

บทที่ 1

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

วิชาเคมีอินทรีย์เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับสารที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอนเป็นหลัก ซึ่งสมบัติและปฏิกิริยาบางชนิดของสารอินทรีย์ ต้องทำการทดลองควบคู่กับทฤษฎีด้วย เพื่อให้มีความเข้าใจมากขึ้น ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์และเครื่องมือที่ต้องใช้ในการทดลองต่าง ๆ ข้อปฏิบัติที่ควรทราบ อุบัติเหตุและการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะทำการทดลอง

1.1 อุปกรณ์และเครื่องมือในห้องปฏิบัติการเคมี

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้บ่อยในห้องปฏิบัติการเคมี ดังภาพที่ 1.1 ซึ่งควรหยิบใช้งานให้ถูกหน้าที่ ดังนี้

- ขวดก้นกลม (round-bottom flask) ใส่ตัวทำละลายหรือสารละลายที่ต้องการกลั่นหรือระเหย
- กรวยแยก (separatory funnel) แยกชั้นของเหลวสองชนิดที่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน
- หลอดหยด (dropper) หยดสารละลาย
- เครื่องควบแน่น (condenser) ควบแน่นให้ไอของตัวทำละลายเปลี่ยนเป็นของเหลว
- คีม (tongs) จับปิกเกอร์หรือภาชนะที่ร้อน หรือคีม (forceps) ใช้จับของที่มีน้ำหนักเบา
- พายตัก (spatula) ตักหรือเขี่ยผลึกหรือของแข็ง
- ที่หนีบยึด (clamp) จับคอลัมน์หรือคอขวดแก้วให้ยึดติดกับขาตั้ง
- ตะแกรงลวด (wire gauze) รองเครื่องแก้วเพื่อกันความร้อนมากเกินไป
- แผ่นร้อน (hot plate) ให้ความร้อนเครื่องแก้วที่มีก้นเรียบ
- เตาลูมไฟฟ้า (heating mantle) ให้ความร้อนเครื่องแก้วที่มีก้นกลม
- กรวยบุชเนอร์ (Büchner funnel) กรองผลึกหรือของแข็ง โดยใช้ร่วมกับขวดกรอง (filter flask) และปั๊มสุญญากาศ
- กระจกนาฬิกา (watch glass) วางของแข็งหรือผลึก
- ชามระเหย (evaporating dish) ระเหยตัวทำละลายหรือสารละลาย โดยวางบนแผ่นร้อน
- ปิกเกอร์ (beaker) ใส่ของเหลว
- กรวยกรอง (conical funnel) กรองสารละลาย
- กระบอกตวง (graduated cylinder) ตวงของเหลว

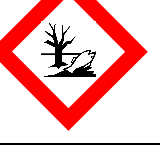


ภาพที่ 1.1 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1.2 สัญลักษณ์บนฉลากสารเคมี

เนื่องจากสารเคมีเป็นวัตถุอันตราย ดังนั้น บนฉลากของขวดสารเคมีและยานพาหนะที่ใช้ขนส่งสารเคมี จึงต้องระบุสัญลักษณ์เพื่อแสดงความเป็นอันตราย ซึ่งแต่ละประเทศร่วมมือกันจัดทำระบบสากลการจัดกลุ่มสารเคมี/ผลิตภัณฑ์และการติดฉลาก (Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals (GHS)) เพื่อให้ใช้เป็นระบบเดียวกัน โดยสัญลักษณ์ใช้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทำมุม 45 องศา บนพื้นสีขาว และขอบสีแดง ซึ่งจำแนกความเป็นอันตรายของสารเคมีได้ 3 ด้าน ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 สัญลักษณ์เพื่อแสดงความเป็นอันตรายตามระบบสากล GHS

ความเป็นอันตราย	สัญลักษณ์	
ด้านกายภาพ	 สารไวไฟทำปฏิกิริยาได้เอง	 สารออกซิไดส์
	 วัตถุระเบิด	 แก๊สภายใต้ความดัน
ด้านสุขภาพ	 สารอันตรายถึงชีวิต	 สารกัดกร่อน
	 สารระคายเคือง	 สารเป็นมะเร็ง เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ และก่อให้เกิดการกลายพันธุ์
ด้านสิ่งแวดล้อม	 สารเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ	

ที่มา (วรรณิ พงศ์ถาวร และสุเมธา วิเชียรเพชร, 2549, หน้า 146)

