



มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำปีการศึกษาที่ 2

วันที่ 1 มีนาคม 2555

วิชา 223-515 Hazardous Waste Management and Design

ปีการศึกษา 2554

เวลา 9.00-12.00 น.

ห้องสอบ S817

คำชี้แจง

- ข้อสอบทั้งหมดมี 7 ข้อ รวม 100 คะแนน
- ข้อสอบมี 13 หน้า ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
- ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุจริตจะได้ E ทุกกรณี
- ทุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา โทษสูงสุดให้ออก
- ให้เขียนชื่อ-รหัส ที่หัวกระดาษทุกแผ่น
- ห้ามหยิบหรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
- ถ้าพิจารณาเห็นว่าค่าคงที่ต่างๆหรือข้อสมมุติฐานที่โจทย์กำหนดให้ไม่เพียงพอการคิดคำนวณให้สมมุติขึ้นมาเองตามความเหมาะสม

ตารางแสดงคะแนนสอบปลายภาค

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	10	
2	12	
3	15	
4	20	
5	13	
6	20	
7	10	
รวม	100	

จรงค์พันธ์ มุสิกวงค์

ผู้ออกข้อสอบ

มีนาคม 2555

ข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (12 คะแนน)

1-1 กระบวนการ Steam stripping มีกี่ประเภท ใช้ในการแยกสารอะไร และใช้หลักการอะไรในการออกแบบ (3 คะแนน)

1-2 การกำจัดสารไฮยาโนตินในน้ำเสียด้วยกระบวนการ chemical oxidation นิยมใช้สารใด และต้องดำเนินการที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงหรือต่ำเท่าไร เพราะเหตุใด จงอธิบายโดยสังเขป (3 คะแนน)

1-3 จงอธิบายถึงความแตกต่างระหว่าง Organophobic clay และ Organophilic clay ตลอดจนแสดงให้เห็นว่าดินเหนียวที่กล่าวมาข้างต้นแต่ละชนิดเหมาะสมกับการใช้ทำ Stabilization ของกากของเสียอันตรายประเภทใด (4 คะแนน)

ข้อที่ 2 น้ำบาดาลมีอัตราการไหลเท่ากับ $0.2 \text{ m}^3/\text{min}$ ต้องการระบบบำบัดเพื่อลดค่าความเข้มข้นของกากของเสียอันตรายจาก 90 mg/L เหลือ 10 mg/L จากการทดลองในห้องทดลองใช้คอลัมน์ยาว 2.3 m เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.051 m ต่ออนุกรมจำนวน 3 คอลัมน์ และใช้อัตราการไหลเท่ากับ $5.0 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{min}$ ผลการทดลองแสดงในรูปจงหาค่า (12 คะแนน)

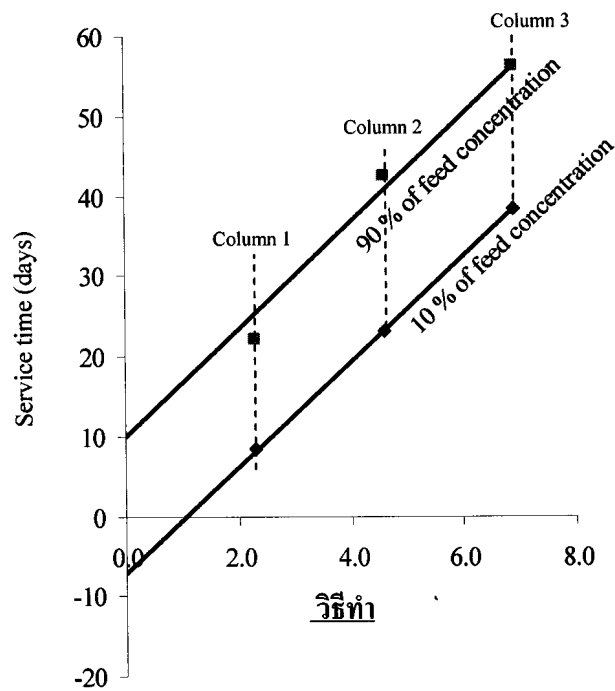
- 1) Height of the adsorption zone (AZ), m
- 2) Number of columns (n)
- 3) Loading rate ($\text{m}^3/\text{m}^2\text{-min}$)
- 4) Diameter of columns (m)
- 5) The carbon usage rate (kg/day)

