มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาคประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556
วันที่ 6 มกราคม 2557 เวลา13.30-16.30 น.
วิชา 223-515 Hazardous Waste Management and Design ห้องสอบ S817

คำชี้แจง

- ข้อสอบทั้งหมดมี 6 ข้อ รวม 100 คะแนนดังแสดงในตารางข้างล่าง
- ข้อสอบมี 14 หน้า ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
- ห้ามนำเอกสารใดๆเข้าห้องสอบทุจริตจะได้ E ทุกกรณี
- ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษาโทษสูงสุดให้ออก
- ให้เขียนชื่อ-รหัสที่หัวกระดาษทุกแผ่น
- ห้ามหยิบหรือยืมสิ่งของใดๆของผู้อื่นในห้องสอบ
-ถ้าพิจารณาเห็นว่าค่าคงที่ต่างๆหรือข้อสมมุติฐานที่โจทย์กำหนดให้ไม่เพียงต่อการคิดคำนวณให้สมมุติขึ้นมาเองตามความเหมาะสม

ตารางแสดงคะแนนสอบปลายภาค

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	12	
2	23	
3	20	
4	20	
5	15	
6	15	
รวม	100	

จรงค์พันธ์ มุสิกะวงศ์
ผู้ออกข้อสอบ
มกราคม 2557

ข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (12 คะแนน)

1-1จงตอบคำถามว่าข้อความต่อไปนี้ถูกหรือผิดโดยทำเครื่องหมาย √ หรือ X หน้าข้อ **(8 คะแนน)**

.....1.การทดสอบว่ากากของเสียจัดเป็นกากของเสียอันตรายหรือไม่ต้องทำการทดสอบลักษณะการทำปฏิกิริยาเคมีรุนแรง การติดไฟได้ การกัดกร่อน และ ความเป็นพิษ

.....2. Resource Conservation and Recovery Act เป็นกฎหมายที่ระบุถึงแหล่งกำเนิดและแหล่งกำจัดของเสียอันตราย

.....3. สำนักงานป้องกันสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา ได้แบ่งกลุ่มของเสียอันตรายออกเป็น 3 กลุ่ม

.....4.Toxicity Characteristic Leaching procedure คือการทดสอบการชะละลายสารก่อมะเร็ง

.....5. การจัดการของเสียอันตรายเมื่อแบ่งโดยใช้สถานที่ดำเนินการจัดการแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

.....6. ผู้ก่อให้เกิดของเสียอันตรายที่ได้รับการยกเว้นจากการขออนุญาตต้องผลิตกากของเสียอันตรายไม่มากกว่า 100 กิโลกรัมต่อเดือน หรือผลิตของเสียที่ออกฤทธิ์เฉียบพลันน้อยกว่า 1 กิโลกรัมต่อเดือน

.....7.ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง ระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย พ.ศ. 2547 ระบุไว้ว่าผู้ก่อให้เกิดของเสียอันตรายตั้งแต่ 1000 กิโลกรัมต่อเดือนขึ้นไป ต้องปฏิบัติตามระเบียบในการครอบครองของเสียอันตราย

.....8. ของเสียอันตรายจากชุมชนจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ได้แก่ ภาชนะบรรจุสารเคมี หลอดไฟ และ น้ำมันหล่อลื่น

.....9. ลำดับความสำคัญในการจัดการของเสียอันตราย ประกอบด้วย การป้องกันมลพิษ การนำของเสียอันตรายมาใช้ซ้ำหรือแปรรูปมาใช้ใหม่ การบำบัด และการกำจัด ตามลำดับ

.....10. ระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตรายประกอบด้วยต้นฉบับและสำเนา 6 ฉบับ

.....11 Superfund อยู่ภายใต้กฎหมาย Resource Conservation and Recovery Act

.....12. Clean up standard อยู่ภายใต้กฎหมาย Applicable or Relevant and Appropriate Requirement

.....13. Community right-to-know อยู่ภายใต้กฎหมาย Applicable or Relevant and Appropriate Requirement

.....14. การควบคุมการขนส่งการเคลื่อนย้ายกากสารเคมี ถูกกำหนดภายใต้อนุสัญญารอตเตอร์ดัม

.....15. การคุ้มครองสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน ถูกกำหนดภายใต้อนุสัญญาสตอกโฮล์ม

