 ชื่อ..... รหัส.....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 **ปีการศึกษา 2557**
วันที่ 7 พฤษภาคม 2558 **เวลา 9.00-12.00 น.**
วิชา 223-601 ADVANCED WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGY **ห้องสอบ หัวหุ่น**

คำชี้แจง

ข้อสอบมี 3 ส่วน ส่วนที่ 1 มี 4 ข้อ รวม 65 คะแนน ส่วนที่ 2 มี 3 ข้อ รวม 18 คะแนน ส่วนที่ 3 มี 2 ข้อ รวม 18 คะแนน
ข้อสอบมี 18 หน้า ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุจริตจะได้ E ทุกกรณี
ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียน 2 ภาคการศึกษา โทษสูงสุดให้ออก
ให้เขียนชื่อ-รหัส ที่หัวกระดาษทุกแผ่น
ห้ามหยิบหรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
ถ้าพิจารณาเห็นว่าค่าคงที่ต่างๆหรือข้อสมมุติฐานที่โจทย์กำหนดให้ไม่เพียงต่อการคิดคำนวณให้สมมุติขึ้นมาเองตามความเหมาะสม

ตารางแสดงคะแนนสอบปลายภาค

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
ส่วนที่ 1		
1	15	
2	15	
3	24	
4	10	
ส่วนที่ 2	18	
ส่วนที่ 3	18	
รวม	100	

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 ลิตรและใช้ถ่านกัมมันต์ชนิดเกร็ด 1 กรัมทำการทดลองเพื่อกำจัดสารฟีนอล จากข้อมูลค่าฟีนอลเริ่มต้นและค่าฟีนอลที่สภาวะสมดุลดังแสดงในตารางที่ 1

i จงหาสร้างกราฟ Freundlish Adsorption Isotherm และหาค่า K (Freundlish capacity factor) $\frac{1}{n}$ (Freundlish intensity parameter) และสมการ Freundlish adsorption isotherm

ii จงใช้ Freundlish Adsorption Isotherm เพื่อหาปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ต้องการต่อวัน ในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนฟีนอลความเข้มข้นเท่ากับ 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน กำหนดให้น้ำที่ผ่านการบำบัดต้องมีความเข้มข้นฟีนอลน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

iii จงหาค่าใช้จ่ายต่อวันเมื่อกำหนดให้ถ่านกัมมันต์ราคากิโลกรัมละ 30 บาท

iv จงเสนอแนะวิธีการการนำค่า Freundlish Adsorption Isotherm ไปใช้ในการออกแบบ

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

 ชื่อ..... รหัส.....

 ชื่อ..... รหัส.....

1.2 (5 คะแนน) จากรูปเป็นการทดลองใช้เรซิ่น XAD-4 (■ เพื่อดูดติดฟีนอล โดยการทดลองได้ทำการเปลี่ยนอัตราการไหลและ bed depth จาก Breakthrough Curve ในการกำจัดฟีนอลในน้ำเสียที่ความเข้มข้น 100 mg/L (C_0) ให้เหลือ 10 mg/L (Ci) จงหา

i ปริมาณเรซิ่นที่ใช้ในการทดลอง (ลิตร)

ii ปริมาณน้ำที่บำบัดได้ (ลิตร)

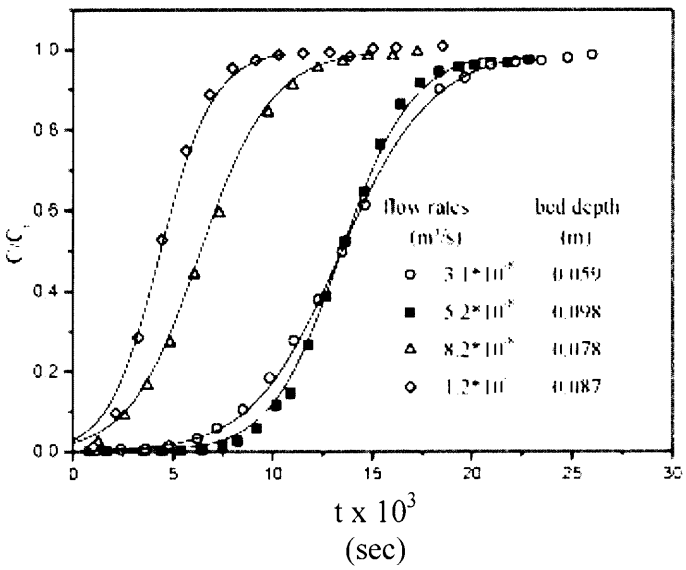
iii ปริมาณน้ำต่อเรซิ่น (ลิตรต่อลิตร)

iv ปริมาณเรซิ่นต่อวัน (กิโลกรัมต่อวัน)

