คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คู่มือปฏิบัติงาน
การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม

จัดทำโดย
นางสาวกาญจนา ลอยทะเล
ตำแหน่ง นักวิชาการศึกษา ระดับ ปฏิบัติการ
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คำนำ

คู่มือการปฏิบัติงานห้องปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นคู่มือปฏิบัติงานของนักวิชาการศึกษา เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ให้ยึดถือและปฏิบัติเพื่อให้การทำงานมีประสิทธิผลสูงสุด

ผู้เขียนหวังว่าเอกสารฉบับนี้จะเกิดประโยชน์อย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนการสอน โดยเฉพาะการสนับสนุนการเรียนการสอนในสาขาที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการบริการที่มีคุณภาพ การปฏิบัติงานตามกฎระเบียบ ข้อบังคับ หลักเกณฑ์ และวิธีการที่กำหนด เพื่อการปฏิบัติการอย่างสม่ำเสมอและมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับนโยบายและวัตถุประสงค์ของสาขาวิชาฯ คณะฯ และมหาวิทยาลัยฯ และเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการความรู้ในองค์กรอีกด้วย

กาญจนา ลอยทะเล

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของคู่มือปฏิบัติงาน	3
1.3 ประโยชน์ของคู่มือปฏิบัติงาน	3
1.4 ขอบเขตการจัดทำคู่มือปฏิบัติงาน	3
1.5 นิยามศัพท์	4
บทที่ 2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	6
2.1 โครงสร้างการบริหารจัดการ	6
2.2 บทบาทหนาที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งนักวิชาการศึกษา	11
บทที่ 3 หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข	16
3.1 หลักสูตรที่ใช้ในการปฏิบัติงาน	16
3.2 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน	17
3.3 ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ	48
3.4 จรรณยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน	49
บทที่ 4 กระบวนการและขั้นตอนการปฏิบัติงาน	54
4.1 กิจกรรม/แผนการปฏิบัติงาน/แผนกลยุทธ์ในการปฏิบัติงาน	54
4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	55
บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน	132
5.1 ปัญหาอุปสรรคแนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน	132
5.2 ข้อเสนอแนะ	135
บรรณานุกรม	136
ประวัติผู้เขียน	138

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างหน่วยงานคณะวิศวกรรมศาสตร์	8
ภาพที่ 2.2 โครงสร้างการบริหารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล	9

ธัญบุรี
ภาพที่ 2.3 แผนภูมิโครงสร้างการปฏิบัติงานของนักวิชาการศึกษาระดับปฏิบัติการ 10
ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างฉลากสารเคมี "เมทานอล" 19
ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างฉลากสารเคมี Acetone 20
ภาพที่ 3.3 สัญลักษณ์แสดงอันตราย (Hazard Pictogram) 20
ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างบัญชีสารเคมี 23
ภาพที่ 3.5 แสดงตัวอย่างตัวดูดซับสารเคมีและวัสดุกันกระแทกที่ใช้ในการกั้นระหว่างขวดสารเคมีขณะเคลื่อนย้าย 27
ภาพที่ 3.6 แสดงภาพตัวอย่างการใช้แผ่นพาราฟิล์มปิดฝาภาชนะ 28
ภาพที่ 3.7 รถเข็นสำหรับเคลื่อนย้ายสารเคมี 28
ภาพที่ 3.8 แสดงภาพตัวอย่างภาชนะรองรับที่เป็นพลาสติก 28
ภาพที่ 3.9 เครื่องแก้วที่ใช้งานทั่วไป 29
ภาพที่ 3.10 เครื่องแก้ววัดปริมาตรของเหลว 30
ภาพที่ 3.11 อุปกรณ์ป้องกันหน้า (Face Protection or Face Shield) 36
ภาพที่ 3.12 อุปกรณ์ป้องกันตา (Eye Protection) 37
ภาพที่ 3.13 เสื้อกาวน์ (Gown) 39
ภาพที่ 3.14 แผนผังหลักการการจัดแยกประเภทของเสีย 44
ภาพที่ 3.15 แผนผังแสดงหลักการการจัดแยกประเภทของเสียที่ไม่ทราบข้อมูล 45
ภาพที่ 3.16 ตัวอย่างฉลากของเสีย 47
ภาพที่ 4.1 แสดงตารางการใช้ห้อง ของรายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม 63
ภาพที่ 4.2 แสดงการบันทึกการตรวจสอบเครื่องมือ Weekly Check 66
ภาพที่ 4.3 แสดงบันทึกการตรวจสอบเครื่องมือ Daily Check 66
ภาพที่ 4.4 แสดงตัวอย่างแผนการบำรุงรักษาเครื่องมือ 67
ภาพที่ 4.5 แสดงตัวอย่างรายการครุภัณฑ์ของสาขาฯ ผ่านระบบ Bio-Booking 67

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.6 แสดงตัวอย่างการเก็บวัสดุอุปกรณ์ในตู้เก็บวัสดุอุปกรณ์รายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม 71
ภาพที่ 4.7 แสดงตัวอย่างการเก็บสารเคมีตามรายชื่อในตู้เก็บสารเคมีของสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 71
ภาพที่ 4.8 แสดงตัวอย่างตู้เก็บตัวอย่างน้ำสำหรับวิเคราะห์ของสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 72
ภาพที่ 4.9 แสดงตัวอย่างตู้เก็บตัวอย่างน้ำสำหรับวิเคราะห์ของสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 72
ภาพที่ 4.10 แสดงตัวอย่างรายการอุปกรณ์และเครื่องแก้วคงเหลือของสาขาฯ ผ่านระบบ 73

ยืม/คืนอุปกรณ์และเครื่องแก้วสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ภาพที่ 4.11 แสดงตัวอย่างรายการสารเคมีคงเหลือของสาขาฯ ผ่านระบบ Cheminvent 2015 73
ภาพที่ 4.12 แสดงตัวอย่างเครื่องเก็บตัวอย่างน้ำ 74
ภาพที่ 4.13 แสดงตัวอย่างขวดเก็บตัวอย่าง 74
ภาพที่ 4.14 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 1 74
ภาพที่ 4.15 แสดงตัวอย่างเครื่องวัดพีเอช 75
ภาพที่ 4.16 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 2 75
ภาพที่ 4.17 แสดงตัวอย่างเครื่องวัดพีเอช 76
ภาพที่ 4.18 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 3 76
ภาพที่ 4.19 แสดงตัวอย่างเครื่องวัดพีเอช 76
ภาพที่ 4.20 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและ อุปกรณ์สัปดาห์ที่ 4 76
ภาพที่ 4.21 แสดงตัวอย่างเครื่องวัดสี 77
ภาพที่ 4.22 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 5 77
ภาพที่ 4.23 แสดงตัวอย่างเครื่องวัดความขุ่น 78
ภาพที่ 4.24 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 6 78
ภาพที่ 4.25 แสดงตัวอย่างเครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้า 78
ภาพที่ 4.26 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 7 78
ภาพที่ 4.27 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 8 79
ภาพที่ 4.28 แสดงตัวอย่างชุดกรอง 80

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.29 แสดงตัวอย่างกระดาษกรอง (GF/C) 80
ภาพที่ 4.30 แสดงตัวอย่าง ถ้วยกระเบื้อง 81
ภาพที่ 4.31 แสดงตัวอย่างเตาเผาอุณหภูมิ 550°C 81
ภาพที่ 4.32 แสดงตัวอย่างเดซิเคเตอร์ 81
ภาพที่ 4.33 แสดงตัวอย่างเครื่องชั่งละเอียด 81
ภาพที่ 4.34 แสดงตัวอย่างคีมคีบ 81
ภาพที่ 4.35 แสดงตัวอย่างตู้อบ 103 °C 81
ภาพที่ 4.36 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 9 82
ภาพที่ 4.37 แสดงตัวอย่างขวดบีโอดี 82
ภาพที่ 4.38 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 10 82
ภาพที่ 4.39 แสดงตัวอย่างขวดบีโอดี 83
ภาพที่ 4.40 แสดงตัวอย่างตู้อบ 20 °C 83

ภาพที่ 4.41 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 11 83
ภาพที่ 4.42 แสดงตัวอย่างหลอดแก้วทดลอง พร้อมฝาปิดเกลียวกับตะแกรงวาง
หลอดทดลอง 84
ภาพที่ 4.43 แสดงตัวอย่างตู้อบ 150 °C 84
ภาพที่ 4.44 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 12 85
ภาพที่ 4.45 แสดงตัวอย่างชุดกลั่น 86
ภาพที่ 4.46 แสดงตัวอย่างขวดเจดาล 86
ภาพที่ 4.47 แสดงตัวอย่างเตาไฟฟ้า 86
ภาพที่ 4.48 แสดงตัวอย่างเครื่องวัดพีเอช 86
ภาพที่ 4.49 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 13 86
ภาพที่ 4.50 แสดงตัวอย่างเครื่อง VIS- Spectrophotpmeter 87
ภาพที่ 4.51 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 14 87
ภาพที่ 4.52 แสดงตัวอย่างชุดสกัดซอกฮ์เลต 88
ภาพที่ 4.53 แสดงตัวอย่างกระดาษทิมเบิล 88
ภาพที่ 4.54 แสดงตัวอย่างชุดเครื่องสุญญากาศ 89

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.55 แสดงตัวอย่างกระดาษกรอง 89
ภาพที่ 4.56 แสดงตัวอย่างขวดแก้วสำหรับสกัดไขมัน 89
ภาพที่ 4.57 แสดงตัวอย่างเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง 89
ภาพที่ 4.58 แสดงตัวอย่างอ่างน้ำร้อน 89
ภาพที่ 4.59 แสดงตัวอย่างเดซิเคเตอร์ 90
ภาพที่ 4.60 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 15 90
ภาพที่ 4.61 แสดงตัวอย่างการเก็บตะกร้าเครื่องแก้วและอุปกรณ์รายวิชาปฏิบัติการเคมี
สิ่งแวดล้อม 90
ภาพที่ 4.62 ตัวอย่างการติดฉลากบีกเกอร์แบ่งสารเคมีที่เป็นของแข็ง 92
ภาพที่ 4.63 ตัวอย่างการติดฉลากชื่อสารละลายที่ขวดบรรจุสารละลาย 92
ภาพที่ 4.64 ตัวอย่างการติดฉลากบีกเกอร์สำหรับแบ่งสารละลาย 93
ภาพที่ 4.65 ตัวอย่างการติดฉลากชื่อสารละลายที่ขวดบรรจุสารละลาย 93
ภาพที่ 4.66 ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย 94
ภาพที่ 4.67 ตัวอย่างการบันทึกผลการทดลองเพื่อตรวจสอบความใช้ได้ของสารเคมี 110
ภาพที่ 4.68 ตัวอย่างการจัดวางสารเคมีส่วนกลาง ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 1 111
ภาพที่ 4.69 ตัวอย่างการจัดวางสารเคมีส่วนกลาง ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 1 111
ภาพที่ 4.70 ตัวอย่างการจัดวางสารเคมีอุปกรณ์และสารเคมีตามโต๊ะปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 1 112
ภาพที่ 4.71 แผนผังประกอบการจัดวางสารเคมี ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 1 112
ภาพที่ 4.72 แบบฟอร์มใบสำคัญยืม-คืนอุปกรณ์ 114
ภาพที่ 4.73 แสดงตัวอย่าง Flowchart การทดลอง 116
ภาพที่ 4.74 แสดงการแต่งกายสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 117
ภาพที่ 4.75 แสดงการทำปฏิบัติการของนักศึกษา 119
ภาพที่ 4.76 แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนสายยางเครื่องกลั่นไนโตรเจน 121
ภาพที่ 4.77 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วชำรุดหลังทำปฏิบัติการ 122
ภาพที่ 4.78 แสดงตัวอย่างเครื่องมือชำรุดหลังทำปฏิบัติการ 122
ภาพที่ 4.79 แสดงตัวอย่างของเสียที่เกิดขึ้นหลังทำปฏิบัติการ 122

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.80 ถังสำหรับทิ้งของเสียที่เป็นของเหลว 125
ภาพที่ 4.81 ถังสำหรับทิ้งเศษเครื่องแก้ว 125
ภาพที่ 4.82 ตัวอย่างฉลากสำหรับติดภาชนะบรรจุของเสียที่ได้แยกและจำแนกประเภทแล้ว 125
ภาพที่ 4.83 แสดงจุดทิ้งของเสียห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 1 127
ภาพที่ 4.84 แสดงจุดรวบรวมของเสียของสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมเพื่อรอกำจัด 127
ภาพที่ 4.85 ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนการสอนและการใช้ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 130
ภาพที่ 4.86 แสดงแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนการสอนและการใช้ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม (ต่อ) 131

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	ตัวอย่างข้อมูลใน MSDS	22
ตารางที่ 3.2	ประเภทของถังดับเพลิงและการใช้งาน	34
ตารางที่ 3.3	ประเภทของถังดับเพลิงและการใช้งาน (ต่อ)	35
ตารางที่ 3.4	ถุงมือแต่ละชนิดและการใช้งานที่เหมาะสม	38
ตารางที่ 4.1	แผนการปฏิบัติงานในการดำเนินงานกระบวนการเตรียมปฏิบัติการฯ	54
ตารางที่ 4.2	แผนการปฏิบัติงานในการดำเนินงานกระบวนการเตรียมปฏิบัติการฯ (ต่อ)	54
ตารางที่ 4.3	แผนการสอนตาม มคอ. 3 ของรายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม	63
ตารางที่ 4.3	แผนการสอนตาม มคอ. 3 ของรายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม (ต่อ)	64

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ เป็นสิ่งที่ต้องการการดูแลจัดการอย่างถูกวิธี จึงทำให้เกิดเป็นสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมขึ้นมา ซึ่งเป็นศาสตร์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และทางวิศวกรรมที่ผสมผสานเข้าด้วยกัน ที่จะเข้ามาช่วยปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติให้มีความเหมาะสมกับมนุษย์และสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ มากที่สุด วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เป็นการบูรณาการของหลักการทางวิทยาศาสตร์และทางวิศวกรรมเพื่อปรับปรุงสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ น้ำ อากาศ และพื้นดินให้มีสุขภาพที่ดีสำหรับการเป็นที่อยู่อาศัยของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ และเพื่อเป็นการทำความสะอาดสถานที่ที่มลพิษให้หมดไปอีกด้วย นอกจากนี้วิศวกรรมสิ่งแวดล้อมยังเป็นการผสมผสานของศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมเข้าด้วยกัน เพื่อช่วยอนุรักษ์พลังงาน สินทรัพย์ และการควบคุมการผลิตของเสียจากกิจกรรมของมนุษย์และสัตว์ โดยจะเป็นการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่มีต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การบำบัดน้ำเสีย การควบคุมมลพิษทางอากาศ การรีไซเคิลของกลับมาใช้งานใหม่เพื่อลดขยะ การจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตรายที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เพื่อความปลอดภัยและการมีคุณภาพชีวิตที่ดีควบคู่กันไป ทั้งนี้ยังเป็นการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติให้อยู่กับมนุษย์ไปนาน ๆ ด้วย สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จะเป็นการนำความรู้ทั้งด้านวิศวกรรมและด้านระบบสิ่งแวดล้อมมาประยุกต์ใช้งานร่วมกัน เพื่อให้ระบบต่าง ๆ เกิดประโยชน์สูงที่สุดในการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการเรียนในสาขาวิชานี้จึงได้ครอบคลุมทั้งสองด้าน โดยที่เราจะต้องศึกษาความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับมลพิษทางน้ำ อากาศ และของเสีย การออกแบบทางวิศวกรรมเพื่อควบคุมมลพิษ ศึกษากระบวนการผลิตน้ำประปา ศึกษาเรื่องสุขาภิบาลอาคาร เรียนรู้การจัดการระบบสิ่งแวดล้อม ศึกษาวิธีการป้องกันมลพิษ และศึกษาการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น พร้อมทั้งเรียนรู้เกี่ยวกับกฎหมายด้านสิ่งแวดล้อมไปพร้อม ๆ กันด้วย [1]

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จัดตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2550 มุ่งเน้นการพัฒนาทางด้านการเรียนการสอนและงานวิจัย มุ่งผลิตวิศวกรนักปฏิบัติมืออาชีพชั้นนำระดับสากล สร้างสรรค์งานวิจัย สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศ ผลิตวิศวกรสิ่งแวดล้อมระดับปริญญาตรีที่มีคุณธรรม จริยธรรม ระเบียบวินัย ความซื่อสัตย์สุจริต ขยันหมั่นเพียร มีความสำนึกในจรรยาบรรณแห่งอาชีพวิศวกรรม รับผิดชอบต่อหน้าที่ สังคมส่วนรวม เพื่อประโยชน์ของประเทศ ให้มีความรู้ความเข้าใจหลักการทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานในภาคอุตสาหกรรมสิ่งแวดล้อม และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องได้เป็นอย่างดี มีความรู้ความสามารถปฏิบัติงานเฉพาะด้านการออกแบบ การวางแผน และตรวจสอบคุณภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

รายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม เป็นหนึ่งในรายวิชาของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เป็นหลักสูตรฉบับปรับปรุง ปีพุทธศักราช 2558 จัดอยู่ในหมวดวิชาเฉพาะ กลุ่มวิชาชีพบังคับ เปิดสอนในระดับปริญญาตรี ที่มีการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติการ โดยทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักการทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และการบำบัดน้ำทิ้ง น้ำเสีย ลักษณะทางเคมีและกายภาพของน้ำ น้ำทิ้งและน้ำเสีย การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำและการรักษาคุณภาพของน้ำ หลักเบื้องต้นทางเคมีของน้ำ คุณลักษณะของน้ำ การใช้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทางเคมี การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ดีโอ บีโอดี ซีโอดี ของแข็ง ไนโตรเจน เป็นต้น [2] รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและการนำข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ไปใช้ในงานทางด้านสิ่งแวดล้อม นักวิชาการศึกษามีหน้าที่คอยช่วยเหลือและสนับสนุนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นักวิชาการศึกษาจะปฏิบัติงานในการช่วยเหลือในการเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมี รวมถึงการควบคุมดูแลการปฏิบัติงานของนักศึกษาในการเรียนการสอนของสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จึงเป็นการปฏิบัติงานที่ต้องอาศัยความรู้ทางทฤษฎีและมีทักษะในการปฏิบัติงานที่ดี และถูกต้อง เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุวัตถุประสงค์ของรายวิชา ซึ่งปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานพบจากการดำเนินงานที่ผ่านมา คือ เมื่อนักศึกษาลงมือปฏิบัติงานจะขาดความระมัดระวังในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี เช่น สารเคมีที่เป็นกรดต้องเติมลงในน้ำเท่านั้น ห้ามเติมน้ำลงในกรด เป็นต้น ดังนั้น เรื่องของความระมัดระวังในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ จึงมีความจำเป็นและสำคัญมาก เพื่อป้องกันปัญหาซึ่งจะส่งผลต่อการปฏิบัติงานและอาจจะเกิดอันตรายกับนักศึกษาผู้ปฏิบัติงานจึงจำเป็นต้องดำเนินการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ ให้เหมาะสมเพียงพอและพร้อมใช้งานสำหรับการปฏิบัติงานในแต่ละครั้ง และเข้าใจวิธีการใช้งานที่ถูกต้อง ซ่อมแซมวัสดุอุปกรณ์เบื้องต้นได้ เพื่อป้องกันความเสียหายระหว่างปฏิบัติงาน

จากความเป็นมา และความสำคัญของปัญหาดังกล่าวมาข้างต้นนั้น ในฐานะนักวิชาการศึกษา ซึ่งมีหน้าที่ดังกล่าว ข้างต้น ที่ช่วยเป็นตัวเชื่อมให้การดำเนินงานของมหาวิทยาลัยฯ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงเขียนคู่มือปฏิบัติงาน “การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม” ซึ่งจะเป็นส่วนช่วยในการปฏิบัติงาน ให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำตาม ลำดับ ขั้นตอนในการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์ของคู่มือปฏิบัติงาน

1.2.1 เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อมแทนกันได้

1.2.2 เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ให้ดำเนินการไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2.3 เพื่อจัดเก็บข้อมูลความรู้ เกี่ยวกับแนวทาง เทคนิค ขั้นตอนวิธีปฏิบัติงานในรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม

1.3 ประโยชน์ของคู่มือปฏิบัติงาน

1.3.1 ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ ความเข้าใจ สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ เป็นมาตรฐานเดียวกัน

1.3.2 ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำข้อมูลคู่มือปฏิบัติงานนี้ไปช่วยแก้ไขปัญหาหรือความผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะมีการเรียนการสอนรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม

1.4 ขอบเขตการจัดทำคู่มือปฏิบัติงาน

คู่มือปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้กับผู้ปฏิบัติงานของสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในการปฏิบัติงาน จัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมีเพื่อใช้ในการสนับสนุนการเรียนการสอน สำหรับรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1.4.1 ขอบเขตเนื้อหาครอบคลุมข้อควรปฏิบัติ ขั้นตอนและกระบวนการทำปฏิบัติการ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ซึ่งต้องจัดเตรียมก่อนลงมือทำปฏิบัติการ ยึดถือแนวทางการปฏิบัติให้เกิดประโยชน์ และมีประสิทธิภาพสูงสุด และคอยสนับสนุนในระหว่างการเรียนการสอน

1.4.2 ขอบเขตด้านหลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงาน ที่ใช้ในการปฏิบัติงานความปลอดภัยของการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการครอบคลุมหลักสูตรวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 2558 ฉบับปรับปรุง และจรรณยาบรรณที่พึงมีในสถาบันอุดมศึกษาตามประกาศ กพอ. ปี 2552

1.4.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา ครอบคลุมรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ที่เปิดสอนในภาคการศึกษาที่ 1 ของทุกปีการศึกษา มีผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนการสอน คือ ผู้ปฏิบัติงาน อาจารย์ผู้สอน และนักศึกษา ซึ่งมีระยะเวลาดำเนินการ 6 เดือน และคอยสนับสนุนรายวิชาภาคปฏิบัติในระหว่างการเรียนการสอนในแต่ละภาคการศึกษา

1.5 นิยามศัพท์

การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม มีนิยามศัพท์ ดังนี้

ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	หมายถึง	ห้องปฏิบัติการที่ก่อตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการเรียนการสอน และส่งเสริมการวิจัยด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะ

		ได้แก่ น้ำ และอากาศ การปรับปรุงคุณภาพน้ำ การบำบัดน้ำเสีย การบำบัดของเสีย และการจัดการขยะมูลฝอย เป็นต้น
รายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม	หมายถึง	รายวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับหลักการทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงคุณภาพน้ำ และการบำบัดน้ำทิ้ง น้ำเสียลักษณะทางเคมีและกายภาพของน้ำ น้ำทิ้งและน้ำเสีย และการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ดีโอ บีโอดี ซีโอดี ของแข็ง ไนโตรเจน เป็นต้น รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและการนำข้อมูลวิเคราะห์ได้ไปใช้ ในงานทางด้านวิศวกรสิ่งแวดล้อม
สารเคมี	หมายถึง	สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เช่น กรดซัลฟิวริค เมอคิวรี่ซัลเฟต และโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นต้น
อุปกรณ์	หมายถึง	อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ 1) อุปกรณ์ในการเตรียมสารละลาย เช่น เครื่องชั่ง แท่งแก้วคนสาร บีกเกอร์ และขวดปรับปริมาตร เป็นต้น 2) อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ เช่น ขวดรูปชมพู่ หลอดทดลอง เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง เตาอบ เตาเผาอุณหภูมิสูง เป็นต้น
สารละลาย	หมายถึง	สารเนื้อเดียวที่มีองค์ประกอบตั้งแต่สองชนิดขึ้นไป องค์ประกอบที่มีปริมาณมากกว่า เรียกว่า ตัวทำละลาย (Solvent) ส่วนองค์ประกอบที่มีปริมาณน้อยกว่า เรียกว่า ตัวถูกละลาย (Solute)
การเตรียมสารละลาย	หมายถึง	การเตรียมสารละลายโดยนำตัวถูกละลายมาเติมตัวทำละลายให้ได้ปริมาตรและความเข้มข้นตามต้องการ โดยในการเตรียมต้องทราบความเข้มข้นและปริมาตรของสารละลาย

บทที่ 2
บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบ

คณะวิศวกรรมศาสตร์อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ยึดถือแนวปฏิบัติตามนโยบายการบริหารงานของมหาวิทยาลัย มุ่งมั่นจัดการศึกษาและวิจัยผลิตบัณฑิต นักปฏิบัติ นักคิดและสร้างสรรค์นวัตกรรมทางสิ่งแวดล้อม ผลิตนวัตกรรมที่ทรงคุณค่าต่อเศรษฐกิจสังคมและสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาประเทศที่ยั่งยืนโดยดำเนินการตามภารกิจของคณะ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จะต้องเรียนรู้และเข้าใจบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างเรียบร้อย ครบถ้วน และเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการปฏิบัติงาน

2.1 โครงสร้างการบริหารจัดการ [3]

2.1.1 ประวัติความเป็นมาของคณะคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จัดตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2518 ใช้ชื่อว่า“คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี”วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา ต่อมาปี พ.ศ. 2532 มีพระราชบัญญัติเปลี่ยนชื่อวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาเป็นสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล โดยยกเลิก คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี และประกาศใน พระราชกิจจานุเบกษา ใช้ชื่อใหม่ว่า “คณะวิศวกรรมศาสตร์” โดยมีผลตั้งแต่วันที่ 13 ตุลาคม 2537 ซึ่งได้ย้ายมาทำการเรียนการสอน ณ ถนนรังสิต-นครนายก กม.13 ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี ในปัจจุบันมีพระราชบัญญัติจัดตั้งเป็นมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เมื่อวันที่ 18 มกราคม 2548 คณะวิศวกรรมศาสตร์จึงอยู่ในการแบ่งส่วนราชการใหม่ของ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตั้งแต่บัดนั้นเป็นต้นมา

วิสัยทัศน์ (Vision)

คณะวิศวกรรมศาสตร์เป็นศูนย์กลางการศึกษา วิจัยและบริการวิชาการ ชั้นนำในภูมิภาค

ปรัชญา (Philosophy)

“วิศวกรรมสร้างนวัตกรรม สร้างคน สร้างสังคมที่ยั่งยืน”

ปณิธาน (Determination)

“องค์กรผลิตวิศวกรนักปฏิบัติมืออาชีพชั้นนำระดับสากล”

เอกลักษณ์ (Uniqueness)

สอนรู้วิชาการ เชี่ยวชาญเทคโนโลยี สร้างคนดีสู่สังคม

อัตลักษณ์ (Identity)

"วิศวกรนักคิด นักปฏิบัติ มืออาชีพ"

คติพจน์ (Motto)

"Engineering the Future"

ค่านิยมองค์กร (Core values)

- R (Right) ยืนหยัดในสิ่งที่ถูกต้อง
- M (Mastery) รู้ คิด ทำ แบบมืออาชีพ
- U (Universal Standard) มีความเป็นสากล
- T (Technology) ต่อยอดเทคโนโลยี
- T (Trust & Team) เชื่อมั่นในทีม

วัฒนธรรมองค์กร (Organization Working Culture)

- มุ่งเน้นตรงเวลา
- จิตอาสาคือชีวิต
- รู้คิดอย่างสร้างสรรค์
- ก้าวทันโลกทัศน์
- ซื่อสัตย์และรับผิดชอบ

พันธกิจ (Mission)

1) จัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการกำลังคนของประเทศ

2) ทำงานวิจัยร่วมกับภาคอุตสาหกรรมและชุมชน เพื่อมุ่งสร้างองค์ความรู้สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม

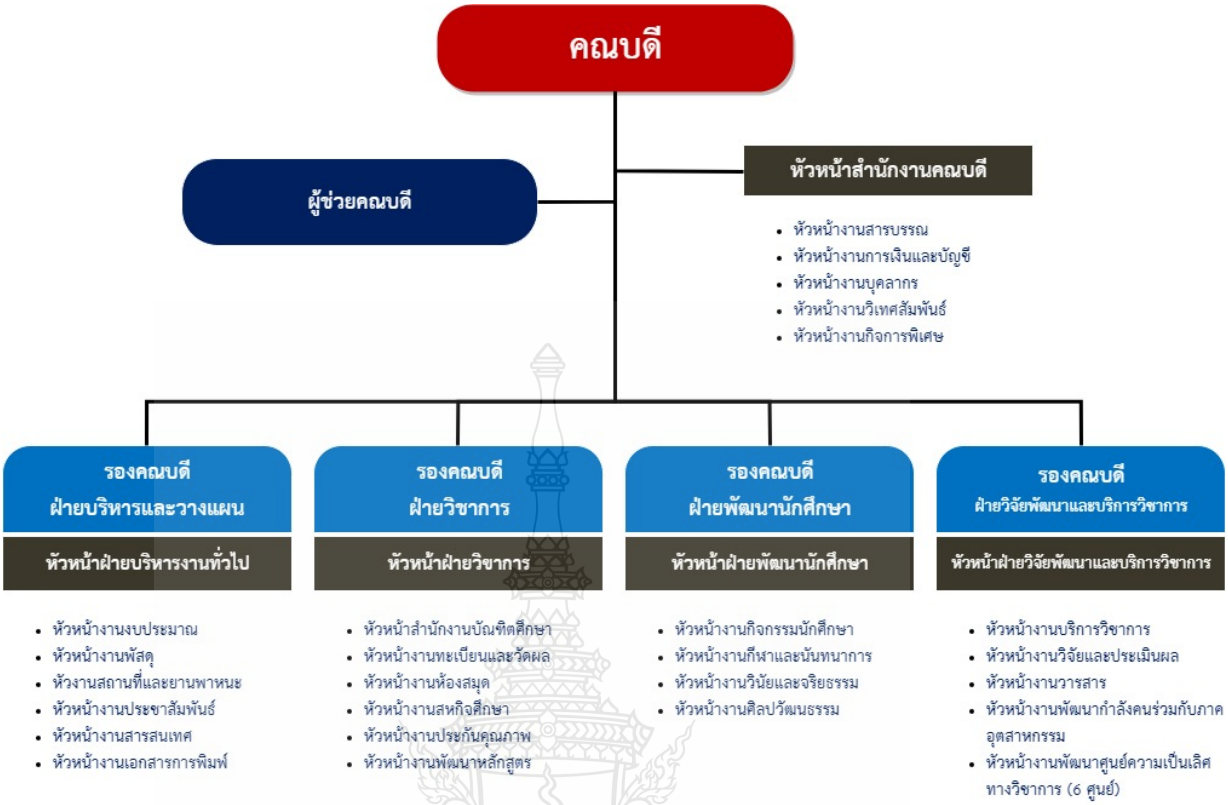
3) มีศูนย์ความเป็นเลิศให้บริการทางวิชาการแก่ชุมชนและภาคอุตสาหกรรม เพื่อความเข้มแข็งและยั่งยืน

4) ประยุกต์องค์ความรู้ทางวิศวกรรม เพื่อการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม และรักษาสิ่งแวดล้อม

5) บริหารจัดการอย่างมีธรรมาภิบาล เพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลด้วยนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

2.1.2 โครงสร้างหน่วยงานคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หน่วยงานภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีโครงสร้างหน่วยงานประกอบด้วย ประกอบด้วยคณบดี รองคณบดีฝ่ายบริหารและวางแผน รองคณบดีฝ่ายวิชาการ รองคณบดีฝ่ายพัฒนานักศึกษา รองคณบดีฝ่ายวิจัยพัฒนาและบริการวิชาการ และหัวหน้าสำนักงานคณบดี ซึ่งโครงสร้างการบริหารงานของคณะวิศวกรรมศาสตร์แสดงได้ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างหน่วยงานคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [3]

