 ชื่อ..... รหัส.....

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2555
วันที่ 1 มีนาคม 2556 เวลา 9.00-12.00 น.
วิชา 223-515 Hazardous Waste Management and Design ห้องสอบ S817

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

ตารางแสดงคะแนนสอบปลายภาค

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

จรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์
วัสสา คงนคร
ผู้ออกข้อสอบ
มีนาคม 2556

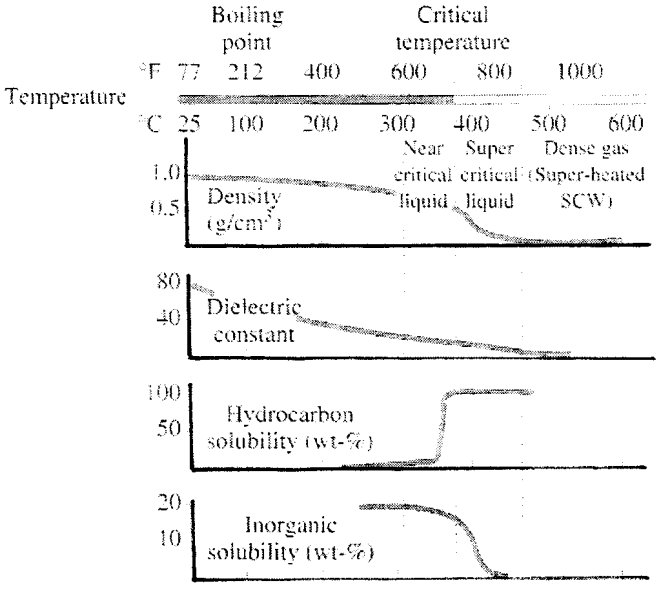
 ชื่อ..... รหัส.....

ข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (30 คะแนน)

1-1 การกำจัดสารไซยาไนด์ในน้ำเสียด้วยกระบวนการ chemical oxidation นิยมใช้สารใด และต้องดำเนินการที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงหรือต่ำเท่าไร เพราะเหตุใด จงอธิบาย **(2 คะแนน)**

1-2 กระบวนการ chemical oxidation ใช้สารอะไรในการดำเนินการฟื้นฟูกากของเสียอันตราย และใช้ค่ากำหนดการเกิดปฏิกิริยา chemical oxidation กากของเสียอันตรายจงอธิบาย **(2 คะแนน)**

1-3 จงอธิบายว่า supercritical fluid คืออะไร และอธิบายการใช้ supercritical fluid ดังภาพในการกำจัดสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ **(3 คะแนน)**



 ชื่อ..... รหัส.....

1-4 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 **(10 คะแนน)**

กำหนดให้

- 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

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

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

 ชื่อ..... รหัส.....

1-5 น้ำบาดาลมีอัตราการไหลเท่ากับ 0.2 m^3/min ต้องการระบบบำบัดเพื่อลดค่าความเข้มข้นของกากของเสียอันตรายจาก 100 mg/L เหลือ 10 mg/L จากการทดลองในห้องทดลองใช้คอลัมน์ยาว 2.3 m เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.051 m ต่ออนุกรมจำนวน 3 คอลัมน์และใช้อัตราการไหลเท่ากับ 8×10^{-4} m^3/min ผลการทดลองแสดงในรูปจงหาค่า **(7 คะแนน)**

1) Number of columns (n)
2) Loading rate (m^3/m^2-min)
3) Diameter of columns (m)
4) The carbon usage rate (kg/day)

