 ชื่อ..... รหัส ....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 **ปีการศึกษา 25 50**

วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2551 **เวลา 9.00-12.(0 น**

วิชา 223-515 HAZARDOUS WASTE MANAGEMENT AND DESIGN **ห้องสอบ R30)**

คำชี้แจง

1. **ข้อสอบมี 5 ข้อมี 15 หน้า**
2. **ให้เขียนรหัสนักศึกษาทุกหน้า**
3. **ให้เขียนคำตอบทั้งหมดลงในตัวข้อสอบนี้**
4. **อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้ทุกรุ่น**
5. **ไม่อนุญาตให้นำเอกสาร หนังสือ หรือตำราใดๆ เข้าห้องสอบ**

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	30	
2	20	
3	15	
4	25	
5	10	
รวม	100	

ดร. จรงค์พันธ์ มุลิกะวงศ์

กุมภาพันธ์ 2551

ข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (30 คะแนน)

1-1 น้ำบาดาลปนเปื้อนสาร m-Xylene (C_8H_{10}) 5 mg/L จงออกแบบ Air Striping Column เพื่อลดสาร m-Xylene ในน้ำบาดาลให้เหลือน้อยกว่า 200 μg/L เมื่ออัตราการไหลของน้ำ (Q_W) มีค่าเท่ากับ 10 L/s และจงหา Liquid loading rate (L) [mol/(s-m^2)], Stripping Factor (R), Height of Transfer Unit (HTU), Number of Transfer Units (NTU) และความสูงของ Packing Column **(15 คะแนน)**

<u>กำหนดให้</u>

$K_La = 0.0155\ s^{-1}$

Density of water = 1.0 kg/L

Molar density of water (M_W) = 55600 mol/m^3

Temperature = 20 ^{0}C

Column diameter = 0.61 m (2 ft)

Air to water ratio (Q_A/Q_W) = 30

H' = H/RT, เมื่อ R = 8.205 x 10^{-5} [atm –m^3/(mol-K)]

ln H = A/T + B เมื่อ A = -3.22 x 10^3 B = 5.54

R = H' (Q_A/Q_W)

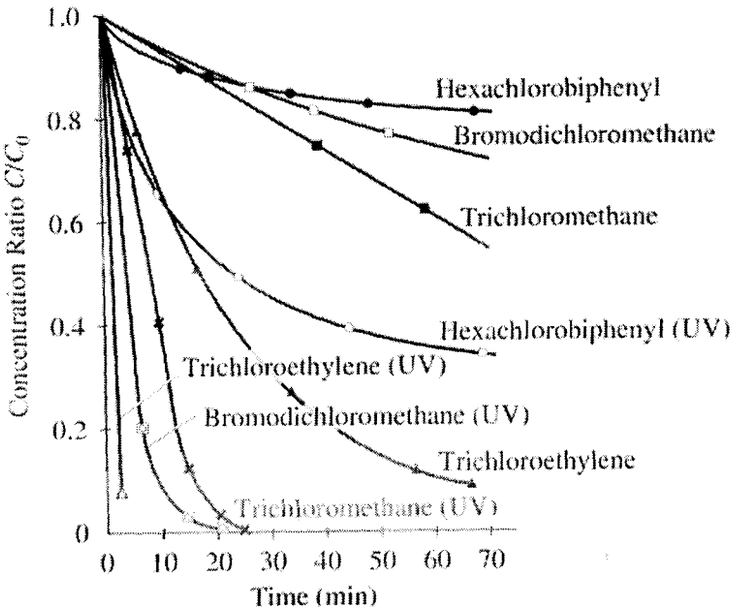
Z = HTU x NTU

$$\text{HTU} = \frac{L}{M_W K_L a}$$

$$\text{NTU} = \left(\frac{R}{R-1}\right)\ln\left(\frac{(C_{in}/C_{out})(R-1)+1}{R}\right)$$

 ชื่อ..... รหัส ....