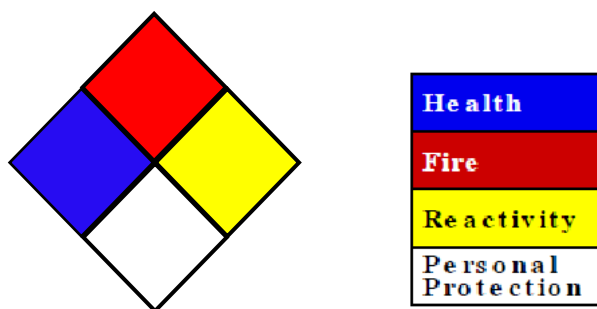
นอกจากนี้ กลุ่มประเทศสหภาพยุโรปหรืออีอีซี (EEC) ได้กำหนดแสดงสัญลักษณ์ตามระบบอีอีซี ที่ 67/548/EEC สัญลักษณ์กำหนดเป็นภาพสีดำนบนพื้นสีส้มรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และมีอักษรย่อกำกับ แบ่งเป็น 9 ประเภท ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 สัญลักษณ์เพื่อแสดงความเป็นอันตรายตามระบบอีอีซี

ประเภท/อักษรย่อ	ประเภท/อักษรย่อ	ประเภท/อักษรย่อ
 ระเบิดได้ (Explosive, E)	 ไวไฟ (flammable, F)	 ระคายเคือง (Irritant, Xi)
 ออกซิไดส์ (Oxidizing, O)	 กัดกร่อน (Corrosive, C)	 เป็นอันตราย (harmful, Xn)
 ไวไฟสูง (highly flammable, F+)	 เป็นพิษ (Toxic, T)	 สารกัมมันตภาพรังสี (Radioactive, R)
 อันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (dangerous of environment, N)		

ที่มา (จารุวรรณ วิริยะหิรัญไพบูลย์, 2556)

สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายตามระบบเอ็นเอฟพีเอ (National Fire Protection Agency, NFPA) โดยสัญลักษณ์ใช้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสทำมุม 45 องศา แบ่งย่อยเป็น 4 สี ดังภาพที่ 1.2 ได้แก่ สีแดง (ด้านบน) หมายถึง ความไวไฟ สีน้ำเงิน (ด้านซ้าย) หมายถึง ความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ สีเหลือง (ด้านขวา) หมายถึง ความไวต่อปฏิกิริยาของสาร และ สีขาว (ด้านล่าง) หมายถึง ข้อควรระวังพิเศษ



ภาพที่ 1.2 สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายตามระบบเอ็นเอฟพีเอ

ส่วนสีแดง สีน้ำเงินและสีเหลือง จะมีตัวเลขกำกับแสดงระดับความรุนแรง และส่วนสีขาว จะใช้เป็นอักษรย่อ (จารุวรรณ วิริยะหิรัญไพบูลย์, 2556) ดังนี้

สีแดง 0 หมายถึง สารที่ไม่ติดไฟ ที่อุณหภูมิสูงกว่า 815.5 องศาเซลเซียส

1 หมายถึง สารที่ติดไฟเมื่อให้ความร้อนสูง มีจุดวาบไฟ (flash point) สูงกว่า 93.4 องศาเซลเซียส

2 หมายถึง สารที่ติดไฟเมื่อให้ความร้อนปานกลาง มีจุดวาบไฟระหว่าง 37.8-93.4 องศาเซลเซียส

3 หมายถึง สารที่ติดไฟได้ที่อุณหภูมิต่ำ มีจุดวาบไฟน้อยกว่า 22.8 องศาเซลเซียส และมีจุดเดือดมากกว่า 37.8 องศาเซลเซียส

4 หมายถึง สารไวไฟมาก สามารถระเหยได้ที่อุณหภูมิต่ำ มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 22.8 องศาเซลเซียส และมีจุดเดือดน้อยกว่า 37.8 องศาเซลเซียส รวมทั้งสารที่ติดไฟได้เองเมื่อสัมผัสอากาศ

สีน้ำเงิน 0 หมายถึง ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

1 หมายถึง เกิดการระคายเคือง เมื่อสัมผัสในระยะสั้น

2 หมายถึง เกิดหุพพลภาพชั่วคราวและถาวร เมื่อได้รับปริมาณมาก

3 หมายถึง เกิดความเป็นอันตรายร้ายแรงชั่วคราว และมีสารตกค้าง เมื่อสูดดมหรือสัมผัสเล็กน้อย

4 หมายถึง ทำให้ตายหรือเป็นอันตรายขั้นรุนแรง เมื่อได้รับปริมาณเล็กน้อย

สีเหลือง 0 หมายถึง มีความเสถียรภาพ (stability) สูง ถึงแม้โดนความร้อน

1 หมายถึง มีความเสถียรภาพที่สภาวะปกติ แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิและความดันจะไม่เสถียร รวมทั้งสารที่สลายตัวง่ายเมื่อสัมผัสอากาศ แสงสว่างและความชื้น

