

**มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**  
**คณะวิศวกรรมศาสตร์**

การสอบกลางภาค ประจำปีการศึกษาที่ 2

ปีการศึกษา 2552

วันที่ 21 ธันวาคม 2552

เวลา 13.30-16.30น

วิชา 223-515 HAZARDOUS WASTE MANAGEMENT AND DESIGN

ห้องสอบ หัวหุ่นยนต์

คำชี้แจง

1. ข้อสอบมี 7 ข้อ 16 หน้า
2. ให้เขียนรหัสนักศึกษาทุกหน้า
3. ให้เขียนคำตอบทั้งหมดลงในตัวข้อสอบนี้
4. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้ทุกรุ่น
5. ไม่อนุญาตให้นำเอกสาร หนังสือ หรือตำราใดๆ เข้าห้องสอบ

**ทจจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา**

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	10	
2	10	
3	30	
4	18	
5	12	
6	5	
7	15	
รวม	100	

จรงค์พันธ์ มุสิกวงค์

ธันวาคม 2552

**ข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (10 คะแนน)**

1-1 การทดสอบเพื่อพิจารณาว่ากากของเสียจัดเป็นกากของเสียอันตรายหรือไม่ต้องทำการทดสอบลักษณะ  
อะไรบ้าง (2 คะแนน)

1-2 United State Environmental Protection Agency (USEPA) แบ่งประเภทผู้ก่อให้เกิดกากของเสียอันตราย  
ออกเป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง (2 คะแนน)

1-3 กากของเสียอันตรายจากชุมชนจำแนกออกเป็นกลุ่มใหญ่ได้กี่กลุ่ม อะไรบ้าง (3 คะแนน)

1-4 USEPA ได้กำหนดลำดับความสำคัญในการจัดการกากของเสียอันตรายไว้อย่างไร จงอธิบาย (3 คะแนน)

**ข้อที่ 2 จงอธิบายความหมายของคำศัพท์ต่อไปนี้ (10 คะแนน)**

2-1 Resource Conservation and Recovery Act (RCRA) (2 คะแนน)

2-2 Hazardous Waste Manifest System (2 คะแนน)

2-3 Applicable or Relevant and Appropriate Requirements (ARARs) ได้ระบุนมาตรฐานในการฟื้นฟูสถานที่ปนเปื้อนจากของเสียไว้กี่ประเภท จงอธิบาย (2 คะแนน)

2-4 อนุสัญญาบาเซล (2 คะแนน)

2-5 อนุสัญญากรุงสตอกโฮล์ม (2 คะแนน)

**ข้อที่ 3 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (30 คะแนน)**

3-1 น้ำเสียจากโรงงานแห่งหนึ่งมีสารแคดเมียมเป็นองค์ประกอบ กำหนดให้มาตรฐานแคดเมียมในน้ำทิ้งต้องมีค่าน้อยกว่า 0.03 mg/L ทางโรงงานใช้ระบบบำบัดทางเคมีโดยการตกตะกอนด้วยไฮดรอกไซด์ที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 10 จงหาว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ใช้ทำให้น้ำทิ้งผ่านมาตรฐานหรือไม่ (5 คะแนน)

กำหนดให้  $k_{sp}$  ของแคดเมียมที่ 25 °C มีค่าเท่ากับ  $2 \times 10^{-14}$  และการตกตะกอนดำเนินการที่ 25 °C

Mw of Pb = 112.411 g/mol

3-2 จงหาค่าคงที่ Henry (H) ในหน่วย atm-m<sup>3</sup>/mol ของสาร m-Xylene ในน้ำที่อุณหภูมิ 20 °C จากค่าความดันไอและความสามารถในการละลายและหาค่าคงที่ Henry จากสูตร  $\ln H = A/T + B$  ตลอดจนหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่หาได้จากทั้งสองวิธี (8 คะแนน)

