



มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

การสอบกลางภาคประจำภาคการศึกษาที่ 2
วันที่ 29 กุมภาพันธ์ 2559
วิชา 224-432 Hazardous Waste Management

ปีการศึกษา 2558
เวลา 13.30-16.30 น.
ห้องสอบ A200

คำชี้แจง

- ข้อสอบทั้งหมดมี 5 ข้อ รวม 100 คะแนนดังแสดงในตารางข้างล่าง
- ข้อสอบมี 13 หน้า ไม่มีหน้าใดที่ไม่มีข้อความห้ามแกะหรือฉีกข้อสอบออกจากเล่ม
- ห้ามนำเอกสารใดๆเข้าห้องสอบทุจริตจะได้ E ทุกกรณี
- ทุจริตในการสอบโทษขั้นต่ำปรับตกในรายวิชานั้นและพักการเรียน 1 ภาคการศึกษาโทษสูงสุดให้ออก
- ให้เขียนชื่อ-รหัสที่หัวกระดาษทุกแผ่น
- ห้ามหยิบหรือยืมสิ่งของใดๆของผู้อื่นในห้องสอบ
- ถ้าพิจารณาเห็นว่าค่าคงที่ต่างๆหรือข้อสมมุติฐานที่โจทย์กำหนดให้ไม่เพียงพอต่อการคิดคำนวณให้สมมุติขึ้นมาเองตามความเหมาะสม

ตารางแสดงคะแนนสอบกลางภาค

ข้อ	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1	13	
2	34	
3	20	
4	18	
5	15	
รวม	100	

จรงค์พันธ์ มุสิกวงค์
ผู้ออกข้อสอบ
กุมภาพันธ์ 2559

ข้อที่ 1 จงตอบคำถามว่าข้อความต่อไปนี้ถูกหรือผิดโดยทำเครื่องหมาย ✓ หรือ X หน้าข้อ (12 คะแนน)

-1.การทดสอบว่ากากของเสียจัดเป็นกากของเสียอันตรายหรือไม่ต้องทำการทดสอบลักษณะการทำปฏิกิริยารุนแรงได้ การกัดกร่อนได้ การติดไฟได้ และ ความเป็นพิษ
-2. สำนักงานป้องกันสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา ได้แบ่งของเสียอันตรายออกเป็น 4 กลุ่ม
-3.Toxicity Characteristic Leaching procedure คือการทดสอบการชะละลายสารก่อมะเร็ง
-4. ผู้ก่อให้เกิดของเสียอันตรายที่ได้รับการยกเว้นต้องผลิตกากของเสียอันตรายไม่มากกว่า 100 กิโลกรัมต่อเดือน หรือผลิตของเสียที่ออกฤทธิ์เฉียบพลันน้อยกว่า 2 กิโลกรัมต่อเดือน
-5.ของเสียอันตรายจากชุมชนจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ได้แก่ ภาชนะบรรจุสารเคมี หลอดไฟ และ แบตเตอรี่
-6.ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง ระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย พ.ศ. 2547 ระบุว่าผู้ก่อให้เกิดของเสียอันตรายตั้งแต่ 1000 กิโลกรัมต่อเดือนขึ้นไป ต้องปฏิบัติตามระเบียบในการครอบครองของเสียอันตราย
-7. Resource Conservation and Recovery Act เป็นกฎหมายที่ระบุถึงประเภทและลักษณะกากของเสียอันตราย
-8. Superfund อยู่ภายใต้กฎหมาย Resource Conservation and Recovery Act
-9. Clean up standard อยู่ภายใต้กฎหมาย Applicable or Relevant and Appropriate Requirement
-10. การควบคุมการขนส่งการเคลื่อนย้ายกากสารเคมี ถูกกำหนดภายใต้อนุสัญญาอตเตอร์ดัม
-11.การคุ้มครองสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน ถูกกำหนดภายใต้อนุสัญญาสตอกโฮล์ม
-12. ในกรณีที่โรงงานครอบครองของเสียอันตรายเกิน 90 วัน ต้องยื่นขออนุญาต ตามแบบ สก.1
-13. การนำสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้วออกนอกบริเวณโรงงานจะต้องได้รับอนุญาตจากอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม โดยใช้แบบคำขอ สก.2

ข้อที่ 2 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (34 คะแนน)