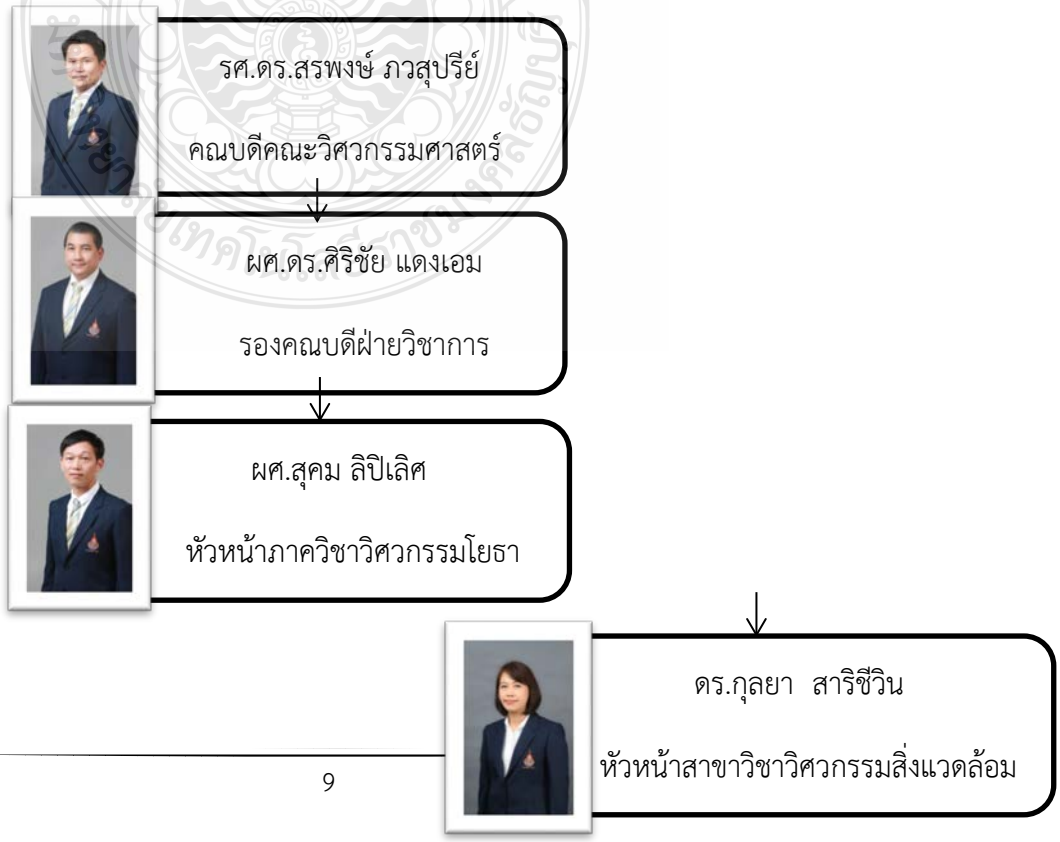
2.1.2 โครงสร้างการบริหารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การบริหารงานภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีโครงสร้างการบริหารงานประกอบด้วย ฝ่ายบริหารและวางแผน ฝ่ายวิชาการ ฝ่ายพัฒนานักศึกษา ฝ่ายวิจัยพัฒนาและบริการวิชาการ ภาควิชาจำนวน 10 ภาค สำนักงานบัณฑิตศึกษา และศูนย์บริการวิชาการ จำนวน 6 ศูนย์ มีโครงสร้างการบริหารคณะวิศวกรรมศาสตร์ แสดงได้ดังภาพที่ 2.2

ภาพที่ 2.2 โครงสร้างการบริหารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [3]

2.1.3 โครงสร้างการปฏิบัติงาน (Activity chart)

โครงสร้างการปฏิบัติงานของนักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภายใต้คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบด้วย คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ รองคณบดีฝ่ายวิชาการ หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา หัวหน้าสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และนักวิชาการศึกษา (ปฏิบัติการ) มีลักษณะแสดงได้ ดังภาพที่ 2.3



นางสาวกาญจนา ลอยทะเล*

นักวิชาการศึกษาปฏิบัติการ สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

- จัดเตรียมและกำกับดูแลการใช้วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์ และสารเคมีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนในสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
- ดำเนินการเกี่ยวกับการดูแล และซ่อมบำรุงครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ในห้องปฏิบัติการให้อยู่พร้อมใช้งานพร้อมนำเสนอการจัดหาจัดซื้อ
- ให้คำปรึกษา แนะนำนักศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบ การใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งวางแผนการใช้งานควบคุมดูแลการเบิก-จ่ายวัสดุอุปกรณ์
- เตรียมสารเคมีสำหรับวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
- จัดทำและแก้ไขคู่มือการใช้งานเครื่องมือต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ภาพที่ 2.3 แผนภูมิโครงสร้างการปฏิบัติงานของนักวิชาการศึกษาระดับปฏิบัติการ

2.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งนักวิชาการศึกษา

ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานระดับต้นที่ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางวิชาการในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับด้านวิชาการศึกษา ภายใต้การกำกับ แนะนำ ตรวจสอบ และปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย ตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่งนักวิชาการศึกษาระดับปฏิบัติการที่กำหนดโดย ก.พ.อ. เมื่อวันที่ 21 กันยายน 2553 ระบุบทบาท หน้าที่ความรับผิดชอบของนักวิชาการศึกษา ดังนี้

2.1.1 หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง

1) ด้านการปฏิบัติการ

1.1) ศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับหลักสูตร แบบเรียน การเทียบความรู้ การจัดการความรู้ งานกิจการนักศึกษา งานวินัยและพัฒนานักศึกษา งานบริการและสวัสดิการ งานนักศึกษา วิชาทหาร การจัดพิพิธภัณฑ์การศึกษา เป็นต้น เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการจัดการศึกษา และกิจกรรมทางการศึกษาต่าง ๆ ให้เป็นไปตามยุทธศาสตร์ แผนนโยบายของหน่วยงาน

1.2) สำรวจ รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติทางการศึกษาและกิจการนักศึกษาความต้องการกำลังคน ศึกษาวิเคราะห์และจัดทำหลักสูตร ทดลองใช้หลักสูตร ปรับปรุงหลักสูตร การพัฒนาหนังสือหรือตำราเรียน ความรู้พื้นฐาน ตลอดจนความต้องการด้านการใช้เทคโนโลยีทางการศึกษา เพื่อพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

1.3) จัดทำมาตรฐานการศึกษา การติดต่อขอความช่วยเหลือจากต่างประเทศทางการศึกษาดำเนินการเกี่ยวกับงานทะเบียนและเอกสารด้านการศึกษา รวมทั้งปรับปรุงให้ทันสมัย เพื่อเป็นหลักฐานอ้างอิงและให้การส่งเสริมสนับสนุนการจัดการศึกษา

1.4) ติดตาม ประเมินผลการดำเนินงาน กิจกรรมและสรุปผลด้านการศึกษา วิเคราะห์ วิจัย ส่งเสริมการวิจัยการศึกษา และเผยแพร่ผลงานทางด้านการศึกษา เพื่อพัฒนางานด้านวิชาการศึกษา

1.5) การให้บริการวิชาการด้านต่าง ๆ เช่น การจัดบริการส่งเสริมการศึกษาโดยใช้เทคโนโลยีทางการศึกษา จัดประชุมอบรมและสัมมนาเกี่ยวกับการศึกษาและกิจกรรมนักศึกษา เผยแพร่การศึกษา เช่น ออกรายการวิทยุ โทรทัศน์ การเขียนบทความ จัดทำวารสาร หรือเอกสารต่าง ๆ ให้คำปรึกษาแนะนำ ในการปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ระดับรองลงมาและแก่นักศึกษาที่มาฝึกปฏิบัติ ตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง

2) ด้านการวางแผน

วางแผนการทำงานที่รับผิดชอบ ร่วมวางแผนการทำงานของหน่วยงานหรือโครงการ เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

3) ด้านการประสานงาน

3.1) ประสานงานทำงานร่วมกันระหว่างทีมงานหรือหน่วยงานทั้งภายใน และภายนอก เพื่อให้เกิดความร่วมมือและสัมฤทธิ์ผลตามที่กำหนด

3.2) ชี้แจงและให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่บุคลากร หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจหรือความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

4) ด้านการบริการ

4.1) ให้คำปรึกษา แนะนำเบื้องต้น เผยแพร่ ถ่ายทอดความรู้ ทางด้านวิชาการศึกษา รวมทั้งตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้ผู้รับบริการได้ทราบข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์

4.2) จัดเก็บข้อมูลเบื้องต้น และให้บริการข้อมูลทางวิชาการ เกี่ยวกับด้านวิชาการศึกษา เพื่อให้บุคลากรทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน นักศึกษา ตลอดจนผู้รับบริการ ได้ทราบข้อมูลและความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ สอดคล้อง และสนับสนุนภารกิจของหน่วยงาน และใช้ประกอบการพิจารณากำหนดโยบาย แผนการ หลักเกณฑ์ มาตรการต่าง ๆ

2.1.2 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ

ลักษณะงานที่ปฏิบัติของตำแหน่ง (เลขที่ 5708211) มีหน้าที่รับผิดชอบดังนี้

1) การเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการ

1.1) จัดเก็บเครื่องมือ สารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการฯ โดยแยกเป็นหมวดหมู่ ให้เป็นระเบียบและสะดวกในการใช้งาน

1.2) ตรวจสภาพความพร้อมและบำรุงรักษาอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่มีในห้องปฏิบัติการฯ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา

1.3) จัดเตรียมเครื่องมือ สารเคมี วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการที่เป็นส่วนกลางไว้บริการแก่นักศึกษาและอาจารย์ในสาขาวิชาฯ

1.4) ดำเนินการปรับปรุงห้องปฏิบัติการฯ เพื่อให้เป็นห้องปฏิบัติการฯ ที่พร้อมใช้งานและเกิดประโยชน์มากที่สุด

2) ควบคุมการใช้ห้องปฏิบัติการฯ

2.1) เบิก-จ่ายเครื่องมือ สารเคมี วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการฯ

2.2) จัดช่วงเวลาการใช้ เครื่องมือสารเคมี วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการฯ

2.3) ให้บริการกับบุคคลภายนอก ที่ต้องการใช้เครื่องมือ สารเคมี วัสดุ และอุปกรณ์ ของห้องปฏิบัติการฯ

2.4) มีการแนะนำการใช้เครื่องมือ สารเคมี วัสดุและ อุปกรณ์ของห้องปฏิบัติการฯ ก่อนใช้ทุกครั้ง

2.5) จัดทำ Log Book การใช้งานเครื่องมือแต่ละชนิด ประจำห้องปฏิบัติการฯ

3) การบริการด้านการเรียนการสอนและการวิจัย

3.1) จัดเตรียมเครื่องมือ สารเคมี วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการฯ ในรายวิชาของบทปฏิบัติการ

3.2) ให้ความสะดวกในเรื่องของการใช้เครื่องมือทางเคมี วัสดุ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการฯ สำหรับงานวิจัยของอาจารย์และวิทยานิพนธ์ของนักศึกษา

4) การศึกษาค้นคว้าและงานวิจัย

4.1) ศึกษาวิเคราะห์วิจัยความรู้ใหม่ ๆ เพื่อการสนับสนุนการเรียนการสอน รวมทั้งเป็นผลงานที่สร้างสรรค์ไปสู่สังคมและชุมชนอย่างสม่ำเสมอ ตามความสามารถและทรัพยากรที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการฯ

5) ผู้ช่วยสอน

5.1) เป็นผู้ช่วยสอนในบทปฏิบัติการที่ได้รับมอบหมาย

6) งานให้บริการเกี่ยวกับครุภัณฑ์

6.1) ให้บริการอำนวยความสะดวกและประสานงานในการใช้ครุภัณฑ์ แก่บุคลากรทั้งภายในและภายนอกคณะฯ ทั้งที่ใช้เพื่องานการเรียนการสอนและงานวิจัย ตามที่ได้รับมอบหมาย

6.2) ดูแลความเรียบร้อยและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ ให้กับผู้มาใช้งาน ดูแลบำรุงรักษาเครื่องมือให้มีการใช้งานได้อย่างถูกต้อง มีความแม่นยำและมีสภาพพร้อมใช้งาน

6.3) ให้บริการยืม-คืนครุภัณฑ์ ทั้งจากบุคลากรภายใน และภายนอกคณะฯ และทำการประสานงานการยืม-คืนให้เป็นไปตามกำหนดเวลา และตรวจเช็คสภาพเครื่องมือ ทั้งก่อนและหลังการยืม-คืน

6.4) ติดต่อประสานงานกับบริษัทด้านการซ่อม และการบำรุงรักษาเครื่องมือและครุภัณฑ์อื่น ๆ

7) การจัดซื้อจัดจ้าง

7.1) ดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุ ครุภัณฑ์ ของสาขาวิชาฯ ให้เป็นไปตามระเบียบว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างของมหาวิทยาลัยฯ

8) การบริการสังคม

8.1) เป็นผู้ช่วยในการอบรมสัมมนาตามโครงการต่าง ๆ ของสาขาวิชาฯ

8.2) ปฏิบัติงานตามความสามารถซึ่งนอกเหนือจากงานในหน้าที่ประจำ

8.3) บริการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำดี น้ำเสีย เสียง ขยะและอากาศ แก่ผู้ที่สนใจ

9) งานที่ได้รับมอบหมาย

9.1) ปฏิบัติหน้าที่เป็นคณะกรรมการคุมสอบ

9.2) เป็นคณะกรรมการโครงการอบรมแนวทางการพัฒนาและยกระดับห้องปฏิบัติการเข้าสู่มาตรฐานสากล ISO/ IEC 17025 โดยใช้การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อรองรับการเรียนการสอนและการบริการวิชาการให้แก่ภาคอุตสาหกรรมก่อสร้างและสิ่งแวดล้อมในศตวรรษที่ 21

9.3) เป็นคณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการประกวดราคาจ้างก่อสร้างปรับปรุงพื้นที่อาคารและห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

9.4) เป็นคณะกรรมการคุมสอบสมรรถนะภาษาอังกฤษ

9.5) เป็นคณะกรรมการดำเนินการสอบคัดเลือกเข้าศึกษาระดับปริญญาตรี (สอบตรงคุณวุฒิ ม.6/ปวช./ปวส.)

9.6) เป็นคณะกรรมการดำเนินโครงการพัฒนาศักยภาพบุคลากร เรื่อง พัฒนาทักษะวิชาชีพด้านการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในงานวิศวกรรมโยธา

จากภาระงานที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน ผู้เขียนได้นำภาระงานด้านการปฏิบัติ ในการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานของนักศึกษา ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ มาจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้ ความเข้าใจ ในการจัดเตรียมและทราบถึงวิธีการใช้งานวัสดุอุปกรณ์และชนิดของสารเคมี เพื่อให้สามารถใช้งานในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติของรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม

บทที่ 3
หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข

การจัดทำคู่มือการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเตรียมปฏิบัติการให้มีความถูกต้องและปลอดภัย เพื่อสนับสนุนต่อการเรียนการสอนของอาจารย์ และนักศึกษาประจำหลักสูตรวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม โดยได้รวบรวมแนวคิดและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ซึ่งประกอบด้วย

1. หลักสูตรที่ใช้ในการปฏิบัติงาน
2. หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน
3. ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน
4. จรรณยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรม ในการปฏิบัติงาน

3.1 หลักสูตรที่ใช้ในการปฏิบัติงาน [4]

3.1.1 หลักสูตรที่ใช้ในการปฏิบัติงาน “การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม” เป็นคู่มือที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม (Environmental Chemistry) ของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม หลักสูตรฉบับปรับปรุง ปีพุทธศักราช 2558 มีรายละเอียดที่จะกล่าว ดังต่อไปนี้

1) ปรัชญาของหลักสูตร

ต้องการให้บัณฑิตมีความรู้ความสามารถทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ ประกอบกับมีคุณธรรม จริยธรรมเพื่อตอบสนองตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน

2) วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

1) ผลิตบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ให้มีคุณธรรมจริยธรรม มีสัมมาคารวะ รู้จักกาลเทศะ และทำหน้าที่เป็นพลเมืองที่ดี รับผิดชอบต่อตนเอง วิชาชีพ และต่อสังคม และปฏิบัติตนภายใต้จรรยาบรรณวิชาชีพด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต และเสียสละ

2) ผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ในศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ สามารถประยุกต์ใช้ศาสตร์ดังกล่าวอย่างเหมาะสม เพื่อประกอบวิชาชีพของตน และการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้นไปได้

3) ผลิตบัณฑิตให้มีความใฝ่รู้ในองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สามารถพัฒนาองค์ความรู้ที่ตนมีอยู่ให้สูงขึ้นไป เพื่อพัฒนาตนเอง พัฒนางาน พัฒนาสังคม และประเทศชาติ และให้คิดเป็น ทำเป็น มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถเลือกวิธีแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม

4) ผลิตบัณฑิตให้มีมนุษย์สัมพันธ์และมีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีทักษะในด้านการทำงานเป็นหมู่คณะ สามารถบริหารจัดการทำงานได้อย่างเหมาะสม และเป็นผู้มีทัศนคติที่ดีในการทำงาน

5) ผลิตบัณฑิตให้มีความสามารถในการติดต่อสื่อสาร และใช้ภาษาไทย ภาษาต่างประเทศ และศัพท์ทางเทคนิคในการติดต่อสื่อสาร รวมถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้เป็นอย่างดี

6) ผลิตบัณฑิตให้มีทักษะทางด้านปฏิบัติ ในงานวิชาชีพเฉพาะ และสามารถนำไปบูรณาการเพื่อประกอบอาชีพทางด้านวิศวกรรม

3.1.2 รายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม

1) จุดมุ่งหมายรายวิชา

1.1) เพื่อให้มีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ของน้ำดีและน้ำเสีย

1.2) เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการหาและประยุกต์ใช้ข้อมูลทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

1.3) เพื่อให้มีทักษะด้านการวิเคราะห์น้ำทางห้องปฏิบัติการ

2) คำอธิบายรายวิชา

คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ ของน้ำดี น้ำเสีย วิธีการหาและประยุกต์ใช้ข้อมูลทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม การเก็บและรักษาตัวอย่าง การวิเคราะห์น้ำทางห้องปฏิบัติการ การหาค่าของแข็ง ออกซิเจนละลาย บีโอดี ซีโอดี ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส

3.2 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน

3.2.1 สารเคมีในห้องปฏิบัติการ [5]

สารเคมี (Reagent) หมายถึง สารประกอบอินทรีย์หรืออนินทรีย์ที่ทราบน้ำหนัก สูตรโมเลกุลที่แน่นอน และมีความบริสุทธิ์เพียงพอที่ใช้กับงานวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ เพื่อทำการทดสอบการวัดและการตรวจสอบค่าต่าง ๆ สารเคมีที่ผลิตขายมีความบริสุทธิ์ต่าง ๆ กัน

1) เกรดสารเคมีตามความบริสุทธิ์ของสาร

1.1) เกรด ACS Reagent เป็นเกรดที่มีความบริสุทธิ์สูงสุด และความบริสุทธิ์ได้มาตรฐานตามที่สมาคมเคมีอเมริกัน (American Chemical Society หรือ ACS) กำหนดไว้และมีใบประกันรับรองให้ เหมาะสำหรับใช้ในงานวิเคราะห์

1.2) เกรดวิเคราะห์ (Analytical Reagent (AR)/Reagent Grade) เป็นเกรดที่มีความบริสุทธิ์สูงกว่า 99% มีมลทินเจือปนในระดับที่น้อยมาก โดยทั่วไปจะมีข้อมูลแสดงปริมาณสิ่งเจือปนไว้ด้วย และเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์และสิ่งเจือปนจะต้องอยู่ในมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ เหมาะ

สำหรับใช้ในงานด้านการวิเคราะห์และห้องปฏิบัติการทั่วไป ถ้าสารเคมีได้มาตรฐานตามที่สมาคมเคมีอเมริกัน (ACS) กำหนดไว้จะเขียนบ่งไว้ AR (ACS) Reagent

1.3) เกรด USP เป็นเกรดที่บริสุทธิ์ได้มาตรฐานตาม U.S. Pharmacopoeia กำหนดไว้ เหมาะสำหรับใช้ในงานด้านอาหาร ยา ทางการแพทย์ และห้องปฏิบัติการทั่วไป สารเกรดโดยมีสารเจือปนที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ

1.4) เกรด Purified/Practical Grade เป็นเกรดที่มีคุณภาพดีแต่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดไว้ ไม่เหมาะใช้ในงานด้านอาหาร ยา ทางการแพทย์

1.5) เกรด C.P. (Chemical Pure) รีเอเจนต์เกรดนี้บริสุทธิ์เกือบเทียบเท่าเกรดวิเคราะห์ (Reagent Grade) มาตรฐานของความบริสุทธิ์ของสารเคมีเกรดนี้ ขึ้นอยู่กับโรงงานผู้ผลิต

1.6) เกรดปฏิบัติการ (Lab หรือ Practical) เป็นสารเคมีที่มีเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์สูงกว่า 95% มีปริมาณสิ่งเจือปนมากกว่าเกรดงานวิเคราะห์ แต่บางครั้งสามารถใช้แทนสารเคมีเกรดวิเคราะห์ได้ เหมาะสำหรับใช้ในงานที่ไม่ต้องคำนึงถึงความบริสุทธิ์ของสารเคมี

1.7) เกรด NF เป็นเกรดที่บริสุทธิ์ได้มาตรฐานตามที่ National Formulary (NF) กำหนด เหมาะสำหรับใช้ในงานที่ไม่ต้องคำนึงถึงความบริสุทธิ์ของสารเคมี จะมีสารเคมีอื่นเจือปน (Impurities) อยู่ในปริมาณปานกลาง

1.8) เกรดทางการค้า (Technical หรือ Commercial) เป็นสารเคมีที่ใช้งานอุตสาหกรรม จัดเป็นสารเคมีเกรดต่ำสามารถใช้ได้ดีกับงานทดลองบางอย่าง โดยปกติสารเคมีชนิดนี้ไม่บอกรายละเอียดของสิ่งเจือปน (Impurity) หรือเปอร์เซ็นต์ความบริสุทธิ์ของสารเคมี ไม่เหมาะใช้ในห้องปฏิบัติการ

2) ฉลากสารเคมี

ข้อมูลสารเคมีบนฉลากที่ปิดบนภาชนะบรรจุสารเคมี เป็นข้อมูลที่สำคัญที่บ่งบอกถึงประเภท ชนิด และข้อมูลต่าง ๆ ของสารเคมีนั้น ๆ และยังจำเป็นต่อการใช้งาน การเก็บรักษา การขนส่งตลอดจนการแก้ไขปัญหา เมื่อเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับสารเคมี ปัจจุบันองค์การสหประชาชาติจึงจัดระบบสากลเพื่อจำแนกความเป็นอันตราย และการติดฉลากสารเคมีเพื่อให้เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก เรียกว่าระบบ GHS (Globally Harmonized System for Classification and Labelling of Chemicals) ขึ้น

ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างฉลากสารเคมี "เมทานอล"

ฉลากสารเคมีเป็นส่วนสำคัญในการบ่งบอกถึงคุณภาพสารเคมี (เกรดสารเคมี) โดยทั่วไปฉลากต้องระบุข้อมูลดังนี้

1) ข้อมูลผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย ชื่อสารเคมี สูตรเคมีหรือสูตรโมเลกุล น้ำหนักโมเลกุล ปริมาณสารปนเปื้อน เป็นต้น

2) สัญลักษณ์เตือน

3) วิธีการเก็บรักษา

4) วิธีการปฐมพยาบาลเบื้องต้น เมื่อเกิดอุบัติเหตุ

5) ข้อมูลผู้ผลิต

ตัวอย่างฉลาก Acetone (ของเดิม) ตัวอย่างฉลาก Acetone ตามระบบ GHS

ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างฉลากสารเคมี Acetone

3) สัญลักษณ์แสดงอันตราย (Hazard Pictogram)

ระบบสัญลักษณ์แสดงอันตรายที่รู้จักและนิยมใช้มีหลายระบบ เช่น ระบบ UN, ระบบ NFPA, ระบบ EEC และ ระบบ GHS

ภาพที่ 3.3 สัญลักษณ์แสดงอันตราย (Hazard Pictogram)

4) เอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet, SDS)

เอกสารข้อมูลความปลอดภัยในการใช้สารเคมีและวัตถุอันตราย คือเอกสารข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์ (Material Safety Data Sheet, MSDS) โดย MSDS ถูกออกแบบมาเพื่อผู้ที่เกี่ยวข้อง คนงาน บุคคลากรที่ดูแลด้านความปลอดภัย ซึ่งประกอบด้วยวิธีการ และขั้นตอนการดำเนินงานที่เหมาะสมในการจัดการ หรือทำงานกับสารเคมี เอกสาร MSDS ประกอบด้วยข้อมูลที่เป็นประโยชน์ เช่น ข้อมูลทางกายภาพ (จุดหลอมเหลว จุดเดือด จุดวาบไฟ ฯลฯ) ความเป็นพิษ ผลต่อสุขภาพ การปฐมพยาบาลเบื้องต้น การเกิดปฏิกิริยา การเก็บ การทิ้ง อุปกรณ์ป้องกัน การปฏิบัติเมื่อหกหรือรั่วไหล ซึ่งจะแตกต่างกันไปสำหรับสารแต่ละชนิด ข้อมูลและรูปแบบของ MSDS ในแต่ละประเทศอาจมีข้อกำหนดหรือกฎเกณฑ์ที่แตกต่างกัน แต่ส่วนมากจะประกอบด้วยข้อมูลหลัก 16 ข้อ ได้แก่

4.1) ข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีและบริษัทผู้ผลิตและจัดจำหน่าย
4.2) องค์ประกอบ/ข้อมูลเกี่ยวกับส่วนผสม
4.3) ข้อมูลเกี่ยวกับอันตราย
4.4) มาตรการปฐมพยาบาล
4.5) มาตรการการผจญเพลิง
4.6) มาตรการเมื่อมีอุบัติเหตุสารหกรั่วไหล
4.7) การจัดการและการเก็บรักษา

4.8) การควบคุมการสัมผัสสาร/ การป้องกันส่วนบุคคล

4.9) สมบัติทางเคมีและกายภาพ

4.10) ความเสถียรและความว่องไวต่อปฏิกิริยา

4.11) ข้อมูลทางพิษวิทยา

4.12) ข้อมูลเชิงนิเวศน์

4.13) มาตรการการกำจัด

4.14) ข้อมูลการขนส่ง

4.15) ข้อมูลเกี่ยวกับข้อกำหนด

4.16) ข้อมูลอื่น

ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้หรือสัมผัสกับสารเคมีโดยตรงจำเป็นต้องศึกษาและทำความเข้าใจข้อมูลอย่างละเอียด เอกสาร MSDS และเอกสารแนะนำความปลอดภัย (SG) สามารถสืบค้นได้จากหลายแหล่ง เช่น

- ที่ห้องปฏิบัติการหรือที่ทำงานควรต้องมี MSDS ซึ่งได้มากับสารเคมีอันตรายที่สั่งซื้อมา (อย่าทิ้ง MSDS ที่ติดมากับขวดสารเคมี)

- บริษัทที่สั่งซื้อสารเคมีมา ถ้าทางบริษัทผู้จำหน่ายไม่มี ให้ติดต่อกับบริษัทผู้ผลิตโดยตรง

- อินเทอร์เน็ต ซึ่งมีหลายเว็บไซต์ที่มี MSDS เช่น http://msds.pcd.go.th, http://www.msds.com, http://www.chemtrack.org เป็นต้น

เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการทุกคน ควรที่จะศึกษาข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์ ของสารเคมีทุกตัวที่ต้องใช้ในห้องปฏิบัติการ การเก็บข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์ ควรเก็บเข้าแฟ้มเอกสาร เรียงตามตัวอักษร เพื่อความสะดวกในการค้นหาภายหลัง

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลในMSDS

ชื่อสาร	กรดไฮโดรคลอริค
สมบัติทางเคมี/กายภาพ	ของเหลว ไม่มีสี กลิ่นแรง
ข้อมูลเกี่ยวกับอันตราย	ทำให้เกิดแผลไหม้ ระคายเคืองต่อระบบลมหายใจ
มาตรการปฐมพยาบาล	
เมื่อสูดดม	ให้รับอากาศบริสุทธิ์ นำส่งแพทย์
เมื่อถูกผิวหนัง	ชะล้างออกด้วยน้ำจำนวนมาก ทาด้วยโพลิเอทิลีนไกลคอล 400
เมื่อเข้าตา	ชะล้างออกด้วยน้ำจำนวนมาก เป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที
การป้องกันส่วนบุคคล	
ข้อควรปฏิบัติ	เปลี่ยนเสื้อผ้าที่เปื้อนสารเคมีทันที ล้างมือและหน้าหลังการใช้สาร

5) ระบบการจัดการสารเคมี

5.1) การจัดการข้อมูลสารเคมี

5.1.1) ระบบบันทึกข้อมูล หมายถึง ระบบบันทึกข้อมูลสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้ในการบันทึกทั้งในรูปแบบเอกสารและอิเล็กทรอนิกส์ โดยโครงสร้างของข้อมูลสารเคมีที่บันทึกไม่ว่าจะใช้รูปแบบใดก็ตาม ควรประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- รหัสของภาชนะบรรจุ (Bottle ID)
- ชื่อสารเคมี (Chemical Name)
- CAS No.
- ประเภทความเป็นอันตราย
- ขนาดบรรจุของขวด (Bottle Volume)
- ปริมาณสารเคมีคงเหลือในขวด
- ผู้ขาย/ผู้จำหน่าย(Supplier)/ผู้ผลิต(Manufacturer)
- Grade
- ราคา (Price)
- ที่จัดเก็บสารเคมี(Location)
- วันที่รับเข้ามา (Received Date)
- วันที่เปิดใช้ขวด (Open Date)
- วันหมดอายุ (Expiry Date)

สารบบสารเคมี หมายถึง การจัดทำสารบบสารเคมีในห้องปฏิบัติการ ให้มีความเป็นปัจจุบันอยู่เสมอ พร้อมทั้งสามารถแสดงรายงานการติดตามสารเคมี โดยต้องมีการบนทึกการนำเข้า/จ่ายออก ภายในห้องปฏิบัติการ มีการปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบันอย่างสม่ำเสมอ โดยอย่างน้อยสารบบต้องประกอบไปด้วย ชื่อสารเคมี CAS No. ประเภทความเป็นอันตราย ปริมาณคงเหลือ และสถานที่เก็บ เป็นต้น

รหัสขวดสารเคมี	EVE6300011	EVE6300012	EVE6300013	EVE6300014
ชื่อสารเคมี	Acetone	Acetone	Acetonitrile	Acetonitrile
เกรด	AR	AR	HPLC	HPLC
CAS No.	67-64-1	67-64-1	75-05-8	75-05-8
UN Class	3	3	3	3
สถานะ	ของเหลว	ของเหลว	ของเหลว	ของเหลว
MSDS	มี	มี	มี	มี
ขนาดบรรจุ	4 L	4 L	4 L	4 L
ปริมาณคงเหลือ	4 L	4 L	4 L	4 L
สถานที่จัดเก็บ	อาคารวิศวกรรมสำรวจ	อาคารวิศวกรรมสำรวจ	อาคารวิศวกรรมสำรวจ	อาคารวิศวกรรมสำรวจ
ผู้ขาย	RCI Labscan	RCI Labscan	RCI Labscan	RCI Labscan
ผู้ผลิต	RCI Labscan	RCI Labscan	RCI Labscan	RCI Labscan
ราคา/ขวด	750.00	750.00	1450.00	1450.00
วันหมดอายุ	Mar-26	Mar-26	Mar-26	Mar-26
ว/ด/ป/ที่รับเข้า	14-Jun-21	14-Jun-21	14-Jun-21	14-Jun-21
วันที่ปรับปรุง	12-May-22	12-May-22	12-May-22	12-May-22

ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างบัญชีสารเคมี

การจัดการสารเคมีที่ไม่ใช้แล้ว คือการตรวจสอบสารเคมีที่ไม่ใช้แล้ว จากสารบบ เพื่อนำไปกำจัดต่อไป โดยมีการตรวจสอบทุก ๆ 3 หรือ 6 เดือน ซึ่งสารเคมีที่ต้องกำจัดได้แก่

- สารที่ไม่ต้องการใช้
- สารที่หมดอายุตามฉลาก
- สารที่หมดอายุตามสภาพ เช่น สารเคมีที่สีเปลี่ยนสถานะเปลี่ยนไปจากเดิม เป็นต้น

5.1.2) การจัดเก็บสารเคมี

การจัดเก็บสารเคมีอย่างถูกวิธี ช่วยให้ง่ายในการทำงาน และเกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ การเก็บสารเคมี มีข้อพึงปฏิบัติทั่วไป ดังนี้

- แยกการเก็บสารเคมีตามประเภทอันตราย
- ไม่เก็บสารเคมีไว้ในตู้ควัน
- เก็บสารเคมีเข้าที่ ภายหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานทุกครั้ง
- สารเคมีไวไฟ ควรเก็บตู้ควบคุมอุณหภูมิ เพื่อป้องกันการติดไฟ
- ไม่ควรเก็บสารเคมีบนชั้นในระดับที่เหนือระดับสายตาขึ้นไป
- ไม่ควรวางขวดสารเคมีซ้อนกันในแนวตั้ง
- ไม่ควรเก็บสารเคมีในบริเวณทางเดิน บันได หรือวางบนพื้น ควรเก็บในพื้นที่ที่จัดไว้โดยเฉพาะ
- สารเคมีทุกตัวควรมีการบันทึก วันที่ได้รับเข้ามาในห้องปฏิบัติการ และวันที่เปิดใช้
- การเก็บสารเคมีที่เป็นของเหลวในตู้เย็นและตู้แช่แข็ง ขวดสารเคมีต้องมีภาชนะรองรับ (Secondary Container) ที่เหมาะสม เช่น ถาดพลาสติก และภาชนะรองรับต้องสามารถป้องกันการหกหรือรั่วไหลของสารเคมีได้ หรือสามารถรองรับปริมาณสารเคมีที่อยู่ในขวดได้อย่างเพียงพอหากเกิดการหกหรือรั่วไหล
- ไม่เก็บขวดสารเคมีไว้บนหิ้งหรือโต๊ะปฏิบัติการ ยกเว้นกรณีขวดสารเคมีที่เตรียมขึ้นเองสำหรับการทดลอง เช่น Stock Solution
- ไม่วางสารเคมี (รวมถึงถังแก๊ส) บริเวณทางเดิน
- ในกรณีที่จำเป็นต้องวางขวดหรือภาชนะบรรจุสารเคมีบนพื้นห้องปฏิบัติการ ต้องมีภาชนะรองรับที่มีความจุมากกว่าปริมาณรวมของสารเคมีที่มีอยู่ในภาชนะทุกใบ และไม่วางเกะกะการทำงานของผู้ปฏิบัติงานและทางเดิน ในกรณีภาชนะเป็นแก้วต้องอยู่ในตำแหน่งที่ไม่แตกได้โดยง่าย
- เก็บสารที่ติดไฟง่ายออกห่างจากแหล่งกำเนิดไฟ
- เก็บสารไวปฏิกิริยาต่อน้ำออกห่างจากสปริงเกลอร์

- ไม่วางสารเคมีใกล้ท่อระบายน้ำ ใต้หรือในอ่างน้ำ หากจำเป็นต้องมีภาชนะรองรับ เพื่อป้องกันสารเคมีรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม

- สารไวไฟต้องเก็บให้ห่างจากความร้อน และเปลวไฟ

- สารไวไฟต้องเก็บให้พ้นจากแสงอาทิตย์

- ในห้องปฏิบัติการต้องมีการกำหนดบริเวณการจัดเก็บสารไวไฟไว้โดยเฉพาะ และไม่นำสารอื่นมาเก็บไว้ในบริเวณที่เก็บสารไวไฟ

- ต้องไม่เก็บสารไวไฟไว้ในภาชนะที่ใหญ่เกินจำเป็น เช่น ในภาชนะขนาดใหญ่เกิน 20 ลิตร (Carboy)

- ห้ามเก็บสารไวไฟหรือสารที่ไหม้ไฟได้ในห้องปฏิบัติการไว้มากกว่า 50 ลิตร

- ในกรณีที่ภายในห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องเก็บสารไวไฟหรือสารที่ไหม้ไฟได้ไว้มากกว่า 50 ลิตร ต้องเก็บไว้ในตู้เฉพาะที่ใช้สำหรับเก็บสารไวไฟ หากต้องเก็บในที่เย็น ตู้เย็นที่ใช้เก็บต้องมีระบบป้องกันการเกิดประกายไฟหรือปัจจัยอื่น ๆ ที่อาจทำให้เกิดการติดไฟหรือระเบิดได้ (Explosion–Proof Refrigerator)

- ห้ามเก็บสารไวไฟในตู้เย็นสำหรับใช้ในบ้าน เนื่องจากภายในตู้เย็นที่ใช้ในบ้านไม่มีระบบป้องกันการติดไฟ และยังมีวัสดุหลายอย่างที่เป็นสาเหตุให้เกิดการติดไฟได้ เช่น หลอดไฟภายในตู้เย็น เป็นต้น

- ห้ามเก็บขวดสารกัดกร่อน (ทั้งกรดและเบส) ขนาดใหญ่ (ปริมาณมากกว่า 1 ลิตร หรือ 5 กิโลกรัม) ไว้ในระดับที่สูงเกิน 60 เซนติเมตร (2 ฟุต)

- ห้ามเก็บขวดสารกัดกร่อน (ทั้งกรดและเบส) ทุกชนิดเหนือกว่าระดับสายตา

- ขวดกรดต้องเก็บไว้ในตู้ไม้หรือตู้สำหรับเก็บกรดโดยเฉพาะที่ทำจากวัสดุป้องกันการกัดกร่อน เช่น พลาสติก หรือวัสดุอื่น ๆ ที่เคลือบด้วยอีพ๊อกซี่ (Epoxy Enamel) และมีภาชนะรองรับ เช่น ถาดพลาสติก หรือมีวัสดุห่อหุ้มป้องกันการรั่วไหล

- การเก็บขวดกรดขนาดเล็ก (ปริมาณไม่เกิน 1 ลิตร) บนชั้นวางต้องมีภาชนะรองรับ เช่น ถาดพลาสติก หรือมีวัสดุห่อหุ้มป้องกันการรั่วไหล

- การเก็บถังแก๊สในห้องปฏิบัติการต้องมีอุปกรณ์ยึดที่แข็งแรง ถังแก๊สทุกถังต้องมีสายคาดหรือโซ่ยึดกับผนัง โต๊ะปฏิบัติการ หรือที่รองรับอื่น ๆ ที่สามารถป้องกันอันตรายให้กับผู้ปฏิบัติงานในบริเวณใกล้เคียงจากน้ำหนักของถังแก๊สที่ล้มมาทับได้ โดยทั่วไปสายยึดต้องคาดเหนือกึ่งกลางถัง ในระดับประมาณ 2/3 ของถัง

- ถังแก๊สทุกถังต้องมีที่ปิดครอบหัวถัง ถังแก๊สที่ไม่ได้สวมมาตรวัดต้องมีฝาปิดครอบหัวถังที่มี สกรูครอบอยู่เสมอ ทั้งนี้เพื่อป้องกันอันตรายจากแก๊สภายในถังพุ่งออกมาอย่างรุนแรงหากวาล์วควบคุมที่คอถังเกิดความเสียหาย

- ห้ามเก็บถังแก๊สเปล่ารวมอยู่กับถังแก๊สที่มีแก๊ส และต้องติดป้ายระบุไว้อย่างชัดเจนว่าเป็นถังแก๊สเปล่า หรือถังแก๊สที่มีแก๊ส

- เก็บถังแก๊สในที่แห้ง อากาศถ่ายเทได้ดี ห่างจากความร้อน ประกายไฟ แหล่งกำเนิดไฟ วงจรไฟฟ้า

- ถังแก๊สที่บรรจุสารอันตรายหรือสารพิษ ต้องเก็บในตู้เก็บถังแก๊ส โดยเฉพาะที่มีระบบระบายอากาศ หรือหากเป็นถังแก๊สขนาดเล็ก (Lecture Cylinders หรือ 4–L Tanks) ต้องเก็บไว้ในตู้ควันและห้ามเก็บเกิน 2 ถัง

- เก็บถังแก๊สออกซิเจนห่างจากถังแก๊สเชื้อเพลิง เช่น Acetylene แก๊สไวไฟ และวัสดุไหม้ไฟได้ (Combustible Materials) อย่างน้อย 6 เมตร หรือบังด้วยฉาก/ผนังกั้นที่ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ ที่มีความสูงอย่างน้อย 5 เมตร และสามารถหน่วงไฟได้อย่างน้อยครึ่งชั่วโมง

- เก็บสารออกซิไดซ์ห่างจากสารไวไฟ สารอินทรีย์และสารที่ไหม้ไฟได้

- เก็บสารที่มีสมบัติออกซิไดซ์สูง เช่น กรดโครมิก ไว้ในภาชนะแก้ว หรือภาชนะที่มีสมบัติเฉื่อย

- ห้ามใช้ขวดที่ปิดด้วยจุกคอร์กหรือจุกยางเก็บสารออกซิไดซ์

- สารที่ไวต่อปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน (Polymerization Reactions) เช่น Styrene สารในกลุ่มนี้เมื่อเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันจะทำให้เกิดความร้อนสูง หรือไม่สามารถควบคุมการปลดปล่อยความร้อนออกมาได้

- ตู้เก็บสารไวต่อปฏิกิริยาต่าง ๆ ต้องมีการติดคำเตือนชัดเจน เช่น “สารไวต่อปฏิกิริยา–ห้ามใช้น้ำ” เป็นต้น

- เก็บสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ห่างจากความร้อน แสง และแหล่งกำเนิดประกายไฟ

- ภาชนะบรรจุสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ต้องมีฝาหรือจุกปิดที่แน่นหนา เพื่อหลีกเลี่ยงการสัมผัสอากาศ

- ห้ามเก็บสารที่ก่อให้เกิดเปอร์ออกไซด์ในภาชนะที่มีฝาเกลียวหรือฝาแก้ว เนื่องจากแรงเสียดทานขณะเปิดอาจทำให้เกิดการระเบิดได้ อาจใช้เป็นขวดพลาสติกที่เป็นฝาเกลียวแทน

6) การเคลื่อนย้ายสารเคมี

ผู้ทำการเคลื่อนย้ายต้องทราบว่าสารเคมีที่จะเคลื่อนย้ายคือสารอะไร และมีลักษณะความเป็นอันตรายอย่างไร ทั้งนี้เพื่อให้สามารถจัดการหรือสื่อสารให้ผู้ช่วยเหลือทราบได้ในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุสารหกรั่วไหล และต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดดังนี้

6.1) การเคลื่อนย้ายสารเคมีภายนอกห้องปฏิบัติการ ควรมีข้อปฏิบัติ ดังนี้

6.1.1) ใช้ภาชนะรองรับและอุปกรณ์เคลื่อนย้ายที่มั่นคงปลอดภัย ไม่แตกหักง่าย และมีที่กันขวดสารเคมีล้ม

6.1.2) ใช้รถเข็นมีแนวกั้นกันขวดสารเคมีล้ม

6.1.3) เคลื่อนย้ายสารที่เข้ากันไม่ได้ ในภาชนะรองรับที่แยกกัน

6.1.4) ใช้ลิฟท์ขนของในการเคลื่อนย้ายสารเคมีและวัตถุอันตราย

6.1.5) ใช้ตัวดูดซับสารเคมีหรือวัสดุกันกระแทกเคลื่อนย้าย เช่น โฟมกันกระแทก Vermiculite เป็นต้น ตัวอย่างดังภาพที่ 3.5

ภาพที่ 3.5 แสดงตัวอย่างตัวดูดซับสารเคมีและวัสดุกันกระแทกที่ใช้ในการกั้นระหว่างขวดสารเคมีขณะเคลื่อนย้าย

6.2) การเคลื่อนย้ายสารเคมีภายในห้องปฏิบัติการ ควรมีข้อปฏิบัติ ดังนี้

6.2.1) ผู้ที่ทำการเคลื่อนย้ายสารเคมีใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม

6.2.2) ปิดฝาภาชนะที่ใช้บรรจุสารเคมีให้สนิทขณะเคลื่อนย้ายให้สนิท หากจำเป็นอาจผนึกด้วยแผ่นพาราฟิล์ม ดังตัวอย่างภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.6 แสดงตัวอย่างการใช้แผ่นพาราฟิล์มปิดฝาภาชนะ

6.2.3) ใช้รถเข็นที่มีแนวกั้น เมื่อมีการเคลื่อนย้ายสารเคมี พร้อมกันหลาย ๆ ขวด ดังตัวอย่างภาพที่ 3.7

ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างรถเข็นเคลื่อนย้ายสารเคมี

6.2.4) ใช้ตะกร้าหรือภาชนะรองรับ (Secondary Container) ในการเคลื่อนย้ายสารเคมี โดยเป็นภาชนะที่ไม่แตกหักง่าย ทำมาจากยาง หรือพลาสติก ที่สามารถบรรจุขวดสารเคมี ดังตัวอย่างภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.8 แสดงภาพตัวอย่างภาชนะรองรับที่เป็นพลาสติก

6.2.5) เคลื่อนย้ายสารเคมีที่เป็นของเหลวไวไฟในภาชนะรองรับที่มีวัสดุกันกระแทก

6.2.6) ใช้ถังยางที่ทนต่อการกัดกร่อนและการละลายในการเคลื่อนย้ายสารพวกกรดและตัวทำละลาย

6.2.7) เคลื่อนย้ายสารที่เข้ากันไม่ได้ในภาชนะรองรับที่แยกกัน ดูตัวอย่างกลุ่มสารที่เข้ากันไม่ได้

3.2.2 อุปกรณ์เครื่องแก้วพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ [6]

เครื่องแก้ววิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ เป็นอุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการทำการทดลอง การวิจัย การทดสอบวิเคราะห์ เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการมีจำนวนมาก หลายประเภท หลายขนาด และแต่ละประเภทมีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ผู้ใช้จึงจำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับมาตรฐานเครื่องแก้ว วิธีการใช้อย่างถูกต้องเพื่อลดความคลาดเคลื่อน การทำความสะอาด และการดูแลรักษา

1) การแบ่งประเภทของเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ

การแบ่งประเภทของเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน อาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก ๆ คือ เครื่องแก้วที่ใช้งานทั่วไป (General Glassware) และเครื่องแก้ววัดปริมาตรของเหลว (Volumetric Glassware)

1.1) เครื่องแก้วที่ใช้งานทั่วไป

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบรรจุสารเคมี ถ่ายเทสารละลาย อุปกรณ์ประกอบการทดลอง เช่น การต้ม ละลาย ระเหย ตกตะกอน เป็นต้น และบางชนิดอาจใช้ในการวัดปริมาตรของ

เหลวที่บรรจุโดยปริมาณ ซึ่งไม่อาจเป็นค่าที่มีความแม่นได้ อย่างไรก็ตาม แม้เราจะเรียกว่าเครื่องแก้ว แต่อุปกรณ์บางชนิด บางรุ่นอาจทำด้วยวัสดุอย่างอื่นที่เป็นพลาสติก HDPE หรือ PE ได้

หลอดทดลอง บีกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ ขวดก้นกลม

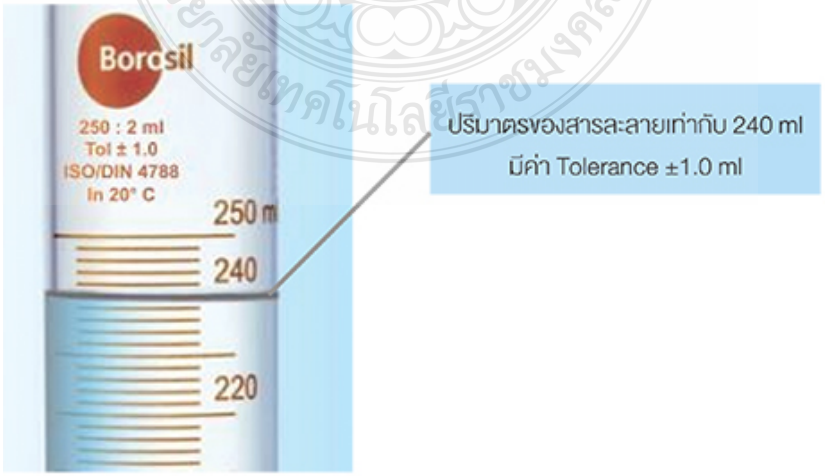
ภาพที่ 3.9 เครื่องแก้วที่ใช้งานทั่วไป

1.2) เครื่องแก้ววัดปริมาตรของเหลว

เครื่องแก้ววัดปริมาตรของเหลว (Volumetric Glassware) ใช้สำหรับวัดปริมาตรของเหลวที่ต้องการความแม่นสูง คุณลักษณะของเครื่องแก้ววัดปริมาตร จะประกอบด้วย

- มีขีดกำหนดปริมาตร (Graduation Marks) หรือ ข้อความกำหนดระบุปริมาตรที่วัดได้ที่แน่นอน

- มีการกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนสูงสุด ในการวัดที่ยอมรับได้ (Tolerance Limit) เครื่องแก้ววัดปริมาตร เช่น กระบอกตวง (Measuring Cylinder) ขวดกำหนดปริมาตร (Volumetric Flask) ขวดวัดความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity Bottle) บิวเรต (Burette) และปิเปต (Pipette) เป็นต้น



ภาพที่ 3.10 เครื่องแก้ววัดปริมาตรของเหลว

อย่างไรก็ตาม เครื่องแก้วแต่ละประเภทมีค่าของความคลาดเคลื่อนที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้เครื่องแก้วให้เหมาะสมกับงานหรือการทดลอง เช่น หากต้องการตวงน้ำกลั่น 50 mL โดยเลือกใช้กระบอกตวง 50 mL ที่มีค่า Tolerance ±1.0 กับปิเปตวัดปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 50 mL ที่มีค่า Tolerance ±0.05 โดยในกรณีนี้ หากการทดสอบมีความจำเป็นต้องใช้ความแม่นสูง ก็ควรเลือกใช้เป็น Volumetric Pipette เพราะมีค่า tolerance ที่ต่ำ จึงมีความแม่นสูงกว่า แต่หากเป็นการทดลองทั่ว ๆ ไป ที่ไม่ได้ต้องการความแม่นสูงก็สามารถที่จะเลือกใช้เป็นกระบอกตวงแทนได้

3.3.3) การรักษาความสะอาดเครื่องแก้ว

1) ล้างเครื่องแก้วอย่างถูกวิธีไม่ขัดถูจนเป็นรอย

หากจำเป็นต้องใช้น้ำยาล้างเครื่องแก้วควรเลือกน้ำยาล้างเครื่องแก้วที่เหมาะสมมีประสิทธิภาพและตรวจสอบความสะอาดก่อนการใช้งาน โดยน้ำยาที่ใช้ มีดังนี้

- Sodium Dichromatic-Sulfuric Acid Cleaning Solution
- สารละลายอิ่มตัว $K_2Cr_2O_7$: Conc.H_2SO_4 อัตราส่วน 1:1
- สารละลายผสมของ $Na_2Cr_2O_7$ (7%) กับ $K_2Cr_2O_7$ (0.5%) ใน Conc.H_2SO_4
- $Na_2Cr_2O_7$ 30 กรัม ใน 1 ลิตร conc.H_2SO_4
- $Na_2Cr_2O_7.2H_2O$ 92 กรัม ในน้ำกลั่น 458 มล. และ H_2SO_4 800 มล.
- กรดไนตริกเจือจาง (Nitric Acid, 50%)
- NaOH 120 กรัม หรือ KOH 150 กรัม ในน้ำ 120 มิลลิลิตร และเติม 95% Ethyl Alcohol เพื่อทำปริมาตรเป็น 1 ลิตร
- KOH (40%) ใน Isopropyl Alcohol (Degreasing Agent)
- HCl 3 N ในเมทานอล
- $KMnO_4$ (3%) : NaOH (1 M) อัตราส่วน 1:1

2) เลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการล้างเครื่องแก้ว

3) นำสารละลายที่อยู่ภายในเครื่องแก้วทิ้งออกให้หมด ตามวิธีทิ้งสารที่ถูกต้อง

4) ดึงป้ายหรือฉลากติดออก

5) ล้างด้วยแปรงโดยใช้สารซักฟอกหรือสารละลายทำความสะอาดออกให้หมด

6) ล้างด้วยน้ำกลั่น 1 - 2 ครั้ง ถ้าเครื่องแก้วนั้นสะอาดอาจจะสังเกตเห็นน้ำที่พื้นผิวเครื่องแก้วเปียกสม่ำเสมอ เป็นแบบเดียวกัน แต่ถ้าเครื่องแก้วยังไม่สะอาด จะสังเกตเห็นหยดน้ำมาเกาะข้างขวดแก้วเท่านั้น

หมายเหตุ หลังจากล้างสะอาดเรียบร้อยแล้ว ควรทำให้แห้งในเตาอบ ซึ่งทำให้แห้งเร็วกว่าปล่อยให้แห้งเองในอากาศ หรืออาจทำให้แห้งด้วยแอซีโตน (Acetone) เครื่องแก้วที่เปียกน้ำจะแห้งเร็วขึ้นเมื่อล้างด้วยแอซีโตนเพียงเล็กน้อย เพราะแอซีโตนระเหยง่ายจะช่วยดึงอากาศให้ผ่านเข้ามาในเครื่องแก้วทำให้เครื่องแก้วแห้งเร็วขึ้น

3.2.3 การป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ [7]

1) องค์ประกอบหลักของห้องปฏิบัติการมาตรฐาน

การกำหนดมาตรการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในการทำการทดลองของนักศึกษาหรือผู้ปฏิบัติงาน โดยกำหนดให้นักศึกษาหรือผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษาคู่มือความปลอดภัยภายในห้องปฏิบัติการ และต้องทดสอบความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการจัดการความปลอดภัยอย่างน้อยผ่านเกณฑ์ร้อยละ 80 จึงสามารถให้ทำปฏิบัติการหรือมีคะแนนผ่านในบทปฏิบัติการเกี่ยวกับความปลอดภัย องค์ประกอบหลักของห้องปฏิบัติการมาตรฐาน มีดังนี้คือ

1.1) ทางเข้า-ออก หากมีผู้ปฏิบัติงานค่อนข้างมากควรกำหนดและจัดระเบียบการเข้า-ออกควรแยกกันระหว่างประตู้เข้า-และประตูออก โดยประตูควรจะปิดไว้ตลอดเวลาในขณะปฏิบัติงาน

1.2) ทางหนีไฟ การกำหนดขนาดและจำนวนของประตูหนีไฟขึ้นกับสถานที่ตั้ง ขนาดของอาคาร จำนวนผู้ปฏิบัติงาน ในแต่ละชั้นควรมีทางหนีไฟอย่างน้อยสองทางที่แยกกัน ทางหนีไฟควรมีระยะทางที่สั้นที่สุดและนำออกไปสู่ภายนอกอาคารได้เร็วที่สุด หากเป็นห้องปฏิบัติการที่ตั้งอยู่ในอาคารที่มีมากกว่า 2 ชั้น ประตูห้องปฏิบัติการต้องสามารถเปิดไปสู่โถงทางเดินกลางได้ และสามารถนำไปยังประตูหนีไฟได้ทันที ตามพื้นทางเดินและฝาผนังควรที่จะมีการแสดงสัญลักษณ์ลูกศรนำทางเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทราบว่าประตูหนีไฟอยู่ในทิศทางใด ประตูหนีไฟควรทำจากวัสดุทนไฟหรือเป็นโลหะที่ทนไฟได้ดีและควรปิดอยู่เสมอ และควรแสดงสัญลักษณ์บริเวณประตูหนีไฟว่า “ทางออก” หรือ “EXIT”

1.3) ขนาดประตู ประตูห้องปฏิบัติการต้องมีขนาดกว้างพอที่จะสามารถนำเครื่องมือขนาดใหญ่เข้าออกได้สะดวก และสามารถเปิดกว้างเพื่อให้ผู้คนเข้าออกได้อย่างสะดวกในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน ประตูห้องปฏิบัติการที่ดีควรเป็นแบบ Door and Half คือเป็นประตู 2 บาน โดยมีบานหนึ่งใหญ่อีกบานหนึ่งมีขนาดเล็ก โดยบานที่มีขนาดใหญ่จะถูกใช้เปิด-ปิดประจำ ส่วนบานเล็กจะถูกใช้ในกรณีมีการขนย้ายอุปกรณ์

1.4) พื้นห้องปฏิบัติการ พื้นห้องต้องสามารถรองรับเครื่องมืออุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมากได้หลายชนิด ควรผลิตมาจากวัสดุที่แข็งแรง ทนทานต่อสารเคมีที่เป็นกรดและด่างได้ดี พื้นผิวต้องไม่ลื่น สามารถทำความสะอาดได้ง่าย โดยทั่วไปมักเป็นพื้นคอนกรีตหรือพื้นหินขัดที่ปูทับด้วยแผ่นยางประเภท Polyvinyl

1.5) ความสว่าง ควรมีแสงสว่างเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันความผิดพลาดและอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงาน ความสว่างที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการคือ 300-500 lux อย่างไรก็ตาม ปริมาณแสงสว่างก็ขึ้นอยู่กับประเภทห้องต่าง ๆ ด้วย เช่น ห้องเก็บของอาจไม่ต้องมีแสงสว่างมากเท่ากับห้องปฏิบัติการ เพราะสารเคมีบางอย่างอาจห้ามโดนแสง

1.6) ระบบถ่ายเทอากาศ ระบบการถ่ายเทอากาศที่ดีจะช่วยลดระดับของไอหรือควันจากสารเคมี รวมทั้งลดระดับการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ ห้องปฏิบัติการควรติดตั้งระบบ Local Exhaust Ventilation (LEV) เพื่อลดอันตรายจากสารเคมีและเชื้อจุลชีพต่าง ๆ เช่น พัดลมดูดอากาศ ตู้ดูดควัน ตู้ชีวนิรภัยที่มีแผ่นกรอง HEPA ในการดักจุลชีพ ตลอดจนติดตั้งระบบดูดอากาศเสียจากภายในออกสู่ภายนอกเพื่อป้องกันการหมุนเวียนอากาศเสียภายในห้องปฏิบัติการ

1.7) อุณหภูมิและความชื้น ห้องปฏิบัติการควรมีอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 20 - 25 °C ในประเทศไทยซึ่งเป็นเมืองร้อนจึงควรติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้อุณหภูมิที่เหมาะสมแก่ผู้ปฏิบัติงานและเป็นการรักษาเครื่องมือ

1.8) ระบบสาธารณูปโภค ซึ่งประกอบไปด้วยระบบน้ำ ประปา ไฟฟ้า แก๊ส และระบบสื่อสาร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในห้องปฏิบัติการ จึงควรมีการวางแผนผังให้เหมาะสม เจ้าหน้าที่ทุกคนควรทราบตำแหน่งที่ตั้งและวิธีการในการเปิด-ปิดวาวล์น้ำ แก๊ส และแผงควบคุมวงจรไฟฟ้า เพื่อสามารถเปิด-ปิดได้ทันทีในกรณีเหตุฉุกเฉิน การออกแบบท่อน้ำ ท่อแก๊ส หรือของเหลวประเภทอื่น ๆ ไปตามท่อ pipe ควรมีการระบุชื่อและลูกศรแสดงทิศทางการไหลในแต่ละท่อว่าเป็นท่อสำหรับส่งผ่านสิ่งใด โดยกำหนดสีของตัวอักษรตามชนิดของสารนั้น ๆ เช่น สารเคมีอันตรายสูง สารไวไฟสารที่มีแรงดันสูง สารเคมีที่เป็นพิษสูง สารกัมมันตภาพรังสี ควรใช้อักษรสีดำบนพื้นหลังสีเหลือง สารเคมีอันตรายน้อย เช่น แก๊สหรือของเหลวผสม ควรใช้อักษรสีขาวบนพื้นหลังสีเขียว สารที่ใช้ดับเพลิง น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซฮาลอน ควรใช้อักษรสีขาวบนพื้นหลังสีแดง

1.9 ในห้องปฏิบัติการควรมีอ่างน้ำอย่างน้อยสองแห่งแยกจากกัน โดยจุดหนึ่งเป็นอ่างล้างมือเท่านั้น ส่วนอีกอ่างสำหรับล้างวัสดุอุปกรณ์ อ่างน้ำควรทำมาจากวัสดุที่ทนทานต่อสารเคมี เช่น Stainless Polypropylene เป็นต้น และท่อน้ำทิ้งควรแยกออกจากท่อน้ำเสียทั่วไป ปลายท่อน้ำทิ้งควรต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสียก่อนการส่งออกไปยังภายนอก ในการติดตั้งระบบแก๊สควรเป็นระบบนำส่งตามท่อจากหน่วยกลาง ไม่ควรใช้ระบบแก๊สเป็นถังย่อย ๆ ที่สำคัญควรมีการติดตั้งระบบตัดแก๊สอัตโนมัติเพื่อป้องกันการเกิดแก๊สรั่วและการระเบิด

1.10) ระบบเตือนภัย ต้องมีการติดตั้งระบบเตือนภัยคู่กับถังดับเพลิงในห้องปฏิบัติการ ระบบเตือนภัยที่ดีต้องส่งเสียงดังได้ทั่วอาคาร อาจเป็นเสียงกระดิ่งหรือเสียงระฆังและอาจมีไฟสีแดงกระพริบ โดยระบบเตือนภัยประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ ส่วนแรกได้แก่ กล่องกระตุ้นให้กระดิ่งหรือสัญญาณทำงาน เรียกว่า “Pullstation” จะมีสีแดง มีทั้งลักษณะเป็นรูปตัวที (T) กระตุ้นการทำงานโดยดึงก้านตัวทีลงมาตรง ๆ หรืออีกแบบจะมีลักษณะเป็นตัวที แต่จะมีกระจกกั้นต้องใช้ค้อนหรือโลหะทุบกระจกก่อนถึงจะสามารถดึงตัวทีได้ ส่วนที่สองเป็นส่วนที่เป็นกระดิ่งหรือระฆังเตือนภัย จะมีสีแดงหรือสีน้ำเงิน ติดตั้งไว้บนกำแพงเหนือกล่อง Pullstation โดยสามารถส่งเสียงและมีไฟกระพริบในขณะที่กระดิ่งดัง

1.11) ชุดดับเพลิง ในห้องปฏิบัติการมีอยู่สองแบบ คือ ชนิดติดตั้งถาวร ซึ่งได้แก่น้ำพุเพดานแบบอัตโนมัติและชนิดเคลื่อนย้ายได้ ประกอบไปด้วย ชุดท่อประปาดับเพลิง (Fire Hose) และถังดับเพลิง ทั้งสองอย่างควรเก็บไว้ในตู้ที่มองเห็นได้ชัดเจนและไม่ควรล็อคตู้ โดยสายท่อประปาต้องมีความยาวอย่างน้อย 100 ฟุต ส่วนถังดับเพลิงมีอยู่หลายประเภทขึ้นอยู่กับต้นกำเนิดของเพลิงนั้น

ตารางที่ 3.2 ประเภทของถังดับเพลิงและการใช้งาน [8]

