ศูนย์ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ศปอส.)
Center for Safety, Health and Environment of Chulalongkorn University (SHECU)

คู่มือความปลอดภัย ในการทำงานกับสารเคมี

สำหรับนิสิตที่ทำวิจัยและนักวิจัย

SHE-CH-SD-003

หมายเลขติดต่อสำคัญ

แจ้งเหตุฉุกเฉินได้ตลอด 24 ชั่วโมง ที่หมายเลขโทรศัพท์ 02-218-0000

(ศูนย์รักษาความปลอดภัยและจัดการจราจร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)

เหตุฉุกเฉิน เช่น เพลิงไหม้ สารเคมีหกรั่วไหล หรือเหตุการณ์ที่อาจทำให้เกิดอันตรายต่อชีวิตและทรัพย์สิน

สารบัญ

บทนำ **5**

ความเป็นมา 5

7 องค์ประกอบหลักของการบริหารจัดการความปลอดภัย 5

หลักการ/แนวปฏิบัติทั่วไปของการป้องกันไว้ก่อน 8

1. พฤติกรรมและสภาพที่นำไปสู่ความไม่ปลอดภัย **9**

2. การจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ **10**

2.1 ระบบการจัดการข้อมูลสารเคมี (ChemTrack) 10

2.2 ระบบการจัดการของเสียอันตราย (WasteTrack) 10

2.3 การสำรวจสภาพความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ 10

3. อันตรายในห้องปฏิบัติการ **11**

4. การประเมินความเสี่ยง **14**

4.1 การทดลองที่พึงให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ 14

4.2 ระดับความเสี่ยงของการทดลองและแนวทางการประเมินความเสี่ยง 15

5. การจัดการห้องปฏิบัติการให้มีสภาพเหมาะสม (housekeeping) **18**

6. การจัดการลักษณะกายภาพของห้องปฏิบัติการ **18**

6.1 ตู้ดูดควันหรือตู้ดูดไอสารเคมี 18

6.2 ระบบระบายอากาศและปรับอากาศ 19

6.3 ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง 19

7. ข้อปฏิบัติทั่วไปในการใช้ห้องปฏิบัติการ **20**

8. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment, PPE) **21**

8.1 แว่นตานิรภัย (safety glasses/safety goggles/face shield) 21

8.2 เสื้อคลุมปฏิบัติการ 22

8.3 ถุงมือ 22

8.4 รองเท้า 24

8.5 หน้ากาก 25

9. อุปกรณ์ตอบโต้เหตุฉุกเฉินในห้องปฏิบัติการ **26**

9.1 ที่ล้างตัวและอ่างล้างตาฉุกเฉิน 26

9.2 ถังดับเพลิง 26

9.3 อุปกรณ์แจ้งสัญญาณเตือนภัยจากไฟไหม้ 28

9.4 อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สรั่วไหล 29

9.5 อุปกรณ์ปฐมพยาบาล 29

10. สัญลักษณ์แสดงอันตรายของสารเคมี **30**

10.1 ระบบ Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals (GHS) 30

10.2 ระบบ European Economic Community (EEC) 31

10.3 ระบบ United Nations (UN) 32
10.4 ระบบ National Fire Protection Association (NFPA) 34
11. ข้อมูลความปลอดภัยเกี่ยวกับสารเคมี (Safety Data Sheet, SDS) 35
12. ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้สารเคมี 46
12.1 การจัดเก็บสารเคมี 47
12.2 การเคลื่อนย้ายสารเคมีและการแบ่งถ่ายสารเคมี 52
12.3 ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้สารไวไฟ 53
12.4 ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้แก๊สอัดและแก๊สเหลว 54
13. ข้อปฏิบัติในการทิ้งของเสีย 56
13.1 การลดการเกิดของเสีย 56
13.2 การจำแนกประเภทของเสีย 58
13.3 แนวทางการจัดการของเสียด้วยตนเอง 62
14. ข้อปฏิบัติเมื่อสารเคมีเข้าสู่ร่างกายหรือสารเคมีหก 63
14.1 สารเคมีหกรดร่างกาย 63
14.2 สารเคมีกระเด็นเข้าตา 63
14.3 เครื่องแก้วแตกหักบาดมือ 63
14.4 การสูดดมสารเคมี 63
14.5 สารเคมีเข้าปาก 63
14.6 สารเคมีหก 64
15. ข้อปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุสารเคมีหกรั่วไหลเป็นปริมาณมาก 64
16. ข้อปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ 65
16.1 ประเภทของเพลิงและถังดับเพลิง 65
16.2 เมื่อประสบเหตุไฟไหม้ 66
16.3 วิธีการดับเพลิง 67
16.4 การใช้ถังดับเพลิง (fire extinguishers) 67
16.5 เมื่อได้ยินสัญญาณเตือนไฟ 67
16.6 วิธีการหนีไฟ 68
16.7 ข้อปฏิบัติเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากไฟ 68
17. การรายงานอุบัติการณ์ 69
17.1 เหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุหรือสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ไม่ปลอดภัย 69
17.2 อุบัติเหตุ 69
แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม 72

บทนำ

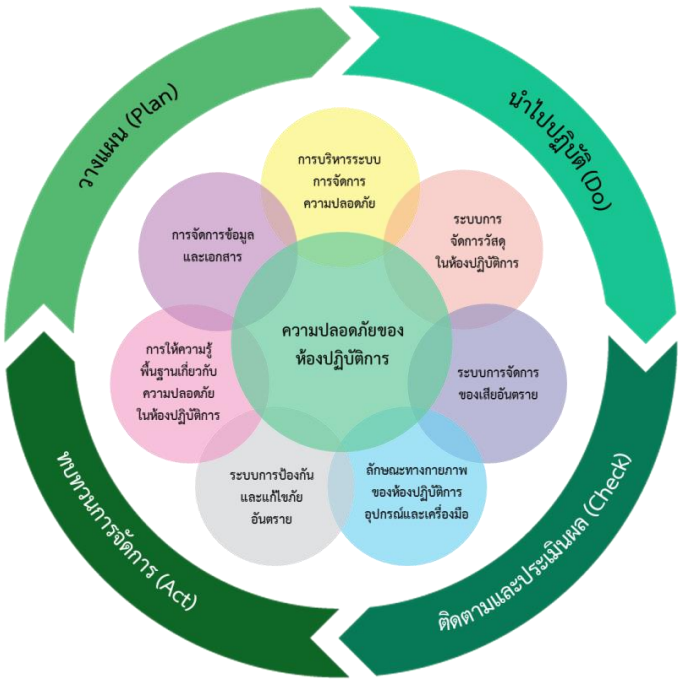
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยให้ความสำคัญกับความปลอดภัยและตระหนักถึงความรับผิดชอบที่มีต่อสวัสดิภาพสังคมของชุมชนในมหาวิทยาลัยและพื้นที่โดยรอบมหาวิทยาลัย จึงมีนโยบายให้มีระบบการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยให้สอดคล้องกับกฎหมายและมาตรฐานอันเป็นที่ยอมรับ เพื่อสร้างความปลอดภัยในการทำงานและหลีกเลี่ยงอันตรายที่อาจมีต่อสุขภาพของผู้เกี่ยวข้อง ตลอดจนผลกระทบต่อทรัพย์สิน และสภาพแวดล้อมทั้งภายในและบริเวณรอบมหาวิทยาลัย

ความเป็นมา

ในปี พ.ศ. 2559 ศูนย์ความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ถือกำเนิดขึ้นตามมติสภาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ครั้งที่ 797/2559 ในวันพฤหัสบดีที่ 27 ตุลาคม 2559 ให้จัดตั้ง ศูนย์ความปลอดภัย อาชีว-อนามัยและสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ศปอส.) หรือ Center for Safety, Health and Environment of Chulalongkorn University (SHECU) เพื่อเป็นหน่วยงานกลางของมหาวิทยาลัยในการบริหารจัดการข้อมูล พัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม รวมถึงสนับสนุนความรู้ทางเทคนิคและกำกับดูแลกิจกรรมในเรื่องดังกล่าวให้กับมหาวิทยาลัย ซึ่งการดำเนินการเหล่านี้ นอกจากช่วยเสริมสร้างให้นิสิต คณาจารย์และบุคลากรมีคุณภาพชีวิตในมหาวิทยาลัยที่ดีขึ้นแล้ว ยังช่วยส่งเสริมการก้าวไปสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยแห่งความยั่งยืน ตลอดจนสร้างความมั่นใจในสภาพการทำงานที่ปลอดภัย โดยมีเป้าหมายหลัก คือ จุฬาฯ จะเป็นองค์กรปลอดอุบัติเหตุ (zero accident)

7 องค์ประกอบหลักของการบริหารจัดการความปลอดภัย

สำหรับการตั้งต้นภารกิจของ ศปอส. ที่สำคัญ คือ การทำความเข้าใจกับประชาคมจุฬาฯ ทุกกลุ่มให้เห็นภาพรวมของการดำเนินงานด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จึงได้จัดทำเอกสาร ‘ระบบการจัดการความปลอดภัย อาชีว-อนามัยและสิ่งแวดล้อม’ ทั้งเป็นรูปเล่ม และสื่อสารผ่านเว็บไซต์ http://www.shecu.chula.ac.th เพื่อให้เกิดความเป็นเอกภาพในการทำงานด้วยแนวคิดของการจัดการที่ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบเชื่อมโยงกัน



7 องค์ประกอบหลักของการบริหารจัดการความปลอดภัย

(ที่มา: ระบบการจัดการความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2560)

แต่ละองค์ประกอบชี้ให้เห็นความเสี่ยงหลักแต่ละด้านที่สัมพันธ์กับความเสี่ยงด้านอื่น ๆ องค์ประกอบดังกล่าวประกอบด้วย

1) **การบริหารระบบการจัดการความปลอดภัย**

องค์ประกอบแรกของการจัดการความปลอดภัยเริ่มต้นที่นโยบายมหาวิทยาลัยและแผนงานด้านความปลอดภัย ซึ่งถ่ายทอดลงมาเป็นนโยบายและแผนปฏิบัติในทิศทางเดียวกันสำหรับการบริหารทุกระดับ แต่รายละเอียดของการปฏิบัติอาจมีความเฉพาะเจาะจงตามลักษณะงานของแต่ละแห่งได้

2) **ระบบการจัดการวัสดุในห้องปฏิบัติการ**

มีระบบการจัดการที่ดี ทั้งระบบข้อมูล การจัดเก็บ การเคลื่อนย้าย และการจัดการสารที่ไม่ใช้แล้ว จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้จัดชุดบริหารจัดการ ChemTrack & WasteTrack2016 ไว้ให้บริการ เพื่อให้ผู้บริหารทุกระดับ รวมทั้งผู้ปฏิบัติที่เป็นผู้ป้อนข้อมูลสามารถเข้าถึงข้อมูลสารได้อย่างถูกต้องและเป็นปัจจุบัน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการความเสี่ยง การแบ่งปันสาร การจัดสรรงบประมาณ

3) **ระบบการจัดการของเสียอันตราย**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยได้จัดชุดบริหารจัดการ ChemTrack & WasteTrack2016 ไว้รองรับข้อมูล ติดตามความเคลื่อนไหวของของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ โดยห้องปฏิบัติการต้องจำแนกประเภทของเสียอันตรายตามเกณฑ์ที่กำหนด

4) **ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ**

ประกอบด้วยงานสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมระบบต่าง ๆ ที่เอื้อต่อการทำงานอย่างปลอดภัยทั้งในภาวะปกติและฉุกเฉิน

5) **ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย**

ต้องมีระบบการบริหารความเสี่ยงจากข้อมูลจริงในทุก ๆ ด้าน มีลำดับความคิดตั้งต้นจากการระบุปัจจัยเสี่ยงและการประเมินความเสี่ยง มีแผนป้องกันและความพร้อมการตอบโต้เหตุฉุกเฉิน

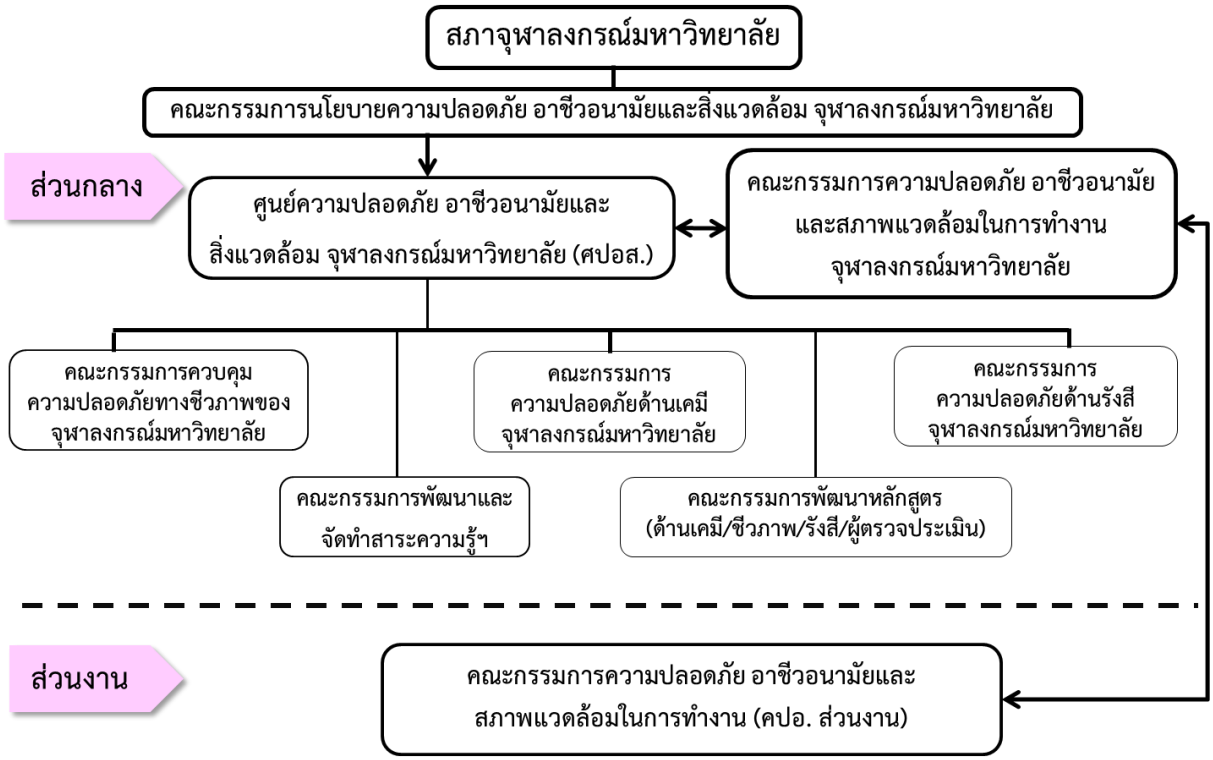
6) **การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ**

ต้องมีการสร้างความตระหนักและการให้ความรู้พื้นฐานที่จำเป็น เหมาะสม และอย่างต่อเนื่องแก่ผู้เกี่ยวข้องแต่ละกลุ่มเป้าหมายซึ่งมีบทบาทต่างกัน

7) **การจัดการข้อมูลและเอกสาร**

ต้องมีระบบเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยซึ่งเน้นที่ตัวระบบมากกว่าบุคคล สามารถสื่อสารให้เข้าใจตรงกันและส่งงานต่อกันได้เมื่อเปลี่ยนผู้รับผิดชอบ และใช้ต่อยอดความรู้ในทางปฏิบัติ ให้การพัฒนาความปลอดภัยเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง

เห็นได้ว่า 7 องค์ประกอบนี้เชื่อมโยงกัน และอยู่ภายใต้วัฏจักร PDCA (Plan-Do-Check-Act) ซึ่งแสดงว่าทั้งหมดนี้ไม่ใช่กิจกรรมที่ทำครั้งเดียวจะได้ผลเลิศ แต่เป็นวัฏจักรที่นำไปสู่ความปลอดภัยที่สูงขึ้น ๆ เป็นลำดับ อันเป็นหัวใจของการพัฒนาความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ



ภารกิจหลักของ ศปอส. คือ การสร้างระบบ และเครื่องมือที่ใช้ในการบริหารจัดการความปลอดภัย ตลอดจนการให้ความรู้และการส่งเสริมให้เกิดความตระหนักรู้ในด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน โดยหนึ่งในภารกิจคือการให้ความรู้ที่จำเป็นแก่ผู้เกี่ยวข้องแต่ละกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งมีบทบาทต่างกันตั้งแต่ อาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักวิจัย นิสิต พนักงานทำความสะอาด ผู้เข้าเยี่ยมชม รวมทั้งผู้ที่เข้ามาให้หรือรับบริการเป็นครั้งคราว มีการประเมินและกำหนดเงื่อนไขการผ่านประเมิน ในการนี้ ศปอส. จึงได้พัฒนาหลักสูตรความปลอดภัยพื้นฐานและหลักสูตรความปลอดภัยด้านเคมีของแต่ละกลุ่มเป้าหมายรวม 4 หลักสูตร โดยมีคู่มือประกอบหลักสูตร ดังนี้

1) **คู่มือความปลอดภัยพื้นฐาน สำหรับนิสิตและบุคลากร (SHE-CH-SD-001)** ซึ่งจัดว่าเป็นความรู้พื้นฐานเพื่อความปลอดภัยในการดำเนินชีวิตประจำวันและการทำงาน สำหรับนิสิต บุคลากร และผู้ปฏิบัติงานทั่วไปในมหาวิทยาลัย
2) **คู่มือความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี สำหรับนิสิตที่เรียนวิชาปฏิบัติการ (SHE-CH-SD-002)** ซึ่งเน้นการทำงานในห้องปฏิบัติการระดับพื้นฐานที่มีผู้ดูแลใกล้ชิด
3) **คู่มือความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี สำหรับนิสิตที่ทำวิจัยและนักวิจัย (SHE-CH-SD-003)** ซึ่งผ่านความรู้ระดับปฏิบัติการมาแล้ว แต่ต้องใช้เนื้อหาที่มีความลึกที่จำเป็นต่อการทำวิจัย รวมถึงข้อควรระวัง และการแก้ไขสถานการณ์เบื้องต้น (**คู่มือฉบับนี้**)
4) **คู่มือความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี สำหรับผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ (SHE-CH-SD-004)** ซึ่งเป็นผู้มีบทบาทในการบริหารเชิงระบบด้วย จึงมีเนื้อหา วิธีปฏิบัติที่สามารถชี้บ่งและวางมาตรการควบคุม/รับมือปัจจัยเสี่ยงต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติ นิสิต นักวิจัย และบุคคลอื่นที่อาจเกี่ยวข้อง

หลักการ/แนวปฏิบัติทั่วไปของการป้องกันไว้ก่อน

1. ศึกษาข้อมูล หาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับงานที่จะทำ เพื่อพร้อมรับเหตุการณ์ โดยเฉพาะปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี เพราะงานวิจัยจะเกี่ยวข้องกับสารเคมีที่หลากหลายและเปลี่ยนแปลงการใช้อยู่ตลอดเวลา ความรู้ลึกทางเคมีสามารถนำมาอธิบายและทำความเข้าใจได้ ข้อมูลที่จำเป็นมีดังนี้

   เกี่ยวกับสารเคมี
   - ระบบสี สัญลักษณ์ ประเภทอันตราย ความเข้ากันไม่ได้ วิธีใช้ ข้อควรระวัง การใช้ประโยชน์จาก Safety Data Sheet (SDS)
   - การจำแนกประเภทของเสียอันตราย

   เกี่ยวกับสถานที่และอุปกรณ์
   - ระบบสี สัญลักษณ์ของป้ายประกาศ
   - แผนผังพื้นที่ ทางออกฉุกเฉิน
   - คู่มือการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ
   - ที่ตั้งอุปกรณ์สำคัญ ๆ เช่น อ่างล้างตา เครื่องดับเพลิงประจำห้อง ตู้ยาปฐมพยาบาล

2. ปฏิบัติตามคำแนะนำและข้อควรระวังอย่างเคร่งครัด เช่น ขั้นตอนการทดลอง ไม่ปฏิบัตินอกเหนือจากที่กำหนด หากจะต้องทำการทดลองที่เสี่ยงมากให้เริ่มจากสารปริมาณน้อย ๆ

   ห้องปฏิบัติการจะมีคู่มือปฏิบัติที่ต้องศึกษาก่อนและปฏิบัติตาม เช่น
   - คู่มือการจัดเก็บ เบิกจ่าย เก็บข้อมูลสารเคมีเข้าระบบ
   - คู่มือการจำแนกและจัดการกับของเสียอันตราย
   - คู่มือการใช้อุปกรณ์แต่ละชนิด

3. แต่งกายและใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนตัวที่เหมาะสม สวมเสื้อคลุมปฏิบัติการและติดกระดุมให้เรียบร้อย ห้ามใส่รองเท้าแตะ ให้ใส่รองเท้าที่เหมาะสมกับการทำงานในห้องปฏิบัติการ อ่านคู่มือการใช้เครื่องมือแต่ละชนิดให้เข้าใจก่อนและปฏิบัติตาม สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันพื้นฐานส่วนตัว (PPE) ได้แก่ แว่นนิรภัย และเสื้อคลุมปฏิบัติการ ส่วน PPE อื่นต้องใช้ให้เหมาะกับงาน เช่น ถุงมือ หน้ากาก เป็นต้น

4. ประเมินความเสี่ยงก่อนลงมือทำงานใด ๆ โดยเฉพาะก่อนทำการทดลอง ต้องวิเคราะห์หาทางเลือกที่เหมาะสม เช่น หลีกเลี่ยงสารหรือการทดลองที่อันตรายมาก ทำความเข้าใจถึงเหตุและผลในแต่ละขั้นตอน สามารถระบุภัยที่แฝงอยู่ เมื่อเห็นอันตรายที่แฝงอยู่ก็สามารถประเมินผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้

   ESPReL Checklist เป็นเครื่องมือที่มหาวิทยาลัย จัดไว้ให้เพื่อใช้ในการตรวจสอบ/ประเมินสภาพความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ (http://esprel.labsafety.nrct.go.th) ทำให้ผู้ประเมินเห็นสภาพการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการที่ตนเองทำงานอยู่ได้ด้วยตนเอง สำหรับนักวิจัยในห้องปฏิบัติการจะมีภารกิจบางส่วนที่เกี่ยวข้องที่จะทำให้ระบบจัดการมีประสิทธิภาพ เช่น การตรวจสอบ และทำข้อมูลสารเคมีให้เป็นปัจจุบัน อนึ่ง ความเป็นระเบียบบนโต๊ะทำงานและในห้องปฏิบัติการเป็นปัจจัยหนึ่งของการลดความเสี่ยง

5. ศึกษาตำแหน่งที่ตั้งและวิธีใช้อุปกรณ์ตอบโต้เหตุฉุกเฉินตลอดจนบำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้ตลอดเวลา

1. พฤติกรรมและสภาพที่นำไปสู่ความไม่ปลอดภัย

องค์ประกอบหลักที่มีผลต่อการทำงานที่ปลอดภัยสามารถจำแนกได้เป็น 3 ส่วนคือ

1) คุณลักษณะของผู้ทำงาน เช่น มีความรู้ ทักษะ ความสามารถ

2) สภาพการทำงาน เช่น อุปกรณ์ เครื่องมือ วิธีการทำงาน สถานที่ทำงาน และ

3) พฤติกรรมการทำงาน

จากสถิติที่ได้มีผู้ศึกษามา ถึงแม้ว่าหน่วยงานหรือองค์กรจะได้พยายามลดอุบัติเหตุโดยการพัฒนาคุณลักษณะของผู้ทำงาน ผ่านการให้ความรู้ การอบรม การสอนงาน การพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อการทำงานก็ตาม รวมไปถึงการลงทุนในการสร้างสภาพการทำงานที่ดี ปรับปรุงพื้นที่ทำงานให้มีความปลอดภัย มีแสงสว่างพอเหมาะ มีอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการใช้ทำงาน แต่ส่วนใหญ่ก็ยังพบว่า อุบัติเหตุไม่ได้หมดไปหรือลดลงอย่างมีนัยสำคัญ **ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น?**

จากการศึกษาด้านความปลอดภัย โดย Heinrich (ค.ศ. 1951) พบว่า ร้อยละ 80–85 ของอุบัติเหตุ มีสาเหตุมาจากพฤติกรรมการทำงานไม่ปลอดภัย (ข้อ 3) มีเพียงร้อยละ 15–20 เท่านั้นที่สาเหตุมาจากสภาพการทำงานที่ไม่ปลอดภัย (ข้อ 1-2) ดังนั้นสิ่งที่มีผลต่อการทำงานที่ปลอดภัยมากที่สุดคือพฤติกรรมนั่นเอง พฤติกรรมการทำงานที่ไม่ปลอดภัย ที่มักพบเห็นได้บ่อยครั้ง เช่น การทำงานในที่สูงโดยไม่สวมอุปกรณ์นิรภัย การไม่สวมหมวกนิรภัยเมื่อใช้จักรยานยนต์หรือจักรยาน การขับรถฝ่าสัญญาณไฟแดง การคุยโทรศัพท์หรือส่งข้อความในขณะเดินหรือขับรถ เป็นต้น พฤติกรรมที่เป็นเหตุนำมาซึ่งความไม่ปลอดภัยเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น นิสัยชอบความสะดวกสบาย จึงไม่ใส่เข็มขัดนิรภัย ไม่ข้ามสะพานคนข้ามถนน นิสัยอยากประหยัดเวลาหรือต้องเร่งรีบ จึงไม่ปลดสะพานเดินไฟตามขั้นตอนก่อนทำการซ่อมไฟฟ้า การใช้เก้าอี้ต่อกันสองตัวเพื่อหยิบของในที่สูงแทนที่จะใช้บันได เป็นต้น ทั้ง ๆ ที่คนส่วนใหญ่ทราบว่า การกระทำดังกล่าวอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้ **แต่แล้วเหตุใดผู้คนจึงยังคงดำเนินชีวิตโดยมีพฤติกรรมเสี่ยงเหล่านี้ต่อไป** ประเด็นหลักคือการกระทำที่ไม่ปลอดภัยเหล่านี้ไม่ได้นำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุทุกครั้งไป ทำให้เกิดความคิดที่ว่า "เคยทำมาตั้งหลายครั้งแล้วไม่เห็นเป็นอะไร" "คงไม่เป็นไรหรอก ไม่น่าจะมีอะไรเกิดขึ้น" และหลายครั้งการทำงานให้ปลอดภัยอย่างเคร่งครัดกลับทำให้ตนเองดูแปลกแยกไปจากคนส่วนใหญ่ เนื่องจากสังคมไทยโดยรวมยังไม่ได้ให้ความสำคัญกับเรื่องปลอดภัยอย่างจริงจัง ถึงเวลาหรือยังที่เราจะต้องสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัยให้เกิดขึ้นในสังคมไทย หรืออย่างน้อยก็ในสังคมจุฬาฯ

อุบัติเหตุเมื่อเกิดขึ้นแล้วอาจส่งผลกระทบได้อย่างกว้างขวาง และอาจไม่ได้เกิดกับผู้ก่อเหตุโดยตรงก็ได้ ในขณะเดียวกัน เราเองก็อาจเป็นผู้ได้รับผลกระทบจากอุบัติเหตุ ที่เราไม่ได้เป็นคนก่อก็ได้ ดังนั้น การตระหนักรู้และให้ความสำคัญกับความปลอดภัยเป็นความรับผิดชอบทั้งต่อตนเองและสังคม ถ้าเราพิจารณาให้ลึกซึ้งว่า การกระทำที่ไม่ปลอดภัยของเรา ถ้าทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้น แม้ว่าจะมีโอกาสเล็กน้อยเพียงใดก็ตาม อุบัติเหตุนั้นจะนำมาซึ่งความสูญเสียอะไรบ้างกับเรา กับผู้คน หรือสิ่งแวดล้อมรอบ ๆ ตัวเรา มีความคุ้มค่าหรือไม่ที่จะเสี่ยงกับพฤติกรรมที่ไม่ปลอดภัยเหล่านี้ ก็อาจจะทำให้เกิดความตระหนักรู้ในความสำคัญของความปลอดภัย และความรับผิดชอบต่อสังคมของพวกเรามากขึ้น ลองมองย้อนกลับไปในอดีตจะพบว่า มีอุบัติเหตุจากหลายเหตุการณ์ นำไปสู่การสูญเสียที่กู้กลับไม่ได้ เช่น อุบัติเหตุบนทางด่วน อันเนื่องจากผู้ขับรถไม่ได้ให้ความสนใจกับสภาพจราจร มัวแต่ส่งข้อความผ่านโทรศัพท์มือถือ ส่งผลให้มีผู้เสียชีวิตหลายคน การตกจากที่สูงเนื่องจากผู้ทำงานไม่ได้สวมอุปกรณ์นิรภัย ทำให้ร่างกายกลายเป็นอัมพาตไปทั้งชีวิตที่เหลืออยู่ การทำงานในที่อับอากาศโดยไม่มีอุปกรณ์ที่เหมาะสม ทำให้เสียชีวิต ผู้ที่ตามลงไปช่วยก็เสียชีวิตไปด้วย เป็นต้น ความสูญเสียเหล่านี้หลีกเลี่ยงได้ ป้องกันได้ หรือ ลดความรุนแรงได้ ถ้าทุกคนมีทัศนคติที่ดีเกี่ยวกับการใช้ชีวิตและการทำงานอย่างความปลอดภัย และนำไปปฏิบัติในชีวิตประจำวันอย่างจริงจัง เช่น ทุกครั้งที่ขึ้นลงบันไดต้องจับราวบันได สวมเข็มขัดนิรภัยหรือหมวกนิรภัยทุกครั้งที่ใช้ยานยนต์ตามแต่กรณี สวมแว่นนิรภัยเมื่อเข้าพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดการกระเด็นของสิ่งแปลกปลอมเข้าตา สวมหน้ากากในพื้นที่มีฝุ่นละออง เป็นต้น โดยทั้งหมดนี้จะต้องมีพื้นฐานมาจากการตระหนักในความสำคัญของความปลอดภัยจริง ๆ ไม่ใช่ทำเพราะเป็นกฎเกณฑ์หรือกลัวถูกลงโทษ นอกจากนี้เราจะต้องไม่ยอมรับพฤติกรรมที่ไม่ปลอดภัยของผู้คนรอบข้าง โดยการชี้ให้เห็นถึง

พฤติกรรมที่ไม่ปลอดภัยนั้นและตักเตือน และเราควรจะยินดีและขอบคุณหากมีผู้อื่นมาชี้ให้เห็นและตักเตือนถึงพฤติกรรมที่ไม่ปลอดภัยของตัวเราเอง สิ่งเหล่านี้ถ้าเกิดขึ้นในสังคมใดก็น่าจะเรียกได้ว่าสังคมนั้นมีวัฒนธรรมความปลอดภัยแล้ว

แนวคิดของการป้องกันหรือระวังไว้ก่อน โดยการตรวจสอบและควบคุมความเสี่ยงในกิจกรรม หน้าที่และกระบวนการทำงาน เพื่อลดความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุให้มากที่สุด เพื่อให้เกิดความปลอดภัยดีกว่าเสียใจภายหลัง จะช่วยให้การทำงานและการดำเนินชีวิตประจำวันเป็นไปอย่างราบรื่น การปลูกฝังแนวคิดที่ดีงามนี้ลงในตนเองจนพัฒนาเป็นนิสัยใหม่ขึ้นได้ คือความสำเร็จของการศึกษา

2. การจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ

2.1 ระบบการจัดการข้อมูลสารเคมี (ChemTrack)

ระบบการจัดการข้อมูลสารเคมีภายในห้องปฏิบัติการในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อาศัยโปรแกรมการจัดการข้อมูลสารเคมี (ChemTrack) ซึ่งเป็นระบบการบันทึกข้อมูลแบบ web-based และจัดเก็บข้อมูลบนฐานข้อมูลออนไลน์ สามารถติดตามปริมาณสารเคมีที่นำเข้า ปริมาณคงเหลือ สถานที่เก็บ ค่าใช้จ่าย ตลอดจนข้อมูลด้านความปลอดภัยของสารเคมี เพื่อให้มีการจัดการสารเคมีที่เป็นระบบ มีมาตรฐาน และมีประสิทธิภาพ โดยผู้ใช้ในระดับห้องปฏิบัติการที่ลงทะเบียนจะเห็นเฉพาะข้อมูลของตนเอง แต่ผู้ใช้ในระดับผู้บริหารจะเห็นข้อมูลทั้งหมดของส่วนงานที่ตนเองรับผิดชอบ และผู้ดูแลระบบสามารถเห็นข้อมูลได้ทั้งหมด เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการบริหารจัดการความเสี่ยงได้อย่างเหมาะสม จึงมีความจำเป็น และเป็นข้อกำหนดของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยว่าทุกห้องปฏิบัติการ ทุกคลังสารเคมีที่มีการจัดซื้อและ/หรือจัดเก็บสารเคมีต้องลงทะเบียนกับระบบ ChemTrack ในการลงทะเบียนสารเคมีจะได้รหัสประจำขวดสารเคมีในรูปแบบของบาร์โค้ด ซึ่งต้องนำไปติดไว้ที่ข้างขวดสารเคมี และต้องมีการปรับปรุงข้อมูลสารเคมีที่อยู่ในความครอบครองให้เป็นปัจจุบันอย่างสม่ำเสมอ กล่าวคือ เมื่อใช้สารหมดหรือมีการเปลี่ยนมือผู้ครอบครองข้ามห้องปฏิบัติการหรือข้ามคลังสารเคมีต้องเข้าไปปรับปรุงข้อมูลในระบบด้วย