กำหนดให้ใช้

- Flow rate 5 x 10^{-5} m^3/min
- พื้นที่หน้าตัดของคอลัมน์ที่ใช้ทดลองมีค่าเท่ากับ 0.051 m^2 bed depth 0.098 m (■
- น้ำเสียมีอัตราการไหล 1 m^3/day
- และ DAX-4 มีความหนาแน่นเทากับ 1.2 kg/L

กำหนดให้



Breakthrough Curve ของการใช้ Resin XAD ดูดติดสารฟีนอล

 ชื่อ..... รหัส.....

ข้อที่ 2 การแลกเปลี่ยนประจุ

2.1 (15 คะแนน) นักศึกษาได้รับมอบหมายให้ออกแบบระบบการแลกเปลี่ยนประจุเพื่อกำจัดสารไนเตรทน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วโดยระบบบำบัดทางชีวภาพ จากผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำดังแสดงในตารางที่ 2

i จงหาปริมาณน้ำสูงสุดที่สามารถบำบัดได้ต่อลิตรของ strong base anion-exchange resin ซึ่งมี ค่า exchange capacity เท่ากับ 2.5 eq ต่อลิตร

ii เมื่อต้องการบำบัดน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วโดยระบบบำบัดทางชีวภาพ 30 m^3/day ต้องใช้ resin วันละกี่ลิตร

iii กำหนดให้การฟื้นฟูสภาพในแต่ละวัน resin เสื่อมสภาพไปร้อยละ 0.5 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^-	80.0
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 **(3 คะแนน)** กระบวนการบำบัดไนโตรเจนโดยกระบวน Pre-anoxic กับ Post-anoxic มีความเหมือนและแตกต่างกันอย่างไร

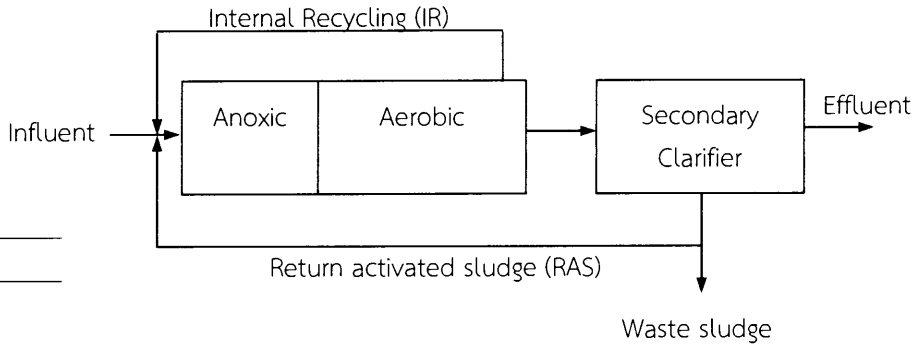
3.2 **(3 คะแนน)** จงเขียนแผนภูมิอย่างง่ายแสดงกระบวนการที่ใช้บำบัดสารอาหารต่อไปนี้ในน้ำ 1) ไนโตรเจน 2) ฟอสฟอรัส และ 3) ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส และ อธิบายหลักการกำจัด ไนโตรเจน และ ฟอสฟอรัส โดยสังเขป

3.3 (12 คะแนน) ระบบบำบัดน้ำเสียใช้ถัง Pre-anoxic ร่วมกับถังเติมอากาศ และ ถังตกตะกอน ดังรูป จงใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ ตอบคำถามต่อไปนี้

i หาค่า X_b (g/m^3)

ii ปริมาตรถัง Pre-anoxic (m^3)

iii ปริมาณไนเตรทที่กำจัดได้ (g/day)



กำหนดให้

ลักษณะน้ำเสีย

พารามิเตอร์	**ความเข้มข้น (g/m^3)**
BOD	195
bCOD	300
rbCOD	108
NO_x	40

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 = $QS_0/V_{nox}(X_b)$
- $SDNR_T = SDNR_{20}(1.026)^{T-20}$
- $NO_r = (V_{nox})(SDNR)(X_b)$

 ชื่อ..... รหัส.....

 ชื่อ..... รหัส.....