2-1 ถ้ามีการปนเปื้อนของโทลูอีน (toluene) ลงในน้ำใต้ดิน จงหาว่าโทลูอีนจะมีการเคลื่อนที่อย่างไรในน้ำโดยให้ค่าความสามารถในการละลายน้ำ (water solubility) ของโทลูอีน เท่ากับ 546 มก./ล. และค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) เป็น 0.867

- 1 : จมตัวลงไปสู่ด้านล่างจากนั้นจึงลอยน้ำ
- 2 : ลอยน้ำแล้วค่อยๆจมตัวลงสู่ด้านล่าง
- 3 : ลอยไปกับน้ำโดยไม่มีการจมตัวเลย
- 4 : จมตัวลงไปใต้ท้องน้ำโดยไม่มีการลอย

2-2 หากพิจารณาว่าสารใดจะปนเปื้อนในน้ำได้มากหรือน้อย ควรพิจารณาลักษณะสมบัติใดของสาร

- 1 : Water/Vapor Pressure
- 2 : Water Reactivity
- 3 : Water Solubility
- 4 : Specific Gravity

2-3 หากพิจารณาว่าสารใดจะถูกดูดซับในดินได้มากหรือน้อย ลักษณะสมบัติใดของสารบอกคุณสมบัติได้ดีที่สุด

- 1 : Octonal-water partition coefficient (K_{ow})
- 2 : Organic matter-water partition coefficient (K_{om})
- 3 : Soil matter-water partition coefficient (K_d)
- 4 : Organic carbon-water partition coefficient (K_{oc})

2-4 ถ้าเกิดเหตุการณ์ที่มีการรั่วไหลของของเสียอันตรายลงในแม่น้ำแห่งหนึ่ง ค่าคงที่ใดดังต่อไปนี้ ที่สามารถใช้ในการประมาณว่าจะมีการสะสมของของเสียนั้น ในดินตะกอนแม่น้ำหรือสิ่งมีชีวิตในน้ำในปริมาณมากน้อยเพียงใด

- 1 : Octonal-water partition coefficient (K_{ow})
- 2 : Organic matter-water partition coefficient (K_{om})
- 3 : Soil matter-water partition coefficient (K_d)
- 4 : Organic carbon-water partition coefficient (K_{oc})

2-5 มีความเสี่ยงของการปนเปื้อนของสารอันตรายชนิดใดในน้ำที่มาจากโรงงานหลอมแบตเตอรี่

- 1 : ตะกั่ว
- 2 : โซเดียมไนต์
- 3 : ยูเรเนียม
- 4 : แคลเซียม

2-6 แหล่งกำเนิดสำคัญที่สุดของสารไดออกซินคือข้อใด

- 1 : Secure Landfill
- 2 : เตาเผาขยะ
- 3 : Sanitary landfill
- 4 : การหมักปุ๋ย

2-7 สารเคมีใดที่มักจะมีพบในยาฆ่าแมลง

- 1 : TNT
- 2 : PCB
- 3 : BTEX
- 4 : DDT

2-8 สารก่อมะเร็งที่มักพบในน้ำประปาที่มีการฆ่าเชื้อโรคด้วยสารคลอรีน คือข้อใด

- 1 : benzene
- 2 : dioxin
- 3 : trichloroethylene
- 4 : trihalomethane

2-9 ข้อใดเป็นวิธีสกัดสารอนินทรีย์อันตรายและสารอินทรีย์อันตรายตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว (พ.ศ. 2548)

- 1 : Synthetic Precipitation Leaching Procedure (SPLP)
- 2 : Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)
- 3 : Waste Extraction Test (WET)
- 4 : วิธีสกัดตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540)

2-10 สาร PCB สามารถพบได้ในข้อใด

- 1 : หม้อแปลงไฟฟ้า
- 2 : ก๊าซที่ใช้ในการเชื่อม
- 3 : ฉนวนและวัสดุก่อสร้าง
- 4 : น้ำมันเครื่อง

2-11 คุณสมบัติข้อใดสามารถบอกได้ว่าของเสียอันตรายนั้นสามารถปนเปื้อนสู่บรรยากาศได้

- 1 : Solubility
- 2 : Ignitability
- 3 : Toxicity
- 4 : Vapor pressure

2-12 รังสีหรืออนุภาคใดต่อไปนี้มีความสามารถในการทะลุทะลวงสูงสุด

- 1 : อัลฟา
- 2 : เบตา
- 3 : แกมมา
- 4 : ซีต้า

2-13 พื้นที่ใดที่เราสามารถตรวจพบสาร BTEX

- 1 : ปิมน้ำมัน
- 2 : โรงงานผลิตยา
- 3 : โรงเกษตรกรรม
- 4 : โรงงานผลิตนม

2-14 สารชนิดใดไม่จัดอยู่ในกลุ่มยาฆ่าแมลง (pesticides)

