

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาค ประจำภาคการศึกษาที่ 2

วันที่ 21 ธันวาคม 2554

วิชา 223-515 Hazardous Waste Management and Design

ปีการศึกษา 2554
เวลา 13.30-16.30 น.
ห้องสอบ หัวหุ่นยนต์

คำชี้แจง

- ข้อสอบทั้งหมดมี 6 ข้อ รวม 100 คะแนน
- ข้อสอบมี 14 หน้า ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความ ห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
- ห้ามน้ำเงือกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุจริตจะได้ E ทุกรอบ
- ห้ามน้ำเงือกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุจริตจะได้ E ทุกรอบ
- ห้ามนำเอกสารใดๆ เข้าห้องสอบ ทุจริตจะได้ E ทุกรอบ
- ห้ามนำเครื่องเขียนชื่อ-รหัส ที่หัวกระดาษทุกแผ่น
- ให้เขียนชื่อ-รหัส ที่หัวกระดาษทุกแผ่น
- ห้ามหยับหรือยืมสิ่งของใดๆ ของผู้อื่นในห้องสอบ
- ถ้าพิจารณาเห็นว่าค่าคงที่ต่างๆ หรือข้อมูลฐานที่โจทย์กำหนดให้มีเพียงต่อการคิดคำนวณให้สมมุติขึ้นมาเองตามความเหมาะสม

ตารางแสดงคะแนนสอบปลายภาค

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

จังค์พันธ์ มุสิกะวงศ์
ผู้ออกข้อสอบ
ธันวาคม 2554

ข้อที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)**1-1 จงตอบคำถามว่าข้อความต่อไปนี้ถูกหรือผิดโดยทำเครื่องหมาย / หรือ X หน้าข้อ (10 คะแนน)**

-1. การทดสอบว่าหากของเสียจัดเป็นการของเสียอันตรายหรือไม่ต้องทำการทดสอบลักษณะการทำปฏิกิริยา/run แรง
การ-ระเบิด การติดไฟได้ และ ความเป็นพิษ
-2. Toxicity Characteristic Leaching procedure คือการทดสอบการ溶解ability สารก่อมะเร็ง
-3. ผู้ก่อให้เกิดของเสียอันตรายที่ได้รับการยกเว้นต้องผลิตกากของเสียอันตรายไม่นักกว่า 100 กิโลกรัมต่อเดือน หรือผลิต
ของเสียที่ออกฤทธิ์ด้วยบพลันน้อยกว่า 1 กิโลกรัมต่อเดือน
-4. ของเสียอันตรายจากชุมชนจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ได้แก่ ภัณฑ์บรรจุสารเคมี หลอดไฟ และ ยาฆ่าแมลง
-5. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง ระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย พ.ศ. 2547 ระบุไว้ว่าผู้ก่อให้เกิดของ
เสียอันตรายตั้งแต่ 1000 กิโลกรัมต่อเดือนขึ้นไป ต้องปฏิบัติตามระเบียบในการครอบครองของเสียอันตราย
-6. Resource Conservation and Recovery Act เป็นกฎหมายที่ระบุถึงประเภทและลักษณะของเสียอันตราย
-7. Superfund อยู่ภายใต้กฎหมาย Resource Conservation and Recovery Act
-8. Clean up standard อยู่ภายใต้กฎหมาย Applicable or Relevant and Appropriate Requirement
-9. การควบคุมการขนส่งการเคลื่อนย้ายกากสารเคมี ถูกกำหนดภายใต้อนุสัญญาต่อตัวรัฐ
-10. การคุ้มครองสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน ถูกกำหนดภายใต้อนุสัญญาสหประชาชาติ

1-2 จงเขียนแผนภาพอธิบายขั้นตอนการดำเนินงานตามระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตรายโดยละเอียด ในแผนภาพต้อง^{แสดงว่าเอกสารกำกับของเสียอันตรายมีทั้งหมดกี่ใบ แต่ละใบถูกส่งไปที่ใด (5 คะแนน)}

ข้อที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (25 คะแนน)

2-1 สารอินทรีย์กลุ่มอโรมาติกและอลิฟาติก กลุ่มนี้ได้มีโอกาสเป็นสารอันตรายมากกว่า และจะอึบາยสาเหตุ (2 คะแนน)