.....16. สารกลุ่มไตรฮาโลมีเทนมีความเป็นพิษสูงกว่าสารกลุ่มไนโตรซามีน

1-2 จงอธิบายลักษณะของกฎหมายที่มีใช้อยู่ในประเทศไทยตามลำดับความสำคัญ และในการจัดการของเสียอันตรายในปัจจุบันสามารถดำเนินการผ่านกฎหมายลักษณะใดได้บ้างจงอธิบายโดยสังเขป **(4 คะแนน)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (23 คะแนน)

2-1 สารอินทรีย์กลุ่มอะลิฟาติกและกลุ่มอโรมาติกกลุ่มใดมีโอกาสเป็นสารอันตรายได้มากกว่ากันจงอธิบาย **(3 คะแนน)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2-2 สารฆ่าแมลงซึ่งเป็นสารอินทรีย์ แบ่งตามองค์ประกอบได้เป็นกี่ประเภท อะไรบ้าง และแบ่งตามการใช้งานได้กี่ประเภทอะไรบ้าง **(3 คะแนน)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2-3 ของเสียนิวเคลียร์ก่อให้เกิดอันตรายได้อย่างไรจงอธิบายโดยละเอียด **(2 คะแนน)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2-4 สารไดออกซินและฟูแรนส์ มีลักษณะอย่างไร เกิดขึ้นได้อย่างไร และมีผลอย่างไรเมื่อรับเข้าสู่ร่างกาย **(2คะแนน)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2-5 สาร Endocrine-disrupting chemical และสาร Pharmaceuticals and Personal Care Products มีผลอย่างไรเมื่อปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม **(3 คะแนน)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2-6 จากกราฟจงเรียงลำดับความสามารถในการดูดซับสารอินทรีย์ของ Groundwater Material, River Sediments, Lake Sediment และ Biomass จากมากไปน้อย และจงเรียงลำดับการถูกดูดซับของ Tretrachlorobenzene, Trichlorobenzene, Dichlorobenzene และ Chlorobenzene จากมากไปน้อย **(5 คะแนน)**

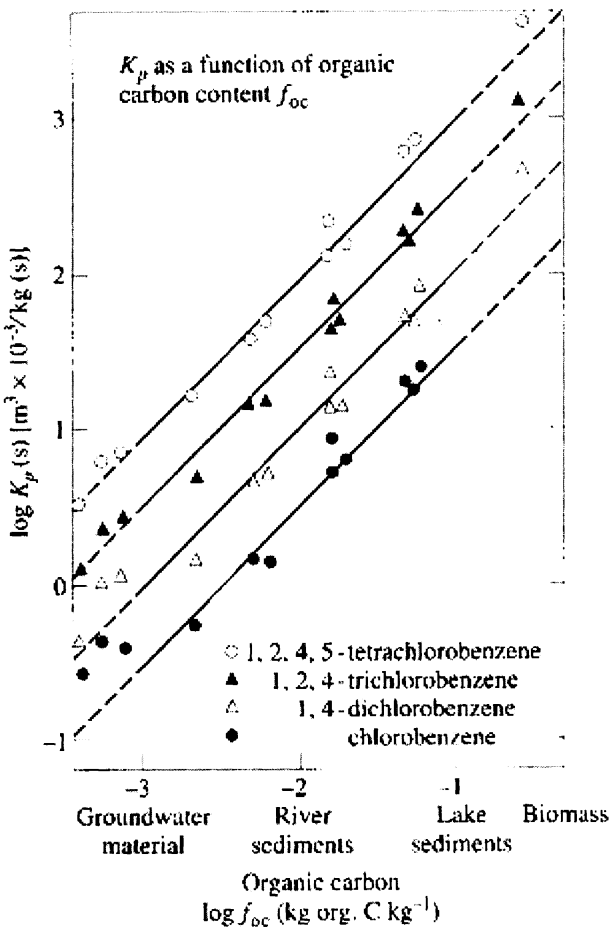


FIGURE 3-2
Relationship between organic carbon content of solid materials to soil-water partition coefficient for selected benzene compounds. *(After Stumm, 1992.[22])*