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

Unit weight of carbon = 481 kg/m^3 ,

$1/\text{slope}$ (at 10% feed concentration) = 0.158 m/day , Loading rate = Q/A ($\text{m}^3/\text{m}^2\text{-min}$),

The carbon usage rate = area \times ($1/\text{slope}$) \times unit weight of carbon

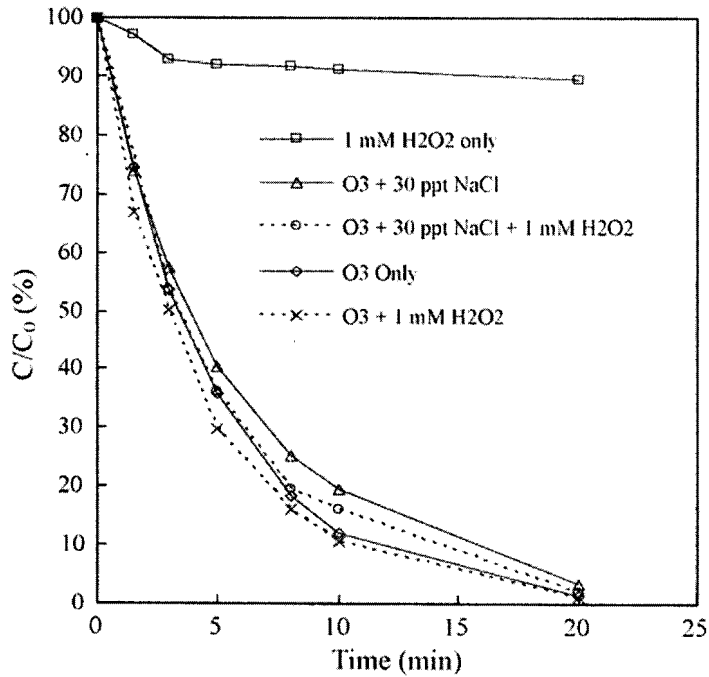


รูปที่ 1 Bed-depth service time

ข้อที่ 3 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

3-1กระบวนการ chemical oxidation ใช้สารอะไรในการดำเนินการฟื้นฟูภาคของเสียอันตราย และใช้ค่าใดในการกำหนดการเกิดปฏิกิริยาในการดำเนินการ chemical oxidation ภาคของเสียอันตรายจงอธิบาย (5 คะแนน)

3-2 จากรูปแสดงการใช้ H_2O_2 และ O_3 ร่วมกับ NaCl เพื่อกำจัดสารกลุ่ม butylated hydroxyanisole (BHA) ซึ่งจัดเป็นกากของเสียอันตราย จงตอบคำถามต่อไปนี้ (10 คะแนน)



กำหนดให้

ค่าที่ใช้ในการทดลอง

pH = 7

Ozone dose = 1 mg/L-min

3-2-1 กรณีที่ (1) ใช้โอโซนเพียงอย่างเดียว กรณีที่ (2) ใช้ H_2O_2 เพียงอย่างเดียว กรณีที่ (3) ใช้โอโซนร่วมกับ H_2O_2 เพื่อบำบัดสาร BHA 500 $\mu\text{g/L}$ ให้ลดลงเหลือ 50 $\mu\text{g/L}$ ในน้ำบาดาลที่มีอัตราการไหลเท่ากับ 1000 L/min ต้องใช้ปริมาณโอโซนอย่างน้อยที่สุดในเท่าไรแต่ละกรณี (kg/day)

3-2-2 เปรียบเทียบปริมาณโอโซนที่ใช้จากกรณีที่ (1) และ กรณีที่ (3) แล้วให้ข้อคิดเห็นว่าจำเป็นหรือไม่ที่ต้องใช้โอโซนร่วมกับ H_2O_2

3-2-3 การเติม NaCl มีผลต่อการกำจัด BHA อย่างไร

3-2-4 วิธีใดกำจัดสารกลุ่ม BHA ได้ดีที่สุด

ข้อที่ 4 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (20 คะแนน)