ผู้เกี่ยวข้องสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่เว็บไซต์ https://www.shecu.chula.ac.th/home/content.asp?Cnt=134

2.2 ระบบการจัดการของเสียอันตราย (WasteTrack)

ระบบการจัดการข้อมูลของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดำเนินการโดยใช้โปรแกรมการจัดการของเสียอันตราย (WasteTrack) ซึ่งผนวกเป็นส่วนหนึ่งของระบบการจัดการความปลอดภัยสารเคมีและของเสียอันตราย (ChemTrack & WasteTrack) โดยใช้ชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเดียวกัน ห้องปฏิบัติการที่จะใช้โปรแกรม WasteTrack ต้องผ่านการลงทะเบียนและฝึกอบรมการใช้งานทั้งโปรแกรม ChemTrack และ WasteTrack การจัดการข้อมูลของเสียด้วยโปรแกรม WasteTrack ช่วยให้หน่วยงานภายใต้จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีรูปแบบการจัดเก็บของเสียอันตรายของห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพ ปลอดภัย เป็นไปตามมาตรฐาน และเป็นไปในแนวทางเดียวกัน อีกทั้งยังสามารถเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณของเสีย ความเป็นอันตราย ผู้รับกำจัดและงบประมาณ เพื่อนำไปใช้ในการบริหารจัดการ โดยผู้ใช้จะต้องจำแนกประเภทสารเคมีตามที่กำหนดโดยระบบ ติดฉลากให้ชัดเจน และเก็บไว้ที่ห้องปฏิบัติการก่อน เมื่อต้องการทิ้งให้บันทึกข้อมูลเข้าระบบตามรอบที่กำหนดโดยส่วนกลาง (ประมาณเดือนละครั้ง) ซึ่งเจ้าหน้าที่ส่วนกลางจะแจ้งรหัสกำกับขวดของเสียกลับมาให้ พร้อมทั้งนัดหมายวันเวลา และสถานที่จัดส่งเพื่อนำไปบำบัดต่อไป

ผู้เกี่ยวข้องสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่เว็บไซต์ https://www.shecu.chula.ac.th/home/content.asp?Cnt=134

2.3 การสำรวจสภาพความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand, ESPReL) ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เพื่อสร้าง

เครื่องมือที่ช่วยในการสำรวจสภาพความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการที่เรียกว่า ESPReL checklist ซึ่งครอบคลุมองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการที่มีการใช้สารเคมีรวม 7 ด้าน ซึ่งเชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ (รูปในหน้า 5) ได้แก่

1) การบริหารระบบจัดการความปลอดภัย

2) ระบบการจัดการสารเคมี

3) ระบบการจัดการของเสีย

4) ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ

5) ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย

6) การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

7) การจัดการข้อมูลและเอกสาร

เพื่อสร้างวัฒนธรรมการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยในองค์กร และเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานและผู้บริหารเห็นช่องว่างหรือจุดอ่อนที่จะสามารถพัฒนาปรับปรุงได้ในเรื่องของความปลอดภัย และเพื่อเป็นการรองรับมาตรฐานความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการที่จะพึงมีในอนาคต ทุกห้องปฏิบัติการจะต้องลงทะเบียนตามระบบของ ESPReL ที่เว็บไซต์ http://esprel.labsafety.nrct.go.th และเข้าไปประเมินตนเองตาม checklist ที่อยู่ในระบบซึ่งครอบคลุมทั้ง 7 องค์ประกอบ ในการจัดทำ checklist ให้เกิดประโยชน์สูงสุด หัวหน้าห้องปฏิบัติการและสมาชิกในห้องปฏิบัติการทุกระดับควรประชุมทำความเข้าใจและลงความเห็นร่วมกันในการตอบคำถามแต่ละข้อ และควรให้คำอธิบายประกอบในทุกข้อที่ตอบว่ามี/ใช่ เมื่อกรอกเสร็จแล้ว ระบบจะสามารถประมวลผลเป็นกราฟแสดงคะแนนที่ได้จากการสำรวจในแต่ละหัวข้อ ซึ่งจะชี้ว่าห้องปฏิบัติการของตนเองมีสภาพความปลอดภัยอย่างไร และมีจุดแข็งจุดอ่อนในองค์ประกอบทั้ง 7 ด้านเป็นอย่างไร เพื่อจะได้นำจุดอ่อนมาแก้ไขปรับปรุงต่อไป ผลการประมวลดังกล่าวยังแสดงการพัฒนาตนเองและสามารถเปรียบเทียบกับห้องปฏิบัติการอื่นได้ในช่วงเวลาที่กำหนด (ควรมีการประเมินเป็นประจำอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง)

ผู้เกี่ยวข้องสามารถศึกษารายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่เว็บไซต์ http://esprel.labsafety.nrct.go.th

3. อันตรายในห้องปฏิบัติการ

อันตรายในห้องปฏิบัติการอาจแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มได้ ดังนี้

1) อันตรายทางเคมี (chemical hazards) เกิดจากฤทธิ์ของสารเคมี เช่น การกัดกร่อน

2) อันตรายทางกายภาพ (physical hazards) เช่น อุบัติเหตุจากไฟ การระเบิด เครื่องแก้วที่แตกหัก ไฟฟ้าลัดวงจร การยศาสตร์ (ergonomics) รังสี และ กัมมันตรังสี

3) อันตรายทางชีวภาพ (biological hazards) เกิดจาก จุลินทรีย์ และ ไวรัส เป็นต้น

ผลกระทบจากอันตรายแบบต่าง ๆ ข้างต้นที่มีต่อสุขภาพ (health hazards) แบ่งได้เป็น ผลกระทบแบบเฉียบพลัน (acute effect) และ ผลกระทบแบบเรื้อรัง (chronic effect)

สำหรับอันตรายทางเคมี สารเคมีเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง ดังนี้

1) การสูดดม หรือ ระบบหายใจ

2) การสัมผัสผ่านทางผิวหนังหรือดวงตา

3) การกลืนกิน

สารเคมีทุกชนิดอาจทำให้เกิดอันตรายได้ถ้าได้รับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมากพอ โดยความรุนแรงขึ้นกับชนิดและปริมาณของสารที่ได้รับ ระยะเวลาของการที่ได้รับสาร และรูปแบบการรับสารสู่ร่างกาย

อันตรายที่อาจเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ มีดังนี้

- อันตรายจากการสูดดมไอของสารเคมี

การสูดดมไอของสารเคมีโดยตรงทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ จมูก คอ และปอด ความเป็นอันตรายขึ้นอยู่กับชนิด ปริมาณที่ได้รับเข้าสู่ร่างกาย และระยะเวลาสัมผัส ควรหลีกเลี่ยงการสูดดมไอของสารเคมีโดยตรง

- อันตรายจากการสัมผัสสารเคมี

สารเคมีหลายประเภท เช่น กรดและเบส กัดกร่อนผิวหนังได้ จึงควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสสารเหล่านี้โดยตรง หากสารเคมีหกเลอะบนพื้นโต๊ะปฏิบัติการหรือที่ใดก็ตาม ให้ทำความสะอาดทันทีด้วยความระมัดระวัง เพื่อป้องกันไม่ให้เป็นอันตรายต่อผู้อื่น โดยต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม ในกรณีที่สารเคมีหกในปริมาณมาก ไม่ควรจัดการด้วยตัวเอง ให้แจ้งเจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการมาจัดการ

- อันตรายจากการกลืนกินสารเคมี

สารเคมีเข้าปากอาจเกิดขึ้นจากอาหารที่ปนเปื้อนสารเคมี มือที่สัมผัสสารเคมีแล้วหยิบอาหารเข้าปาก หรือการใช้ปากดูดสารเคมีด้วยปิเปต การป้องกันคือ

- ☐ **ไม่ใช้**ปากดูดสารเคมีในการปิเปตสาร
- ☐ **ห้าม**นำอาหารหรือเครื่องดื่มเก็บในตู้เย็นที่เก็บสารเคมีหรือตู้น้ำแข็ง
- ☐ **ห้าม**ใช้อุปกรณ์จากห้องปฏิบัติการไปผสมหรือปรุงอาหาร
- ☐ **ห้าม**รับประทานน้ำแข็งจากตู้น้ำแข็งในห้องปฏิบัติการ
- ☐ **ห้าม**นำอาหารและเครื่องดื่มเข้ามาในห้องปฏิบัติการ
- ☐ ล้างมือทุกครั้งเมื่อเปื้อนสารเคมีหรือมีการหยิบจับสิ่งของที่เปื้อนสารเคมี
- ☐ ล้างมือให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการและก่อนรับประทานอาหาร

อันตรายจากกายภาพที่พบบ่อยในห้องปฏิบัติการ มีดังนี้

- อันตรายจากการสัมผัสของร้อน

การสัมผัสกับอุปกรณ์ที่มีอุณหภูมิสูง ถูกลวกด้วยของเหลวที่มีความร้อนสูง อาจทำให้ผิวหนังไหม้เกรียม

ข้อควรปฏิบัติ :
ใช้ถุงมือกันความร้อนหรืออุปกรณ์สำหรับหยิบหรือจับของร้อน

- อันตรายจากการสัมผัสของเหลวเย็นยิ่งยวด

ของเหลวเย็นยิ่งยวด (cryogenic liquids)[1] คือ แก๊สเหลวในภาชนะบรรจุ ภายใต้ความดันซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิต่ำมาก (ต่ำกว่า –150 °C) เช่น แก๊สไนโตรเจนเหลว แก๊สฮีเลียมเหลว การสัมผัสของเหลวเย็นยิ่งยวดอาจทำให้เนื้อเยื่อเย็นจัดจนแข็งตัว อาการเจ็บปวดจะไม่เกิดทันที แต่จะเกิดเมื่อเนื้อเยื่อที่เย็นแข็งตัวเริ่มละลายเนื่องจากเนื้อเยื่อส่วนนั้นถูกทำลายไปแล้ว ผิวหนังบวมแดงคล้ายการสัมผัสของร้อน หรือเกิดการบวมเป็นน้ำเหลือง

ข้อควรระวังอีกประการคือ เมื่อของเหลวเย็นยิ่งยวดสัมผัสกับโลหะจนโลหะนั้นมีอุณหภูมิลดต่ำมาก หากส่วนของร่างกายไปสัมผัสกับโลหะเย็นจัดนี้ เนื้อเยื่อจะติดแน่นกับโลหะ เมื่อขยับหรือแกะออกจากโลหะ อาจทำให้ผิวหนังฉีกขาดได้ นอกจากนี้แก๊สที่รั่วซึมออกมาเนื่องจากการขยายตัวสามารถแทนที่ออกซิเจนในอากาศทำให้ระดับแก๊สออกซิเจนลดลง ส่งผล

[1]Canadian Centre for Occupational Health and Safety
(https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/cryogenic/cryogen1.html)

ให้การหายใจขัดข้องไปจนถึงการเสียชีวิตเนื่องจากขาดอากาศหายใจ ดังนั้นหากต้องปฏิบัติงานกับของเหลวเย็นยิ่งยวด ต้องหลีกเลี่ยงการสัมผัสและระมัดระวังการรั่วไหล

ข้อควรปฏิบัติ :
ใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ได้แก่ แว่นตานิรภัย ถุงมือกันความเย็น

- อันตรายจากไฟไหม้

เกิดจากการให้ความร้อนแก่สารไวไฟหรือมีแหล่งกำเนิดไฟอยู่ในบริเวณใกล้เคียง นอกจากนี้ยังอาจเกิดจากปฏิกิริยาเคมี หรืออาจเกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าเกินกำลังหรือไฟฟ้าลัดวงจร

ข้อควรปฏิบัติ :
- *กรณีใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ไวไฟ* เช่น ไดเอทิลอีเทอร์ ให้ใช้ในอ่างน้ำร้อนเท่านั้น ห้ามให้ความร้อนโดยตรงด้วยเปลวไฟหรือเตาให้ความร้อน (hot plate) และไม่ควรปล่อยตัวทำละลายอินทรีย์ไวไฟไว้ในบีกเกอร์โดยไม่มีฝาปิด เพราะไอของตัวทำละลายซึ่งหนักกว่าอากาศจะแผ่ปกคลุมไปตามโต๊ะหรือพื้นห้องปฏิบัติการจนถึงแหล่งกำเนิดไฟแล้วลุกเป็นไฟ และลุกลามกลับมาที่บีกเกอร์จนเกิดไฟไหม้รุนแรงได้ (flash back) - *กรณีใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า* ไฟไหม้อาจเกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟเกินกำลัง หรือเกิดไฟฟ้าลัดวงจร จนเกิดความร้อนหรือประกายไฟไปติดเชื้อไฟที่อยู่ใกล้ ๆ ห้ามเสียบปลั๊กเครื่องใช้ไฟฟ้าหลาย ๆ เครื่องที่เต้าเดียว หลีกเลี่ยงการใช้ปลั๊กพ่วงต่อ โดยเฉพาะเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูง และไม่ควรใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ให้ความร้อนใกล้สารเคมีที่มีสมบัติไวไฟหรือวัสดุที่เป็นเชื้อไฟ ระวังสายไฟไม่ให้พาดไปบน hot plate เพราะสายไฟอาจไหม้และทำให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้

- อันตรายจากการระเบิด

การระเบิดอาจเกิดจากการขยายตัวของสารเคมีในภาชนะปิดที่ไม่มีช่องระบายไอออกจากระบบ หรือเกิดจากปฏิกิริยาที่ก่อให้เกิดแก๊สอย่างรุนแรงหรือให้ความร้อนสูง การระเบิดอาจทำให้เศษภาชนะ แก๊สหรือของเหลวที่กลายเป็นไอและสารเคมีที่บรรจุอยู่กระเด็นถูกร่างกาย

ข้อควรปฏิบัติ :
ก่อนเริ่มทำการกระทำใด ๆ ที่เสี่ยงต่อการทำให้เกิดความดันสูง เช่น การต้มสารเคมี การใช้แก๊สอัดความดัน ต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่ามีช่องทางระบายไอออกจากระบบ การทดลองปฏิกิริยาเคมีที่รุนแรงต้องได้รับคำแนะนำจากอาจารย์หรือผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ ในการเตรียมสารเคมีที่เกิดปฏิกิริยาคายความร้อนสูง เช่น การเจือจางกรดแก่ด้วยน้ำ **ต้องเทกรดลงน้ำ** และคนของผสมตลอดเวลา **ห้าม**เทน้ำลงกรดเพราะจะเกิดความร้อนที่รุนแรง กรดอาจกระเด็นถูกร่างกายและกัดกร่อนผิวหนังได้

- อันตรายจากของมีคม

ของมีคม เช่น เศษแก้ว หรือเครื่องแก้วแตกหักจากการใช้งาน เช่น การต่อสายยางกับเครื่องแก้ว เช่น คอนเดนเซอร์ หรือการใช้มือเปล่าเปิดจุกแก้วที่ปิดแน่นอาจเกิดการบาดและเป็นอันตรายรุนแรง

ข้อควรปฏิบัติ :
- การต่อเครื่องแก้วสองชิ้นเข้าด้วยกันให้ป้ายน้ำหรือกรีสบาง ๆ ที่บริเวณข้อต่อ ใช้ผ้าจับและหมุนเครื่องแก้วเข้าด้วยกัน - การดึงเครื่องแก้วออกจากกันให้ใช้ผ้าจับและใช้แรงเพียงเล็กน้อยเพื่อหมุนดึงเครื่องแก้วออกจากกัน หากจุกแก้วปิดแน่นค่อย ๆ ขยับจุกแก้วซ้ายขวาเบา ๆ และออกแรงดึงเล็กน้อย อาจใช้ไม้เคาะเบา ๆ ที่รอยต่อของจุกกับตัวขวด หากยังไม่สามารถเปิดออกได้ ให้แจ้งอาจารย์หรือผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ หากมีเศษแก้วแตกบนโต๊ะ หรือบนพื้น ให้เก็บเศษแก้วใส่ภาชนะที่จัดเตรียมไว้ด้วยความระมัดระวัง และทำความสะอาดสารเคมีที่หกบนพื้นโต๊ะปฏิบัติการหรือพื้นห้องอย่างเหมาะสม

- อันตรายจากแก๊สอัด

แก๊สบรรจุถังส่วนใหญ่ถูกเก็บไว้ภายใต้ความดันสูง หากวาล์วควบคุมเสียหาย หรือการปล่อยแก๊สจากถังลงไปในระบบปิดที่ไม่มีทางระบายออก จะทำให้เกิดอันตรายเนื่องจากแรงดันของแก๊สได้ ถังแก๊สเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักมาก หากล้มอาจเกิดการระเบิดและทำให้ผู้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงได้รับบาดเจ็บและทำให้อุปกรณ์เสียหาย จึงต้องให้ความระมัดระวังในการเก็บและเคลื่อนย้ายถังแก๊สเป็นพิเศษ แก๊สที่บรรจุในถังมีอันตรายแตกต่างกัน บางชนิดไวไฟ (เช่น ไฮโดรเจน บิวเทน) บางชนิดเป็นพิษ (เช่น คลอรีน คาร์บอนมอนอกไซด์) บางชนิดแม้ไม่เป็นพิษโดยตรงแต่ก็ทำให้ขาดอากาศหายใจ (เช่น ไนโตรเจน อาร์กอน คาร์บอนไดออกไซด์)

ข้อควรปฏิบัติ :
ระบุในหัวข้อ 12.4 ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้แก๊สอัดและแก๊สเหลว

4. การประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงของการทดลอง คือ การคาดการณ์ล่วงหน้าถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับการทดลองหรือการปฏิบัติงาน มีจุดประสงค์หลักคือ เพื่อให้ผู้ทำการทดลองทราบและตระหนักถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อตนเองและผู้อื่น และมีการวางแผนแก้ไขปัญหาหรือเตรียมตัวรับมือกับอันตรายนั้น ๆ หลักในการะประเมินความเสี่ยงของการทดลอง มีดังนี้

4.1 การทดลองที่พึงให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ

การทดลองที่พึงให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ ได้แก่การทดลองที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1) การทดลองที่มีสเกลใหญ่ ใช้สารปริมาณมาก
2) การทดลองที่ใช้สารที่ไวต่อน้ำหรืออากาศ ได้แก่สารต่อไปนี้
   - โลหะแอลคาไล เช่น Li, Na, K
   - โลหะที่เป็นผงละเอียด เช่น Pd, Ni, Al, Zn
   - $LiAlH_4$, NaH และโลหะไฮไดรด์อื่น ๆ
   - RLi RMgX LDA และสารประกอบออร์แกโนเมทัลลิกอื่น ๆ
   - แอซิดเฮไลด์ เช่น PCl_3, $POCl_3$, $SOCl_2$, acetyl chloride
3) การทดลองที่เกี่ยวข้องกับสารออกซิไดส์อย่างแรงหรือสารระเบิดได้ ได้แก่สารต่อไปนี้
   - azides
   - เปอร์ออกไซด์อินทรีย์
   - คลอเรตและเปอร์คลอเรต
   - ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ความเข้มข้น >35%
   - กรดไนตริกเข้มข้น
   - diazomethane
4) การทดลองที่ใช้สารที่เป็นพิษร้ายแรง เช่น arsenic compounds, mercury compounds, lead compounds, cadmium compounds, cyanides
5) การทดลองที่ใช้สารก่อมะเร็งหรือสารที่ทำให้เกิด irreversible effect อื่น ๆ เช่น nickel compounds, formaldehyde, benzidine และ naphthylamine, acrylamide, acrylonitrile, epichlorohydrin และ epoxides, benzene, HMPTA, 1,2-dibromoethane, dimethyl sulfate, alkyl halides, alkyl sulfate, alkyl sulfonates, N-nitroso compounds, hydrazine และอนุพันธ์
6) การทดลองที่ทำภายใต้ความดันสูงหรือต่ำกว่าปกติ

7) การทดลองที่เกี่ยวข้องกับสารกัมมันตรังสี

8) การทดลองที่มีการใช้แก๊สไฮโดรเจน

9) การทดลองที่มีสารที่เข้ากันไม่ได้ เช่น กรด-เบส (เข้มข้นหรือปริมาณมาก) สารออกซิไดส์-สารรีดิวซ์

10) การทดลองที่มีการให้ความร้อนเป็นเวลานาน เช่น ข้ามคืน หรือในช่วงที่ไม่มีคนดูแล

4.2 ระดับความเสี่ยงของการทดลองและแนวทางการประเมินความเสี่ยง

ก่อนทำปฏิบัติการใด ๆ ที่เข้าข่าย “การทดลองที่พึงให้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ” ตามที่ระบุในข้อ 4.1 หรือการทดลองอื่นที่เข้าข่ายมีความเสี่ยง ผู้ปฏิบัติงานควรจัดทำการประเมินความเสี่ยง (risk assessment) ตามแนวทางที่ส่วนงานหรือผู้ดูแลห้องปฏิบัติการกำหนด โดยทำเป็นลายลักษณ์อักษร เช่น แบบฟอร์มประเมินความเสี่ยงของการทดลอง ดังตัวอย่างในรูปที่ 1 ซึ่งแต่ละห้องปฏิบัติการสามารถออกแบบแบบฟอร์มดังกล่าวให้เหมาะสมกับบริบทของงานในห้องปฏิบัติการนั้น ๆ ดังตัวอย่างการกรอกแบบประเมินความเสี่ยงของกิจกรรมจากห้องปฏิบัติการหนึ่ง (รูปที่ 2 (ก) และ (ข)) นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการควรมีมาตรการแจ้งเตือนผู้ที่อาจได้รับผลกระทบทราบและมีแนวทางการตอบโต้เหตุฉุกเฉินที่สามารถปฏิบัติตามได้ทันท่วงที ณ บริเวณที่ทำการทดลอง

แบบประเมินความเสี่ยงของการทดลอง

ห้องปฏิบัติการ..... ชั้น..... อาคาร .....

วัน-เวลาที่ทำการทดลอง.....ผู้ทดลอง.....

หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อในกรณีฉุกเฉิน .....

ประเภทของการทดลอง .....

ระดับความเสี่ยง ( ) ความเสี่ยงสูง ( ) ความเสี่ยงปานกลาง

รายละเอียดของการทดลองโดยสังเขป

สารเคมีที่ใช้ (ระบุชื่อ ปริมาณ และความเป็นอันตราย)

.....

.....

การติดป้ายเตือนให้ระมัดระวัง

.....

.....

การประเมินความเสี่ยง อันตรายที่อาจเกิดขึ้น และแผนตอบโต้เหตุฉุกเฉิน

.....

.....

ลงชื่อ ..... ลงชื่อ .....

(.....) (.....)

ผู้ทดลองและประเมินความเสี่ยง อาจารย์ที่ปรึกษา/ผู้ควบคุม

รูปที่ 1 ตัวอย่างแบบประเมินความเสี่ยงของการทดลอง

Last updated: Jan 2015 **TV06** Updated by:
Expiry date: Jan 2016 Approved by:

แบบประเมินความเสี่ยงของกิจกรรม

ห้องปฏิบัติการ 1338 -1339 ชั้น 13 อาคาร มหามกุฏ
วัน-เวลาที่ทำการทดลอง 27 ส.ค.2559 ผู้ทดลอง .....

ลักษณะของกิจกรรม

[ ] ปฏิกิริยาสเกลใหญ่ (>10 g)
[ ] ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับสารออกซิไดส์หรือสารระเบิดได้
[✓] สารก่อมะเร็งหรือสารที่ทำให้เกิด irreversible effect อื่นๆ
[ ] ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับสารกัมมันตรังสี
[ ] ปฏิกิริยาของสารที่เข้ากันไม่ได้ เช่นกรด-เบส (เข้มข้นหรือปริมาณมาก) สารออกซิไดส์-สารรีดิวซ์
[ ] อื่นๆ ระบุ

[ ] ปฏิกิริยาที่ใช้สารที่ไวต่อน้ำหรืออากาศ
[ ] ปฏิกิริยาที่ใช้สารที่เป็นพิษร้ายแรง
[ ] ปฏิกิริยาที่ทำภายใต้ความดันสูงหรือต่ำกว่าปกติ
[ ] ปฏิกิริยาที่มีการใช้แก๊สไฮโดรเจน
[ ] ปฏิกิริยาที่มีการให้ความร้อนเป็นเวลานานเช่นข้ามคืน หรือในช่วงที่ไม่มีคนดูแล

ระดับความเสี่ยง

[✓] A กิจกรรมดังกล่าวข้างต้นที่ใช้สารไวต่อน้ำหรืออากาศ ปฏิกิริยาไฮโดรจิเนชั่น ปริมาณตั้งแต่ 10 mmol ขึ้นไป ปฏิกิริยาที่ใช้สารก่อมะเร็งหรือ irreversible effect อื่นๆ หรือเป็นพิษร้ายแรง และปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้องกับสารกัมมันตรังสี รวมทั้งปฏิกิริยาใดๆ ก็ตามที่ทำภายใต้ความดันสูงกว่า 5 บรรยากาศ หรือปฏิกิริยาที่ทำภายใต้ความดันต่ำกว่า 1 mmHg (ยกเว้นการทำสารให้แห้งและกลั่นแบบลดความดัน) ต้องให้อาจารย์ที่ปรึกษาลงนามรับรองและอาจารย์ที่ปรึกษาหรือผู้ได้รับมอบหมายต้องอยู่ควบคุมขณะทดลอง ติดป้ายสีแดงเพื่อแสดงรายละเอียดและมาตรการตอบโต้เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน ณ บริเวณที่ทำการทดลอง

[ ] B ได้แก่กิจกรรมที่เข้าข่ายข้างต้น แต่อยู่นอกเหนือจากการทดลองที่ระบุว่ามีความเสี่ยงระดับ A ให้อาจารย์ที่ปรึกษาหรือผู้ที่อาจารย์ที่ปรึกษามอบหมายเป็นผู้ลงนามรับรอง นิสิตระดับปริญญาตรีและผู้ทดลองที่ยังไม่มีประสบการณ์ต้องมีผู้ที่อาจารย์ที่ปรึกษามอบหมายควบคุมการทดลอง ติดป้ายสีแดงเพื่อแสดงรายละเอียดและมาตรการตอบโต้เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน ณ บริเวณที่ทำการทดลอง

[ ] การทดลองอื่นนอกเหนือจาก A และ B ได้รับการยกเว้นไม่ต้องประเมินความเสี่ยง แต่ต้องติดป้ายสีขาวแสดงรายละเอียดของกิจกรรมและมาตรการตอบโต้เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

หมายเหตุ: ป้ายแสดงรายละเอียดกิจกรรมอยู่ในกล่องบนตู้ desiccator ข้างตู้เย็นห้อง 1338

ข้าพเจ้าได้ศึกษาเอกสาร MSDS และประเมินความเสี่ยงของกิจกรรมข้างต้นอย่างถี่ถ้วนแล้ว (ระบุรายละเอียดด้านหลัง)

ลงชื่อ .....
(.....)
ผู้ทำการทดลอง

อนุมัติให้ทำการทดลองได้

ลงชื่อ .....
(.....)
อาจารย์ที่ปรึกษา/ผู้ที่ได้รับมอบหมาย

โปรดเก็บแบบฟอร์มนี้ไว้กับสมุดบันทึกผลการทดลองเพื่อเป็นหลักฐาน

รูปที่ 2 (ก) ตัวอย่างการกรอกแบบประเมินความเสี่ยงของกิจกรรม (หน้า 1) จากห้องปฏิบัติการหนึ่ง

Last updated: Jan 2015 **TV06** Updated by:
Expiry date: Jan 2016 Approved by:

รายละเอียดของการทดลองโดยสังเขป

Aflatoxin B1 detection

สารเคมีสำคัญที่ใช้ (ระบุชื่อ ปริมาณ และความเป็นอันตราย) ตรวจสอบจากเอกสาร MSDS

สารที่ใช้ (ระบุ CAS)	ความเข้มข้น/ปริมาณที่ใช้	ลักษณะความเป็นอันตราย
Aflatoxin B1 (7962-65-8)	9.6 µm	Carcinogen

การประเมินความเสี่ยงและแผนตอบโต้เหตุฉุกเฉิน

ความเสี่ยง	ระดับความเสี่ยง*	มาตรการป้องกัน	แผนตอบโต้เหตุฉุกเฉิน
[ ] ไฟไหม้	C.....L.....R.....		
[ ] ปฏิกิริยาที่ควบคุมไม่ได้หรือระเบิด	C.....L.....R.....		
[✓] การสัมผัสสาร	C.1...L.3...R.3.....	ใส่ถุงมือ	
[ ] อื่นๆ	C.....L.....R.....		
[ ] อื่นๆ	C.....L.....R.....		