กำหนดให้ Height of the adsorption zone (AZ) = 2.7 m

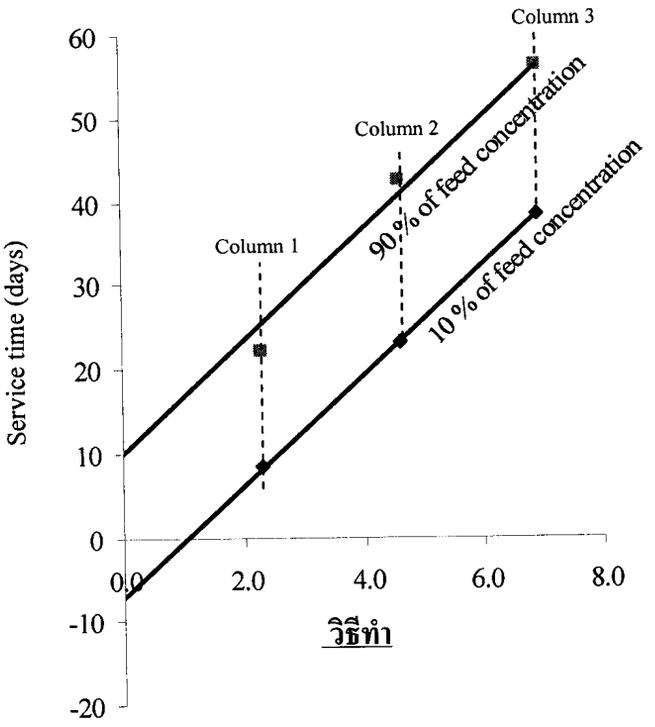
n = (AZ/d) + 1, d = ความยาวของคอลัมน์,

Unit weight of carbon = 450 kg/m^3

1/slope (at 10% feed concentration) = 0.158 m/day

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

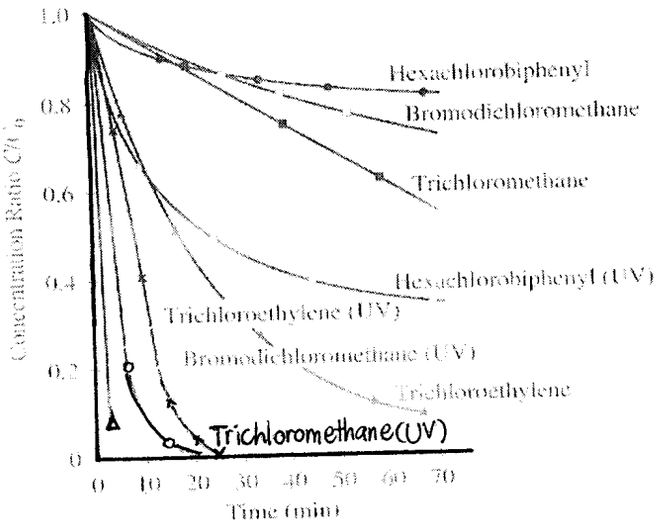
The carbon usage rate = area x (1/slope) x unit weight of carbon



รูปที่ 1 Bed-depth service time

 ชื่อ..... รหัส.....

1-6 การใช้โอโซนอย่างเดียวและการใช้โอโซนร่วมกับ UV เพื่อบำบัดสารกลุ่ม chlorinated hydrocarbon แสดงดังกราฟด้านล่าง จงตอบคำถามต่อไปนี้ **(8 คะแนน)**



Chlorinated organic by ozone with and without UV radiation
Note: At pH 6-7 Ozone dose rate = 1.4 mg/L-min

1. กรณีที่ใช้โอโซนเพียงอย่างเดียวเพื่อบำบัดสาร bromodichoromethane 500 μg/L ในน้ำบาดาลที่มีอัตราไหลเท่ากับ 2,000 L/min จงหาประสิทธิภาพสูงสุด (เปอร์เซ็นต์) ที่บำบัดได้ ความเข้มข้นที่เหลือ และปริมาณโอโซนที่ต้องใช้ (kg/day)
2. กรณีที่ใช้โอโซนร่วมกับ UV เพื่อบำบัดสาร bromodichoromethane 500 μg/L ในน้ำบาดาลที่มีอัตราไหลเท่ากับ 2,000 L/min จงหาประสิทธิภาพสูงสุด (เปอร์เซ็นต์) ที่บำบัดได้ ความเข้มข้นที่เหลือ และปริมาณโอโซนที่ต้องใช้ (kg/day)
3. เปรียบเทียบปริมาณโอโซนที่ใช้จากทั้งสองกรณี

 ชื่อ..... รหัส.....