2 หมายถึง ทำปฏิกิริยารุนแรงในสภาวะปกติ และเมื่อมีน้ำ

3 หมายถึง เกิดการระเบิดและสลายตัวได้ เมื่อโดนความร้อน การสั่นสะเทือน และมี

น้ำ

4 หมายถึง เกิดการระเบิดและสลายตัวได้เองที่อุณหภูมิห้อง และสารเคมีที่ไวต่อความร้อนและการสันสีเอน

สีขา OXY หมายถึง สารออกซิไดส์

W หมายถึง เมื่อใช้ห้ามโดนน้ำ จะทำปฏิกิริยารุนแรง

ACID หมายถึง สารที่มีคุณสมบัติเป็นกรด

ALC หมายถึง สารที่มีคุณสมบัติเป็นเบส

COR หมายถึง สารกัดกร่อน

โดยทั่วไป ข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมีสามารถศึกษาได้จากเอกสารความปลอดภัยของวัตถุ (Material Safety Data Sheet, MSDS) ประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีและบริษัทผู้ผลิต และจัดจำหน่าย องค์ประกอบข้อมูลเกี่ยวกับส่วนผสม คุณสมบัติทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี มาตรการการผจญเพลิง ความเสถียรภาพและความไวต่อปฏิกิริยา มาตรการปฐมพยาบาล ข้อมูลบ่งชี้อันตราย ข้อมูลการใช้และการจัดเก็บ ข้อแนะนำในการกำจัด การควบคุมการสัมผัสสารและการป้องกันส่วนบุคคล มาตรการเมื่อมีการปล่อยสารโดยอุบัติเหตุ ข้อมูลทางพิษวิทยา ข้อมูลทางนิเวศวิทยา ข้อมูลเกี่ยวกับการขนส่ง และข้อมูลเกี่ยวกับข้อกำหนด

1.3 ข้อปฏิบัติทั่วไปในห้องปฏิบัติการ

การทดลองเกี่ยวกับสารเคมีที่มีความเป็นอันตราย ควรทำในห้องปฏิบัติการที่ถูกสุขลักษณะ เช่น การระบายอากาศที่ดี มีทางหนีไฟ ถังดับเพลิง ฝักบัว ตัวควัน (fume cupboard) สัญญาณเตือนภัย และอุปกรณ์ปฐมพยาบาลเบื้องต้น เป็นต้น อีกทั้งในขณะที่ทำการทดลองต้องไม่ประมาทด้วย จะทำให้ไม่เกิดอุบัติเหตุทั้งจากตนเองและผู้อื่น ดังนั้น เพื่อให้ทำการทดลองอย่างปลอดภัย จึงมีข้อควรปฏิบัติและไม่ควรปฏิบัติที่ควรทราบ ดังนี้

1. มีอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล โดยเฉพาะแว่นตานิรภัยและเสื้อคลุมกันเปื้อน
2. แต่งกายให้รัดกุม และมีความคล่องตัว
3. ควรสวมรองเท้าส้นเตี้ยและหุ้มข้อ เพื่อป้องกันสารเคมีหยดใส่เท้า
4. ควรศึกษาและทำแผนผังการทดลองมาล่วงหน้า
5. ไม่ควรทำการทดลองตามลำพัง
6. ไม่วางสิ่งของที่จำเป็นบนโต๊ะทำการทดลอง รวมทั้งทางเดิน
7. ควรใช้อุปกรณ์และเครื่องแก้วให้ถูกหน้าที่
8. มัดผมให้เรียบร้อย และไม่ควรวัวเลื้อยยาว เพราะสารเคมีอาจติดอยู่ตามซอกเล็บ