2-2 สารอินทรีย์กลุ่ม BTEX ประกอบด้วยสารอะไรบ้าง มีแหล่งกำเนิดจากกระบวนการใดและจัดเป็นการของเสียอันตรายหรือไม่ (2 คะแนน)

2-3 ของเสียนิวเคลียร์ก่อให้เกิดอันตรายได้อย่างไรงดงามโดยละเอียด (2 คะแนน)

2-4 ค่า Vapour Pressure ต่างกับค่า Partial Pressure อย่างไร และมีผลอย่างไรในการจัดการของเสียอันตราย (3 คะแนน)

2-5 จากราฟจะเรียงลำดับความสามารถในการถูกดูดซึ�บสารอินทรีย์ของ Groundwater Material, River Sediments, Lake Sediment และ Biomass จากมากไปน้อย และจะเรียงลำดับการถูกดูดซึ่ง Tretrachlorobenzene, Trichlorobenzene, Dichlorobenzene และ Chlorobenzene จากมากไปน้อย (4 คะแนน)

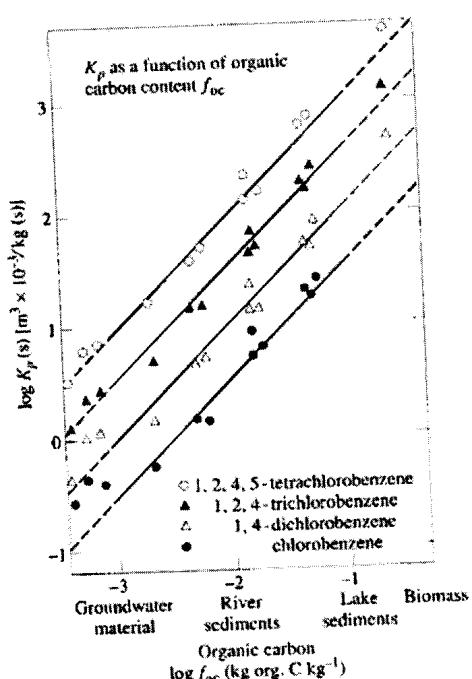


FIGURE 3-2
Relationship between organic carbon content of solid materials to soil-water partition coefficient for selected benzene compounds. (After Stumm, 1992.²²)

2-6 จงหาค่าคงที่ Henry (H) ของสาร Benzene, m-Xylene และ Phenol ในน้ำที่อุณหภูมิ 25°C จากสูตร $\ln H = A/T + B$ และแสดงให้เห็นว่าสารใดมีโอกาสจะก่อให้เกิดมลพิษในอากาศมากกว่ากัน (6 คะแนน)

กำหนดให้

ข้อมูลของสาร Benzene มีดังต่อไปนี้ $A = -3.19 \times 10^3$

$$B = 5.53$$

ข้อมูลของสาร m-xylene มีดังต่อไปนี้ $A = -3.34 \times 10^3$

$$B = 6.28$$

ข้อมูลของสาร phenol มีดังต่อไปนี้ $A = -4.66 \times 10^3$

$$B = 11.3$$

2-7 อ่างเก็บน้ำแห่งหนึ่งมีสารแคดเมียมละลายน้ำ 100 ppb จงคำนวณหาปริมาณสารแคดเมียมที่จะสูญเสียในปลาจากอ่างเก็บน้ำแห่งนี้และให้คำนวณหาว่าในกรณีที่คนกินปลา 20 กรัมจากอ่างเก็บน้ำแห่งนี้ทุกวันหรือดื่มน้ำจากอ่างเก็บน้ำแห่งนี้โดยปราศจากการกัดสารแคดเมียมวันละ 2 ลิตร ความเสี่ยงในการรับสารพิษจากการกินปลาหรือดื่มน้ำในระยะเวลา 1 ปี (365 วัน) อย่างใดมีมากกว่ากัน
กำหนดให้ $BCF = 81 \text{ L/kg}$, $BFC = C_{org}/C$ (6 คะแนน)

ข้อที่ 3 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (20 คะแนน)

