 ชื่อ..... รหัส.....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556
วันที่ 6 มีนาคม 2557 เวลา 9.00-12.00 น.
วิชา 223-433 Hazardous Waste Management ห้องสอบ A401

คำชี้แจง

- ข้อสอบทั้งหมดมี 5 ข้อ รวม 100 คะแนน
- ข้อสอบมี 11 หน้า ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
- ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุจริตจะได้ E ทุกกรณี
- ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา โทษสูงสุดให้ออก
- ให้เขียนชื่อ-รหัส ที่หัวกระดาษทุกแผ่น
- ห้ามหยิบหรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ

-ถ้าพิจารณาเห็นว่าค่าคงที่ต่างๆหรือข้อสมมุติฐานที่โจทย์กำหนดให้ไม่เพียงต่อการคิดคำนวณให้สมมุติขึ้นมาเองตามความเหมาะสม

ตารางแสดงคะแนนสอบปลายภาค

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	28	
2	20	
3	25	
4	15	
5	12	
รวม	100	

จรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์
ผู้ออกข้อสอบ
มีนาคม 2557

 ชื่อ..... รหัส.....

ข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (28 คะแนน)

1-1 กระบวนการ air striping และ steam striping แตกต่างกันอย่างไร จงอธิบาย **(3 คะแนน)**

1-2 กระบวนการ chemical oxidation ใช้สารใดได้บ้างจงยกตัวอย่าง 3 ชนิด กระบวนการดังกล่าวใช้ค่าใดในการกำหนดปฏิกริยาการกำจัดสารไซยาไนด์ในน้ำเสียด้วยกระบวนการ chemical oxidation นิยมใช้สารใดและต้องดำเนินการที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่าไร จงอธิบายโดยสังเขป **(3 คะแนน)**

1-3 กระบวนการ supercritical fluid extraction ใช้ในการบำบัดของเสียอันตรายได้อย่างไร จงอธิบาย **(3 คะแนน)**

 ชื่อ..... รหัส.....

1-4 น้ำบาดาลปนเปื้อนสาร m-xylene (C_8H_{10}) 20 mg/L จงออกแบบ air striping column เพื่อลดสาร m-xylene ในน้ำบาดาลให้เหลือน้อยกว่า 20 μg/L จงหา height of transfer Unit (HTU), number of transfer units (NTU) และความสูงของ packing column **(7 คะแนน)**

<u>กำหนดให้</u>

- K_La = 0.016 s^{-1}
- Molar density of water (M_W) = 55600 mol/m^3
- Air to water ratio (Q_A/Q_W) = 30
- H = 0.18
- Liquid loading rate (L) = 1,200 mol/(s-m^2)
- Stripping factor, R = H (Q_A/Q_W)
- Z = HTU x NTU

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

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

- Safety factor ของความสูงมีค่าเป็น 20 เปอร์เซ็นต์

 ชื่อ..... รหัส.....

1-5 จงใช้ Freundlish adsorption isotherm และ กราฟ Freundlish adsorption isotherm ที่กำหนดให้หาปริมาณถ่านกัมมันต์ที่ต้องการต่อวัน ในการบำบัดน้ำเสียที่ปนเปื้อนสาร xylenes ความเข้มข้นเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 40,000 ลิตรต่อวัน โดยกำหนดให้น้ำที่ผ่านการบำบัดต้องมีความเข้มข้นของ xylenes น้อยกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร **(7 คะแนน)**

<u>กำหนดให้</u> 1. Freundlish Isotherm

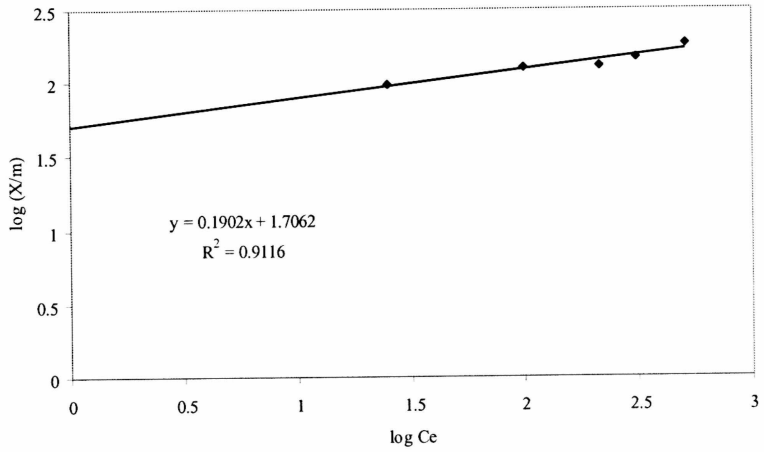
$$\frac{x}{m} = X = KCe^{1/n} \qquad (1)$$

