 ชื่อ..... รหัส.....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2558
วันที่ 6 พฤษภาคม 2559 เวลา 9.00-12.00 น.
วิชา 223-515 Hazardous Waste Management and Design ห้องสอบ A200

คำชี้แจง

- ข้อสอบทั้งหมดมี 5 ข้อ รวม 100 คะแนน
- ข้อสอบมี 14 หน้า ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
- ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุจริตจะได้ E ทุกกรณี
- ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา โทษสูงสุดให้ออก
- ให้เขียนชื่อ-รหัส ที่หัวกระดาษทุกแผ่น
- ห้ามหยิบหรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
- ถ้าพิจารณาเห็นว่าค่าคงที่ต่างๆหรือข้อสมมุติฐานที่โจทย์กำหนดให้ไม่เพียงต่อการคิดคำนวณให้สมมุติขึ้นมาเองตามความเหมาะสม
- อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้

ตารางแสดงคะแนนสอบปลายภาค

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	30	
2	20	
3	25	
4	17	
5	8	
รวม	100	

จรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์
ผู้ออกข้อสอบ
พฤษภาคม 2559

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 และจงหา Stripping Factor (*R*), Height of Transfer unit (*HTU*), Number of Transfer Units (*NTU*) และความสูงของ Packing Column **(7 คะแนน)**

<u>กำหนดให้</u>

K_La = 0.0155 s^{-1}

Q_W = 10 L/s

Density of water = 1.0 kg/L

Molar density of water = 55600 mol/m^3

Temperature = 20 ^0C

Column diameter = 0.61 m (2 ft)

Liquid loading rate [$mol/(s\text{-}m^2)$] = 1900 $mol/(s\text{-}m^2)$

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 = -3.34 x 10^3 B = 6.28

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.....

 ชื่อ..... รหัส.....

1-2 น้ำบาดาลมีอัตราการไหลเท่ากับ 0.5 m^3/min ต้องการระบบบำบัดเพื่อลดค่าความเข้มข้นของกากของเสียอันตรายจาก 100 mg/L ให้เหลือ 10 mg/L จากการทดลองในห้องทดลองใช้คอลัมน์ยาว 2.3 m เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.051 m ต่ออนุกรมจำนวน 3 คอลัมน์และใช้อัตราการไหลเท่ากับ 5.0×10^{-4} m^3/min ผลการทดลองแสดงในรูปจงหาค่า **(8 คะแนน)**

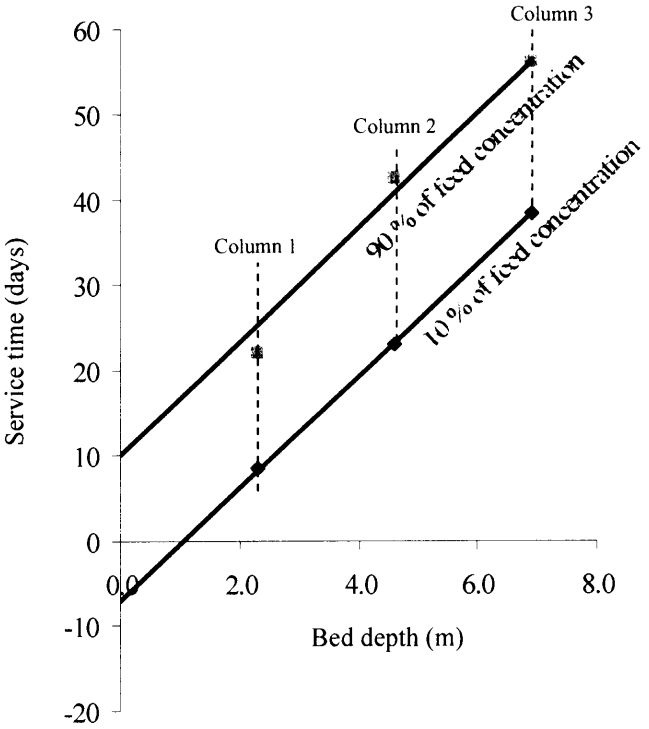
1) Height of the adsorption zone (AZ), m
2) Number of columns (n)
3) Loading rate (m^3/m^2-min)
4) Diameter of columns (m)
5) The carbon usage rate (kg/day)