3-1 สถานที่แห่งหนึ่งปล่อยให้เกิดการรั่วไหลของกากของเสียอันตรายลงสู่น้ำใต้ดินความเข้มข้น 400 mg/L อย่างต่อเนื่อง จากการสำรวจข้อมูลพบว่าน้ำใต้ดินมีพิศทางการไหลไปยังชุมชนแห่งหนึ่งซึ่งมีระยะทางห่างจากโรงงาน 500 เมตร ระดับน้ำใต้ดินบริเวณโรงงานมีค่าเท่ากับ 100 เมตร จากผิวดิน ส่วนระดับน้ำใต้ดินบริเวณหมู่บ้านมีค่าเท่ากับ 105 เมตร จากระยะห่าง 105 เมตร จงหาว่าใช้เวลาเท่าใด conductivity ของชั้นรายเท่ากับ 1×10^{-2} cm/s ค่า porosity เท่ากับ 0.5 ชั้นรายมีความหนา 10 เมตร และ จงคำนวณหาว่าในระยะเวลาหนึ่งปีจะมีปริมาณกากของเสียอันตรายไหลลงสู่หมู่บ้านต่อความกว้าง 1 เมตรกีกรัม (kg/year) และให้แสดงวิธีการคำนวณกับปัญหาดังกล่าว (8 คะแนน)

กำหนดให้

เวลาในการเดินทางของสาร = ระยะทาง/ความเร็วของน้ำใต้ดิน

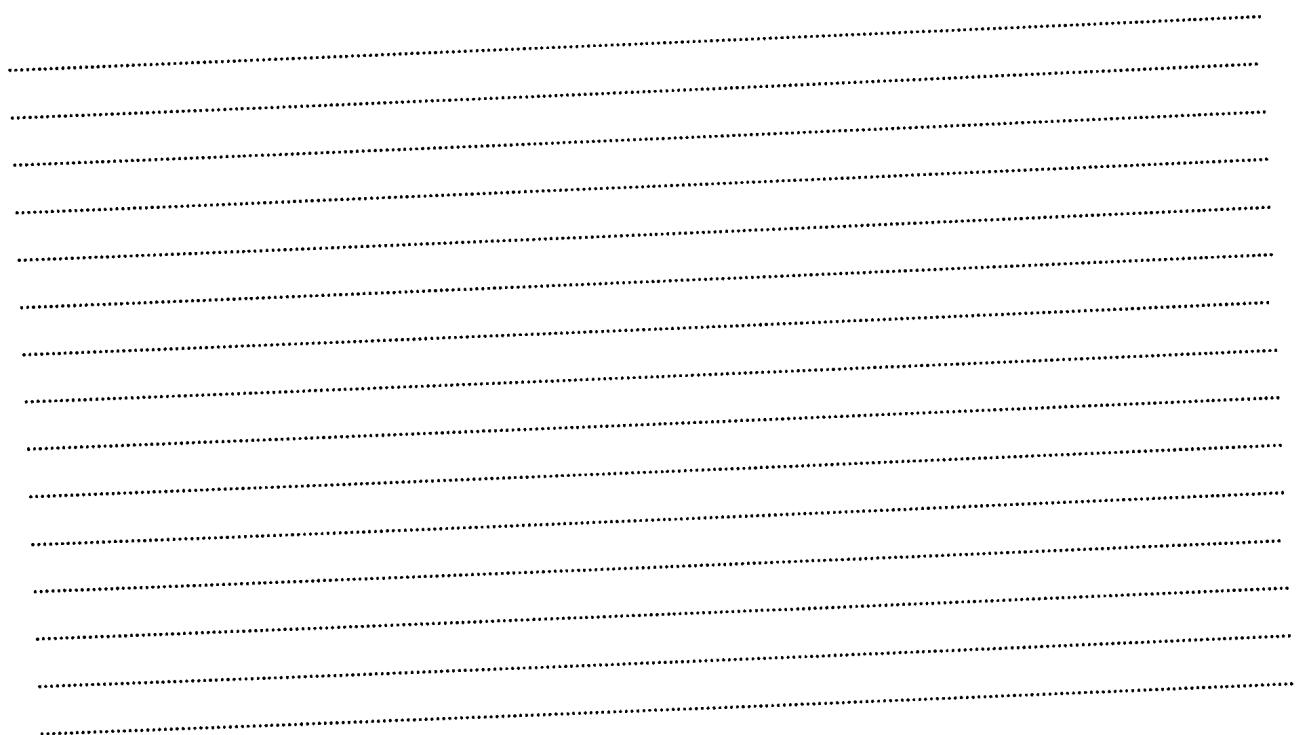
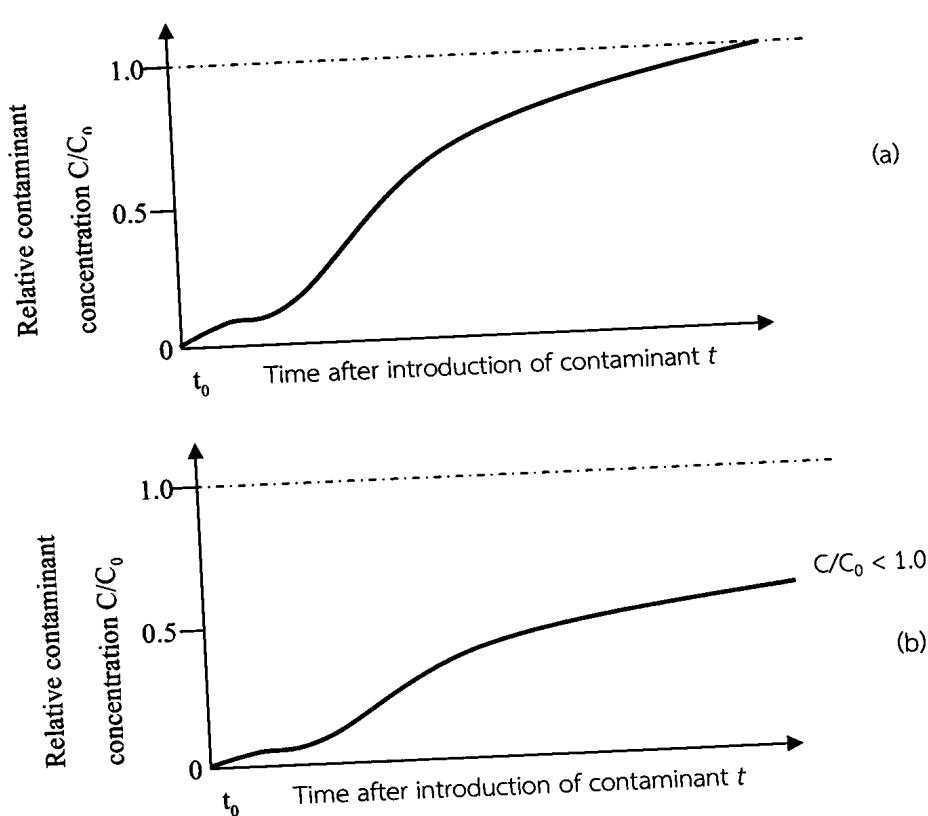
อัตราการไหล = พื้นที่หน้าตัดชั้นใต้ผิวดิน \times ความเร็วของน้ำใต้ดิน

