

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำปีการศึกษาที่ 2

ปีการศึกษา 2551

วันที่ 23 ธันวาคม 2551

เวลา 13.30-16.30น

วิชา 223-515 HAZARDOUS WASTE MANAGEMENT AND DESIGN

ห้องสอบ A205

คำชี้แจง

1. ข้อสอบมี 8 ข้อ 15 หน้า
2. ให้เขียนรหัสนักศึกษาทุกหน้า
3. ให้เขียนคำตอบทั้งหมดลงในตัวข้อสอบนี้
4. อนุญาตให้นำเครื่องคิดเลขเข้าห้องสอบได้ทุกรุ่น
5. ไม่อนุญาตให้นำเอกสาร หนังสือ หรือตำราใดๆ เข้าห้องสอบ

ทูลจริตในการสอบ โทษขั้นต่ำ คือ ปรับตกและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษา

ชื่อ.....สกุล.....รหัส.....

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	5	
2	8	
3	30	
4	15	
5	12	
6	5	
7	15	
8	10	
รวม	100	

จรงค์พันธ์ มุสิกวงษ์

ธันวาคม 2551

ข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (5 คะแนน)

1-1 การทดสอบเพื่อพิจารณาว่ากากของเสียจัดเป็นกากของเสียอันตรายหรือไม่ต้องทำการทดสอบลักษณะอะไรบ้าง จงอธิบายโดยสังเขป (5 คะแนน)

ข้อที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (8 คะแนน)

2-1 จงอธิบายความหมายของคำศัพท์ต่อไปนี้

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

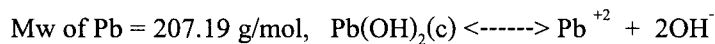
Superfund (2 คะแนน)

2-2 Applicable or Relevant and Appropriate Requirements (ARARs) ได้ระบุมาตรฐานในการฟื้นฟูสถานที่ปนเปื้อนกากของเสียไว้กี่ประเภท จงอธิบาย (4 คะแนน)

ข้อที่ 3 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (30 คะแนน)

3-1 น้ำเสียจากโรงงานแห่งหนึ่งมีสารตะกั่วเป็นองค์ประกอบ กำหนดให้มาตรฐานตะกั่วในน้ำซึ่งต้องมีค่าน้อยกว่า 0.05 mg/L ทางโรงงานใช้ระบบบำบัดทางเคมีโดยการตกตะกอนด้วยไฮดรอกไซด์ที่ค่าความเป็นกรดเป็นด่างเท่ากับ 9 จงหาว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างที่ใช้ทำให้น้ำทิ้งผ่านมาตรฐานหรือไม่ ถ้าไม่ผ่านมาตรฐานต้องปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่างให้เท่ากับเท่าใดจึงทำให้น้ำทิ้งผ่านมาตรฐาน (8 คะแนน)

กำหนดให้ K_{sp} ของตะกั่วที่ 25 °C มีค่าเท่ากับ 2.5×10^{-16} และการตกตะกอนดำเนินการที่ 25 °C



3-2 จงหาค่าคงที่ Henry (H) ในหน่วย atm-m³/mol ของสาร m-Xylene ในน้ำที่อุณหภูมิ 20 °C จากค่าความดันไอและความสามารถในการละลายและหาค่าคงที่ Henry จากสูตร $\ln H = A/T + B$ ตลอดจนหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่หาได้จากทั้งสองวิธี (8 คะแนน)

กำหนดให้ ข้อมูลของสาร m-Xylene มีดังต่อไปนี้ Vapor Pressure (P_{vp}) = 10 mmHg at 20 °C,

