



มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบปลายภาค ประจำปีการศึกษาที่ 2  
วันที่ 1 มีนาคม 2555  
วิชา 223-433 Hazardous Waste Management

ปีการศึกษา 2554  
เวลา 9.00-12.00 น.  
ห้องสอบ Robot

**คำชี้แจง**

- ข้อสอบทั้งหมดมี 6 ข้อ รวม 100 คะแนน
- ข้อสอบมี 10 หน้า ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
- ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ หุจริตจะได้ E ทุกกรณี
- หุจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา โทษสูงสุดให้ออก
- ให้เขียนชื่อ-รหัส ที่หัวกระดาษทุกแผ่น
- ห้ามหยิบหรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
- ถ้าพิจารณาเห็นว่าค่าคงที่ต่างๆหรือข้อสมมุติฐานที่โจทย์กำหนดให้ไม่เพียงพอการคิดคำนวณให้สมมุติขึ้นมาเองตามความเหมาะสม

ตารางแสดงคะแนนสอบปลายภาค

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	16	
2	14	
3	20	
4	15	
5	25	
6	10	
รวม	100	

จรงค์พันธ์ มุสิกวงค์  
ผู้ออกข้อสอบ  
มีนาคม 2555

**ข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (16 คะแนน)**

1-1 กระบวนการ Steam stripping มีกี่ประเภท ใช้ในการแยกสารอะไร และใช้หลักการอะไรในการออกแบบ (4 คะแนน)

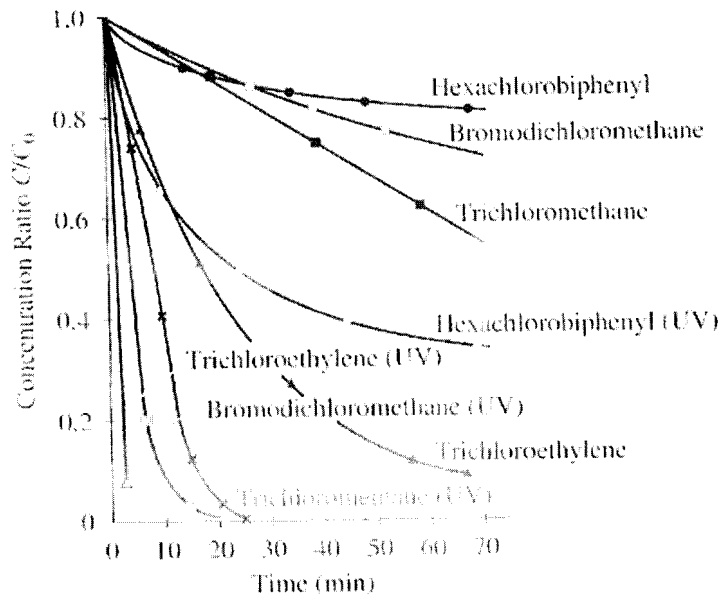
1-2 การกำจัดสารไซยาไนด์ในน้ำเสียด้วยกระบวนการ chemical oxidation นิยมใช้สารใด และต้องดำเนินการที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างสูงหรือต่ำเท่าไร เพราะเหตุใด จงอธิบายโดยสังเขป (4 คะแนน)

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

1-4 การดูติดด้วยถ่านกัมมันต์ใช้กำจัดของเสียอันตรายประเภทใด ก่อนที่จะนำไปใช้งานจริงต้องมีการศึกษาหาค่าอะไร และในการใช้งานถึงดูติดด้วยถ่านกัมมันต์แบบต่อเนื่องในการฟื้นฟูสถานที่ปนเปื้อนกากของเสียอันตรายควรคำนึงถึงปัจจัยใด (4 คะแนน)

## ข้อที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

2.1 จากรูปซึ่งแสดงการใช้โอโซนและโอโซนร่วมกับ UV เพื่อบำบัดสารกลุ่ม Chlorinated hydrocarbon  
 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (10 คะแนน)



