 ชื่อ..... รหัส .....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2553

วันที่ 3 มีนาคม 2554 เวลา 9.00-12.00 น

วิชา 223-433 HAZARDOUS WASTE MANAGEMENT ห้องสอบ A401

คำชี้แจง
1. ข้อสอบมี 5 ข้อมี 14 หน้า
2. ให้เขียนรหัสนักศึกษาทุกหน้า
3. ให้เขียนคำตอบทั้งหมดลงในตัวข้อสอบนี้
4. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้ทุกรุ่น
5. ไม่อนุญาตให้นำเอกสาร หนังสือ หรือตำราใด ๆ เข้าห้องสอบ

ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....

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

จรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์

มีนาคม 2554

 ชื่อ..... รหัส .....

ข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (30 คะแนน)

1-1 น้ำบาดาลปนเปื้อนสาร m-Xylene (C_8H_{10}) 10 mg/L จงออกแบบ Air Striping Column เพื่อลดสาร m-Xylene ในน้ำบาดาลให้เหลือน้อยกว่า 100 μg/L เมื่ออัตราการไหลของน้ำ (Q_W) มีค่าเท่ากับ 5 L/s และจงหา Height of Transfer Unit (HTU), Number of Transfer Units (NTU) และความสูงของ Packing Column **(10 คะแนน)**

<u>กำหนดให้</u>

K_La = 0.016 s^{-1}

Density of water = 1.0 kg/L

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

Temperature = 20 ^0C

Column diameter = 0.61 m (2 ft)

Air to water ratio (Q_A/Q_W) = 30

H' = 0.18

Liquid loading rate (L) = 952 $mol/(s\text{-}m^2)$

$R = H' (Q_A/Q_W)$

Z = HTU x NTU

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

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

 ชื่อ..... รหัส .....

1-2 จงใช้ Freundlish Adsorption Isotherm และ กราฟ Freundlish Adsorption Isotherm ที่กำหนดให้หาปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ต้องการต่อวัน ในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนสาร Xylenes ความเข้มข้นเท่ากับ 600 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 37,854 ลิตรต่อวัน กำหนดให้น้ำที่ผ่านการบำบัดต้องมีความเข้มข้นของ Xylenes น้อยกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตร **(10 คะแนน)**

กำหนดให้ 1. Freundlish Isotherm

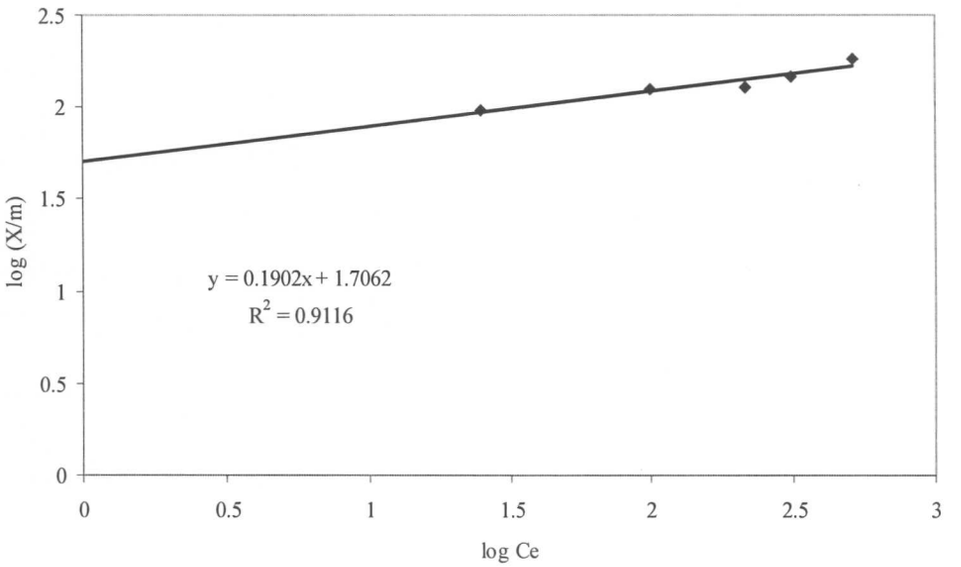
$$\frac{x}{m} = X = KCe^{1/n} \qquad (1)$$