<u>กำหนดให้</u> n = (AZ/d) + 1, d = ความยาวของคอลัมน์,

Unit weight of carbon = 400 kg/m^3, 1/slope (at 10% feed concentration) = 0.158 m/day

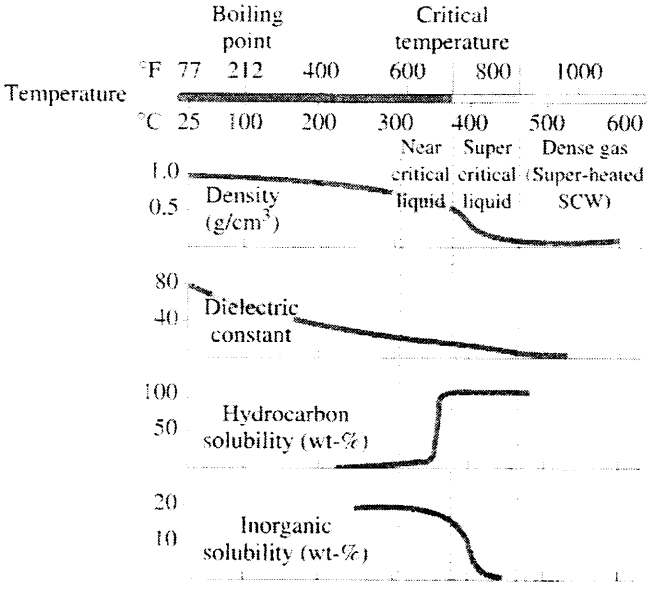
Loading rate = Q/A (m^3/m^2-min)

The carbon usage rate = area x (1/slope) x unit weight of carbon



 ชื่อ..... รหัส.....

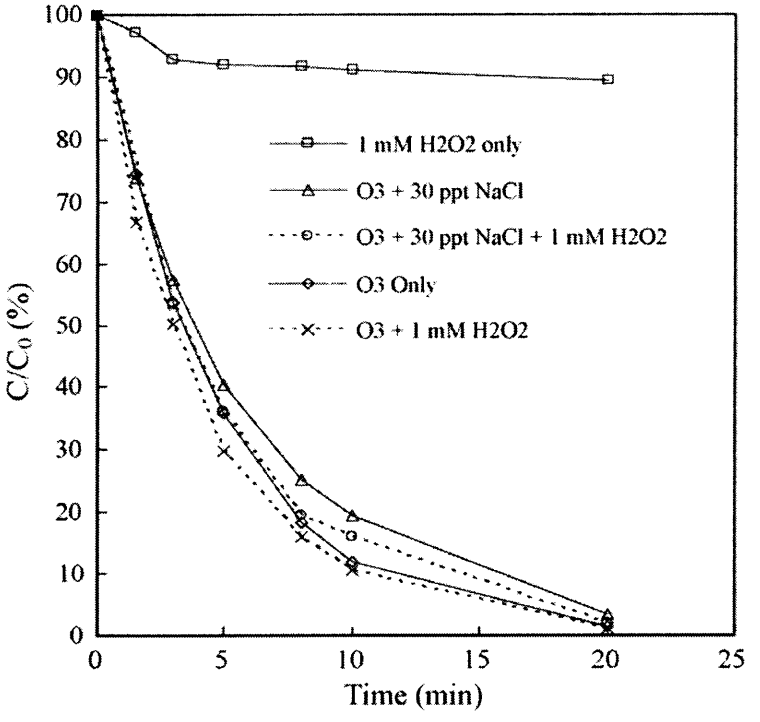
1-3 จงอธิบายว่า Supercritical Fluid คืออะไร และอธิบายการใช้ Supercritical Fluid ดังภาพในการกำจัดสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ **(4 คะแนน)**



1-4 กระบวนการ chemical oxidation ใช้สารอะไรในการดำเนินการฟื้นฟูกากของเสียอันตราย และใช้ค่าใดกำหนดการเกิดปฏิกิริยา chemical oxidation กากของเสียอันตรายจงอธิบาย **(3 คะแนน)**

 ชื่อ..... รหัส.....