4-1 สาร Petroleum Refinery ถูกนำไปบำบัดโดยกระบวนการ Land Treatment โดยทำการเทสาร 25 ตันความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ลงในพื้นที่ขนาดกว้าง 100 เมตร ยาว 200 เมตร ลึก 0.1 เมตร หลังจากทิ้งไว้ 365 วันพบว่าความเข้มข้นลดลงเหลือ 2 เปอร์เซ็นต์ จงหา (1) Degradation rate constants (2) ระยะเวลาครึ่งชีวิตในการย่อยสลาย Petroleum Refinery (10 คะแนน)

กำหนดให้ ค่าความหนาแน่นของดินมีค่าเท่ากับ $1,540 \text{ kg/m}^3$

4-2 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 $\mu\text{g/L}$ จงหาว่ากรณีที่บำบัดตามธรรมชาติผู้บริโภคจะดื่มน้ำที่มีค่า TCE สูงกว่ามาตรฐานหรือไม่ และในกรณีที่ค่า TCE มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานต้องทำการเติมอากาศให้ค่าอัตราการฟื้นฟู (k) มีค่าเท่าไร ค่า TCE ถึงจะมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐาน (10 คะแนน)

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

ข้อที่ 5 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (13 คะแนน)

5-1 จงอธิบายว่าทำไม Cement Based Stabilization จึงได้รับความนิยม (2 คะแนน)

5-2 Stabilization และ Solidification มีความเหมือนและความแตกต่างกันอย่างไรจงอธิบาย (2 คะแนน)

5-3 จากการสำรวจสถานที่ปนเปื้อนกากของเสียอันตรายแห่งหนึ่ง กว้าง 100 เมตร ยาว 200 เมตร และลึก 2 เมตร วิศวกรได้ตัดสินใจที่จะใช้กระบวนการ *In situ vitification* ในการจัดการจากการศึกษาพบว่าต้องใช้ไฟฟ้า 1000 kWh/ตัน จงหาว่าต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าไร (kWh) ในการดำเนินการตลอดจนระยะการทรุดตัวของดินหลังจากการดำเนินการเสร็จสิ้นแล้วและปริมาณดินที่ต้องการในการถมให้พื้นที่กลับสู่สภาพเดิม (9 คะแนน)

กำหนดให้

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

6. จงตอบคำถามต่อไปนี้ (20 คะแนน)

6-1 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 ₆ H ₆	78.11	1025	0.087
Chlorobenzene	C ₆ H ₅ Cl	112.5	278	0.034
Ethylbenzene	C ₈ H ₁₀	106.17	780	0.089
Tetrachlorophenol	C ₆ HCl ₄ O	231.9	760	0.056
Toluene	C ₇ H ₈	92.10	756	0.024
Xylenes	C ₈ H ₁₀	106.17	168	0.204
Hydrochloric acid	HCl	36.45	0	4.3
Particulates				20.3

6.1.1 จงหาค่า Destruction and removal efficiency (DRE) ของสารอินทรีย์ทุกสาร

6.1.2 จงหาค่าต่อไปนี้ผ่านมาตรฐานหรือไม่

- (a) POHCs
- (b) HCl

(15 คะแนน)

กำหนดให้

Federal performance standard สำหรับใช้เพื่อควบคุมมลพิษจากเตาเผาของเสียอันตราย

- 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:

$$DRE = \frac{W_{in} - W_{out}}{W_{in}} \times 100$$

- 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

6-2 จงออกแบบขนาดเตาเผาของเสียอันตรายแบบ Rotary Klin เพื่อใช้เผาของเสียอันตรายดังต่อไปนี้ (5 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

ข้อที่ 7 จงวาดรูปแสดงระบบการฝังกลบกากของเสียอันตราย โดยในรูปต้องแสดงถึงชั้นต่างๆของระบบ Liner และชั้นต่างๆ ของระบบ Cover ตลอดจนอธิบายการติดตามเมื่อเลิกใช้งานหลุมแล้ว และ การฝังกลบกากของเสียอันตรายนั้นมีการดำเนินการเหมือนและต่างจากการดำเนินการฝังกลบกากของเสียชุมชนอย่างไร (10 คะแนน)