มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาคประจำภาคการศึกษาที่1: **ประจำปีการศึกษา 2550**

สอบวันที่ : 8 ตุลาคม 2550 **เวลา: 13.30-16.30 น.**

วิชา : Unit Operation for Environmental Engineering I (223-371) **ห้อง: หัวหุ่น**

คำชี้แจง
- ข้อสอบมีทั้งหมด 9 ข้อ 19 หน้า (รวมกระดาษกราฟ)
- คะแนนรวม 90 คะแนน ให้ทำทุกข้อ
- อนุญาตให้นำเครื่องคำนวณเข้าห้องสอบได้
- **อนุญาตให้ใช้ *ดินสอ*** ในการเขียนคำตอบ
- **<u>ไม่อนุญาต</u>**ให้นำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุจริตจะได้ **E** ทุกกรณี
- **ทุจริตในการสอบ** โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้น และพักการเรียน 1 ภาคการศึก ม า โทษสูงสุดให้ออก

ชื่อ.....เลขประจำตัว.....

ข้อสอบที่	คะแนนเต็ม	คะแนนรวมสุทธิ
1	10	
2	10	
3	10	
4	10	
5	10	
6	10	
7	10	
8	10	
9	10	
คะแนนรวม	90	

ผู้ออกข้อสอบ

ดร.ธนิยา เกาศล

1. (Ion Exchange) จงอธิบายกลไกวัฏจักรการทำงานของระบบของการแลกเปลี่ยนไอออนว่ามี กี่ขั้นตอน และแต่ละขั้นตอนมีหลักการทำงานอย่างไรบ้าง อย่างละเอียด (10 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. (Ion Exchange) อบต. แห่งหนึ่งต้องการผลิตน้ำประปาเองเพื่อใช้อุปโภคบริโภค โดยเลือกระบ ง การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบแบบการแลกเปลี่ยนไอออน จากการสำรวจพบว่าน้ำดิบที่ต้องการใช้ ประมาณ 2,300 m^3/d จากผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำพบว่า น้ำดิบมีปริมาณความกระด้ ง ทั้งหมด 100 mg/L as $CaCO_3$ โดยใช้เรซินที่มีความจุทั้งหมด 1,250 $g_{eq.wt}/m^3$ กำหนดให้ เรซิน มี ความจุไม่เกิน 70% ก่อนทำการฟื้นฟูสภาพเรซิน (Regeneration) และมีระยะเวลาเก็บกักในถัง 10 นาที (10 คะแนน)

จงคำนวณ (1) ปริมาตรของถังเรซิน

(2) ระยะเวลาระหว่างการฟื้นฟูสภาพเรซิน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. (Oxidation Process) จงอธิบายวิธีการ Dechlorination ว่าเป็นอย่างไร ทำเพื่อวัตถุประสงค์อะไร ใช้สารอะไรในการทำ Dechlorination พร้อมทั้งอธิบายปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นว่าเป็นอย่างไร

(10 คะแนน)

4. (Membrane Technology) เครื่องแยกด้วยไฟฟ้า-เยื่อกรองที่มีเยื่อกรองทั้งหมด 250 เซลล์ ต้องการทำน้ำทะเลให้เป็นน้ำจืดด้วยอัตราการไหลเข้า 360 L/min โดยปริมาณเกลือในน้ำทะเลเท่ากับ 4,200 mg/L ค่าความเข้มข้นของสารละลาย (Normality ratio) เข้มข้น 0.07 $g_{eq.wt.}$/L

(10 คะแนน)

กำหนดให้ - ประสิทธิภาพการกำจัดเกลือเท่ากับ 45%

- ประสิทธิภาพของกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 92%

- ค่าความหนาแน่นกระแสต่ออัตราส่วนค่าความเข้มข้นเท่ากับ 650 ma/(cm^2-$g_{eq.wt.}$/L)

- ค่าความต้านทานไฟฟ้าเท่ากับ 4 โอห์ม

จงคำนวณหา

(1) ค่ากระแสไฟฟ้าที่ต้องการต่อหนึ่งเซลล์

(2) ขนาดพื้นที่ของเยื่อกรองที่ต้องการใช้

(3) กำลังไฟฟ้าที่ใช้

(4) ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ใช้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. (Membrane Technology) จงหาขนาดพื้นที่ของเยื่อกรองระบบออสโมซิสผันกลับ (RO) ซึ่งใช้งานที่อุณหภูมิ 15°C และ 30°C โดยน้ำที่จะบำบัดมีอัตราการไหลเข้าระบบ 1,500 m^3/d โดยกำหนดค่าดังนี้ (10 คะแนน)

- **สัมประสิทธิ์ของการแลกเปลี่ยนมวลสำหรับหน่วยพื้นที่ของเยื่อกรองเท่ากับ 0.3 L/(d-m^2)(kPa) ที่ 25°C**
- **ค่าผลต่างความดันออสโมติคระหว่างน้ำเข้ากับน้ำออกมีค่าเท่ากับ 320 kPa**
- **ค่าความดันน้ำที่เข้าระบบเท่ากับ 3,000 kPa**
- **ค่าความดันน้ำที่ออกจากระบบเท่ากับ 500 kPa**