1-5 จากรูปแสดงการใช้ H_2O_2 และ O_3 ร่วมกับ NaCl เพื่อกำจัดสารกลุ่ม Butylated Hydroxyanisole (BHA) ซึ่งจัดเป็นกากของเสียอันตราย จงตอบคำถามต่อไปนี้ **(8 คะแนน)**



กำหนดให้

ค่าที่ใช้ในการทดลอง

pH = 7

Ozone dose = 1 mg/L-min

1) กรณีที่ (1) ใช้โอโซนเพียงอย่างเดียว (2) ใช้ H_2O_2 เพียงอย่างเดียว (3) ใช้โอโซนร่วมกับ H_2O_2 เพื่อบำบัดสาร BHA 500 μg/L ให้ลดลงเหลือ 50 μg/L ในน้ำบาดาลที่มีอัตราไหลเท่ากับ 100 m^3/day ต้องใช้ปริมาณโอโซนอย่างน้อยที่สุดในเท่าไรแต่ละกรณี (kg/day)
2) เปรียบเทียบปริมาณโอโซนที่ใช้จากทั้งสองกรณีแล้วให้ข้อคิดเห็นว่าจำเป็นหรือไม่ที่ต้องใช้โอโซนร่วมกับ H_2O_2
3) การเติม NaCl มีผลต่อการกำจัด BHA อย่างไร
4) วิธีใดกำจัดสารกลุ่ม BHA ได้ดีที่สุด

 ชื่อ..... รหัส.....

ข้อที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (20 คะแนน)

2-1 สาร Petroleum Refinery ถูกนำไปบำบัดโดยกระบวนการ Land Treatment โดยทำการเทสาร 50 ตันความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ลงในพื้นที่ขนาดกว้าง 50 เมตร ยาว 50 เมตร ลึก 0.1 เมตร หลังจากทิ้งไว้ 365 วันพบว่าความเข้มข้นลดลงเหลือ 1 เปอร์เซ็นต์ จงหา (1) Degradation Rate Constants (2) ระยะเวลาครึ่งชีวิตในการย่อยสลาย Petroleum Refinery **(10 คะแนน)**

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

 ชื่อ..... รหัส.....

2-2 กำหนดให้ Plume ของน้ำบาดาลปนเปื้อน Trichloroethylene (TCE) 50 mg/L ไหลสู่หมู่บ้านซึ่งตั้งอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดเท่ากับ 500 m ด้วยความเร็ว 0.1 m/day ในชั้นใต้ผิวดินที่มีความพรุนเท่ากับ 0.4 โดยชาวบ้านในหมู่บ้านดังกล่าวใช้น้ำบาดาลเพื่อการบริโภค การฟื้นฟูตามธรรมชาติมีอัตรา (k) 0.003/day และมาตรฐานน้ำบาดาลกำหนดให้ค่า TCE ต้องน้อยกว่า 50 μg/L จงหาว่ากรณีที่บำบัดตามธรรมชาติผู้บริโภคจะดื่มน้ำที่มีค่า TCE สูงกว่ามาตรฐานหรือไม่ และในกรณีที่ค่า TCE มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานต้องทำการเติมอากาศให้ค่าอัตราการฟื้นฟู (k) มีค่าเท่าไร ค่า TCE ถึงจะมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน **(10 คะแนน)**

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

 ชื่อ..... รหัส.....