รูปภาพ	ชนิด	การใช้งาน
	ถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง (Dry Chemical)	ถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง ภายในบรรจุผงเคมีแห้งและก๊าซไนโตรเจน สามารถดับไฟได้เกือบทุกประเภท A B C ยกเว้น CLASS K ลักษณะน้ำยาที่ฉีดออกมามีลักษณะเป็นฝุ่นละออง ราคาถูก หาซื้อง่าย ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ ปลายฉีดจะมีลักษณะเป็นกระบอกหรือกรวย เวลาฉีดน้ำยาที่พ่นออกมาจะมีลักษณะเป็นหมอกหิมะคล้ายน้ำแข็งแห้ง ลดความร้อนของไฟได้ดี สามารถดับไฟได้ประเภท B C เหมาะสำหรับการใช้งานในห้องเครื่องจักรอุตสาหกรรมอาหาร
	ถังดับเพลิงชนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	
	ถังดับเพลิงชนิดเคมีสูตรน้ำหรือ Low Pressure Water Mist	สารเคมีจะเป็นน้ำยาชื่อว่า “ABFFC” ที่ใช้สำหรับการดับไฟได้ดี ไม่เป็นสื่อนำไฟฟ้า สามารถดับไฟได้ทุกประเภท A B C และ K ราคากลาง ๆ แต่จะแพงกว่าถังชนิดเคมีแห้ง เหมาะกับใช้ในบ้าน

ตารางที่ 3.2 ประเภทของถังดับเพลิงและการใช้งาน (ต่อ)

รูปภาพ	ชนิด	การใช้งาน
	ถังดับเพลิงชนิดน้ำยาเหลวระเหย บีซีเอฟ ฮาลอน 1211	ถังดับเพลิงชนิดน้ำยาเหลวระเหย บีซีเอฟ ฮาลอน 1211 ใช้ดับเพลิงได้ดี เพราะมีความเย็นจัดและมีประสิทธิภาพในการไล่ออกซิเจน ซึ่งทำให้เกิดเพลิงและไม่ทิ้งคราบสกปรก

		เหมาะสำหรับเพลิงที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์
	ถังดับเพลิงชนิด HCFC 123 (Halotron)	ลักษณะการฉีดออกเป็นแก๊สเหลวระเหย น้ำยาชนิดนี้สามารถใช้กับไฟชนิด A, B และ C เหมาะสำหรับใช้กับสถานที่ที่ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์สื่อสารในเครื่องบิน อุตสาหกรรมอิเล็กโทรนิกส์
	ถังดับเพลิงชนิด BF2000	บรรจุในถังสีเขียว น้ำยาเป็นสารเหลวระเหยชนิด BF 2000 (NON-CFC) ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สามารถดับไฟได้ทุกประเภท ยกเว้น CLASS K ราคาถูก หาซื้อง่าย ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่ติดไฟ ไม่เป็นสื่อนำไฟฟ้า เมื่อฉีดออกจะเป็นไอระเหยสีขาว และจะระเหยไปเองโดยไม่ทำให้วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าเสียหาย
	ถังดับเพลิงชนิดโฟม (Foam)	บรรจุน้ำผสมโฟมเข้มข้น เมื่อผสมกับอากาศจะเป็นฟองโฟม เมื่อฉีดออกมาจะเป็นน้ำยาฟองโฟมสีขาว ปกคลุมผิวหน้าของเชื้อเพลิง สามารถดับไฟที่เกิดจากน้ำมันพืชลุกไหม้ในกระทะของห้องครัวโดยเฉพาะ และสารไวไฟทุกชนิด ห้ามนำถังดับเพลิงชนิดน้ำยาโฟมไปดับไฟ CLASS C โดยเด็ดขาด

2) อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล

อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล หมายถึง ถุงมือ อุปกรณ์กรองอากาศ อุปกรณ์ป้องกันตาและเสื้อผ้าที่ป้องกันร่างกาย ความต้องการในการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลขึ้นกับชนิดหรือประเภทของการปฏิบัติงาน และธรรมชาติ/ปริมาณของสารเคมีที่ผู้ทำปฏิบัติการต้องใช้ ซึ่งต้องมีการประเมินความเสี่ยงแต่ละกรณีเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการตัดสินใจเลือกใช้อุปกรณ์ร่วมกับความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ป้องกันว่าแต่ละชนิดแต่ละประเภทใช้สำหรับงานประเภทใด และมีข้อจำกัดในการใช้งานอย่างไร เพื่อให้สามารถเลือกแบบที่เหมาะสมและต้องใช้ให้ถูกวิธีด้วย จึงจะสามารถป้องกันภัยได้

2.1) อุปกรณ์ป้องกันหน้า (Face Protection or Face Shield)

เมื่อทำงานกับสารเคมีอันตราย ต้องใส่หน้ากากป้องกันการกระเด็นของสารเคมีโดนใบหน้า ซึ่งสามารถใช้ร่วมกันกับแว่นตาได้ หน้ากากป้องกันใบหน้าบางประเภท เช่น หน้ากากที่มีกระบังหน้าเลนส์ใส

ภาพที่ 3.11 อุปกรณ์ป้องกันหน้า (Face Protection or Face Shield)

2.2) อุปกรณ์ป้องกันตา (Eye Protection)

ควรสวมใส่เพื่อป้องกันดวงตาจากอนุภาค แก้ว เศษเหล็ก และสารเคมี ลักษณะของแว่นตาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการมี 2 ประเภท คือ

- แว่นตากันไอระเหย/ฝุ่น/ลม (Goggle) เป็นแว่นตาที่ป้องกันตาและพื้นที่บริเวณรอบดวงตา

ภาพที่ 3.12 อุปกรณ์ป้องกันตา (Eye Protection)

- แว่นตานิรภัย (Safety Glasses) จะคล้ายกับแว่นตาปกติที่มีเลนส์ซึ่งทนต่อการกระแทกและมีกรอบแว่นตาที่แข็งแรงกว่าแว่นตาทั่วไป แว่นตานิรภัยมักมีการชี้บ่งด้วยอักษรเครื่องหมาย "Z87" ตรงกรอบแว่นตาหรือบนเลนส์

2.3) อุปกรณ์ป้องกันมือ (Hand Protection) ถุงมือ (Gloves)

มีหน้าที่ในการป้องกันมือจากสิ่งต่อไปนี้

- ป้องกันสารเคมี สิ่งปนเปื้อนและการติดเชื้อ (เช่น ถุงมือลาเท็กซ์/ถุงมือไวนิล/ถุงมือไนไทรล์)

- ป้องกันไฟฟ้า เมื่อความต่างศักย์สูงมากเกินไป

- ป้องกันอุณหภูมิที่สูง/ร้อนมาก (เช่น ถุงมือที่ใช้สำหรับตู้อบ)

- ป้องกันอันตรายของเครื่องมือ/เครื่องกล สิ่งของมีคมซึ่งอาจทำให้เกิดบาดแผลได้

การปฏิบัติการทดลองจำเป็นต้องสวมถุงมือ เพราะสารเคมีหลายชนิดทำให้ผิวหนังเกิดอาการระคายเคืองและไหม้ได้ และยังสามารถถูกดูดซึมผ่านผิวหนังได้ด้วย สารเคมีพวกไดเมทิลซัลฟอกไซด์ (Dimethyl Sulfoxide, DMSO), ไนโตรเบนซีน (Nitrobenzene) และตัวทำละลายหลาย ๆ ชนิดสามารถถูกดูดซึมผ่านผิวหนังและเข้าสู่กระแสโลหิตได้ ซึ่งจะก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ ของผู้ที่สัมผัสสารเคมีอันตรายเหล่านั้น ถุงมือแต่ละชนิดมีสมบัติและอายุการใช้งานแตกต่างกัน ดังนั้น จึงต้องพิจารณาเลือกใช้ให้ถูกต้อง เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสูงสุด

ตารางที่ 3.4 ถุงมือแต่ละชนิดและการใช้งานที่เหมาะสม [9]

วัสดุที่ใช้ทำถุงมือ	การใช้งานทั่วไป
บิวทิล (Butyl)	มีความทนทานสูงมากที่สุดต่อการซึมผ่านของแก๊สและไอน้ำ จึงมักใช้ในการทำงานกับสารเคมีพวกเอสเทอร์และคีโตน
นีโอพรีน (Neoprene)	มีความทนทานต่อการถลอกและขีดข่วนปานกลาง แต่ทนแรงดึงและความร้อนได้ดี มักใช้งานกับสารเคมีจำพวกกรด สารกัดกร่อนและน้ำมัน
ไนไทรล์ (Nitrile)	ถุงมือที่ใช้ทำงานทั่วไปได้ดีมาก สามารถป้องกันสารเคมีพวกตัวทำละลาย น้ำมัน ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมและสารกัดกร่อนบางชนิด และยังทนทานต่อการฉีกขาด การแทงทะลุและการขีดข่วน
พอลีไวนิลคลอไรด์ (PVC)	ทนทานต่อรอยขีดข่วนได้ดีมาก และสามารถป้องกันมือจากพวกไขมัน กรด และสารเคมีจำพวกปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน
พอลีไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA)	สามารถป้องกันการซึมผ่านของแก๊สได้ดีมาก สามารถป้องกันตัวทำละลายชนิดแอโรมาติกและคลอรีเนตได้ดี แต่ไม่สามารถใช้กับน้ำหรือสารละลายที่ละลายในน้ำ
ไวทอน (Viton)	มีความทนทานต่อตัวทำละลายชนิดแอโรมาติกและคลอริเนตได้ดี มีความทนทานมากต่อการฉีกขาดหรือการขีดข่วน
ซิลเวอร์ชิลด์ (Silver Shield)	ทนต่อสารเคมีที่มีพิษและสารอันตรายหลายชนิด จัดเป็นถุงมือที่ทนทานต่อสารเคมีระดับสูงที่สุด
ยางธรรมชาติ	มีความยืดหยุ่นและทนต่อกรด สารกัดกร่อน เกลือ สารลดแรงตึงผิวและแอลกอฮอล์ แต่มีข้อจำกัด เช่น ไม่สามารถใช้กับ Chlorinated Solvents ได้ และสารบางอย่างสามารถซึมผ่านถุงมือยางได้ เช่น

2.4) อุปกรณ์ป้องกันร่างกาย (Body Protection)

เสื้อผ้าเพื่อป้องกันร่างกายผู้ปฏิบัติงานไม่ให้สัมผัสกับสิ่งส่งตรวจหรือสารเคมีโดยตรงเมื่ออยู่ในห้องปฏิบัติการต้องสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการ (Lab Coat) ตลอดเวลา เสื้อคลุมปฏิบัติการควรมีความทนทานต่อสารเคมีและการฉีกขาดมากกว่าเสื้อผ้าโดยทั่วไป

- เสื้อกาวน์ (Gown) นิยมใช้มากในห้องปฏิบัติการทั่ว ๆ ไป เป็นเสื้อที่มักสวมใส่เข้าทางด้านหน้าและทำการผูกมัดเชือกทางด้านหลัง
- Lab Coat ส่วนมากมีสีขาว เป็นเสื้อมีปก มีกระดุมติดด้านหน้า เหมาะสำหรับห้องปฏิบัติการทั่วไป
- Coverall Coat เป็นเสื้อคลุมชนิดคลุมทั้งตัว กางเกงจะเป็นชิ้นเดียวกับตัวเสื้อ ซึ่งกางเกงจะยาวถึงข้อเท้า

ภาพที่ 3.13 เสื้อกาวน์ (Gown)

3.2.4 การจัดแยกประเภทของเสีย [10]

ของเสียหรือขยะในห้องปฏิบัติการ เป็นของเสียหรือขยะที่อาจมีสารเคมีปนเปื้อน ซึ่งอาจเป็นสารที่ใช้หรือสารใหม่ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาในการทำปฏิบัติการจึงต้องมีการจัดการของเสียและขยะจากการปฏิบัติการอย่างเป็นระบบ

กระบวนการดำเนินงานเกี่ยวกับของเสียและขยะ จำเป็นต้องประกอบด้วย การจัดการข้อมูลควบคู่ไปกับการจัดการของเสีย ดังนี้

1) การจัดการข้อมูลของเสีย

ข้อมูลและรายงานการดำเนินงานเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการจัดการของเสีย เมื่อผู้ปฏิบัติสามารถบันทึกข้อมูลการรวบรวมของเสียของตนได้สะดวกและเป็นระบบ จะช่วยให้ประมวลผลได้รวดเร็ว เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ดังต่อไปนี้

ผู้ปฏิบัติงาน สามารถติดตามดูแลและดำเนินการเก็บรวบรวมและกำจัดของเสียด้วยการตรวจสอบข้อมูลในระบบ

ผู้บริหาร สามารถใช้รายงานที่ได้จากการประมวลภาพรวมของประเภทและชนิดของของเสียอันตราย ในการวางแผนป้องกันอันตรายจากภัยของของเสียและขยะสารเคมีอันตราย บริหารงบประมาณการกำจัดของเสีย และกำหนดนโยบายและแผนลดปริมาณของเสีย

โครงสร้างของระบบบันทึกข้อมูลของเสียสารเคมี ควรประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- ประเภทของเสีย
- รหัสภาชนะบรรจุ (Bottle ID)
- ห้องที่จัดเก็บของเสีย (Storage Room)
- อาคารที่จัดเก็บของเสีย (Storage Building)
- ปริมาณของเสีย (Waste Volume/Weight)
- วันที่บันทึกข้อมูล (Input Date)

การบันทึกข้อมูลเข้าระบบให้ทำทุกครั้งที่นำของเสียไปใส่ในภาชนะที่เก็บรวบรวม และปรับปรุงข้อมูลทุกครั้งหลังส่งของเสียที่รวบรวมไปกำจัด

2) การจำแนกประเภทของเสีย

ขยะและของเสียของห้องปฏิบัติการมีทั้งของแข็งของเหลว และอาจเป็นสารเคมีหรือวัตถุสิ่งของปนเปื้อนสารเคมีที่เป็นอันตรายหรือเข้าทำปฏิกิริยากันแล้วเกิดอันตราย จึงต้องมีการจำแนกประเภทของของเสียและขยะในการเก็บรวบรวมและกำจัด เพื่อความปลอดภัยจากพิษของสารอันตรายในขยะและของเสีย และป้องกันอันตรายที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างสารเคมีในของเสีย (Chemical Incompatibility) รวมทั้ง ลดปริมาณของเสีย และประหยัดงบประมาณการกำจัดของเสียอันตราย ขยะและของเสีย แยกเป็นกลุ่มขยะของเสียสารเคมีและวัสดุปนเปื้อนสารเคมี กับ ภาชนะบรรจุ สามารถจำแนกประเภทได้ ดังนี้

2.1) แยกของเสียสารเคมีและวัสดุปนเปื้อน ออกเป็นกลุ่มตามประเภทและระดับความเป็นอันตราย คือกลุ่มที่ไม่อันตรายสามารถทิ้งลงระบบสุขาภิบาล กลุ่มที่สามารถบำบัดก่อนทิ้งหรือส่งกำจัดด้วยวิธีการที่ถูกต้อง และกลุ่มขยะอันตราย

2.2) แยกกลุ่มขยะอันตรายเป็นกลุ่มย่อยตามระบบจำแนกประเภทของเสีย เพื่อกำจัดด้วยวิธีการที่ปลอดภัยสำหรับสารอันตรายแต่ละประเภท เช่น ระบบการจำแนกประเภทของเสีย: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และระบบการจำแนกประเภทของเสีย: ศูนย์การจัดการด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (EESH) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

อย่างไรก็ตามการแยกเก็บของเสียของห้องปฏิบัติการจะไม่เกิดประโยชน์ หากการรวบรวมเพื่อส่งกำจัดขององค์กรไม่เป็นไปตามระบบการจำแนกประเภทของเสีย

3) ระบบการจำแนกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (WasteTrack) [11]

ระบบการจำแนกของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย WasteTrack จำแนกของเสียอันตรายเป็น 14 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 ของเสียพิเศษ (I : Special Waste) หมายถึง ของเสียที่มีปฏิกิริยาต่อน้ำหรืออากาศ ของเสียที่อาจมีการระเบิด (เช่น Azide, Peroxides) สารอินทรีย์ ของเสียที่ไม่ทราบที่มา ของเสียที่เป็น ชีวพิษ และของเสียที่เป็นสารก่อมะเร็ง เช่น เอทธิเดียมโบรไมด์

ประเภทที่ 2 ของเสียที่มีไซยาไนด์ (II : Cyanide Waste) หมายถึง ของเสียที่มีไซยาไนด์ เป็นส่วนประกอบ เช่น โซเดียมไซยาไนด์ หรือเป็นของเสียที่มีสารประกอบเชิงซ้อนไซยาไนด์ หรือมีไซยาโนคอมเพล็กซ์ เป็นองค์ประกอบ เช่น $Ni(CN)_4^{2-}$ เป็นต้น

ประเภทที่ 3 ของเสียที่มีสารออกซิแดนซ์ (III : Oxidizing Waste) หมายถึง ของเสียที่มีคุณสมบัติในการให้อิเล็กตรอน ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารอื่นทำให้เกิดระเบิดได้ เช่น โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต โซเดียมคลอเรต โซเดียมเปอร์ไอออเดต และโซเดียมเปอร์ซัลเฟต

ประเภทที่ 4 ของเสียที่มีปรอท (IV : Mercury Waste) หมายถึง ของเสียชนิดที่มีปรอทเป็นองค์ประกอบ เช่น เมอร์คิวรี (II) คลอไรด์, อัลคิลเมอร์คิวรี เป็นต้น

ประเภทที่ 5 ของเสียที่มีสารโครเมต (V : Chromate Waste) หมายถึง ของเสียที่มีโครเมียม (VI) เป็นองค์ประกอบ เช่น สารประกอบ Cr^{6+} กรดโครมิก ของเสียที่ได้จากการวิเคราะห์ Chemical Oxygen Demand (COD) เป็นต้น

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

ประเภทที่ 7 ของเสียที่เป็นกรด (VII : Acid Waste) หมายถึง ของเสียที่มีค่าของ pH ต่ำกว่า 7 และมีกรดแร่ปนอยู่ในสารมากกว่า 5% เช่น กรดซัลฟูริก กรดไนตริก เป็นต้น

ประเภทที่ 8 ของเสียอัลคาไลน์ (VIII : Alkaline Waste) หมายถึง ของเสียที่มีค่า pH สูงกว่า 8 และมีด่างปนอยู่ในสารละลายมากกว่า 5% เช่น คาร์บอเนต เป็นต้น

ประเภทที่ 9 ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม (IX : Petroleum Products) หมายถึง ของเสียประเภทน้ำมันปิโตรเลียม และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำมัน เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันก๊าด น้ำมันเครื่อง น้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น

ประเภทที่ 10 Oxygenated (X : Oxygenated) หมายถึง ของเสียที่ประกอบด้วยสารเคมีที่มีออกซิเจนอยู่ในโครงสร้าง เช่น เอทิลอาซิเตต อะซิโตน เอสเทอร์ อัลกอฮอล์ คีโตน อีเทอร์ เป็นต้น

ประเภทที่ 11 NPS Containing (XI : NPS Containing) หมายถึง ของเสียที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่มีส่วนประกอบของ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ เช่น สารเคมีที่มีส่วนประกอบของ Dimethyl Formamide (DMF) Dimethyl Sulfoxide (DMSO) อะซิโตรไนไตรล์ เอมีน เอไมน์ เป็นต้น

ประเภทที่ 12 Halogenated (XII : Halogenated) หมายถึง ของเสียที่มีสารประกอบอินทรีย์ของธาตุฮาโลเจน เช่น คาร์บอนเตตราคลอไรด์ (CCl_4) คลอโรเอทิลีน

ประเภทที่ 13 (a) : ของแข็งที่เผาไหม้ได้ (XIII (a) : Combustible Solid)
(b) : ของแข็งที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ (XIII (b) : Incombustible Solid)

ประเภทที่ 14 ของเสียที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายอื่น ๆ (XIV : Miscellaneous Aqueous Waste) หมายถึง ของเสียที่มีสารประกอบน้อยกว่า 5% ที่เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่มีพิษ หากเป็นสารมีพิษให้พิจารณาเสมือนว่าเป็นของเสียพิเศษ (I : Special Waste)

4) การรวบรวมและจัดเก็บของเสีย [10]

หลังจากจำแนกประเภทของเสียแล้ว การรวบรวมและจัดเก็บของเสียก่อนส่งกำจัดเป็นหนทางหนึ่งที่จะป้องกันอันตรายจากสารเคมีในของเสีย ควบคุมมิให้รั่วไหลปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม และประหยัดค่ากำจัดของเสียอันตราย โดยดำเนินการ ดังต่อไปนี้

4.1) ต้องเก็บแยกตามประเภทและกลุ่มการจำแนกของเสีย

4.2) บรรจุในภาชนะที่เหมาะสมที่จัดไว้เฉพาะของเสียแต่ละประเภท และมีฝาปิดสนิท

4.3) มีภาชนะรองรับ (Secondary Container) ที่มีขนาดเหมาะสมกับภาชนะบรรจุของเสีย

4.4) มีฉลาก ถูกต้องชัดเจน

4.5) มีพื้นที่จัดวาง อย่างปลอดภัย

4.6) บันทึกข้อมูลการเก็บเข้าระบบข้อมูลของเสีย ทุกครั้ง เมื่อมีการนำของเสียไปเก็บรวบรวม

4.7) หมั่นตรวจสอบมิให้มีการรั่วไหลของของเสีย เพราะภาชนะแตกรั่วหรือไม่ปิดฝา

4.8) ตรวจติดตามมิให้มีการเก็บของเสียไว้นานเกินเวลาที่กำหนด

4.9) กรณีที่ของเสียพร้อมส่งกำจัด (ปริมาตร 80% ของภาชนะ) : ไม่ควรเก็บไว้นานกว่า 90 วัน

4.10) กรณีที่ของเสียไม่เต็มภาชนะ (ปริมาตรน้อยกว่า 80% ของภาชนะ) : ไม่ควรเก็บของเสียไว้นานกว่า 1 ปี

5) การบำบัดและกำจัดของเสีย

ห้องปฏิบัติการควรมีแนวทางและวิธีการในการลดปริมาณของเสียอันตราย โดยมีกระบวนการจัดการเบื้องต้นก่อนทิ้งหรือส่งบริษัทรับกำจัด เพื่อลดความเสี่ยงจากอันตรายของของเสียสารเคมี และประหยัดค่ากำจัดของเสียอันตรายที่ไม่สามารถกำจัดได้เอง ดังนี้

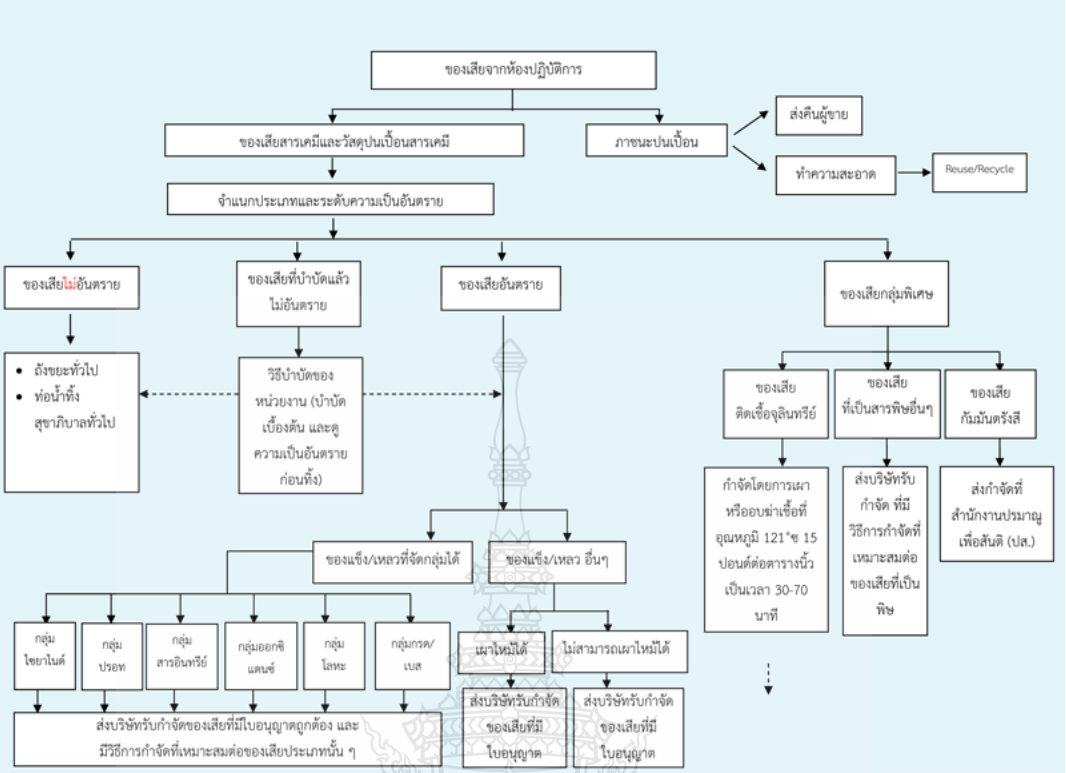
5.1) การกำจัดของเสียที่ไม่มีความเป็นอันตราย สามารถเจือจางด้วยน้ำและทิ้งลงสู่ระบบสุขาภิบาลสาธารณะ

5.2) การบำบัดเบื้องต้นสำหรับของเสียอันตราย เพื่อลดความเป็นอันตรายก่อนทิ้งลงระบบสุขาภิบาลหรือระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง ก่อนส่งบริษัทหรือหน่วยงานที่รับกำจัด เช่น Reuse Recovery Recycle ของเสียที่เกิดขึ้น

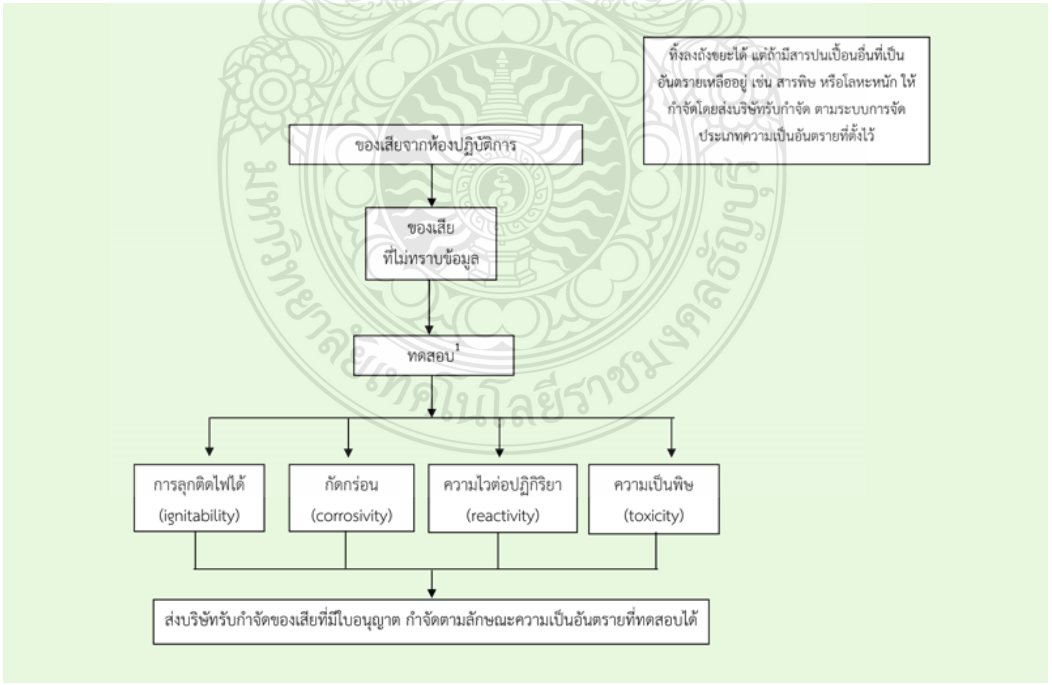
การบำบัดด้วยสารเคมีให้เป็นสารที่ไม่อันตรายที่สามารถทิ้งลงระบบสุขาภิบาลได้ เช่น สะเทินของเสียกรดและเบสให้เป็นกลางก่อนทิ้งลงท่อน้ำสุขาภิบาล

การลดปริมาณก่อนทิ้ง เพื่อลดปริมาณของเสียปลายทางหรือทำให้เกิดของเสียอันตรายปลายทางน้อยที่สุด โดยการใช้สารเคมีตั้งต้นที่ไม่อันตรายทดแทนสารเคมีอันตราย และ/หรือการลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ทำปฏิกิริยา เป็นต้น

การลดปริมาณก่อนส่งกำจัด เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัด เช่น การทำให้โลหะหนักที่มีปริมาณน้อย ๆ อยู่ในของเสีย สารละลายมีความเข้มข้นมากขึ้น โดยการทำให้ตัวทำละลายระเหย หรือตกตะกอนโลหะหนักเพื่อแยกออกมาจากสารละลาย ก่อนส่งกำจัดในสภาพสารละลายเข้มข้น หรือตะกอนของโลหะหนัก เป็นต้น



ภาพที่ 3.14 แผนผังหลักการการจัดแยกประเภทของเสีย



ภาพที่ 3.15 แผนผังแสดงหลักการการจัดแยกประเภทของเสียที่ไม่ทราบข้อมูล

6) พื้นที่จัดเก็บ/จัดวางของเสีย

6.1) พื้นที่สำหรับวางภาชนะบรรจุของเสียของห้องปฏิบัติการ ควรห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ และเปลวไฟ ท่อระบายน้ำ และบริเวณอุปกรณ์ฉุกเฉิน เช่น ฝักบัวฉุกเฉิน

6.2) ตำแหน่งที่วางภาชนะบรรจุของเสียกลุ่มต่าง ๆ ใช้เกณฑ์เดียวกับการจัดเก็บสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ (Chemical Incompatibility) และมีข้อควรปฏิบัติดังนี้

- มีภาชนะรองรับ (Secondary Container) ภาชนะบรรจุของเสียที่เหมาะสม
- ห้ามวางใกล้ ใต้ หรือ ในอ่างน้ำ
- ห้ามวางกีดขวางหรือปิดทาง เข้า-ออก
- ห้ามเก็บของเสียประเภทไวไฟไว้ในห้องปฏิบัติการมากกว่า 50 ลิตร หากจำเป็นต้องเก็บไว้ในตู้สำหรับเก็บสารไวไฟโดยเฉพาะ
- ห้ามเก็บของเสียไว้ในตู้ดูดควันอย่างถาวร

7) ภาชนะบรรจุของเสีย

7.1) ทำด้วยวัสดุที่ไม่ละลายหรือทำปฏิกิริยากับสารเคมีในของเสีย

7.2) ต้องอยู่ในสภาพดีไม่มีรอยแตกร้าว

7.3) หากใช้ขวดสารเคมีที่ใช้หมดแล้วมาบรรจุของเสีย สารเคมีในขวดเดิมต้องไม่ใช่สารที่เข้ากันไม่ได้กับของเสียนั้น และต้องลอกฉลากเดิมออก

7.4) ต้องมีฉลากและข้อความบนฉลากมีความชัดเจน ไม่จาง ไม่เลือน

7.5) มีฝาหรือจุกเกลียวที่ปิดภาชนะได้สนิทกันการรั่วไหลได้แน่นอนหากภาชนะบรรจุล้ม และห้ามใช้จุกคอร์ก Parafilm หรือ Beaker ครอบแทนจุกหรือฝาปิดภาชนะ

7.6) ความจุของภาชนะมีความเหมาะสมสอดคล้องกับปริมาณของเสีย และห้ามบรรจุของเสียเกินกว่า 80% ของความจุ หรือปริมาณของเสียต้องอยู่ต่ำกว่าปากภาชนะอย่างน้อย 1 นิ้ว