กำหนดให้ ข้อมูลของสาร Toluene มีดังต่อไปนี้ Vapor Pressure ( $P_{vp}$ ) = 10 mmHg at 20 °C,

$$\text{Solubility at } 20\text{ }^{\circ}\text{C} = 1.75 \times 10^2 \text{ mg/L,}$$

$$\text{Molecular weight} = 106.18 \text{ g/mol,}$$

$$H = P_{vp}/S,$$

$$A = -3.34 \times 10^3$$

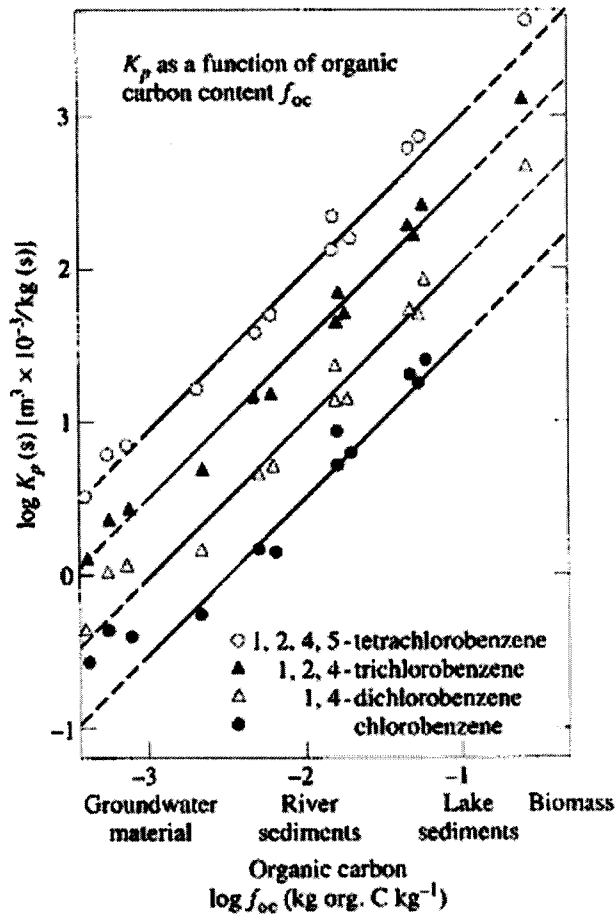
$$B = 6.28,$$

$$T = \text{Temperature in kelvins}$$

3-3 อ่างเก็บน้ำแห่งหนึ่งมีสาร Cadmium ละลายอยู่ในน้ำเท่ากับ 100 ppb จงคำนวณหาปริมาณสาร Chloroform ที่สะสมในปลาจากอ่างเก็บน้ำแห่งนี้และให้คำนวณหาว่าในกรณีที่คนกินปลา 20 กรัมจากอ่างเก็บน้ำแห่งนี้ทุกวัน หรือดื่มน้ำจากอ่างเก็บน้ำแห่งนี้โดยปราศจากการผ่านกระบวนการผลิตประจำวันละ 1.5 ลิตร ความเสี่ยงในการรับสารพิษจากการกินปลาหรือดื่มน้ำในระยะเวลา 1 ปีอย่างใดมีมากกว่ากัน

กำหนดให้  $BCF = 81 \text{ L/kg}$ ,  $BFC = C_{org}/C$  (8 คะแนน)

3-4 จากกราฟเชิงเรียงลำดับความสามารถในการดูดซับสารอินทรีย์ของ Groundwater Material, River Sediments, Lake Sediment และ Biomass จากมากไปน้อย และจงเรียงลำดับการถูกดูดซับของ Tetrachlorobenzene, Trichlorobenzene, Dichlorobenzene และ Chlorobenzene จากมากไปน้อย (6 คะแนน)



**FIGURE 3-2**  
 Relationship between organic carbon content of solid materials to soil-water partition coefficient for selected benzene compounds. (After Stumms, 1992.<sup>22</sup>)