* C = Consequence (4: severe, 3: major; 2: moderate; 1: minor), L = Likelihood (4: most likely 3: probably; 2: possible; 1: unlikely), R = Risk (C*L, very high: 12-16, high: 8-9, medium 4-6, low: 2, negligible: 1)

โปรดเก็บแบบฟอร์มนี้ไว้กับสมุดบันทึกผลการทดลองเพื่อเป็นหลักฐาน

รูปที่ 2 (ข) ตัวอย่างการกรอกแบบประเมินความเสี่ยงของกิจกรรม (หน้า 2) จากห้องปฏิบัติการหนึ่ง

5. การจัดการห้องปฏิบัติการให้มีสภาพเหมาะสม (housekeeping)

ความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการโดยมีพื้นที่ทำงานสะอาด เครื่องมือและอุปกรณ์ สารเคมีจัดเป็นระเบียบถูกต้องตามหลักการ จะช่วยเสริมสร้างความปลอดภัยและสุขอนามัยที่ดีแก่ผู้ปฏิบัติงาน และทำให้ผลการทดลองมีความน่าเชื่อถือด้วย ข้อแนะนำการจัดห้องปฏิบัติการให้เป็นระเบียบมีดังนี้คือ

1) บริเวณพื้นที่ใช้งาน บริเวณประตูทางเข้า-ออก บริเวณติดตั้งเครื่องมือ บริเวณเครื่องล้างตา บริเวณฝักบัวฉุกเฉิน โต๊ะปฏิบัติการ ตู้ดูดควัน โต๊ะทำงาน อ่างล้างเครื่องแก้ว ต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง เพื่อให้เข้าใช้งานได้อย่างสะดวก
2) จัดวางเครื่องมือ เครื่องใช้ สารเคมี ให้เป็นระเบียบ ในพื้นที่ที่จัดไว้โดยเฉพาะ ห่างจากประตูเข้า-ออก ไม่วางบนพื้น กีดขวางทางเดิน และบันได
3) จัดเก็บสารเคมีตามคำแนะนำในหัวข้อ 12.1 และควรเก็บขวดสารเคมีกลับเข้าที่เมื่อสิ้นสุดภารกิจในแต่ละวัน **ห้าม**ใช้ตู้ดูดควันเป็นตู้เก็บสารเคมี
4) รักษาความสะอาดและทำความสะอาดพื้นที่ทำงานทุกครั้งเมื่อเสร็จภารกิจในแต่ละวัน ทำความสะอาดพื้นห้องอย่างสม่ำเสมอ กรณีมีการหกของสารเคมีต้องทำความสะอาดโดยทันที โดยปฏิบัติตามคู่มือความปลอดภัย

6. การจัดการลักษณะกายภาพของห้องปฏิบัติการ

โดยทั่วไปเมื่อพูดเรื่องความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ คนส่วนใหญ่มักจะคิดถึงแต่มาตรการควบคุมต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย ซึ่งรวมถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสม ซึ่งแนวคิดเหล่านี้เป็นหลักการความปลอดภัยที่ตั้งอยู่บนพื้นฐานของกระบวนการทำงาน เครื่องมือ หรือวิธีการปฏิบัติงานที่มีอยู่แล้ว กล่าวอีกนัยหนึ่งคือเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุ การแก้ปัญหาที่ต้นเหตุจะใช้การควบคุมทางวิศวกรรม (engineering controls) ซึ่งจะมีประสิทธิผลมากกว่าเพราะเป็นการออกแบบเพื่อขจัดอันตราย ณ จุดเกิดเหตุ กล่าวคือ ความปลอดภัยเริ่มตั้งแต่กระบวนการออกแบบ การติดตั้งอุปกรณ์ หรือเครื่องมือที่เหมาะสมถือเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ใช้เครื่องมือทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้รับบาดเจ็บหรืออันตรายจากการทำงานลดลง อุปกรณ์ที่มักพบในห้องปฏิบัติการ ได้แก่

6.1 ตู้ดูดควันหรือตู้ดูดไอสารเคมี



ในการทำงานกับสารเคมีที่เป็นอันตราย เช่น สารไวไฟ สารพิษ และสารกัดกร่อนทุกครั้งควรใช้ตู้ดูดควัน ซึ่งออกแบบให้ดูดเอาไอระเหยของสารเคมีต่าง ๆ ระหว่างทำการทดลองออกสู่ภายนอกอาคาร โดยมีระบบกำจัดไอสารเคมีด้วยน้ำหรือด้วยแผ่นกรองดูดซับไอสารเคมีก่อนจะปล่อยสู่บรรยากาศ

ข้อแนะนำ

- จัดตั้งอุปกรณ์และชุดการทดลองให้ลึกเข้าไปในตู้ดูดควัน ห่างจากด้านหน้าประมาณ 6 – 10 นิ้ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดไอระเหยของตู้ดูดควัน

- ขณะใช้งานให้ดึงหน้าต่างกระจกของตู้ดูดควันลงมาให้อยู่ในระดับที่สามารถสอดมือผ่านเข้าไปทำงานได้สะดวก (ไม่สูงกว่า 1 ฟุต) ไม่ยื่นศีรษะเข้าไปในตู้ดูดควัน
- หลังการใช้งาน เช็ดทำความสะอาดพื้นและหน้าต่างกระจกทันทีที่สารเคมีกระเด็นเปื้อน ดึงหน้าต่างกระจกลงมาให้อยู่เหนือพื้นตู้ประมาณ 1 – 2 นิ้ว
- ไม่เก็บวางของและสารเคมีในตู้ดูดควันอย่างถาวร นอกจากอุปกรณ์ที่จำเป็นกับการใช้งาน
- ควรตรวจสอบ ดูแล และบำรุงรักษาตู้ดูดควันหรือตู้ดูดไอสารเคมีอย่างสม่ำเสมอ

6.2 ระบบระบายอากาศและปรับอากาศ

เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งในห้องปฏิบัติการเพื่อให้เกิดการหมุนเวียนของอากาศ หรือการถ่ายเทอากาศให้เหมาะต่อการหายใจ โดยเจือจางและขจัดมลภาวะในอากาศออกจากห้องปฏิบัติการ ระบบระบายอากาศที่เหมาะสมสามารถควบคุมระดับสิ่งปนเปื้อนในอากาศให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ควบคุมความร้อน ความชื้นให้อยู่ในระดับที่ส่งเสริมการทำงานของผู้ปฏิบัติงานให้รู้สึกสบาย ส่งผลให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดี นอกจากนี้ระบบระบายอากาศที่ดียังสามารถป้องกันไม่ให้เกิดอัคคีภัยหรือการระเบิดในกรณีที่มีไอของตัวทำละลายฟุ้งกระจายในปริมาณที่เข้าข่ายอันตราย เพราะความร้อนหรือประกายไฟจะทำให้เกิดการติดไฟลุกไหม้ได้

ในห้องปฏิบัติการควรมีการติดตั้งระบบระบายอากาศและ/หรือระบบปรับอากาศตาม “มาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ วสท. 3003-50”[2] ตัวอย่าง เช่น ช่องลม พัดลมดูดอากาศ พัดลมเพดาน เครื่องปรับอากาศ ต้องติดตั้งในตำแหน่งและจำนวนที่เหมาะสมกับการทำงานและสภาพแวดล้อม ถ้าห้องปฏิบัติการไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ/ระบบระบายอากาศ หรือไม่มีการถ่ายเทอากาศจากธรรมชาติ ให้ติดตั้งระบบเครื่องกลเพื่อช่วยในการระบายอากาศในบริเวณที่ลักษณะงานก่อให้เกิดสารพิษหรือกลิ่นไม่พึงประสงค์



ช่องลม



พัดลมดูดอากาศ



พัดลมเพดาน



เครื่องปรับอากาศ

รูปที่ 3 ตัวอย่างระบบระบายอากาศและปรับอากาศในห้องปฏิบัติการ

ข้อแนะนำ

- ควรตรวจสอบ ดูแล และบำรุงรักษาระบบระบายอากาศและปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ

6.3 ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง

เป็นระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานที่สำคัญ เนื่องจากอุปกรณ์/เครื่องมือต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการต้องใช้ไฟฟ้าในการทำงาน รวมถึงการทำกิจกรรมต่าง ๆ การติดตั้งระบบไฟฟ้าและแสงสว่างควรคำนึงถึงความปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดอันตรายใน

[2]คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 2 (สิงหาคม 2558) และคำอธิบายประกอบการกรอก ESPReL Checklist (ดาวน์โหลดได้จาก http://esprel.labsafety.nrct.go.th/files/ESPReL-Book2.pdf)

การใช้งาน หรือทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานจนเป็นผลให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงาน ห้องปฏิบัติการควรออกแบบระบบไฟฟ้าและแสงสว่างตรงตามมาตรฐานกฎหมาย โดยทั่วไปมีรายละเอียดดังนี้

- มีปริมาณแสงสว่างพอเพียง ประมาณ 300 – 500 ลักซ์[3] และมีคุณภาพเหมาะสมกับการทำงาน
- ระบบไฟฟ้ากำลังของห้องปฏิบัติการต้องมีปริมาณกำลังไฟพอเพียงต่อการใช้งาน โดยเมื่อมีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าพร้อมกันแล้วไม่ก่อให้เกิดไฟดับ หรือการตัดไฟของเบรกเกอร์
- อุปกรณ์สายไฟฟ้า เต้ารับ เต้าเสียบ ต้องไม่ชำรุดและได้มาตรฐาน[4]
- มีการติดตั้งแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าในบริเวณที่เหมาะสม ควรหลีกเลี่ยงการติดตั้งในบริเวณอ่างน้ำ หรือถ้าหากจำเป็นควรเลือกใช้ชนิดที่มีฝาครอบกันน้ำ
- อุปกรณ์ไฟฟ้าและแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าต้องมีการต่อสายดิน
- อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่มีการต่อสายพ่วง หากหลีกเลี่ยงไม่ได้ไม่ควรต่อสายพ่วงนานเกินกว่า 8 ชั่วโมง และไม่ต่อสายพ่วงหลายอันซ้อนกัน
- ระบบควบคุมไฟฟ้าของห้องปฏิบัติการต้องสามารถเข้าถึงเพื่อการซ่อมบำรุงและตรวจสภาพได้ง่าย
- อุปกรณ์ตัดตอนไฟฟ้าขั้นต้นในห้องปฏิบัติการ เช่น ฟิวส์ (fuse) เครื่องตัดวงจร (circuit breaker) ต้องสามารถใช้งานได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าในพื้นที่ข้างเคียงหรือพื้นที่โดยรวมของอาคาร และติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงเพื่อการซ่อมบำรุงและตรวจสภาพได้ง่าย
- ติดตั้งระบบแสงสว่างฉุกเฉินในปริมาณและบริเวณที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถใช้ส่องสว่างบนเส้นทางหนีไฟและแสดงทิศทางการหนีไฟเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินได้
- มีระบบไฟฟ้าสำรองด้วยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สามารถใช้ในการจ่ายไฟฟ้าสำหรับวงจรไฟฟ้าที่จำเป็นในกรณีเกิดภาวะฉุกเฉินได้ เช่น ระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉิน ระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย ระบบดูดและระบายควัน ระบบอัดอากาศสำหรับบันไดหนีไฟ เป็นต้น

<u>ข้อแนะนำ</u>

- ควรตรวจสอบ ดูแล และบำรุงรักษาระบบไฟฟ้ากำลังและไฟฟ้าแสงสว่างอย่างสม่ำเสมอ

7. ข้อปฏิบัติทั่วไปในการใช้ห้องปฏิบัติการ

- ผู้ทำปฏิบัติการต้องทราบข้อมูลเรื่องความปลอดภัย การป้องกันอันตรายจากสารเคมี อันตรายที่อาจเกิดจากการปฏิบัติงาน การปฐมพยาบาลเบื้องต้น ข้อมูลการจัดการสารอันตรายเมื่อเกิดอุบัติเหตุจากเพลิงไหม้ และจากการหกรั่วไหล รวมถึงการจัดการของเสียที่เกิดขึ้น
- สวมแว่นตานิรภัย (safety glasses) ตลอดเวลาที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ **<u>ห้าม</u>**ใส่คอนแทคเลนส์
- สวมเสื้อคลุมปฏิบัติการและติดกระดุมให้เรียบร้อยขณะทำปฏิบัติการ
- สวมรองเท้าหนังปิดเท้าหุ้มส้นที่สามารถปกป้องเท้าได้ทั้งหมดขณะทำปฏิบัติการ **<u>ห้าม</u>**สวมรองเท้าแตะหรือรองเท้าส้นสูง
- ถอดเนคไทหรือเก็บปลายเนคไทเข้าไปในเสื้อ

---

[3]ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง มาตรฐานความเข้มของแสงสว่าง (ดาวน์โหลดได้จาก http://www.oshthai.org/attachments/article/1264/1264.PDF)

[4]มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ของอุปกรณ์ไฟฟ้า (เข้าถึงได้จาก https://www.tisi.go.th/)

- รวบผมให้เรียบร้อย **ห้าม**ใส่หมวกหรือผ้าพันคอ
- **ห้าม**สูบบุหรี่
- **ห้าม**นำอาหาร เครื่องดื่ม เข้ามาในห้องปฏิบัติการ
- **ห้าม**ทำปฏิบัติการโดยลำพัง
- **ห้าม**ทำปฏิบัติการนอกเวลาที่กำหนด ยกเว้นอาจารย์หรือผู้ดูแลห้องปฏิบัติการอนุญาตและมีผู้ดูแลตลอดเวลา โดยต้องปฏิบัติตามระเบียบของห้องปฏิบัติการ
- **ห้าม**ผู้ไม่เกี่ยวข้อง เข้ามาในบริเวณห้องปฏิบัติการ ทั้งในเวลาและนอกเวลาที่กำหนด ยกเว้นอาจารย์หรือผู้ดูแลห้องปฏิบัติการอนุญาตและมีผู้ดูแลตลอดเวลา โดยต้องปฏิบัติตามระเบียบของห้องปฏิบัติการ
- **ห้าม**หยอกล้อหรือวิ่งเล่นในห้องปฏิบัติการ
- เก็บสัมภาระให้เรียบร้อย ไม่เกะกะขวางทางเดินหรือพื้นที่ทำปฏิบัติการ
- ตรวจดูสายไฟหรือปลั๊กไฟที่ต่อกับอุปกรณ์หรือเครื่องมือก่อนใช้งานว่ามีสภาพสมบูรณ์
- ศึกษาเส้นทางและทางออกฉุกเฉิน รวมถึงตำแหน่งถังดับเพลิง อุปกรณ์ตอบโต้เหตุฉุกเฉิน เช่น อ่างล้างตาฉุกเฉิน ที่ล้างตัวฉุกเฉิน อุปกรณ์ปฐมพยาบาล เพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน
- **ห้าม**ล็อกประตูทางเข้า-ออก ขณะทำปฏิบัติการ
- ทิ้งของเสียสารเคมีตามข้อกำหนดของห้องปฏิบัติการ
- ปิดน้ำ ปิดไฟ และวาล์วแก๊สให้สนิททุกครั้งหลังการใช้งาน และตรวจสอบอีกครั้งให้แน่ใจก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ
- ถอดถุงมือ เสื้อคลุมปฏิบัติการ และล้างมือให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ
- เมื่อเกิดอุบัติเหตุไม่ว่าจะเล็กน้อยหรือรุนแรง หรือเกิดเหตุฉุกเฉินต้องแจ้งอาจารย์ หรือผู้ดูแลห้องปฏิบัติการทันทีอย่าพยายามแก้ไขสถานการณ์เอง

8. อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment, PPE)

อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เป็นอุปกรณ์สำหรับผู้ปฏิบัติงานสวมใส่ขณะทำงานเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากสภาพและสิ่งแวดล้อมในการทำงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เป็นหนึ่งในหลายวิธีเพื่อป้องกันอันตรายจากการทำงาน ซึ่งโดยทั่วไปจะถือว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพน้อยกว่าการควบคุมสิ่งแวดล้อมในการทำงานให้ปลอดภัยก่อน แต่ในสภาพแวดล้อมของการทำงานบางอย่าง เช่น ในห้องปฏิบัติการเคมี แม้จะมีการควบคุมดังกล่าวแล้วก็ยังมีความจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลมาประกอบเพิ่มเติมเพื่อป้องกันการสูญเสียและลดความรุนแรงของความสูญเสียที่อาจเกิดต่อชีวิตและทรัพย์สิน

8.1 แว่นตานิรภัย (safety glasses/safety goggles/face shield)

แว่นตานิรภัยเป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่อใบหน้าและดวงตาจากการกระเด็นของวัสดุต่าง ๆ สารเคมีเหลว กรด เบส และไอของสารเคมี ผู้ปฏิบัติงานกับสารเคมีต้องสวมแว่นตานิรภัย ซึ่งเป็นมาตรการบังคับขั้นต่ำสำหรับทุกห้องปฏิบัติการที่ใช้สารเคมี **ห้าม**สวมคอนแทคเลนส์ในห้องปฏิบัติการเคมีหรือในพื้นที่ที่มีสารเคมีหรือฝุ่นละออง

แว่นตานิรภัยแบบครอบดวงตา (safety goggles) ให้การปกป้องได้ดีกว่าแว่นตานิรภัยทั่วไป (safety glasses) แต่มีข้อเสียคือมักสะสมไอน้ำทำให้เป็นฝ้าได้ง่าย การจะเลือกใช้ safety glasses หรือ goggles ขึ้นกับความเสี่ยงของงานที่ทำ เช่น การเตรียมสารละลายกรดเป็นปริมาณมากมีความเสี่ยงที่จะกระเด็นเข้าตาสูง การใช้ goggles น่าจะเหมาะสมกว่าแว่นตานิรภัย ในกรณีที่มีความเสี่ยงมาก (เช่น การระเบิด) จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันอื่นเพิ่มเติม เช่น face shield ร่วมกับแว่นตานิรภัยหรือ safety goggles แว่นตานิรภัยแบบต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 4



safety glasses



safety goggles



face shield

รูปที่ 4 แว่นตานิรภัย

8.2 เสื้อคลุมปฏิบัติการ



รูปที่ 5 เสื้อคลุมปฏิบัติการ

เสื้อคลุมปฏิบัติการใช้ป้องกันอันตรายจากการกระเด็นหกของสารเคมี โดยเลือกเสื้อคลุมปฏิบัติการที่ทำจากวัสดุทนต่อสารเคมี เป็นเสื้อแขนยาวหรือแขนสั้นที่มีขนาดเหมาะสมกับร่างกาย มีความยาวประมาณครึ่งแข้ง และ**ต้องติดกระดุมทุกเม็ด** ในกรณีที่ใช้เสื้อคลุมปฏิบัติการแขนยาวเกินไป ในขณะปฏิบัติงานปลายแขนเสื้ออาจพลาดเกี่ยวเข้ากับอุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมีได้ ดังนั้นให้ระมัดระวังในการใช้งาน **ควรแยกซักทำความสะอาดเสื้อคลุมปฏิบัติการออกจากเสื้อผ้าอื่น ๆ**

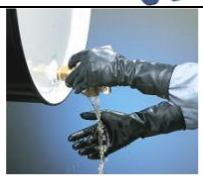
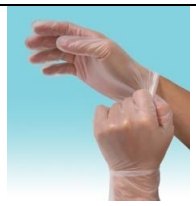
นอกจากเสื้อคลุมปฏิบัติการจะช่วยป้องกันเสื้อผ้าเลอะเทอะแล้ว ยังช่วยลดอันตรายจากไฟไหม้และสารหกใส่ร่างกาย โดยสามารถถอดทิ้งได้ทันทีเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้น ดังนั้นจึงเป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่ต้องบังคับใช้ในห้องปฏิบัติการที่มีการใช้สารเคมีทุกประเภท

8.3 ถุงมือ

ถุงมือเป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากสารเคมีซึมเข้าสู่ผิวหนัง การถูกบาดหรือถลอก การเผาไหม้จากความร้อนหรือสารเคมี ผู้ปฏิบัติงานต้องเลือกประเภทของถุงมือให้เหมาะสมกับการใช้งาน ระยะเวลาในการสัมผัส และความเป็นอันตรายของสารเคมี ซึ่งตรวจสอบได้จากเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS) ของสารเคมีนั้น ๆ **ในห้องปฏิบัติการเคมีระดับพื้นฐานควรใช้ถุงมือยางสังเคราะห์ประเภทไนไทรล์มากกว่าถุงมือที่ผลิตจากยางธรรมชาติ (ลาเท็กซ์)** ตัวอย่างประเภทถุงมือและการใช้งานแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ถุงมือและการใช้งาน

ถุงมือ	การใช้งาน	รายละเอียด
 พลาสติกหรือยาง	งานทั่วไป	- สำหรับงานทำความสะอาดทั่วไป **<u>ห้าม</u>**ใช้จับของร้อนเพราะพลาสติกหรือยางอาจหลอมละลายได้ - เป็นถุงมือที่มีความคงทนสามารถใช้ได้นาน หลังใช้งานแล้วสามารถนำถุงมือมาทำความสะอาดและนำกลับมาใช้ได้ใหม่

ถุงมือ	การใช้งาน	รายละเอียด
	กันความร้อน	ควรใช้ถุงมือสำหรับป้องกันงานที่ใช้ความร้อนสูง ตามมาตรฐาน EN Standards (European standard) รหัส EN407* **ห้าม**ใช้ถุงมือกันความร้อนที่ทำด้วยใยหินกับสารเคมี *http://www.thai-safetywiki.com/
	กันความเย็น	ควรใช้ถุงมือสำหรับป้องกันความเย็น ตามมาตรฐาน EN Standards (European standard) รหัส EN511* *http://www.thai-safetywiki.com/
 ยางบิวทิล (butyl rubber)	กันสารเคมี[5]	มีความทนทานสูงมากที่สุดต่อการซึมผ่านของแก๊สและไอน้ำ จึงมักใช้ในการทำงานกับสารกลุ่มเอสเทอร์และคีโตน
 นีโอพรีน (Neoprene)		มีความทนทานต่อการถลอกและขีดข่วนปานกลาง ทนแรงดึงและความร้อนได้ดี มักใช้งานกับกรด สารกัดกร่อน และน้ำมัน
 ไนไทรล์ (nitrile)		ถุงมือสำหรับใช้ป้องกันสารเคมีทั่วไป ทนทานต่อการฉีกขาด การแทง ทะลุ และการขีดข่วน สามารถป้องกันสารเคมีกลุ่มตัวทำละลาย (ยกเว้นตัวทำละลายบางชนิด เช่น ไดคลอโรมีเทน) น้ำมัน ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมและสารกัดกร่อนบางชนิด
 พอลิไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride, PVC)		ทนทานต่อรอยขีดข่วนได้ดีมาก และสามารถป้องกันมือจากไขมัน กรด และสารกลุ่ม ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน
 พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol, PVA)		สามารถป้องกันการซึมผ่านของแก๊สได้ดีมาก สามารถป้องกันตัวทำละลายชนิดอะโรมาติก (aromatic) และคลอริเนต (chlorinated) ได้ดีมาก แต่ไม่สามารถใช้กับน้ำหรือสารที่ละลายในน้ำ

[5]การใช้ถุงมือกันสารเคมีควรใช้ครั้งเดียวทิ้ง เนื่องจากเกิดการปนเปื้อนสารเคมี

ถุงมือ	การใช้งาน	รายละเอียด
 ไวทอน (Viton)	กันสารเคมี[6]	มีความทนทานต่อตัวทำละลายชนิดอะโรมาติกและคลอริเนตได้ดีเยี่ยม มีความ ทนทานมากต่อการฉีกขาดหรือการขีดข่วน
 ซิลเวอร์ชิลด์ (silver shield)		ทนต่อสารเคมีที่มีพิษและสารอันตรายหลายชนิด จัดเป็นถุงมือที่ทนทานต่อสารเคมีระดับสูงที่สุด

ข้อแนะนำ

- แม้ว่าถุงมือที่ผลิตจากยางธรรมชาติจะมีความยืดหยุ่น สามารถป้องกันอันตรายจากสารเคมีบางชนิด เช่น กรด-เบสอ่อน เกลือ สารลดแรงตึงผิว และแอลกอฮอล์ แต่มีข้อจำกัดเพราะสารเคมีหลายชนิดสามารถซึมผ่านถุงมือยางได้ เช่น ตัวทำละลายคลอริเนต dimethyl mercury เป็นต้น ดังนั้นจึงไม่ควรสวมถุงมือที่ผลิตจากยางธรรมชาติเพื่อป้องกันอันตรายจากสารเคมี
- **ห้าม**สวมถุงมือออกนอกห้องปฏิบัติการ และไม่ใช้ถุงมือสัมผัสสิ่งต่าง ๆ เช่น ลูกบิดประตู ก๊อกน้ำ คีย์บอร์ด หรือโทรศัพท์ เป็นต้น
- การถอดถุงมือต้องมีเทคนิคที่ไม่ทำให้มือสัมผัสกับสารปนเปื้อนภายนอกของถุงมือ (สามารถสืบค้นวิธีการถอดถุงมือที่ถูกต้องจากคำสำคัญ เช่น removing contaminated gloves, how to remove gloves, how to safely remove disposable gloves, proper way to take off contaminated gloves เป็นต้น)
- ไม่นำถุงมือแบบใช้แล้วทิ้ง (disposable) กลับมาใช้ซ้ำ
- ถุงมือที่ใช้แล้วให้ทิ้งเป็นขยะประเภทของแข็งที่เผาไหมได (combustible solid waste)

8.4 รองเท้า

รองเท้าเป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากการตกหล่นของเครื่องแก้วหรือของมีคมลงบนเท้า ป้องกันเศษแก้วบนพื้น และป้องกันการหกหรือหยดของสารเคมีลงบนเท้าหรือบนพื้น รองเท้าควรทำจากวัสดุที่ทนต่อสารเคมี สามารถปกปิดฝ่าเท้าและนิ้วเท้าทั้งหมด รองเท้าผ้าใบไม่เหมาะกับห้องปฏิบัติการเนื่องจากสารเคมีสามารถซึมผ่านผ้าได้ และไม่ควรสวมรองเท้าส้นสูงในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 6 ตัวอย่างรองเท้าที่สามารถปกปิดฝ่าเท้าและนิ้วเท้าทั้งหมด

[6]การใช้ถุงมือกันสารเคมีควรใช้ครั้งเดียวทิ้ง เนื่องจากเกิดการปนเปื้อนสารเคมี

8.5 หน้ากาก

หน้ากากเป็นอุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจจากการสูดดมฝุ่นละออง หมอก ควัน หน้ากากที่สามารถกันไอสารเคมี กรด เบส จะมีตัวกรองไอสารหรือมีตัวดูดซับสิ่งปนเปื้อน การเลือกใช้ต้องคำนึงถึงศักยภาพและประสิทธิภาพของตัวกรอง (filter) หรือตัวดูดซับ (chemical adsorbent) เพื่อป้องกันสารอันตรายที่กฎหมายกำหนด เช่น โครเมียม ตะกั่ว ให้ต่ำกว่าระดับการได้รับสัมผัสสารจากการทำงาน (Occupational Exposure Level, OEL)[7] หน้ากากที่ใช้ในห้องปฏิบัติการไม่เหมาะที่จะใช้ป้องกันตัวในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน เช่น แก๊สรั่วในปริมาณมาก ไม่ว่าจะเป็นแก๊สพิษหรือแก๊สที่ไม่มีพิษ

ข้อแนะนำ

- ควรศึกษาและปฏิบัติตามข้อแนะนำการใช้จากผู้ผลิต
- ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจให้ถูกประเภท ไม่ชำรุดและสวมได้กระชับกับใบหน้า
- มีการบำรุงรักษาทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ หน้ากากป้องกันไอสารชนิดมีตัวกรองมีอายุการใช้งาน เมื่อหมดอายุใช้งานตัวกรองจะเสื่อมประสิทธิภาพ









หน้ากากป้องกันฝุ่นละออง หน้ากากป้องกันสารเคมี

รูปที่ 7 ตัวอย่างหน้ากากประเภทต่าง ๆ

[7]ประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง ขีดจำกัดความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย (ดาวน์โหลดได้จาก http://www.oshthai.org/images/PDF/2017/11/917-1.pdf)

9. อุปกรณ์ตอบโต้เหตุฉุกเฉินในห้องปฏิบัติการ

9.1 ที่ล้างตัวและอ่างล้างตาฉุกเฉิน



ที่ล้างตัวฉุกเฉิน เป็นอุปกรณ์ชำระล้างร่างกายกรณีฉุกเฉิน ควรติดตั้งในที่ที่เข้าถึงได้ง่ายภายใน 10 วินาที

อ่างล้างตาฉุกเฉิน เป็นอุปกรณ์ล้างตาที่มีการปรับความแรงของน้ำสำหรับการล้างตาโดยเฉพาะ หากไม่มีให้ใช้ก๊อกน้ำ ควรติดตั้งในที่ที่เข้าถึงได้ง่ายภายใน 10 วินาที

ข้อแนะนำ

- **ห้าม**มีของวางเกะกะในบริเวณใกล้เคียง ควรตรวจสอบการทำงานของที่ล้างตัวและอ่างล้างตาฉุกเฉินเป็นประจำ เช่น ความต่อเนื่องในการไหลของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ การผ่านน้ำทิ้งเพื่อป้องกันสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ

9.2 ถังดับเพลิง

เป็นอุปกรณ์สำหรับดับไฟที่เริ่มก่อตัวขึ้นหรือไฟไหม้ขนาดเล็ก เพื่อป้องกันไม่ให้ไฟลุกลามต่อไป ในถังดับเพลิงจะมีน้ำยาดับเพลิงเพียงพอสำหรับดับเพลิงในเวลาสั้น ๆ นิสิต/อาจารย์หรือผู้ดูแลห้องปฏิบัติการควรได้รับการฝึกฝนการใช้ถังดับเพลิงที่เหมาะสมกับประเภทของแหล่งกำเนิดไฟ

1) ถังดับเพลิงประเภทผงเคมีแห้ง (dry chemical powder)

ถังดับเพลิงประเภทผงเคมีแห้ง แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ ชนิด ABC และ BC

ชนิดผงเคมีแห้ง ABC เป็นถังดับเพลิงอเนกประสงค์สามารถดับเพลิงประเภท A, B และ C ได้ กล่าวคือ เพลิงที่เกิดจากเชื้อเพลิงธรรมดา (เพลิงประเภท A) เช่น ไม้ ผ้า กระดาษ พลาสติก เพลิงที่เกิดจากแก๊ส ของเหลวติดไฟ ไขและน้ำมันต่าง ๆ (เพลิงประเภท B) และเพลิงที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้า (เพลิงประเภท C) (แต่อุปกรณ์อาจเสียหาย) ถังดับเพลิงชนิดนี้จะเป็นถังสีแดง ดังรูปที่ 8

ชนิดผงเคมีแห้ง BC เป็นถังดับเพลิงที่สามารถดับเพลิงได้เฉพาะเพลิงประเภท B และ C เท่านั้น ไม่สามารถดับเพลิงประเภท A ได้



รูปที่ 8 ถังดับเพลิงประเภทผงเคมีแห้ง

2) เครื่องดับเพลิงประเภทน้ำ (water)

เครื่องดับเพลิงประเภทน้ำเป็นเครื่องดับเพลิงที่สามารถดับเพลิงได้เฉพาะเพลิงประเภท A หรือเชื้อเพลิงทั่วไปเท่านั้น ไม่สามารถดับเพลิงประเภทอื่น ๆ ได้ อาจอยู่ในรูปของสายส่งน้ำแบบยางม้วน (fire hose reel) ในตู้ดับเพลิง (รูปที่ 9)



รูปที่ 9 ตู้ดับเพลิงที่มีสายส่งน้ำแบบยางม้วน

3) ถังดับเพลิงประเภทโฟม (foam)

ถังดับเพลิงประเภทโฟม เป็นถังดับเพลิงที่บรรจุด้วยน้ำผสมกับสารเคมี AFFF (Aqueous Film Forming Foam) ที่มีความดันสูง ใช้สำหรับเพลิงประเภท A และ B ไม่เหมาะกับเพลิงประเภท C เพราะมีส่วนประกอบของน้ำที่เป็นสื่อทางไฟฟ้า (รูปที่ 10)



รูปที่ 10 ถังดับเพลิงประเภทโฟม

4) ถังดับเพลิงประเภทสารเหลวระเหย (halon)

ถังดับเพลิงประเภทสารเหลวระเหย ดังรูปที่ 11 (halon หรือสารอื่นที่คล้ายคลึงกัน) เป็นถังดับเพลิงที่เหมาะสำหรับการดับเพลิงทั้งสามประเภท คือ A, B และ C เวลาฉีดจะไม่มีสารตกค้างเหมาะกับอุปกรณ์ที่มีราคาสูงหรือเสียหายง่าย เช่น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 11 ถังดับเพลิงประเภทสารเหลวระเหย

5) ถังดับเพลิงประเภทแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide)
ถังดับเพลิงประเภทแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นถังดับเพลิงที่บรรจุด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ความดันสูง เหมาะสำหรับการดับเพลิงประเภท B และ C แต่ไม่เหมาะที่จะใช้ในขณะไฟฟ้าลัดวงจรอยู่ และไม่เหมาะกับประเภท A ข้อสังเกตของถังชนิดนี้จะมีปลายพลาสติกคล้ายกรวยสีดำ เพื่อป้องกันความเย็นจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (รูปที่ 12)



รูปที่ 12 ถังดับเพลิงประเภทแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์

6) ถังดับเพลิงประเภทเคมีเหลว (wet chemical)
เป็นถังดับเพลิงชนิดเคมีเหลว หรือเคมีดับเพลิงสูตรน้ำ ดังรูปที่ 13 น้ำยาที่ฉีดออกมา จะมีลักษณะเป็นละอองฝอย กระจายแผ่ออก เพื่อดับไฟ และคลุมพื้นผิวให้เย็นลง โดยไม่ก่อให้เกิดสารพิษ เหมาะสำหรับดับไฟที่เกิดจากไขมัน น้ำมันปรุงอาหาร (เพลิงประเภท K) เช่น ในครัว ภัตตาคาร ร้านอาหาร ร้านสะดวกซื้อ โรงพยาบาล โรงแรม โรงเรียน



รูปที่ 13 ถังดับเพลิงประเภทเคมีเหลว

ข้อแนะนำ

- ตรวจสอบถังดับเพลิงให้พร้อมใช้สม่ำเสมออย่างน้อยเดือนละหนึ่งครั้ง

9.3 อุปกรณ์แจ้งสัญญาณเตือนภัยจากไฟไหม้

1) อุปกรณ์แจ้งเหตุด้วยมือ





เป็นอุปกรณ์แจ้งสัญญาณเตือนภัยเมื่อเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ หากพบเห็นไฟที่ควบคุมไม่ได้ให้ดึงเพื่อส่งสัญญาณพร้อมแจ้งผู้รับผิดชอบ หากได้ยินสัญญาณเตือนภัยให้รีบออกจากห้องปฏิบัติการทันทีไปยังจุดรวมพล

2) อุปกรณ์เริ่มสัญญาณอัตโนมัติ

อุปกรณ์ตรวจจับควัน (smoke detector) 	เมื่อมีควันเกิดขึ้นจนถึงระดับที่ตัวจับสัญญาณสามารถตรวจวัดได้ จะส่งสัญญาณไปที่ระบบแจ้งเตือนด้วยเสียง
อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (heat detector) 	เมื่อตัวตรวจจับความร้อนสามารถตรวจวัดอุณหภูมิได้ถึงค่าที่กำหนดไว้ จะส่งสัญญาณไปที่ระบบแจ้งเตือนด้วยเสียง

ข้อแนะนำ

- ตรวจสอบอุปกรณ์แจ้งสัญญาณเตือนภัยจากไฟไหม้อย่างสม่ำเสมออย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง

9.4 อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สรั่วไหล



เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจจับแก๊สรั่วไหลในบรรยากาศ โดยส่งสัญญาณเสียงและ/ไฟกระพริบให้ผู้ปฏิบัติงานรับทราบกรณีที่มีแก๊สรั่วไหลเกินระดับที่ตั้งค่าไว้

(ที่มา: https://www.nanasupplier.com/tag/12037)

ข้อแนะนำ

- ตรวจสอบอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สรั่วไหลให้พร้อมใช้สม่ำเสมออย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง

9.5 อุปกรณ์ปฐมพยาบาล



เป็นอุปกรณ์สำหรับปฐมพยาบาลเมื่อได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย เช่น ของมีคมบาด แผลถลอก น้ำร้อนลวก เป็นต้น อุปกรณ์ปฐมพยาบาลประกอบด้วย น้ำยาเช็ดแผล น้ำยาล้างแผล น้ำยาฆ่าเชื้อ พลาสเตอร์ยา ผ้าพันแผล เทปกาว เจลทาผิวหนังน้ำร้อนลวก สำลี ถุงมือทางการแพทย์ คีมคีบและกรรไกร

(ที่มา: http://tq-supply.lnwshop.com)

ข้อแนะนำ

- อุปกรณ์ปฐมพยาบาลควรได้รับการตรวจสอบสภาพอย่างสม่ำเสมอทุกเดือน

10. สัญลักษณ์แสดงอันตรายของสารเคมี

สัญลักษณ์แสดงอันตรายของสารเคมีในคู่มือนี้ได้รวบรวมไว้ 4 ระบบ ดังนี้

10.1 ระบบ Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals (GHS)

ระบบ GHS เป็นระบบการจำแนกประเภทความเป็นอันตราย การสื่อสารข้อมูลความเป็นอันตราย ข้อควรระวังของการสารเคมีผ่านการติดฉลาก และเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS) เพื่อให้แต่ละประเทศสามารถสื่อสารและเข้าใจข้อมูลความเป็นอันตรายที่เกิดจากสารเคมีในทิศทางเดียวกัน ระบบ GHS ครอบคลุมสารเคมีเดี่ยวและสารผสมทุกชนิด แต่ไม่ครอบคลุมถึง ยารักษาโรค เครื่องสำอาง วัตถุเจือปนอาหาร และสารเคมีตกค้างในอาหาร

ระบบ GHS แบ่งกลุ่มความเป็นอันตรายเป็น 3 ด้าน คือ

- ความเป็นอันตรายทางกายภาพ (17 ประเภท) เช่น การระเบิด สารไวไฟ ของเหลวที่ถูกอัดในภาชนะกับแก๊ส (aerosols) ที่อาจติดไฟ เป็นต้น
- ความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ (10 ประเภท) เช่น ความเป็นพิษเฉียบพลัน ความระคายเคืองต่อผิวหนังหรือดวงตา การก่อมะเร็ง เป็นต้น
- ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (2 ประเภท) ได้แก่ ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ และความเป็นอันตรายต่อชั้นบรรยากาศ

