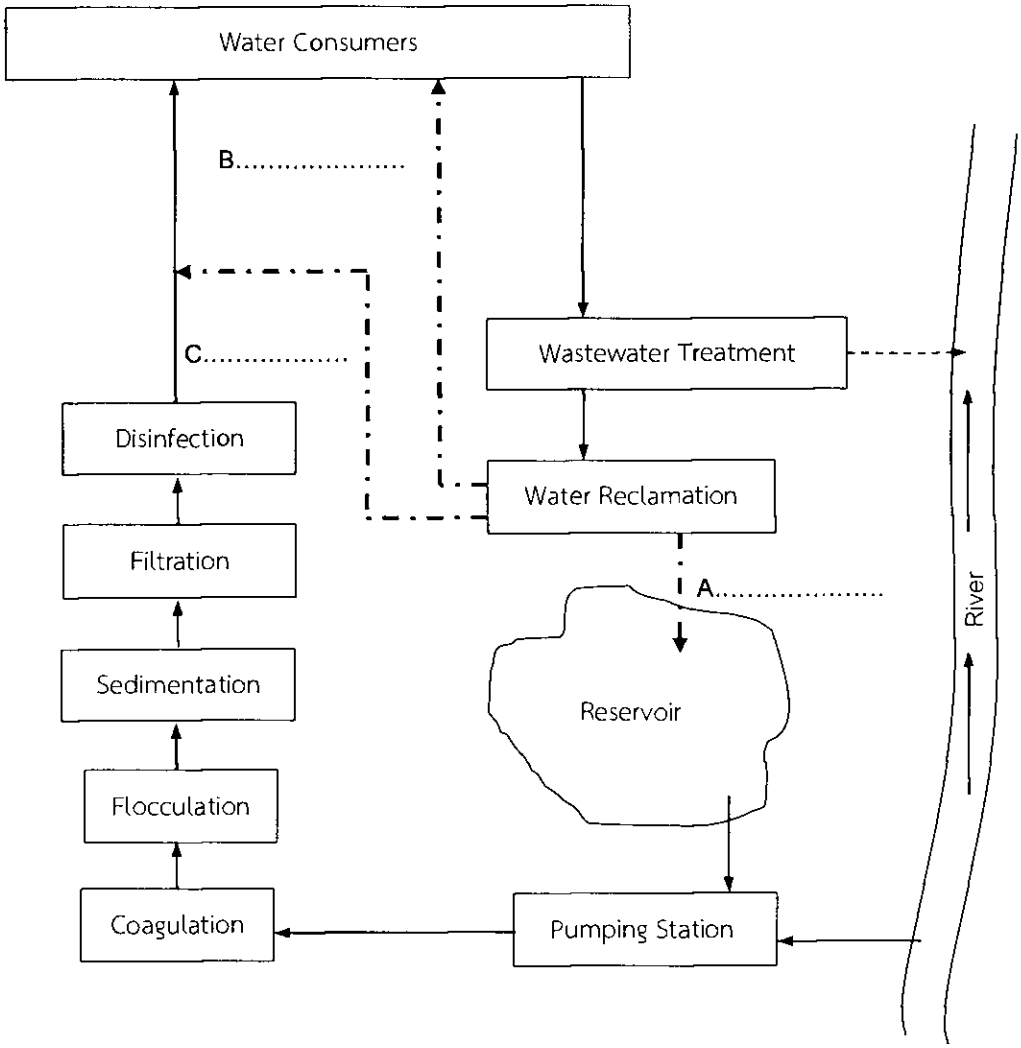
กำหนดให้

- อัตราการไหลน้ำเสียเท่ากับ 4,000 m^3/day
- ค่า phosphorus ในน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 7 g/m^3
- ค่า rbCOD ในน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 70 g/m^3
- ค่า NO_3-N React มีค่าเท่ากับ 2 g (NO_3-N)/m^3 (ค่าที่ต้องย่อยสลายหลังจากคิดสมดุลมวลของระบบ)
- Px,biomass = 205,000 g biomass/d
- rbCOD/nitrate ratio = 6.6 g rbCOD/ g NO_3-N
- 10 g rbCOD/ g P is phosphorus removed by biological phosphorus removal
- Phosphorus content of heterotrophic biomass = 0.015 g P/ g biomass

 ชื่อ..... รหัส.....

ข้อที่ 4 การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

4.1 (6 คะแนน) จากแผนภูมิด้านล่างจงเติมคำเพื่อแสดงลักษณะการดำเนินการ Water Reuse และให้อธิบายความหมายของการดำเนินการดังกล่าวโดยสังเขป



 ชื่อ..... รหัส.....

4.2 (4 คะแนน) การนำที่ผ่านการบำบัดแล้วไปเก็บกักไว้ในน้ำใต้ดินมีการดำเนินการได้กี่วิธี ให้วาดภาพแสดงและอธิบายวิธีการดำเนินการ ข้อจำกัดในการดำเนินการในแต่ละวิธีโดยสังเขป

4.3 (5 คะแนน) จงอธิบายเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดน้ำจากระบบบำบัดขั้นทุติยภูมิเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ แบบ 1) conventional process และ 2) advanced process โดยสังเขป

 ชื่อ..... รหัส.....

ส่วนที่ 2 อ.ชัยศรี สุขสาโรจน์ (20 คะแนน)

Advanced oxidation processes

1. หลักพื้นฐานในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ Advanced oxidation processes สำหรับงานทางด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คืออะไรจงอธิบายมาให้เข้าใจ

2. การเปลี่ยนแปลงมลสารในน้ำเสียหลังจากการออกซิเดชันขั้นสูงถูกจัดเป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง

 ชื่อ..... รหัส.....

3. จงยกตัวอย่างพร้อมแสดงแนวคิดในการนำกระบวนการออกซิเดชันขั้นสูงไปใช้กับอุตสาหกรรมหลักๆในภาคใต้ของประเทศไทย มา 1 อุตสาหกรรม

ส่วนที่ 3 อ.วัสสา คงนคร (20 คะแนน)

Membrane bioreactor (MBR)

1. Wastewater treatment plant installing with MBR system for municipality 200 m^3/d. Wastewater characteristics are shown in the following ; BOD_5 = 500 mg/L, COD = 1000 mg/L and SS = 120 mg/L, respectively. The MLSS concentration is equal to 10 g/L. Please design the unit chamber, membrane area and total oxygen required for the system.

"MEMBRAY" Specifications

Type No.			TMR140-050S	TMR140-100S	TMR140-200W	TMR140-200D
Standard Flow Rate		m^3/day* gal/day*	52 13,800	105 27,700	210 55,500	210 55,500
Number of Membrane Elements			50	100	200	200
Total Membrane Area		m^2 sq.ft.	70 750	140 1,510	280 3,010	280 3,010
Dimensions	Width	mm inch	810 31.9	810 31.9	840 33.1	810 31.9
	Length	mm inch	950 37.4	1,620 63.8	3,260 128.3	1,620 63.8
	Height	mm inch	2,100 82.7	2,100 82.7	2,100 82.7	4,160 163.8
Weight (dry)	Module	kg lb.	400 882	695 1,532	1,430 3,153	1,365 3,009
Materials	Diffuser, Frame, Permeated Water Manifold		304 stainless steel (316 stainless steel is available as option)			