อุณหภูมิ (°C)	A_T/A_{25}
15	1.34
20	1.15
25	1.00
30	0.84

6. (Disinfection) น้ำทิ้งจากระบบบำบัดน้ำเสียจากโรงไฟฟ้า ต้องการนำมารวมกับน้ำในบ่อน้ำหล่อเย็นเพื่อใช้เป็นน้ำชดเชยในโรงไฟฟ้า ซึ่งน้ำทิ้งจากระบบบำบัดมีค่าโคลิฟอร์มทั้งหมด 3,000,000 coliform/100 mL ซึ่งระบบบ่อเป็นแบบกวนสมบูรณ์ มีค่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเท่ากับ 2.5 day^{-1} โดยบ่อจะมีระยะเวลาเก็บกักน้ำ 45 วัน โดยสมมุติให้ใช้กฎของ Chick ในการคำนวณ

$$\ln\frac{N}{N_0} = -kt \qquad (1)$$

จำเป็นหรือไม่ที่จะต้องมีการฆ่าเชื้อโรคของน้ำในบ่อน้ำหล่อเย็นก่อนนำมาใช้ในโรงงาน ถ้ามาตรฐานน้ำใช้กำหนดให้ค่าโคลิฟอร์มทั้งหมดต้องมีค่าน้อยกว่า 5,000 coliform/100 mL

ถ้าจำเป็นต้องมีระบบการฆ่าเชื้อโรคก่อน ทางโรงไฟฟ้าจะเลือกใช้คลอรีนในการฆ่าเชื้อโรค โดยกำหนดให้ต้องมีคลอรีนที่เหลืออยู่ในน้ำประมาณ 2 mg/L และต้องมีค่าโคลิฟอร์มทั้งหมดที่ออกจากระบบน้อยกว่า 300 coliform/100 mL จงหาระยะเวลาสัมผัสในทางอุดมคติของถังปฏิกิริยา (10 คะแนน)

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{(1+0.23ct)^3} \qquad (2)$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

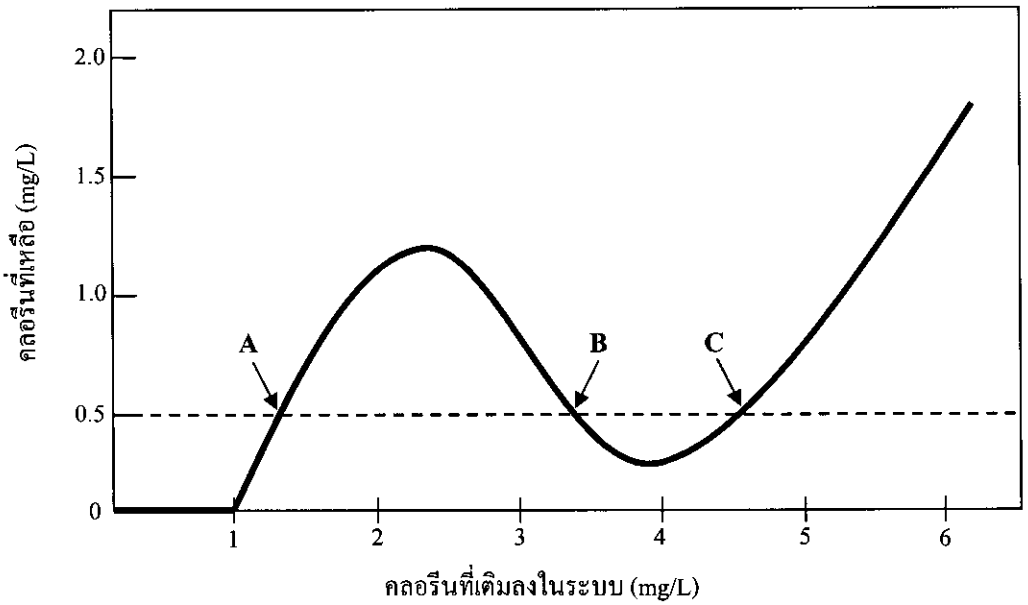
.....

.....

.....

.....

7. (Disinfection) หมู่บ้านแห่งหนึ่งต้องการนำน้ำผิวดิน ซึ่งมีค่า pH 7.5 มาผลิตเป็นน้ำดื่มน้ำใช้ในสวนสาธารณะของหมู่บ้าน โดยทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำดิบแล้วพบว่า น้ำได้คุณภาพตามมาตรฐาน ยกเว้นปริมาณของโคลิฟอร์ม ซึ่งจำเป็นต้องทำการฆ่าเชื้อโรคก่อน จึงนำน้ำมาทำการทดลองเพื่อหาปริมาณคลอรีนเติมลงในน้ำ และได้ผลการศึกษาดังนี้



จงอธิบายลักษณะปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น เมื่อปริมาณคลอรีนที่เติมลงในระบบที่จุดต่างๆ ดังนี้ ที่จุด A เท่ากับ 1.3 mg/L, จุด B เท่ากับ 3.4 mg/L และ จุด C เท่ากับ 4.6 mg/L และจะต้องทำการเติมคลอรีนในระบบการฆ่าเชื้อโรคเท่าไหร่ จึงจะเหมาะสม โดยให้คลอรีนในน้ำเหลืออยู่อย่างน้อย 0.5 mg/L (10 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. (Adsorption) โรงงานแห่งหนึ่งมีปริมาณน้ำเสีย 240 m^3/d ต้องการกำจัดฟีนอลออกจากน้ำเสียซึ่งมีค่า 80 mg/L โดยใช้ระบบการดูดซับซึ่งมีตัวกลางเป็นถ่านกัมมันต์ โดยกำหนดค่าดังนี้

- ค่าภาระบรรทุกเข้าระบบมีค่า 0.07 m^3/m^2-min

- ระยะเวลาในการทำงานแบบต่อเนื่อง 10 วัน

- ค่าฟีนอล ณ จุดเริ่มหมดสภาพมีค่าเท่ากับ 7 mg/L

- ขีดความสามารถในการดูดติดผิวเท่ากับ 75 kg/m^3

- ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการดูดซับเท่ากับ 0.002 m^3/g-hr

จงออกแบบถังคอลัมน์ของระบบการดูดซับ โดยทำการหาค่าความสูง, ขนาดพื้นที่หน้าตัดและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของถังคอลัมน์ (10 คะแนน)

กำหนดสมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$t = \frac{N_0 x}{C_0 v} - \frac{1}{C_0 K}\ln\left(\frac{C_0}{C_B} - 1\right) \qquad (3)$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. (Adsorption) จงหาค่าคงที่ของสมการการดูดซับโดยใช้ Langmuir Isotherm เพื่อหาความสัมพันธ์ของการดูดซับ pesticide จากน้ำดิบ โดยใช้ถ่านกัมมันต์เป็นตัวดูดซับ ซึ่งทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ระบบดูดซับเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง (batch) ด้วยการใช้ขวดรูปชมพู่ขนาด 500 mL จำนวน 10 ขวด ใส่น้ำดิบ 250 mL ซึ่งมีปริมาณ pesticide 500 mg/L หลังจากนั้นนำ 8 ขวดมาเติมถ่านกัมมันต์เพื่อดูดซับที่ปริมาณถ่านกัมมันต์ต่างๆ กัน และอีก 2 ขวดทำเป็น blanks (ไม่ใส่ถ่านกัมมันต์) นำขวดทั้งหมดมาเขย่า 8 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 °C หลังจากนั้นทำการแยกถ่านออกจากน้ำใส แล้วนำน้ำใสมาวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของ pesticide ซึ่งได้ผลการทดลองดังนี้ (10 คะแนน)

ขวดที่	ค่าความเข้มข้นของ pesticide (μg/L)	ถ่านกัมมันต์ที่เติมลงไป (mg)
1	58.2	1,005
2	87.3	835
3	116.4	641
4	300	491
5	407	391
6	786	298
7	902	290
8	2,940	253

ส่วน 2 ขวดที่เป็น blank ได้ค่าความเข้มข้นของ pesticide เฉลี่ยเท่ากับ 515 mg/L

สมการที่กำหนดให้มีดังนี้

$$q = \frac{q_o KC}{1 + KC} \qquad (4)$$

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{q_0} + \frac{1}{Kq_0}\frac{1}{C} \qquad (5)$$

$$q = (C_0 - C)V / M \qquad (6)$$

โดยที่ V = ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (L)

M = ปริมาณของสารที่ใช้ดูดซับ (mg)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ตารางที่ 1 น้ำหนักโมเลกุลและน้ำหนักสมมูลของสารประกอบและไอออนต่างๆ

Substance	Formula	Mole weight	Equivalent weight
Bicarbonate	HCO_3^-	61	61
Calcium	Ca^{2+}	40	20
Calcium chloride	$CaCl_2$	111	55.5
Calcium sulphate	$CaSO_4$	136	68
Carbonate	CO_3^{2-}	60	30
Chloride	Cl^-	35.5	35.5
Carbon dioxide	CO_2	44	22
Hydrochloric acid	HCl	36.5	36.5
Hydroxide	OH^-	17	17
Magnesium	Mg^{2+}	62	62
Magnesium carbonate	$MgCO_3$	24	12
Magnesium hydroxide	$Mg(OH)_2$	84	42
Nitrate	NO_3	58	29
Potassium	K^+	39	39
Silica	SiO_2	60	60
Sodium	Na^+	23	23
Sodium chloride	NaCl	58.5	58.5
Sodium sulphate	Na_2SO_4	142	71
Sodium bicarbonate	$NaHCO_3$	84	84
Sodium carbonate	Na_2CO_3	106	53
Sodium hydroxide	NaOH	40	40
Sulphate	SO_4^{2-}	96	48
Sulphuric acid	H_2SO_4	98	49
Sulphuric acid (regenerant)	H_2SO_4	98	98