$$\log(\frac{x}{m}) = \log K + \frac{1}{n}\log Ce \qquad (2)$$

เมื่อค่า n คือค่าความชันของ กราฟ Freundlish Isotherm

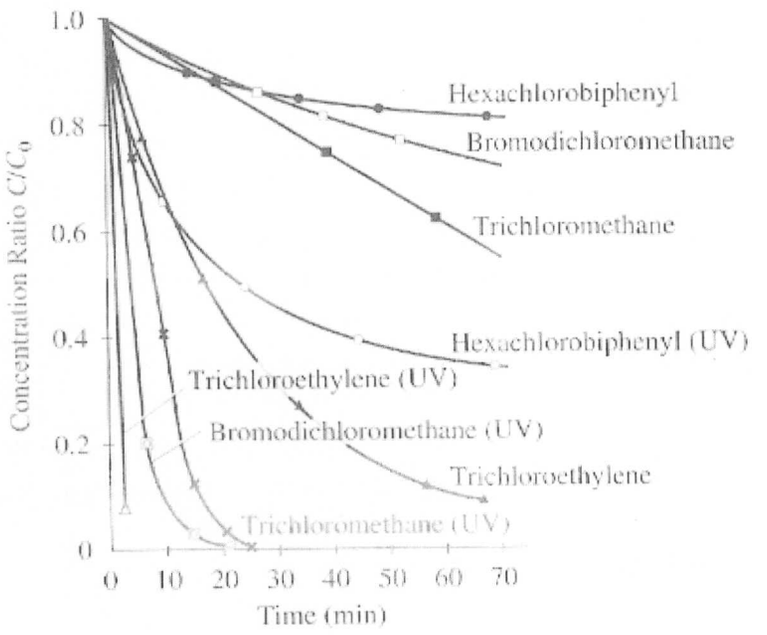
ค่า K หาได้จากกราฟ เมื่อจุดตัดแกน Y มีค่าเท่ากับ log K

2. กราฟ Freundlish Isotherm



 ชื่อ..... รหัส .....

1-3 จากรูปซึ่งแสดงการใช้โอโซนและโอโซนร่วมกับ UV เพื่อบำบัดสารกลุ่ม Chlorinated hydrocarbon จงตอบคำถามต่อไปนี้ **(10 คะแนน)**



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

Note: At pH 6-7

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

- กรณีที่ใช้โอโซนเพียงอย่างเดียวเพื่อบำบัดสาร Trichoromethanes 500 μg/L ในน้ำบาดาลที่มีอัตราไหลเท่ากับ 2000 L/min จงหาประสิทธิภาพสูงสุด (เปอร์เซ็นต์) ที่บำบัดได้และปริมาณโอโซนที่ต้องใช้ (kg/day)
- กรณีที่ใช้โอโซนร่วมกับ UV เพื่อบำบัดสาร Trichoromethanes 500 μg/L ในน้ำบาดาลที่มีอัตราไหลเท่ากับ 2000 L/min เมื่อต้องการประสิทธิภาพในการบำบัดเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ต้องใช้ปริมาณโอโซนอย่างน้อยที่สุดเท่าไร (kg/day)
- เปรียบเทียบปริมาณโอโซนที่ใช้จากทั้งสองกรณี

 ชื่อ..... รหัส .....

2. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (20 คะแนน)

2-1 สาร Petroleum Refinery ถูกนำไปบำบัดโดยกระบวนการ Land Treatment โดยทำการเทสาร 30 ตันความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ลงในพื้นที่ขนาดกว้าง 100 เมตร ยาว 200 เมตร ลึก 0.1 เมตร หลังจากทิ้งไว้ 365 วัน พบว่าความเข้มข้นในดินลดลงเหลือ 0.01 เปอร์เซ็นต์ จงหา (1) Degradation rate constants (k) (2) ระยะเวลาครึ่งชีวิตในการย่อยสลาย Petroleum Refinery ($t_{1/2}$) **(10 คะแนน)**

<u>กำหนดให้</u> - ค่าความหนาแน่นของดินมีค่าเท่ากับ 1,540 kg/m^3

- $$\text{Incremental increase} = \frac{(\text{percent}/100)(\text{load})}{(\text{area of plot})(\text{depth of sampling})(\text{density of ZOI})} x100$$
- $S = S_0 e^{-k't}$
- $t_{1/2} = 0.692/k$

2-2 กำหนดให้ Plume ของน้ำบาดาลปนเปื้อน Trichloroethylene (TCE) 20 mg/L ไหลสู่หมู่บ้านซึ่งตั้งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเท่ากับ 500 m ด้วยความเร็ว 0.1 m/day ในชั้นใต้ผิวดินที่มีความพรุนเท่ากับ 0.4 โดยชาวบ้านในหมู่บ้านดังกล่าวใช้น้ำบาดาลเพื่อการบริโภค การฟื้นฟูตามธรรมชาติมีอัตรา (k) 0.005/day และมาตรฐานน้ำบาดาลกำหนดให้ค่า TCE ต้องน้อยกว่า 5 μg/L จงหาว่ากรณีที่บำบัดตามธรรมชาติผู้บริโภคจะดื่มน้ำที่มีค่า TCE สูงกว่ามาตรฐานหรือไม่ และในกรณีที่ค่า TCE มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานต้องทำการเติมอากาศให้ค่าอัตราการฟื้นฟู (k) มีค่าเท่าไร ค่า TCE ถึงจะมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน **(10 คะแนน)**

กำหนดให้ การย่อยสลายเป็นประเภท First order approximation ดังสมการ $\ln C = \ln C_0 - kt$

3. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

3-1 การดูดติดสารอินทรีย์ต้องใช้ดินเหนียวประเภทใด จงอธิบายโดยละเอียด **(5 คะแนน)**

3-2 จากการสำรวจสถานที่ปนเปื้อนกากของเสียอันตรายแห่งหนึ่ง กว้าง 100 เมตร ยาว 200 เมตร และลึก 1 เมตร วิศวกรได้ตัดสินใจที่จะใช้กระบวนการ *In situ* vitification ในการจัดการจากการศึกษาพบว่าต้องใช้ไฟฟ้า 1000 kWh/tone จงหาว่าต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าไร (kWh) ในการดำเนินการตลอดจนระยะการทรุดตัวของดินหลังจากการดำเนินการเสร็จสิ้นแล้วและปริมาตรดินที่ต้องการในการถมให้พื้นที่กลับสู่สภาพเดิม **(10 คะแนน)**

<u>กำหนดให้</u> ดินในพื้นที่ศึกษามีค่า Total density เท่ากับ 1.9 tone/m^3; ความพรุนเท่ากับ 0.4

4. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (25 คะแนน)

4-1 กากของเสียอันตรายดังแสดงในตารางด้านล่างถูกนำมาเผาในเตาเผาที่ 2200 ^{o}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

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

Compound	Formula	MW	Inlet, lb	Heating value Btu/lb
Benzene	C_6H_6	78.11	100	18900
Toluene	C_7H_8	92.10	100	18440
Hazardous waste (solid phase)	-	-	150	7250

กำหนดให้

Nominal heat release ของ Rotary Klin มีค่าเท่ากับ 17,500 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 ตลอดจนอธิบายการติดตามเมื่อเลิกใช้งานหลุมแล้ว **(10 คะแนน)**

5-2 การฝังกลบกากของเสียอันตรายนั้นมีการดำเนินการเหมือนและต่างจากการดำเนินการฝังกลบกากของเสียชุมชนอย่างไร **(5 คะแนน)**