$$= \text{ความหนาของชั้นราย} \times \text{ความกว้าง} (\text{ให้ใช้ } 1 \text{ เมตร}) \times \text{ความเร็วของน้ำใต้ดิน}$$

3-2 จากรูป (a) และ (b) จะตอบค่าใดต่อไปนี้ (5 คะแนน)

(1) รูปใดแสดงผลกระทบของ dispersion ต่อการเคลื่อนที่ของกากของเสียอันตรายในชั้นใต้ผิวดิน

(2) จงอธิบายและลากเส้นแสดง Breakthrough with dispersion และ Breakthrough without dispersion



3-3 สาร Dense Nonaqueous-phase Liquid (DNAPL) และ สาร Light Nonaqueous-phase Liquid (LNAPL) คืออะไร และเมื่อสารดังกล่าวปนเปื้อนในน้ำได้ดินส่งผลกระทบต่อการจัดการอย่างไร จงอธิบาย (4 คะแนน)

3-4 จงบอกว่าแต่ละกระบวนการที่ทำมานี้เป็นกระบวนการ Retardation หรือ Attenuation (3 คะแนน)

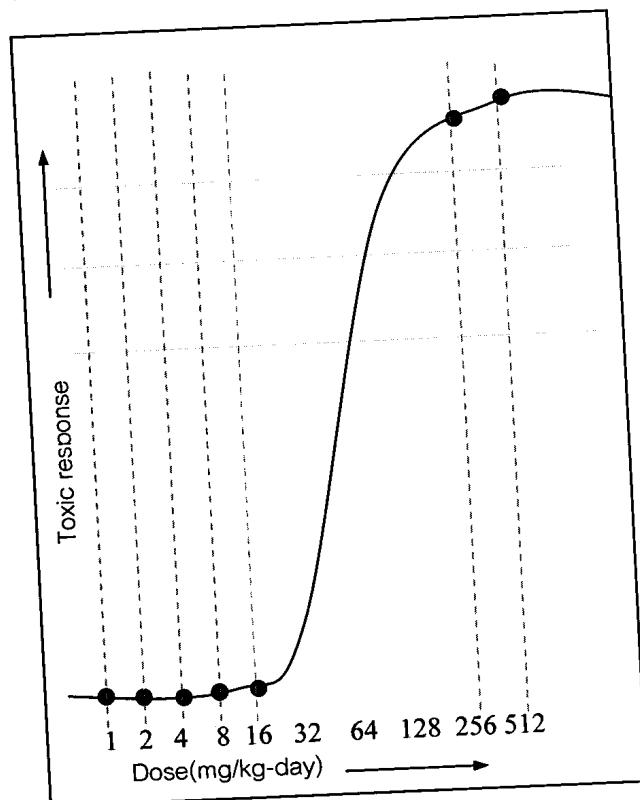
- Sorption
- Biodegradation
- Hydrolysis
- Cosolvation
- Biological Uptake
- Complexation

ข้อที่ 4 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

4-1 เส้นทางของสารพิษที่จะเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ (Exposure Pathway) มีกี่เส้นทางอะไรบ้าง (2 คะแนน)

4-2 กลไกที่ก่อให้เกิดพิษของสารพิษในร่างกายมีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง (3 คะแนน)

4-3 จากการทดลอง Subchronic oral toxicology ในสัตว์ทดลองได้จากการดังรูป จะใช้ข้อมูลจากการและข้อมูลในการหาค่า No Observed Adverse Effect Level (NOAEL) และ Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL) และ Reference Dose (RfD) ให้แสดงทั้งการใช้ค่า NOAEL และ LOAEL (5 คะแนน)



กำหนดให้ค่า 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

4-4 น้ำประปาจากระบบผลิตน้ำประปาแห่งหนึ่งมีสารโคโรฟอร์ม $200 \text{ }\mu\text{g/L}$ จากการสำรวจพบว่าคนดื่มน้ำประปาจากระบบผลิตน้ำประปาแห่งนี้ 1 ลิตรต่อวัน จะหาโอกาสต่อประชากรหนึ่งคนที่จะเป็นโรคมะเร็ง (Life time cancer risk) นอกจากนี้พบว่าประชากร 100,000 คนดื่มน้ำประปาจากระบบผลิตน้ำประปาแห่งนี้ จะหาจำนวนประชากรทั้งหมดที่มีโอกาสจะเป็นโรคมะเร็งจากประชากร 100,000 คน (5 คะแนน)

กำหนดให้

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

ข้อที่ 5 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

5-1 สถานที่/สถานีดำเนินการจัดการกากของเสียอันตรายมีกี่ประเภทจงอธิบาย (2 คะแนน)

5-2 การดำเนินการที่สถานที่/สถานีจัดการของเสียอันตรายมีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง จงอธิบายโดยละเอียด (3 คะแนน)

5-3 จากข้อมูลหากของเสียอันตรายต่อไปนี้ จงหาว่าต้องใช้สถานที่เก็บกากของเสียอันตราย (Containment) จำนวนน้อยที่สุดกี่แห่ง และแสดงชนิดกากของเสียอันตรายที่เก็บรวมกันในแต่ละแห่ง (ให้ใช้ตารางแบบในข้อสอบเพื่อการพิจารณา) (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 ดังตารางแนบ

ข้อที่ 6 จงตอบคำตามต่อไปนี้ (10 คะแนน)

6-1 น้ำบดาลปนเปื้อนสาร m-Xylene (C_8H_{10}) 5 mg/L จงออกแบบ Air striping column เพื่อลดสาร m-Xylene ในน้ำบดาลให้เหลือน้อยกว่า 200 $\mu g/L$ และจงหา Liquid loading rate [mol/(s-m²)], Stripping factor (R), Height of transfer unit (HTU), Number of transfer units (NTU) และความสูงของ Packing column

กำหนดให้

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

รหัส.....

ชื่อ.....

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

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

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