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

เมื่อค่า n คือค่าความชันของ กราฟ Freundlish Isotherm

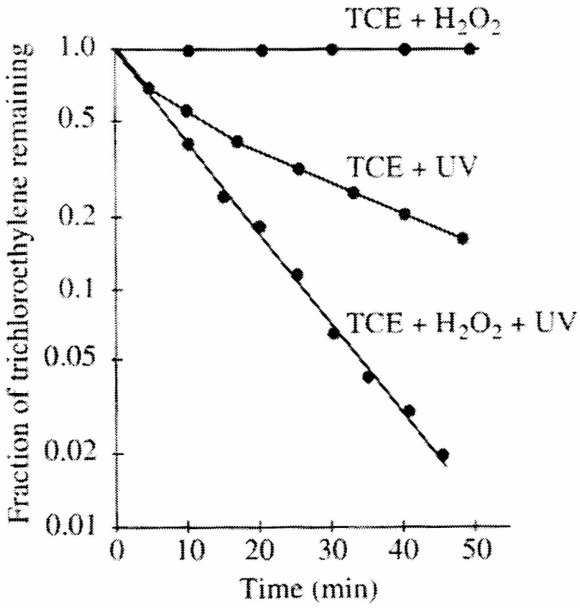
ค่า K หาได้จากกราฟ เมื่อจุดตัดแกน Y มีค่าเท่ากับ log K

2. กราฟ Freundlish Isotherm



 ชื่อ..... รหัส.....

1-6 จากรูปแสดงการกำจัดสาร Trichloroethylene ด้วยกระบวนการใช้ H_2O_2, UV และ H_2O_2 + UV เมื่อต้องการประสิทธิภาพในการบำบัด 80 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่บำบัดโดยใช้ UV ต้องการเวลาเท่าไรและในกรณีที่บำบัดโดยใช้ H_2O_2 + UV ต้องการเวลาเท่าไรและวิธีใดเหมาะสมที่สุดจงอธิบายโดยสังเขป **(5 คะแนน)**



Initial TCE = 58 ppm
Initial H_2O_2/TCE = 4.5 mol/mol
UV lamp output = 2.5 watts @ 254 nm

ข้อที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ **(20 คะแนน)**

2-1 จงอธิบายความหมายของคำต่อไปนี้ **(6 คะแนน)**

- Phytoremediation
- Bioventing
- Biosparking

 ชื่อ..... รหัส.....

2-2 สาร petroleum refinery ถูกนำไปบำบัดโดยกระบวนการบำบัดโดยดิน โดยทำการเทสาร 50 ตัน ความเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ลงในพื้นที่ขนาดกว้าง 50 เมตร ยาว 50 เมตร ลึก 0.1 เมตร หลังจากทิ้งไว้ 365 วันพบว่าความเข้มข้นลดลงเหลือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ จงหา (1) degradation rate constants (k) (2) ระยะเวลาครึ่งชีวิตในการย่อยสลาย petroleum refinery **(7 คะแนน)**

<u>กำหนดให้</u> ค่าความหนาแน่นของดินมีค่าเท่ากับ 1,540 kg/m^3, 1 ตันเท่ากับ 1,000 กิโลกรัม

$$\text{Incremental increase} = \frac{\text{Loading of oil}}{(\text{area of plot})(\text{depth of sampling})(\text{density of ZOI})}$$

สมการการหาระยะเวลาครึ่งชีวิต $S = S_0 e^{-k}$

 ชื่อ..... รหัส.....

2-3 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 **(7 คะแนน)**

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

ข้อที่ 3 จงตอบคำถามต่อไปนี้ **(25 คะแนน)**

3-1. การเผากากของเสียอันตรายในสถานะ (1) ก๊าซ (2) ของเหลว และ (3) ของแข็ง นั้น เมื่อเผาแยกกันต้องใช้เตาเผาประเภทใดและอุปกรณ์ใดเพิ่มเติมสำหรับการเผาของเสียแต่ละชนิดจงอธิบาย **(3 คะแนน)**

3-2 จงอธิบายความหมายของ Higher explosive limit (HEL) และ Lower explosive limit (LEL) ตลอดจนแนะนำว่าในการทำงานต้องควบคุมให้ก๊าซมีความเข้มข้นอยู่ในช่วงใด **(3 คะแนน)**

 ชื่อ..... รหัส.....