- 1 : Endrin
- 2 : Heptachlor
- 3 : Lindrane
- 4 : Cresol

2-15 การทดสอบสิ่งปนื้อกมลหรือวัสดุที่ไม่ใช่แล้ว โดยนำมาสกัดด้วยวิธี Waste Extraction Test (WET) จะทำขึ้นก็ต่อเมื่อ ค่าความเข้มข้นทั้งหมด (Total Concentration) ของสารอันตรายใดๆ เป็นไปตามข้อใด

- 1 : มีค่าไม่เกินค่า TTLC แต่มีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่า STLC ของสารนั้น
- 2 : มีค่าไม่เกินค่า STLC แต่มีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่า TTLC ของสารนั้น
- 3 : มีค่าไม่เกินค่า STLC แต่มีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่า TCLP ของสารนั้น
- 4 : มีค่าไม่เกินค่า TCLP แต่มีค่าเท่ากับหรือมากกว่าค่า STLC ของสารนั้น

2-16 หากพิจารณาถึงระดับความเข้มข้นของสารเคมีต่อวันที่สามารถรับเข้าสู่ร่างกายได้ไม่ว่าจะเป็นจากการกิน หรือการหายใจ โดยไม่ทำอันตรายใดๆกับร่างกาย ต้องพิจารณาค่าใด

- 1 : Reference dose (RfD)
- 2 : Threshold limit value (TLV)
- 3 : Slope Factor (SF)
- 4 : Carcinogen class

2-17 ไชยาไนต์ก่อให้เกิดพิษแบบเฉียบพลันต่อร่างกายแบบใด

- 1 : หายใจติดขัด ชักและหมดสติ
- 2 : ปวดศีรษะ เหนื่อยล้าเสียงดังในหู ระคายเคืองตาและทางเดินหายใจ
- 3 : อาเจียน ปวดบวมหน้า วิงเวียน ซึพจรอ่อนและเดินไม่สม่ำเสมอ ชัก
- 4 : เกิดการระคายเคืองต่อกระเพาะอาหาร ลำไส้ คลื่นไส้อาเจียน และท้องร่วง

2-18 ข้อพิจารณาในการเลือกใช้วิธีการในการบำบัดและกำจัดของเสียอันตรายข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- 1 : ของเสียอันตรายที่มีคลอรีนเป็นส่วนประกอบ ควรนำไปบำบัดด้วยวิธีการย่อยสลายทางชีวภาพ
- 2 : ของเสียอันตรายที่มีโครงสร้างมีกิ่งก้านสาขาของสารอินทรีย์มากสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ดีกว่าของเสียอันตรายที่มีโครงสร้างมีกิ่งก้านสาขาของสารอินทรีย์น้อยๆ
- 3 : ของเสียอันตรายที่เป็นสารประกอบ aromatic สามารถย่อยสลายได้ยากกว่าสารประกอบอินทรีย์ในกลุ่ม aliphatic
- 4 : ของเสียอันตรายกลุ่มของสารอินทรีย์ที่มีโพลีเมอร์เป็นส่วนประกอบ จะย่อยสลายทางชีวภาพได้ดี

2-19 Off-Site Treatment หมายถึงข้อใด

- 1 : การบำบัดของเสียอันตรายที่ใช้เทคโนโลยีที่ล้ำยุค
- 2 : การบำบัดของเสียอันตรายในโรงบำบัดที่ปิดมิดชิดเพื่อป้องกันการรั่วไหลของสารอันตราย
- 3 : การบำบัดของเสียในพื้นที่ที่เป็นแหล่งกำเนิดของเสีย
- 4 : การบำบัดของเสียอันตรายที่ไม่ได้มาตรฐานและผิดกฎหมาย

2-20 การบำบัดของเสียจากโรงงานชุบโลหะที่มีไซยาไนด์เจือปน ด้วยการเติมสารละลายไฮโปคลอไรต์เป็นการบำบัดด้วยวิธีใด