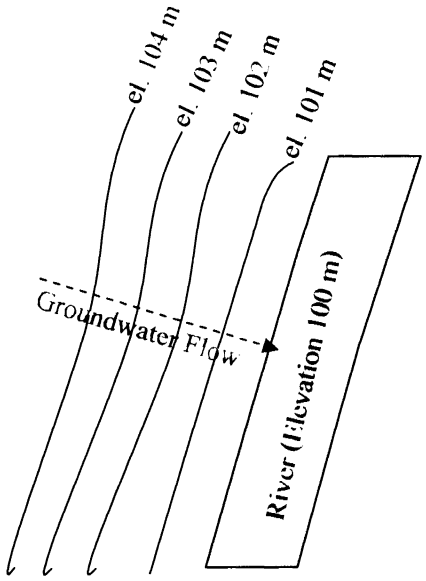
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2-7 อ่างเก็บน้ำแห่งหนึ่งมีสารคลอโรฟอร์มละลายอยู่ในน้ำ 200 μg/L จงคำนวณหาปริมาณสารคลอโรฟอร์มที่สะสมในปลาจากอ่างเก็บน้ำแห่งนี้และให้คำนวณหาว่าในกรณีที่คนกินปลา 50 กรัมจากอ่างเก็บน้ำแห่งนี้ทุกวันหรือดื่มน้ำจากอ่างเก็บแห่งนี้โดยปราศจากการกำจัดสารคลอโรฟอร์มวันละ 1 ลิตร ความเสี่ยงในการรับสารพิษจากการกินปลาหรือดื่มน้ำในระยะเวลา 1 ปี (365 วัน) อย่างใดมีมากกว่ากัน

<u>กำหนดให้</u> BCF = 3.75 L/kg, BFC = C_{org}/C **(5 คะแนน)**

ข้อที่ 3 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (20 คะแนน)

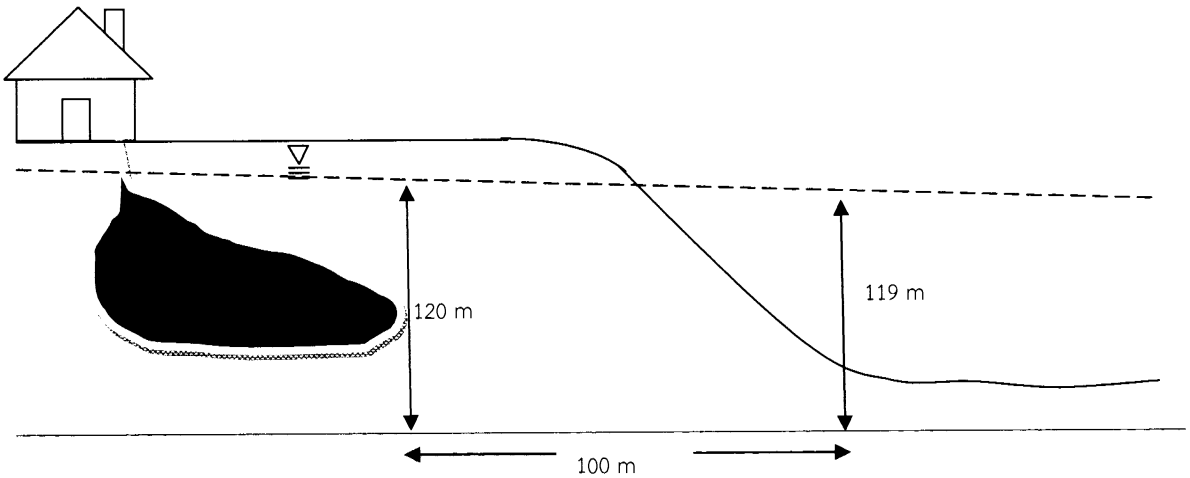
3-1 จากการสำรวจพบว่าความเข้มข้นของกากของเสียในชั้นน้ำใต้ดินในบริเวณดังแสดงในรูปมีค่าเท่ากับ 400 mg/L กำหนดให้ระยะห่างระหว่างเส้นชันความสูงแต่ละเส้นมีค่าเท่ากับ 50 m นอกจากนี้จากการทดสอบพบว่าค่า hydraulic conductivity ของชั้นทรายมีค่าเท่ากับ 1×10^{-2} cm/s และชั้นทรายมีความหนา 5 m จงคำนวณหาว่าในระยะเวลาหนึ่งปีมีปริมาณกากของเสียอันตรายไหลลงสู่ลำน้ำต่อความยาว 1 เมตรกี่กิโลกรัม (kg/year) **(7 คะแนน)**



3-2 Non aqueous-phase liquid (NAPL) ประกอบด้วยกี่ประเภท และมีผลอย่างไรต่อการจัดการเมื่อปนเปื้อนลงสู่ชั้นใต้ผิวดินจงอธิบายโดยสังเขป **(5 คะแนน)**

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3-3 โรงงานแห่งหนึ่งปล่อยสาร Aniline ลงสู่น้ำใต้ดินและไหลลงสู่แม่น้ำดังรูป กำหนดให้ค่า retardation coefficient ของดินบริเวณดังกล่าวมีค่าเป็น 2.2 จงคำนวณว่านานเท่าไร Aniline จึงจะเคลื่อนที่ถึงแม่น้ำ **(7 คะแนน)**



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ข้อที่ 4 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (20คะแนน)

4-1 เส้นทางของสารพิษที่จะเข้าสู่ร่างกายมนุษย์มีกี่เส้นทางอะไรบ้าง และ เมื่อสารพิษเข้าสู่ร่างกายจะก่อให้เกิดความเป็นพิษอย่างไร **(2 คะแนน)**

.....