1-2 จากรูปซึ่งแสดงการใช้โอโซนอย่างเดียวและโอโซนร่วมกับ UV เพื่อบำบัดสารกลุ่ม Chlorinated hyd ocarbon จงตอบคำถามต่อไปนี้ **(15 คะแนน)**



Destruction of chlorinated organic by ozone with and wit ı out UV radiation

Note: At pH 6-7

Ozone dose rate = 1.0-1.4 mg/L-min

- กรณีที่ใช้โอโซนเพียงอย่างเดียวเพื่อบำบัดสาร Trichoromethanes 500 μg/L ในน้ำบาดาลที่มีอัต าไหลเท่ากับ 1000 L/min จงหาประสิทธิภาพสูงสุด (เปอร์เซ็นต์) ที่บำบัดได้และปริมาณโอโซนที่ต้องใช้ (kg/day)
- กรณีที่ใช้โอโซนร่วมกับ UV เพื่อบำบัดสาร Trichoromethanes 500 μg/L ในน้ำบาดาลที่มีอัตร าไหลเท่ากับ 1000 L/min เมื่อต้องการประสิทธิภาพในการบำบัดเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ต้องใช้ปริมาณโ โซนอย่างน้อยที่สุดเท่าไร (kg/day)
- เปรียบเทียบปริมาณโอโซนที่ใช้จากทั้งสองกรณี

 ชื่อ..... รหัส .....

2. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (20 คะแนน)

2-1 จงอธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ **(8 คะแนน)**

- Recalcitrant
- Phytoremediation
- Bioventing
- Biosparking

2-2 ระบบ Bioventing ได้รับการเลือกเพื่อใช้ฟื้นฟูชั้นใต้ผิวดินที่ปนเปื้อนกากของเสียอันตรายอินทรีย์ จากการทดลอง Air pressure, oxygen influence และ *in situ* respirometry test โดยใช้อัตราการเติมอากาศเท่ากับ 100 L/min ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

Pressure test (mbars above 1 atm) and oxygen influence test

Well	Distances, m	Pressure test (mbars above 1 atm)		Oxygen influence test	
		Initial pressure, mbar	100 L/min at 5 mbars	Initial O_2 reading	100 L/min at 5 mbars
BW1	2	0	2	2	19.2
BW2	4	0	0.3	5	18.1
BW3	6	0	0.7	3	17.0
BW4	8	0	0.4	3	16.2
BW5	12	0	0.14	5	6
BW6	14	0	0	3	5

In situ respirometry test

Lapse time, h	% O2	%CO_2	%He
0	17.6	0	1.50
2	17.0	0.4	1.45
4	15.5	0.6	1.45
6	14.2	1.0	1.45
12	13.0	1.2	1.40
14	12.1	1.4	1.35
16	11.0	1.6	1.35
24	9.0	1.8	1.25
26	7.8	1.9	1.25
28	7.0	2.0	1.2
34	5.2	2.2	1.15
36	4.6	2.4	1.15
42	3.1	2.8	1.1
52	2.6	3.0	1.1

<u>กำหนดให้</u>

$K_{bio} = K_{OX} VD_{OX} M_{H:O}/100$

ปริมาณออกซิเจนในชั้นปนเปื้อนต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 4 เปอร์เซ็นต์ และค่าออกซิเจนในชั้นไม่ปนเปื้อนมีค่าอยู่ระหว่าง 19 ถึง 21 เปอร์เซ็นต์

ค่าความพรุนมีค่าเท่ากับ 0.3

Soil bulk density เท่ากับ 1600 kg/m^3

Density of oxygen in air (D_{OX}) เท่ากับ 1330 mg/L

Mass ratio of hydrocarbon (hexane) to oxygen เท่ากับ 1 ต่อ 3.5

 ชื่อ..... รหัส .....

จงตอบคำถามต่อไปนี้ **(12 คะแนน)**

1. จงหารัศมีการกระจายตัวของค่าออกซิเจนที่เติมลงไป (เมตร)
2. จงหาค่าอัตราการใช้ออกซิเจนต่อวัน (เปอร์เซ็นต์/วัน)
3. จงหาค่า Biodegradation rate (K_{bio})
4. จงหาค่ารอบของการเติมอากาศ (วัน)

 ชื่อ..... รหัส ....

3. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

3-1 จงอธิบายถึงความแตกต่างระหว่าง Organophobic clay และ Organophilic clay ตลอดจนแสดงให้เห็นว่าดินเหนียวที่กล่าวมาข้างต้นแต่ละชนิดเหมาะสมกับการใช้ทำ Stabilization ของกากของเสียอันตรายประเภทใด (5 คะแนน)

3-2 จากการสำรวจสถานที่ปนเปื้อนกากของเสียอันตรายแห่งหนึ่ง กว้าง 50 เมตร ยาว 100 เมตร และลึก 3 เมตร วิศวกรได้ตัดสินใจที่จะใช้กระบวนการ *In situ* vitification ในการจัดการจากการศึกษาพบว่าต้องใช้ไฟฟ้า 900 kWh/tone จงหาว่าต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าไร (kWh) ในการดำเนินการตลอดจนระยะการทรุดตัวของดินหลังจากการดำเนินการเสร็จสิ้นแล้วและปริมาตรดินที่ต้องการในการถมให้พื้นที่กลับสู่สภาพเดิม **(10 คะแนน)**

<u>กำหนดให้</u>

ดินในพื้นที่ศึกษามีค่า Total density เท่ากับ 1.9 g/cm^3; ความพรุนเท่ากับ 0.4

 ชื่อ..... รหัส .....

4. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (25 คะแนน)

4-1 กากของเสียอันตรายดังแสดงในตารางด้านล่างถูกนำมาเผาในเตาเผาที่ 2200 °F และ 50% excess air และมีเวลาในเตาเผาเท่ากับ 2.3 วินาที Principal Organic Hazardous Constituents (POHCs) ในกากของเสียอันตรายได้แก่ Benzene, Tetrachlorophenol และ Toluene อัตราการไหลของก๊าซในเตาเผามีค่าเท่ากับ 37,500 dscfm (dry standard cubic feet per meter) ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนใน Flue gas มีค่าเท่ากับ 7.0%

Compound	Formula	MW	Inlet, lb/h	Outlet, lb/h
Benzene	C_6H_6	78.11	1025	0.087
Chlorobenzene	C_5H_6Cl	112.5	278	0.034
Ethylbenzene	C_8H_{10}	106.17	780	0.089
Tetrachlorophenol	C_6HOHCl_4	231.9	760	0.056
Toluene	C_7H_8	92.10	756	0.024
Xylenes	C_8H_{10}	106.17	168	0.204
Hydrochloric acid	HCl	36.45	0	4.3
Particulates				20.3

1. จงหาค่า Destruction and removal efficiency (DRE) ของสารอินทรีย์ทุกสาร

2.จงหาว่าค่าต่อไปนี้ผ่านมาตรฐานหรือไม่

(a) POHCs

(b) HCl **(15 คะแนน)**

<u>กำหนดให้</u>

Federal performance standard สำหรับใช้เพื่อควบคุมมลพิษจากเตาเผากากของเสียอันตราย

- Emission of HCl---4 lb/hour or 99% control. RCRA regulation will be probably changed to risk based limits for HCl and chlorine.
- Destruction and removal efficiency--- The incinerator must demonstrate its capability to achieve a 99.99% DRE on one more selected Principal Organic Hazardous Constituents a supervised Trial Burn DRE is defined as:

$$\text{DRE} = \frac{W_{in} - W_{out}}{W_{in}} x100$$

เมื่อ DRE คือ destruction and removal efficiency (%)

W_{in} คือ mass feed rate of a particular POHC

W_{out} คือ mass emission rate of a particular POHC

 ชื่อ..... รหัส ....

4-2 จงออกแบบขนาดเตาเผากากของเสียอันตรายแบบ Rotary Klin เพื่อใช้เผากากของเสียอันตรายดังต่อไปนี้ **(10 คะแนน)**

Compound	Formula	MW	Inlet, lb	Heating value Btu/lb
Benzene	C_6H_6	78.11	1025	18900
Toluene	C_7H_8	92.10	756	18440
Hazardous waste (solid phase)	-	-	2000	7250

<u>กำหนดให้</u>

Nominal heat release ของ Rotary Klin มีค่าเท่ากับ 15,000 Btu/(h-ft^3)

เวลาในการเผาไหม้เท่ากับ 6.5 นาที

Rotary Klin โดยทั่วไปมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 – 10 ft และยาวประมาณ 25-35 ft

 ชื่อ..... รหัส ....

ข้อที่ 5. จงวาดรูปแสดงระบบการฝังกลบกากของเสียอันตราย โดยในรูปต้องแสดงถึงชั้นต่างๆของระบบ Liner และชั้นต่างๆ ของระบบ Cover ตลอดจนอธิบายการดำเนินการฝังกลบขยะในแต่ละวันและการติดตามเมื่อ ลิกใช้งานหลุมแล้ว **(10 คะแนน)**