ข้อที่ 3 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (25 คะแนน)

3-1. การเผากากของเสียอันตรายที่ในสถานะ ก๊าซ ของเหลว และ ของแข็ง ต้องใช้เตาเผา หรือ อุปกรณ์ประเภทใดเฉพาะบ้าง จงอธิบาย **(3 คะแนน)**

3-2 จงอธิบายความหมายของ Higher Explosive Limit (HEL) และ Lower Explosive Limit (LEL) ตลอดจนแนะนำว่าในการทำงานต้องควบคุมให้ก๊าซมีความเข้มข้นอยู่ในช่วงใด **(2 คะแนน)**

3-3 จากการเผาโทลูอีน อะซิโตน และ น้ำ ได้ค่า CO_2, H_2O, O_2 และ N_2 ในก๊าซที่ออกจากระบบแสดงดังตาราง กำหนดให้ค่าเปอร์เซ็นต์โดยโมลมีค่าเท่ากับเปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร จงหาเปอร์เซ็นต์ของสารต่างๆ ในก๊าซ และเมื่อกำหนดให้ค่าเปอร์เซ็นต์ O_2 ในก๊าซที่ออกจากระบบต้องมีค่ามากกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ เตาเผาดังกล่าวผ่านมาตรฐานหรือไม่ **(6 คะแนน)**

	CO_2 (lb-mol/h)	H_2O (lb-mol/h)	O_2 (lb-mol/h)	N_2 CO_2 (lb-mol/h)
โทลูอีน	19.56	13.04	5.87	132.46
อะซิโตน	33.63	33.63	8.99	202.50
น้ำ	-	2.78	-	-

3-4 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
Tetrachlorophenol	C_6HOHCl_4	231.9	760	0.056
Toluene	C_7H_8	92.10	756	0.091
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
   (C) เตาเผาผ่านมาตรฐานหรือไม่ **(8 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:

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

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 จงออกแบบขนาดเตาเผากากของเสียอันตรายแบบ Rotary Klin เพื่อใช้เผากากของเสียอันตรายดังต่อไปนี้ **(6 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

<u>กำหนดให้</u>

Nominal heat release ของ Rotary Klin มีค่าเท่ากับ 17,500 Btu/(h-ft^3)

เวลาในการเผาไหม้เท่ากับ 6.5 นาที

Rotary Klin โดยทั่วไปมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 – 10 ft และยาวประมาณ 25 -35 ft

<u>ข้อที่ 4</u> จงตอบคำถามต่อไปนี้ (17 คะแนน)

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

4-2 การปรับเสถียรดินที่ปนเปื้อนโลหะหนักหลายชนิดมีวิธีการดำเนินการอย่างไร และการหาค่าประสิทธิภาพที่ใช้ในการออกแบบต้องดำเนินการอย่างไร **(3 คะแนน)**

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

4-4 จากการสำรวจสถานที่ปนเปื้อนกากของเสียอันตรายแห่งหนึ่ง กว้าง 100 เมตร ยาว 300 เมตร และลึก 2 เมตร วิศวกรได้ตัดสินใจที่จะใช้กระบวนการ *In situ* vitification ในการจัดการจากการศึกษาพบว่าต้องใช้ไฟฟ้า 1000 kWh/tone จงหาว่าต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าไร (kWh) ในการดำเนินการตลอดจนระยะการทรุดตัวของดินหลังจากการดำเนินการเสร็จสิ้นแล้วและปริมาตรดินที่ต้องการในการถมให้พื้นที่กลับสู่สภาพเดิม **(8 คะแนน)**

<u>กำหนดให้</u>

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

 ชื่อ..... รหัส.....

ข้อที่ 5 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (8 คะแนน)

5-1 จงวาดรูปแสดงระบบการฝังกลบกากของเสียอันตราย โดยในรูปต้องแสดงถึงชั้นต่างๆ ของระบบ Liner และชั้นต่างๆ ของระบบ Cover ตลอดจนอธิบายว่าการฝังกลบกากของเสียอันตรายนั้นมีการดำเนินการเหมือนและต่างจากการดำเนินการฝังกลบกากของเสียชุมชนอย่างไร และการติดตามเมื่อเลิกใช้งานหลุมแล้วต้องดำเนินการอย่างไร **(8 คะแนน)**