7.7) มีการตรวจสอบสภาพภาชนะบรรจุของเสีย เช่น รอยรั่ว หรือ แตกร้าวอย่างสม่ำเสมอ

7.8) ฉลากภาชนะบรรจุของเสียอันตราย

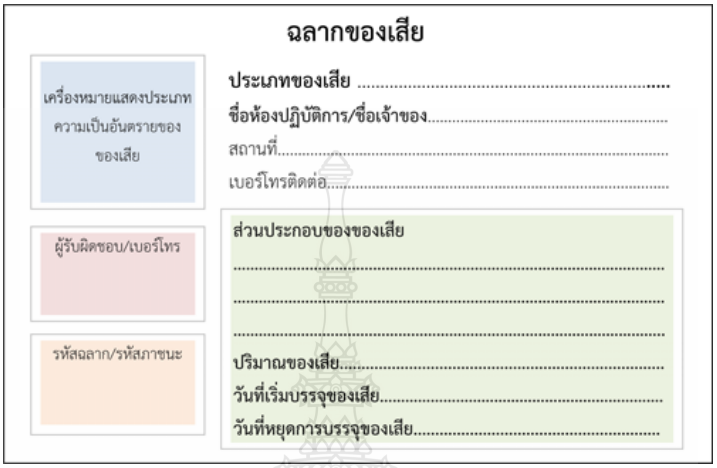
7.8.1) ภาชนะบรรจุของเสียอันตรายต้องมีฉลากระบุคำว่า“ของเสีย” ไว้อย่างชัดเจนและต้องมีข้อมูลประกอบ

7.8.2) ข้อมูลในฉลากต้องถูกต้องครบถ้วนและชัดเจน ประกอบด้วย

- ประเภทของเสีย/ประเภทความเป็นอันตราย
- ส่วนประกอบของของเสีย (ถ้าเป็นไปได้)

- วันที่เริ่มบรรจุของเสีย
- ชื่อห้องปฏิบัติการ/ชื่อเจ้าของ

7.8.3) ต้องมีการตรวจสภาพของฉลากและข้อมูลบนฉลากอย่างสม่ำเสมอ



ภาพที่ 3.16 ตัวอย่างฉลากของเสีย

9) ระยะเวลาที่เก็บของเสียไว้ในพื้นที่

ประเทศไทย มีกฎหมายเกี่ยวกับการจัดการของเสียสำหรับภาคอุตสาหกรรม (เน้นสถานประกอบการ) คือ

- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 [12]

- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง ระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย พ.ศ. 2547 [13] ประกาศกระทรวงฯ กำหนดไว้ว่า

- ผู้ก่อกำเนิดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว และผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตรายขนาดใหญ่ตั้งแต่ 1,000 กก. /เดือน สามารถเก็บของเสียไว้ในพื้นที่ตนเองได้ไม่เกิน 90 วัน

- ผู้ก่อกำเนิดของเสียอันตราย ขนาดกลาง ตั้งแต่ 100 กก. /เดือน ถึง น้อยกว่า 1,000 กก./เดือน สามารถเก็บของเสียไว้ในพื้นที่ตนเองได้ไม่เกิน 180 วัน ทั้งนี้หากก่อกำเนิดของเสียอันตรายที่มีพิษเฉียบพลันมากกว่า 1 กก./เดือน สามารถเก็บของเสียไว้ในพื้นที่ตนเองได้ไม่เกิน 90 วัน

- ห้องปฏิบัติการ ควรกำหนดปริมาณของเสียที่เก็บไว้ในห้องปฏิบัติการ และกำหนดเวลาส่งของเสียออกไปกำจัด โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับสมบัติความเป็นอันตรายของเสียนั้น ๆ เนื่องจากห้องปฏิบัติการมีของเสียหลากหลายประเภทที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ง่าย แม้มีปริมาณน้อย

3.3 ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ

กระบวนการในการดำเนินงานการเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเรียนการสอนรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม มีรายละเอียดและขั้นตอนในการปฏิบัติงานเป็นจำนวนมาก มีข้อสังเกตและข้อควรระวังในการปฏิบัติงานดังนี้

3.3.1 ข้อควรระวังในการปฏิบัติงานการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในรายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม

1) การเก็บตัวอย่างน้ำควรเก็บในขวดโพลีเอทิลีนหรือในขวดแก้วโปโลซิลิเทต โดยเก็บน้ำให้เต็มขวด ปิดฝาจุกให้แน่น เก็บรักษาในที่อุณหภูมิต่ำ ควรจะวิเคราะห์ให้เสร็จภายใน 1 วัน

2) ในการใช้น้ำกลั่นเตรียมสารละลายทุกครั้ง ให้เตรียมในปริมาณที่พอดี เพราะน้ำกลั่นที่ได้นั้นสิ้นเปลืองพลังงาน เวลา และค่าใช้จ่ายจำนวนมาก

3) การเลือกขนาดของหลอดแก้วสำหรับต้มซีโอดีต้องเลือกให้เหมาะสม

4) ต้องหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานทุกบทปฏิบัติการ

5) ขวด BOD ควรทำความสะอาดด้วยกด Chromic

6) หลอด COD ต้องล้างหลอดแก้วและฝาปิดด้วยสารละลายกรดกำมะถัน 20% เสมอทุกครั้งก่อนใช้งาน

7) สารละลายบางตัวมีอายุการใช้งานและการเก็บรักษาที่แตกต่างจากตัวอื่น ควรเก็บรักษาให้ถูกต้อง

8) เทสารละลายกรดเข้มข้น ในตู้ดูดควันเท่านั้น

3.2.2 ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการในรายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม

1) เมื่อต้องการใช้สารละลายที่เตรียมไว้ให้แบ่งใส่บีกเกอร์ ไม่ควรจุ่มปิเปตลงในขวดสารละลายโดย ตรงส่วนที่เหลือจากการใช้งานให้เททิ้งไปอย่าเทกลับลงในขวดเดิมอีก เพื่อป้องกันการปนเปื้อน

2) เมื่อเตรียมสารเคมีเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต้องติดฉลากระบุรายละเอียดของชื่อสารเคมี บทปฏิบัติการที่ใช้ และวันที่เตรียม กำกับที่สารเคมีทุกขวดให้ชัดเจน

3) การวิเคราะห์ของแข็งอย่าใส่แผ่นกรอง GF/C ในโถทำแห้งจนแน่นเกินไป

4) การวิเคราะห์ของแข็งควรชั่งน้ำหนักทันทีหลังจากที่แผ่นกรองเย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง ควรชั่งหลาย ๆ ครั้งจนได้น้ำหนักคงที่ ถ้าไม่ได้ให้นำไปทำซ้ำอีกครั้งในขั้นตอนแรกจนได้น้ำหนักคงที่

5) ขวด BOD ที่นำไปบ่มในตู้ควบคุมอุณหภูมิต้องปิดจุกขวดให้แน่นและใช้น้ำกลั่นหล่อบนสุดขวดเสมอ หรือมีฝาครอบกันน้ำระเหย

3.4 จรรณยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรม ในการปฏิบัติงาน

แนวการปฏิบัติตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีว่าด้วยจรรยาบรรณของข้าราชการและบุคลากรมหาวิทยาลัย พ.ศ. 2552 [14] มีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาบุคลากร

สายสนับสุนนให้มีความสามารถปฏิบัติงานได้อย่างเต็มศักยภาพ อย่างมีคุณธรรมและจริยธรรมโดยอยู่บนพื้นฐานของจิตสำนึกแห่งจรรยาบรรณที่เป็นกรอบแนวทาง เพื่อส่งเสริมให้เกิดระเบียบวินัยศีลธรรมและวัฒนธรรมที่ดีงามต่อการปฏิบัติงานเพื่อประโยชน์สุขของสังคมส่วนรวม ซึ่งถือเป็นหน้าที่สำคัญที่บุคลากรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ทุกท่านจะต้องยึดถือปฏิบัติงานด้วยจิตสำนึก อย่างมีจรรยาบรรณโดยเห็นสมควรประกาศแนวปฏิบัติตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีว่าด้วยจรรยาบรรณของข้าราชการและบุคลากรมหาวิทยาลัย พ.ศ. 2552 เพื่อให้บุคลากรได้ยึดถือเป็นแนวทางปฏิบัติดังต่อไปนี้

1) จรรณยาบรรณต่อตนเอง ต่อวิชาชีพ ต่อการปฏิบัติงาน และต่อหน่วยงาน

จรรณยาบรรณตามข้อบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
1. เป็นผู้มีคุณธรรมและจริยธรรมอันดีงาม	1. ดำรงตนเป็นผู้มีความรู้คู่คุณธรรมที่เป็นที่เชื่อถือของคนทั่วไป 2. เป็นแบบอย่างที่ดีของสังคมสอดคล้องกับวัฒนธรรมและขนบธรรมเนียมที่ดี 3. ดำเนินชีวิตโดยยึดมั่นในความซื่อสัตย์สุจริต 4. ไม่แสวงหาผลประโยชน์ไม่ว่าลูกใด ๆ จากนักศึกษา บุคคลทั่วไป หรือสังคม 5. ไม่ใช้ชื่อและทรัพยากรของมหาวิทยาลัยเพื่อประโยชน์ส่วนตัวหรือหมู่คณะ
2. เพิ่มพูนความรู้ความสามารถและทักษะในการทำงานเพื่อให้การปฏิบัติหน้าที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล	1.พัฒนาตนเอง พัฒนางานให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงตามยุคสมัย 2. ปฏิบัติตนและพัฒนาตนเองให้เป็นผู้ยึดมั่นอยู่ในคุณงามความดี ความถูกต้องและความชอบธรรม

จรรณยาบรรณตามข้อบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
3. ละเว้นจากการลอกเลียนผลงานทางวิชาการของผู้อื่นไปใช้โดยอ้างว่าเป็นผลงานของตนเอง	1. สร้างผลงานทางวิชาการด้วยความรู้ความสามารถทางวิชาการด้วยตนเอง 2. อ้างอิงทุกครั้งเมื่อนำผลงานของผู้อื่นไปใช้ 3. ซื่อสัตย์และมีคุณธรรมไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ไม่จ้างวานผู้อื่นให้ทำผลงานหรือไม่รับจ้างทำผลงานให้ผู้อื่น
4. ใช้วิชาชีพในการปฏิบัติหน้าที่ด้วยความซื่อสัตย์สุจริต เสมอภาคและปราศจากอคติ ไม่แสวงหา	1. ปฏิบัติหน้าที่ราชการโดยไม่มุ่งหวังหรือแสวงหาผลประโยชน์อันนี้ควร

ประโยชน์จากการปฏิบัติหน้าที่และไม่ละทิ้งหน้าที่ราชการ ในกรณีที่วิชาชีพใดมีจรรยาบรรณกำหนดไว้ก็พึงปฏิบัติตามจรรยาบรรณที่กำหนดไว้นั้นด้วย	2. ตรงต่อเวลา รักษาเวลา และอุทิศเวลาในการปฏิบัติราชการอย่างเสมอต้นเสมอปลาย 3. มีความเข้าใจและภูมิใจในวิชาชีพว่าเป็นวิชาชีพที่มีเกียรติ และมีความสำคัญต่อการดำรงอยู่และความเจริญรุ่งเรืองของมหาวิทยาลัยและประเทศชาติ 4. ปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพในสาขาวิชาชีพของตนเอง
5. ยึดมั่นในเกียรติภูมิของมหาลัยมีส่วนร่วมและเสียสละในการพัฒนามหาวิทยาลัย	1. เชื่อมั่นศรัทธาและภูมิใจในการเป็นบุคคลของมหาวิทยาลัย 2. ปกป้องเกียรติภูมิของตนเองและมหาวิทยาลัย 3. ประสานความร่วมมือและสร้างผลงานที่สร้างชื่อเสียงให้แก่มหาวิทยาลัยและประเทศชาติ 4. เสียสละและมีส่วนร่วมในกิจกรรมเพื่อพัฒนามหาวิทยาลัยให้มีความเจริญก้าวหน้า
6. ดูแลรักษาและใช้ทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยอย่างประหยัดคุ้มค่าด้วยระมัดระวังมิให้เสียหายหรือสิ้นเปลือง	1. ใช้ทรัพย์สินของข้าราชการอย่างประหยัดและคุ้มค่า 2. ให้ความร่วมมือในการอนุรักษ์พลังงานในมหาวิทยาลัย
จรรณยาบรรณตามข้อบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
	3. รักษาชื่อเสียงและประโยชน์อันชอบธรรมของมหาวิทยาลัย 4. ไม่ใช่ชื่อและทรัพยากรของมหาวิทยาลัยเพื่อประโยชน์ส่วนตนหรือเพื่อหมู่คณะโดยมิชอบ

2) จรรยาบรรณต่อผู้บังคับบัญชา ผู้ใต้บังคับบัญชา และผู้ร่วมงาน

จรรณยาบรรณตามข้อบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
1. ผู้บังคับบัญชาต้องมีความสุภาพเรียบร้อยเหมาะสมและประพฤติตนเป็นตัวอย่างที่ดีแก่ผู้ใต้บังคับบัญชา	1. ปฏิบัติต่อผู้ใต้บังคับบัญชาด้วยความสุภาพ มีน้ำใจไมตรี เอื้ออาทร และให้เกียรติต่อกัน 2. รักษาและปกป้องสมบัติทางราชการ 3. อภัยในความบกพร่องของผู้ไม่รู้

	4. ปฏิบัติหน้าที่ราชการโดยคำนึงถึงผลประโยชน์สาธารณะและผลกระทบที่มีต่อบุคลากรมหาวิทยาลัยรวมทั้งการรับฟังความคิดเห็น
2. ผู้บังคับบัญชาต้องดูแลเอาใจใส่ผู้ใต้บังคับบัญชาทั้งในด้านการปฏิบัติงาน ขวัญกำลังใจ สวัสดิการ การแต่งตั้งการเลื่อนขั้นเงินเดือน และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้ใต้บังคับบัญชา ตลอดจนปกครองผู้ใต้บังคับบัญชาด้วยหลักการและเหตุผลที่ถูกต้องตามทำนองครองธรรม	1. ให้คำปรึกษา แนะนำ กำกับดูแล และช่วยเหลือผู้ใต้บังคับบัญชา ให้มีความสามารถปฏิบัติงานได้อย่างเป็นประสิทธิภาพ 2. ปกครองผู้ใต้บังคับบัญชาด้วยหลักการและเหตุผลที่ถูกต้องตามระบบคุณธรรม พร้อมที่จะรับฟังความคิดเห็นเอาใจใส่ดูแลทุกข์สุขของผู้ใต้บังคับบัญชา
3. ผู้ใต้บังคับบัญชาต้องรับฟังคำแนะนำ และให้ความเคารพต่อผู้บังคับบัญชา ให้ความคิดเห็นและเสนอแนะต่อผู้บังคับบัญชาโดยสุจริตในสิ่งที่เห็นว่าจะมีประโยชน์ต่อการพัฒนางานในความรับผิดชอบของตนและหลีกเลี่ยงการปฏิบัติงานที่คาบขั้นตอนการบังคับบัญชา	1. ทำความเข้าใจและปฏิบัติตามคำสั่งของผู้บังคับบัญชาที่สั่งการ โดยชอบด้วยกฎหมาย พร้อมทั้งตั้งใจปฏิบัติโดยมิให้ขาดตกบกพร่อง 2. ให้ความร่วมมือร่วมใจสามัคคีปรองดองและช่วยการปฏิบัติงานเพื่อความสำเร็จร่วมกัน
จรรณยาบรรณตามข้อบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
	3. ร่วมกันศึกษาวิเคราะห์และเสนอแนะแนวทางปรับปรุงและการพัฒนางานในความรับผิดชอบให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล
4. ปฏิบัติต่อผู้ร่วมงานและผู้เกี่ยวข้องอย่างกัลยาณมิตรช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกันส่งเสริมความสามัคคีในหมู่คณะ	1. ให้เกียรติแสดงความมีน้ำใจ และให้ความเป็นมิตร 2. เคารพสิทธิส่วนบุคคลของผู้ร่วมงาน และให้การยอมรับในความแตกต่างด้านอายุ เพศ เชื้อชาติ ศาสนา และกายภาพ 3. รักษาความสามัคคี และช่วยเหลือเกื้อกูลในหมู่คณะในทางสร้างสรรค์

3) จรรยาบรรณต่อนักศึกษา ผู้รับบริการ ประชาชน และสังคม

จรรณยาบรรณตามข้อบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
1. บริการนักศึกษา ผู้รับบริการ ประชาชน และผู้มาติดต่องาน ด้วยความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อ และใช้กริยาวาจาที่สุภาพ อ่อนโยน เมื่อเห็นว่าเรื่องใดไม่สามารถ	1. มีจิตสำนึกในการให้บริการที่ดีแสดงออกด้วยกิริยาที่สุภาพเรียบร้อย ในการให้บริการกับผู้มาติดต่อ

ปฏิบัติได้หรือไม่อยู่ในอำนาจของตนจะต้องปฏิบัติ ควรชี้แจงเหตุและผล หรือแนะนำให้ติดต่อยังหน่วยงาน หรือบุคคลซึ่งตนทราบว่ามีอำนาจหน้าที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ	2. ปฏิบัติต่อนักศึกษา ผู้รับบริการ ประชาชน และผู้มาติดต่อด้วยความเสมอภาค สุภาพและไม่เลือกปฏิบัติ 3. พึงกระทำตนให้เป็นผู้มีความเชื่อถือและความไว้วางใจจากนักศึกษา ผู้รับบริการและประชาชน
2. ละเว้นการรับทรัพย์สินหรือประโยชน์อื่นใดที่มีมูลค่าเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดหรือเกินกว่าปกติที่จะพึงให้กันโดยเสน่หาจากนักศึกษา ผู้รับบริการ ประชาชน และผู้มาติดต่องาน หรือผู้รับบริการประชาชน	1. ไม่รับทรัพย์สินหรือผลประโยชน์อื่นใดซึ่งมีมูลค่าเกินปกติวิสัยจากนักศึกษา ผู้รับบริการ ประชาชน และผู้มาติดต่องาน 2. ปฏิบัติหน้าที่โดยไม่มุ่งหวัง หรือแสวงหาผลประโยชน์

จรรณยาบรรณตามข้อบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
	3. ประพฤติปฏิบัติตนตามกฎเกณฑ์ของสังคมด้วยความเต็มใจ 4. ละเว้นการแสวงหาผลประโยชน์โดยชอบจากนักศึกษา ผู้รับบริการ ประชาชน และผู้มาติดต่องาน

บทที่ 4

กระบวนการและขั้นตอนการปฏิบัติงาน

การวางแผนการปฏิบัติงาน การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ผู้ปฏิบัติงานต้องมีทักษะและประสบการณ์ ในการดำเนินการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ ในการเรียนปฏิบัติการ จึงจะทำให้การดำเนินการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ บรรลุตามวัตถุประสงค์ ซึ่งผู้จัดทำมีหน้าที่ความรับผิดชอบ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 เป็นต้นมา ทำให้มีเทคนิคและแนวทางการคิดวิเคราะห์ที่เป็นแบบแผนโดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังนี้

4.1 กิจกรรม/แผนการปฏิบัติงาน/แผนกลยุทธ์ในการปฏิบัติงาน

แผนการปฏิบัติงานในการดำเนินงานกระบวนการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อมนั้น จะคำนึงถึงช่วงระยะเวลาของการเรียนการสอนที่กำหนดโดยอาจารย์ประจำบทปฏิบัติการเป็นหลัก ผู้ปฏิบัติงานได้เขียนแผนในการจัดเตรียมงานในแต่ละภาคการศึกษา เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนภาคปฏิบัติให้มีความต่อเนื่อง และมีประสิทธิภาพ ดังแสดงตาราง ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แผนการปฏิบัติงานในการดำเนินงานกระบวนการเตรียมปฏิบัติการฯ

กิจกรรม	เวลาดำเนินการ											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1.การจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการ				←	—	→						
2.การตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์					←	—	—	→				
3.การจัดเตรียมสารเคมี						←	—	→				

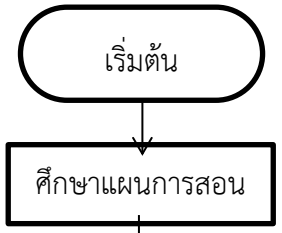
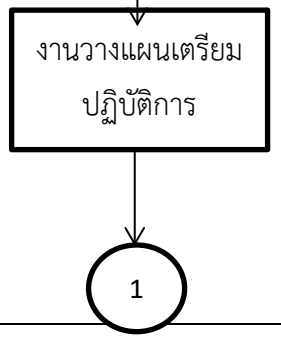
ตารางที่ 4.2 แผนการปฏิบัติงานในการดำเนินงานกระบวนการเตรียมปฏิบัติการฯ (ต่อ)

กิจกรรม	เวลาดำเนินการ											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
4.เป็นผู้ช่วย							←	—	—	→		

อาจารย์ผู้สอน												
5.ตรวจสอบ หลังการใช้งาน							←			→		

4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

กระบวนการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ผู้เขียนจะอธิบายโดยใช้ผังตามตารางที่ 4.2 เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ของสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยการปฏิบัติงานจะเริ่มต้นตั้งแต่ขั้นตอนการศึกษาแผนการสอนตาม มคอ.3 การดำเนินงานประสานงานกับอาจารย์ผู้สอน การวางแผนการเตรียมปฏิบัติการ และการตรวจสอบรายการสารเคมีและเครื่องแก้ว ซึ่งขั้นตอนดังกล่าว ผู้ปฏิบัติงานจะปฏิบัติ 1ครั้ง/15 สัปดาห์ ในส่วนของขั้นตอนการจัดเตรียมเครื่องแก้วและอุปกรณ์ การจัดเตรียมสารเคมีการทดสอบก่อนมีปฏิบัติการ การจัดเตรียมสารเคมีวางที่โต๊ะปฏิบัติการตามกลุ่มการทดลอง การตรวจสอบการเบิกตะกร้าอุปกรณ์ การอธิบายขั้นตอนการทดลอง การควบคุมและดูแลการปฏิบัติงานของนักศึกษา การตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ สารเคมีต่าง ๆ และการใช้งานการควบคุมการปฏิบัติงาน การควบคุมการจัดการของเสีย การล้างอุปกรณ์และการทำความสะอาดพื้นที่ และการตรวจสอบการคืนอุปกรณ์และเครื่องแก้ว ผู้ปฏิบัติงานจะปฏิบัติงาน 1 ครั้ง/1 สัปดาห์ ซึ่งจะปฏิบัติงานสอดคล้องกับปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจและเป้าหมาย ของมหาวิทยาลัย ผู้จัดทำคู่มือจึงนำเสนอขั้นตอนในการปฏิบัติงานในรูปแบบผังงาน (Flowchart) แสดงลำดับการปฏิบัติงาน พร้อมรายละเอียดงานโดยสังเขป ดังนี้

ที่	ผังกระบวนการ	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ระยะ เวลา
1		**ขั้นตอนที่ 1** ผู้ปฏิบัติงานศึกษาแผนการสอน จาก มคอ.3 ของรายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม (ปฏิบัติ 1 ครั้ง/15สัปดาห์)	1.หัวหน้าสาขา 2.ผู้ปฏิบัติงาน	1.ตารางเรียน 2.มคอ.3	1 วัน
2		**ขั้นตอนที่ 2** ผู้ปฏิบัติงานประสานงานอาจารย์ผู้สอนในรูปแบบการจัดห้องความต้องการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และการจัดวางสารเคมีต่าง ๆ (ปฏิบัติ 1 ครั้ง/15สัปดาห์)	1.ผู้ปฏิบัติงาน 2.อาจารย์ผู้สอน	1.ตารางเรียน 2.หนังสือปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม	1 วัน
3		**ขั้นตอนที่ 3** ผู้ปฏิบัติงานวางแผนเตรียมปฏิบัติการ วางแผนในการจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีให้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา รวมทั้งสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ ให้เหมาะสมกับการทำปฏิบัติการ (ปฏิบัติ 1 ครั้ง/15สัปดาห์)	1.ผู้ปฏิบัติงาน	1.ตารางเรียน 2.หนังสือปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม	1 วัน

ที่	ผังกร	ระยะเวลา

4	1 ตรวจสอบรายการสารเคมี เครื่องแก้วและอุปกรณ์	**ขั้นตอนที่ 4** ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบรายการสารเคมีและอุปกรณ์ (ปฏิบัติ 1 ครั้ง/15สัปดาห์)	1.ผู้ปฏิบัติงาน	1.รายการสารเคมี 2.รายการครุภัณฑ์ 3.รายการเครื่องแก้ว	1 วัน
5	จัดเตรียมเครื่องแก้ว และอุปกรณ์	**ขั้นตอนที่ 5** ผู้ปฏิบัติงานเตรียมเครื่องแก้วและอุปกรณ์ตามแผนที่วางไว้ (ปฏิบัติ 1 ครั้ง/1 สัปดาห์)	1.ผู้ปฏิบัติงาน	1.รายการเครื่องแก้ว	3 ชม.
6	เตรียมสารเคมี 2	**ขั้นตอนที่ 6** ผู้ปฏิบัติงานเตรียมสารเคมีตามความเข้มข้น และปริมาตรที่ได้คำนวณไว้ (ปฏิบัติ 1 ครั้ง/1 สัปดาห์)		1.หนังสือปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม	3 ชม.
7	2 ทดสอบก่อน มีปฏิบัติการ	**ขั้นตอนที่ 7** ผู้ปฏิบัติงานทดสอบก่อนมี สำหรับให้นักศึกษาทำปฏิบัติการ	1.ผู้ปฏิบัติงาน	1.หนังสือปฏิบัติการ	3 ชม.

		(ปฏิบัติ 1 ครั้ง/1 สัปดาห์)			
8	จัดเตรียมสารเคมีวางที่โต๊ะปฏิบัติการ ตามกลุ่มการทดลอง	**ขั้นตอนที่ 8** ผู้ปฏิบัติงานจัดสารเคมีวางที่โต๊ะปฏิบัติการ ตามกลุ่มการทดลอง (ปฏิบัติ 1 ครั้ง/1 สัปดาห์)	1.ผู้ปฏิบัติงาน	1.หนังสือปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม	1 ชม.
9	ตรวจสอบการเบิกตะกร้าอุปกรณ์ 3	**ขั้นตอนที่ 9** ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบการเบิกตะกร้าอุปกรณ์และเครื่องแก้วตามกลุ่มการทดลอง (ปฏิบัติ 1 ครั้ง/1 สัปดาห์)	1.ผู้ปฏิบัติงาน 2.นักศึกษา	1.แบบฟอร์มยืม-คืนอุปกรณ์และเครื่องแก้ว	30 นาที
ที่	ผังกระบวนการ	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ระยะเวลา
10	อธิบายขั้นตอนการทดลอง	(ปฏิบัติ 1 ครั้ง/1 สัปดาห์)			1 ชม.
11	ควบคุมและดูแลการปฏิบัติงานของนักศึกษา	**ขั้นตอนที่ 11** ผู้ปฏิบัติงาน ควบคุมและดูแลการปฏิบัติงานของนักศึกษา	1.ผู้ปฏิบัติงาน 2.อาจารย์ผู้สอน	1.หนังสือปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม	3 ชม.