- 1 : Neutralization
- 2 : Coagulation
- 3 : Oxidation
- 4 : Reduction

2-21 ให้เรียงลำดับแนวคิดในการจัดการของเสียอันตรายต่อไปนี้ โดยเรียงจากที่พึงประสงค์มากที่สุดลงไป 1) การแลกเปลี่ยนหรือขาย ให้เป็นวัตถุดิบสำหรับโรงงานอื่น 2) การเผาเพื่อนำพลังงานความร้อน และ/หรือ ไฟฟ้ามาใช้ 3) การแยก และลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น 4) การบำบัด 5) รีไซเคิลเพื่อใช้ซ้ำในกระบวนการผลิต 6) การลดการเกิด 7) การกำจัด

- 1 : 3), 1), 2), 5), 4), 6), 7)
- 2 : 6), 3), 4), 5), 2), 1), 7)
- 3 : 6), 1), 3), 5), 4), 2), 7)
- 4 : 6), 3), 5), 1), 2), 4), 7)

2-22 จงหาค่าคงที่ Henry (H) ของสารคลอโรฟอร์มในน้ำที่อุณหภูมิ 20°C จากค่าความดันไอและความสามารถในการละลายตลอดจนหาจากสูตร $H = e^{(A - (B/T))}$ และหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่หาได้จากทั้งสองวิธี (6 คะแนน)
กำหนดให้

ข้อมูลของสารคลอโรฟอร์มมีดังต่อไปนี้ Vapor Pressure (P_{vp}) = 160 mmHg at 20°C

$$\text{Solubility at } 20^\circ\text{C} = 8 \times 10^3 \text{ mg/L}$$

$$\text{Molecular weight} = 119.37 \text{ g/mol}$$

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

$$A = 9.84$$

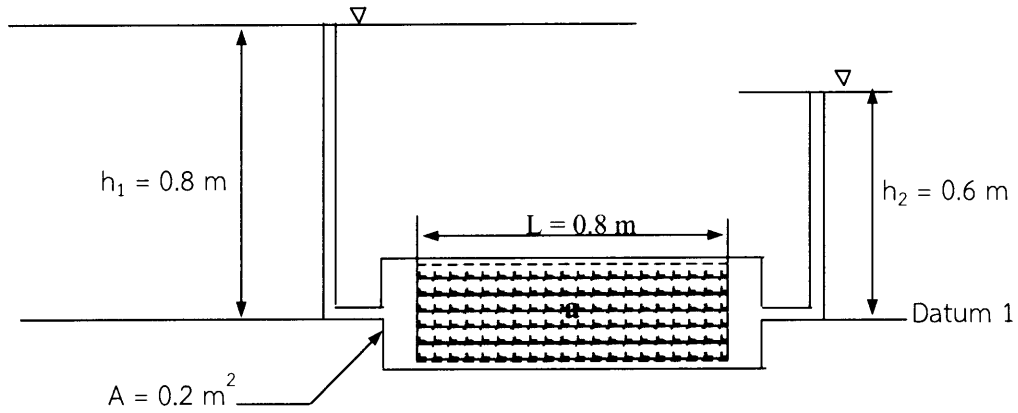
$$B = 4.61 \times 10^3$$

2-23 อ่างเก็บน้ำแห่งหนึ่งมีสารคลอโรฟอร์มละลายอยู่ในน้ำ $200 \mu\text{g}$ จงคำนวณหาปริมาณสารคลอโรฟอร์มที่สะสมในปลาจากอ่างเก็บน้ำแห่งนี้และให้คำนวณหาว่าในกรณีที่คนกินปลา 20 กรัมจากอ่างเก็บน้ำแห่งนี้ทุกวันหรือดื่มน้ำจากอ่างเก็บน้ำแห่งนี้โดยปราศจากการกำจัดสารคลอโรฟอร์มวันละ 2 ลิตร ความเสี่ยงในการรับสารพิษจากการกินปลาหรือดื่มน้ำในระยะเวลา 1 ปี (365 วัน) อย่างไรดีมีมากกว่ากัน

กำหนดให้ $\text{BCF} = 3.75 \text{ L/kg}$, $\text{BFC} = C_{\text{org}}/C$ (7 คะแนน)