Solubility at 20 °C = 1.75×10^2 mg/L,

Molecular weight = 106.18 g/mol,

$H = P_{vp}/S$,

$A = -3.34 \times 10^3$

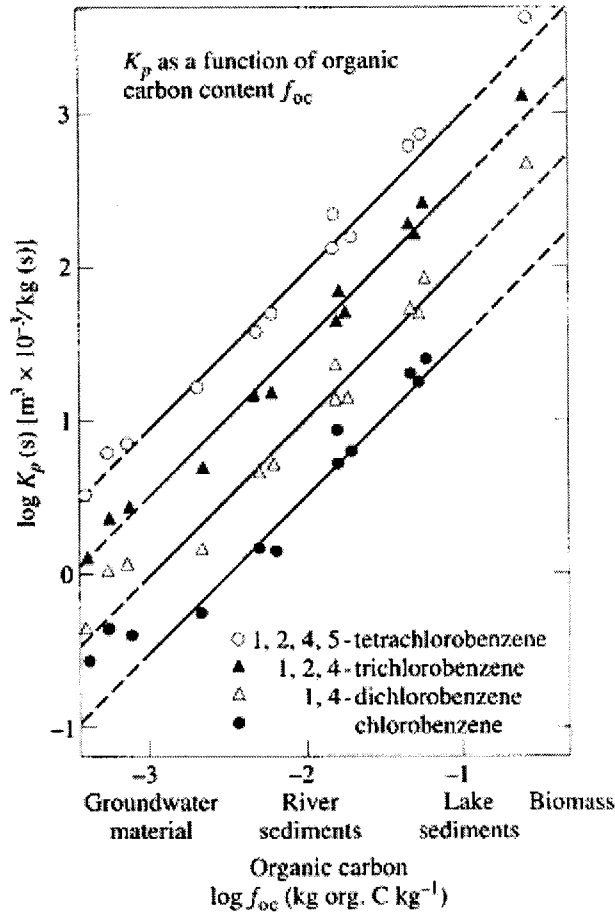
$B = 6.28$,

T = Temperature in kelvins

3-3 อ่างเก็บน้ำแห่งหนึ่งมีสาร Cadmium ละลายอยู่ในน้ำเท่ากับ 100 ppb จงคำนวณหาปริมาณสาร Cadmium ที่สะสมในปลาจากอ่างเก็บน้ำแห่งนี้และให้คำนวณหาว่าในกรณีที่คนกินปลา 20 กรัมจากอ่างเก็บน้ำแห่งนี้ทุกวัน หรือดื่มน้ำจากอ่างเก็บน้ำแห่งนี้โดยปราศจากการผ่านกระบวนการผลิตประปาวันละ 1 ลิตร ความเสี่ยงในการรับสารพิษจากการกินปลาหรือดื่มน้ำในระยะเวลา 1 ปี (365 วัน) อย่างไรดีมีมากกว่ากัน

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

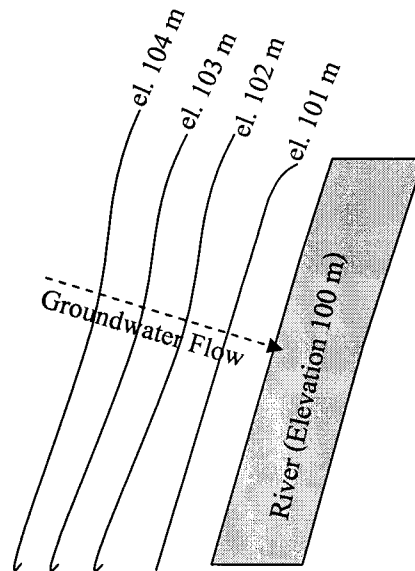
3-4 จากกราฟจงเรียงลำดับความสามารถในการดูดซับสารอินทรีย์ของ Groundwater Material, River Sediments, Lake Sediment และ Biomass จากมากไปน้อย และจงเรียงลำดับการถูกดูดซับของ Tetrachlorobenzene, Trichlorobenzene, Dichlorobenzene และ Chlorobenzene จากมากไปน้อย (6 คะแนน)



Relationship between organic carbon content of solid materials to soil-water partition coefficient for selected benzene compounds. (After Stumms, 1992.²²)

ข้อที่ 4 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (12 คะแนน)

4-1 จากการสำรวจพบว่าความเข้มข้นของกากของเสียในชั้นน้ำใต้ดินในบริเวณดังแสดงในรูปมีค่าเท่ากับ 400 mg/L กำหนดให้ระยะห่างระหว่างเส้นชั้นความสูงแต่ละเส้นมีค่าเท่ากับ 50 m นอกจากนี้จากการทดสอบพบว่าค่า hydraulic conductivity ของชั้นทรายมีค่าเท่ากับ 1×10^{-2} cm/s และชั้นทรายมีความหนา 5 m จงคำนวณหาว่าในระยะเวลาหนึ่งปีจะมีปริมาณกากของเสียอันตรายไหลลงสู่ลำน้ำต่อความยาว 1 เมตรกี่กิโลกรัม (kg/year) (8 คะแนน)