Destruction of chlorinated organic by ozone with and without UV radiation

Note: At pH 6-7 Ozone

dose rate =

1.0-1.4 mg/L-min

- 2.1.1 กรณีที่ใช้โอโซนเพียงอย่างเดียวเพื่อบำบัดสาร Trichloromethanes 500  $\mu\text{g/L}$  ในน้ำบาดาลที่มีอัตราไหลเท่ากับ 2000 L/min จงหาประสิทธิภาพสูงสุด (เปอร์เซ็นต์) ที่บำบัดได้และปริมาณโอโซนที่ต้องใช้ (kg/day)
- 2.1.2 กรณีที่ใช้โอโซนร่วมกับ UV เพื่อบำบัดสาร Trichloromethanes 500  $\mu\text{g/L}$  ในน้ำบาดาลที่มีอัตราไหลเท่ากับ 2000 L/min เมื่อต้องการประสิทธิภาพในการบำบัดเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ต้องใช้ปริมาณโอโซนอย่างน้อยที่สุดเท่าไร (kg/day)
- 2.1.3 เปรียบเทียบปริมาณโอโซนที่ใช้จากทั้งสองกรณี

2.2 กระบวนการ chemical oxidation ใช้สารอะไรในการดำเนินการฟื้นฟูกากของเสียอันตราย และใช้ค่าใดในการกำหนดการเกิดปฏิกิริยาในการดำเนินการ chemical oxidation กากของเสียอันตรายจรงธิบาย (4 คะแนน)

**ข้อที่ 3 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (20 คะแนน)**

3-1 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)

3-2 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 4** จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

4-1 จงอธิบายว่าทำไม Cement Based Stabilization จึงได้รับความนิยม (3 คะแนน)

4-2 Stabilization และ Solidification มีความเหมือนและความแตกต่างกันอย่างไรจงอธิบาย (2 คะแนน)

4-3 จากการสำรวจสถานที่ปนเปื้อนกากของเสียอันตรายแห่งหนึ่ง กว้าง 100 เมตร ยาว 200 เมตร และลึก 2 เมตร วิศวกรได้ตัดสินใจที่จะใช้กระบวนการ *In situ vitification* ในการจัดการ จากการศึกษาพบว่าต้องใช้ไฟฟ้า 1000 kWh/ตัน จงหาว่าต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าไร (kWh) ในการดำเนินการตลอดจนระยะการทรุดตัวของดินหลังจากการดำเนินการเสร็จสิ้นแล้วและปริมาณดินที่ต้องการในการถมให้พื้นที่กลับสู่สภาพเดิม (10 คะแนน)

**กำหนดให้**

ดินในพื้นที่ศึกษามีค่า Total density เท่ากับ  $1.9 \text{ g/cm}^3$ ; ความพรุนเท่ากับ 0.4

## ข้อที่ 5 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (25 คะแนน)

5-1. การเผาไหม้ของเสียอันตรายที่ในสถานะ ก๊าซ ของเหลว และ ของแข็ง ต้องใช้เตาเผา หรือ อุปกรณ์ประเภทใดเฉพาะบ้าง  
จงอธิบาย (5 คะแนน)

5-2 จงอธิบายความหมายของ Higher explosive limit (HEL) และ Lower explosive limit (LEL) ตลอดจนแนะนำว่าในการทำงาน  
ต้องควบคุมให้ก๊าซมีความเข้มข้นอยู่ในช่วงใด (5 คะแนน)

5-3 กากของเสียอันตรายดังแสดงในตารางด้านล่างถูกนำมาเผาในเตาเผาที่ 2200 °F และ 50% excess air และมีเวลาในเตาเผา  
เท่ากับ 2.3 วินาที Principal Organic Hazardous Constituents (POHCs) ในกากของเสียอันตรายได้แก่ Benzene,  
Tetrachlorophenol และ Toluene อัตราการไหลของก๊าซในเตาเผาที่มีค่าเท่ากับ 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 <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78.11	1025	0.087
Chlorobenzene	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	112.5	278	0.034
Ethylbenzene	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	106.17	780	0.089
Tetrachlorophenol	C <sub>6</sub> HCl <sub>4</sub> O	231.9	760	0.056
Toluene	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub>	92.10	756	0.024
Xylenes	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub>	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. 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

**ข้อที่ 6** จงวาดรูปแสดงระบบการฝังกลบกากของเสียอันตราย โดยในรูปต้องแสดงถึงชั้นต่างๆของระบบ Liner และชั้นต่างๆ ของระบบ Cover ตลอดจนอธิบายการติดตามเมื่อเลิกใช้งานหลุมแล้ว และ การฝังกลบกากของเสียอันตรายนั้นมีการดำเนินการเหมือนและต่างจากการดำเนินการฝังกลบกากของเสียชุมชนอย่างไร (10 คะแนน)