3-3 จงอธิบายความสำคัญของการควบคุมการเกิด HCl ในก๊าซที่เกิดจากการเผาและวิธีการดำเนินการเพื่อลดการเกิด HCl **(2 คะแนน)**

3-4 กากของเสียอันตรายดังแสดงในตารางด้านล่างถูกนำมาเผาในเตาเผาที่ 2200 ^{o}F และ 50% excess air และมีเวลาในเตาเผาเท่ากับ 2.3 วินาที Principal Organic Hazardous Constituents (POHCs) ในกากของเสียอันตรายได้แก่ Benzene 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
Toluene	C_7H_8	92.10	756	0.091
Hydrochloric acid	HCl	36.45	0	4.3

1. จงหาค่า Destruction and removal efficiency (DRE) ของสารอินทรีย์ทุกสาร
2.จงหาว่าค่าต่อไปนี้ผ่านมาตรฐานหรือไม่
   (a) POHCs
   (b) HCl
   (C) เตาเผาผ่านมาตรฐานหรือไม่ (10 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. MW of chlorine = 35.45
- 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.....

3-5 จงออกแบบขนาดเตาเผากากของเสียอันตรายแบบเตาโรตารีคิลน์เพื่อใช้เผากากของเสียอันตราย ดังต่อไปนี้ (7 คะแนน)

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

<u>กำหนดให้</u>

Nominal heat release ของ เตาโรตารีคิลน์มีค่าเท่ากับ 18,000 Btu/(h-ft^3)

เวลาในการเผาไหม้เท่ากับ 6.5 นาที

เตาโรตารีคิลน์ที่ออกแบบโดยทั่วไปมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 10 ft และยาวประมาณ 25 -35 ft

 ชื่อ..... รหัส.....

<u>ข้อที่ 4</u> จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

4-1 จงอธิบายว่าทำไม่ Cement Based Stabilization จึงได้รับความนิยม **(3 คะแนน)**

4-2 Stabilization และ Solidification มีความเหมือนและความแตกต่างกันอย่างไรจงอธิบาย **(3 คะแนน)**

4-3 การดูดติดสารอินทรีย์ต้องใช้ดินเหนียวประเภทใด (Organophobic Clay และ Organophilic Clay) ดินเหนียวตามธรรมชาติเป็นดินเหนียวประเภทใด (3 คะแนน)

4-4 จากการสำรวจสถานที่ปนเปื้อนกากของเสียอันตรายแห่งหนึ่ง กว้าง 100 เมตร ยาว 200 เมตร และลึก 2 เมตร ดินมีความพรุนเป็น 0.4 วิศวกรได้ตัดสินใจที่จะใช้กระบวนการ *In situ* vitification ในการจัดการ จากการศึกษาพบว่าต้องใช้ไฟฟ้า 1000 kWh/ton ดิน จงหาว่าต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าไร (kWh) ในการดำเนินการตลอดจนระยะการทรุดตัวของดินหลังจากการดำเนินการเสร็จสิ้นแล้วและปริมาตรดินที่ต้องการในการถมให้พื้นที่กลับสู่สภาพเดิม **(6 คะแนน)**

<u>กำหนดให้</u>

ดินในพื้นที่ศึกษามีค่าความหนาแน่นเท่ากับ 1.9 ton/m^3;

 ชื่อ..... รหัส.....

ข้อที่ 5 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (12 คะแนน)

ข้อที่ 5-1 การฝังกลบกากของเสียอันตรายนั้นมีการดำเนินการเหมือนและต่างจากการดำเนินการฝังกลบกากของเสียชุมชนอย่างไร **(4 คะแนน)**

ข้อที่ 5-2 จงวาดรูปแสดงระบบการฝังกลบกากของเสียอันตราย โดยในรูปต้องแสดงถึงชั้นต่างๆของระบบชั้นดาด ระบบจัดการน้ำชะ ระบบคลุมทับ และระบบระบายน้ำฝน ตลอดจนอธิบายการติดตามเมื่อเลิกใช้งานหลุมแล้ว **(8 คะแนน)**