3.4 (6 คะแนน) ระบบบำบัดน้ำเสียถูกออกแบบเพื่อกำจัดสารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส โดยค่า rbCOD เป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการย่อยสลายสารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในการย่อยสลายจุลชีพจะใช้ rbCOD เพื่อบำบัดไนโตรเจนก่อน ส่วนที่เหลือจะใช้เพื่อบำบัดฟอสฟอรัส โดยฟอสฟอรัสถูกบำบัดโดยการย่อยสลายและการดูดติดโดยตะกอนจุลินทรีย์ จากข้อมูลที่กำหนดให้ จงหาค่า rbCOD ที่ใช้ในการบำบัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในหน่วยกรัมต่อลบ.ม. และหาค่าฟอสฟอรัสที่เหลือในน้ำทิ้งว่ามีค่าผ่านมาตรฐานหรือไม่

กำหนดให้

- อัตราการไหลน้ำเสียเท่ากับ 2,500 m^3/day
- ค่า phosphorus ในน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 8 g/m^3
- ค่า rbCOD ในน้ำเสียมีค่าเท่ากับ 70 g/m^3
- ค่า NO_3-N ที่ต้องย่อยสลายหลังจากคิดสมดุลมวลของระบบมีค่าเท่ากับ 1.5 g (NO_3-N)/m^3
- $P_{x,biomass}$ = 200,000 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
- ค่ามาตรฐาน phosphorus ในน้ำทิ้งต้องมีค่าน้อยกว่า 1 mg/L

 ชื่อ..... รหัส.....

ข้อที่ 4 การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

4.1 การนำน้ำกลับมาใช้ต้องคำนึงถึงปัจจัยใดบ้าง จงอธิบายโดยสังเขป (5 คะแนน)

 ชื่อ..... รหัส.....

4.2 (5 คะแนน) การนำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วไปเก็บกักไว้ในน้ำใต้ดินมีการดำเนินการได้กี่วิธี ให้วาดภาพแสดงและอธิบายวิธีการดำเนินการ ข้อจำกัดในการดำเนินการในแต่ละวิธีโดยสังเขป

 ชื่อ..... รหัส.....

ส่วนที่ 2 อ.ชัยศรี สุขสาโรจน์ (18 คะแนน)

1. หลักพื้นฐานในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ Advanced oxidation processes สำหรับงานทางด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คืออะไรจงอธิบายมาให้เข้าใจ **(6 คะแนน)**

2. การเปลี่ยนแปลงมลสารในน้ำเสียหลังการการออกซิเดชันขั้นสูงถูกจัดเป็นกี่ประเภทอะไรบ้าง (6 คะแนน)

 ชื่อ..... รหัส.....

3. จงยกตัวอย่างพร้อมแสดงแนวคิดในการนำกระบวนการออกซิเดชันขั้นสูงไปใช้กับอุตสาหกรรมหลักๆในภาคใต้ของประเทศไทยมา 1 อุตสาหกรรม **(6 คะแนน)**

 ชื่อ..... รหัส.....

ส่วนที่ 2 อ.วัสสา คงนคร (18 คะแนน)

1. Please design and find the optimum value for RO system for water production as Figure 1 (12 Points)

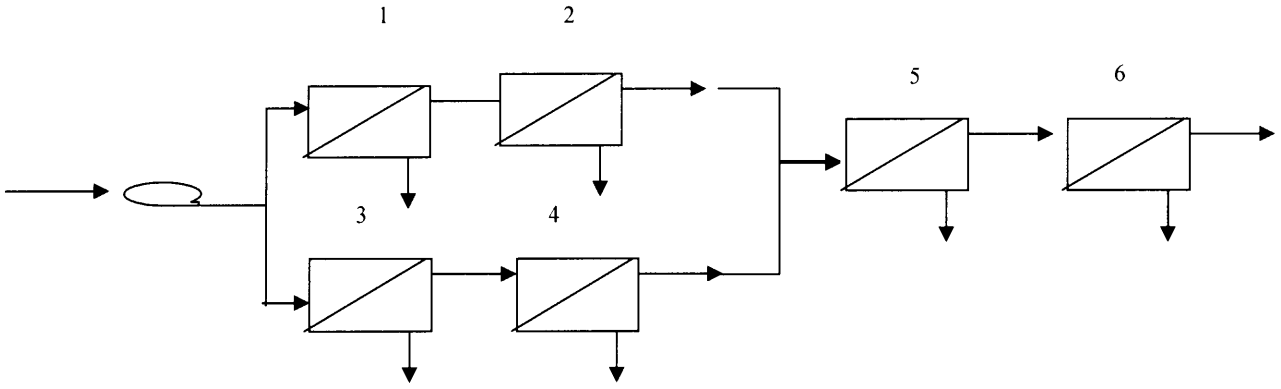


Figure 1 Diagram of RO system

- Membrane specification is showed in Figure 2
- Water quality is following
    - TDS = 3000 ppm
    - Pressure = 300 psi
    - Operate at 30 °C
    - Electricity cost = 3 Baht/unit
- Find Q_{design}, Q_{feed}, %R and operation cost