.....

.....

.....

.....

4-2 กลไกที่ก่อให้เกิดพิษของสารพิษในร่างกายมีกี่กระบวนการ อะไรบ้าง **(2 คะแนน)**

.....

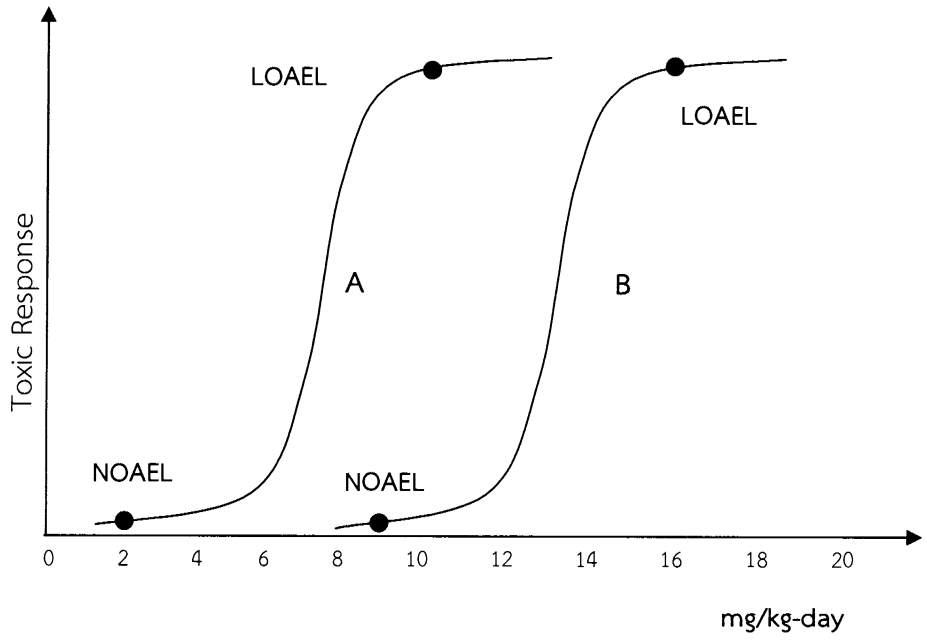
.....

.....

.....

.....

4-3 ผลการทดลอง Subchronic oral toxicology ในสัตว์ทดลองแสดงดังรูป จงใช้ข้อมูลจากรูปและข้อมูลในตารางหาค่า No Observed Adverse Effect Level (NOAEL) และ Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL) และ Reference Dose (RfD) ของสาร A และสาร B ให้แสดงทั้งการใช้ค่า NOAEL และ LOAEL **(6 คะแนน)**



กำหนดให้ค่า Area of Uncertainty มีดังต่อไปนี้

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

4-4 จงหาจำนวนสูงสุดของประชากรที่จะเกิดโรคมะเร็ง ในประชากรทั้งหมด 2,000,000 คน ที่ได้รับสารเบนซีน 0.12 mg/day และเมื่อกำหนดให้ในประชากร 1,000,000 คน ต้องมีคนที่เป็นมะเร็งไม่เกิน 1 คน ค่าสารเบนซีนที่ประชากรได้รับต่อวันต้องมีค่าไม่มากกว่าเท่าไร **(5 คะแนน)**

<u>กำหนดให้</u>

1. กำหนดให้ค่า slope factor ของสารเบนซีนมีค่าเท่ากับ 0.025 mg/kg-day
2. น้ำหนักประชากรเฉลี่ย 65 กิโลกรัม

4-5 จงอธิบายขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงว่ามีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง และจงอธิบายการดำเนินการแต่ละขั้นตอนโดยสังเขป **(5 คะแนน)**

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ข้อที่ 5 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (10 คะแนน)

5-1 การดำเนิน ณ. สถานที่/สถานีจัดการของเสียอันตรายมีกี่กระบวนการย่อย อะไรบ้าง จงอธิบายโดยสังเขป **(4 คะแนน)**

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

5-2 จากข้อมูลกากของเสียอันตรายต่อไปนี้ จงหาว่าต้องใช้สถานที่เก็บกากของเสียอันตราย (Containment) จำนวนน้อยที่สุดกี่แห่ง และแสดงชนิดกากของเสียอันตรายที่เก็บรวมกันในแต่ละแห่ง (ให้ใช้ตารางแนบในการแสดงวิธีทำถ้าไม่แสดงจะไม่ได้คะแนน) **(6 คะแนน)**

<u>กำหนดให้</u>

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)
กากของเสียอันตรายG: 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 12

.....
.....
.....
.....
.....
.....