นอกจาก ชื่อผลิตภัณฑ์ ชื่อผู้ผลิต ชื่อสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ/ที่เป็นอันตรายในผลิตภัณฑ์ที่ต้องแสดงบนฉลากของผลิตภัณฑ์แล้ว ระบบ GHS กำหนดให้ต้องแสดงข้อมูลเหล่านี้บนฉลากด้วย

1) คำสัญญาณ (signal word) ตามระดับความเป็นอันตรายสาร ได้แก่ “Danger” (อันตราย) หรือ “Warning” (ระวัง)
2) สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายของสารเคมี (hazard pictogram) ซึ่งตามระบบ GHS กำหนดไว้ 9 รูป (รูปที่ 14) ตามประเภทความเป็นอันตราย
3) ข้อความแสดงความเป็นอันตราย (hazard statement) เพื่อสื่อสารข้อมูลความเสี่ยง
4) ข้อควรปฏิบัติเพื่อป้องกันอันตราย เก็บรักษา กำจัดกาก และจัดการเมื่อมีเหตุฉุกเฉิน (precautionary statement)

อันตรายด้านกายภาพ



- สารไวไฟ
- สารที่ทำปฏิกิริยาได้ด้วยตนเอง
- สารที่ลุกติดไฟได้เอง
- สารที่เกิดความร้อนได้เอง
- สารที่ให้แก๊สไวไฟ



- สารออกซิไดส์
- สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์



- วัตถุระเบิด
- สารที่ทำปฏิกิริยาได้ด้วยตนเอง
- สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์



- แก๊สภายใต้ความดัน

อันตรายด้านสุขภาพ



- เป็นอันตรายถึงชีวิต



- กัดกร่อน



- ระคายเคือง
- ทำให้เกิดการแพ้ที่ผิวหนัง
- เป็นพิษเฉียบพลัน
- ระคายเคืองทางเดินหายใจ



- ก่อมะเร็ง
- เกิดการแพ้หรือหอบหืดหรือหายใจลำบากเมื่อสูดดม
- เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์
- เป็นพิษต่อระบบอวัยวะเป้าหมาย
- ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์
- อันตรายจากการสำลัก

อันตรายด้านสิ่งแวดล้อม



- เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ



- เป็นอันตรายต่อชั้นโอโซน

รูปที่ 14 สัญลักษณ์แสดงประเภทของสารเคมีและวัตถุอันตรายตามระบบ GHS

10.2 ระบบ European Economic Community (EEC)

ตามข้อกำหนดของ EEC ที่ 67/548/EEC ของสหภาพยุโรป สัญลักษณ์แสดงอันตรายจะอยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีส้ม และมีตัวสัญลักษณ์เป็นสีดำ ดังรูปที่ 15 แต่อย่างไรก็ดี สัญลักษณ์ลักษณะนี้อาจจะพบเห็นน้อยลงในปัจจุบัน เนื่องจากสหภาพยุโรปได้ประกาศยกเลิกการใช้งานเมื่อปี พ.ศ. 2558 โดยให้ใช้สัญลักษณ์ตามระบบ GHS แทน

คลาส E	สารระเบิดได้ (explosive) สัญลักษณ์รูปแสดงการระเบิด
คลาส F/F+	สารไวไฟ/ไวไฟสูงมาก (flammable/highly flammable) สัญลักษณ์รูปเปลวไฟ
คลาส O	สารออกซิไดส์ (oxidizing agent) สัญลักษณ์รูปเปลวไฟบนวงกลม
คลาส T/T+	สารที่เป็นพิษ/เป็นพิษมาก (toxic/highly toxic) สัญลักษณ์รูปกระโหลกไขว้
คลาส Xn	สารที่เป็นอันตราย (harmful) สัญลักษณ์รูปกากบาท
คลาส Xi	สารระคายเคือง (irritant) สัญลักษณ์รูปกากบาท
คลาส C	สารกัดกร่อน (corrosive) สัญลักษณ์เป็นรูปของเหลวหกจากหลอดทดลองถูกมือและโลหะ
คลาส N	สารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม สัญลักษณ์เป็นรูปต้นไม้และปลาตาย

สัญลักษณ์	ประเภท	สัญลักษณ์	ประเภท
	ระเบิดได้ (explosive)		ไวไฟมาก (flammable)
	ให้ออกซิเจน (oxidizing)		เป็นพิษ (toxic)

สัญลักษณ์	ประเภท	สัญลักษณ์	ประเภท
	อันตราย (harmful)		ระคายเคือง (irritant)
	กัดกร่อน (corrosive)		เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (dangerous for the environment)

รูปที่ 15 สัญลักษณ์แสดงประเภทของสารเคมีและวัตถุอันตรายตามระบบ EEC

10.3 ระบบ United Nations (UN)

ระบบ UN เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับการขนส่งสินค้าอันตราย หรือสารเคมีอันตราย โดยแบ่งวัตถุอันตรายออกเป็น 9 ประเภท มีสัญลักษณ์แสดงอันตรายอยู่ในกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่วางด้านมุมลง และมีตัวเลขกำกับเพื่อบอกกลุ่มความเป็นอันตราย และมีตัวเลขหนึ่งหรือสองหลักตามหลังทศนิยม เช่น 5.1 5.2 เพื่อแบ่งเป็นกลุ่มย่อยตามระดับความเป็นอันตราย ดังรูปที่ 16

<table>
<tr><td colspan="5"><u>ประเภทที่ 1</u> สารระเบิดได้ (explosives)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3"><u>ประเภทที่ 2</u> แก๊ส (gases)</td><td colspan="2"><u>ประเภทที่ 3</u> ของเหลวไวไฟ (flammable liquids)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3"><u>ประเภทที่ 4</u> ของแข็งไวไฟ (flammable solids)</td><td colspan="2"><u>ประเภทที่ 5</u> สารออกซิไดซ์และสารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ (oxidizing agents and organic peroxides)</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5"><u>ประเภทที่ 6</u> สารพิษและสารติดเชื้อ (toxic/poisonous and infectious substances)</td></tr>
</table>

				
<u>ประเภทที่ 7</u> วัสดุกัมมันตรังสี (radioactive)				
				
<u>ประเภทที่ 8</u> สารกัดกร่อน (corrosives)		**<u>ประเภทที่ 9</u>** สารอันตราย (miscellaneous dangerous goods)		
				

รูปที่ 16 สัญลักษณ์แสดงประเภทของสารเคมีและวัตถุอันตรายตามมาตรฐาน UN

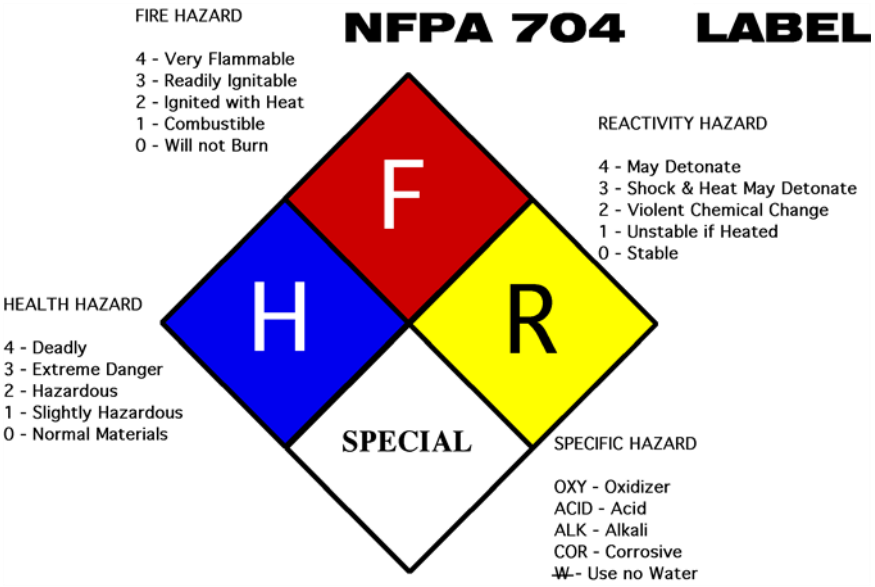


ที่มา: ไทยรัฐออนไลน์ 9 เม.ย. 2555 (https://www.thairath.co.th/content/251894)

สัญลักษณ์ดังรูปจะปรากฏบนรถขนส่งสารอันตราย ชุดตัวเลขที่แสดงรหัสบ่งชี้ความอันตราย (hazard identification number) เป็นตัวเลขที่ปรากฏอยู่ครึ่งบนของแผ่นป้ายสีส้มประกอบด้วยตัวเลข 2 – 3 หลัก เช่น 80 หมายถึง สารกัดกร่อนหรือสารกัดกร่อนเล็กน้อย (corrosive or slightly corrosive substance) และหมายเลข UN (UN Number) เป็นตัวเลข 4 หลักที่อยู่ครึ่งล่างของแผ่นป้ายสีส้มซึ่งแสดงชนิดของสาร ป้ายสัญลักษณ์เพื่อการขนส่งในระบบ UN นี้ ใช้เพื่อสื่อสารในการขนส่งสารเคมี หากมีเหตุรั่วไหลผู้พบเห็นสามารถแจ้งสัญลักษณ์หรือ UN number (เลข 4 หลัก) ไปยังผู้มีหน้าที่เผชิญเหตุให้ทราบว่าสารนั้นคืออะไร

10.4 ระบบ National Fire Protection Association (NFPA)

ป้ายแสดงระดับความเป็นอันตรายของสารเคมีของเอ็นเอฟพีเอ (NFPA[8] hazard rating signs) ที่แสดงด้วย code 704[9] ดังรูปที่ 17 เป็นระบบที่ใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประเมินความเสี่ยงในการทำงาน และการตอบโต้สถานการณ์ฉุกเฉิน (emergency response) สำหรับพนักงานดับเพลิงให้มีความระมัดระวังระหว่างผจญเพลิง ป้ายเตือนตามระบบ NFPA นี้ไม่ใช่สัญลักษณ์สากลที่ใช้ทั่วไป แต่อาจพบในเอกสาร Safety Data Sheet (SDS) หรือใช้สำหรับติดภาชนะบรรจุ บริเวณที่เก็บสารเคมี หรือบริเวณที่มีคนงานปฏิบัติงานซึ่งเกี่ยวข้องกับสารเคมีนั้น ๆ เพื่อบอกระดับความรุนแรงของสารเคมีที่มีผลต่อสุขภาพ ความไวไฟ ความไวในปฏิกิริยา และข้อมูลที่บอกลักษณะพิเศษของสารเคมี เพื่อที่ผู้ปฏิบัติงานจะได้เกิดความระมัดระวังและปฏิบัติงานกับสารเคมีนั้น ๆ ได้อย่างถูกวิธี



รูปที่ 17 สัญลักษณ์แสดงประเภทของสารเคมีและวัตถุอันตรายตามข้อกำหนดของ NFPA

สีน้ำเงิน (H) บอกผลต่อสุขภาพ (health) โดย

H4 ผลรุนแรงมาก แม้ได้รับเพียงช่วงเวลาสั้นๆ อาจมีอาการสาหัสหรือทำให้เสียชีวิต เช่น ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ฟอสจีน (phosgene)

H3 ผลรุนแรง หากได้รับเพียงช่วงเวลาสั้น ทำให้เกิดอาการรุนแรงหรือทุพพลภาพถาวรได้ เช่น แก๊สคลอรีน (Cl_2) กรดซัลฟิวริก (sulfuric acid)

H2 ผลปานกลาง ได้รับเป็นช่วง ๆ หรือต่อเนื่องแต่ไม่ประจำ อาจเป็นสาเหตุให้ไร้ความสามารถชั่วคราวหรือเป็นอันตรายแบบถาวรได้ เช่น เบนซีน (benzene) ไอโอดีน (iodine)

H1 ผลเล็กน้อย ได้รับแล้วอาจทำให้เกิดระคายเคือง และอาจทำให้เกิดแผลเป็นเล็กน้อยเท่านั้น เช่น อะซิโตน (acetone) โพแทสเซียมคลอไรด์ (potassium chloride)

H0 ไม่มีผลต่อสุขภาพ เช่น น้ำมันถั่วลิสง (peanut oil) กระดาษ

---

[8]NFPA คือ National Fire Protection Association ของประเทศสหรัฐอเมริกา

[9]Code/Standard NFPA 704 หมายถึง Standard system for the identification of the hazards of materials for emergency response (ที่มา: https://www.nfpa.org/)

สีแดง (F) บอกความไวไฟ (flammability) โดย

F4 ไวไฟมากที่สุด มีจุดวาบไฟ (flash point) โดยประมาณต่ำกว่า 23 °C เช่น แก๊สไฮโดรเจน (H_2) โพรเพน (propane)

F3 ไวไฟมาก มีจุดวาบไฟโดยประมาณอยู่ที่ 23 – 38 °C เช่น อะซิโตน (acetone) น้ำมันเบนซิน (gasoline)

F2 ไวไฟปานกลาง มีจุดวาบไฟโดยประมาณอยู่ที่ 38 – 93 °C เช่น น้ำมันดีเซล (diesel fuel) กำมะถัน (sulfur)

F1 ไวไฟน้อย มีจุดวาบไฟโดยประมาณสูงกว่า 93 °C เช่น แอมโมเนีย (ammonia) น้ำมันแร่ (mineral oil)

F0 ไม่ติดไฟ เช่น คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (carbon tetrachloride)

สีเหลือง (R) บอกความไม่คงตัว/ความสามารถในการทำปฏิกิริยา (instability/reactivity) โดย

R4 ความไม่คงตัวสูงมาก ในอุณหภูมิและความดันปกติก็สามารถสลายตัวหรือระเบิดรุนแรงได้เอง เช่น ไนโตรกลีเซอรีน (nitroglycerine) ไนโตรเจนไตรไอโอไดด์ (nitrogen triiodide)

R3 ความไม่คงตัวสูง จะสลายตัวหรือระเบิดเมื่อได้รับความร้อนและความดันสูง หรือทำปฏิกิริยากับน้ำแล้วเกิดการระเบิดรุนแรงได้ เช่น แอมโมเนียมไนเตรท (ammonium nitrate) ซีเซียม (caesium)

R2 ความไม่คงตัวปานกลาง มีโอกาสสลายตัวอย่างรุนแรง แต่ไม่ถึงกับระเบิดเมื่อได้รับความร้อนและความดันสูง หรือทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดการระเบิดได้ เช่น ฟอสฟอรัสขาว (white phosphorus) โซเดียม (sodium)

R1 ปกติเสถียร แต่อาจทำปฏิกิริยากับสารอื่นถ้าอุณหภูมิสูงหรือความดันสูง หรือทำปฏิกิริยากับน้ำเกิดความร้อนขึ้นได้ เช่น โพรพีน (propene)

R0 สารเสถียร ไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่น เช่น ฮีเลียม (helium) แก๊สไนโตรเจน (N_2)

สีขาว (W) สัญลักษณ์พิเศษ ความหมายดังนี้

OXY เป็นสารออกซิไดส์ (oxidizer)

ACID เป็นสารที่มีฤทธิ์เป็นกรด (acid)

ALK เป็นสารที่มีฤทธิ์เป็นเบส (alkali)

COR เป็นสารกัดกร่อน (corrosive)

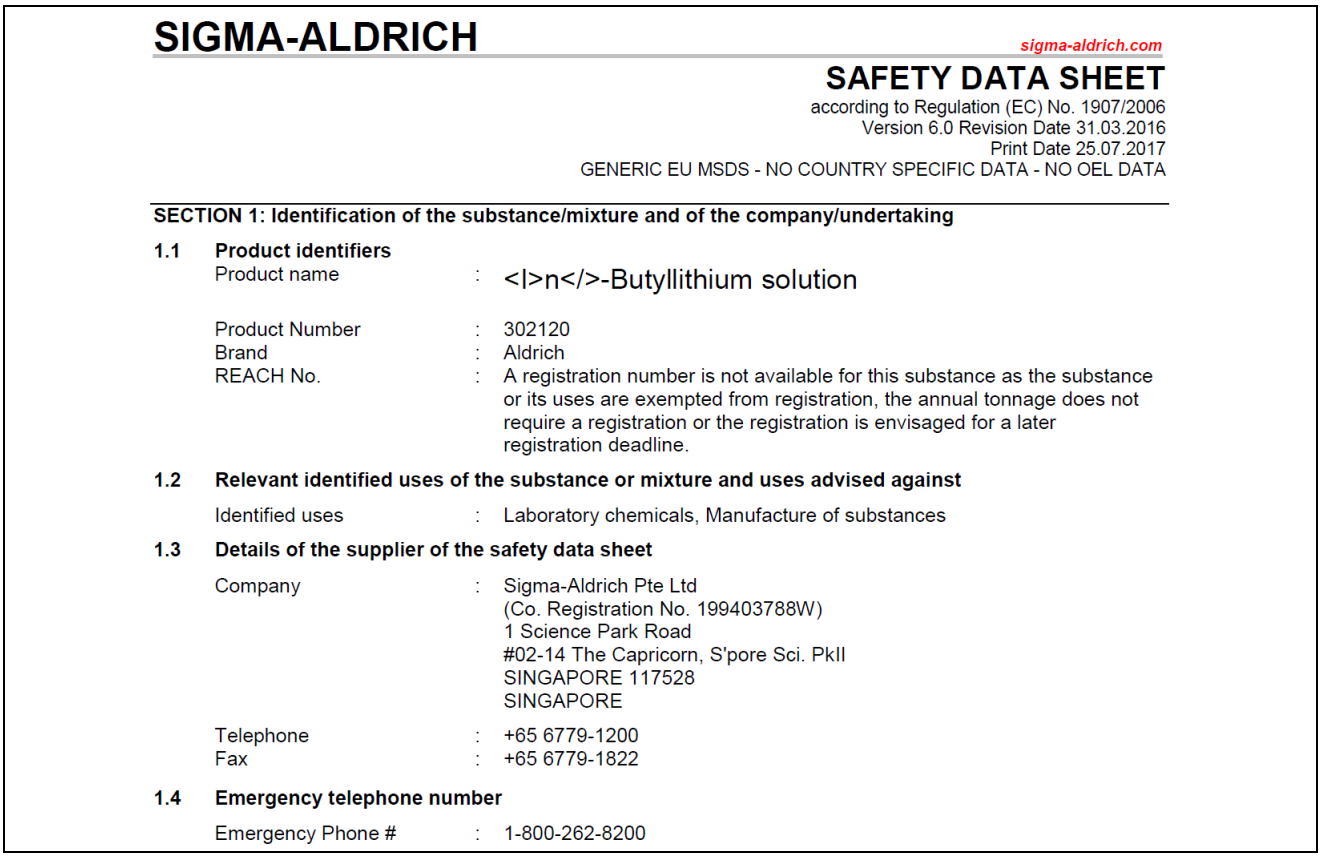
~~W~~ เป็นสารทำปฏิกิริยากับน้ำ

11. ข้อมูลความปลอดภัยเกี่ยวกับสารเคมี (Safety Data Sheet, SDS)

ข้อมูลความปลอดภัยเกี่ยวกับสารเคมี (Safety Data Sheet, SDS) หรือที่เคยถูกเรียกว่า Material Safety Data Sheet (MSDS) เป็นเอกสารจากผู้ผลิตที่แสดงข้อมูลของสารเคมีหรือเคมีภัณฑ์เกี่ยวกับลักษณะความเป็นอันตราย ความเป็นพิษ วิธีใช้ การเก็บรักษา การขนส่ง การกำจัดและการจัดการอื่น ๆ เพื่อให้การดำเนินการเกี่ยวกับสารเคมีนั้น ๆ เป็นไปอย่างถูกต้องและปลอดภัย ในปัจจุบันตามประกาศขององค์การสหประชาชาติเรื่อง ระบบการจำแนกและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก (The Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals, GHS) กำหนดให้ใช้ SDS เป็นองค์ประกอบหนึ่งในการสื่อสารข้อมูลสารเคมีนอกเหนือจากข้อมูลบนฉลากข้างขวดสารเคมีและเพื่อให้เกิดความสอดคล้องและเป็นระบบเดียวกัน จึงกำหนดให้เรียกว่า Safety Data Sheet (SDS) พร้อมกับได้กำหนดรูปแบบและข้อมูลใน SDS ไว้ 16 หัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมี/เคมีภัณฑ์และบริษัทผู้ผลิตและหรือจำหน่าย (identification of the substance/mixture and of the company/undertake) แสดงข้อมูลชื่อสารเคมี หรือชื่อทางการค้าของสารเคมี

วัตถุประสงค์หรือข้อจำกัดในการใช้สารเคมี ชื่อ ที่อยู่และหมายเลขโทรศัพท์ของบริษัทผู้ผลิตหรือจำหน่าย หมายเลขโทรศัพท์สำหรับติดต่อในกรณีฉุกเฉิน



SIGMA-ALDRICH sigma-aldrich.com

SAFETY DATA SHEET

according to Regulation (EC) No. 1907/2006
Version 6.0 Revision Date 31.03.2016
Print Date 25.07.2017
GENERIC EU MSDS - NO COUNTRY SPECIFIC DATA - NO OEL DATA

SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

1.1 Product identifiers

Product name : <I>n</>-Butyllithium solution

Product Number : 302120
Brand : Aldrich
REACH No. : A registration number is not available for this substance as the substance or its uses are exempted from registration, the annual tonnage does not require a registration or the registration is envisaged for a later registration deadline.

1.2 Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Identified uses : Laboratory chemicals, Manufacture of substances

1.3 Details of the supplier of the safety data sheet

Company : Sigma-Aldrich Pte Ltd
(Co. Registration No. 199403788W)
1 Science Park Road
#02-14 The Capricorn, S'pore Sci. PkII
SINGAPORE 117528
SINGAPORE

Telephone : +65 6779-1200
Fax : +65 6779-1822

1.4 Emergency telephone number

Emergency Phone # : 1-800-262-8200

รูปที่ 18 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 1 ใน SDS ของ n-butyl lithium solution
(ที่มา: https://www.sigmaaldrich.com/singapore.html)

2. **ข้อมูลระบุความเป็นอันตราย (hazards identification)** แสดงข้อมูลประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีตามระบบ GHS ตัวอย่างเช่น สารละลาย n-butyl lithium เป็นสารไวไฟ (flammable liquids) และลุกติดไฟได้เองเมื่อสัมผัสกับอากาศ (pyrophoric liquids) เป็นต้น โดยมีตัวเลขกำกับระดับความเป็นอันตราย เช่น Category 1, 2, ... (ยิ่งตัวเลขน้อยความเป็นอันตรายยิ่งมาก) และแสดงข้อมูลรูปสัญลักษณ์ความเป็นอันตราย (pictogram) คำสัญญาณ (signal word) ข้อความแสดงความเป็นอันตราย (hazard statement) เช่น H225 และข้อควรปฏิบัติเพื่อป้องกันอันตราย (precautionary statement) เช่น P210 ของสารเคมีซึ่งจะต้องเหมือนกับข้อมูลที่แสดงอยู่บนฉลากขวดสารเคมีตามระบบ GHS นอกจากนี้ อาจแสดงข้อมูลความเป็นอันตรายอื่น ๆ ของสารเคมีที่ไม่ได้จัดอยู่ในประเภทความเป็นอันตรายตามระบบ GHS เช่น ความเป็นอันตรายจากการระเบิดของผงฝุ่น (dust explosion hazard) เป็นต้น

SECTION 2: Hazards identification

2.1 Classification of the substance or mixture

Classification according to Regulation (EC) No 1272/2008
Flammable liquids (Category 2), H225
Pyrophoric liquids (Category 1), H250
Substances and mixtures, which in contact with water, emit flammable gases (Category 2), H261
Skin corrosion (Category 1B), H314
Reproductive toxicity (Category 2), H361f
Specific target organ toxicity - single exposure (Category 3), Central nervous system, H336
Specific target organ toxicity - repeated exposure (Category 2), H373
Aspiration hazard (Category 1), H304
Chronic aquatic toxicity (Category 2), H411

For the full text of the H-Statements mentioned in this Section, see Section 16.

2.2 Label elements

Labelling according Regulation (EC) No 1272/2008
Pictogram



Signal word	Danger
Hazard statement(s)	
H225	Highly flammable liquid and vapour.
H250	Catches fire spontaneously if exposed to air.
H261	In contact with water releases flammable gases.
H304	May be fatal if swallowed and enters airways.
H314	Causes severe skin burns and eye damage.
H336	May cause drowsiness or dizziness.
H361f	Suspected of damaging fertility.
H373	May cause damage to organs through prolonged or repeated exposure.
H411	Toxic to aquatic life with long lasting effects.
Precautionary statement(s)	
P210	Keep away from heat, hot surfaces, sparks, open flames and other ignition sources. No smoking.
P231 + P232	Handle under inert gas. Protect from moisture.
P280	Wear protective gloves/ protective clothing/ eye protection/ face protection.
P305 + P351 + P338	IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing.
P370 + P378	In case of fire: Use dry powder or dry sand to extinguish.
P422	Store contents under inert gas.
Supplemental Hazard information (EU)	
EUH014	Reacts violently with water.

2.3 Other hazards
This substance/mixture contains no components considered to be either persistent, bioaccumulative and toxic (PBT), or very persistent and very bioaccumulative (vPvB) at levels of 0.1% or higher.

รูปที่ 19 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 2 ใน SDS ของ n-butyl lithium solution
(ที่มา: https://www.sigmaaldrich.com/singapore.html)

3. ส่วนประกอบและข้อมูลเกี่ยวกับส่วนผสม (composition/information on ingredients) ระบุข้อมูลของสารเคมีอันตรายทุกชนิดที่เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะประกอบด้วยชื่อสารเคมี รหัสประจำตัวสารเคมี (เช่น CAS-No. (Chemical Abstract Service), EC no., Index no.[10] เป็นต้น) ประเภทความเป็นอันตราย (classification) และความเข้มข้นของสารเคมี ตัวอย่างเช่น สารละลาย *n*-butyl lithium มีตัวทำละลายเป็นไซโคลเฮกเซน ดังนั้นจึงมีข้อมูลทั้ง *n*-butyl lithium และไซโคลเฮกเซน ดังตัวอย่างในรูปที่ 20

[10]EC no. และ Index no. คือ รหัสประจำตัวสารเคมีตามระบบของสหภาพยุโรป

SECTION 3: Composition/information on ingredients

3.2 Mixtures

Synonyms : Lithium-1-butanide
n-BuLi

Formula : C<SB>4</>H<SB>9</>Li
Molecular weight : 64.06 g/mol

Hazardous ingredients according to Regulation (EC) No 1272/2008

Component		Classification	Concentration
Cyclohexane			
CAS-No. EC-No. Index-No.	110-82-7 203-806-2 601-017-00-1	Flam. Liq. 2; Skin Irrit. 2; STOT SE 3; Asp. Tox. 1; Aquatic Acute 1; Aquatic Chronic 1; H225, H315, H336, H304, H400, H410 M-Factor - Aquatic Acute: 1	>= 80 - < 90 %
Butyllithium			
CAS-No. EC-No.	109-72-8 203-698-7	Pyr. Sol. 1; Water-react. 2; Skin Corr. 1B; H250, H261, H314	>= 10 - < 20 %

For the full text of the H-Statements mentioned in this Section, see Section 16.

รูปที่ 20 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 3 ใน SDS ของ n-butyl lithium solution

(ที่มา: https://www.sigmaaldrich.com/singapore.html)

4. มาตรการปฐมพยาบาล (first aid measures) แสดงข้อมูลมาตรการปฐมพยาบาลตามลักษณะและช่องทางการได้รับสารเข้าสู่ร่างกาย ได้แก่ กรณีสัมผัสสารเคมีโดยการสูดดม สัมผัสทางผิวหนัง ดวงตา หรือกลืนสารเคมี และข้อมูลอาการหรือผลกระทบที่เกิดขึ้นหลังจากได้รับสัมผัสสารเคมีทั้งในระยะเฉียบพลันและเรื้อรัง ทั้งนี้ข้อมูลเกี่ยวกับอาการหรือผลกระทบจากการได้รับสัมผัสในบาง SDS จะอ้างถึงหรือแสดงอยู่หัวข้อที่ 2 ข้อมูลระบุความเป็นอันตราย และ/หรือ หัวข้อที่ 11 ข้อมูลด้านพิษวิทยา

SECTION 4: First aid measures

4.1 Description of first aid measures

General advice
Consult a physician. Show this safety data sheet to the doctor in attendance.

If inhaled
If breathed in, move person into fresh air. If not breathing, give artificial respiration. Consult a physician.

In case of skin contact
Take off contaminated clothing and shoes immediately. Wash off with soap and plenty of water. Consult a physician.

In case of eye contact
Rinse thoroughly with plenty of water for at least 15 minutes and consult a physician.

If swallowed
Do NOT induce vomiting. Never give anything by mouth to an unconscious person. Rinse mouth with water. Consult a physician.

4.2 Most important symptoms and effects, both acute and delayed
The most important known symptoms and effects are described in the labelling (see section 2.2) and/or in section 11

4.3 Indication of any immediate medical attention and special treatment needed
No data available

รูปที่ 21 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 4 ใน SDS ของ n-butyl lithium solution

(ที่มา: https://www.sigmaaldrich.com/singapore.html)

5. มาตรการผจญเพลิง (fire fighting measures) แสดงข้อมูลชนิดของวัสดุดับเพลิงที่เหมาะสม อันตรายที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ของสารเคมี อุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันภัยและคำแนะนำอื่น ๆ ในการดับเพลิงสำหรับนักผจญเพลิง

SECTION 5: Firefighting measures

5.1 Extinguishing media

Suitable extinguishing media
Dry powder

5.2 Special hazards arising from the substance or mixture
Carbon oxides, Lithium oxides

5.3 Advice for firefighters
Wear self-contained breathing apparatus for firefighting if necessary.

5.4 Further information
No data available

รูปที่ 22 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 5 ใน SDS ของ n-butyl lithium solution

(ที่มา: https://www.sigmaaldrich.com/singapore.html)

6. มาตรการจัดการเมื่อมีการหกรั่วไหลของสารเคมี (accidental release measures) ระบุคำแนะนำในการจัดการสารเคมีที่หกรั่วไหล ได้แก่ แนวทางการป้องกันอันตรายจากสารเคมี การใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล การดำเนินการเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และแนวทางปฏิบัติในการเก็บและทำความสะอาดหลังเกิดการหกรั่วไหล

SECTION 6: Accidental release measures

6.1 Personal precautions, protective equipment and emergency procedures
Use personal protective equipment. Avoid breathing vapours, mist or gas. Ensure adequate ventilation. Remove all sources of ignition. Evacuate personnel to safe areas. Beware of vapours accumulating to form explosive concentrations. Vapours can accumulate in low areas.
For personal protection see section 8.

6.2 Environmental precautions
Prevent further leakage or spillage if safe to do so. Do not let product enter drains. Discharge into the environment must be avoided.

6.3 Methods and materials for containment and cleaning up
Contain spillage, and then collect with an electrically protected vacuum cleaner or by wet-brushing and place in container for disposal according to local regulations (see section 13). Do not flush with water.

6.4 Reference to other sections
For disposal see section 13.

รูปที่ 23 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 6 ใน SDS ของ n-butyl lithium solution

(ที่มา: https://www.sigmaaldrich.com/singapore.html)

7. ข้อปฏิบัติในการใช้และการเก็บรักษา (handling and storage) ให้คำแนะนำในการใช้งานและการจัดเก็บสารเคมีอย่างปลอดภัย เช่น สภาวะที่เหมาะสมในการใช้งานและจัดเก็บ ข้อควรระวังในการเก็บรักษา เป็นต้น

SECTION 7: Handling and storage

7.1 Precautions for safe handling
Avoid contact with skin and eyes. Avoid inhalation of vapour or mist.
Keep away from sources of ignition - No smoking.Take measures to prevent the build up of electrostatic charge.
For precautions see section 2.2.

7.2 Conditions for safe storage, including any incompatibilities
Store in cool place. Keep container tightly closed in a dry and well-ventilated place. Containers which are opened must be carefully resealed and kept upright to prevent leakage.
Never allow product to get in contact with water during storage.

Recommended storage temperature 2 - 8 °C
Storage class (TRGS 510): 4.2: Pyrophoric and self-heating hazardous materials

7.3 Specific end use(s)
Apart from the uses mentioned in section 1.2 no other specific uses are stipulated

รูปที่ 24 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 7 ใน SDS ของ n-butyl lithium solution

(ที่มา: https://www.sigmaaldrich.com/singapore.html)

8. การควบคุมการรับสัมผัสและการป้องกันภัยส่วนบุคคล (exposure controls/personal protection)

แสดงข้อมูลเกี่ยวกับมาตรการควบคุมการรับสัมผัสสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย ได้แก่

- การระบุค่าขีดจำกัดที่ยอมให้ผู้ปฏิบัติงานรับสัมผัสสารเคมีได้ในระหว่างทำงาน (occupational exposure limit values)
- มาตรการควบคุมทางวิศวกรรม เช่น ระบบระบายอากาศ สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมในการปฏิบัติงาน เป็นต้น
- มาตรการป้องกันส่วนบุคคล เช่น การใช้อุปกรณ์ป้องกันดวงตา ผิวหนัง ร่างกาย ระบบทางเดินหายใจ เป็นต้น

ดังตัวอย่างในรูปที่ 25

SECTION 8: EXPOSURE CONTROLS/PERSONAL PROTECTION

8.1 Control parameters

National limit values

Occupational exposure limit values (Workplace Exposure Limits)

Country	Name of agent	CAS No	Identifier	TWA [ppm]	TWA [mg/m³]	STEL [ppm]	STEL [mg/m³]	Source
DE	n-hexane	110-54-3	AGW	50	180	400	1,440	TRGS 900
EU	n-hexane	110-54-3	IOELV	20	72			2017/164/EU
GB	n-hexane	110-54-3	WEL	20	72			EH40/2005
IE	n-hexane	110-54-3	OELV	20	72			S.I. No. 619 of 2001

Notation

STEL — Short-term exposure limit: a limit value above which exposure should not occur and which is related to a 15-minute period unless otherwise specified.