		(ปฏิบัติ 1 ครั้ง/1 สัปดาห์)	3.นักศึกษา		
12	ตรวจสอบ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ หลังการใช้งาน	**ขั้นตอนที่ 12** ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ หลังการใช้งาน (ปฏิบัติ 1 ครั้ง/1 สัปดาห์)	1.ผู้ปฏิบัติงาน 2.	1.หนังสือปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม	30 นาที
13	ควบคุมการปฏิบัติงาน การจัดทิ้งของเสียจากปฏิบัติ การล้างอุปกรณ์ และการทำความสะอาดพื้นที่ 4	**ขั้นตอนที่ 13** ผู้ปฏิบัติงาน ควบคุมการปฏิบัติงาน การจัดทิ้งของเสียจากปฏิบัติ การล้างอุปกรณ์ และการทำความสะอาดพื้นที่ (ปฏิบัติ 1 ครั้ง/1 สัปดาห์)	1.ผู้ปฏิบัติงาน 2.นักศึกษา	1.แบบฟอร์มการจัดการสารเคมี	30 นาที
ที่	ผังกระบวนการ	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	เอกสารที่เกี่ยวข้อง	ระยะเวลา
14	ตรวจสอบการคืนตะกร้า อุปกรณ์ และเครื่องแก้ว สิ้นสุด	(ปฏิบัติ 1 ครั้ง/1 สัปดาห์)	-	แก้ว -	30 นาที -

4.2 รายละเอียดของกระบวนการและขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาแผนการสอน

แผนการจัดการเรียนรู้หรือแผนการสอน เปรียบเสมือนแผนที่นำทางสำหรับผู้สอนที่ใช้ในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เป็นการอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับการเรียนการสอนในแต่ละครั้งว่าจะสอนเนื้อหาอะไร มีจุดประสงค์เพื่ออะไร จัดกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างไร ใช้สื่อใดในการเรียนรู้ และใช้วิธีการวัดผลประเมินผลอย่างไร เพื่อที่จะให้การจัดการเรียนรู้ได้บรรลุเป้าหมายตามมาตรฐานของหลักสูตร นอกจากนี้แผนการจัดการเรียนรู้ยังเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้สอนได้เตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนรู้ไว้ล่วงหน้าให้แก่ผู้เรียนผู้ปฏิบัติงานทำการศึกษาข้อมูลหัวข้อ/รายละเอียด จากแผนการสอนและการประเมินผล ที่ได้รับจากอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม ก่อนเปิดภาคเรียนที่ 1 ของทุกปี สำหรับแผนการสอนตาม มคอ. 3 ของรายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อมนั้นมีจำนวน 15 สัปดาห์ มีหัวข้อ/รายละเอียด จำนวน ชั่วโมง ทฤษฎี ปฏิบัติ กิจกรรมการเรียนการสอน และรายชื่ออาจารย์ผู้สอนสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แผนการสอนตาม มคอ. 3 ของรายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)	ผู้สอน
		ทษฎี	ปฏิบัติ		
1	ลักษณะทางกายภาพของน้ำ -การเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์	2	3	1.การบรรยาย 2.การทดลอง	คฑาพล ปิ่นพัฒนพงศ์
2	ลักษณะทางเคมีของน้ำ -พีเอช	2	3	1.การบรรยาย 2.การทดลอง	คฑาพล ปิ่นพัฒนพงศ์
3	ลักษณะทางเคมีของน้ำ -ความเป็นกรด	2	3	1.การบรรยาย 2.การทดลอง	คฑาพล ปิ่นพัฒนพงศ์
4	ลักษณะทางเคมีของน้ำ -ความเป็นด่าง	2	3	1.การบรรยาย 2.การทดลอง	คฑาพล ปิ่นพัฒนพงศ์
5	ลักษณะทางกายภาพของน้ำ -สี	2	3	1.การบรรยาย 2.การทดลอง	คฑาพล ปิ่นพัฒนพงศ์
6	ลักษณะทางกายภาพของน้ำ -ความขุ่น	2	3	1.การบรรยาย 2.การทดลอง	คฑาพล ปิ่นพัฒนพงศ์
7	ลักษณะทางเคมีของน้ำ -สภาพการนำไฟฟ้า	2	3	1.การบรรยาย 2.การทดลอง	คฑาพล ปิ่นพัฒนพงศ์

ตารางที่ 4.4 แผนการสอนตาม มคอ. 3 ของรายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)	ผู้สอน
		ทษฎี	ปฏิบัติ		
8	ลักษณะทางเคมีของน้ำ	2	3	1.การบรรยาย	คฑาพล ปิ่นพัฒนพงศ์

	-ความกระด้าง			2.การทดลอง	
9	ลักษณะทางเคมีของน้ำ -ของแข็ง	2	3	1.การบรรยาย 2.การทดลอง	คฑาพล ปิ่นพัฒนพงศ์
10	ลักษณะทางเคมีของน้ำ -ออกซิเจนละลายน้ำ	2	3	1.การบรรยาย 2.การทดลอง	คฑาพล ปิ่นพัฒนพงศ์
11	ลักษณะทางเคมีของน้ำ -บีโอดี	2	3	1.การบรรยาย 2.การทดลอง	คฑาพล ปิ่นพัฒนพงศ์
12	ลักษณะทางเคมีของน้ำ -ซีโอดี	2	3	1.การบรรยาย 2.การทดลอง	คฑาพล ปิ่นพัฒนพงศ์
13	ลักษณะทางเคมีของน้ำ -แอมโมเนียไนโตรเจน	2	3	1.การบรรยาย 2.การทดลอง	คฑาพล ปิ่นพัฒนพงศ์
14	ลักษณะทางเคมีของน้ำ -ฟอสฟอรัส	2	3	1.การบรรยาย 2.การทดลอง	คฑาพล ปิ่นพัฒนพงศ์
15	ลักษณะทางเคมีของน้ำ -น้ำมันและไขมัน	2	3	1.การบรรยาย 2.การทดลอง	คฑาพล ปิ่นพัฒนพงศ์

ขั้นตอนที่ 2 ประสานงานอาจารย์ผู้สอน

หลังจากผู้ปฏิบัติงานทราบรายละเอียดของกิจกรรมต่าง ๆ ในบทปฏิบัติการจากแผนการสอน ใน มคอ.3 แล้ว ผู้ปฏิบัติงานต้องประสานงานกับอาจารย์ผู้สอนเพื่อจะทราบข้อมูลจำนวนนักศึกษา จำนวนกลุ่ม และรายการปฏิบัติการที่อาจารย์ผู้สอนอาจจะเพิ่มเข้ามา เพื่อให้นักศึกษาได้รู้เพิ่มเติมใน ภาคการศึกษานั้น ๆ ผู้ปฏิบัติงานควรสอบถามอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาด้วยว่าจะใช้วิธีการทดลองใด ในการเรียน กรณีที่การทดลองนั้นมีหลายวิธีให้อาจารย์ผู้สอนเป็นผู้เลือกและวางแผนการสอนวิธีการ

ทดลองให้กับนักศึกษา โดยนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี เพื่อให้เหมาะสมกับจำนวนนักศึกษาและบทปฏิบัติการนั้น ๆ โดยหัวข้อที่จะประสานงาน ดังนี้

1) ผู้ปฏิบัติงานเสนอข้อมูลเครื่องมือ/อุปกรณ์ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนปฏิบัติการ

2) อาจารย์ผู้ประสานงานนำข้อมูลจำนวนเครื่องมือมาประกอบการพิจารณาจัดตารางปฏิบัติการ

3) อาจารย์ผู้ประสานงานแจ้งบทปฏิบัติการใหม่ (กรณีที่มีการแก้ไขบทปฏิบัติการ)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
คณะวิศวกรรมศาสตร์

ตารางการใช้ห้องเรียน
คณะวิศวกรรมศาสตร์
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

ภาคการศึกษาที่ 2/2565 อาคาร สำรวจ ห้อง ปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 1

คาบที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
เวลา / วัน	8.00 น. - 9.00 น.	9.00 น. - 10.00 น.	10.00 น. - 11.00 น.	11.00 น. - 12.00 น.	12.00 น. - 13.00 น.	13.00 น. - 14.00 น.	14.00 น. - 15.00 น.	15.00 น. - 16.00 น.	16.00 น. - 17.00 น.	17.00 น. - 18.00 น.	18.00 น. - 19.00 น.	19.00 น. - 20.00 น.	20.00 น. - 21.00 น.
จันทร์		04-112-304 Steel and Timber Design (01) 62141CVE1 ดร.วงศา			04-112-304 Steel and Timber Design (01)								
อังคาร		04-111-202 Soil Mechanics (05) 63441CVE ผศ.ดร.ศุภลิทธิ์											
พุธ		04-111-202 Soil Mechanics (03) 63341CVE1 ผศ.ดร.จินดารัตน์											
พฤหัสบดี		04-111-202 Soil Mechanics (04) 63341CVE2 ผศ.ดร.จินดารัตน์					ผศ.ดร.ฐนิยส์ จอง						
ศุกร์	04-110-308 Construction Cost Estimation and Analysis(01) (02) 62141CVE1	62141CVE2 ผศ.สุคม, ว่าที่ร้อยเอก ดร.กิตติพงษ์											
เสาร์													
อาทิตย์													

ผู้จัด.....ธุรการภาค ..... รองหัวหน้าภาควิชาการ ..... หัวหน้าภาค
ผู้จัด.....แผนกทะเบียน ..... หัวหน้าแผนกทะเบียน (สำหรับแผนกทะเบียน)
ISSUE 3 FM 6-2
วันที่บังคับใช้ 22 พ.ค. 49 หน้าที่ 1/1

ภาพที่ 4.1 แสดงตารางการใช้ห้อง ของรายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนที่ 3 วางแผนเตรียมปฏิบัติการ

ผู้ปฏิบัติงานวางแผนในการจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีให้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา รวมทั้งสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการให้เหมาะสมกับการทดลองปฏิบัติการ ตรวจสอบเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน อุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมีจัดให้ถูกต้องเพียงพอและครบถ้วน ความพร้อมของสถานที่โสตทัศนูปกรณ์และสภาพแวดล้อมภายในห้องให้เหมาะสม

เมื่อมีตารางใช้ห้องปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องดำเนินการตรวจสอบ และจัดเตรียมห้องปฏิบัติการให้พร้อมต่อการให้บริการ โดยดำเนินการดังนี้

1) ตรวจสอบประตูทางเข้า-ออก ทางหนีไฟ และหน้าต่างในห้องปฏิบัติการว่าไม่มีสิ่งกีดขวาง เพื่อเป็นทางออกฉุกเฉินออกไปยังพื้นที่ภายนอกได้โดยสะดวกและปลอดภัย นอกจากนี้ขณะปฏิบัติงานประตูควรจะปิดไว้ตลอดเวลาในขณะปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันสารเคมี และบุคคลที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องเข้าไปรบกวน

2) ตรวจสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศ อาทิเช่น เครื่องปรับอากาศ พัดลมระบายอากาศภายในห้องปฏิบัติการว่าอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ปกติ เพื่อช่วยในการหมุนเวียนและระบายอากาศภายในห้องปฏิบัติการ

3) ตรวจสอบความสะอาดของห้องปฏิบัติการ ต้องไม่มีเศษผง หรือหยากไย่ หากพบให้ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการแจ้งแม่บ้านทำความสะอาดให้เรียบร้อย

4) ตรวจสอบระบบแสงสว่าง ซึ่งมีรายละเอียดการตรวจสอบ ดังนี้

- ตรวจสอบปริมาณแสงสว่างต้องพอเพียงมีคุณภาพเหมาะสมกับการทำงานแสงควรส่องสว่างโดยตรงลงบนพื้นที่ทำงาน โดยไม่ถูกบดบัง หรือเกิดเงาของวัตถุ หรืออุปกรณ์ใด ๆ ทอดลงบนพื้นที่ทำงาน หรือโต๊ะปฏิบัติการ

- ตรวจสอบระบบไฟฟ้าสำรองให้พร้อมจ่ายไฟได้เมื่อระบบจ่ายไฟปกติหยุดทำงาน เพื่อให้ไฟส่องสว่างฉุกเฉิน และโคมไฟป้ายบอกเส้นทางหนีไฟสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อระบบจ่ายไฟฟ้าปกติหยุดทำงาน โดยสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้เพียงพอสำหรับ 2 ชั่วโมง เพื่อให้ผู้ขอใช้บริการห้องปฏิบัติการสามารถอพยพออกจากอาคารที่กำลังเกิดเพลิงไหม้ได้ด้วยตนเอง

- ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า เต้ารับ เต้าเสียบ ว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน สายไฟต้องไม่ชำรุด หรือเป็นสายเปลือย เต้ารับต้องยึดอยู่กับผนังอย่างมั่นคงแข็งแรง

- ตรวจสอบอุปกรณ์ตัดตอนไฟฟ้าขั้นต้น เช่น เซอร์กิตเบรคเกอร์ (Circuit Breaker) และฟิวส์ (Fuse) ให้สามารถใช้งานได้

5) ตรวจสอบระบบระบบป้องกันอัคคีภัยอาทิเช่น ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ด้วยมือ (Manual Fire Alarm System) อุปกรณ์แจ้งเตือนอัคคีภัยด้วยการตรวจจับควันไฟ (Smoke Detector) ว่าอยู่ในสภาพใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6) ตรวจสอบเครื่องมือประจำห้องปฏิบัติการ เป็นการตรวจสอบสภาพการทำงาน และระบบความปลอดภัยของตัวเครื่อง ให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับการจัดเตรียมห้องปฏิบัติการ หากผู้ปฏิบัติงานพบว่า มีการชำรุดให้ดำเนินการประเมินความชำรุด เสียหาย ว่าสามารถดำเนินการซ่อมได้ด้วยตนเองหรือไม่ หากไม่สามารถดำเนินการซ่อมด้วยตนเองได้ ให้ดำเนินการติดต่อให้ช่างผู้ชำนาญการเข้ามาดำเนินการซ่อมแซมต่อไป

ผู้ปฏิบัติงานต้องสำรวจความชำรุด เสียหายของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ทั้งหมดที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงาน หากพบว่ามีวัสดุ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือใดที่ชำรุด เสียหาย ผู้ปฏิบัติงานต้องทำการซ่อมแซมทันที หากมีส่วนที่ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถซ่อมแซมเองได้ให้ผู้ปฏิบัติงานแจ้งหัวหน้าสาขาฯ เพื่อเสนอแจ้งซ่อมไปยังแผนกพัสดุของคณะฯ ต่อไป และหากพบว่ามีวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือและครุภัณฑ์ใดเสียหายไม่สามารถซ่อมแซมให้กลับมาใช้งานใหม่ได้ ให้บันทึกข้อมูลในแบบสำรวจรายการครุภัณฑ์ของสาขาฯ พร้อมหมายเหตุรายละเอียดไว้ว่ามีความจำเป็นต้องซื้อรายการนั้นใหม่ เมื่อผู้ปฏิบัติงานดำเนินการจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์และห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรมศาสตร์เรียบร้อยแล้ว ให้ดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ 4 ต่อไป

No.	รายการ	วิธีปฏิบัติ/ตรวจสอบ	เดือน พ.ค.				เดือน มิ.ย.			
			1	2	3	4	1	2	3	4
	ตรวจสอบสภาพทั่วไป									
1.	หน้าปัดและจอแสดงผล	มีการแตกหักชำรุดหรือสามารถใช้งานได้ตามปกติหรือไม่					✓	✓	✓	✓
2.	สวิทช์เปิด - ปิดเครื่อง	เปิด/ปิดเครื่อง และตรวจสอบมีการแตกหักชำรุดหรือสามารถใช้งานได้ตามปกติหรือไม่					✓	✓	✓	✓
3.	ปุ่มกดต่างๆ	ตรวจสอบมีรอยฉีกขาด ชำรุดหรือสามารถใช้งานได้ตามปกติหรือไม่					✓	✓	✓	✓
4.	ปลั๊กไฟ AC/สายไฟ AC	ตรวจเช็คสายไฟตั้งแต่ส่วนที่ต่อกับเครื่องจนถึงปลั๊กไฟ รอยต่อปลั๊กไฟมีรอยฉีกขาดเสียหายหรือไม่					✓	✓	✓	✓
	เปิดเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ									
1.	การทำงานของปุ่มต่างๆ	สามารถใช้งานได้ครบถ้วน และทำงานได้ตามปกติ					✓	✓	✓	✓
2.	หน้าจอแสดงผล	สามารถแสดงค่าตัวเลขได้ชัดเจน					✓	✓	✓	✓
	การจัดเตรียมอุปกรณ์/ความพร้อมใช้งานของเครื่อง									
1.	ทำความสะอาดเครื่อง	เช็ดทำความสะอาดเครื่องภายนอก โดยใช้ผ้าชุบน้ำและเช็ดให้แห้ง					✓	✓	✓	✓
		(ลงชื่อ) ผู้ตรวจเช็คเครื่องมือแพทย์พร้อมใช้					✓	✓	✓	✓

ภาพที่ 4.2 แสดงการบันทึกการตรวจสอบเครื่องมือ weekly check

ชื่อเครื่อง เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง

ยี่ห้อ HACH รุ่น SENSION pH13 เลขครุภัณฑ์ 1-104-6640-022-0064/007-58

วัน/เดือน/ปี	เวลา	ค่า pH			ผู้ปฏิบัติงาน	หมายเหตุ
		4.00	7.00	10.00		
3/6/65	10:10	3.86	6.78	9.89	กานต	
6/6/65	9:50	3.74	6.84	9.91	กานต	
10/6/65	11:00	3.91	6.89	9.87	กานต	
13/6/65	9:30	3.90	6.91	9.88	กานต	
15/6/65	10:20	3.89	6.85	9.89	กานต	
17/6/65	14:00	3.87	6.93	9.92	กานต	
24/6/65	11:30	3.91	6.91	9.78	กานต	
29/6/65	9:40	3.86	6.89	9.84	กานต	
5/7/65	9:30	3.84	6.85	9.84	กานต	

ภาพที่ 4.3 แสดงตัวอย่างบันทึกการตรวจสอบเครื่องมือ daily check

แผนการบำรุงรักษาเครื่องกรองน้ำ

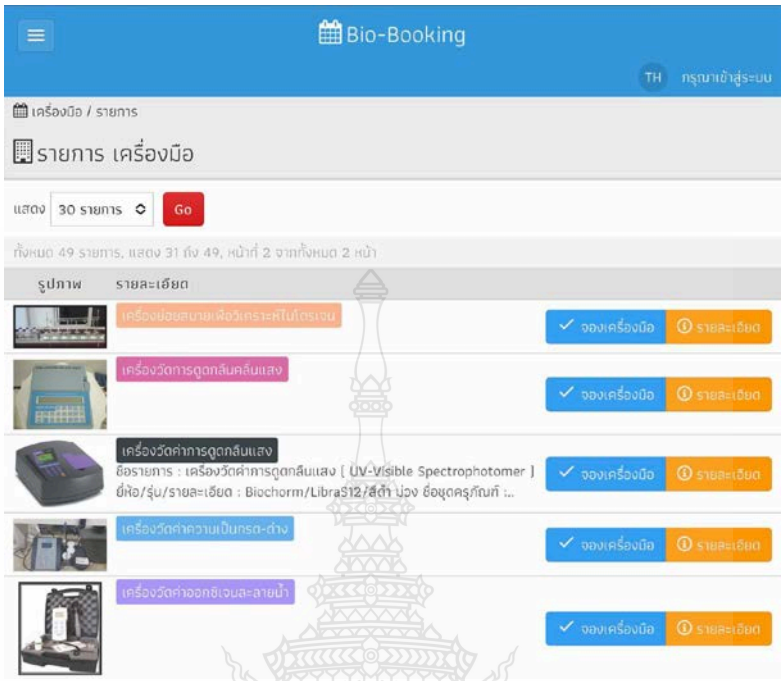
สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.ธัญบุรี

ประจำเดือน มกราคม 2565

ลำดับ	รายการ	สถานะ	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4
1	ไส้กรอง 5 ไมครอน	P	-	12/1/65 (เปลี่ยนไส้กรอง)	-	26/1/65 (เปลี่ยนไส้กรอง)
		A	-	14/1/65	-	29/1/65
2	ไส้กรอง Carbon Cartridge	P	5/1/65 (ถอดล้างไส้กรอง)	12/1/65 (ถอดล้างไส้กรอง)	19/1/65 (ถอดล้างไส้กรอง)	19/1/65 (เปลี่ยนไส้กรอง)
		A	-	14/1/65	-	29/1/65
3	ไส้กรอง Resin	P	5/1/65 (ถอดล้างไส้กรอง)	12/1/65 (ถอดล้างไส้กรอง)	19/1/65 (ถอดล้างไส้กรอง)	19/1/65 (เปลี่ยนไส้กรอง)
		A	-	14/1/65	-	29/1/65
4	R.O. Menbrane และ Mix Bed Resin	P	-	-	-	-
		A	-	-	-	-

หมายเหตุ P หมายถึง ช่วงเวลาที่วางแผน A หมายถึง ช่วงเวลาที่ตรวจจริง

ภาพที่ 4.4 แสดงตัวอย่างแผนการบำรุงรักษาเครื่องมือ



ภาพที่ 4.5 แสดงตัวอย่างรายการครุภัณฑ์ของสาขาฯ ผ่านระบบ Bio-Booking

ข้อพึงระวัง

ในการแจ้งซ่อมวัสดุอุปกรณ์ไปยังแผนกพัสดุของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มีการดำเนินการที่ต้องผ่านบุคลากรที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ได้แก่ ภาควิชา แผนกพัสดุ รองคณบดีฝ่ายบริหารและวางแผน จึงมีความล่าช้า ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจึงจำเป็นจะต้องสำเนาเอกสารใบแจ้งซ่อมเก็บไว้ 1 ฉบับ เพื่อไว้ใช้ในการติดตามการอนุมัติซ่อมอุปกรณ์นั้น ๆ หากการดำเนินงานซ่อมแซมล่าช้า ไม่ทันต่อการใช้งานในการปฏิบัติงานของนักศึกษา ผู้ปฏิบัติงานต้องติดต่อยืมวัสดุอุปกรณ์จากอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาอื่นที่ใกล้เคียงกันมาใช้ในการปฏิบัติงานก่อนล่วงหน้า และเมื่อใช้งานเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผู้ปฏิบัติงานทำความสะอาดและนำเก็บคืนให้เรียบร้อย

ผู้ปฏิบัติงานควรจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องมือเชิงป้องกัน ตามเวลาที่กำหนด เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องมือเกิดความเสียหาย และช่วยลดอัตราการเกิดเครื่องมือชำรุดฉุกเฉิน

เครื่องมือ และอุปกรณ์ สำหรับใช้ในการเรียนการสอนมีปริมาณไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษาควรแบ่งกลุ่มย่อยให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติการตามจำนวนเครื่องมือ อุปกรณ์ที่มีพร้อมให้ใช้งาน

ห้องปฏิบัติการมีแสงสว่างไม่เพียงพอ ควรเพิ่มจุดระบบแสงส่องสว่าง หรือจัดหาโคมไฟส่องสว่างวางไว้ในจุดที่แสงสว่างไม่เพียงพอ

ควรเพิ่มมาตรการกำหนดค่าปรับ หรือมีบทลงโทษในกรณีผู้ขอใช้บริการคืนเครื่องมืออุปกรณ์เกินระยะเวลาในการยืม/คืน ซึ่งจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณความต้องการใช้ในแต่ละรายวิชา

วางแผนการจัดซื้อ เครื่องมือ อุปกรณ์ให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้บริการ

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบรายการสารเคมี เครื่องแก้วและอุปกรณ์

ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบรายการสารเคมี เครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ทุกปฏิบัติการไว้ก่อนล่วงหน้า 3 เดือน เพื่อดำเนินการจัดซื้อ รายละเอียดสารเคมีที่ใช้ในแต่ละปฏิบัติการ ผู้เขียนได้ทำการคำนวณและรวบรวมไว้ดังรายละเอียดในขั้นตอนที่ 6 การประมาณการใช้สารเคมี โดยผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้ข้อมูลนั้นมาคำนวณตามจำนวนกลุ่มในแต่ละปีการศึกษา และจึงดำเนินการตรวจสอบรายการสารเคมีคงเหลือของห้องปฏิบัติการ หากมีไม่เพียงพอให้ดำเนินการสั่งซื้อตามขั้นตอนของงานพัสดุต่อไป ในส่วนของการเตรียมอุปกรณ์ให้ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบจำนวนเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ดังรายละเอียดในขั้นตอนที่ 5 การเตรียมตะกร้าอุปกรณ์หากมีไม่เพียงพอ หรือมีอุปกรณ์ชำรุด ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการขออนุมัติซ่อม และขออนุมัติซื้อก่อนล่วงหน้าอย่างน้อย 3 เดือน ตามขั้นตอนของงานพัสดุต่อไป

นอกจากต้องจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีแล้วในการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อมนั้น ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมน้ำตัวอย่าง เพื่อใช้ในบทปฏิบัติการต่าง ๆ โดยเตรียมน้ำตัวอย่างไว้ล่วงหน้าไม่เกิน 1 อาทิตย์ ใส่ตู้แช่ตัวอย่างและก่อนนำออกมาวิเคราะห์ต้องตั้งตัวอย่างทิ้งไว้ในอุณหภูมิห้อง โดยการจัดเก็บวัสดุและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ จะแยกตามประเภทของอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ดังนี้

1) ประเภทเครื่องแก้ว เช่น บีกเกอร์ หลอดทดลอง ขวดวัดปริมาตร ปิเปต บิวเรตต์ กระบอกตวง หลอดหยดสาร ท่อนำแก๊ส แท่งแก้วคนสาร กระจกนาฬิกา ขวดรูปชมพู่ จานเพาะเชื้อ เทอร์โมมิเตอร์ อุปกรณ์เหล่านี้มักผลิตขึ้นจากวัสดุที่เป็นแก้ว เพื่อป้องกันการทำปฏิกิริยากับสารเคมี

2) เครื่องมือวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เช่น เครื่องวัดการนำไฟฟ้า เครื่องชั่งแบบต่าง ๆ เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง กล้องจุลทรรศน์เครื่องให้ความร้อน เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้มีวิธีใช้งานที่แตกต่างกันออกไปตามลักษณะของงาน

3) ประเภทเครื่องมือช่าง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งภายในห้องปฏิบัติการและภายนอกห้องปฏิบัติการ เช่น สายยาง อุปกรณ์จับยึด ขาตั้ง มีด กรรไกร คีม แปรง ไขควง เป็นต้น

4) วัสดุสิ้นเปลือง เป็นอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้แล้วหมดไป ไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก เช่น กระดาษกรองใยแก้ว กระดาษลิตมัส กระดาษวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม้ขีดไฟ ไส้ตะเกียง แอลกอฮอล์ เป็นต้น

การจัดเก็บวัสดุและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ควรดำเนินการดังต่อไปนี้

1) สถานที่เก็บเป็นห้องมิดชิด มีประตูปิดล็อคได้ แสงสว่างมากพอ อากาศถ่ายเทสะดวก

2) มีชั้นหรือตู้จัดเก็บที่แข็งแรง มั่นคง ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีและความชื้น มีแถบกั้นกันการร่วงหล่น ตั้งหรือจัดวางในตำแหน่งที่ไม่กีดขวางทางเดิน เข้าทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

3) ทำการจัดเก็บโดยแยกชนิดและขนาดเป็นหมวดหมู่อย่างมีระเบียบ สะดวกในการหยิบใช้ ของหนักวางชั้นล่าง ของเบาเก็บชั้นบน ของที่ใช้บ่อยจัดเก็บในตำแหน่งที่หยิบใช้สะดวก ไม่วางทับซ้อนกัน

4) ติดป้ายบอกชื่อชนิดและขนาดของอุปกรณ์ตามตำแหน่งที่จัดวางที่แน่นอน เพื่อให้สามารถจัดเก็บในตำแหน่งเดิมได้อย่างเป็นระเบียบ

5) ทำทะเบียนหรือบัญชีควบคุมเครื่องมือพื้นฐานที่เป็นครุภัณฑ์ เพื่อสามารถตรวจสอบความคงอยู่ การติดตามความคงสภาพและการซ่อมบำรุง รวมถึงอุปกรณ์เครื่องแก้ว โดยระบุชื่อชนิด ขนาด และจำนวน บันทึกไว้ในคอมพิวเตอร์ให้เป็นปัจจุบัน สามารถตรวจสอบได้และใช้เป็นข้อมูลในการขออนุมัติจัดซื้อทดแทนหรือเพิ่มเติม เพื่อให้เพียงพอต่อการใช้

6) การนำไปใช้ให้ผู้ประสงค์ขอใช้เขียนแบบฟอร์มการยืมตามระเบียบของสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและส่งคืนครบจำนวน ตามกำหนดเวลาที่แจ้งไว้

7) หมั่นทำความสะอาด บำรุงรักษา และซ่อมแซมให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ

การจัดการห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี ต้องคำนึงเรื่องความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมีเข้ามาเกี่ยวข้องอีกทั้งมีผู้เกี่ยวข้องในงานจำนวนมาก การวางแผนการทำงานอย่าง

เป็นระบบจะช่วยให้กระบวนการทำงานเป็นไปโดยราบรื่น มีประสิทธิภาพ และสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้หากเกิดข้อผิดพลาดใด ๆ เกิดขึ้น

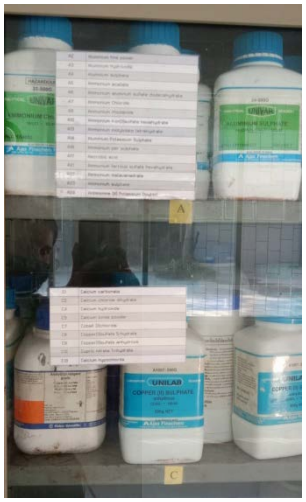
ข้อพึงระวัง

สารเคมีบางชนิดไม่สามารถตรวจสอบปริมาณที่เหลือตามจริงได้ จึงตรวจสอบปริมาณที่เหลือโดยนับเป็นจำนวนขวดที่ยังไม่เปิดใช้งาน

เนื่องจากรายการวัสดุอุปกรณ์ในแต่ละรายวิชาที่ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการสำรวจ มีเป็นจำนวนมาก ผู้ปฏิบัติงานควรตรวจสอบรายการทั้งหมดตามบทปฏิบัติการที่ได้รับจากอาจารย์ผู้สอน และทำการบันทึกไว้เป็นไฟล์ในคอมพิวเตอร์ เพื่อความสะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการสำรวจ

ในการขออนุมัติซื้อพัสดุเบื้องต้นของแต่ละรายวิชาจะอยู่ในช่วง 1 เดือนก่อนเปิดภาคเรียน ดังนั้นในการอนุมัติขอซื้อวัสดุ และอุปกรณ์ จึงมีการดำเนินการขออนุมัติในช่วงเวลาเดียวกันหลายวิชา และจะมีรายการวัสดุอุปกรณ์ที่คล้ายหรือเหมือนกับรายวิชาอื่น ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องสำเนาเอกสารขออนุมัติซื้อพัสดุเบื้องต้น ของรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อมเก็บไว้ 1 ฉบับเพื่อใช้ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ที่ได้รับการอนุมัติจัดซื้อเพื่อนำไปเก็บในตู้อุปกรณ์ของรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อมต่อไป

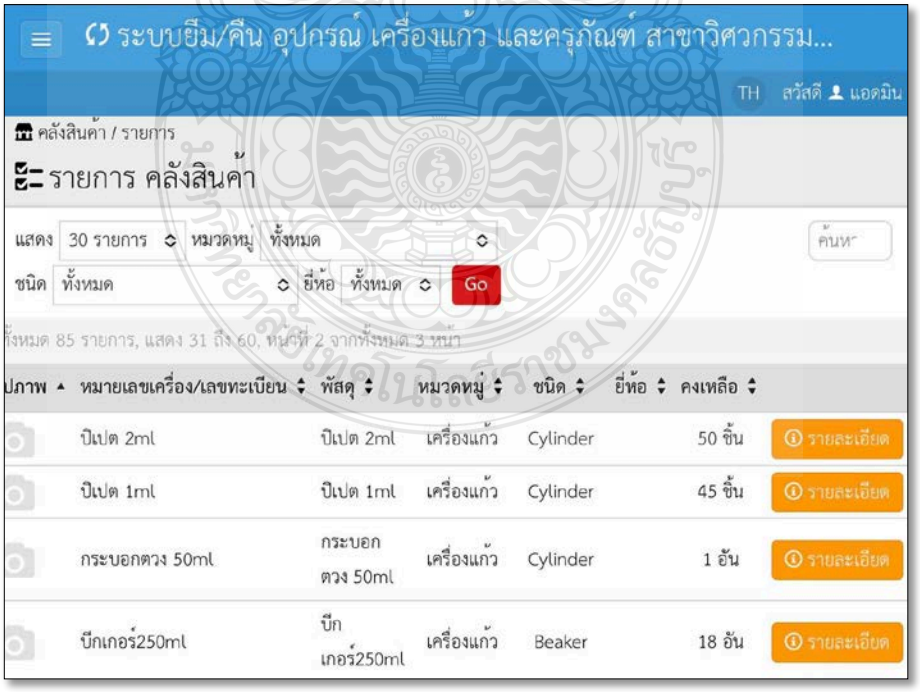
ภาพที่ 4.6 แสดงตัวอย่างการเก็บวัสดุอุปกรณ์ในตู้เก็บวัสดุอุปกรณ์รายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 4.7 แสดงตัวอย่างการเก็บสารเคมีตามรายชื่อในตู้เก็บสารเคมีของสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

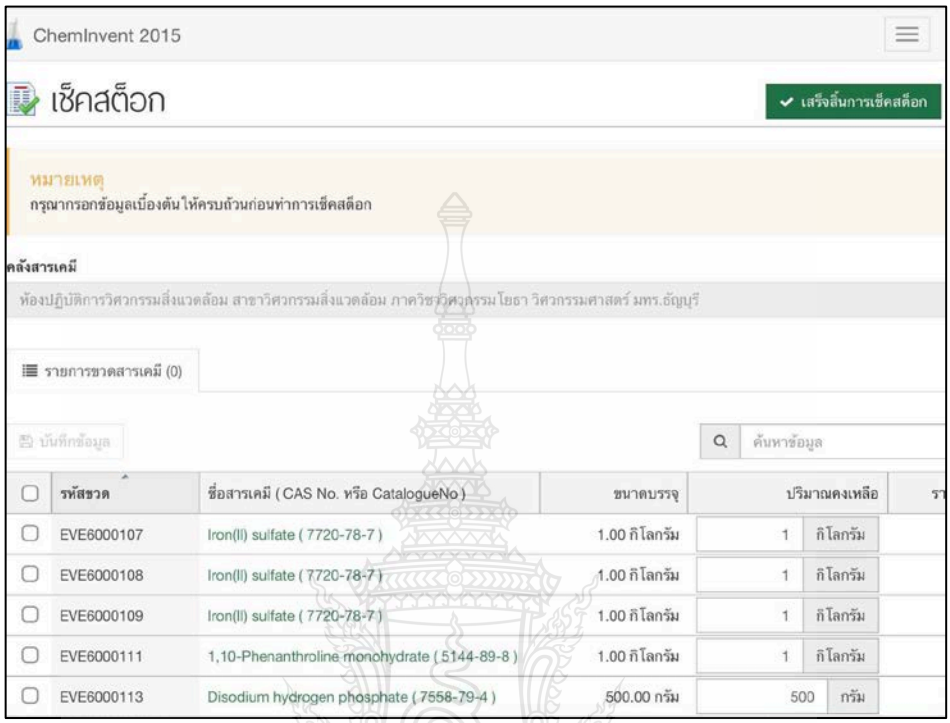
ภาพที่ 4.8 แสดงตัวอย่างตู้เก็บตัวอย่างน้ำสำหรับวิเคราะห์ของสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ภาพที่ 4.9 แสดงตัวอย่างตู้เก็บตัวอย่างน้ำสำหรับวิเคราะห์ของสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 4.10 แสดงตัวอย่างรายการอุปกรณ์และเครื่องแก้วคงเหลือของสาขาฯ

ผ่านระบบยืม/คืน อุปกรณ์และเครื่องแก้วสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม



ภาพที่ 4.11 แสดงตัวอย่างรายการสารเคมีคงเหลือของสาขาฯ ผ่านระบบ Cheminvent 2015

ขั้นตอนที่ 5 จัดเตรียมเครื่องแก้วและอุปกรณ์

ผู้ปฏิบัติงานจัดตรียมเครื่องแก้วและอุปกรณ์โดยจัดตะกร้าเป็นกลุ่มตามรายการพร้อมแบบฟอร์มใบสำคัญยืม-คืนอุปกรณ์ โดยผู้ปฏิบัติงานจะดำเนินการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ห้องเก็บวัสดุชั้น 2 อาคารวิศวกรรมสำรวจ โดยเตรียมตะกร้าตามจำนวนกลุ่มการทดลอง พร้อมทำเอกสารการยืม-คืนอุปกรณ์ให้นักศึกษาเซ็นเบิกอุปกรณ์ โดยผู้เขียนได้รวบรวมเครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องแก้วที่ใช้ในแต่ละสัปดาห์รายละเอียดดังนี้

1) สัปดาห์ที่ 1 การเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด cm^3, cm	จำนวน/กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ 6กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ร่วมกัน	จำนวนทั้งหมด
1.เครื่องเก็บตัวอย่างน้ำ				2	2
2.ขวดเก็บตัวอย่าง	1000	3	18		18

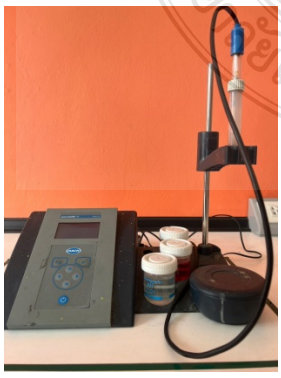
ภาพที่ 4.12 แสดงตัวอย่างเครื่องเก็บตัวอย่างน้ำ

ภาพที่ 4.13 แสดงตัวอย่างขวดเก็บตัวอย่าง

ภาพที่ 4.14 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 1

2) สัปดาห์ที่ 2 pH

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด cm^3, cm	จำนวน/กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ 6กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ร่วมกัน	จำนวนทั้งหมด
1.เครื่องวัดพีเอช		1	6		6
2.บีกเกอร์	250	3	18		18
3.ขวดน้ำกลั่น	250	1	6		6



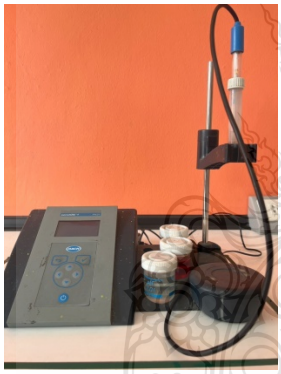
ภาพที่ 4.15 แสดงตัวอย่างเครื่องวัดพีเอช

ภาพที่ 4.16 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและ

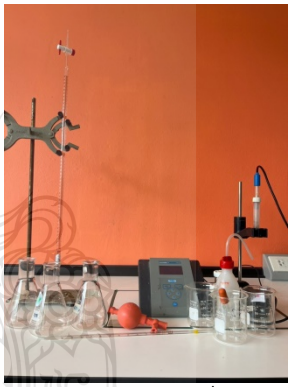
อุปกรณ์สัปดาห์ที่ 2

3) สัปดาห์ที่ 3 ความเป็นกรด

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด cm^3, cm	จำนวน/กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ 6กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ร่วมกัน	จำนวนทั้งหมด
1.เครื่องวัดพีเอช				1	1
2.บีกเกอร์	250	3	18		18
3.บิวเรต	50	1	6		6
4.ปิเปต	1	1	6		6
5.ขวดรูปชมพู่	250	3	18		18
6.ลูกยางสามทาง		1	6		6
7.ขวดน้ำกลั่น	250	1	6		6
8.หลอดหยด		1	6		6



ภาพที่ 4.17 แสดงตัวอย่างเครื่องวัดพีเอช

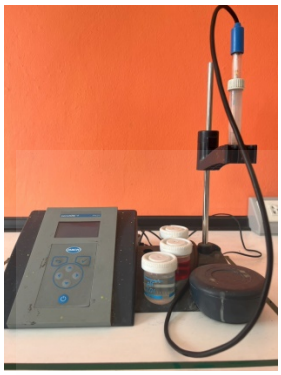


ภาพที่ 4.18 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 3

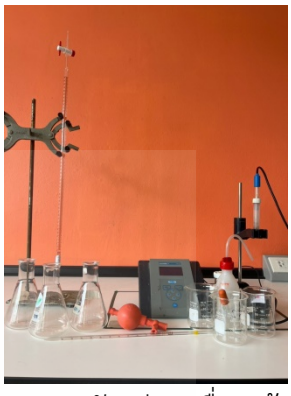
4) สัปดาห์ที่ 4 ความเป็นด่าง

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด cm^3, cm	จำนวน/กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ 6กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ร่วมกัน	จำนวนทั้งหมด
1.เครื่องวัดพีเอช				1	1
2.บีกเกอร์	250	3	18		18
3.บิวเรต	50	1	6		6
4.ปิเปต	1	1	6		6
5.ขวดรูปชมพู่	250	3	18		18
6.ลูกยางสามทาง		1	6		6

7.ขวดน้ำกลั่น	250	1	6		6
8.หลอดหยด		1	6		6



ภาพที่ 4.19 แสดงตัวอย่างเครื่องวัดพีเอช



ภาพที่ 4.20 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 4

5) สัปดาห์ที่ 5 สี

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด cm^3, cm	จำนวน/กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ 6กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ร่วมกัน	จำนวนทั้งหมด
1.เครื่องวัดสี				1	1
2.บีกเกอร์	250	3	18		18
3.ขวดน้ำกลั่น	250	1	6		6

ภาพที่ 4.21 แสดงตัวอย่างเครื่องวัดสี

ภาพที่ 4.22 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 5

6) สัปดาห์ที่ 6 ความขุ่น

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด cm^3, cm	จำนวน/กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ 6กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ร่วมกัน	จำนวนทั้งหมด
1.เครื่องวัดความขุ่น				1	1
2.บีกเกอร์	250	3	18		18
3.ขวดน้ำกลั่น	250	1	6		6

ภาพที่ 4.23 แสดงตัวอย่างเครื่องวัดความขุ่น

ภาพที่ 4.24 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 6

7) สัปดาห์ที่ 7 สภาพการนำไฟฟ้า

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด cm^3, cm	จำนวน/กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ 6กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ร่วมกัน	จำนวนทั้งหมด
1.เครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้า				1	1
2.บีกเกอร์	250	3	18		18
3.ขวดน้ำกลั่น	250	1	6		6

ภาพที่ 4.25 แสดงตัวอย่างเครื่องวัดสภาพการนำไฟฟ้า

ภาพที่ 4.26 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 7

8) สัปดาห์ที่ 8 ความกระด้าง

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด cm^3, cm	จำนวน/กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ 6กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ร่วมกัน	จำนวนทั้งหมด
1.บีกเกอร์	250	3	18		18
2.บิวเรต	50	1	6		6
3.ปิเปต	2	1	6		6
4.ขวดรูปชมพู่	250	3	18		18
5.ช้อนตักสาร		1	6		6
6.ลูกยางสามทาง		1	6		6
7.ขวดน้ำกลั่น	250	1	6		6

ภาพที่ 4.27 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 8

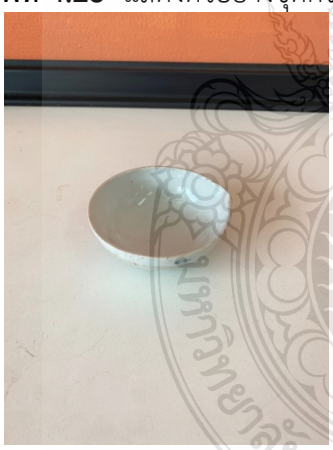
9) สัปดาห์ที่ 9 ของแข็ง

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด cm^3, cm	จำนวน/กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ 6กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ร่วมกัน	จำนวนทั้งหมด
1.กระดาษกรอง (GF/C)	4.7	3	18		18
2.ชุดกรอง				1	1
3.ถ้วยกระเบื้อง	90	3	18		18
4.Water Bath				1	1
5.เตาเผาอุณหภูมิ 550°C				1	1
6.ตู้อบ 103 °C				1	1
7.เดซิเคเตอร์				1	1
8.เครื่องชั่งละเอียด				1	1
9.แท่งแก้ว	12	1	18		18
10.ปิเปต	10	1	6		6

11.ลูกยางสามทาง		1	6		6
12.คีมคีบ		1			
13.ฟล์อย				1	1
14.ถุงมือกันความร้อน				1	1
15.บีกเกอร์	250	1	6		6
16.ขวดน้ำกลั่น	250	1	6		6

ภาพที่ 4.28 แสดงตัวอย่างชุดกรอง

ภาพที่ 4.29 แสดงตัวอย่างกระดาษกรอง (GF/C)



ภาพที่ 4.30 แสดงตัวอย่าง ถ้วยกระเบื้อง

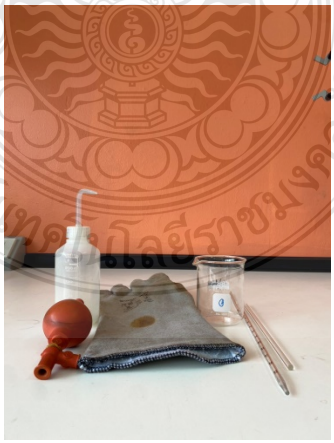
ภาพที่ 4.31 แสดงตัวอย่างเตาเผาอุณหภูมิ 550°C

ภาพที่ 4.32 แสดงตัวอย่างเดซิเคเตอร์

ภาพที่ 4.33 แสดงตัวอย่างเครื่องชั่งละเอียด

ภาพที่ 4.34 แสดงตัวอย่างคีมคีบ

ภาพที่ 4.35 แสดงตัวอย่างตู้อบ 103 °C



ภาพที่ 4.36 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 9

10) สัปดาห์ที่ 10 ออกซิเจนละลายน้ำ

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด cm^3, cm	จำนวน/กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ 6กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ร่วมกัน	จำนวนทั้งหมด
1.ขวดบีโอดี	300	9	54		54
2.บิวเรต	50	1	6		6
3.กระบอกตวง	100	1	6		6
4.ขวดปริมาตร	100	1	6		6
5.ปิเปต	1	3	18		18
6.ลูกยางสามทาง		1	6		6
7.ขวดน้ำกลั่น	250	1	6		6

ภาพที่ 4.37 แสดงตัวอย่างขวดบีโอดี

ภาพที่ 4.38 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 10

11) สัปดาห์ที่ 11 บีโอดี (BOD)

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด cm^3, cm	จำนวน/กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ 6กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ร่วมกัน	จำนวนทั้งหมด
1.ขวดบีโอดี	300	9	54		54
2.บิวเรต	50	1	6		6
3.กระบอกตวง	100	1	6		6
4.ขวดปรับปริมาตร	100	1	6		6
5.ปิเปต	1	3	18		18
6.ตู้อบ 20 °C				1	1
7.ลูกยางสามทาง		1	6		6
8.ขวดน้ำกลั่น	250	1	6		6

ภาพที่ 4.39 แสดงตัวอย่างขวดบีโอดี

ภาพที่ 4.40 แสดงตัวอย่างตู้อบ 20 °C

ภาพที่ 4.41 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 11

12) สัปดาห์ที่ 12 ซีโอดี (COD)

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด cm^3, cm	จำนวน/กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ 6กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ร่วมกัน	จำนวนทั้งหมด
1.หลอดแก้วทดลองพร้อมฝาปิดเกลียว	2x15	12	72		72
2.ตู้อบ 150 °C				1	1
3.บิวเรต	50	1	6		6
4.ตะแกรงวางหลอดทดลอง		1	6		6
5.บีกเกอร์	250	3	18		18
6.ขวดรูปชมพู่	125	3	18		18
7.ปิเปต	10	3	18		18
8.ลูกยางสามทาง		1	6		6
9.ขวดน้ำกลั่น	250	1	6		6

ภาพที่ 4.42 แสดงตัวอย่างหลอดแก้วทดลองพร้อมฝาปิดเกลียวกับตะแกรงวางหลอดทดลอง

ภาพที่ 4.43 แสดงตัวอย่างตู้อบ 150 °C

ภาพที่ 4.44 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 12

13) สัปดาห์ที่ 13 แอมโมเนียไนโตรเจน

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด cm^3, cm	จำนวน/กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ 6กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ร่วมกัน	จำนวนทั้งหมด

1.ชุดกลั่น				1	1
2.ขวดเจดาล				6	6
3.เตาไฟฟ้า				1	1
4.เครื่องวัดพีเอช				1	1
5.บีกเกอร์	250	3	18		18
6.กระบอกตวง	10			1	1
7.กระบอกตวง	100			1	1
8.ลูกแก้ว				10	10
9.ขวดรูปชมพู่	250			6	6
10.หลอดหยด				6	6
11.ขวดน้ำกลั่น	250	1	6		6

ภาพที่ 4.45 แสดงตัวอย่างชุดกลั่น

ภาพที่ 4.46 แสดงตัวอย่างขวดเจดาล

ภาพที่ 4.47 แสดงตัวอย่างเตาไฟฟ้า

ภาพที่ 4.48 แสดงตัวอย่างเครื่องวัดพีเอช

ภาพที่ 4.49 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 13

14) สัปดาห์ที่ 14 ฟอสฟอรัส

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด cm^3, cm	จำนวน/กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ 6กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ร่วมกัน	จำนวนทั้งหมด
1.เครื่อง VIS-Spectrophotpmeter				1	1
2.บีกเกอร์	100	6	36		36
3.ขวดปรับปริมาตร	50	6	36		36
4.ขวดรูปชมพู่	125	6	36		36
5.ปิเปต	1	1	6		6
6.ปิเปต	2	1	6		6
7.ปิเปต	5	1	6		6
8.ปิเปต	10	1	6		6
9.ลูกยางสามทาง		1	6		6
8.กระบอกตวง	100	1	6		6
9.หลอดหยด		2	12		12
10.ขวดน้ำกลั่น	250	1	6		6

ภาพที่ 4.50 แสดงตัวอย่างเครื่อง VIS-Spectrophotpmeter

ภาพที่ 4.51 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 14

15) สัปดาห์ที่ 15 น้ำมันและไขมัน

ชื่ออุปกรณ์	ขนาด cm^3, cm	จำนวน/กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ 6กลุ่ม	จำนวนที่ใช้ร่วมกัน	จำนวนทั้งหมด
1.ชุดสกัดซอกฮ์เลต				1	1
2.กระดาษทิมเบิล		3	18		18
3.ชุดเครื่องสูญญากาศ				1	1
4.กระดาษกรอง		3	18		18
5.ขวดแก้วสำหรับสกัดไขมัน				3	3
6.กระบอกตวง	100	1	6		6
7.อ่างน้ำร้อน				1	1
8.เครื่องชั่ง				1	1
9.เดซิเคเตอร์				1	1
10.ขวดน้ำกลั่น	250	1	6		6

ภาพที่ 4.52 แสดงตัวอย่างชุดสกัดซอกฮ์เลต

ภาพที่ 4.53 แสดงตัวอย่างกระดาษทิมเบิล

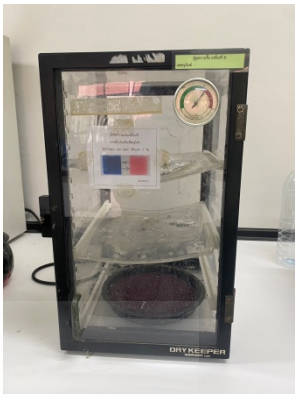
ภาพที่ 4.54 แสดงตัวอย่างชุดเครื่องสุญญากาศ

ภาพที่ 4.55 แสดงตัวอย่างกระดาษกรอง

ภาพที่ 4.56 แสดงตัวอย่างขวดแก้วสำหรับสกัดไขมัน

ภาพที่ 4.57 แสดงตัวอย่างเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง

ภาพที่ 4.58 แสดงตัวอย่างอ่างน้ำร้อน



ภาพที่ 4.59 แสดงตัวอย่างเดซิเคเตอร์

ภาพที่ 4.60 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วและอุปกรณ์สัปดาห์ที่ 15

ภาพที่ 4.61 แสดงตัวอย่างการเก็บตะกร้าเครื่องแก้วและอุปกรณ์รายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม

ข้อพึงระวัง

เครื่องวัดพีเอช เครื่องวัดความขุ่น เครื่องวัดสี ควรมีการทำสอบเทียบเครื่องมือ ก่อนนำมาใช้งานทุกครั้ง

เครื่องมือที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ควรมีการเปิดเครื่องก่อนใช้งานอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

อุปกรณ์หรือเครื่องมือไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักศึกษา ผู้ปฏิบัติงานควรแบ่งนักศึกษาต่อกลุ่มจำนวนมากขึ้นเช่นจาก 4 คนต่อกลุ่มเป็น 5 คนต่อกลุ่ม และดำเนินการแจ้งอาจารย์ที่เกี่ยวข้องทราบเพื่อดำเนินการจัดซื้อเพิ่มเติม

ขั้นตอนที่ 6 เตรียมสารเคมี

ผู้ปฏิบัติงานเตรียมสารเคมีในทุกปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานที่ต้องศึกษาข้อมูลรายละเอียดและคุณสมบัติของสารตามหนังสือปฏิบัติการ แยกประเภทของสารเคมีออกตามสถานะของแข็งและสถานะที่เป็นของเหลว แยกสารเคมีตามคุณสมบัติของสาร เขียนชื่อเต็มของสารเคมี หรือเขียนชื่อด้วยสูตรเคมีตามความเข้มข้นของสารแต่ละชนิด ซึ่งในแต่ละปฏิบัติการจะใช้ไม่เหมือนกัน ปริมาตรที่จะต้องกับจำนวนกลุ่มของผู้เรียนลงในกระดาษ Label แล้วใช้ติดลงในภาชนะที่ใช้เตรียมจนครบ โดยเตรียม

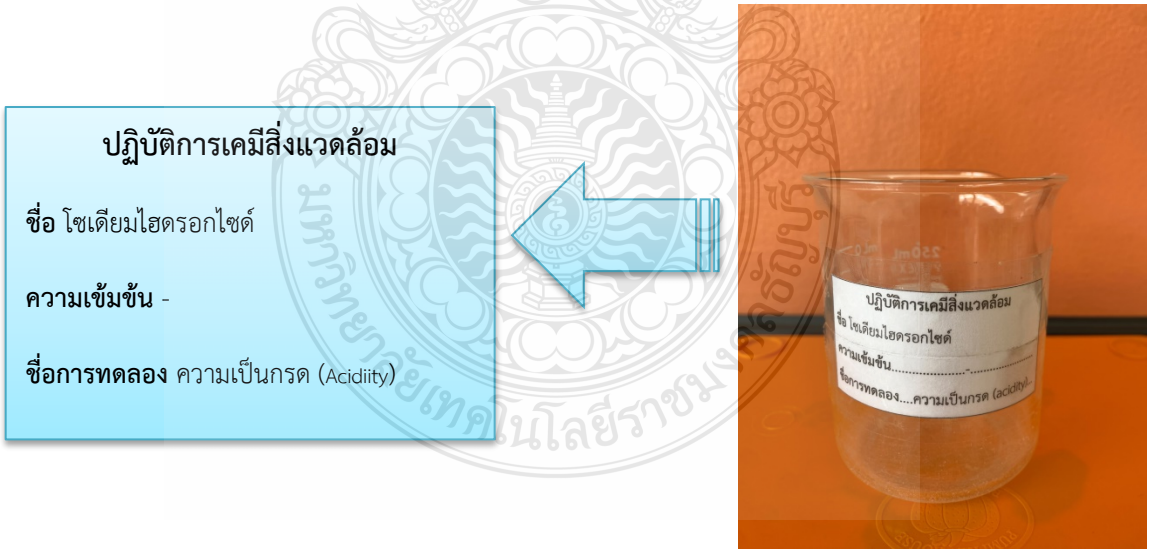
สารเคมีที่ใช้ทดลองตามบทปฏิบัติการที่อาจารย์ผู้สอนกำหนดให้ ผู้ปฏิบัติงานคำนวณหาความเข้มข้นและปริมาตรของสารที่ต้องใช้ในแต่ละบทการปฏิบัติการตามวิธีการเตรียมสารนั้น ให้คำนวณปริมาตรเพิ่มจากปริมาตรที่ใช้ในบทปฏิบัติการ เช่น ความเข้มข้นของสาร NaCl 0.1 โมล ปริมาตร 50 cm^3 ที่นักเรียนทำปฏิบัติการเตรียมเพิ่มปริมาตร 70 cm^3 นักศึกษาบางส่วนอาจทำการทดลองซ้ำ ในการจัดเตรียมสารเคมีที่ใช้ในการปฏิบัติการทุกบทปฏิบัติการในการเรียนการสอนในรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อมแบ่งนักศึกษาออกเป็นทั้งหมด 6 กลุ่มการทดลอง ผู้ปฏิบัติงานได้เตรียมปริมาตรสารเคมีเพิ่มเพราะนักศึกษาบางกลุ่มมีการทดลองซ้ำจากปริมาณที่ใช้จริง เพื่อให้ผลการทดลองที่ถูกต้อง การเตรียมสารเคมีตามความเข้มข้นที่ระบุในบทปฏิบัติการ มีขั้นตอน ดังนี้

1) คำนวณหาปริมาณของสารเคมี/สารละลาย แต่ละชนิดที่ต้องเตรียมขึ้นเพื่อใช้ในการทำปฏิบัติการ โดยสามารถคำนวณได้จาก

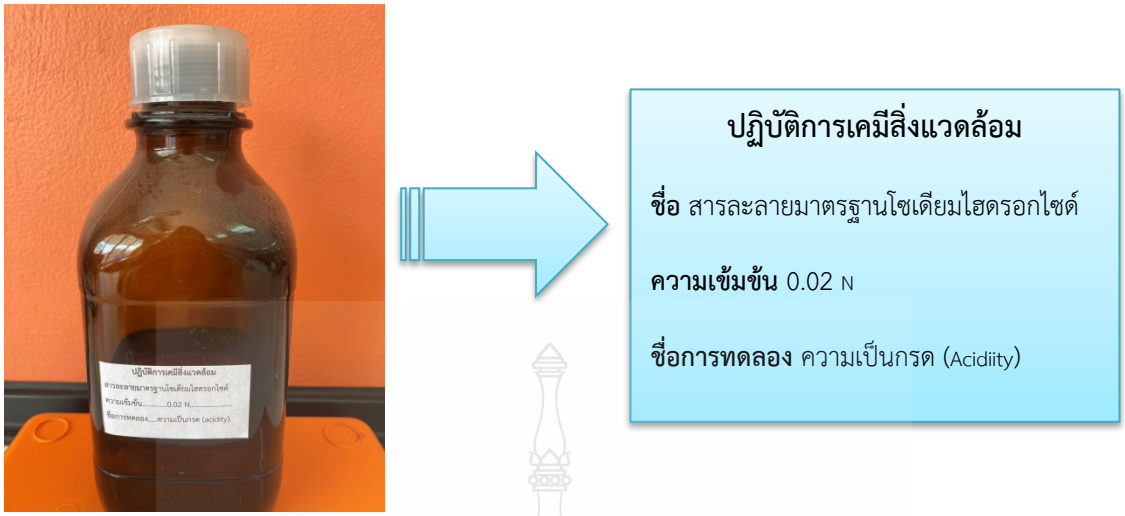
ปริมาณสารที่ต้องเตรียม = จำนวนกลุ่มย่อย x ปริมาณที่ใช้

แล้วบันทึกปริมาณสารเคมีและสารละลาย แต่ละชนิดที่ต้องเตรียมลงในแบบฟอร์มรายการเครื่องมืออุปกรณ์และสารเคมี สำหรับทำปฏิบัติการ

2) กรณีที่การทำปฏิบัติการใช้สารเคมีที่เป็นของแข็งโดยตรง ให้ทำการตักแบ่งสารเคมีให้มีปริมาณเพียงพอต่อกลุ่มปฏิบัติการ ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร พร้อมช้อนตักสารขนาดเล็ก แล้วติดฉลากชื่อสารเคมีข้างบีกเกอร์ให้เรียบร้อย ตัวอย่างดังภาพที่ 4.62



ภาพที่ 4.62 ตัวอย่างการติดฉลากบีกเกอร์แบ่งสารเคมีที่เป็นของแข็ง



ภาพที่ 4.63 ตัวอย่างการติดฉลากชื่อสารละลายที่ขวดบรรจุสารละลาย

3) กรณีที่การทำปฏิบัติการใช้สารเคมีที่เป็นสารละลาย คำนวณหาปริมาณของสารเคมีแต่ละชนิดที่ต้องใช้ในการเตรียมสารละลายตามความเข้มข้นที่ระบุในบทปฏิบัติการ แล้วทำการเตรียมสารละลายให้ได้ปริมาณและความเข้มข้นที่ระบุในบทปฏิบัติการ

3.1) บรรจุสารละลายใส่ขวดตามชนิดของสารละลาย โดยสามารถดูภาชนะบรรจุสารละลายแต่ละชนิดได้จากรายละเอียดการเตรียมปฏิบัติการแต่ละบทและข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน

3.2) ติดฉลากชื่อสารละลายที่ขวดบรรจุสารละลายให้เรียบร้อย แสดงดังภาพที่ 4.63

3.3) จัดเตรียมบีกเกอร์สำหรับแบ่งสารละลายจากภาชนะบรรจุพร้อมติดฉลากชื่อสารละลายเคมีให้เรียบร้อย แสดงดังภาพที่ 4.64

3.4) กรณีที่การทำปฏิบัติการใช้สารเคมีที่เป็นของเหลว ให้บรรจุสารเคมีที่เป็นของเหลวใส่ขวด พร้อมติดฉลากชื่อสารเคมีให้เรียบร้อย แสดงดังภาพที่ 4.65

ภาพที่ 4.64 ตัวอย่างการติดฉลากบีกเกอร์สำหรับแบ่งสารละลาย

ปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม

ชื่อสารเคมี สารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริค

ความเข้มข้น 0.02 N

ชื่อการทดลอง ความเป็นด่าง (Alkalinity)

ภาพที่ 4.65 ตัวอย่างการติดฉลากชื่อสารละลายที่ขวดบรรจุสารละลาย

1) เลือกสารเคมีที่ต้องการออกจากตู้เก็บสาร และศึกษาวิธีเตรียม

2) ชั่งสารเคมีตามน้ำหนักที่ต้องการ

3) ละลายสารเคมีในน้ำกลั่น และกวนให้เข้ากัน

4) ปรับปริมาตรสารละลาย

5) บรรจุลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด

6) แบ่งสารละลายเป็น 6 กลุ่ม

ภาพที่ 4.66 ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย

โดยในขั้นตอนที่ 6 นี้ผู้เขียนได้รวบรวมปริมาณสารเคมีที่ใช้และวิธีการเตรียมสารเคมีในแต่ละสัปดาห์ รายละเอียดดังนี้

1) สัปดาห์ที่ 1 การเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์ ไม่ใช้สารเคมี

2) สัปดาห์ที่ 2 pH ไม่ใช้สารเคมี

3) สัปดาห์ที่ 3 สี ไม่ใช้สารเคมี

4) สัปดาห์ที่ 4 ความขุ่น ไม่ใช้สารเคมี

5) สัปดาห์ที่ 5 สภาพการนำไฟฟ้า ไม่ใช้สารเคมี

6) สัปดาห์ที่ 6 ความเป็นกรด

6.1) ปริมาณสารเคมีที่ใช้

สารเคมี	จำนวน (g,ml)	ปริมาตรรวม (ml)	ปริมาตรที่ใช้/ตัวอย่าง (g/ml)	ปริมาตรที่ใช้/กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณรวม 12 กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณสารที่ใช้ (g/ml)
1.สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.1 นอร์มัล	11	1000	25	100	1200	60
2.สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.02 นอร์มัล -NaOH 0.1 นอร์มัล	200	1000	25	100	1200	176
3.สารละลายฟีนอลฟ์ทาลีน						1

- ฟีนอลฟ์ทาลีน - เอธานอล 95 %	1 100	200				
4.เมทิลออเรนจ์	0.1	200	1	4	48	0.1
5.สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล	25	1000	100	100	1200	25

6.2) วิธีการเตรียมสารเคมี

6.2.1) สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.1 นอร์มัล

- ชั่ง NaOH 11 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตร ให้เป็น 1 ลิตร

6.2.2) สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.02 นอร์มัล

- เจือจางสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 นอร์มัล จำนวน 200 มล. ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตร ให้เป็น 1 ลิตร

6.2.3) สารละลายฟีนอลฟ์ทาลีน

- ชั่ง ฟีนอล์ฟทาลีน 500 มก. กรัม ในเอธานอล 95% จำนวนเล็กน้อย แล้วเจือจางจนได้ปริมาตร 100 มล.

6.2.4) เมทิลออเรนจ์

- ชั่ง เมทธิลออเรนจ์ 500 มก. ในน้ำกลั่นจำนวนเล็กน้อย แล้วเจือจางจนได้ปริมาตร 100 มล.

6.2.5) สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล

- ชั่ง $Na_2S_2O_35H_2O$ 25 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตร

7) สัปดาห์ที่ 7 ความเป็นด่าง

7.1) ปริมาณสารเคมีที่ใช้

สารเคมี	จำนวน	ปริมาตร	ปริมาตรที่	ปริมาตรที่	ปริมาณรวม	ปริมาณสาร

	(g,ml)	รวม (ml)	ใช้/ตัวอย่าง (g/ml)	ใช้/กลุ่ม (g/ml)	12 กลุ่ม (g/ml)	ที่ใช้ (g/ml)
1.กรดซัลฟิวริก เข้มข้น	30	1000	25	100	1200	60
2.โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 M	88	1000	25	100	1200	176
3.โซเดียมคาร์บอเนต 1 N	27	500				27
สารเคมี	จำนวน (g,ml)	ปริมาตร รวม (ml)	ปริมาตรที่ ใช้/ตัวอย่าง (g/ml)	ปริมาตรที่ ใช้/กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณรวม 12 กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณสาร ที่ใช้ (g/ml)
4.โซเดียมคาร์บอเนต 0.02 N	1	500				1
5.โปตัสเซียมไฮโดรเจนฟาทาเลต 0.5 N	56	500				56
6.โปตัสเซียมไฮโดรเจนฟาทาเลต0.02N	2.05	500				2.05
7.เมทิลออเรนจ์	0.1	200	1	4	48	0.1
8.ฟีนอลฟ์ทาลีน	1	200	1	4	48	1
9.เอทานอล 95 %	50	50	1	1	12	100

7.2) วิธีการเตรียมสารเคมี

7.2.1) สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.1 นอร์มัล

- ชั่ง NaOH 11 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตร ให้เป็น 1 ลิตร

7.2.2) สารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้น 0.02 นอร์มัล

- เจือจางสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 0.1 นอร์มัล จำนวน 200 มล. ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตร ให้เป็น 1 ลิตร

7.2.3) สารละลายฟีนอลฟ์ทาลีน

- ชั่ง ฟีนอล์ฟทาลีน 500 มก. กรัม ในเอธานอล 95% จำนวนเล็กน้อย แล้วเจือจางจนได้ปริมาตร 100 มล.

7.2.4) เมทิลออเรนจ์

- ชั่ง เมทธิลออเรนจ์ 500 มก. ในน้ำกลั่นจำนวนเล็กน้อย แล้วเจือจางจนได้ปริมาตร 100 มล.