ข้อที่ 6 จงตอบคำถามต่อไปนี้ **(15 คะแนน)**

6-1 น้ำบาดาลปนเปื้อนสาร m-Xylene (C_8H_{10}) 5 mg/L จงออกแบบ Air striping column เพื่อลดสาร m-Xylene ในน้ำบาดาลให้เหลือน้อยกว่า 200 μg/L และจงหา Stripping factor (R), Height of transfer unit (HTU), Number of transfer units (NTU) และความสูงของ Packing column **(7 คะแนน)**

<u>กำหนดให้</u>

$K_La = 0.0155\ s^{-1}$

$Q_W = 10$ L/s

Density of water = 1.0 kg/L

Molar density of water = 55600 mol/m^3

Temperature = 20 ^{0}C

Column diameter = 0.61 m (2 ft)

Liquid loading rate [mol/(s-m^2)] = 1900 mol/(s-m^2)

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 = -3.34 x 10^3 B = 6.28

R = H' (Q_A/Q_W)

Z = HTU x NTU

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

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6-2 น้ำบาดาลมีอัตราการไหลเท่ากับ 0.2 m^3/min ต้องการระบบบำบัดเพื่อลดค่าความเข้มข้นของกากของเสียอันตรายจาก 90 mg/L เหลือ 10 mg/L จากการทดลองในห้องทดลองใช้คอลัมน์ยาว 2.3 m เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.051 m ต่ออนุกรมจำนวน 3 คอลัมน์และใช้อัตราการไหลเท่ากับ 5.0 x 10^{-4} m^3/min ผลการทดลองแสดงในรูปจงหาค่า **(8 คะแนน)**

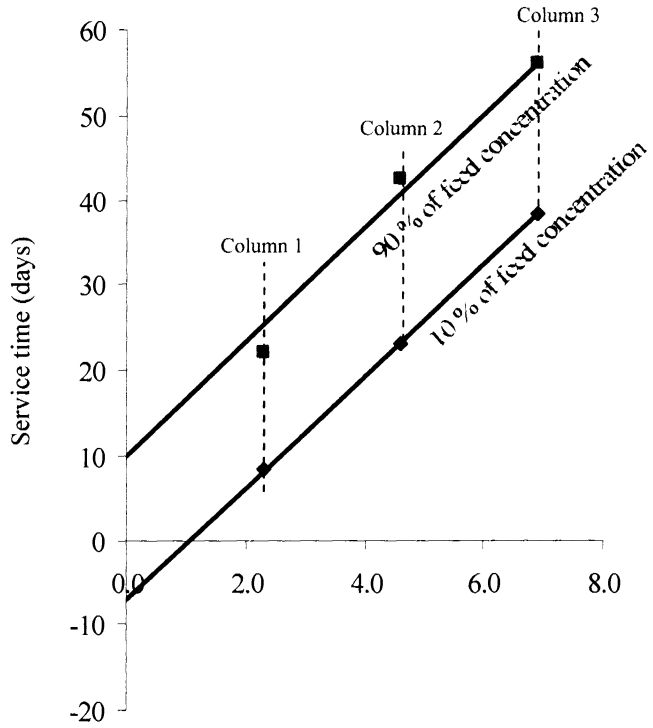
1) Height of the adsorption zone (AZ), m
2) Number of columns (n)
3) Loading rate (m^3/m^2-min)
4) Diameter of columns (m)
5) The carbon usage rate (kg/day)

<u>กำหนดให้</u> n = (AZ/d) + 1, d = ความยาวของคอลัมน์,

Unit weight of carbon = 481 kg/m^3, 1/slope (at 10% feed concentration) = 0.158 m/day

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

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



ing, and
various

erations.
and pos-
guishing
reatment
1 system.
ependent

:ontainer,
be stored

:ontainers

ırate areas
:aks could
ıuld occur.
osion haz-
npatibility
ch re-
ıd ıisposal

astes stored
.re in which
, what is the
de sufficient

d··· manufac-

iciently for the
clude acid and
ıld include any
formation may
wastes. In this
g compatibility

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

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