9. เมื่อสารเคมีหกบนพื้นควรใช้กระดาษทิชชูเช็ดทันที แล้วทิ้งในขวดทิ้งของเสีย (waste bottom)
10. เมื่อทำการทดลองที่ใช้กรดแก่ หรือสารเคมีที่มีไอระเหยเป็นพิษ หรือมีกลิ่นเหม็นมาก ควรทำการทดลองในตู้ควัน
11. ปิดหลอดทดลองด้วยจุกยางทุกครั้ง ยกเว้นเมื่อต้มในเครื่องอ่างน้ำ (water bath) ซึ่งควรทำการทดลองในตู้ควัน
12. อ่านฉลากสารเคมีก่อนใช้ทุกครั้ง และสังเกตความผิดปกติ เช่น สี และตะกอน เป็นต้น
13. เทสารเคมีด้านที่ไม่มีฉลากสารเคมี ปริมาณพอใช้ และปิดขวดสารเคมีทุกครั้งเมื่อใช้เสร็จ
14. ควรปิดฉลากสารเคมีให้ชัดเจน โดยระบุวัน/เดือน/ปี ด้วย
15. ไม่ควรดมสารโดยตรง ควรใช้มือค่อย ๆ โบกเข้าหาจมูก
16. ไม่ควรใช้เครื่องแก้วที่มีรอยแตกร้าว โดยเฉพาะเมื่อให้ความร้อน
17. ไม่ควรให้ความร้อนโดยตรงกับตัวทำละลายอินทรีย์ ควรใช้เครื่องอ่างน้ำ
18. ไม่ควรรับประทานอาหาร และน้ำในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งไม่ควรวางอาหารและน้ำในห้องปฏิบัติการด้วย
19. ไม่ควรใช้หลอดหยดของรีเอเจนต์ร่วมกัน เพราะจะเกิดการปนเปื้อน
20. ไม่เล่นและหยอกล้อกันในขณะทำการทดลอง
21. เมื่อพบเห็นอุบัติเหตุเกิดขึ้นถึงแม้ว่าจะเล็กน้อย ให้แจ้งผู้สอนหรือเจ้าหน้าที่ทันที
22. ไม่ทำการทดลองนอกเหนือจากวิธีการทดลอง หากมีข้อสงสัยให้สอบถามกับผู้สอนหรือเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ
23. สารเคมีหรือรีเอเจนต์ (reagent) ที่เหลือไม่ควรเทกลับคืนใส่ขวดเดิม ควรกำจัดในขวดทิ้งของเสีย
24. กำจัดสารที่ได้จากการทดลองในขวดทิ้งของเสีย
25. เมื่อทำการทดลองเสร็จแล้วให้เก็บอุปกรณ์และสารเคมีไว้ที่เดิม ทำความสะอาดอ่างน้ำและโต๊ะทำการทดลอง
26. ล้างมือให้สะอาดหลังทำการทดลองเสร็จ โดยเฉพาะตามซอกเล็บ

1.4 การทำความสะอาดเครื่องแก้ว

เครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่ใช้งานเสร็จแล้ว ต้องรีบทำความสะอาดทันที เนื่องจากคราบสารอินทรีย์จะติดแน่นที่ผิว ทำให้ล้างออกยาก โดยเฉพาะเครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่ล้างไม่สะอาด จะส่งผลให้ผลการทดลองผิดพลาด

ขั้นตอนการทำความสะอาดเครื่องแก้วและอุปกรณ์ขึ้นอยู่กับสิ่งสกปรก มีหลายวิธี ดังนี้

1. สิ่งสกปรกทั่วไป ทำความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาด แล้วล้างด้วยน้ำเปล่า
2. ไขมันและจาระบี (grease) ทำความสะอาดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) และแอซีโตน (Acetone) เป็นต้น โดยเช็ดไขมันและจาระบีออกก่อน แล้วจึงล้างด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ปริมาณน้อยที่สุด ระวังอย่าให้สัมผัสผิวหนัง เนื่องจากเป็นสารก่อมะเร็ง แล้วตามทำความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาดอีกครั้ง สุดท้ายล้างด้วยน้ำเปล่า

3. สิ่งสกปรกที่ติดแน่นและอุปกรณ์ที่ทำความสะอาดไม่ทั่วถึง เช่น ปิเปตต์ และหลอดหยด เป็นต้น จะใช้สารละลายทำความสะอาด (cleaning solution) เฉพาะ ซึ่งมีความเป็นอันตราย ต้องสวมถุงมือ แวนตานิรภัย และทำในตู้ควัน (ชาน์ลุชั่น, 2556) สูตรสารละลายทำความสะอาด ดังนี้

3.1 สารละลายไดโครเมตในกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc. Sulfuric acid, H_2SO_4) เตรียมโดยละลายโซเดียมไดโครเมต (Sodium dichromate) หรือโพแทสเซียมไดโครเมต (Potassium dichromate) 5 กรัม ในน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร แล้วแช่ในอ่างน้ำแข็งจนกระทั่งสารละลายเย็น จากนั้นค่อย ๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นลงไปช้า ๆ พร้อมกับใช้แท่งแก้วคน จนครบ 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายสีแดงเข้ม ระวังกระเด็นโดนมือและเข้าตา เพราะมีการคายความร้อนเกิดขึ้น ก่อนใช้สารละลายทำความสะอาด เครื่องแก้วจะต้องไม่มีตัวทำละลายอินทรีย์อยู่ เพราะทำให้ประสิทธิภาพทำความสะอาดน้อยลง สังเกตจากสารละลายไดโครเมตในกรดซัลฟิวริกจะเปลี่ยนเป็นสีเขียว วิธีใช้ คือ ใช้ในปริมาณเล็กน้อย พร้อมกับกลิ้งและเขย่าเครื่องแก้ว แช่ทิ้งไว้ 2-3 นาที หรือถ้าคราบติดแน่นมาก อาจต้องแช่เครื่องแก้วทิ้งไว้เป็นระยะเวลานาน หลังจากเครื่องแก้วสะอาดดีแล้ว ให้เทสารละลายทำความสะอาดที่ใช้แล้วลงในขวดต่างหาก ห้ามเททิ้งลงอ่างน้ำ และสามารถใช้ซ้ำได้อีก จนกระทั่งสารละลาย ไดโครเมต ในกรดซัลฟิวริกเปลี่ยนเป็นสีเขียว จากนั้นนำเครื่องแก้วล้างออกด้วยน้ำเปล่า