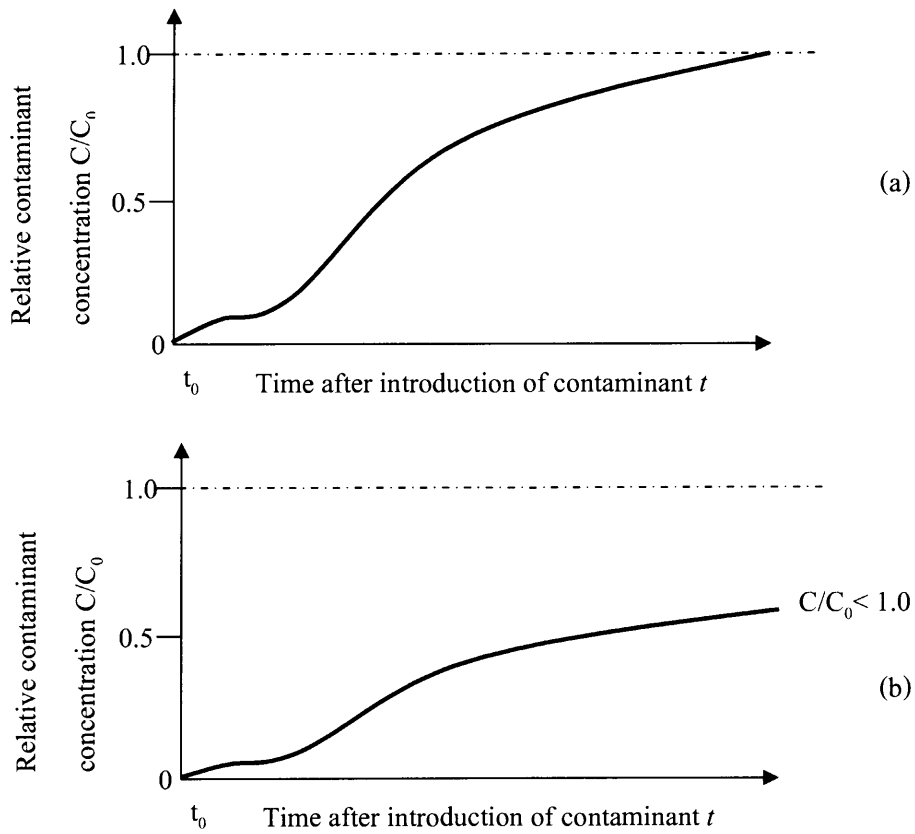
ข้อที่ 3 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (20 คะแนน)

3-1 จากรูปจงหาค่า Elevation Head และ Pressure Head ที่จุด a เมื่อกำหนดให้ค่า hydraulic conductivity เท่ากับ 1×10^{-2} cm/s และค่า porosity (n) เท่ากับ 0.5 จงคำนวณหาว่าจะใช้เวลานานเท่าใดโมเลกุลของน้ำจะเคลื่อนที่ผ่านชั้นทราย (5 คะแนน)



3-2 การเคลื่อนที่พาสารพิษ การกระจาย และการหน่วง มีผลต่อเวลาและความเข้มข้นสารพิษที่ปล่อยอย่างไร (3 คะแนน)

3-3 จากรูป (a) และ (b) รูปใดแสดงผลกระทบของ dispersion และรูปใดแสดงผลกระทบของ diffusion ต่อการเคลื่อนที่ของกากของเสียอันตรายในชั้นใต้ผิวดินจงอธิบาย (5 คะแนน)



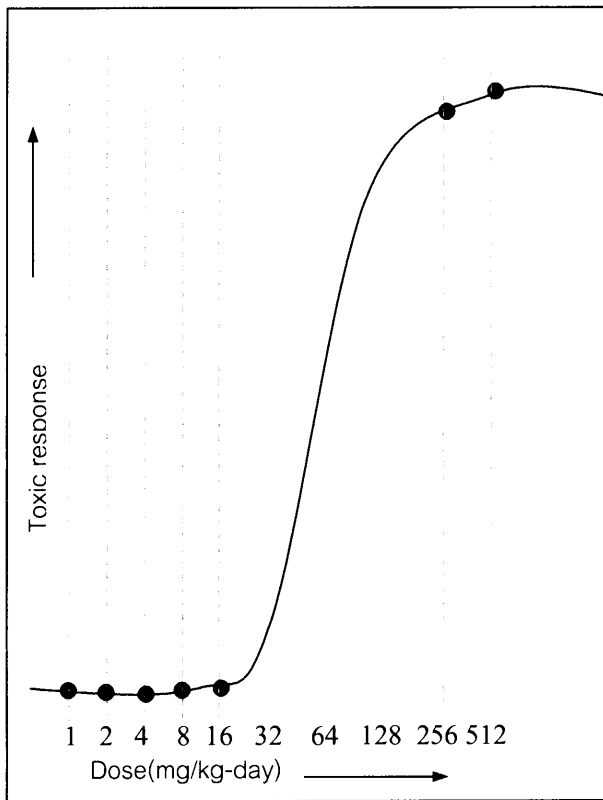
3-4 จงอธิบายความหมายของคำว่า retardation และ attenuation และยกตัวอย่างกระบวนการที่ทำให้เกิดการ retardation และ attenuation มาอย่างละ 2 กระบวนการ (6 คะแนน)