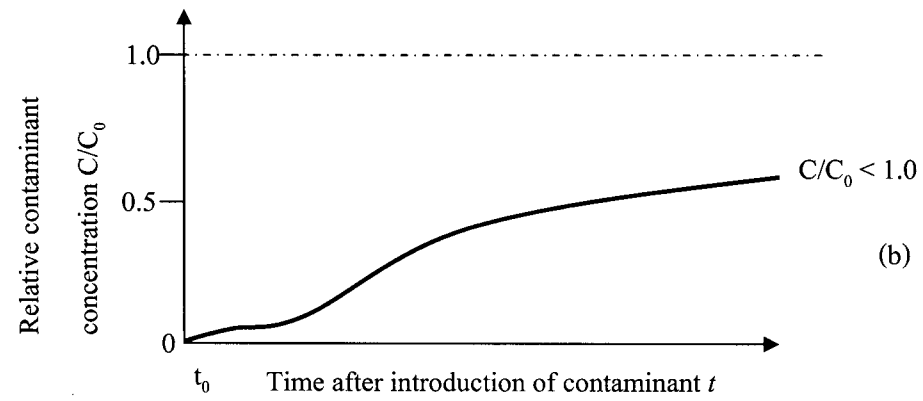
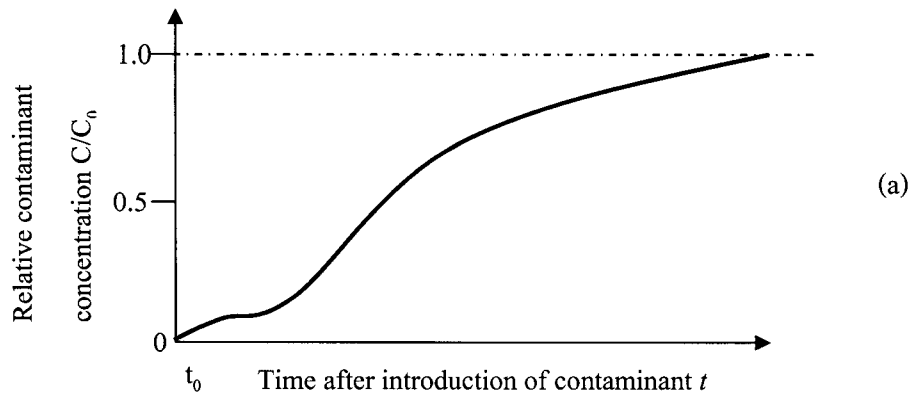
**ข้อที่ 4 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (18 คะแนน)**

4-1 โรงงานแห่งหนึ่งปล่อยให้เกิดการรั่วไหลของกากของเสียอันตรายลงสู่ น้ำใต้ดิน จากการสำรวจข้อมูลพบว่า น้ำใต้ดินมีทิศทางการไหลไปยังชุมชนแห่งหนึ่งซึ่งมีระยะทางห่างจากโรงงาน 2 กิโลเมตร ระดับน้ำใต้ดินบริเวณโรงงานมีค่าเท่ากับ 100 m จากผิวดิน ส่วนระดับน้ำใต้ดินบริเวณหมู่บ้านมีค่าเท่ากับ 104 เมตรจากผิวดิน กำหนดให้ค่า hydraulic conductivity เท่ากับ  $1 \times 10^{-2}$  cm/s และค่า porosity เท่ากับ 0.5 จงคำนวณหาว่าจะใช้เวลาานเท่าใด น้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนกากของเสียอันตรายจะเคลื่อนที่ถึงหมู่บ้าน (5 คะแนน)



4-2 จากรูป (a) และ (b) จงตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)

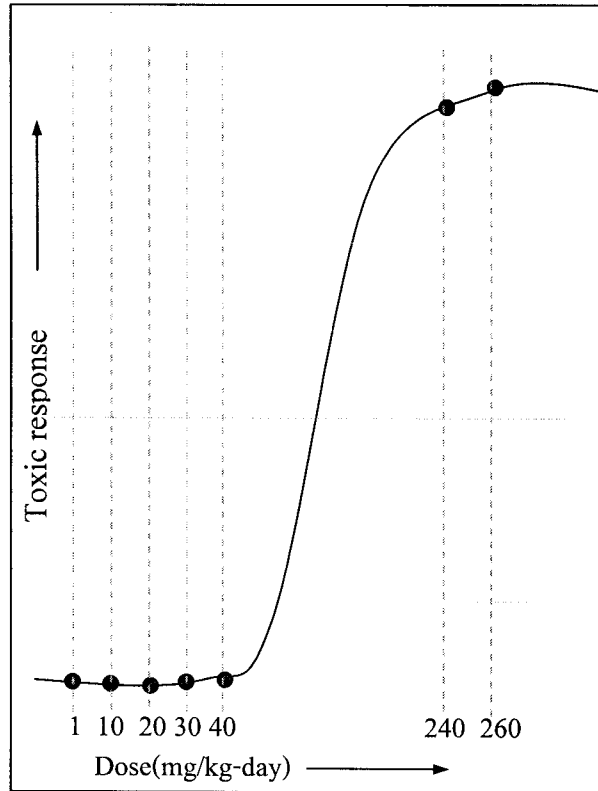
- (1) รูปใดแสดงผลกระทบของ dispersion ต่อการเคลื่อนที่ของกากของเสียอันตรายในชั้นใต้ผิวดิน
- (2) จงอธิบายและลากเส้นแสดง Breakthrough with dispersion และ Breakthrough without dispersion