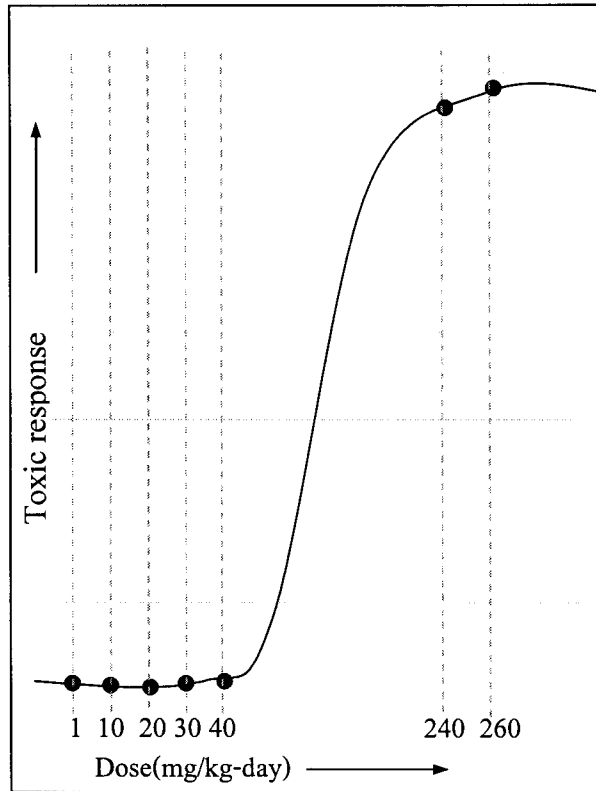
4-2 จงเขียนภาพแสดงการเคลื่อนที่ของ Dense Nonaqueous-phase Liquid (DNAPL) และ Light Nonaqueous-phase Liquid (LNAPL) เมื่อสารทั้งสองปนเปื้อนในชั้นใต้ผิวดิน (4 คะแนน)

4-3 จงบอกว่แต่ละกระบวนการที่นำมาเป็นกระบวนการ Retardation หรือ Attenuation (3 คะแนน)

- Sorption
- Biodegradation
- Hydrolysis
- Cosolvation
- Biological Uptake
- Complexation

ข้อที่ 5 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (12 คะแนน)

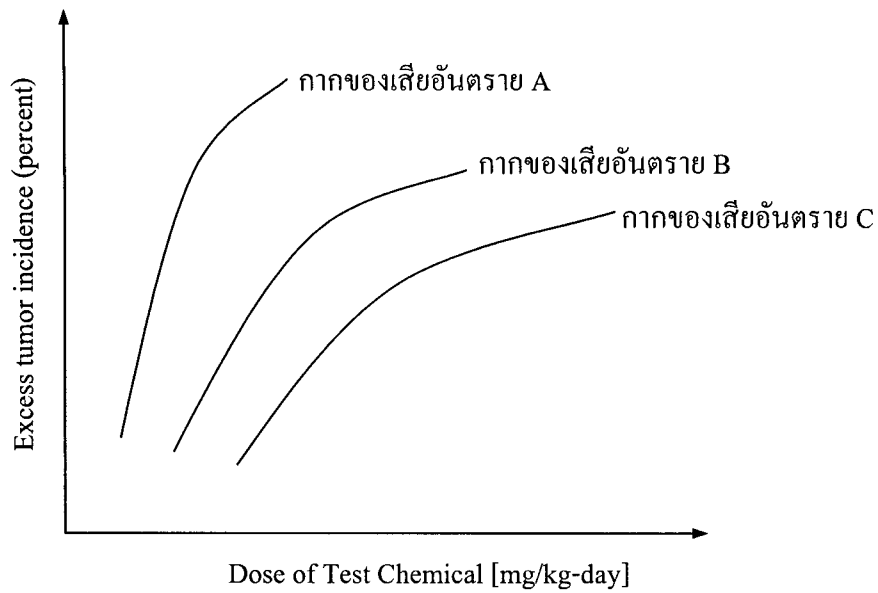
5-1 จากการทดลอง Subchronic oral toxicology ในสัตว์ทดลองดังรูป จงใช้ข้อมูลจากกราฟและข้อมูลในตาราง กำหนดค่า No Observed Adverse Effect Level (NOAEL) และ Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL) และ Reference Dose (RfD) (7 คะแนน)