ข้อที่ 4 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (18 คะแนน)

4-1 กลไกที่ก่อให้เกิดพิษของสารพิษในร่างกายมีกี่ขั้นตอน อะไรบ้าง (3 คะแนน)

4-2 ค่า LD₅₀ คือค่าอะไร กรณีที่ LD₅₀ มีค่าสูง และ มีค่าต่ำหมายความว่าอย่างไร (3 คะแนน)

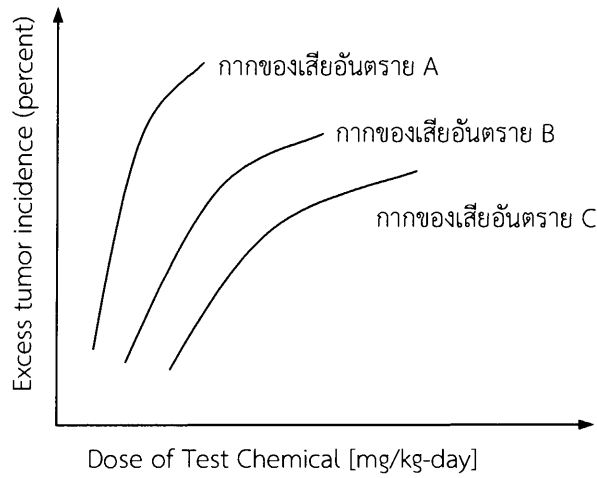
4-3 จากการทดลอง Subchronic oral toxicology ในสัตว์ทดลองได้จากกราฟดังรูป จงใช้ข้อมูลจากกราฟและข้อมูลในตารางหาค่า No Observed Adverse Effect Level (NOAEL) และ Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL) และ Reference Dose (RfD) ให้แสดงทั้งการใช้ค่า NOAEL และ LOAEL (5 คะแนน)



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	5

4-4 จาก Hypothetical dose-response curve for a typical complete carcinogen กากของเสียอันตราย A B และ C สารใดมีโอกาสก่อให้เกิดโรคมะเร็งมากที่สุดจงเรียงลำดับจากมากไปน้อย จงอธิบาย (3 คะแนน)



4-5 จงหาจำนวนสูงสุดของประชากรที่จะเกิดโรคมะเร็ง ในประชากรทั้งหมด 5,000,000 คน ที่ได้รับสารเบนซีน 0.05 mg/day (4 คะแนน)

กำหนดให้

1. ค่า slope factor ของสารเบนซีนมีค่าเท่ากับ $0.015 \text{ mg/kg-day}^{-1}$
2. น้ำหนักประชากรเฉลี่ย 65 กิโลกรัม
3. กำหนดให้ประชากร 1 ใน 1,000,000 คนมีโอกาสเป็นมะเร็ง

ข้อที่ 5 จงตอบคำถามต่อไปนี้ (15 คะแนน)

5-1 สถานที่ดำเนินการจัดการกากของเสียอันตรายมีกี่ประเภท และให้เขียนแผนภูมิแสดงการดำเนินการตามลำดับชั้น และแสดงกระบวนการย่อยในแผนภูมิ (5 คะแนน)

5-2 การดำเนิน ฌ. การที่สถานที่/สถานีจั้ดการของเสียอันตรายมีที่กระบวนการย่อย ะไรบ้าง จงอธิบายโดยสังเขป
(4 คะแนน)

5-3 จากข้อมูลกากของเสียอันตรายต่อไปนี้ จงหาว่าต้องใช้สถานที่เก็บกากของเสียอันตราย (Containment) จำนวนน้อยที่สุดกี่แห่งและแสดงชนิดกากของเสียอันตรายที่เก็บรวมกันในแต่ละแห่ง (ให้ใช้ตารางแนบในการแสดงวิธีทำถ้าไม่แสดง จะไม่ได้คะแนน)

(6 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)

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

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

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