ข้อที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ **(25 คะแนน)**

2-1. การเผากากของเสียอันตรายที่ในสถานะ ก๊าซ ของเหลว และ ของแข็ง ต้องใช้เตาเผา หรือ อุปกรณ์ประเภทใดเฉพาะบ้าง จงอธิบาย **(3 คะแนน)**

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

ตอบ

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

ตอบ

 ชื่อ..... รหัส.....

2-4 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 **(5 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	-	-

 ชื่อ..... รหัส.....

2-5 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
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	0.080
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) เตาผ่านมาตรฐานหรือไม่ **(7 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.....

2-6 จงออกแบบขนาดเตาเผากากของเสียอันตรายแบบ rotary klin โดยไม่จำเป็นต้องใช้ 1 เตาเพื่อใช้เผากากของเสียอันตรายแบบดังต่อไปนี้ **(6 คะแนน)**

Compound	Formula	MW	Inlet, lb	Heating value Btu/lb
Benzene	C_6H_6	78.11	200	18900
Toluene	C_7H_8	92.10	200	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 6 – 10 ft และยาวประมาณ 25 -35 ft

 ชื่อ..... รหัส.....

ข้อที่ 3 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

โรงงานฟอกย้อมแห่งหนึ่งที่มีอัตราการเกิดน้ำเสียเป็น 500 m^3/d โดยน้ำเสียมีการปนเปื้อนโลหะหนักในรูปของ Cu^{2+} ที่ความเข้มข้น 11 mg/L และ Cr^{6+} ที่ความเข้มข้น 49 mg/L

(1) จงคำนวณหาปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการลดพิษด้วย $FeSO_4$ โดยสารเคมีที่ใช้ในการปรับเสถียร คือ $Ca(OH)_2$ และปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้น (กำหนดให้ MW. $FeSO_4$= 151.9, MW. H_2SO_4= 95.5, AW. Cr^{6+} = 52, AW. Cu^{2+} = 63.5, MW. $Ca(OH)_2$ = 74 และ MW. $Cu(OH)_2$ = 97.4 ตามลำดับ)

$$6FeSO_4 + 2H_2CrO_4 + 6H_2SO_4 \longleftrightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3Fe_2(SO_4)_3 + 8H_2O$$

(2) จงบอกขนาดพื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บซีเมนต์ที่ทำ Solidification ด้วยสัดส่วนตะกอนต่อซีเมนต์เป็น 1:4 กำหนดให้ความหนาแน่นของก้อนมอร์ตาซีเมนต์เป็น 2.5 kg/m^3 และ ขนาด 15x15 cm^2

 ชื่อ..... รหัส.....

ข้อที่ 4 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

4-1 จงอธิบายองค์ประกอบของหลุมฝังกลบนิรภัย โดยวาดภาพประกอบการอธิบาย **(7.5 คะแนน)**

 ชื่อ..... รหัส.....

4-2 จงบอกถึงเกณฑ์ในการเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างหลุมฝังกลบนิรภัย พร้อมอธิบายมาพอสังเขป ((7.5 **คะแนน)**

 ชื่อ..... รหัส.....

ข้อที่ 5 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

5-1 Phytoremediation คืออะไร และอาศัยกลไกใดบ้างในการบำบัดมลพิษ จงอธิบายมาพอสังเขป **(5 คะแนน)**

 ชื่อ..... รหัส.....

5-2 จงเปรียบเทียบความเหมือน ความต่างของแต่ละวิธีในการทำ bioremediation ในประเด็นทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์ จงอธิบายมาพอสังเขป **(10 คะแนน)**