3.2 สารละลายกรดไนตริก (Nitric acid, HNO_3) เจือจางเข้มข้นร้อยละ 10 ส่วนใหญ่ใช้แช่เครื่องแก้วที่มีลักษณะเป็นฝ้า ทิ้งไว้ข้ามคืนหรือนานกว่านั้น แล้วจึงล้างออกด้วยน้ำเปล่า

3.3 สารละลายกรดกัดทอง โดยผสมกรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid, HCl) และกรดไนตริกเข้มข้น ในอัตราส่วน 3 ต่อ 1 โดยปริมาตร โดยแช่เครื่องแก้วไว้สักครู่ แล้วจึงล้างออกด้วยน้ำเปล่า

3.4 สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide) หรือสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium hydroxide) ในแอลกอฮอล์ เตรียมโดยละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 150 กรัม หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 120 กรัม ในน้ำกลั่น 120 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยเอทานอล (Ethanol) เข้มข้นร้อยละ 95 จนครบ 1,000 มิลลิลิตร ไม่ควรทำความสะอาดเครื่องแก้วโดยแช่ด้วยสารละลายเบสแก่ไว้ข้ามคืน เพราะอาจทำให้ผิวแก้วเป็นฝ้าและเป็นรอยอย่างถาวรได้ เนื่องจาก

ฝุ่นและสารเคมีต่าง ๆ จะรวมตัวกันติดแน่นกับผิวแก้วและตามรอย ซึ่งเครื่องแก้วที่มีข้อต่อจะเชื่อมติดกันในที่สุด ดังนั้น จึงไม่ควรเก็บสารละลายเบสไว้ในขวดแก้ว ควรใช้ขวดพลาสติกแทน

3.5 สารละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต (Trisodium phosphate, Na_3PO_4) เตรียมได้โดยละลายไตรโซเดียมฟอสเฟต 57 กรัม และโซเดียมโอเลเอต (Sodium oleate) 28.5 กรัม ในน้ำกลั่น 470 มิลลิลิตร เหมาะสำหรับทำความสะอาดเครื่องแก้วที่มีคราบสารพวกคาร์บอน

หลังจากทำความสะอาดเครื่องแก้วเสร็จแล้ว ควรล้างด้วยน้ำกลั่นเป็นขั้นตอนสุดท้าย แล้วคว่ำทิ้งไว้ให้แห้งเอง ยกเว้น ถ้าต้องการให้แห้งเร็ว ทำได้โดยเข้าตู้อบหรือล้างด้วยแอสีโทนปริมาณเล็กน้อย แล้วเป่าให้แห้ง แต่ห้ามนำเครื่องแก้วที่ล้างแอสีโทนเข้าตู้อบ และแอสีโทนที่ใช้แล้ว สามารถใช้ซ้ำในครั้งต่อไปได้ หากน้ำที่เกาะบนผิวแก้วมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ แสดงว่าแก้วสะอาด แต่ถ้ามีน้ำเกาะบนแก้วลักษณะเป็นหยด แสดงว่าแก้วไม่สะอาด

1.5 การกำจัดสารเคมี

สารเคมีในห้องปฏิบัติการที่จะกำจัด มีทั้งจากสารที่ได้จากการทดลอง และสารเคมีที่หมดอายุหรือเหลือใช้จากการทดลอง โดยปกติ การกำจัดสารเคมีเหล่านี้ควรให้บริษัทเอกชนหรือหน่วยงานของรัฐบาลเป็นผู้รับผิดชอบเฉพาะ แต่เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และกำจัดสารเคมีเฉพาะเท่านั้น นอกจากนี้ สารเคมีในห้องปฏิบัติการไม่ได้มีจำนวนมากเหมือนในระดับอุตสาหกรรม ด้วยเหตุนี้ จึงต้องหาวิธีการกำจัดที่เหมาะสมด้วยตนเอง

ก่อนการกำจัดสารเคมีควรเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลให้พร้อม ได้แก่ ถุงมือ เสื้อคลุม แว่นตานิรภัย และหน้ากากกรองอากาศ ทั้งนี้วิธีการกำจัดขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมี ความเป็นพิษและอันตรายต่อตนเองและสิ่งแวดล้อม (พิชัย โทวิวิชัย, นพ อุตราภิรมย์สุข, ศุภวรรณ ดันตยานนท์ และ ประไพพิศ แจ่มสุกใส เทอร์โน, 2547, หน้า 121-124) ดังนี้