TWA — Time-weighted average (long-term exposure limit): measured or calculated in relation to a reference period of 8 hours time-weighted average.

Relevant DNELs/DMELs/PNECs and other threshold levels

• human health values

Endpoint	Threshold level	Protection goal, route of exposure	Used in	Exposure time
DNEL	11 mg/kg	human, dermal	worker (industry)	chronic - systemic effects
DNEL	75 mg/m³	human, inhalatory	worker (industry)	chronic - systemic effects
DNEL	4 mg/kg	human, oral	consumer (private households)	chronic - systemic effects
DNEL	5.3 mg/kg	human, dermal	consumer (private households)	chronic - systemic effects
DNEL	16 mg/m³	human, inhalatory	consumer (private households)	chronic - systemic effects

8.2 Exposure controls

Appropriate engineering controls

Technical measures and the appliance of appropriate working methods take priority over the use of personal protective equipment.
Safety and necessary control measures vary according to exposure conditions. Appropriate measures are:
Open windows, door, to allow sufficient ventilation. If this is not possible employ a fan to increase air exchange (see attached exposure scenarios).

Individual protection measures (personal protective equipment)

Eye/face protection

Use safety goggle with side protection.

Skin protection

• hand protection

Wear suitable gloves. Chemical protection gloves are suitable, which are tested according to EN 374.
Short-term contact with the skin: Disposable gloves
Long-term contact with the skin: Gloves with long cuffs
Check leak-tightness/impermeability prior to use.

- **type of material**

NBR: acrylonitrile-butadiene rubber, FKM: fluoro-elastomer

- **material thickness**

0,40 mm.

- **breakthrough times of the glove material**

>480 minutes (permeation: level 6)

- **other protection measures**

Take recovery periods for skin regeneration. Preventive skin protection (barrier creams/ointments) is recommended. Wash hands thoroughly after handling.
Body protection:
Suitable protective clothing: Flame resistant clothing
Suitable safety shoes: Anti static safety shoes according to EN 345 S3

Respiratory protection

For activities in enclosed areas at elevated temperatures of the substance, local extraction or explosion protected ventilation equipment is recommended. In case this is not sufficient for the intended use, then apply a suitable respiratory protection according to EN 140 type A or better (see exposure scenarios). .

Environmental exposure controls

Do not empty into drains.

รูปที่ 25 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 8 ใน SDS ของ n-hexane (ที่มา: http://www.dhc-solvent.de/)

9. สมบัติทางเคมีและกายภาพ (physical and chemical properties) ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไป เช่น สถานะของสารเคมี กลิ่น เป็นต้น ข้อมูลที่สำคัญต่อสุขภาพความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม เช่น ความเป็นกรด-ด่าง (pH) จุดเดือด/ช่วงการเดือด จุดวาบไฟ ความไวไฟ สมบัติการระเบิด ความดันไอ อัตราการระเหย เป็นต้น และข้อมูลอื่น ๆ ที่เป็นตัวแปรเกี่ยวกับความปลอดภัย เช่น การผสมกันได้ (miscibility) จุดหลอมเหลว/ช่วงการหลอมเหลว อุณหภูมิที่ทำให้เกิดการติดไฟ เป็นต้น ดังตัวอย่างในรูปที่ 26

SECTION 9: PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

9.1 Information on basic physical and chemical properties

Appearance	
Physical state	liquid
Colour	colourless
Odour	characteristic
Other physical and chemical parameters	
pH (value)	not determined
Melting point/freezing point	<-95 °C at 101.3 kPa (ASTM D 5950)
Initial boiling point and boiling range	>65 – 72 °C at 101.3 kPa (ASTM D 1078)
Flash point	<-20 °C (DIN 51755)
Explosive limits	
• lower explosion limit (LEL)	1.1 vol%
• upper explosion limit (UEL)	8.3 vol%
Vapour pressure	20 – 30 kPa at 20 °C
Density	0.66 – 0.68 $^{g}/_{cm^3}$ at 15 °C
Solubility(ies)	
Water solubility	9.8 $^{mg}/_{l}$ at 25 °C
Partition coefficient	
n-octanol/water (log KOW)	This information is not available.
Auto-ignition temperature	>220 °C
Viscosity	
• kinematic viscosity	0.47 – 0.55 $^{mm^2}/_{s}$ at 20 °C (ASTM D 445)
Explosive properties	
in use, may form flammable/explosive vapour-air mixture	
Oxidising properties	none

9.2 Other information

Surface tension	17 – 19 $^{mN}/_{m}$ (Wilhelmy Plate)

รูปที่ 26 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 9 ใน SDS ของ n-hexane (ที่มา: http://www.dhc-solvent.de/)

10. ความเสถียรและความไวต่อการเกิดปฏิกิริยา (stability and reactivity) ระบุถึงความไวในการเกิดปฏิกิริยาของสารเคมี ความเสถียรทางเคมี ความเป็นไปได้ในการเกิดปฏิกิริยาอันตราย สภาวะที่ควรหลีกเลี่ยง เช่น ความร้อน แสง ประกายไฟ เป็นต้น สารที่ไม่เข้ากัน (incompatible material) และผลิตภัณฑ์/สารอันตรายที่เกิดจากการสลายตัว

ของสารเคมี จากตัวอย่างในรูปที่ 27 ข้อ 10.3 ระบุว่าสารนี้ทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงการเก็บสารในที่มีความชื้นหรือสัมผัสกับน้ำ

SECTION 10: Stability and reactivity

10.1 Reactivity
No data available

10.2 Chemical stability
Stable under recommended storage conditions.

10.3 Possibility of hazardous reactions
Reacts violently with water.

10.4 Conditions to avoid
Heat, flames and sparks. Exposure to moisture

10.5 Incompatible materials
acids, Water, Alcohols, Oxidizing agents, Chlorine, Fluorine, Perchlorates.

10.6 Hazardous decomposition products
Hazardous decomposition products formed under fire conditions. - Carbon oxides, Lithium oxides

รูปที่ 27 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 10 ใน SDS ของ n-butyl lithium solution
(ที่มา: https://www.sigmaaldrich.com/singapore.html)

11. ข้อมูลด้านพิษวิทยา (toxicological information) ระบุข้อมูลด้านพิษวิทยาของสารเคมีที่ได้จากการค้นคว้าและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เช่น ระดับความเป็นพิษเฉียบพลัน (เช่น ค่า LD_{50}[11]) การระคายเคืองต่อผิวหนังและดวงตา การก่อมะเร็ง (carcinogenicity) การก่อการกลายพันธุ์ (mutagenicity) การเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ (reproductive toxicity) การเป็นพิษต่ออวัยวะเป้าหมายอย่างเจาะจง (specific target organ toxicity, STOT) อันตรายจากการสำลัก (aspiration hazard) เป็นต้น และผลกระทบต่อสุขภาพหรืออาการที่อาจเกิดขึ้นเมื่อได้รับสัมผัสสาร ดังตัวอย่างในรูปที่ 28

[11] LD_{50} (50% lethal dose) หมายถึง ปริมาณของสารเคมีที่ให้กับสัตว์ทดลองทั้งหมดเพียงครั้งเดียวแล้วทำให้กลุ่มของสัตว์ทดลองร้อยละ 50 ตายลง (ที่มา: นางสาวกฤติยา เหมือนใจ, ความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน ตามระบบ GHS, สำนักเทคโนโลยีความปลอดภัย, กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2557.)

SECTION 11: Toxicological information

11.1 Information on toxicological effects

Acute toxicity
LD50 Oral - Rat - 5,800 mg/kg(Acetone)
Remarks: Behavioral:Altered sleep time (including change in righting reflex). Behavioral:Tremor. Behavioral:Headache. Ingestion may cause gastrointestinal irritation, nausea, vomiting and diarrhoea.
LC50 Inhalation - Rat - 8 h - 50,100 mg/m3(Acetone)
Remarks: Drowsiness Dizziness Unconsciousness
LD50 Dermal - Guinea pig - 7,426 mg/kg(Acetone)

Skin corrosion/irritation
Skin - Rabbit(Acetone)
Result: Mild skin irritation - 24 h

Serious eye damage/eye irritation
Eyes - Rabbit(Acetone)
Result: Eye irritation - 24 h

Respiratory or skin sensitisation
- Guinea pig(Acetone)
Result: Does not cause skin sensitisation.

Germ cell mutagenicity

No data available(Acetone)

Carcinogenicity
This product is or contains a component that is not classifiable as to its classification.(Acetone)
(Acetone)

IARC: No component of this product present at levels greater than or equal to 0.1% is identified as probable, possible or confirmed human carcinogen by IARC.

Reproductive toxicity
No data available(Acetone)

Specific target organ toxicity - single exposure
May cause drowsiness or dizziness.(Acetone)

Specific target organ toxicity - repeated exposure
No data available

Aspiration hazard
No data available(Acetone)

Additional Information
RTECS: AL3150000

To the best of our knowledge, the chemical, physical, and toxicological properties have not been thoroughly investigated.(Acetone)

Kidney - Irregularities - Based on Human Evidence(Acetone)
Skin - Dermatitis - Based on Human Evidence(Acetone)

รูปที่ 28 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 11 ใน SDS ของ acetone (ที่มา: https://www.sigmaaldrich.com/singapore.html)

12. **ข้อมูลเชิงนิเวศน์ (ecological information)** ระบุความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมทั้งในดินและน้ำ แสดงแนวโน้มการสะสมในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (bioaccumulative potential) ดังตัวอย่างในรูปที่ 29

SECTION 12: Ecological information

12.1 Toxicity

Toxicity to fish	LC50 - Oncorhynchus mykiss (rainbow trout) - 5,540 mg/l - 96 h(Acetone)
Toxicity to daphnia and other aquatic invertebrates	LC50 - Daphnia magna (Water flea) - 8,800 mg/l - 48 h(Acetone)
Toxicity to algae	Remarks: No data available

12.2 Persistence and degradability

Biodegradability — Result: 91 % - Readily biodegradable. (OECD Test Guideline 301B)

12.3 Bioaccumulative potential

Does not bioaccumulate.

12.4 Mobility in soil

No data available(Acetone)

12.5 Results of PBT and vPvB assessment

This substance/mixture contains no components considered to be either persistent, bioaccumulative and toxic (PBT), or very persistent and very bioaccumulative (vPvB) at levels of 0.1% or higher.

12.6 Other adverse effects

No data available

รูปที่ 29 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 12 ใน SDS ของ acetone (ที่มา: https://www.sigmaaldrich.com/singapore.html)

13. มาตรการการกำจัด (disposal considerations) ระบุวิธีการกำจัดหรือจัดการของเสียจากสารเคมีและภาชนะบรรจุ ดังตัวอย่างในรูปที่ 30

SECTION 13: Disposal considerations

13.1 Waste treatment methods

Product

Burn in a chemical incinerator equipped with an afterburner and scrubber b highly flammable. Offer surplus and non-recyclable solutions to a licensed disposal company.

Contaminated packaging

Dispose of as unused product.

รูปที่ 30 (ก) ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 13 ใน SDS ของ n-butyl lithium solution (ที่มา: https://www.sigmaaldrich.com/singapore.html)

SECTION 13: DISPOSAL CONSIDERATIONS

13.1 Waste treatment methods

Waste treatment-relevant information

Solvent reclamation/regeneration.

Sewage disposal-relevant information

Do not empty into drains.

Waste treatment of containers/packagings

Empty containers may contain residue and can be dangerous. Do not attempt to refill or clean containers without proper instructions. Empty drums should be completely drained and safely stored until appropriately re-conditioned or disposed. Empty containers should be taken for recycling, recovery, or disposal through suitably qualified or licensed contractor and in accordance with governmental regulations. DO NOT PRESSURISE, CUT, WELD, BRAZE, SOLDER, DRILL, GRIND, OR EXPOSE SUCH CONTAINERS TO HEAT, FLAME, SPARKS, STATIC ELECTRICITY, OR OTHER SOURCES OF IGNITION. THEY MAY EXPLODE AND CAUSE INJURY OR DEATH.

List of wastes

Proposed waste code(s) for the used product:
07 01 04x Other organic solvents, washing liquids and mother liquors

Remarks

Please consider the relevant national or regional provisions. Waste shall be separated into the categories that can be handled separately by the local or national waste management facilities.

รูปที่ 30 (ข) ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 13 ใน SDS ของ n-hexane (ที่มา: http://www.dhc-solvent.de/)

14. ข้อมูลการขนส่ง (transport information) แสดงข้อมูลที่จำเป็นสำหรับใช้ในการขนส่งตามระบบของ UN ดังตัวอย่างในรูปที่ 31 ข้อมูลนี้แสดงว่าสารนี้มีสมบัติไวต่อการเกิดปฏิกิยากับน้ำ และไวไฟ

SECTION 14: Transport information

14.1 UN number

ADR/RID: 3394 IMDG: 3394 IATA: 3394

14.2 UN proper shipping name

ADR/RID: ORGANOMETALLIC SUBSTANCE, LIQUID, PYROPHORIC, WATER-REACTIVE (Butyllithium)

IMDG: ORGANOMETALLIC SUBSTANCE, LIQUID, PYROPHORIC, WATER-REACTIVE (Butyllithium)

IATA: Organometallic substance, liquid, pyrophoric, water-reactive (Butyllithium)

Passenger Aircraft: Not permitted for transport

Cargo Aircraft: Not permitted for transport

14.3 Transport hazard class(es)

ADR/RID: 4.2 (4.3) IMDG: 4.2 (4.3) IATA: 4.2 (4.3)

14.4 Packaging group

ADR/RID: I IMDG: I IATA: -

14.5 Environmental hazards

ADR/RID: no IMDG Marine pollutant: no IATA: no

14.6 Special precautions for user

No data available

รูปที่ 31 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 14 ใน SDS ของ n-butyl lithium solution

(ที่มา: https://www.sigmaaldrich.com/singapore.html)

15. ข้อมูลเกี่ยวกับกฎข้อบังคับ (regulatory information) แสดงข้อมูลกฎหมายและข้อบังคับต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี ดังตัวอย่างในรูปที่ 32

SECTION 15: Regulatory information

15.1 Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture

This safety datasheet complies with the requirements of Regulation (EC) No. 1907/2006.

15.2 Chemical safety assessment

For this product a chemical safety assessment was not carried out

รูปที่ 32 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 15 ใน SDS ของ n-butyl lithium solution

(ที่มา: https://www.sigmaaldrich.com/singapore.html)

16. ข้อมูลอื่น (other information) แสดงข้อมูลขยายความหรือคำอธิบายรายละเอียดเพิ่มเติมอื่น ๆ เช่น ความหมายของคำย่อต่าง ๆ ที่พบใน SDS วันที่หรือครั้งที่ของการปรับปรุง SDS เป็นต้น ดังตัวอย่างในรูปที่ 33

SECTION 16: OTHER INFORMATION

16.1 Indication of changes (revised safety data sheet)

Section	Former entry (text/value)	Actual entry (text/value)
1.3	Competent person responsible for the safety data sheet: Christian Knappe	Competent person responsible for the safety data sheet: Vanessa Manz
1.4	Emergency information service: DHC Solvent Chemie GmbH +49 (208) 9940-112 This number is only for medical emergencies. Giftnotrufzentrale Berlin +49 (0)30 19 240.	Emergency information service
1.4		Poison centre: change in the listing (table)

Abbreviations and acronyms

Abbr.	Descriptions of used abbreviations
2017/164/EU	Comission Directive establishing a fourth list of indicative occupational exposure limit values pursuant to Council Directive 98/24/EC, and amending Commission Directives 91/322/EEC, 2000/39/EC and 2009/161/EU
ADN	Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways)

Key literature references and sources for data

- Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH), amended by 2015/830/EU
- Regulation (EC) No. 1272/2008 (CLP, EU GHS)
- The exposure scenarios are available at www.dhc-solvent.de in the Service section.

Transport of dangerous goods by road, rail and inland waterway (ADR/RID/ADN).
International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG).
International Air Transport Association (IATA).

List of relevant phrases (code and full text as stated in chapter 2 and 3)

Code	Text
H225	Highly flammable liquid and vapour.
H304	May be fatal if swallowed and enters airways.
H315	Causes skin irritation.
H336	May cause drowsiness or dizziness.

รูปที่ 33 ตัวอย่างข้อมูลหัวข้อที่ 16 ใน SDS ของ n-hexane (ที่มา: http://www.dhc-solvent.de/)

ข้อมูล SDS สามารถสืบค้นได้จากแหล่งอ้างอิง เช่น

1) ข้อมูลจากบริษัทผู้จำหน่ายสารเคมี เช่น https://www.sigmaaldrich.com/singapore.html, http://www.merck.co.th
2) Web site ต่าง ๆ เช่น http://www.chemtrack.org

หากเป็นไปได้ควรขอข้อมูลหรือสืบค้นจากเว็บไซต์ของบริษัทผู้ผลิตหรือผู้จำหน่าย เนื่องจากจะได้ข้อมูลตรงกับสารที่มีอยู่จริง ถ้าไม่มีจึงสืบค้นจากแหล่งอื่น ที่สำคัญคือต้องมั่นใจว่าข้อมูลใน SDS เป็นของสารเดียวกัน (ดูจากเลข CAS) และมีความเข้มข้นและรูปแบบที่ตรงกันกับสารที่มีอยู่

ห้องปฏิบัติการที่ใช้สารเคมีต้องมีเอกสาร SDS ของสารเคมีอันตรายทุกตัวเก็บไว้
และมีการสื่อสารถึงผู้ปฏิบัติให้ศึกษาและทำความเข้าใจก่อนเริ่มทำปฏิบัติการเพื่อประเมินความเสี่ยง

12. ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้สารเคมี

สารเคมีอาจเป็นอันตรายเนื่องจากสมบัติของสาร เช่น เป็นพิษ (toxic) กัดกร่อน (corrosive) ติดไฟ (flammable) ระเบิด (explosive) ก่อมะเร็งหรือต้องสงสัยว่าก่อมะเร็ง (carcinogenic or cancer suspect agents) และ/หรือ ก่อให้เกิดการระคายเคือง (irritant) ผู้ปฏิบัติงานควรมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอันตรายจากสารเคมีที่ใช้ เพื่อประกอบการวางแผนการทดลองและการปฏิบัติตัวเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน โดยหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีจากเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS) หรือจากหนังสือที่เกี่ยวข้องกับอันตรายจากสารเคมีโดยทั่วไป รวมถึงสัญลักษณ์ที่ใช้เตือนความเป็นอันตรายของสารเคมีบนภาชนะบรรจุเพื่อทราบอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้สารเคมีเหล่านั้น

ข้อปฏิบัติทั่วไปเกี่ยวกับการใช้สารเคมี

1) ไม่ทำการทดลองนอกเหนือจากที่ได้รับมอบหมาย ไม่เปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณของสารเคมีที่ใช้โดยไม่ปรึกษาหรือได้รับอนุญาตจากอาจารย์ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ
2) อ่านฉลากสารเคมีที่ใช้ทุกครั้ง และรินสารเคมีที่เป็นของเหลวโดยหันฉลากเข้าด้านในฝ่ามือ เพื่อป้องกันฉลากเลอะเลือน
3) แบ่งสารเคมีมาใช้เฉพาะเท่าที่จำเป็น
4) หลีกเลี่ยงการสัมผัสหรือสูดดมสารเคมีโดยตรง หากจำเป็นต้องทดสอบกลิ่น ให้ถือหลอดบรรจุห่างออกไปอย่างน้อย 6 นิ้วแล้วใช้มือพัดโบกไอเข้ามา

5) ใส่ถุงมือที่เหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับสารเคมี พึงระวังไว้เสมอว่าถุงมือยางไม่สามารถป้องกันสารเคมีได้ทุกชนิด สารเคมีบางชนิด จำเป็นต้องใส่ถุงมือมากกว่าหนึ่งชั้นหรือที่ทำจากวัสดุพิเศษ

6) ขณะสวมถุงมือ ไม่ควรจับประตูหรือวัสดุอื่นที่ทำให้เกิดการปนเปื้อน เช่น ก๊อกน้ำ คีย์บอร์ด ก่อนออกจากห้องปฏิบัติการต้องถอดถุงมือออกและล้างมือทุกครั้ง

7) ถ้าสารเคมีหก ให้รีบทำความสะอาดทันที

8) รักษาบริเวณโต๊ะปฏิบัติการให้สะอาดตลอดเวลาการทำงาน เมื่อใช้เครื่องแก้วเสร็จแล้วควรล้างและเก็บในที่เหมาะสมหลังการใช้งาน

ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้เทอร์โมมิเตอร์ปรอท

1) ใช้เทอร์โมมิเตอร์ปรอทด้วยความระมัดระวัง เพราะหากเทอร์โมมิเตอร์แตกและเกิดไอปรอท การได้รับสารปรอทอาจทำให้เป็นอันตรายถึงชีวิตหรือเกิดผลกระทบอย่างเรื้อรังที่ไม่แสดงผลทันที

2) หลังใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่อุณหภูมิสูงควรปล่อยให้เย็นก่อนและทำความสะอาด และเก็บโดยไม่ปนกับเครื่องแก้วชนิดอื่น

3) **ห้าม**ใช้เทอร์โมมิเตอร์ที่มีรอยแตกร้าว รีบแจ้งผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการเพื่อกำจัดทันที **ห้าม**นำกลับมาใช้อีก

12.1 การจัดเก็บสารเคมี

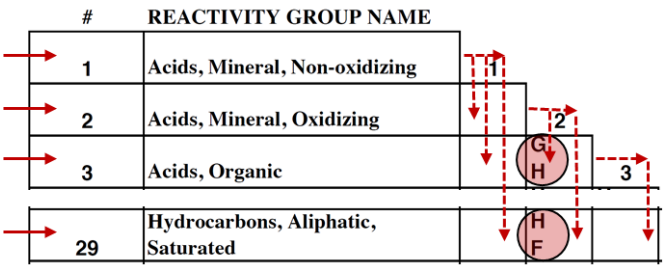
การจัดเก็บสารเคมีเพื่อความปลอดภัยและป้องกันอุบัติเหตุจากปฏิกิริยาเคมี มีหลักสำคัญคือ ภาชนะบรรจุสารเคมีต้องติดฉลากให้ชัดเจน มีข้อมูลครบถ้วน และ**ห้าม**เก็บสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ (incompatible) ไว้ด้วยกัน (ควรศึกษา EPA's Chemical Compatibility Chart ตามรูปที่ 34 เพื่อการจัดเก็บสารเคมีอย่างถูกต้อง)

วิธีการจัดเก็บสารเคมีตาม EPA's Chemical Compatibility Chart มีขั้นตอนดังนี้

1) แยกประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีว่าจัดอยู่ใน reactivity group ใด เช่น ถ้าต้องการเก็บกรดไฮโดร-คลอริก กรดไนตริก กรดอะซิติก ตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น อะซิโตน สามารถแยกประเภทความเป็นอันตรายได้ดังตาราง

สารเคมี	#	Reactivity group name
กรดไฮโดรคลอริก	1	Acids, mineral, non-oxidizing
กรดไนตริก	2	Acids, mineral, oxidizing
กรดอะซิติก	3	Acids, organic
อะซิโตน	29	Hydrocarbons, aliphatic, saturated

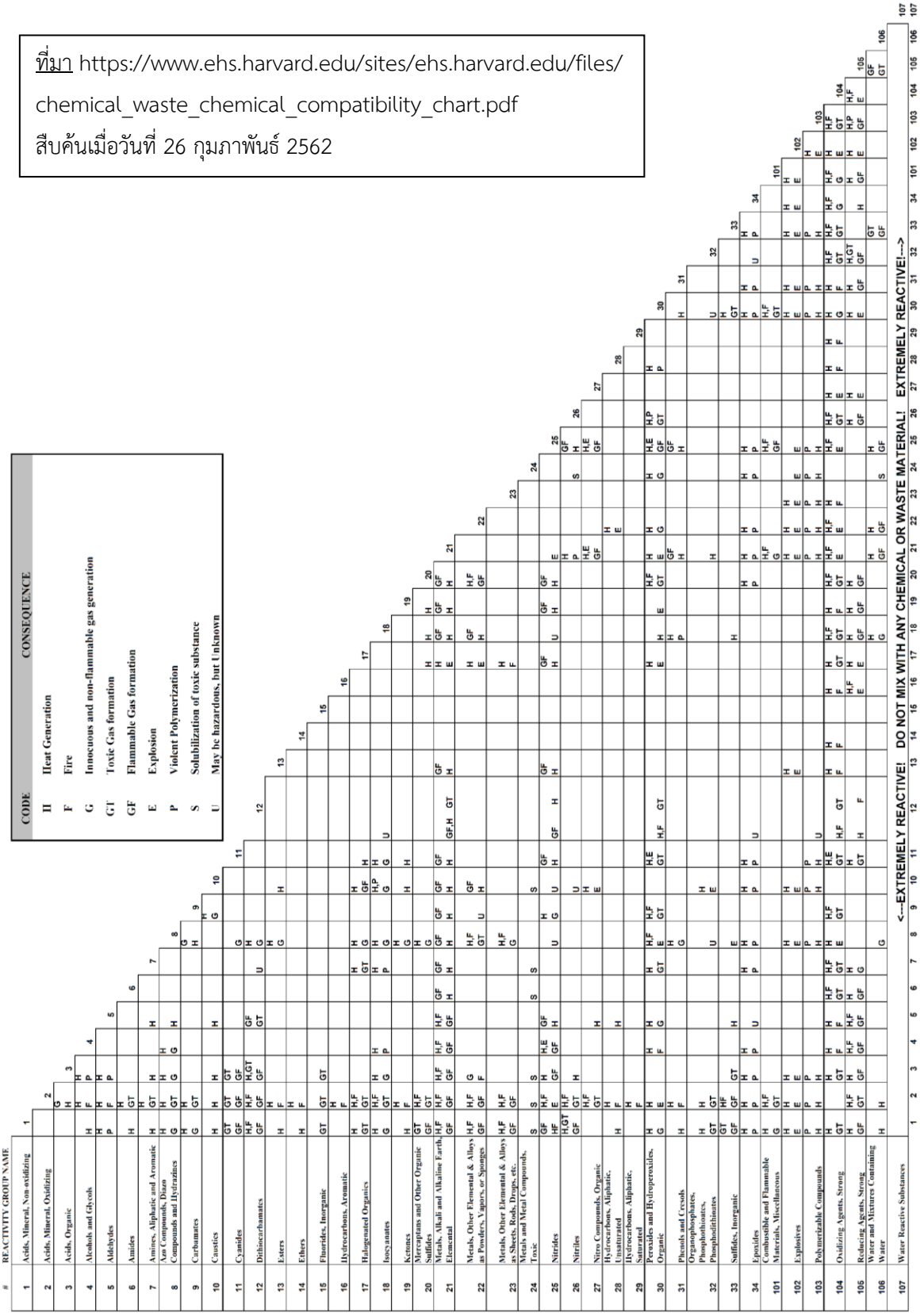
2) จาก EPA's Chemical Compatibility Chart สามารถลากเส้นจาก reactivity group ของสารเคมีแต่ละชนิดได้ดังรูป



CODE	CONSEQUENCE
H	Heat Generation
F	Fire
G	Innocuous and non-flammable gas generation
GT	Toxic Gas formation
GF	Flammable Gas formation
E	Explosion
P	Violent Polymerization
S	Solubilization of toxic substance
U	May be hazardous, but Unknown

จะเห็นว่า**สามารถเก็บ** 1) กรดไฮโดรคลอริกรวมกับกรดไนตริก 2) กรดไฮโดรคลอริกรวมกับกรดอะซิติก 3) กรดไฮโดรคลอริก-รวมกับอะซิโตน 4) กรดอะซิติกรวมกับอะซิโตน ได้โดยไม่เกิดอันตราย แต่**ไม่สามารถเก็บ** 1) กรดไนตริกรวมกับกรดอะซิติก 2) กรดไนตริกรวมกับอะซิโตน เนื่องจากจะเกิดอันตรายเมื่อเกิดการผสมกัน คือ ทำให้เกิดแก๊ส มีความร้อน หรือไฟไหม้

ที่มา https://www.ehs.harvard.edu/sites/ehs.harvard.edu/files/chemical_waste_chemical_compatibility_chart.pdf
สืบค้นเมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2562



รูปที่ 34 EPA's Chemical Compatibility Chart

ข้อปฏิบัติในการเก็บรักษาสารเคมี มีดังนี้

1) สารเคมีที่จัดเก็บต้องบรรจุในภาชนะที่เหมาะสมกับประเภทของสารเคมี มีฉลากระบุชื่อที่ชัดเจน พร้อมสัญลักษณ์ความเป็นอันตรายจากบริษัทผู้ผลิต และมีองค์ประกอบของฉลากครบถ้วนตามระบบ GHS ดังตัวอย่างในรูปที่ 35 และ 36 ได้แก่

a) ชื่อผลิตภัณฑ์และชื่อสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ/ที่เป็นอันตรายในผลิตภัณฑ์ (product name/identifier)

b) ชื่อผู้ผลิต (supplier/manufacturer identification)

c) สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายของสารเคมี (hazard pictogram) ในระบบ GHS (ดูรายละเอียดในหัวข้อ 9 สัญลักษณ์แสดงอันตรายของสารเคมี)

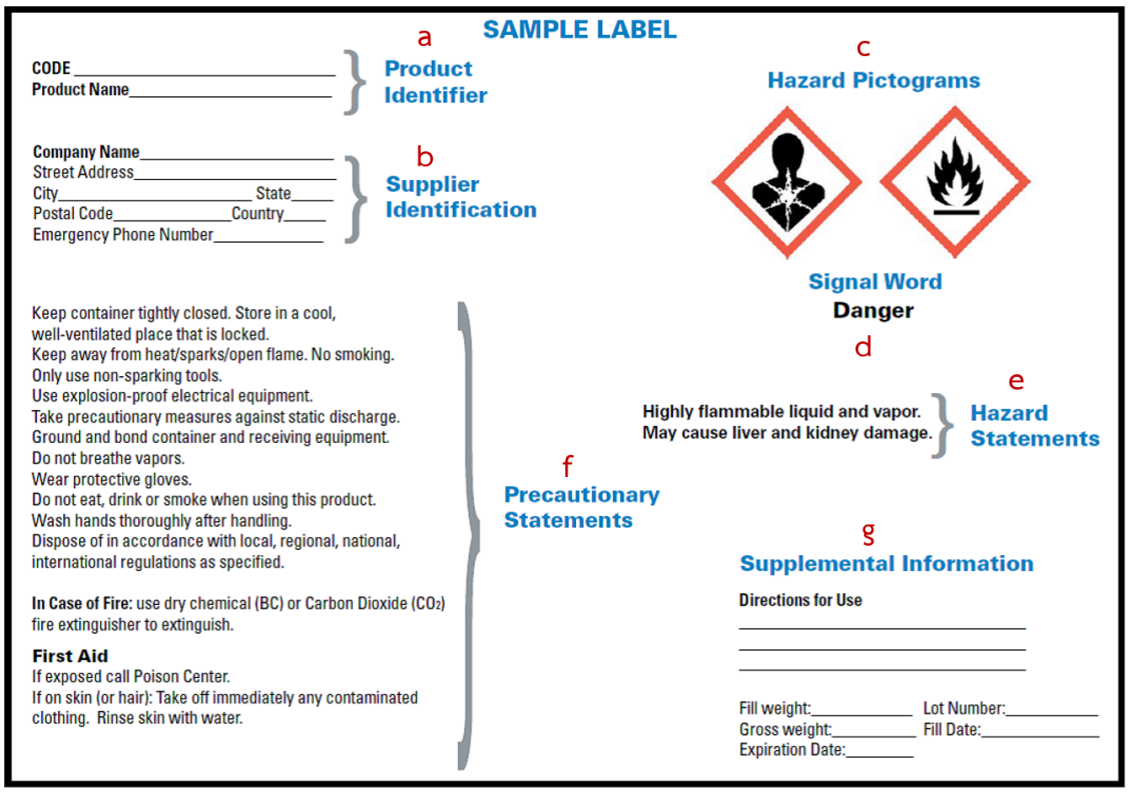
d) คำสัญญาณ (signal word) ซึ่งมีอยู่สองระดับคือ อันตราย (danger) และระวัง (warning)

e) ข้อความแสดงความเป็นอันตราย (hazard statement) เช่น ละอองลอยไวไฟ ทำให้ผิวหนังไหม้ และทำอันตรายต่อดวงตา อาจกัดกร่อนโลหะ อาจก่อให้เกิดการแพ้ที่ผิวหนัง

f) ข้อควรปฏิบัติเพื่อป้องกันอันตราย และการจัดการเมื่อมีเหตุฉุกเฉิน (precautionary statement) เช่น