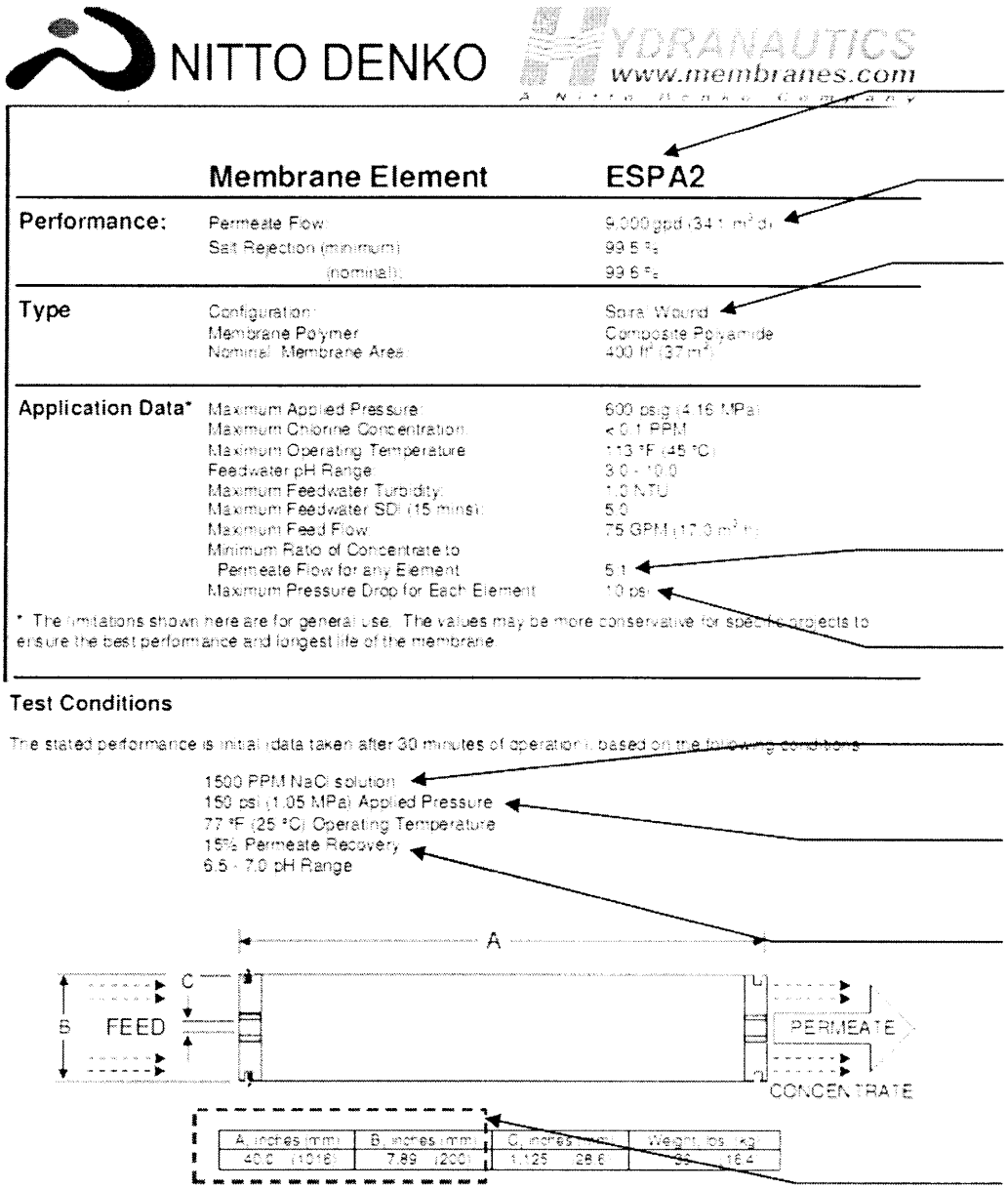


Figure 2 Membrane specification

ชื่อ..... รหัส.....

 ชื่อ..... รหัส.....

2. จงอธิบายความหมายของ MBR (Membrane Bioreactor) ตามที่ท่านเข้าใจ พร้อมทั้งวิเคราะห์วิจารณ์ความเป็นไปได้ในการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวในประเทศไทย (6 Points)