1. การเผาให้เป็นเถ้า เป็นวิธีที่นิยม อาจเผาด้วยเปลวไฟโดยตรง หรือใช้ร่วมกับตัวทำละลายที่ติดไฟได้ ได้แก่ แอลกอฮอล์ และทินเนอร์ โดยต้องเผาในตู้ควันและในที่ปลอดภัย เพราะจะเกิดควันและแก๊สพิษ

2. การเททิ้ง ทำได้ 2 แบบ คือ

2.1 การเทลงบนพื้นดิน โดยการขุดหลุมฝัง แต่อาจมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์

2.2 การเททิ้งลงท่อกำจัดน้ำเสีย สารเคมีต้องไม่เกิดอันตรายและเกิดสารแขวนลอย สารที่ไม่ควรเทลงน้ำ ได้แก่ โลหะโซเดียม ตัวทำละลายอินทรีย์ สารพิษ และโลหะหนัก

3. การเติมสารเคมี เพื่อเปลี่ยนเป็นสารเคมีที่ไม่อันตรายหรืออันตรายน้อยลง เช่น สารที่มีความเป็นกรดหรือเบส ให้เปลี่ยนเป็นเกลือ แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำ ก่อนปล่อยลงท่อกำจัดน้ำเสีย หรือกำจัดสารที่เป็นกรด ให้เทลงบนปูนขาวที่แห้งและปริมาณมากเกินพอ แล้วนำไปฝังดิน หรือผสมกับตัวรีดิวซ์ (reducing agent) หรือตัวออกซิไดส์ (oxidising agent) ที่เหมาะสม ทำให้เจือจางด้วยน้ำ ปริมาณมากเกินพอ แล้วทิ้งลงท่อกำจัดน้ำเสีย

4. การใช้สารดูดซับ ได้แก่ ทราย แกลบ และขี้เลื่อย แล้วนำไปเผา เหมาะกับการกำจัดสารเคมีที่เป็นของเหลว

5. การเจือจางด้วยน้ำปริมาณมาก ๆ แล้วปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ ได้แก่ กรดอินทรีย์หรือ กรดอนินทรีย์ เช่น กรดไฮโดรคลอริก และกรดซัลฟิวริก เป็นต้น โดยการเทกรดลงน้ำ

สิ่งที่ควรคำนึงถึงก่อนเลือกใช้วิธีการกำจัด ดังนี้

1. ชนิดและปริมาณของสารเคมีที่จะกำจัด
2. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
3. ความปลอดภัย ได้แก่ ความเป็นพิษ การติดไฟ และการระเบิด
4. ปฏิกริยาทางเคมีที่เกิดขึ้น

วิธีการกำจัดสารเคมีแต่ละชนิดให้เหมาะสม อาจปรึกษากับผู้จำหน่ายหรือผู้ผลิต และเอกสารความปลอดภัยของสารเคมี กรณีกำจัดสารที่ไม่ทราบชื่อ ต้องระวังอันตรายเป็นอย่างมาก โดยทั่วไป ควรเปิดฝาเพื่อลดความดันภายในภาชนะ แล้วนำไปวางไว้ที่อากาศถ่ายเทสะดวกและปลอดภัย และใช้สารปริมาณน้อยมาทดสอบหาวิธีการกำจัดที่เหมาะสมก่อนการกำจัดจริง

1.6 อุบัติเหตุและการป้องกัน

การเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการโดยเฉพาะเกี่ยวกับสารเคมี อาจมีสาเหตุมาจากธรรมชาติของสารเคมี และความประมาทขณะทำการทดลอง ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพย์สินและร่างกาย หรือเสียชีวิตได้ อุบัติเหตุที่มักเกิดในห้องปฏิบัติการและการป้องกัน (ศุภวรรณ ตันตยานนท์, 2556) ดังนี้

1. เครื่องแก้วขาด ป้องกันโดยหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องแก้วที่ขอบบิ่นหรือแตกร้าว อาจทำให้เครื่องแก้วแตกขณะทำการทดลอง ถ้าต้องการต่อสายยางเข้ากับเครื่องแก้ว หรือต่อเครื่องแก้วกับเครื่องแก้ว ควรหาข้อต่อด้วยน้ำหรือจาระบีก่อน ใช้มือหรือผ้าจับ แล้วค่อย ๆ หมุนดันเข้าไป หรือเมื่อต้องการถอดออก