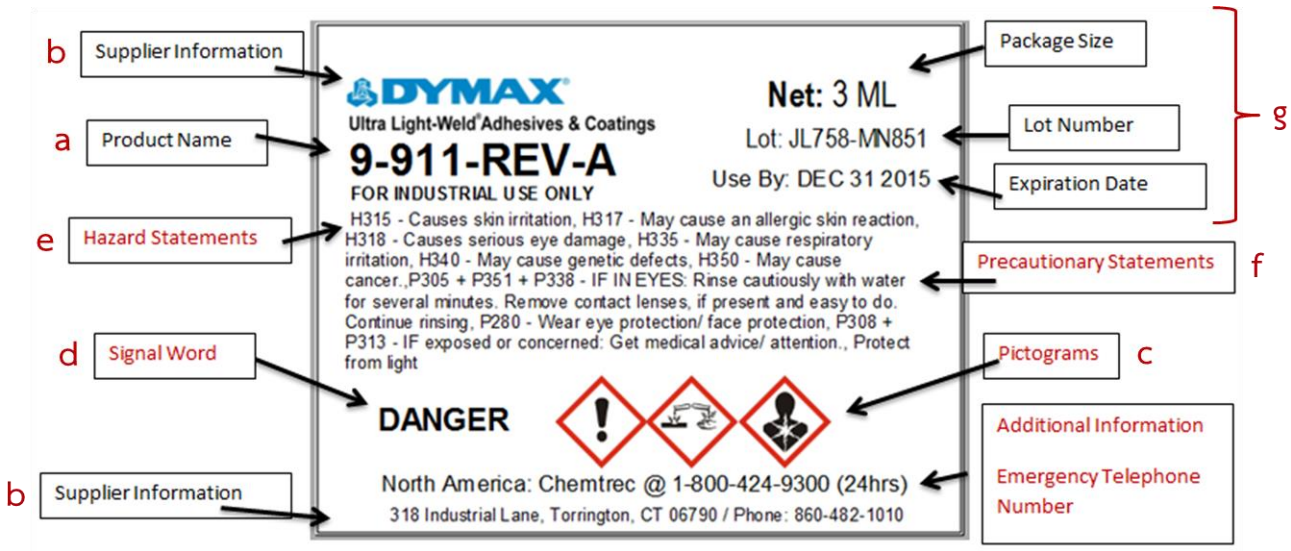
- เก็บให้ห่างจากเปลวไฟ แสงแดดหรือที่อุณหภูมิสูงกว่า 50 °C
- **ห้าม**สูบบุหรี่
- ใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตราย เช่น ถุงมือ เสื้อ หน้ากาก และแว่นเพื่อความปลอดภัย
- เก็บให้มิดชิด ใช้ถุงมือป้องกัน

g) รายละเอียดอื่น ๆ (supplemental information) (ถ้ามี) เช่น วิธีการใช้ น้ำหนัก วันที่บรรจุ วันหมดอายุ เป็นต้น



รูปที่ 35 รูปตัวอย่างแสดงองค์ประกอบของฉลากตามระบบ GHS

(ที่มา: http://www.systemid.com/learn/ghs-hcs-standards-changing-chemical-drum-labels/)



รูปที่ 36 องค์ประกอบของฉลากตามระบบ GHS

(ที่มา: https://dymax.com/resources/ghs-globally-harmonized-system/)

2) มีการตรวจสอบภาชนะบรรจุ ฉลาก อย่างสม่ำเสมอ
3) มีเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS) ของสารเคมีอันตรายทุกชนิดในห้องปฏิบัติการเพื่อใช้อ้างอิงในกรณีฉุกเฉิน และจัดหาเอกสารที่ทันสมัยอยู่เสมอ
4) มีบัญชีรายชื่อและปริมาณสารเคมีทุกชนิดที่อยู่ในความครอบครอง และมีการปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยอยู่เสมอ โดยทุกห้องปฏิบัติการจะต้องบันทึกข้อมูลสารเคมีในโปรแกรม ChemTrack & WasteTrack ผ่านเว็บไซต์ https://www.shecu.chula.ac.th/home/content.asp?Cnt=134
5) ไม่เก็บสารเคมีในห้องปฏิบัติการมากเกินความจำเป็น
6) แยกเก็บสารเคมีตามลักษณะทางกายภาพ ความเป็นอันตราย และความเข้ากันไม่ได้ ตามคู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย พ.ศ. 2550 โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม แบ่งการจำแนกประเภทสารเคมีและวัตถุอันตรายเป็น 13 ประเภท ตามลำดับความเป็นอันตราย ดังนี้
    1. วัตถุระเบิด (explosive substances)
    2. แก๊สอัด แก๊สเหลว หรือแก๊สที่ละลายภายใต้ความดัน (compressed, liquefied and dissolved gases) และแก๊สภายใต้ความดันในภาชนะบรรจุขนาดเล็ก (กระป๋องสเปรย์) (Pressurized small gas containers; aerosol can/aerosol container)
    3. ของเหลวไวไฟ (flammable liquids)
    4. ของแข็งไวไฟ (flammable solids) สารที่มีความเสี่ยงต่อการลุกไหม้ได้เอง (spontaneously combustible substances) และสารให้แก๊สไวไฟเมื่อสัมผัสน้ำ (substances that emits flammable gases in contact with water)
    5. สารออกซิไดส์ (oxidizing substances) และเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ (organic peroxides)
    6. สารพิษ (toxic substances) และสารติดเชื้อ (infectious substances)
    7. วัสดุกัมมันตรังสี (radioactive substances)
    8. สารกัดกร่อน (corrosive substances)
    9. วัตถุอันตรายประเภทอื่น ๆ ตามการจำแนกเพื่อการขนส่ง ไม่นำมาพิจารณาในกระบวนการจัดเก็บ
    10. ของเหลวติดไฟ (combustible liquids)

11. ของแข็งติดไฟ (combustible solids)
12. ของเหลวไม่ติดไฟ (non-combustible liquids)
13. ของแข็งไม่ติดไฟ (non-combustible solids)

- ในทางปฏิบัติ กรณีที่สารมีอันตรายหลายประเภท**ให้จัดเก็บตามลำดับความเป็นอันตราย** เช่น กรดอะซิติกเป็นทั้งสารไวไฟและกัดกร่อน ส่วนกรดไนตริกเป็นทั้งสารออกซิไดซ์และกัดกร่อน ดังนั้นตามลำดับความเป็นอันตรายข้างต้น ต้องเก็บกรดอะซิติกในกลุ่มสารไวไฟ และเก็บกรดไนตริกในกลุ่มสารออกซิไดซ์
- ควรแยกเก็บสารเป็นอย่างน้อย 6 กลุ่มหลัก ได้แก่ สารไวไฟ สารกัดกร่อน สารออกซิไดซ์ สารไวต่อน้ำและอากาศ สารที่ลุกติดไฟได้เอง และสารที่ต้องการการเก็บรักษาพิเศษ (เช่น ในตู้เย็น) ออกจากกัน โดยอาจมีการแบ่งย่อยตามสถานะของสาร (ของแข็ง ของเหลว แก๊ส) ได้

7) เก็บสารเคมีในสถานที่เก็บเฉพาะ ไม่ปะปนกับสิ่งอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง และระบุสัญลักษณ์ความเป็นอันตราย อาจเก็บสารเคมีทั่วไปบนชั้นวางที่มั่นคง มีขอบกั้น และมีความสูงไม่เกินมือเอื้อมถึง หรือในตู้ที่ปิดมิดชิด ไม่เก็บสารเคมีในตู้ดูดควัน ตู้ใต้อ่างน้ำ บนโต๊ะปฏิบัติการ หรือบริเวณทางเดิน
8) เก็บสารเคมีที่ต้องควบคุมหรือขออนุญาตเป็นพิเศษไว้ในตู้ที่มีกุญแจล็อค
9) สารเคมีที่ต้องเก็บในตู้เย็น เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ให้ใช้ตู้เย็นเก็บสารเคมีโดยเฉพาะ ไม่ใช้ปนกับตู้เย็นเก็บอาหาร
10) มีภาชนะรองรับ (secondary container) ที่เหมาะสมสำหรับสารเคมีที่เป็นของเหลว
11) จัดหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการจัดเก็บสารเคมีและรองรับเหตุฉุกเฉิน เช่น ถังดับเพลิง อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล วัสดุดูดซับสารเคมี ในปริมาณที่เหมาะสมกับชนิดและความเป็นอันตรายของสารเคมีที่เก็บ

<u>ข้อแนะนำในการจัดเก็บ</u>

สารไวไฟ

- เก็บสารไวไฟให้ห่างจากแหล่งความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ เปลวไฟ ประกายไฟ และแสงแดด
- เก็บตัวทำละลายที่มีจุดเดือดต่ำในที่มีการถ่ายเทอากาศที่ดี ไม่ควรให้โดนแสงแดดโดยตรง
- เก็บสารไวไฟแยกจากสารกลุ่มอื่น
- เก็บสารไวไฟในห้องปฏิบัติการในภาชนะที่มีความจุไม่เกิน 20 ลิตร
- เก็บสารไวไฟที่มีปริมาณรวมกันเกิน 10 แกลลอน (38 ลิตร) ในตู้สำหรับเก็บสารไวไฟโดยเฉพาะ
- สารไวไฟที่ต้องเก็บในที่เย็นควรเก็บในตู้เย็นที่ปลอดภัยสำหรับสารไวไฟ

สารกัดกร่อน

- เก็บสารกัดกร่อนทั้งกรดและเบสแยกออกจากกัน โดยไว้ในระดับต่ำ
- เก็บกรดในตู้เก็บกรดโดยเฉพาะ และมีภาชนะรองรับที่ทนการกัดกร่อน
- ไม่จัดเก็บกรดที่เข้ากันไม่ได้ไว้ด้วยกัน เช่น ไม่เก็บกรดอะซิติกไว้กับกรดไนตริก เพราะกรดอะซิติกเป็นสารไวไฟ กรดไนตริกเป็นสารออกซิไดซ์

สารออกซิไดซ์ (oxidizers) และสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์

- เก็บสารให้ห่างจากความร้อน แสง และแหล่งกำเนิดประกายไฟ
- เก็บสารให้ห่างจากสารไวไฟ สารอินทรีย์ และสารอื่น ๆ ที่ไหม้ไฟได้
- เก็บสารที่มีสมบัติออกซิไดซ์สูง เช่น กรดโครมิก ไว้ในภาชนะแก้วหรือภาชนะที่มีสมบัติเฉื่อย
- **<u>ห้าม</u>**ใช้จุกคอร์ก หรือจุกยางกับขวดที่ใช้เก็บสารออกซิไดซ์

- มีการตรวจสอบการเกิดเปอร์ออกไซด์อย่างสม่ำเสมอ

สารที่ไวต่อปฏิกิริยา

- มีป้ายเตือนที่ชัดเจนบริเวณหน้าตู้หรือพื้นที่ที่เก็บสารที่ไวต่อปฏิกิริยา เช่น ป้าย “สารไวต่อปฏิกิริยา – ห้ามใช้น้ำ”
- ไม่เก็บสารที่ทำปฏิกิริยากับน้ำใกล้แหล่งน้ำที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ
- มีการตรวจสอบสภาพการเก็บที่เหมาะสมของสารที่ไวต่อปฏิกิริยาอย่างสม่ำเสมอ

สารที่มีวิธีการเก็บรักษาเฉพาะต้องพิจารณาเป็นพิเศษ เช่น

- เก็บสารที่สลายตัวได้เมื่อโดนแสงหรือความร้อน หรือเกิดปฏิกิริยาที่เป็นอันตรายในตู้เย็นหรือตามที่กำหนดโดยบริษัทผู้ผลิต
- กรดไฮโดรฟลูออริก: ภาชนะที่ไม่ใช่แก้วหรือโลหะ
- ฟอสฟอรัสขาว: เก็บในน้ำ
- โซเดียมและโลหะอัลคาไลอื่น ๆ: เก็บในน้ำมัน
- กรดพิคริก: เก็บในน้ำ
- อีเทอร์: ขวดสีชา
- เปอร์ออกไซด์ ออร์แกโนเมทัลลิก (organometallics): เก็บในตู้เย็น

แก๊ส

- โปรดดูรายละเอียดที่หัวข้อ 12.4 ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้แก๊สอัดและแก๊สเหลว

ศึกษาข้อมูลการจัดเก็บสารเคมีเพิ่มเติมได้จาก คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 2 (สิงหาคม 2558) และคำอธิบายประกอบการกรอก ESPReL Checklist (ดาวน์โหลดได้จาก http://esprel.labsafety.nrct.go.th/files/ESPReL-Book2.pdf)

12.2 การเคลื่อนย้ายสารเคมีและการแบ่งถ่ายสารเคมี

ก่อนเคลื่อนย้ายหรือแบ่งถ่ายสารเคมีให้ศึกษา SDS ของสารเคมีที่เกี่ยวข้อง ใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลตามคำแนะนำ และเตรียมอุปกรณ์ทำความสะอาดที่สามารถหยิบใช้ได้ทันทีเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

ข้อแนะนำในการเคลื่อนย้ายสารเคมี

1) ตรวจสอบภาชนะบรรจุสารเคมีก่อนเคลื่อนย้ายหากภาชนะเสื่อมสภาพให้ถ่ายสารเคมีลงในภาชนะใหม่ที่เหมาะสม แล้วทำลายภาชนะเก่าทิ้ง
2) ไม่เคลื่อนย้ายสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้พร้อมกัน
3) **ห้าม**จับขวดสารเคมีที่คอขวดหรือหิ้วที่หูด้วยมือข้างเดียว
4) การเคลื่อนย้ายขวดสารเคมี**ภายในห้องปฏิบัติการ** ให้ใช้มือข้างหนึ่งจับที่คอขวดและมืออีกข้างรองที่ก้นขวดหรือใช้ภาชนะรองรับที่เหมาะสมบรรจุขวดสารเคมี ดังรูปที่ 37



รูปที่ 37 การเคลื่อนย้ายสารเคมี

5) การเคลื่อนย้ายขวดสารเคมี**นอกห้องปฏิบัติการ** ต้องใช้ภาชนะรองรับที่แข็งแรงและเหมาะสม
   - ถังสแตนเลส สำหรับสารเคมีที่ไม่กัดกร่อน เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์
   - ถังพลาสติก สำหรับสารเคมีกัดกร่อน เช่น กรด
6) การเคลื่อนย้ายขวดสารเคมีจำนวนมาก ให้ปฏิบัติดังนี้
   - **ห้าม**วางขวดสารเคมีบนรถเข็นโดยตรง
   - ใช้ภาชนะรองรับและวัสดุกันกระแทกที่เหมาะสม
   - ใช้รถเข็นสารเคมีที่มีที่กั้น โดยที่กั้นควรสูงอย่างน้อยครึ่งหนึ่งของความสูงของขวดสารเคมี

ข้อแนะนำในการเคลื่อนย้ายถังแก๊ส

1) ปิดฝาครอบวาล์วให้แน่นก่อนเคลื่อนย้าย
2) หากเคลื่อนย้าย**ภายในห้องปฏิบัติการ** ให้ใช้วิธีหมุนก้นถังในแนวตั้ง
3) หากเคลื่อนย้าย**ออกนอกห้องปฏิบัติการ** ต้องใช้รถเข็นถังแก๊สที่มีสายรัดโดยเฉพาะ
4) หากจำเป็นต้องใช้ลิฟต์โดยสารเคลื่อนย้าย ต้องแสดงป้าย**ห้าม**ผู้โดยสารเข้าลิฟต์ในระหว่างการขนย้าย

ข้อแนะนำในการแบ่งถ่ายสารเคมี

1) ทำในตู้ดูดควัน
2) **ห้าม**เทสารไวไฟใกล้แหล่งกำเนิดไฟ หรือแหล่งความร้อน
3) ใช้กรวยในการเทสารจากขวดบรรจุสู่ภาชนะปากแคบ บีกเกอร์หรือภาชนะอื่นที่เหมาะสม

12.3 ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้สารไวไฟ

เมื่อใช้สารไวไฟควรปฏิบัติดังนี้

1) ระมัดระวังเป็นพิเศษในกรณีที่ต้องใช้ร่วมกับสารออกซิไดซ์
2) **ห้าม**จุดไฟใกล้สารไวไฟ เช่น แอลกอฮอล์ ไดเอทิลอีเทอร์ เพราะไอของสารไวไฟเดินทางได้ในระยะที่ไกลกว่าที่คิด ไอของตัวทำละลายซึ่งหนักกว่าอากาศจะแผ่ปกคลุมไปตามโต๊ะหรือพื้นห้องปฏิบัติการจนถึงแหล่งกำเนิดไฟแล้วลุกเป็นไฟ และลุกลามกลับมาที่บีกเกอร์จนเกิดไฟไหม้รุนแรงได้ (flash back)
3) เมื่อใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ต้องทำในตู้ดูดควัน เช่น การแบ่งถ่ายสารเคมี การระเหยตัวทำละลาย
4) **ห้าม**เทตัวทำละลายอินทรีย์ลงในอ่างน้ำโดยเด็ดขาด เพราะก่อให้เกิดอันตรายจากความเป็นพิษและอาจติดไฟได้หากไอของตัวทำละลายเคลื่อนที่ตามระบบท่อน้ำทิ้งไปยังบริเวณที่มีเปลวไฟ

5) **<u>ห้าม</u>**เปิดเตาให้ความร้อนหรือแหล่งกำเนิดความร้อนอื่น ๆ เช่น ตะเกียงแอลกอฮอล์ทิ้งไว้ขณะที่ไปทำกิจกรรมอื่น ปิดอุปกรณ์ให้ความร้อนทุกครั้งที่สิ้นสุดการทดลอง

6) ใช้ภาชนะปากแคบ เช่น ขวดรูปชมพู่ ในการให้ความร้อนกับตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น การตกผลึก

7) **<u>ห้าม</u>**ใช้เปลวไฟจากตะเกียงหรือเตาให้ความร้อนแก่ตัวทำละลายที่ติดไฟได้และมีจุดเดือดต่ำกว่า 80 – 85 °C โดยตรง ให้ใช้อ่างน้ำร้อน (water bath)

12.4 ข้อปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้แก๊สอัดและแก๊สเหลว

1) ติดฉลากชื่อแก๊สให้ชัดเจน เก็บถังแก๊สในที่แห้ง อากาศถ่ายเทได้ดี ห่างจากแหล่งความร้อนหรือแหล่งกำเนิดไฟ

2) ถ้าเป็นไปได้ควรติดตั้งถังแก๊สภายนอกและต่อท่อเข้ามาภายในห้องปฏิบัติการ

3) มีโซ่หรือสายรัดสองตำแหน่งยึดติดกับโต๊ะปฏิบัติการ ผนัง หรืออุปกรณ์ยึดที่มั่นคง แข็งแรง กรณีมีถังแก๊สจำนวนมาก ควรเก็บไว้ในคอกที่มั่นคง หากไม่มีคอกกั้นต้องมั่นใจว่าโซ่หรือสายรัดนั้นมั่นคงพอในการรองรับน้ำหนักถังทั้งหมด ดังรูปที่ 38

4) แยกเก็บถังแก๊สที่กำลังใช้งาน แก๊สบรรจุเต็ม และถังแก๊สเปล่าออกจากกัน ติดป้ายให้ชัดเจนว่าเป็นถังที่ยังมีแก๊สหรือเป็นถังเปล่า

5) ถังแก๊สที่ยังไม่ใช้งานต้องมีฝาครอบหัวถังหรือฝาครอบวาล์วหรือมี guard ป้องกันหัวถัง

6) เก็บถังแก๊สออกซิเจนห่างจากถังแก๊สเชื้อเพลิง แก๊สไวไฟและวัสดุไหม้ไฟได้ หรือมีฉาก/ผนังกั้นที่ไม่ติดไฟ

7) ตรวจสอบสภาพถังแก๊สทุก 6 เดือนโดยผู้เชี่ยวชาญ และมีหมายเลขโทรศัพท์ของบริษัทผู้จำหน่ายถังหรือผู้ตรวจสอบติดไว้ใกล้ถังแก๊สหรือโทรศัพท์เผื่อยามเกิดเหตุฉุกเฉิน

8) ในการเคลื่อนย้ายถังแก๊สต้องปิดฝาครอบวาล์วก่อนเคลื่อนย้าย ควรใช้รถเข็นที่มีโซ่หรือสายรัด ดังรูปที่ 39 หากเคลื่อนย้ายระยะสั้นอาจใช้การหมุนก้นถังในแนวตั้ง

9) ใช้อุปกรณ์ควบคุมความดันที่เหมาะสมกับชนิดของแก๊ส และต่อเข้ากับถังแก๊สโดยขันเกลียวให้พอดี ห้ามใช้แรงฝืนการขันเกลียวหรือสารหล่อลื่นใด ๆ

10) ก่อนเปิดวาล์วควบคุมความดันของแก๊สเข้าสู่ระบบทำงาน ต้องตรวจสอบให้แน่ใจว่ามีทางออกของแก๊สไว้แล้วเพื่อไม่ให้เกิดความดันสะสมจนระเบิด



รูปที่ 38 การจัดเก็บแก๊สอัด



รูปที่ 39 การเคลื่อนย้ายแก๊สอัด

ข้อแนะนำเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินแก๊สรั่ว :	การตอบโต้กรณีแก๊สรั่วสำหรับผู้ตรวจสอบพื้นที่ :
- ตรวจสอบชนิดของแก๊ส จากข้อมูลข้างถัง หรือที่ pressure regulator - พยายามปิด main valve และแหล่งกำเนิดความร้อน (ถ้ามี) - ออกจากบริเวณที่มีแก๊สรั่ว และกันบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากบริเวณให้เร็วที่สุด - แจ้งอาจารย์หรือผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ/อาคาร	- ควรใส่เครื่องช่วยหายใจก่อนปฏิบัติงาน เนื่องจากในบริเวณที่เกิดการรั่วจะมีอากาศเจือจางกว่าปกติ - แจ้งบริษัทผู้จำหน่ายถังแก๊ส (ควรมีเบอร์โทรศัพท์ติดต่อในบริเวณที่หาได้สะดวกเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน) เพื่อขอคำแนะนำเบื้องต้น

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดการเมื่อเกิดการรั่วไหลของแก๊สพิษบางชนิดในปริมาณเล็กน้อย (สำหรับผู้ตรวจสอบพื้นที่) ตามตารางที่ 2 เป็นวิธีปฏิบัติเบื้องต้น ผู้ประสบเหตุที่ไม่ชำนาญควรหลีกเลี่ยงการจัดการด้วยตนเอง

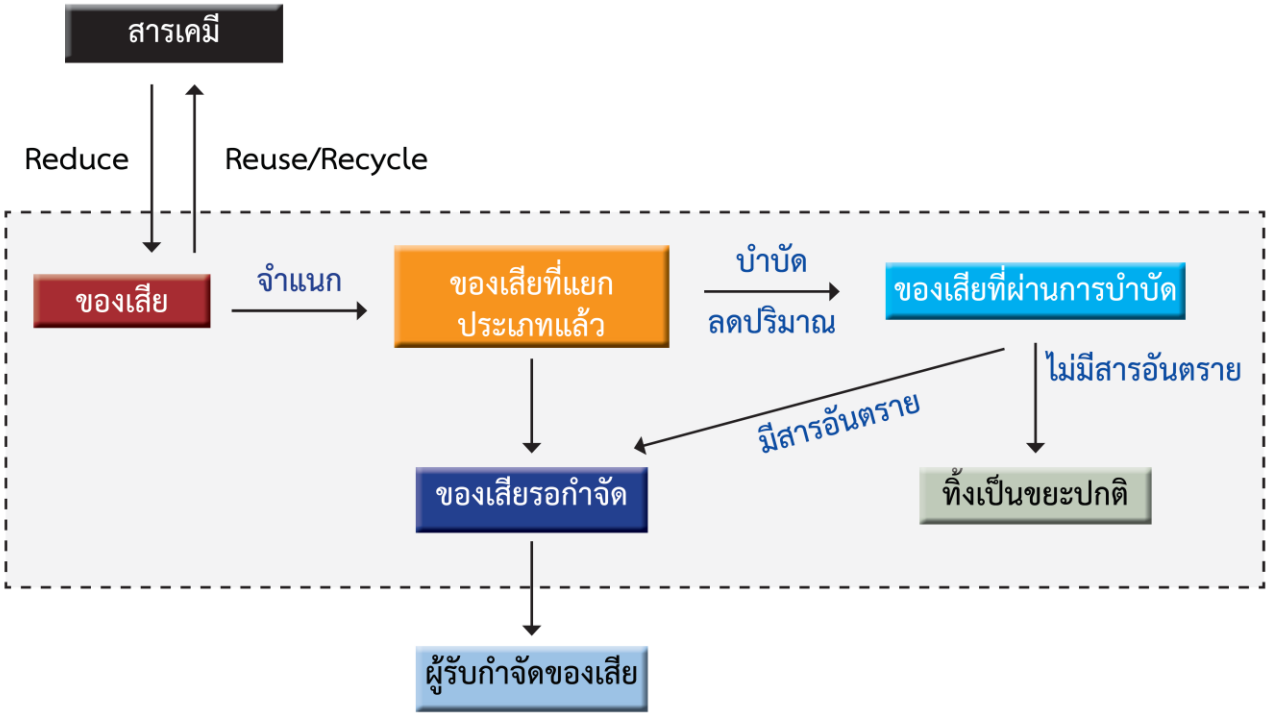
ตารางที่ 2 เทคนิคการทำลายแก๊สพิษบางชนิดเมื่อเกิดการรั่วไหลในปริมาณเล็กน้อย

ชนิดของแก๊สที่รั่วไหล	วิธีทำลาย
Ammonia, anhydrous	ปล่อยแก๊สที่รั่วไหลในน้ำ ในอัตราส่วนน้ำ 100 ลิตรต่อแอมโมเนีย 1 ลิตร
Arsine	ปล่อยแก๊สที่รั่วไหลผ่านสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตหรือตัวออกซิไดส์ที่แรงอื่น ๆ
Boron trichloride	ปล่อยแก๊สที่รั่วไหลผ่านสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 15%
Carbon monoxide	จุดไฟเผาทำลายแก๊สที่รั่วไหล
Chlorine	ปล่อยแก๊สที่รั่วไหลผ่านสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 15% หรือสารละลายเบสแก่อื่น ๆ
Fluorine	ปล่อยแก๊สที่รั่วไหลผ่านสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 – 15%
Fluorocarbons	พยายามกักเก็บไว้เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่
Hydrogen	ปล่อยออกสู่บรรยากาศ
Hydrogen fluoride	ปล่อยแก๊สที่รั่วไหลผ่านสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 – 15%
Hydrogen sulfide	ปล่อยแก๊สที่รั่วไหลผ่านสารละลายฟอกขาว (โซเดียมไฮโปคลอไรต์) ความเข้มข้น 10 – 20%
Methyl bromide	ดูดซับแก๊สที่รั่วไหลด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น เอทานอลหรือโทลูอีน
Nitric oxide	ปล่อยแก๊สที่รั่วไหลผ่านสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต หรือโซดาไลม์ (ของผสมระหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์และปูนขาว)
Nitrous oxide	ปล่อยออกสู่บรรยากาศ
Phosgene	ทำให้เป็นกลางด้วยปูนขาว (แคลเซียมออกไซด์หรือไฮดรอกไซด์) หรือหินปูนทุบละเอียด (แคลเซียมคาร์บอเนต)
Sulfur dioxide	ปล่อยแก๊สที่รั่วไหลผ่านสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น

(ที่มา: J.E.Bowen, Emergency Management of Hazardous Materials Incidents, National Fire Protection Association, 1995)

13. ข้อปฏิบัติในการทิ้งของเสีย

ของเสียจากห้องปฏิบัติการเคมี ได้แก่ สิ่งเหลือใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี สารเคมีที่ไม่ทราบชื่อ สารเคมีที่หมดอายุหรือเสื่อมสภาพ สารเคมีที่หกรั่วไหลและเก็บกลับคืนมา ตัวทำละลายอินทรีย์ กล่าวโดยสรุปคือทุกสิ่งที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อีกต่อไปในห้องปฏิบัติการเคมีและมีอันตรายในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ซึ่งจำเป็นต้องกำจัดทิ้งโดยวิธีการเฉพาะที่ไม่เหมือนขยะตามบ้านเรือนจัดว่าเป็นของเสียอันตรายทั้งสิ้น



รูปที่ 40 ตัวอย่างแนวปฏิบัติในการจัดการของเสียอันตราย

13.1 การลดการเกิดของเสีย

การลดของเสียเป็นความรับผิดชอบของผู้ก่อของเสีย เพราะย่อมรู้ดีกว่าคนอื่นว่าของเสียที่เกิดขึ้นนั้นคืออะไรบ้าง และต้องเริ่มคิดตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผนการทดลองว่าจะลดการใช้สารตั้งต้นและพยายามใช้สารทดแทนที่มีความเป็นอันตรายน้อยกว่าได้อย่างไร ห้องปฏิบัติการมีแนวปฏิบัติในการลดการใช้สารเคมีและลดการทิ้งของเสียอันตรายด้วยหลัก 3R และมาตรการ ดังนี้

Reduce คือ การทำให้เกิดของเสียน้อยที่สุดตั้งแต่ต้นทาง โดยการ

- ลดขนาดของการทดลอง (small scale, microscale experiments)
- ลดการใช้สารเคมี ด้วยการสาธิตหรือการใช้สื่อการสอนแทนการทดลองจริง
- ให้คำแนะนำที่ถูกต้องในการลดปริมาณของเสีย

Reuse คือ การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ในสภาพเดิม เช่น

- การนำตัวทำละลายที่เหลือใช้มาล้างภาชนะ
- การนำ solid supported reagent/catalyst กลับมาใช้ใหม่
- การนำภาชนะบรรจุสารเคมีกลับมาใช้ใหม่

Recycle/Recover คือ การนำของเสียมาปรับสภาพ/ทำให้บริสุทธิ์เพื่อนำหลับมาใช้ใหม่ เช่น

- การ recover ตัวทำละลาย เช่น อะซีโตนล้างเครื่องแก้ว โดยการกลั่น
- การ recover โลหะมีค่า เช่น แพลเลเดียม เงิน ทอง ฯลฯ
- การทำสารเคมีที่เสื่อมสภาพ/หมดอายุให้บริสุทธิ์เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

ตัวอย่างมาตรการ “ลด” “เลิก/ทดแทน” “ใช้ซ้ำ” ของเสียอันตรายของห้องปฏิบัติการแห่งหนึ่ง

มาตรการ “ลด”

1. ลดปริมาณการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์โดยการเทตัวทำละลายมาเท่าที่จำเป็นต้องใช้
2. ลดการทำคอลัมน์โครมาโทกราฟีประเภทที่ใช้ซิลิกาเจลและตัวทำละลาย เพราะเป็นการสิ้นเปลือง ถ้าเป็นไปได้ควรเลือกวิธีอื่นในการทำให้บริสุทธิ์ เช่น การสกัด การตกผลึก
3. ถ้าจำเป็นต้องทำโครมาโทกราฟี ให้เลือกขนาดคอลัมน์ที่เล็กที่สุดเท่าที่จะแยกสารได้ (ขึ้นกับปริมาณสารและความยากง่ายในการแยก) ผสมตัวทำละลายอินทรีย์สำหรับทำคอลัมน์โครมาโทกราฟีเท่าที่พอใช้ ถ้าไม่พอค่อยผสมใหม่
4. ในกรณีที่จำเป็นต้องกลั่นตัวทำละลาย (เช่น THF) ให้ใส่ตัวทำละลายใน solvent still เฉพาะในปริมาณที่ต้องการใช้หรือมากกว่าเล็กน้อย และต้องระวังไม่กลั่นจนแห้ง
5. การใช้อะซิโตนล้างเครื่องแก้วควรทำเฉพาะเท่าที่จำเป็น อย่าใช้อะซิโตนแทนน้ำในการล้างเครื่องแก้ว
6. ตัวทำละลายสำหรับ NMR มีราคาแพงและมีอันตราย จึงไม่ควรใส่ตัวทำละลายให้มากเกินความจำเป็น (4.3 – 4.5 cm)
7. ในการใช้เครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotavap) อย่าปรับความดันให้ต่ำเกินไป เนื่องจากจะมีการปลดปล่อยไอของตัวทำละลายสู่บรรยากาศมาก
8. ลดปริมาณของเสียที่เป็นของเหลว โดยไม่ทิ้งของเสียที่เจือจางมาก และไม่ใช้ตัวทำละลายชะล้างมากเกินความจำเป็น ในกรณีที่ตัวทำละลายเป็นน้ำอาจทิ้งให้น้ำระเหยไปบ้าง

มาตรการ “เลิก/ทดแทน”

1. งดการใช้ตัวทำลายอินทรีย์ชนิด commercial ที่ต้องมีการกลั่นก่อนใช้ ให้เลือกเกรดของตัวทำละลายที่เหมาะสมกับงานที่ทำ
2. ยกเลิกการใช้ HgO สำหรับการเตรียม Diphenyl diazomethane โดยให้ใช้ $KMnO_4$ เป็นตัวออกซิไดส์แทน
3. ทดแทนตัวทำละลายประเภท Chlorinated ด้วย Non-Chlorinated solvent หากเป็นไปได้

มาตรการ “ใช้ซ้ำ”

1. ตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหลือใช้ หรือตัวทำลายจากเครื่อง rotary evaporator หรือตัวทำละลายผสมที่เหลือจากการทำโครมาโทกราฟี ให้เทใส่ขวดตัวทำละลายสำรองประจำโต๊ะปฏิบัติการของตนเอง หรือใช้กลั้วภาชนะที่เปื้อนสารอินทรีย์เพื่อให้ล้างง่ายขึ้น
2. สารเคมีที่ (ดูเหมือน) เสื่อมสภาพให้นำมาไว้ในตะกร้าที่กำหนด และลงบันทึกไว้ ผู้รับผิดชอบจะพิจารณาว่าจะนำไปกำจัดหรือนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่น เช่น เกลือของโลหะต่าง ๆ ที่ละลายน้ำได้มักดูดความชื้นจนเยิ้มเหลว แต่ไม่ได้ทำให้สมบัติทางเคมีเปลี่ยนแปลงไป สามารถใช้ได้กับการทดลองประเภทอื่นที่ไม่ต้องการความเข้มข้นแน่นอน เช่น ในปฏิบัติการคุณภาพวิเคราะห์ เป็นต้น
3. สารเคมีที่เก่าเก็บที่เหมือนจะเสื่อมสภาพแล้วสามารถทำให้บริสุทธิ์ได้โดยวิธีการที่เหมาะสมซึ่งอาจหาได้จากเอกสารอ้างอิง เช่น D. D. Perrin and W. L. F. Amarego, *Purification of Laboratory Chemicals*, 3rd Ed., Pergamon Press, Oxford, 1988
4. ขวดและภาชนะบรรจุสารเคมี **ถ้าจะใช้ซ้ำต้องแน่ใจว่าไม่ได้ใช้บรรจุสารอันตรายพิเศษ (อันตรายต่อสุขภาพหรือสิ่งแวดล้อม)** ถ้าเป็นขวดบรรจุตัวทำละลายอินทรีย์ที่ระเหยง่าย (จุดเดือดต่ำกว่า 100 °C) ให้เปิดฝาทิ้งไว้ใน

ตู้ดูดควันจนกระทั่งตัวทำละลายระเหยออกไปหมด ล้างขวดให้สะอาดและทำให้แห้ง พร้อมติดป้ายแจ้งว่าภาชนะดังกล่าวได้ผ่านการล้างเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจึงนำไปใช้เป็นภาชนะบรรจุของเสียอันตรายหรือนำกลับมาใช้ใหม่

13.2 การจำแนกประเภทของเสีย

การจำแนกประเภทของเสียเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดจากการผสมของเสียที่เข้ากันไม่ได้เข้าด้วยกัน เช่น เกิดปฏิกิริยาคายความร้อน เกิดการระเบิด หรือเกิดเป็นสารอื่นที่มีอันตราย เช่น แก๊สพิษ การจำแนกประเภทของเสียยังทำให้ง่ายต่อการบำบัดหรือกำจัด ในการจำแนกประเภทของเสียอันตรายสามารถอิงระบบสากลหรือมาตรฐานที่เป็นที่ยอมรับ และต้องเหมาะสมกับธรรมชาติของของเสียที่เกิดขึ้นจริงของหน่วยงาน/องค์กรนั้น ๆ

ผู้ทำการทดลอง/ผู้วิจัย จะต้องจำแนกประเภทของเสียอันตรายตามข้อกำหนดของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งจำแนกประเภทของเสียตามความเป็นอันตราย ความเข้ากันไม่ได้ และวิธีการบำบัด ดังรูปที่ 41 ดังนี้

1) **ประเภทที่ 1 ของเสียพิเศษ (I: Special Waste)** หมายถึง ของเสียที่มีปฏิกิริยากับน้ำหรืออากาศ ของเสียที่อาจมีการระเบิด (เชน azide, peroxides) สารอินทรีย ของเสียที่ไมทราบที่มา และของเสียที่เปนสารกอมะเร็ง เชน เอทธิเดียม-โบรไมด เป็นต้น

2) **ประเภทที่ 2 ของเสียที่มีไซยาไนด (II: Cyanide Waste)** หมายถึง ของเสียที่มีไซยาไนดเปนสวนประกอบ เช่น โซเดียมไซยาไนด โปแตสเซียมไซยาไนด หรือเปนของเสียที่มีสารประกอบเชิงซอนไซยาไนด หรือมีไซยาโนคอมเพล็กซ เป็นองคประกอบ เชน $Ni(CN)_4^{2-}$ เปนตน

ถ้าผสมกับ ของเสียที่มีปรอท (IV: Mercury Waste)
ให้จัดเป็นประเภท ของเสียพิเศษ (I: Special Waste)

3) **ประเภทที่ 3 ของเสียที่มีสารออกซิไดซ์ (III: Oxidizing Waste)** หมายถึง ของเสียที่มีสมบัติในการให้อิเล็กตรอน ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่นทำใหเกิดระเบิดได เช่น โพแทสเซียมเปอรแมงกาเนต โซเดียมคลอเรต โซเดียมเปอรไอโอเดต และโซเดียมเปอรซัลเฟต

ถ้าผสมกับ ของเสียที่มีสารโครเมต (V: Chromate Waste)
ให้จัดเป็นประเภท ของเสียที่มีสารโครเมต (V: Chromate Waste)

4) **ประเภทที่ 4 ของเสียที่มีปรอท (IV: Mercury Waste)** หมายถึง ของเสียที่มีปรอทเปนองคประกอบ เช่น เมอรคิวรี(II) คลอไรด อัลคิลเมอรคิวรี เศษแก้วแตกจากเทอร์โมมิเตอร์ปรอท เป็นต้น

ถ้าผสมกับ ของเสียที่มีไซยาไนด์ (II: Cyanide Waste)
ให้จัดเป็นประเภท ของเสียพิเศษ (I: Special Waste)

5) **ประเภทที่ 5 ของเสียที่มีสารโครเมต (V: Chromate Waste)** หมายถึง ของเสียที่มีโครเมียม(VI) เปนองคประกอบ เช่น สารประกอบ Cr^{6+} กรดโครมิก ของเสียที่ไดจากการวิเคราะห์ Chemical Oxygen Demand (COD) [**ถ้ามีการใช้สารปรอทร่วมด้วยให้จัดเปนประเภทของเสียที่มีปรอท (IV: Mercury Waste)**] เป็นต้น

6) **ประเภทที่ 6 ของเสียที่มีโลหะหนัก (VI: Heavy Metal Waste)** หมายถึง ของเสียที่มีไอออนของโลหะหนักอื่นที่ไมใชปรอทเปนสวนผสม เช่น แบเรียม แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง เหล็ก แมงกานีส สังกะสี โคบอลต์ นิเกิล เงิน ดีบุก แอนติโมนี ทังสเตน วาเนเดียม เช่น

Lowry's solution = copper sulfate ($CuSO_4$) + sodium tungstate (Na_2WO_4) + lithium sulfate (Li_2SO_4)

Inhibitor assays = sodium vanadate ($NaVO_3$)

Silver staining = silver nitrate ($AgNO_3$)

7) **ประเภทที่ 7 ของเสียที่เปนกรด (VII: Acid Waste)** หมายถึง ของเสียที่มีคา pH ต่ำกว่า 7 และมีกรดแร (mineral acid) ปนอยูในสารมากกวา 5% เชน กรดซัลฟูริก กรดไนตริก กรดไฮโดรคลอริก Bradford's solution = 85% phosphoric acid + 95% ethanol

8) **ประเภทที่ 8 ของเสียอัลคาไลน (VIII: Alkaline Waste)** หมายถึง ของเสียที่มีคา pH สูงกวา 8 และมีดาง ปนอยูในสารละลายมากกวา 5% เชน คารบอเนต ไฮดรอกไซด แอมโมเนีย เป็นต้น

9) **ประเภทที่ 9 ผลิตภัณฑปโตรเลียม (IX: Petroleum Products)** หมายถึง ของเสียประเภทน้ำมันปโตรเลียม และผลิตภัณฑที่ไดจากน้ำมัน เชน น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันกาด น้ำมันเครื่อง น้ำมันหลอลื่น xylene solution เป็นต้น

10) **ประเภทที่ 10 Oxygenated (X: Oxygenated)** หมายถึง ของเสียที่ประกอบดวยสารเคมีที่มีออกซิเจนอยูในโครงสราง เชน เอทิลแอซีเทต อะซีโทน เอสเทอร อัลกอฮอล คีโตน อีเทอร แอลดีไฮด์ เป็นต้น

11) **ประเภทที่ 11 NPS Containing (XI: NPS Containing)** หมายถึง ของเสียที่ประกอบดวยสารอินทรียที่มีส่วนประกอบของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร เชน สารเคมีที่มีสวนประกอบของ Dimethyl formamide (DMF), Dimethyl sulfoxide (DMSO) อะซิโตไนไตรล์ เอมีน เอไมด์

ถ้าผสมกับ Halogenated (XII: Halogenated) **ให้จัดเป็นประเภท** ของเสียพิเศษ (I: Special Waste)

12) **ประเภทที่ 12 Halogenated (XII: Halogenated)** หมายถึง ของเสียที่มีสารประกอบอินทรียของธาตุฮาโลเจน เชน คารบอนเททระคลอไรด (CCl_4) ไตรคลอโรเอทิลีน (C_2HCl_3), BCIP solution (5-Bromo-4-chloro-3-indolyl phosphate p-toluide salt, $C_8H_4BrClNO_4P.2Na$), phenol chloroform extraction

ถ้าผสมกับ NPS Containing (XI: NPS Containing) **ให้จัดเป็นประเภท** ของเสียพิเศษ (I: Special Waste)

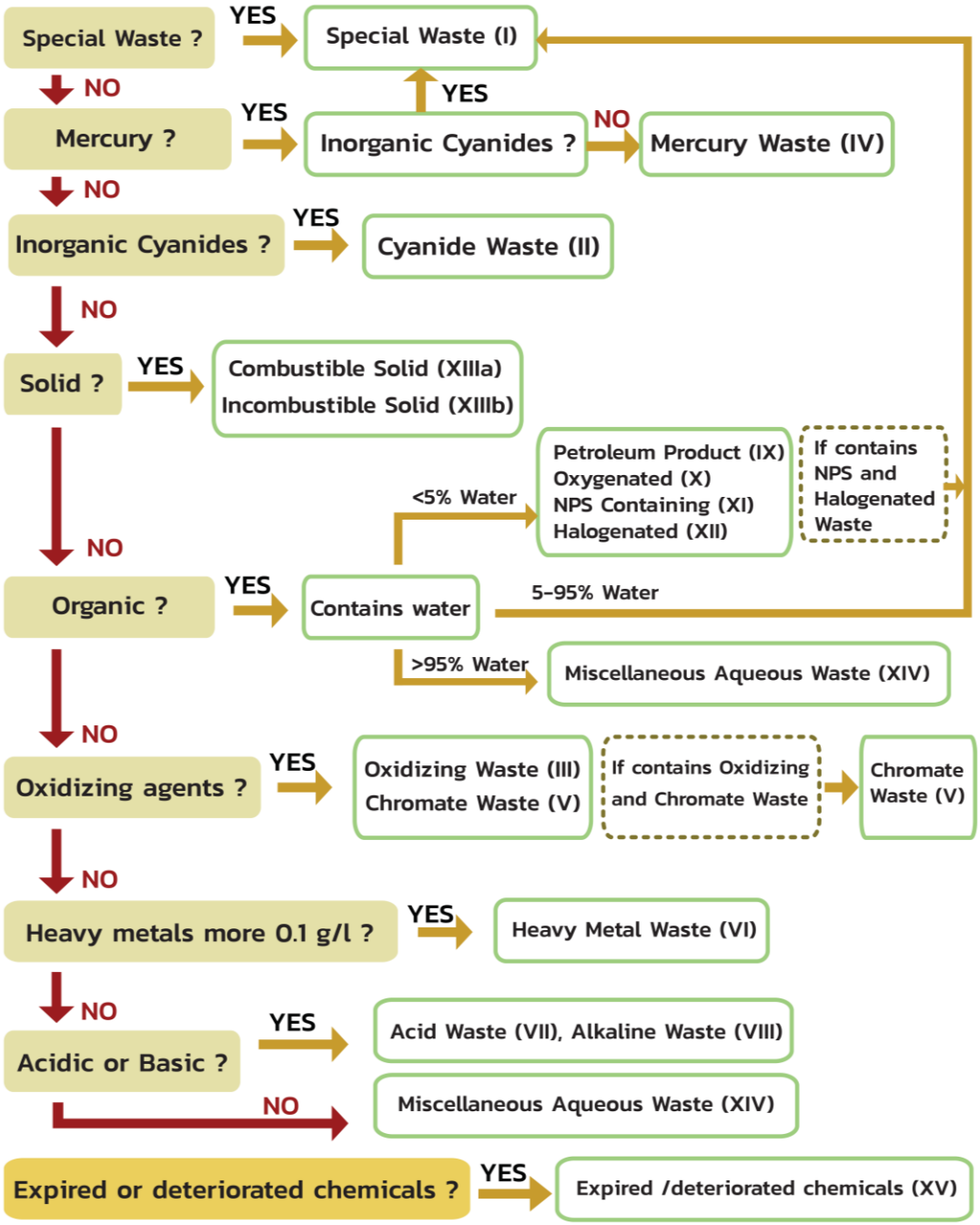
13) **ประเภทที่ 13**

(a): ของแข็งที่เผาไหมได (XIIIa: Combustible Solid) เช่น เศษซากพืชจากการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ ถุงมือปนเปื้อนสารเคมี เป็นต้น

(b): ของแข็งที่ไมสามารถเผาไหมได (XIIIb: Incombustible Solid) เช่น silica gel เศษแก้ว เป็นต้น

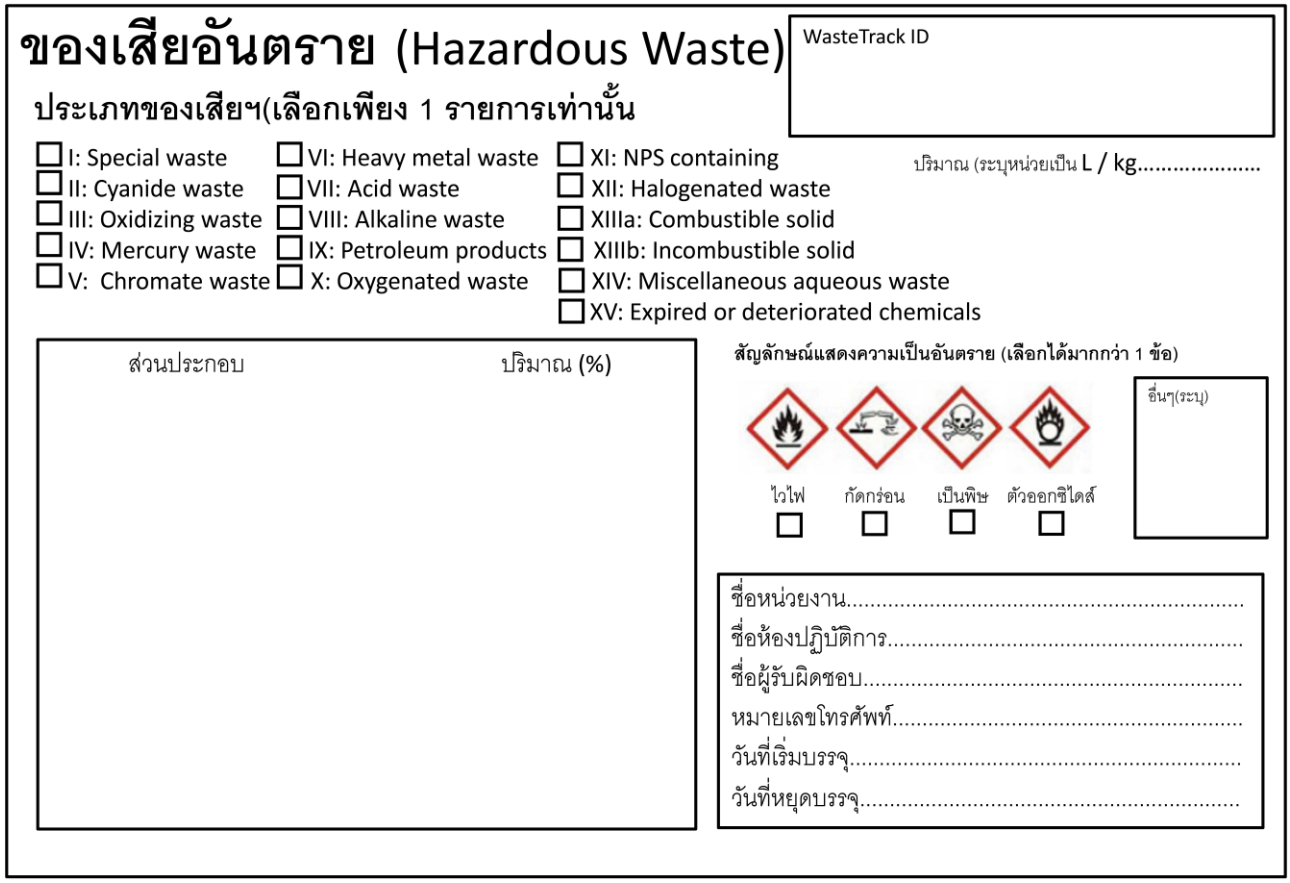
14) **ประเภทที่ 14 ของเสียอื่น ๆ ที่มีน้ำเปนตัวทำละลาย (XIV: Miscellaneous Aqueous Waste)** หมายถึง ของเสียที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย และมีสารอินทรียที่ไมมีพิษนอยกวา 5% หากเปนสารอันตรายต่อสุขภาพหรือสิ่งแวดล้อม  (ไม่จำกัดความเข้มข้น) ใหพิจารณาเสมือนว่าเปนของเสียพิเศษ (I: Special Waste)

15) **ประเภทที่ 15 สารเคมีเสื่อมสภาพ (XV: Expired or Deteriorated Chemicals)** หมายถึง สารเคมีเสื่อมสภาพที่สามารถระบุ ชื่อ และประเภทความเป็นอันตรายของสารได้



รูปที่ 41 แนวทางการจำแนกประเภทของเสียอันตราย 15 ประเภท ตามข้อกำหนดของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อจำแนกประเภทของเสียแล้ว รวบรวมใส่ลงในภาชนะบรรจุของเสีย ติดฉลากของเสียที่มีข้อมูลครบถ้วน ดังรูปที่ 42 โดยแยกเก็บของเสียออกจากสารเคมีชนิดอื่น ห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ อ่างน้ำ และบริเวณที่ตั้งของอุปกรณ์ฉุกเฉิน ของเสียที่มีลักษณะเป็นของเหลวต้องมีภาชนะรองรับขวดของเสีย (secondary container) ที่เหมาะสม สามารถรองรับปริมาณของเสียได้ทั้งหมดหากเกิดการรั่วไหล ไม่ควรเก็บของเสียประเภทของเหลวไวไฟไว้เกิน 50 ลิตร มหาวิทยาลัยมีระบบการจัดการของเสียอันตราย ซึ่งจะมีการกรอกข้อมูล ชนิด และปริมาณในระบบ ChemTrack & WasteTrack และมีการนัดหมายหรือรวบรวมของเสียส่งกำจัดต่อไป



รูปที่ 42 ฉลากของเสีย ติดภาชนะบรรจุของเสียอันตรายที่มีข้อมูลครบถ้วน

ข้อควรระวัง

1. หลีกเลี่ยงการผสมของเสียต่างหมวดหมู่เข้าด้วยกัน ให้ใช้แผนผังในรูปที่ 41 เป็นแนวทางในการจำแนกประเภทของเสีย เช่น น้ำ-ตัวทำละลายอินทรีย์ ตัวทำละลายที่มีคลอรีน-ไม่มีคลอรีน ปรอท-โลหะหนักอื่น ของเสียที่มีไซยาไนด์-ของเสียที่ไม่มีไซยาไนด์ เป็นต้น การผสมของเสียต่างประเภทเข้าด้วยกันอาจทำให้เกิดอันตรายอื่นตามมาที่คาดไม่ถึง เช่น การผสมของเสียที่ประกอบด้วยกรดไนตริกกับของเสียที่เป็นสารอินทรีย์ อาจทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรงถึงขั้นระเบิด และปลดปล่อยแก๊สพิษออกมาในปริมาณมาก อาจทำให้ผู้อยู่ในเหตุการณ์บาดเจ็บหรือเสียชีวิตได้

2. ของเสียที่เป็นของผสมต้องจัดหมวดหมู่ตามองค์ประกอบที่เป็นอันตรายมากกว่า เช่น ของเสียที่มีไซยาไนด์-ของเสียที่ไม่มีไซยาไนด์ ต้องจัดเป็นของเสียที่มีไซยาไนด์ หลีกเลี่ยงการทำให้เกิดของเสียที่มีน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ผสมกันในอัตราส่วนระหว่าง 5 – 95% ซึ่งจะต้องจำแนกเป็นของเสียพิเศษ

3. ตัวทำละลายที่ได้จาก HPLC ชนิด reverse phase ให้พิจารณาองค์ประกอบ ถ้ามีน้ำเป็นหลักจัดเป็น miscellaneous aqueous waste (XIV) ถ้ามี organic เป็นหลักจัดเป็น organic waste ตามชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ เช่น เมทานอล – Oxygenated (X), acetonitrile – NPS (XI)

4. ใช้ภาชนะที่เหมาะสมกับชนิดของของเสีย เช่น ไม่ควรใช้ภาชนะโลหะกับสารกัดกร่อน ภาชนะพลาสติกกับสารออกซิไดซ์

5. ใช้ภาชนะขนาดมาตรฐาน คือ แกลลอนพลาสติก 20 ลิตร ขวดแก้วขนาด 1.0, 2.5, 4.0 ลิตร ปี๊บโลหะ 18 ลิตร ที่มีสภาพสมบูรณ์ หรือถุงพลาสติกหนา

หมายเหตุ กรณีถุงพลาสติกให้ระบุน้ำหนักของสารเป็นกิโลกรัม เศษของกิโลกรัมให้ปัดเป็นกิโลกรัมต่อไป และแต่ละถุงไม่ควรหนักเกิน 5 กิโลกรัม)

6. **<u>ห้าม</u>**บรรจุของเสียเกิน 80% ของภาชนะ และอย่าปิดฝาภาชนะให้แน่นเกินไประหว่างเก็บรักษา เนื่องจากไอของตัวทำละลายอาจขยายตัวจนทำให้ภาชนะบรรจุของเสียระเบิดได้

7. ผู้รับผิดชอบกรอกข้อมูลของเสียอันตรายที่ต้องการส่งกำจัดเข้าระบบโดยใช้โปรแกรม ChemTrack & WasteTrack2016 ภายในวันที่ 12 ของทุกเดือน ถ้าผ่านเงื่อนไขการรับกำจัดของเสียอันตราย จะได้รับ waste no. และวัน-เวลานัดหมายจัดเก็บของเสีย

8. ติดฉลากของเสียที่ข้างภาชนะบรรจุของเสีย (ตามรูปที่ 42) และเก็บภาชนะบรรจุของเสียไว้ในห้องปฏิบัติการจนกว่าจะมีการนัดหมายจัดเก็บจากส่วนกลางของมหาวิทยาลัย โดยตามกฎหมายจะต้องไม่เก็บของเสียอันตรายไว้เกิน 90 วัน

9. ในการเคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุของเสียอันตราย ต้องปิดฝาภาชนะให้สนิท ถ้าเป็นถังของเหลวต้องมีภาชนะรองรับเพื่อกันการหกรั่วไหล ให้ใช้รถเข็นและใช้ลิฟท์สำหรับขนของเท่านั้น ห้ามใช้ลิฟท์โดยสาร

13.3 แนวทางการจัดการของเสียด้วยตนเอง

ของเสียบางอย่างจากห้องปฏิบัติการไม่ถือว่าเป็นของเสียอันตราย หรือเมื่อผ่านการบำบัดเพื่อลดระดับอันตรายลงแล้ว สามารถนำไปกำจัดหรือทิ้งได้เช่นเดียวกับขยะตามบ้านเรือนทั่วไปกล่าวคือ

ก) ของเสียที่สามารถทิ้งลงท่อน้ำทิ้ง/ถังขยะได้ มีดังนี้

1) ของเสียที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย และมีสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่ไม่เป็นอันตรายละลายอยู่ไม่เกิน 5% สามารถทิ้งลงท่อน้ำทิ้งได้
2) ของแข็งที่ไม่ปนเปื้อนสารเคมีหรือมีอันตรายอย่างอื่น เช่น กระดาษกรอง สามารถทิ้งลงถังขยะได้ สำหรับเศษแก้วที่สะอาดควรติดป้ายให้ชัดเจนและไม่ควรทิ้งรวมกับขยะทั่วไป

ข) ของเสียที่ควรบำบัดก่อนทิ้ง

ของเสียที่ควรบำบัดก่อนทิ้ง หมายรวมถึง ของเสียที่สามารถกำจัดได้เองแต่ควรมีการบำบัดเบื้องต้นก่อนทิ้ง และของเสียที่ต้องนำส่งเป็นของเสียอันตรายแต่มีปริมาณน้อย วิธีการบำบัดของเสียอันตรายในเบื้องต้นดังตารางที่ 3

ค) ของเสียอันตรายที่ควรส่งกำจัด

ในกรณีของเสียไม่เข้าข่ายสารที่สามารถกำจัดหรือบำบัดได้เอง ให้ถือว่าเป็นของเสียอันตรายและจัดส่งโดยปฏิบัติตามข้อกำหนดของมหาวิทยาลัย ดังรายละเอียดในหัวข้อ 13.2 การจำแนกประเภทของเสีย

ตารางที่ 3 รายการของเสียที่ควรบำบัดก่อนทิ้ง

รายการ	วิธีการบำบัดเบื้องต้น
สารละลายกรดและเบส (VII, VIII)	ทำให้เป็นกลางแล้วทิ้งลงท่อน้ำพร้อมเปิดน้ำตามในปริมาณมาก ๆ
ตัวออกซิไดส์ (III)	รีดิวส์ด้วยตัวรีดิวส์ที่เหมาะสมก่อนนำส่งเป็นของเสียประเภทอื่นหรือทิ้งลงท่อน้ำตามความเหมาะสม
สารไวต่อน้ำและ/หรืออากาศ	ทำลายด้วยน้ำ/กรดอ่อน เช่น สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ สำหรับสารที่ไฮโดรไลซ์แล้วได้ผลิตภัณฑ์เป็นเบส เช่น โลหะไฮไดรด์หรือออร์แกโนเมทัลลิกรีเอเจนต์ หรือสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนต สำหรับสารที่ไฮโดรไลซ์แล้วได้ผลิตภัณฑ์เป็นกรด เช่น แอซิดเฮไลด์ แล้วนำส่งเป็นของเสียประเภทอื่นหรือทิ้งลงท่อน้ำตามความเหมาะสม
ของแข็งที่มีตัวทำละลายอินทรีย์ปน เช่น ซิลิกาจากการทำโครมาโทกราฟี	ผึ่งให้แห้ง แล้วนำส่งของเสียเป็นของแข็งที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ (XIIIb)
สารละลายที่ประกอบด้วยโลหะหนักใน	ทำให้เข้มข้นขึ้นโดยการระเหยตัวทำละลาย หรือตกตะกอนด้วยวิธีที่เหมาะสม

รายการ	วิธีการบำบัดเบื้องต้น
ปริมาณน้อย ๆ (<100 mg/L)	แยกตัวทำละลาย นำส่งตะกอนโลหะหนักเป็นของเสียที่มีโลหะหนัก (VI)

14. ข้อปฏิบัติเมื่อสารเคมีเข้าสู่ร่างกายหรือสารเคมีหก

สารเคมีมีโอกาสเข้าสู่ร่างกายได้หลายช่องทางได้แก่ ผ่านการหายใจ (inhalation) การสัมผัสกับผิวหนัง ดวงตา หรือผ่านทางบาดแผลที่ผิวหนัง (absorption) การกลืนกิน (ingestion) ซึ่งอาจทำให้เกิดพิษและอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ผิวหนัง และดวงตาได้

14.1 สารเคมีหกรดร่างกาย

- แจ้งอาจารย์ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการทันที
- ถอดเสื้อผ้าที่มีการหกรดของสารเคมีออกทันที เช็ดหรือซับสารเคมีออกจากตัวให้มากที่สุด
- ล้างบริเวณที่มีสารเคมีหกรดด้วยน้ำที่ไหลผ่านในปริมาณมาก ๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที

14.2 สารเคมีกระเด็นเข้าตา

- รีบล้างตาทันที โดยเปิดเปลือกตาและกลอกตาไปมาให้น้ำไหลผ่านตาอย่างต่อเนื่องอย่างน้อย 15 นาที ผู้อยู่ในเหตุการณ์รีบแจ้งอาจารย์หรือผู้ดูแลห้องปฏิบัติการเพื่อให้รีบพาไปพบแพทย์

14.3 เครื่องแก้วแตกหักบาดมือ

<u>แผลขนาดเล็ก</u>: ให้ล้างด้วยน้ำที่ไหลผ่านปริมาณมากเป็นเวลาอย่างน้อย 10 – 15 นาที หรือจนแน่ใจว่าได้ล้างสารเคมีหรือเศษแก้วขนาดเล็กออกแล้ว จากนั้นจึงใช้ผ้าสะอาดกดเพื่อห้ามเลือดจนหยุดไหล ใส่ยาใส่แผลแล้วจึงปิดด้วยพลาสเตอร์หรือผ้าปิดแผล

<u>แผลขนาดใหญ่</u>: ควรทำความสะอาด ห้ามเลือดโดยขยุ้มผ้าสะอาดกดปากแผล พันด้วยผ้าสะอาด แล้วนำส่งแพทย์ทันที

14.4 การสูดดมสารเคมี

<u>เมื่อสูดดมสารเคมีควรปฏิบัติดังนี้</u>

- กรณีที่ช่วยเหลือตัวเองได้ ให้ออกจากบริเวณที่มีไอสารเคมีไปที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ทันที
- กรณีที่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ ให้เคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกไปในที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ทันที และจัดให้อยู่ในท่าที่สบายเพื่อให้หายใจได้สะดวก

<u>ในกรณีที่ทำงานกับแก๊ส (แก๊สอาจจะมีกลิ่นหรือไม่มีกลิ่น) ให้ปฏิบัติดังนี้</u>

- กรณีแก๊สมีกลิ่น
  - ☐ หากได้กลิ่น ให้แจ้งผู้ปฏิบัติงานในห้องออกจากบริเวณดังกล่าวทันที และแจ้งผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ
  - ☐ ห้ามฝืนทำงานต่อเพราะจมูกจะเสียสัมผัสการรับกลิ่นเมื่อสูดแก๊สเข้าไปถึงระดับหนึ่ง
- กรณีแก๊สไม่มีกลิ่น
  - ☐ ถ้ารู้สึกตัวว่ามีอาการไม่ปกติ เช่น มึนงง เวียนศีรษะ รีบบอกให้ผู้ร่วมงานทราบและออกจากบริเวณดังกล่าวและแจ้งผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ
  - ☐ กรณีที่ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ ให้เคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกไปในที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์ทันที และจัดให้อยู่ในท่าที่สบายเพื่อให้หายใจได้สะดวก

14.5 สารเคมีเข้าปาก

เมื่อสารเคมีเข้าสู่ปาก ซึ่งโดยทั่วไปจะไม่เกิดขึ้นถ้าไม่จงใจหรือเข้าใจผิดอย่างร้ายแรง ให้นำส่งโรงพยาบาลทันที โดยนำภาชนะบรรจุและจดชื่อสารเคมีไปแจ้งแพทย์ ไม่ควรทำให้อาเจียนด้วยตัวเอง เพราะอาจทำให้เกิดอันตรายมากขึ้น

14.6 สารเคมีหก

<u>กรณีสารเคมีหกลงบนพื้นหรือโต๊ะปฏิบัติการมีข้อปฏิบัติดังนี้</u>

- แจ้งผู้ดูแลห้องปฏิบัติการทันที
- หากเป็นของแข็งให้กวาดไปรวมไว้แล้วทิ้งลงในภาชนะเก็บรวบรวมของเสียที่เหมาะสม
- ของเหลวใช้ตัวดูดซับที่เหมาะสม เช่น
  - ☐ กรณีที่เป็นกรด ใช้โซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) หรือโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)
  - ☐ กรณีที่เป็นเบส ใช้โซเดียมไบซัลเฟต ($NaHSO_4$)
  - ☐ กรณีตัวทำละลายอินทรีย์ ใช้วัสดุดูดซับเฉื่อย เช่น ทรายแมว หรือเบนโทไนต์ ระวังแหล่งกำเนิดไฟทุกชนิดที่อยู่ใกล้เคียง
  - ☐ กรณีปรอท ให้โรยผงกำมะถันหรือวัสดุกำจัดปรอททางการค้าในบริเวณที่คาดว่ามีปรอทปนเปื้อนอยู่ แล้วจึงกวาดไปรวมทิ้งในภาชนะสำหรับของเสียปรอทที่เหมาะสมต่อไป

15. ข้อปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุสารเคมีหกรั่วไหลเป็นปริมาณมาก

การป้องกันสารเคมีหกรั่วไหลเป็นมาตรการที่ควรคำนึงถึงและปฏิบัติเป็นอันดับแรก แนวทางป้องกันอุบัติเหตุจากสารเคมีหกรั่วไหลมีดังนี้