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 จาก Hypothetical dose-response curve for a typical complete carcinogen กากของเสียอันตราย A B และ C สารใดมีโอกาสก่อให้เกิดโรคมะเร็งมากที่สุดจงเรียงลำดับจากมากไปน้อย (5 คะแนน)



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) จำนวนอย่างน้อยที่สุดกี่แห่งและแสดงชนิดกากของเสียอันตรายที่เก็บรวมกันในแต่ละแห่ง (ใช้ตารางหน้า 13 ในการพิจารณา) (10 คะแนน)

กำหนดให้

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

กากของเสียอันตราย B: Caustics (10)

กากของเสียอันตราย C: Ethers (14)

กากของเสียอันตราย D: Hydrocarbon, Aromatic (16)

กากของเสียอันตราย E: Metal and Metal Compound Toxic (24)

กากของเสียอันตราย F: Nitride (25)

กากของเสียอันตราย G: Epoxides (34)

กากของเสียอันตราย H: Oxidizing agents, Strong (104)

กากของเสียอันตราย I: Reducing Agents, Strong (105)

กากของเสียอันตราย J: Waste Reactive Substances (107)

*() ตัวเลขในวงเล็บคือตัวเลขแสดงลำดับของ reactivity group ดังตารางในหน้าที่ 15

ข้อที่ 8 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (10 คะแนน)

นำมาดลปนเปื้อนสาร m-Xylene (C_8H_{10}) 5 mg/L จงออกแบบ Air stripping column เพื่อลดสาร m-Xylene ในน้ำบาดาลให้เหลือน้อยกว่า 200 $\mu\text{g/L}$ และจงหา Liquid loading rate [$\text{mol}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$], Stripping factor (R), Height of transfer unit (HTU), Number of transfer units (NTU) และความสูงของ Packing column

กำหนดให้

$$K_L a = 0.0155 \text{ s}^{-1}$$

$$Q_w = 10 \text{ L/s}$$

$$\text{Density of water} = 1.0 \text{ kg/L}$$

$$\text{Molar density of water} = 55600 \text{ mol/m}^3$$

$$\text{Temperature} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Column diameter} = 0.61 \text{ m (2 ft)}$$

$$\text{Air to water ratio } (Q_A/Q_w) = 30$$

$$H' = H/RT, \text{ เมื่อ } R = 8.205 \times 10^{-5} \text{ (atm}\cdot\text{m}^3)/(\text{mol}\cdot\text{K})$$

$$\ln H = A/T + B \text{ เมื่อ } A = -3.34 \times 10^3 \text{ B} = 6.28$$

$$R = H' (Q_A/Q_w)$$

$$Z = \text{HTU} \times \text{NTU}$$

$$\text{HTU} = \frac{L}{M_w K_L a}$$

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

Reactivity group	
No.	Name
1	Acids, minerals, non-oxidizing
2	Acids, minerals, oxidizing
3	Acids, organic
4	Alcohols & glycols
5	Aldehydes
6	Amides
7	Amines, aliphatic & aromatic
8	Azo compounds, diazo comp. & hydrazines
9	Carbamates
10	Caustics
11	Cyanides
12	Dithiocarbamates
13	Esters
14	Ethers
15	Fluorides, inorganic
16	Hydrocarbons, aromatic
17	Halogenated organics
18	Isocyanates
19	Ketones
20	Mercaptans & other organic sulfides
21	Metals, alkali & alkaline earth, elemental
22	Metals, other elemental & alloys as powders, vapors or sponges
23	Metals, other elemental & alloys as sheets, rods, drops, moldings, etc.
24	Metals & metal compounds, toxic
25	Nitrides
26	Nitrites
27	Nitro compounds, organic
28	Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated
29	Hydrocarbons, aliphatic, saturated
30	Peroxides & hydroperoxides, organic
31	Phenols & cresols
32	Organophosphates, phosphonates, phosphodithioates
33	Sulfides, inorganic
34	Epoxides
101	Combustible & flammable materials, misc.
102	Explosives
103	Polymerizable compounds
104	Oxidizing agents, strong
105	Reducing agents, strong
106	Water & mixtures containing water
107	Water reactive substances

Extremely reactive! Do not mix with any chemical or waste material!

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	101	102	103	104	105	106	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,
F	fire, and toxic gas
GT	generation

FIGURE 8-10 Compatibility chart for storage of hazardous waste.⁹