2. ไฟไหม้ สาเหตุ ได้แก่ การจุดตะเกียงแอลกอฮอล์โดยการต่อตะเกียงกับตะเกียง ซึ่งควรใช้ กระดาษหรือไม้ขีดไฟ การเกิดประกายไฟใกล้กับตัวทำละลายอินทรีย์ ป้องกันโดยไม่สูบบุหรี่หรือจุดไฟ ใกล้ ๆ ที่มีสารไวไฟ ควรให้ความร้อนผ่านเครื่องอังน้ำ อย่าวางบนแผ่นร้อนโดยตรง ถ้าไฟไหม้ เนื่องจากตะเกียงแอลกอฮอล์หก อย่าใช้น้ำดับไฟ เพราะจะทำให้ไฟลุกลามมากขึ้น ให้ใช้ผ้าแห้งซับ แอลกอฮอล์ แล้วดับจนกระทั่งไฟดับ ถ้าโต๊ะทำการทดลองมีท่อแก๊ส ให้รีบปิดก่อน ถ้าเสียดัดไฟ ให้รีบ ใช้น้ำดับหรือกลิ้งไปบนพื้นหรือใช้ผ้าดับ

3. การระเบิด สาเหตุเกิดจากการกลั่น การต้ม และการทำปฏิกิริยาในภาชนะปิด ซึ่งก่อนให้ความร้อนควรตรวจสอบว่ามีช่องระบายอากาศหรือไม่ การกระแทกขวดสารเคมี การกลั่นตัวทำละลายอินทรีย์บางชนิด ได้แก่ แอซีโตน และอีเธอร์ จนกระทั่งแห้ง ซึ่งขณะกลั่นหรือต้ม ควรใส่สารกันเดือด พลุ่่งพล่าน ได้แก่ เศษกระเบื้อง และเม็ดแก้ว ปริมาณเล็กน้อย

1.7 การปฐมพยาบาล

อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการในขณะที่ทำการทดลอง ทำให้ร่างกายได้รับบาดเจ็บได้ ซึ่งถ้าไม่รุนแรงมากเกินไป ควรปฐมพยาบาลก่อนนำส่งแพทย์ (ไพลิน ลิ้มตระกูล, 2546, หน้า 8-9) ดังนี้

1. สารเคมีกระเด็นเข้าตา ใช้น้ำสะอาดล้างตาโดยผ่านสายยาง ยกเว้น ไคลอโรฟอร์ม และ คลอโรฟอร์ม (Chloroform) เมื่อโดนน้ำจะทำให้แสบตามากขึ้น

2. สารเคมีเข้าปาก อาจเกิดจากการใช้ปากดูดปิเปตต์ การรับประทานหรือดื่มน้ำโดยไม่ล้างมือ การใช้อุปกรณ์ เครื่องแก้ว การแช่อาหารและเครื่องดื่มในตู้เย็นร่วมกับสารเคมี นำโซเดียมคลอไรด์ (Sodium chloride, NaCl) และแอลกอฮอล์ในห้องปฏิบัติการไปทำอาหาร การปฐมพยาบาล คือ รับประทานน้ำลายออกทันที ถ้าสารเคมีเข้าปากในปริมาณมาก ให้กินน้ำหรือนมตามลงไปมาก ๆ เพื่อเจือจางและลดกรด แล้วรีบนำส่งแพทย์

3. เกิดบาดแผล ให้ล้างน้ำสะอาด กดห้ามเลือด แล้วปิดบาดแผลด้วยผ้าสะอาดก่อนไปพบแพทย์

4. เกิดรอยไหม้จากความร้อนหรือเปลวไฟ ให้แช่บริเวณที่เป็นรอยไหม้ในน้ำแข็ง หรือใช้ผ้าเย็นมาประคบ แต่ถ้ารอยไหม้มีแผลใหญ่มาก ให้ใช้ผ้าเย็นปิดแผลไว้เพื่อไม่ให้ถูกอากาศ แล้วรีบไปพบแพทย์

5. เกิดรอยไหม้จากสารที่เป็นกรดและเบส กล่าวคือ สารละลายเบส ให้รับล้างด้วยน้ำสะอาดมาก ๆ แล้วเช็ดด้วยกรดน้ำส้มสายชูเจือจาง และล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง ส่วนสารละลายกรด ให้เช็ดด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต (Sodium bicarbonate, NaHCO_3) ร้อยละ 2 แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด

6. คลื่นไส้และปวดศีรษะ ให้ออกไปนอกห้องปฏิบัติการ เพื่อสูดอากาศบริสุทธิ์ ถ้าผู้ป่วยหมดสติ ให้นำผู้ป่วยออกไปสูดอากาศบริสุทธิ์ แล้วนำส่งแพทย์ กรณีผู้ป่วยหยุดหายใจ ให้ทำการผายปอด แล้วรีบนำส่งแพทย์ทันที