1) ตรวจสอบภาชนะบรรจุสารเคมี ถังแก๊สอย่างสม่ำเสมอ เมื่อเสื่อมสภาพให้เปลี่ยนภาชนะแล้วทำลายภาชนะทิ้งตามความเหมาะสม
2) เคลื่อนย้ายสารเคมีให้ถูกวิธีและด้วยความระมัดระวัง และปฏิบัติตามคำแนะนำในการเคลื่อนย้ายสารเคมี
3) การถ่ายเทสารเคมีในปริมาณมาก ๆ ให้ทำในตู้ดูดควัน และใช้วิธีที่เหมาะสม วางแผนล่วงหน้าและเตรียมพร้อมตลอดเวลาว่าถ้าเกิดการหกรั่วไหลขึ้นจะทำอย่างไร หลีกเลี่ยงการถ่ายเทสารไวไฟใกล้แหล่งกำเนิดไฟ
4) ไม่ถ่ายเทสารจากขวดบรรจุสู่ภาชนะปากแคบโดยตรง ให้เทผ่านกรวย บีกเกอร์หรือภาชนะอื่นที่เหมาะสม
5) มี SDS ของสารเคมีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และเตรียมอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลพร้อมทั้งอุปกรณ์ทำความสะอาดอยู่ในห้องปฏิบัติการเสมอเพื่อจะสามารถหยิบใช้ได้ทันท่วงทีเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

อย่างไรก็ตาม หากเกิดอุบัติเหตุสารเคมีหกรั่วไหลเป็นปริมาณมาก มีข้อควรปฏิบัติดังนี้

1) ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากบริเวณที่มีสารเคมีรั่วไหล
2) แจ้งผู้รับผิดชอบห้องปฏิบัติการให้ทราบทันที
3) หากสารหกรดร่างกายหรือมีผู้ได้รับบาดเจ็บให้ปฏิบัติตามข้อปฏิบัติเมื่อเกิดอุบัติเหตุต่อตัวบุคคล
4) บ่งชี้ชนิดของสารที่หกรั่วไหลและหาข้อมูลเพิ่มเติม โดยศึกษาอันตราย ข้อควรระวัง และข้อควรปฏิบัติจาก SDS
5) ศึกษาถึงอันตรายที่อาจพึงมีจากกระบวนการหกรั่วไหลหรือการทำความสะอาด และวางแผนรับมือในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
6) ทำความสะอาดบริเวณที่สารเคมีหกโดยด่วน ผู้ทำความสะอาดต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับระดับความเป็นอันตรายของสาร อย่างน้อยที่สุดควรจะมีถุงมือยางหนา และเครื่องป้องกันระบบทางเดินหายใจ สำหรับสารที่ให้ไอพิษจะต้องสวมหน้ากากปิดตา จมูก และปาก
7) สารที่เป็นอันตรายมากหรือเกินกำลังความสามารถให้แจ้งอาจารย์หรือผู้รับผิดชอบทันที และอพยพผู้คนจากบริเวณนั้นโดยเร็วที่สุด

8) ถ้ามีการใช้น้ำล้าง ควรระวังการรั่วไหลลงสู่ท่อน้ำทิ้ง หากเป็นกรดหรือเบสที่ผ่านการสะเทินหรือทำให้เจือจางแล้ว ก็สามารถปล่อยให้ไหลลงสู่ท่อน้ำทิ้งได้

9) หากจัดการกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเรียบร้อยแล้ว ต้องส่งแบบรายงานอุบัติเหตุต่อผู้รับผิดชอบด้านความปลอดภัยตามหัวข้อการรายงานอุบัติเหตุและเหตุฉุกเฉิน

10) มีชุดวัสดุดูดซับสำหรับอุบัติเหตุจากสารเคมีหกรั่วไหล (spill kit) ประจำห้องปฏิบัติการ ซึ่งควรประกอบด้วยตัวดูดซับเฉื่อย สารสำหรับสะเทินกรดและเบส ถุงมือยางหนา ที่ตัก และถุงเปล่าสำหรับบรรจุของเสียที่เกิดขึ้นจากการจัดการสารเคมีที่หกรั่วไหล

11) กรณีสารหกเป็นของเหลว
   - ใช้ตัวดูดซับเฉื่อยที่เหมาะสม เช่น chemical-adsorbent spill pillows, vermiculite หรือทรายแมว (cat litter) ชนิดไม่ใส่สารดับกลิ่น เมื่อดูดซับแล้วต้องปฏิบัติกับตัวดูดซับเหล่านี้เสมือนว่าเป็นของเสียอันตราย โดยกวาดลงภาชนะสำหรับเก็บของเสียอันตรายที่เหมาะสม เช็ดซับบริเวณดังกล่าวด้วยน้ำปริมาณน้อยหลาย ๆ ครั้ง
   - ถ้าเป็นกรดให้สะเทินด้วยโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) หรือโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ถ้าเป็นเบสแก้ให้สะเทินด้วยกรดซิตริก (citric acid) ใช้กระดาษ pH ตรวจสอบให้แน่ใจว่าสารละลายมีความเป็นกลางก่อนกำจัดทิ้ง
   - หากตัวทำละลายอินทรีย์ไวไฟหกเป็นบริเวณกว้าง ให้ปิดแหล่งกำเนิดไฟหรือตู้อบบริเวณใกล้เคียง เพื่อป้องกันการลุกติดไฟ
   - ในกรณีของปรอทหก ต้องจัดการทันทีเนื่องจากไอปรอทมีความเป็นพิษสูง โดยสามารถทำได้หลายวิธี-เช่น การใช้ผงอะมัลกัม (amalgamation powder) เพื่อให้เกิดเป็นโลหะอะมัลกัม การกลบด้วยผงกำมะถันหรือใช้เครื่องมือดูดสุญญากาศ (mercury vacuum cleaner) ดูดเก็บรวบรวมไว้ **ห้าม**ใช้เครื่องดูดฝุ่นที่ใช้ตามบ้านเรือนดูดปรอทโดยเด็ดขาดเนื่องจากจะทำให้ไอปรอทกระจายฟุ้งไปทั่ว หลังจากนั้นเก็บขยะที่มีปรอทเจือปนอยู่แยกจากขยะทั่วไป

     หมายเหตุ: เนื่องจากอุบัติเหตุของปรอทหกมักเกิดจากเทอร์โมมิเตอร์ชนิดปรอทแตก ดังนั้น ควรเลือกใช้เทอร์โมมิเตอร์ชนิดแอลกอฮอล์ในการทำงาน เลือกใช้เทอร์โมมิเตอร์ชนิดปรอทในกรณีที่จำเป็นเท่านั้น

12) กรณีสารหกเป็นของแข็ง
   - สารที่เป็นอันตรายมาก เช่น ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยารุนแรงหรือระเบิดได้ ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำใน SDS อย่างเคร่งครัด
   - หากสารไม่เป็นสารอันตรายมาก เช่น เกลือของโลหะที่ไม่เป็นพิษ ให้เก็บกวาดรวบรวมตามปกติแล้วจำแนกประเภทของเสียเพื่อส่งกำจัดต่อไป

16. ข้อปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้

16.1 ประเภทของเพลิงและถังดับเพลิง

ประเภทของเพลิงมี 5 ประเภท ดังนี้



เพลิงประเภท A

เพลิงที่เกิดจากเชื้อเพลิงธรรมดา เช่น ไม้ ผ้า กระดาษ พลาสติก ยาง

วิธีดับเพลิงที่เหมาะสม: ใช้น้ำ

ถังดับเพลิงที่เหมาะสม: ถังดับเพลิงชนิดน้ำสะสมแรงดัน ถังดับเพลิงชนิดโฟมสะสมแรงดัน ถัง

ดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง ABC และถังดับเพลิงชนิดสารเหลวระเหย



เพลิงประเภท B

เพลิงที่เกิดจากแก๊ส ของเหลวติดไฟ ไขและน้ำมันต่าง ๆ

วิธีดับเพลิงที่เหมาะสม: ใช้โฟม ผงเคมีแห้ง

ถังดับเพลิงที่เหมาะสม: ถังดับเพลิงชนิดโฟมสะสมแรงดัน ถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง ABC หรือ BC ถังดับเพลิงชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ และถังดับเพลิงชนิดสารเหลวระเหย



เพลิงประเภท C

เพลิงที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือวัตถุที่มีกระแสไฟฟ้า

วิธีดับเพลิงที่เหมาะสม: ใช้ CO_2, Halon หรือสารเหลวระเหยชนิดอื่น

ถังดับเพลิงที่เหมาะสม: ถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง ABC ถังดับเพลิงชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และถังดับเพลิงชนิดสารเหลวระเหย



เพลิงประเภท D

เพลิงที่เกิดกับโลหะที่ติดไฟได้

วิธีดับเพลิงที่เหมาะสม: จำกัดอากาศหรือใช้ทรายกลบหรือใช้สารเคมีดับเพลิงพิเศษขึ้นกับชนิดของโลหะ

ถังดับเพลิงที่เหมาะสม: ถังดับเพลิงชนิดผงเคมีโซเดียมคลอไรด์



เพลิงประเภท K

เพลิงที่เกิดจากน้ำมันที่ติดไฟยาก เช่น น้ำมันทำอาหาร น้ำมันพืช ไขมันสัตว์ติดไฟ

วิธีดับเพลิงที่เหมาะสม: การกำจัดออกซิเจน การทำให้อับอากาศ ซึ่งจะมีถังดับเพลิงชนิดพิเศษที่สามารถดับไฟชนิดนี้โดยเฉพาะ

ถังดับเพลิงที่เหมาะสม: ถังดับเพลิงประเภทเคมีเหลว เช่น ถังดับเพลิงชนิดน้ำผสมสารโพแทสเซียมแอซิเทต

16.2 เมื่อประสบเหตุไฟไหม้

1) ตั้งสติและประเมินความเสี่ยงอย่างรวดเร็ว
2) ปิดสวิตซ์ไฟฟ้าหลักหรือคัตเอาต์ ปิดวาล์วถังแก๊สหรือท่อแก๊ส เคลื่อนย้ายเชื้อเพลิงออกห่างจากบริเวณไฟไหม้
3) หากสามารถดับไฟด้วยตัวเองได้อย่างปลอดภัย ให้ทำทันที
4) ใช้ถังดับเพลิงประจำห้องปฏิบัติการ โดยเลือกให้เหมาะสมกับชนิดของเพลิง
5) หากไม่สามารถดับไฟได้ด้วยตนเอง ให้แจ้งอาจารย์หรือผู้รับผิดชอบห้องปฏิบัติการ และรีบส่งสัญญาณเตือนไฟไหม้ (รูปที่ 43) จากจุดที่อยู่ใกล้มือที่สุด โดยการดึงคันบังคับลง (ตำแหน่งของสัญญาณเตือนไฟไหม้ดูได้ในแผนผังประจำแต่ละชั้น) แล้วปฏิบัติตามวิธีการหนีไฟ





รูปที่ 43 อุปกรณ์ส่งสัญญาณเตือนไฟไหม้

16.3 วิธีการดับเพลิง

1) ระบุต้นตอของเพลิง
2) ดับเพลิงโดยใช้อุปกรณ์ดับเพลิงที่เหมาะสมกับชนิดของไฟ
3) หากไม่แน่ใจว่าจะดับเพลิงด้วยตนเองได้อย่างปลอดภัย **อย่าทำ!**
4) หากเพลิงลุกไหม้บนร่างกายให้นอนราบแล้วกลิ้งไปมาบนพื้นห้อง และนำผ้าเปียกหรือผ้าหนา ๆ คลุม **อย่าวิ่ง!**

16.4 การใช้ถังดับเพลิง (fire extinguishers)

1) สังเกตตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงตามแผนผังของแต่ละชั้น ผู้ทำปฏิบัติการควรทราบชนิดและตำแหน่งของอุปกรณ์ดับเพลิงที่อยู่ใกล้ที่เกิดเหตุมากที่สุด
2) หันหน้าเข้าหากองไฟและยืนห่างจากไฟประมาณ 2 – 4 เมตร และทำตามขั้นตอนในรูปที่ 44

			
ดึงสายฉีดออกจากที่เก็บ	ดึงสลักที่หัวถังเพื่อปลดล็อกวาล์ว	กดก้านฉีดลงให้สุดเพื่อทำการฉีด พร้อมจับปลายสายให้แน่น	เข้าใกล้ 2-4 เมตร ด้านเหนือลม พร้อมฉีดไปที่ฐานของไฟ โดยส่ายหัวฉีดไปมาซ้าย-ขวา

รูปที่ 44 การใช้ถังดับเพลิง

3) ถังดับเพลิงมีเวลาใช้งานจำกัดประมาณ 20 วินาที เท่านั้น จึงต้องดับเพลิงให้ได้ภายในเวลาดังกล่าว หากไม่แน่ใจว่าจะทำได้ **อย่าทำ!**

16.5 เมื่อได้ยินสัญญาณเตือนไฟ

ปฏิบัติตามวิธีการหนีไฟทันที ไม่ต้องรอตรวจสอบว่าจริงหรือซ้อม ให้มองหาทางหนีไฟหรือทางออก ดังรูปที่ 45







รูปที่ 45 ป้ายบอกทางหนีไฟ

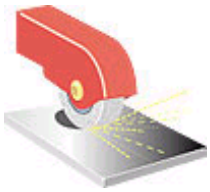
16.6 วิธีการหนีไฟ

1) เมื่อได้ยินสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ปิดวาล์วแก๊ส (ถ้ามี) ถอดปลั๊กอุปกรณ์ไฟฟ้าที่กำลังใช้งาน และปิดสวิตซ์ไฟฟ้าหลักหรือคัตเอาต์
2) **ห้าม**ใช้ลิฟต์โดยสารออกจากอาคารเมื่อเกิดเหตุไฟไหม้โดยเด็ดขาด
3) เดินออกจากอาคารตามเส้นทางที่มีป้ายบอกทางหนีไฟ (รูปที่ 45) อย่างรวดเร็วและมีสติ อย่าห่วงเก็บสมบัติส่วนตัว **ห้าม**วิ่งหรือแย่งกันลง เพราะอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ และ**ห้าม**เปิดประตูหนีไฟทิ้งไว้
4) ขณะหนีไฟต้องก้มตัวต่ำ ใช้ผ้าชุบน้ำ (ถ้ามี) ปิดจมูกเพื่อป้องกันการสำลักควันไฟ
5) เมื่ออพยพออกจากอาคารแล้วให้ไปรายงานตัวที่จุดรวมพล
6) **ห้าม**กลับเข้าไปในอาคารจนกว่าจะได้รับอนุญาตจากผู้รับผิดชอบอาคาร

16.7 ข้อปฏิบัติเพื่อป้องกันอุบัติเหตุจากไฟ



ไม้ขีดไฟ



ประกายไฟ



ปลั๊กไฟ

รูปที่ 46 แหล่งกำเนิดไฟประเภทต่าง ๆ

1) ไม่วางวัสดุติดไฟง่ายใกล้แหล่งกำเนิดไฟ (รูปที่ 46)
2) ไม่วางของเกะกะบริเวณทางเดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางหนีไฟ
3) ร่วมฝึกซ้อมกระบวนการหนีไฟเป็นประจำทุกครั้งที่มีการจัด
4) ควรมีผู้ได้รับการฝึกอบรมการผจญเพลิงเบื้องต้นอย่างน้อย 1 คนในแต่ละห้องปฏิบัติการ
5) ไม่เก็บสารเคมี ตัวทำละลาย และแก๊สไวไฟในปริมาณมากเกินความจำเป็น
6) ผู้ทำปฏิบัติการทุกคนพึงทราบตำแหน่งที่ตั้งและชนิดของถังดับเพลิงซึ่งอยู่ในสภาพพร้อมใช้ในบริเวณใกล้เคียง
7) การตั้งปฏิกิริยาที่ใช้ความร้อนทิ้งไว้โดยไม่มีการเฝ้าดูแลจะต้องประเมินความเสี่ยงก่อน และต้องประกาศรายละเอียดของปฏิกิริยาพร้อมแนวทางปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินไว้ให้ชัดเจน
8) ใช้น้ำมันซิลิโคนสำหรับ oil bath หรือใช้ sand bath ห้ามใช้น้ำมันพืชหรือ mineral oil
9) ตรวจสภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างสม่ำเสมอ อย่าใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ชำรุดหรือไม่อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลั๊กไฟ และอุปกรณ์ที่มีมอเตอร์
10) ก่อนออกจากห้องปฏิบัติการต้องปิดสวิตซ์อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่ไม่ได้ใช้งาน และดึงปลั๊กไฟออก
11) ถ้าจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์พ่วงต่อสายไฟ ให้ใช้อุปกรณ์ที่มีฟิวส์ตัดไฟที่เหมาะสม
12) ปลั๊กไฟจะต้องไม่มีการต่อพ่วงจากปลั๊กที่พ่วงต่อมาอีกที (ห้ามต่อหลายอันซ้อนกัน) อย่าใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเกินกำลังที่ปลั๊กไฟหรือตลับต่อสายไฟฟ้ารับได้ (ไม่เกิน 2000 watt/1 เต้าเสียบ)
13) หากอุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุดเสียหายให้ติดต่อหน่วยซ่อมบำรุงหรือบริษัทผู้จำหน่ายอุปกรณ์ ห้ามทำการดัดแปลงหรือซ่อมแซมอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยตนเอง
14) วางอุปกรณ์ที่แผ่รังสีความร้อนได้ เช่น ตู้อบ ในบริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศได้ดี และมีขาตั้ง สูงจากพื้น อย่างน้อย 3 เซนติเมตร
15) **ห้าม**นำวัสดุที่ติดไฟได้ง่าย เช่น ผ้า พลาสติก ใส่เข้าไปในตู้อบ หรือวางไว้ข้างบนหรืออยู่ใกล้ตู้

16) **<u>ห้าม</u>**ใช้อุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดเปลวไฟในอาคารก่อนได้รับอนุญาต จากผู้จัดการอาคาร
17) **<u>ห้าม</u>**ตั้ง hot plate ใกล้สารไวไฟ และระวังไม่ให้สายไฟพาดบนแผ่นร้อนของ hot plate ขณะใช้งาน
18) เมื่อต้องการให้ความร้อนแก่สารไวไฟและหรือสารที่มีจุดเดือดต่ำกว่า 100 °C ให้ทำโดยใช้อ่างน้ำร้อน หรืออ่างน้ำมัน อย่าให้ความร้อนโดยตรงจาก hotplate
19) การทดลองที่ต้องใช้ตัวทำละลายไวไฟปริมาณมากหรือสารที่ไวต่อน้ำหรืออากาศ รวมทั้งปฏิกิริยาที่คายความร้อนปริมาณมากหรือรุนแรง ต้องประเมินความเสี่ยง (risk assessment) รวมทั้งต้องปรึกษาและทบทวนข้อปฏิบัติกับอาจารย์ผู้รับผิดชอบก่อนลงมือปฏิบัติการ
20) ระมัดระวังเป็นพิเศษในการทิ้งสารไวไฟ หากไม่แน่ใจให้ปรึกษาผู้รับผิดชอบประจำห้องปฏิบัติการทุกครั้ง
21) **<u>ห้าม</u>**ทิ้งขยะที่เป็นผงโลหะหรือสารที่ติดไฟได้ (pyrophoric) เมื่อสัมผัสอากาศหรือความชื้นลงในถังขยะโดยเด็ดขาด

17. การรายงานอุบัติการณ์

อุบัติการณ์ (incident) คือ เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่คาดคิดเป็นเหตุนำไปสู่การเกิดเหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุ (near miss) หรือ อุบัติเหตุ (accident) มหาวิทยาลัยมีระบบรายงานอุบัติการณ์เพื่อบันทึกเหตุการณ์ผิดปกติที่เกิดขึ้นอย่างละเอียด ผู้เกี่ยวข้องควรจะรายงานให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ การรายงานข้อมูลตามความเป็นจริงให้ครบถ้วนและเป็นระบบจะช่วยให้ทราบถึงสาเหตุของปัญหา เพื่อจะได้นำข้อมูลดังกล่าวไปดำเนินการแก้ไข พัฒนาปรับปรุงความปลอดภัยในอนาคต และป้องกันไม่ให้เกิดเหตุการณ์ซ้ำ ระบบรายงานอุบัติการณ์ของมหาวิทยาลัยแบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

17.1 เหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุหรือสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ไม่ปลอดภัย

เป็นเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์เมื่อเกิดขึ้นแล้วมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุ หรือเกือบได้รับบาดเจ็บ เจ็บป่วย เสียชีวิต หรือความสูญเสียต่อทรัพย์สิน สภาพแวดล้อมหรือสาธารณชน เช่น เกือบหกล้มเนื่องจากพื้นลื่น หรือสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัยซึ่งอาจเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุได้ เช่น การเคลื่อนย้ายสารเคมีอย่างไม่ถูกต้อง เส้นทางหนีไฟถูกกีดขวาง อุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุด เป็นต้น เพื่อจะได้นำข้อมูลดังกล่าวไปพัฒนาปรับปรุงความปลอดภัยในอนาคต

<u>ขั้นตอนการรายงาน</u>

นิสิต บุคลากร หรือบุคคลภายนอก ประสบเหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุหรือพบเห็นสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ไม่ปลอดภัยในจุฬาฯ ควรปฏิบัติดังนี้

1. กรอก**แบบรายงานเหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุหรือสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ไม่ปลอดภัย (SHECU.NM.01)** แบบออนไลน์ที่เว็บไซต์ https://www.shecu.chula.ac.th เมนู “รายงานอุบัติการณ์” หลังจากนั้น**แบบรายงานเหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุฯ** จะถูกส่งเข้าไปที่ระบบฐานข้อมูลของ **ศปอส.**
2. **ศปอส.** คัดกรองเรื่องและประสานงานไปยังส่วนงานที่เกี่ยวข้อง (**จป. ประจำส่วนงาน/จป. ส่วนกลาง**) เพื่อแก้ปัญหา
3. **จป. ประจำส่วนงาน/จป. ส่วนกลาง** ดำเนินการแก้ไขและแจ้งผลต่อ **ศปอส.**
4. **ศปอส.** รายงานผลการดำเนินงานแก้ไขกลับไปยังผู้รายงานเหตุ

17.2 อุบัติเหตุ

เป็นเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่ไม่ได้คาดคิดไว้ล่วงหน้า หรือขาดการควบคุม เมื่อเกิดขึ้นแล้วมีผลให้เกิดการบาดเจ็บเสียชีวิต หรือความเสียหายต่อทรัพย์สิน สภาพแวดล้อมหรือสาธารณชน ตัวอย่างอุบัติเหตุในสถาบันการศึกษาที่มีห้องปฏิบัติการ เช่น กรณีไฟไหม้ สามารถเกิดจากเชื้อเพลิงหลายประเภท ได้แก่ เศษวัสดุต่าง ๆ รวมทั้งสารเคมี หรือกรณี

สารเคมี/ชีวภาพ/รังสี หกรั่วไหล เป็นต้น ผู้ประสบเหตุ/ผู้อยู่ในเหตุการณ์/ผู้ที่เกี่ยวข้อง/ผู้รับผิดชอบควรปฏิบัติตามขั้นตอนการตอบโต้เหตุฉุกเฉินเพื่อรับมือกับเหตุการณ์ รวมถึงสิ่งที่ต้องดำเนินการหลังเหตุการณ์จบสิ้นลง การมีระบบที่ดีเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและสถิติในการเกิดอุบัติเหตุ จะเป็นประโยชน์แก่มหาวิทยาลัย กล่าวคือ เป็นแหล่งข้อมูลและเป็นแนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทำงานรวมทั้งอุบัติเหตุอื่น ๆ ดังนั้น ผู้ประสบเหตุ/ผู้อยู่ในเหตุการณ์/ผู้ที่เกี่ยวข้อง/ผู้รับผิดชอบควรจะให้ความร่วมมือกับส่วนกลางโดยกรอกข้อมูลใน**แบบรายงานอุบัติเหตุ (SHECU.Acc.01)** เพื่อให้ส่วนกลางรับทราบและนำข้อมูลไปใช้สืบสวนค้นหาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ รวมถึงการใช้ประโยชน์จากฐานข้อมูลนำมาวิเคราะห์ในการควบคุมป้องกันการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุ สามารถวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดอุบัติเหตุ เพื่อใช้กำกับ ดูแลการปฏิบัติงานของหน่วยงานภายในจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนการรายงาน[12]

เมื่ออุบัติเหตุจบสิ้นลง **ผู้ที่เกี่ยวข้อง**ควรปฏิบัติดังนี้

1. **ผู้รายงานเหตุ** คือ อาจารย์ หรือ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ หรือ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย (จป.) ประจำส่วนงาน/ส่วนกลาง (ศปอส.) จะต้องกรอกข้อมูลใน**แบบรายงานอุบัติเหตุ (SHECU.ACC.01)** (ในกรณีทางชีวภาพให้กรอกข้อมูลใน**แบบรายงานอุบัติเหตุ (เพิ่มเติม) เกี่ยวกับทางชีวภาพ (SHECU.ACC.Bio.01)**) แบบออนไลน์ที่เว็บไซต์ https://www.shecu.chula.ac.th เมนู “รายงานอุบัติการณ์” ภายใน 3 วันหลังจากเกิดอุบัติเหตุ หลังจากนั้น**แบบรายงานอุบัติเหตุ** จะถูกส่งเข้าไปที่ระบบฐานข้อมูลของ ศปอส. และอีเมลของ จป. ส่วนงานที่เกี่ยวข้อง
2. **ผู้สืบสวนอุบัติเหตุ** คือ เจาหนาที่ความปลอดภัยประจำสวนงาน/สวนกลาง และเจาหนาที่ความปลอดภัยเฉพาะดานที่เกี่ยวของ (กรณีเกิดอุบัติเหตุจากรังสีหรือชีวภาพ) (ถามี) จะได้รับลิงก์ (link) **แบบสืบสวนอุบัติเหตุ (SHECU.ACC.02)** ผ่านทางอีเมล
3. หลังการสืบสวน**ผู้สืบสวนอุบัติเหตุ**กรอกข้อมูลผลการสืบสวนลงใน**แบบสืบสวนอุบัติเหตุ**เข้าสู่ระบบ หลังจากนั้น ศปอส. ส่ง**แบบสืบสวนอุบัติเหตุ** ให้กับ**ผู้มีอำนาจในส่วนงาน**เพื่อขอข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะตามลำดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ/เหตุการณ์ฉุกเฉิน
4. **ผู้มีอำนาจในสวนงาน**ใหขอคิดเห็นและลงนามใน**แบบสืบสวนอุบัติเหตุ** ตามระดับความรุนแรง ดังนี้
   - ความรุนแรงระดับ 1 ---> หัวหนาภาควิชา ประธาน คปอ. สวนงาน และคณบดี ตามลำดับ
   - ความรุนแรงระดับ 2 ---> หัวหนาภาควิชา ประธาน คปอ. สวนงาน คณบดี และ รองอธิการบดีกำกับดูแลด้านบริหารทั่วไป* ตามลำดับ
   - ความรุนแรงระดับ 3 ---> หัวหนาภาควิชา ประธาน คปอ. สวนงาน คณบดี รองอธิการบดีกำกับดูแลด้านบริหารทั่วไป* และอธิการบดี* ตามลำดับ

   หมายเหตุ *การรายงานเหตุการณความรุนแรงระดับ 2 และ 3 ตอรองอธิการบดีฯ และ อธิการบดี ขึ้นอยูกับดุลยพินิจของคณบดี
5. **ศปอส.** รายงานผลการสืบสวนเหตุและข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของ**ผู้มีอำนาจในส่วนงาน**กลับไปยัง**ผู้รายงานเหตุ**และ**ผู้สืบสวนอุบัติเหตุ** และสรุปรายงานอุบัติเหตุประจำป

[12]การรายงานอุบัติเหตุดังกล่าวไม่ได้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการตอบโต้เหตุเฉพาะหน้า

ขั้นตอนการรายงานอุบัติเหตุ

ผู้รายงานเหตุ: อาจารย์ หรือ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ หรือ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย (จป.)

↓

กรอกแบบรายงานอุบัติเหตุ (SHECU.ACC.01) ภายใน 3 วันหลังจากเกิดอุบัติเหตุ
ระบบออนไลน์ที่ www.shecu.chula.ac.th เมนู “รายงานอุบัติการณ์”

↓

แบบรายงานอุบัติเหตุ (SHECU.ACC.01) จะถูกส่งเข้าไปที่ ระบบฐานข้อมูล ศปอส. และ
อีเมลของ จป.ส่วนงานที่เกี่ยวข้อง (เชื่อมโยงกับสถานที่เกิดเหตุ คณะ/หน่วยงาน)

↓

จป.ส่วนงาน /จป. ส่วนกลาง (ศปอส.) และเจ้าหน้าที่ RSO/BSO (กรณีเกิดอุบัติเหตุจากรังสีหรือชีวภาพ) จะได้รับลิงก์ (link) แบบ
สืบสวนอุบัติเหตุ (SHECU.ACC.02) ผ่านทางอีเมล

↓

จป.ส่วนงาน /จป. ส่วนกลาง (ศปอส.) และเจ้าหน้าที่ RSO/BSO สืบสวนอุบัติเหตุ และกรอกข้อมูลลงในแบบสืบสวนอุบัติเหตุ
(SHECU.ACC.02) เข้าสู่ระบบ

↓

ศปอส. ส่งแบบสืบสวนฯ ให้กับผู้มีอำนาจในส่วนงานเพื่อขอข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ตามลำดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ/เหตุการ
ฉุกเฉิน

↓

ศปอส. รายงานผลการสืบสวนเหตุและข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้มีอำนาจในส่วนงานกลับไปยังผู้รายงานเหตุและผู้สืบสวนเหตุ

ภาพแสดงขั้นตอนการรายงานอุบัติเหตุ

ตารางที่ 4 แสดงระดับความรุนแรงและผลกระทบของอุบัติเหตุ/เหตุการณ์ฉุกเฉิน

ระดับความรุนแรงและผลกระทบของอุบัติเหตุ/เหตุการณ์ฉุกเฉิน**			
ระดับความรุนแรง	ลักษณะของเหตุการณ์	ความเสียหายทางร่างกาย	ความเสียหายทางการเงินและทรัพย์สิน
1 (น้อย)	- เป็นเหตุการณ์ที่อยู่ในขอบเขตจำกัด สามารถควบคุมได้เองด้วยทรัพยากรที่มีอยู่ (สามารถตอบโต้เหตุฉุกเฉินได้เอง)	- ไม่มีการบาดเจ็บ หรือ - บาดเจ็บเล็กน้อย หรือ - มีการหยุดงาน ไม่เกิน 3 วัน	- ไม่เกิดความเสียหายทางการเงินและทรัพย์สิน หรือ - ไม่เกิน 10,000 บาท
2 (ปานกลาง)	- เป็นเหตุการณ์ที่มีอันตรายและผลกระทบต่อชีวิต/ทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อม - มีการอพยพประชาชนออกจากพื้นที่เกิดเหตุ - มีการขอความช่วยเหลือจากหน่วยงานอื่น ๆ ในระดับมหาวิทยาลัย (ขอความช่วยเหลือจากส่วนงาน/มหาวิทยาลัย)	- มีการบาดเจ็บ และ - มีการหยุดงาน ตั้งแต่ 3 วันขึ้นไป	- มากกว่า 10,000 บาท แต่ไม่เกิน 1 ล้านบาท
3 (มาก)	- เป็นเหตุการณ์ที่ร้ายแรง ส่งผลต่อชีวิต/ทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อม - จำเป็นต้องอพยพประชาชนออกจากพื้นที่เกิดเหตุเป็นบริเวณกว้าง - มีการขอความช่วยเหลือจากหน่วยงานอื่น ๆ จากภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญมาร่วมดำเนินการ (เช่น กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ศูนย์ปฏิบัติการฉุกเฉินสารเคมีของกรมควบคุมมลพิษ เป็นต้น)	- มีการบาดเจ็บสาหัส หรือ - สูญเสียอวัยวะ/ทุพพลภาพ หรือ - เสียชีวิต	- มากกว่า 1 ล้านบาท

** หลักเกณฑ์ในการพิจารณาระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุ/เหตุการณ์ฉุกเฉิน คือ พิจารณาจากระดับความรุนแรงที่มากที่สุดขององค์ประกอบแต่ละเหตุการณ์นั้น ๆ (ลักษณะของเหตุการณ์หรือความเสียหายทางร่างกายหรือความเสียหายทางการเงินและทรัพย์สิน) ว่าเกิดขึ้นรุนแรงมากที่สุดในระดับใด

แหล่งข้อมูลเพิ่มเติม

1. อภิรดี ศรีโอภาส. **การสอบสวนและวิเคราะห์อุบัติเหตุ.** ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการบริหารงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย, หน้า 1-66. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2558.
2. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย พ.ศ. 2550 (http://eis.diw.go.th/haz/hazard/pdf/pagad-kep-2550.pdf)
3. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง ระบบการจำแนกและการสื่อสารความเป็นอันตรายของวัตถุอันตราย พ.ศ. 2555 (http://www2.diw.go.th/Haz_o/hazard/lawsnew/11.pdf)
4. J. E. Bowen, Emergency Management of Hazardous Materials Incidents, National Fire Protection Association, 1995.
5. Canadian Centre for Occupational Health and Safety, Cryogenic Liquids – Hazards, คัดมาจาก https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/cryogenic/cryogen1.html (25 ธันวาคม 2561)
6. ระบบการจัดการความปลอดภัยสารเคมีและของเสียอันตราย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (http://chemsafe.chula.ac.th/)
7. ฐานความรู้เรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมี (http://www.chemtrack.org/)
8. http://www.exim.go.th/doc/research/article/9465.pdf
9. ศาสตราจารย์ ดร.ธีรยุทธ วิไลวัลย์ และคณะ. **ของเสียจากห้องปฏิบัติการที่นักเคมี (มัก) มองข้าม.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2560.
10. คู่มือความปลอดภัย ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 7 (สิงหาคม 2560) ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (http://www.chemistry.sc.chula.ac.th/safety/safety.shtml)