4-3 กระบวนการหลักซึ่งมีผลกระทบต่อเคลื่อนที่ของกากของเสียอันตรายในชั้นใต้ผิวดินมีกี่ประเภท จงยกตัวอย่างมาประเภทละ 2 กระบวนการพร้อมทั้งอธิบายว่ากระบวนการดังกล่าวส่งผลให้กากของเสียอันตรายเคลื่อนที่เร็วขึ้นหรือช้าลง (8 คะแนน)

ข้อที่ 5 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (12 คะแนน)

5-1 จากการทดลอง Subchronic oral toxicology ในสัตว์ทดลองได้กราฟดังรูป จงใช้ข้อมูลจากกราฟและข้อมูลในตารางกำหนดค่า No Observed Adverse Effect Level (NOAEL) และ Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL) และ Reference Dose (RfD) (6 คะแนน)



กำหนดให้ ค่า Area of Uncertainty มีดังต่อไปนี้

Area of uncertainty	Uncertainty factor
Variation within a population	10
Extrapolation from animals to humans	10
Extrapolation from subchronic to chronic	10
Extrapolation from LOAEL to NOAEL	10
Modifying factor	1

5-2 น้ำประปาจากระบบผลิตน้ำประปาแห่งหนึ่งมีสาร Chloroform  $50 \mu\text{g/L}$  จากการสำรวจพบว่าคนดื่มน้ำประปาจากระบบผลิตน้ำประปาแห่งนี้ 2 ลิตรต่อวัน จงหาโอกาสต่อประชากรหนึ่งคนที่จะเป็นโรคมะเร็ง (Life time cancer risk) นอกจากนี้พบว่าประชากร 100,000 คนดื่มน้ำประปาจากระบบผลิตน้ำประปาแห่งนี้จึงหาจำนวนประชากรทั้งหมดที่มีโอกาสจะเป็นโรคมะเร็งจากประชากร 100,000 คน (6 คะแนน)

กำหนดให้

- ค่า slope factor ของการรับสาร Chloroform โดยการดื่มน้ำมีค่าเท่ากับ  $6.10 \times 10^{-3} (\text{mg/kg-day})^{-1}$
- ผู้ใหญ่โดยทั่วไปมีน้ำหนักตัวเท่ากับ 70 กิโลกรัม

**ข้อที่ 6** จงเขียนแผนภูมิแสดง Waste Management Cycle และแสดงให้เห็นว่าการส่งกากของเสียอันตรายไปยัง Final Destination มีกี่ประเภทอะไรบ้าง (5 คะแนน)

**ข้อที่ 7 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)**

7-1 จงเขียนแผนภูมิแสดงขั้นตอนการดำเนินการจัดการกากของเสียอันตรายซึ่งประกอบด้วย Waste Generation, Recovery/Recycling, Treatment และ Land Disposal และให้แสดงกระบวนการย่อย 2 กระบวนการในแต่ละกระบวนการหลัก (5 คะแนน)

7-2 จากข้อมูลกากของเสียอันตรายต่อไปนี้ จงหาว่าต้องใช้สถานที่เก็บกากของเสียอันตราย (Containment) จำนวนน้อยที่สุดกี่แห่งและแสดงชนิดกากของเสียอันตรายที่เก็บรวมกันในแต่ละแห่ง (ให้ใช้ตารางแนบในข้อสอบเพื่อการพิจารณา) (10 คะแนน)