1.8 บทสรุป

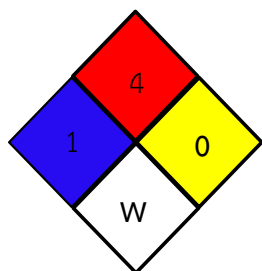
เมื่ออยู่ในห้องปฏิบัติการเคมี ควรมีอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล โดยเฉพาะเสื้อคลุมและแว่นตานิรภัย และทำตามข้อปฏิบัติอย่างเคร่งครัด เพื่อความปลอดภัยทั้งตัวเองและส่วนรวม กรณีอุบัติเหตุเกิดไม่รุนแรง ควรปฐมพยาบาลก่อนนำส่งแพทย์ การป้องกันเบื้องต้นเพื่อไม่ให้เกิดอุบัติเหตุ ได้แก่ หลีกเลี่ยงใช้เครื่องแก้วที่ไม่สมบูรณ์และมีรอยแตกร้าว ตลอดใช้เครื่องแก้วไม่ถูกหน้าที่ ควรศึกษาความเป็นอันตรายของสารเคมีจากสัญลักษณ์บนฉลากสารเคมี ซึ่งมีหลายระบบ ได้แก่ ระบบสากลจีเอชเอส ระบบอีไอซี และระบบเอ็นเอฟพีเอ

หลังจากทำการทดลองเสร็จแล้ว อาจมีสารเคมีเหลือหรือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลอง ควรศึกษาวิธีการกำจัดด้วยวิธีการที่ถูกต้อง ได้แก่ การเผา การเททิ้ง การเติมสารเคมี การใช้สารดูดซับ และการเจือจางด้วยน้ำ ทั้งนี้ศึกษาข้อมูลได้จากเอกสารความปลอดภัยของวัตถุดิบ ที่สำคัญควรคำนึงถึงความปลอดภัยของสิ่งแวดล้อมด้วย ถ้าไม่ทราบวิธีการกำจัดที่ถูกต้องควรเก็บไว้ในขวดหึ่งของเสียต่างหาก และติดฉลากให้ชัดเจน

สำหรับเครื่องแก้วที่ทดลองเสร็จแล้ว ควรทำความสะอาดทันที วิธีการขึ้นอยู่กับสิ่งสกปรก ได้แก่ ใช้น้ำยาทำความสะอาด ตัวทำละลายอินทรีย์ และสารละลายทำความสะอาด ก่อนล้างออกด้วยน้ำเปล่า และกลั้วด้วยน้ำกลั่นเป็นขั้นตอนสุดท้าย ควรหลีกเลี่ยงการใช้แอสซิโตน

คำถามทบทวน

1. จงบอกหน้าที่ของอุปกรณ์และเครื่องมือต่อไปนี้
เตาหลอมไฟฟ้า เครื่องควบแน่น
2. จากการทดลองที่กำหนดให้ จงเลือกใช้อุปกรณ์และเครื่องมือให้เหมาะสม
 - 2.1 กรองตะกอนออกจากสารละลาย
 - 2.2 การสกัดตัวทำละลาย 2 ชนิด ที่ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกัน
 - 2.3 การกลั่นด้วยไอน้ำ
 - 2.4 การกรองผลึกออกจากสารละลาย
3. จงบอกหน้าที่ของชื่อเครื่องมือที่กำหนดให้
 - 3.1 Tong crucible 3.2 Spatula 3.3 Filter flask
4. จงบอกวิธีการกำจัดกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นที่เหลืออยู่ 2 มิลลิลิตร
5. จงบอกสัญลักษณ์ของสารเคมีที่กำหนดให้ต่อไปนี้
 - 5.1 สารเคมีที่เกิดความร้อนได้เอง
 - 5.2 สารประเภทเพอร์ออกไซด์
 - 5.3 สารเคมีที่เกิดการแพ้ที่ผิวหนัง
 - 5.4 สารเคมีที่สูดดมแล้วทำให้เกิดการหอบหืด และหายใจลำบาก
 - 5.5 สารเคมีที่ทำให้สัตว์น้ำตาย
6. คุณสมบัติใดของสารเคมีที่บอกความแตกต่างระหว่างสารไวไฟสูงและสารไวไฟต่ำ
7. จงยกตัวอย่างสารออกซิไดส์ และสารระเบิดได้
8. จงบอกความหมายของสัญลักษณ์บนฉลากสารเคมีที่กำหนดให้
 - 8.1



8.2



9. สามารถศึกษาอันตรายของสารเคมีที่จะกำจัดได้จากแหล่งข้อมูลไหนได้บ้าง
10. จงบอกความหมายของจุดวาบไฟ
11. จงบอกหลักการพิจารณาในการเลือกวิธีที่เหมาะสมในการกำจัดกากสารเคมี
12. จงบอกวิธีการกำจัดกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นที่เหลือปริมาตร 10 มิลลิลิตร
13. เมื่อกรดซัลฟิวริกหยดใส่มือ ท่านจะอย่างไร
14. จงบอกอุบัติเหตุที่มักเกิดขึ้นในขณะทำการทดลอง และการป้องกัน