กำหนดให้

กากของเสียอันตราย A: Acids, Mineral Oxidizing Agents (2) \*

กากของเสียอันตราย B: Caustics (10)

กากของเสียอันตราย C: Cyanide (11)

กากของเสียอันตราย D: Halogenated Organics (17)

กากของเสียอันตราย E: Ketones (19)

กากของเสียอันตราย F: Nitrides (25)

กากของเสียอันตราย G: Phenol and Cresols (31)

กากของเสียอันตราย H: Oxidizing Agent, Strong (104)

กากของเสียอันตราย I: Water and Mixture Containing Water (106)

กากของเสียอันตราย J: Waste Reactive Substances (107)

\*() ตัวเลขในวงเล็บคือตัวเลขแสดงลำดับของ reactivity group ดังตารางแนบในหน้า 16

Reactivity group																																																																																																												
No.	Name																																																																																																											
1	Acids, minerals, non-oxidizing	1																																																																																																										107
2	Acids, minerals, oxidizing		2																																																																																																								107	
3	Acids, organic			G	3																																																																																																						107	
4	Alcohols & glycols	H	H	H	H	P	4																																																																																																			107		
5	Aldehydes	H	H	H	H	H	H	P	5																																																																																																	107		
6	Amides	H	H	H	H	H	H	H	H	6																																																																																															107			
7	Amines, aliphatic & aromatic	H	H	H	H	H	H	H	H	H	7																																																																																													107				
8	Azo compounds, diazo comp. & hydrazines	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	8																																																																																											107					
9	Carbamates	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	9																																																																																									107						
10	Caustics	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	10																																																																																							107							
11	Cyanides	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	11																																																																																					107								
12	Dithiocarbamates	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	12																																																																																			107									
13	Esters	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	13																																																																																	107											
14	Ethers	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	14																																																																															107													
15	Fluorides, inorganic	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	15																																																																													107															
16	Hydrocarbons, aromatic	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	16																																																																											107																	
17	Halogenated organics	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	17																																																																									107																			
18	Isocyanates	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	18																																																																							107																					
19	Ketones	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	19																																																																					107																							
20	Mercaptans & other organic sulfides	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	20																																																																			107																									
21	Metals, alkali & alkaline earth, elemental	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	21																																																																	107																											
22	Metals, other elemental & alloys as powders, vapors or sponges	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	22																																																															107																													
23	Metals, other elemental & alloys as sheets, rods, strips, moldings, etc.	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	23																																																													107																															
24	Metals & metal compounds, toxic	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	24																																																											107																																	
25	Nitrides	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	25																																																									107																																			
26	Nitrites	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	26																																																							107																																					
27	Nitro compounds, organic	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	27																																																					107																																							
28	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	28																																																			107																																									
29	Hydrocarbons, aliphatic, saturated	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	29																																																	107																																											
30	Peroxides & hydroperoxides, organic	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	30																																															107																																													
31	Phenols & cresols	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	31																																													107																																															
32	Organophosphates, phosphites, phosphonates	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	32																																											107																																																	
33	Sulfides, inorganic	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	33																																									107																																																			
34	Epoxides	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	34																																							107																																																					
101	Combustible & flammable materials, misc.	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	101																																					107																																																							
102	Explosives	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	102																																			107																																																									
103	Polymerizable compounds	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	103																																	107																																																											
104	Oxidizing agents, strong	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	104																															107																																																													
105	Reducing agents, strong	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	105																													107																																																															
106	Water & mixtures containing water	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	106																											107																																																																	
107	Water reactive substances	Extremely reactive! Do not mix with any chemical or waste material!																																																																																																									107	

KEY	
Reactivity code	Consequences
H	Heat generation
F	Fire
G	Innocuous and nonflammable gas generation
GT	Toxic gas generation
GF	Flammable gas generation
E	Explosion
P	Violent polymerization
S	Solubilization of toxic substances
U	May be hazardous but unknown

Example:  

H	Heat generation, fire, and toxic gas generation
F	
GT	