7.2.5) สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มัล

- ชั่ง $Na_2S_2O_35H_2O$ 25 กรัม ละลายน้ำกลั่นปรับปริมาตร ให้เป็น 1 ลิตร

8) สัปดาห์ที่ 8 ความกระด้าง

8.1) ปริมาณสารเคมีที่ใช้

สารเคมี	จำนวน (g,ml)	ปริมาตรรวม (ml)	ปริมาตรที่ใช้/ตัวอย่าง (g/ml)	ปริมาตรที่ใช้/กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณรวม 12 กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณสารที่ใช้ (g/ml)
1.สารละลายบัฟเฟอร์			1	4	48	
- ไดโซเดียม-อีดีทีเอ-ไดไฮเดรต	1.179	250				1.179
- แมกนีเซียมซัลเฟต	0.78					0.78
- แอมโมเนียมคลอไรด์	16.9					16.9
2.สารละลาย Eriochorome Black T			1	4	48	
- สารละลาย Eriochorome Black T	0.5	100				1
- ไฮดรอกซีลามีนไฮโดรคลอไรด์	4.5					9
- เอทธนอล 95%	100					200
3.สารละลายอีดีทีเอ 0.01 M						
- ไดโซเดียม-อีดีทีเอ-ไดไฮเดรต	3.723	1000	25	100	1200	7.446
4.สารละลายมาตรฐานแคลเซียม						
- แคลเซียมคาร์บอเนต	1	1000				1
- กรดไฮโดรคลอริก	10					10

8.2) วิธีการเตรียมสารเคมี

8.2.1) สารละลายบัฟเฟอร์

- ชั่ง แอมโมเนียมคลอไรด์ (Ammonium Chloride, NH_4Cl) 16.9 กรัม ละลายในแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น (Cone. Ammonium Hydroxide, Conc.NH_4OH) 143 มล. เติมเกลือแมกนีเซียมของอีดีทีเอ (Magnesium Salt of EDTA) 1.25 กรัม และปรับปริมาตรเป็น 250 มล. ด้วยน้ำกลั่นในขวดปรับปริมาตร เก็บสารละลายบัฟเฟอร์ ในขวดพลาสติก หรือขวดแก้ว ไม่ควรเก็บสารละลายนี้เกิน 1 เดือน และปิดจุกให้แน่นเพื่อป้องกันการสูญเสียแอมโมเนีย หรือการดูดซึมจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

8.2.2) สารละลาย Eriochorome Black T

- ชั่ง อิริโอโครม แบลค ที 0.5 กรัม กับไฮดรอกซีลามีนไฮโดรคลอไรด์ 4.5 กรัม แล้วละลายในเอทธานอล 95 % 100 มล.

8.2.3) สารละลายอีดีทีเอ 0.01 M

- ชั่ง อีดีทีเอไดโซเดียมซอลท์ (EDTA di-Sodium Salt, EDTA) 3.723 กรัม ละลายในน้ำกลั่นต้มที่ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 1000 มล. ด้วยน้ำกลั่นต้ม ในขวดปรับปริมาตร เก็บสารละลายในขวด Polyethylene หรือขวดแก้ว Borosilicate glass

8.2.4) สารละลายมาตรฐานแคลเซียม

- ชั่ง แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate, $CaC0_3$) ชนิด Primary Standard (ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 100±2 °c เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) 1.000 กรัม ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มล. วางกรวยไว้บนคอขวดค่อยเติม 1+1 HCl ลงไปทีละน้อย เพื่อละลายแคลเซียมคาร์บอเนตจนหมดพอดี เติมน้ำกลั่นประมาณ 200 มล. นำไปต้มให้เดือดประมาณ 2-3 นาที เพื่อไล่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ($C0_2$) ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติมเมทธิลเรดอินดิเคเตอร์ (Methyl Red Indicator) ลงไป 2-3 หยด ปรับให้เป็นกลางด้วย 3N NH_4OH หรือ 1+1 HCl จนมีสีเหลืองอมส้มหรือสีส้มกลาง ๆ ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 1000 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นที่ต้มไล่คาร์บอนไดออกไซด์ ($C0_2$)

9) สัปดาห์ที่ 9 ของแข็ง ไม่ใช้สารเคมี

10) สัปดาห์ที่ 10 ออกซิเจนละลายน้ำ

10.1) ปริมาณสารเคมีที่ใช้

สารเคมี	จำนวน (g,ml)	ปริมาตรรวม (ml)	ปริมาตรที่ใช้/ตัวอย่าง (g/ml)	ปริมาตรที่ใช้/กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณรวม 12 กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณสารที่ใช้ (g/ml)
1.สารละลายแมงกานีสซัลเฟต			1	4	48	
- $MnSO_4.H_2O$	182	500				182
2.สารละลาย AIA			1	4	48	
สารเคมี	จำนวน (g,ml)	ปริมาตรรวม (ml)	ปริมาตรที่ใช้/ตัวอย่าง (g/ml)	ปริมาตรที่ใช้/กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณที่ใช้รวม 12 กลุ่ม (g/ml)	สรุปปริมาณสารที่ใช้ (g/ml)
- โซเดียมไฮดรอกไซด์	250	500				250
- โปตัสเซียมไอโอไดด์	75					75

- โซเดียมเอไซด์	5					5
3.กรดซัลฟิวริคเข้มข้น	1	1	1	4	48	96
4.น้ำแป้ง			0.5	2	24	
- Strach Sloble	2	100				4
- กรดซาลิไซลิก	0.2					0.4
5.สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต						
- $Na_2S_2O_2.5H_2O$	6.205	1000	10	40	480	6.205
- โซเดียมไฮดรอกไซด์	0.4					0.4
6.สารละลายโปตัสเซียมไดโครเมต						

10.2) วิธีการเตรียมสารเคมี

6.2.1) สารละลายแมงกานีสซัลเฟต

- ละลาย $MnSO_4.4H_2O$ 480 กรัม ในน้ำกลั่นปรับปริมาตร 1 ลิตร

6.2.2) สารละลาย AIA

- ละลาย 10 กรัม NaN_3 ในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร

- ละลาย 500 กรัม NaOH และ 135 กรัม Nal ในน้ำกลั่น คนจนละลายหมด แล้วผสมสารละลายทั้ง 2 เข้าด้วยกันแล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร

6.2.3) น้ำแป้ง

- ละลายแป้งมัน 2 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ต้มจนเป็นเนื้อเดียวกัน เติมกรดซาลิกไซลิก 0.2 กรัม เพื่อกันบูด

6.2.4) สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต

- ละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3.5H_2O$) 6.205 กรัม ในน้ำกลั่นเติม 0.4 กรัม โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร

11) สัปดาห์ที่ 11 บีโอดี (BOD)

11.1) ปริมาณสารเคมีที่ใช้

สารเคมี	จำนวน (g,ml)	ปริมาตรรวม (ml)	ปริมาตรที่ใช้/ตัวอย่าง (g/ml)	ปริมาตรที่ใช้/กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณรวม 12 กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณสารที่ใช้ (g/ml)
1.สารละลายแมงกานีสซัลเฟต			1	4	48	
- $MnSO_4.H2O$	182	500				182
2.สารละลาย AIA			1	4	48	
- โซเดียมไฮดรอกไซด์	250	500				250
- โปตัสเซียมไอโอไดด์	75					75
- โซเดียมเอไซด์	5					5
3.กรดซัลฟิวริคเข้มข้น	1	1	1	4	48	96
4.น้ำแป้ง			0.5	2	24	
- Strach Sloble	2	100				4
- กรดซาลิไซลิก	0.2					0.4
5.สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต						
- $Na_2S_2O_2.5H_2O$	6.205	1000	10	40	480	6.205
- โซเดียมไฮดรอกไซด์	0.4					0.4
6. สารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์						
- KH_2PO_4	4.25	500				4.25
- KH_2PO_4	10.875					10.875
- $Na_2HPO_4.7H_2O$	16.7					16.7
- NH_4Cl	0.85					0.85
7. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต						
- $MgSO_4.7H_2O$	11.25	500				11.25
8. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์						
- $CaCl_2$	13.75	500				13.75
สารเคมี	จำนวน (g,ml)	ปริมาตรรวม (ml)	ปริมาตรที่ใช้/ตัวอย่าง (g/ml)	ปริมาตรที่ใช้/กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณรวม 12 กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณสารที่ใช้ (g/ml)
9. สารละลายเฟอร์ริคคลอไรด์						
- $FeCl_3.6H_2O$	0.125	500				0.125

11.2) วิธีการเตรียมสารเคมี

11.2.1) สารละลายแมงกานีสซัลเฟต

- ละลาย $MnSO_4.4H_2O$ 480 กรัม เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

11.2.2) สารละลาย AIA

- ละลาย 10 กรัม NaN_3 ในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร

- ละลาย 500 กรัม NaOH และ 135 กรัม NaI ในน้ำกลั่น คนจนละลายหมด แล้วผสมสารละลายทั้ง 2 เข้าด้วยกันแล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร

11.2.3) น้ำแป้ง

- ละลายแป้งมัน 2 กรัมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ต้มจนเป็นเนื้อเดียวกัน

11.2.4) สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต

- ละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3.\ 5H_2O$) 6.205 กรัม ในน้ำกลั่นเติม 0.4 กรัมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร

11.2.6) สารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์

- ละลาย KH_2PO_4 21.75 กรัม $Na_2HPO_4.7H_2O$ 33.4 กรัม และ NH_4CL 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้ควรมีพีเอชเท่ากับ 7.2

11.2.7) สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต

- ละลาย $MgSO_4.7H_2O$ 22.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

11.2.8) สารละลายแคลเซียมคลอไรด์

- ชั่งแคลเซียมคลอไรด์ : ละลาย $CaCl_2$ 27.5 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

11.2.9) สารละลายเฟอร์ริคคลอไรด์

- ละลาย $FeCl_3.6\ H_2O$ 0.25 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

12) สัปดาห์ที่ 12 ซีโอดี (COD)

12.1) ปริมาณสารเคมีที่ใช้

สารเคมี	จำนวน (g,ml)	ปริมาตรรวม (ml)	ปริมาตรที่ใช้/ตัวอย่าง (g/ml)	ปริมาตรที่ใช้/กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณรวม 12 กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณสารที่ใช้ (g/ml)
1.สารละลายโปตัสเซียมไดโครเมต			6	36	432	

0.1 N						
- โพแทสเซียมไดโครเมต	4.903	1000				4.903
- กรดซัลฟิวริก	167					167
- ปรอทซัลเฟต	33.3					33.3
2. สารละลายกรดซัลฟิวริกเติมเงินซัลเฟต			14	84	1008	
- เงินซัลเฟต	10.18	1000				10.18
- กรดซัลฟิวริก	1000					1000
3. สารละลายเฟอร์โรอิน			0.5	3	36	
- 1,10 ฟีแนนโทลีนโมโนไฮเดรต	1.485	100				1.485
- เฟอร์รัสซัลเฟต	0.695					0.695
4. สารละลาย FAS 0.1 N						
- $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$	39	1000				78
- กรดซัลฟิวริกเข้มข้น	20					40

12.2) วิธีการเตรียมสารเคมี

12.2.1) สารละลายโปตัสเซียมไดโครเมต 0.1 N

- ละลาย 12.259 กรัม $K_2Cr_2O_7$ (อบแห้งที่ 103 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง) ในน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำจนครบ 1 ลิตร (ถ้าจำเป็นให้เติม 120 มิลลิกรัมกรดซัลฟามิกเพื่อกำจัดไนไตรท์ซึ่งขัดขวางการวิเคราะห์)

12.2.2) สารละลายกรดซัลฟิวริกเติมเงินซัลเฟต

- เติมผง Ag_2SO_4 22 กรัม ลงใน Conc. H_2SO_4 4 กิโลกรัม ทิ้งไว้ 1 ถึง 2 วัน เพื่อให้ Ag_2SO_4 ละลาย

12.2.3) สารละลายเฟอร์โรอิน

- ละลาย 1.485 กรัม 1,10 – ฟีแนนโทลีนโมโนไฮเดรต และ 695 มิลลิกรัม $FeSO_4.7H_2O$ ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 100 มิลลิลิตร

12.2.4) สารละลาย FAS 0.1 N

- ละลาย 98 กรัม $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ (FAS) ในน้ำกลั่น เติม 20 มิลลิลิตร Conc. H_2SO_4 ทิ้งให้เย็น เติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร

13) สัปดาห์ที่ 13 แอมโมเนียไนโตนเจน

13.1) ปริมาณสารเคมีที่ใช้

สารเคมี	จำนวน (g,ml)	ปริมาตรรวม (ml)	ปริมาตรที่ใช้/ตัวอย่าง (g/ml)	ปริมาตรที่ใช้/กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณรวม 12 กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณสารที่ใช้ (g/ml)
1. สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์			25	50	600	
- โซเดียมเตตระบอเรต	0.4	1000				0.4
- โซเดียมไฮดรอกไซด์	9.5	1000				9.5
2. สารละลายโซเดียมซัลไฟต์			1	2	24	288
- โซเดียมซัลไฟต์	0.45	500				0.45
3. สารละลายกรดบอริค 2 %			50	100	1200	
- กรดบอริก	20	1000				40
4. สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม			0.5	1	12	
- เมทธิลเรด	0.2	150				0.2
- เอทธานอล 95 %	150					150
- เมทธิลลีนบูล	0.1					0.1
5. กรดซัลฟิวริก เข้มข้น 0.02 N	3	1000	50	100	1200	6
6. เมทิลออเรนจ์	0.05	100				0.05

13.2) วิธีการเตรียมสารเคมี

13.2.1) สารละลายบอเรตบัฟเฟอร์

- เติม 88 มิลลิลิตร 0.1 N NaOH ลงในสารละลาย 0.25M $Na_2B_4O_7$ แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 1 ลิตร

13.2.2) สารละลายโซเดียมซัลไฟต์

- ชั่งโซเดียมซัลไฟต์ 0.45 g ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตร 500 ml

13.2.3) สารละลายกรดบอริค 2 %

- ละลาย 20 g H_3BO_3 ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 1 ลิตร

13.2.4) สารละลายอินดิเคเตอร์ผสม

- ละลาย 200 มิลลิกรัม เมทิลเรดอินดิเคเตอร์ใน 95% เอธิลแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร แล้วละลาย 100 มิลลิกรัม เมทธิลีนบลูใน 95% เอธิลแอลกอฮอล์ 50 มิลลิลิตร ผสมทั้ง 2 เข้าด้วยกัน สมารถเก็บไว้ได้ 1 เดือน

13.2.5) กรดซัลฟิวริก เข้มข้น 0.02 N

- เจือจาง 0.5 มิลลิลิตร Conc.H_2SO_4 ด้วยน้ำกลั่นจนเป็น 1 ลิตร

13.2.8) เมทิลออเรนจ์

- ชั่ง เมทธิลออเรนจ์ 500 มก. ในน้ำกลั่นจำนวนเล็กน้อย แล้วเจือจางจนได้ปริมาตร 100 มล.

14) สัปดาห์ที่ 14 ฟอสฟอรัส

14.1) ปริมาณสารเคมีที่ใช้

สารเคมี	จำนวน (g,ml)	ปริมาตรรวม (ml)	ปริมาตรที่ใช้/ตัวอย่าง (g/ml)	ปริมาตรที่ใช้/กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณรวม 12 กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณสารที่ใช้ (g/ml)
1. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน	1	1	0.5	1.5	18	
- ไดโซเดียมฟีนอล์ฟทาลีน	1	200				1
- เอทานอล	200	200				200
2. สารละลายกรดซัลฟิวริก 5 N					150	
- กรดซัลฟิวริก เข้มข้น	70	500				70
3. สารละลายโปตัสเซียมแอนติโมนิวส์ทาร์เลต					21	
- โปตัสเซียมแอนติโมนิวส์ทาร์เลต	1.37	500				1.37
4. สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต					45	
- แอมโมเนียมโมลิบเดต	20	500				20

5. สารละลายแอสคอบิค					90	
- กรดแอสคอบิค	1.76	100				1.76
สารเคมี	จำนวน (g,ml)	ปริมาตรรวม (ml)	ปริมาตรที่ใช้/ตัวอย่าง (g/ml)	ปริมาตรที่ใช้/กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณรวม 12 กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณสารที่ใช้ (g/ml)
6. สารละลายสต๊อกฟอสเฟต						
- KH_2PO_4	0.2195	1000				0.2195
7. สารละลายกรดไนตริกเข้มข้น	5	15	5	15	180	2160
8. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น	1	3	1	3	36	432
9. แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต	0.4	1.2	0.4	1.2	14.4	14.4
10. สารละลายซัลฟิวริก	150	500	1	3	36	150
11. สารละลายมาตรฐานฟอสเฟต:			2	6	72	

14.2) วิธีการเตรียมสารเคมี

14.2.1) สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน

- ชั่ง ฟีนอล์ฟทาลีน 500 มก. กรัม ในเอธานอล 95% จำนวนเล็กน้อย แล้วเจือจางจนได้ปริมาตร 100 มล.

14.2.2) สารละลายกรดซัลฟิวริก 5 N

- เติมกรด H_2SO_4 Conc. 70 มล.แล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 500 มล.

14.2.3) สารละลายโปตัสเซียมแอนติโมนิวส์ทาร์เลต

- ชั่ง 1.3715 กรัม $K(SbO)-C_4H_4O_6 \cdot 1/2H_2O$ ในน้ำกลั่น 200 มล. เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 มล. เก็บในขวดแก้ว

14.2.4) สารละลายแอสคอบิค

- ละลาย 1.76 กรัม กรด Ascorbic ในน้ำกลั่น 100 มล. สารละลายนี้ อยู่ตัวประมาณ 1 สัปดาห์ ถ้าเก็บไว้ที่ 4 °C ในขวดสีชา

14.2.5) สารละลายสต๊อกฟอสเฟต

- ละลาย 0.2197 กรัม โปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) โดยอบแห้งที่ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง เติม 1 มิลลิลิตร Chloroform แล้วเติมน้ำกลั่น ปรับ

ปริมาตรเป็น 1 ลิตร สารละลายนี้ จะต้องเก็บไว้ในที่มืดในตู้เย็นและจะเก็บได้นาน 1 เดือน (สารละลายฟอสเฟตเข้มข้น มีความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร)

14.2.6) สารละลายมาตรฐานฟอสเฟต

- ปิเปตสารละลายฟอสเฟตเข้มข้น 25 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร สารละลายจะเก็บไว้ใช้ได้ไม่เกิน 1–2 วัน (สารละลายมาตรฐานฟอสเฟตมีความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร)

15) สัปดาห์ที่ 15 น้ำมันและไขมัน

สารเคมี	จำนวน (g,ml)	ปริมาตรรวม (ml)	ปริมาตรที่ใช้/ตัวอย่าง (g/ml)	ปริมาตรที่ใช้/กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณรวม 12 กลุ่ม (g/ml)	ปริมาณสารที่ใช้ (g/ml)
1.กรดซัลฟิวริก	2	2	2	2	24	24
2.เฮกเซน	250	250	250	250	3000	3000

ข้อพึงระวัง

ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้ด้านการคำนวณปริมาณสารสัมพันธ์ การจัดแยกประเภทของเสียอันตราย

ขณะปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานต้องคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยอยู่เสมอ คือ สวมเสื้อกาวน์ สวมถุงมือ ผ้าปิดปากขณะเตรียมสารเคมี

หากผู้ปฏิบัติงานต้องเตรียมสารเคมีที่เป็นกรด จะเตรียมในตู้ดูดควันเท่านั้น และเติมกรดลงในน้ำทุกครั้ง

สาละลายที่เตรียมแล้วมีการจัดเก็บไม่เหมือนกัน ควรศึกษาวิธีการจัดเก็บสารละลายที่ถูกต้อง

สารละลายส่วนกลางที่เป็นกรด เทใส่บีกเกอร์แล้ววางไว้ในตู้ดูดควันเท่านั้น และควรเตรียมอุปกรณ์และเครื่องแก้ว ที่ต้องใช้ร่วมกันไว้ด้วย

บทปฏิบัติการที่มีการใช้กระดาษกรอง ผู้ปฏิบัติงานต้องอบกระดาษกรองที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และเก็บไว้ในตู้ดูดความชื้น ก่อนทำปฏิบัติการทุกครั้ง

สารเคมีไม่เพียงพอ เนื่องจากนักศึกษาใช้สารเคมีเกินความจำเป็น เช่น ทำการทดลองผิดหรือใช้สารมากกว่าปริมาณที่ระบุไว้ในคู่มือ จึงควรให้นักศึกษา อ่านหรือทำความเข้าใจคู่มือปฏิบัติการก่อนมาทำปฏิบัติการ

สารเคมีเสื่อมสภาพ ซึ่งอาจเกิดจากหมดอายุทำให้ประสิทธิภาพของสาร และการจัดเก็บรักษาไม่ถูกต้องตามหลักการจัดเก็บสารเคมี ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการทำบัญชีควบคุมสารเคมี (ระบบ Cheminvent) เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบสารเคมีคงเหลือ และตรวจเช็คประสิทธิภาพสารเคมี

ขั้นตอนที่ 7 ทดสอบก่อนมีปฏิบัติการ

ผู้ปฏิบัติงานทำการทดลองตามปฏิบัติการ เพื่อทดสอบความใช้ได้ของสารเคมีที่เตรียม เมื่อผู้ปฏิบัติงานได้ทำการเตรียมสารเคมีเสร็จครบเรียบร้อยแล้ว ให้ทดลองทำปฏิบัติการโดยอาจใช้น้ำประปาเป็นน้ำตัวอย่างแทน หรือใช้น้ำผิวดินในบริเวณใกล้เคียงเป็นตัวอย่าง เพื่อทำการทดสอบสารเคมีพร้อมบันทึกผลการทดสอบ เมื่อผู้ปฏิบัติงานได้ทำการทดสอบเสร็จเรียบร้อย ให้แจ้งต่ออาจารย์ผู้สอนรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม เพื่ออาจารย์จะสามารถใช้เป็นข้อมูลในการเลือกแหล่งน้ำที่จะนำมาให้นักศึกษาใช้ในการเรียนวิชาปฏิบัติการต่อไป

ข้อพึงระวัง

หากผลการทดลองไม่เป็นไปตามทฤษฎี เนื่องจากเกิดการ เสื่อมสภาพของสารเคมี ควรสั่งซื้อสารที่มีขนาดบรรจุปริมาณน้อย แทนการสั่งซื้อสารที่มีขนาดบรรจุภัณฑ์ปริมาณมาก เพราะสารเคมีบางชนิดเกิดการเสื่อมสภาพได้ง่ายหลังจากเปิดใช้

บันทึกผลการทดลองเพื่อตรวจสอบความใช้ได้ของสารเคมี

วิเคราะห์ Chemical Oxygen Demand (COD)

ตารางการหาความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardization) ของ FAS

No.	ปริมาตรของ $K_2Cr_2O_7$ (mL)	นอมัลนิตี้ของ $K_2Cr_2O_7$	ปริมาตร FAS ที่ใช้ไตเตรท (mL)	นอมัลนิตี้ของ FAS
			ค่าเฉลี่ย	

ความเข้มข้นที่แน่นอนของ FAS มีค่าเท่ากับ ..... N

ตารางผลวิเคราะห์ Chemical Oxygen Demand (COD)

ตัวอย่างที่	ปริมาตรของตัวอย่าง	ปริมาตร FAS ที่อ่านจากบิวเรท			นอร์มัลลิตี้ของ FAS	COD (mg/L)
		เริ่มต้น	สุดท้าย	ใช้ไป		

ภาพที่ 4.67 ตัวอย่างการบันทึกผลการทดลองเพื่อตรวจสอบความใช้ได้ของสารเคมี

ขั้นตอนที่ 8 จัดเตรียมสารเคมีวางที่โต๊ะปฏิบัติการ ตามกลุ่มการทดลอง

ผู้ปฏิบัติงานจัดสารเคมีวางที่โต๊ะทำปฏิบัติการตามกลุ่มการทดลองโดยผู้ปฏิบัติงานจะทำการเตรียมสารเคมีตามโต๊ะปฏิบัติการใน 1 โต๊ะปฏิบัติการอาจจะมีจำนวน 1 กลุ่มหรือ 2 กลุ่มขึ้นอยู่กับการจัดกลุ่มของอาจารย์ผู้สอน และจำนวนนักศึกษาในปีนั้น ๆ ผู้ปฏิบัติงานจะทำการวางสารเคมีโต๊ะละ 1 ชุดการทดลอง ซึ่งเพียงพอสำหรับนักศึกษา 1-2 กลุ่ม สำหรับสารเคมีที่ใช้ส่วนรวมจะวางอยู่ที่โต๊ะปฏิบัติการกลางและสารเคมีที่เป็นกรดจะวางอยู่ในตู้ดูดควัน

จัดวางสารเคมี/สารละลายสำหรับการทำปฏิบัติการ บริเวณพื้นที่สำหรับวางสารเคมีของแต่ละกลุ่มปฏิบัติการ จำนวน 6 กลุ่ม ตามแผนผังห้องปฏิบัติการ ภาพที่ 4.71 โดยมีการดำเนินงาน ดังนี้

1) กรณีที่เป็นสารละลาย ให้วางบีกเกอร์สำหรับแบ่งสารละลายจากภาชนะบรรจุ ที่ติดฉลากชื่อสารละลายเรียบร้อยแล้ว ไว้ข้างภาชนะบรรจุสารละลายด้วย

2) กรณีที่เป็นสารเคมี/สารละลาย ที่ระเหยง่าย ไอระเหยมีกลิ่นเหม็น ให้จัดวางในตู้ดูดควัน พร้อมวางบีกเกอร์สำหรับแบ่งสารเคมี/สารละลาย จากภาชนะบรรจุที่ติดฉลากชื่อสารเคมี/สารละลายเรียบร้อยแล้ว ไว้ข้างภาชนะบรรจุสารละลายด้วย

3) กรณีที่การทำปฏิบัติการต้องชั่งสารเคมี ให้วางขวดสารเคมีและวางบีกเกอร์สำหรับแบ่งสารเคมีจากภาชนะบรรจุ ที่ติดฉลากชื่อสารเคมีเรียบร้อยแล้วพร้อมช้อนตักสาร ไว้ข้างเครื่องชั่ง

ข้อพึงระวัง

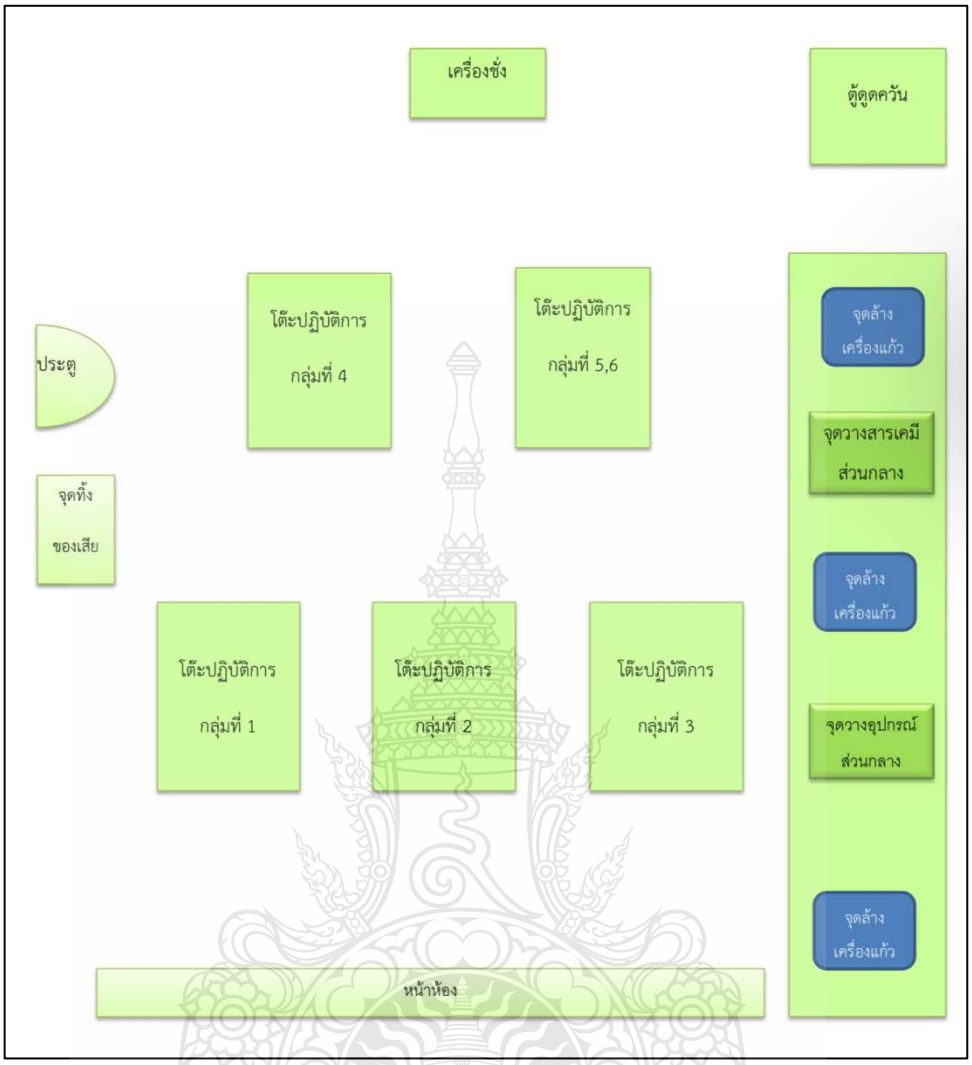
ผู้ปฏิบัติงานจัดวางเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมีสำหรับการเรียนการสอนปฏิบัติการไม่ครบ ควรทำทวนสอบการจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ที่จัดเตรียมเรียบร้อยแล้วกับแบบฟอร์มรายการเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมีสำหรับทำปฏิบัติการ

การวางสารเคมีส่วนกลางหากเป็นของแข็งเตรียมช้อนตักสารวางไว้ร่วมด้วย หากเป็นของเหลววางกระบอกตวง และบีกเกอร์ไว้ร่วมด้วย โดยเลือกขนาดที่เหมาะสมกับปริมาณที่ใช้

ภาพที่ 4.68 ตัวอย่างการจัดวางสารเคมีส่วนกลาง ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 1

ภาพที่ 4.69 ตัวอย่างการจัดวางสารเคมีส่วนกลาง ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 1

ภาพที่ 4.70 ตัวอย่างการจัดวางสารเคมีอุปกรณ์และสารเคมีตามโต๊ะปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 1



ภาพที่ 4.71 แผนผังประกอบการจัดวางสารเคมี ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 1

ขั้นตอนที่ 9 ตรวจสอบการเบิกตะกร้าอุปกรณ์

นักศึกษาเบิกตะกร้าอุปกรณ์และนั่งตามกลุ่มการทดลอง เมื่อนักศึกษาเข้าเรียนปฏิบัติการตามวันและเวลาที่กำหนด นักศึกษาจะต้องลงชื่อเข้าใช้ห้องปฏิบัติการ และตัวแทนของแต่ละกลุ่มจะลงบันทึกการใช้เครื่องมือที่ต้องใช้สำหรับการทำปฏิบัติการในแต่ละครั้ง เมื่อเสร็จแล้วตัวแทนของนักศึกษาในแต่ละกลุ่มจะมาลงชื่อเบิกตะกร้าอุปกรณ์ พร้อมตรวจสอบจำนวนอุปกรณ์ในตะกร้าตามแบบฟอร์มใบสำคัญยืม-คืนอุปกรณ์ แล้วจึงยกตะกร้าไปที่โต๊ะปฏิบัติการของกลุ่มตนเอง โดยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เป็นส่วนกลาง จัดเตรียมดังนี้

1) เครื่องมือจะถูกจัดวางประจำห้องปฏิบัติการอยู่แล้ว ปฏิบัติการใดต้องใช้เครื่องมืออะไรให้จัดเตรียมเครื่องมือนั้น ๆ และตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือก่อนใช้งาน

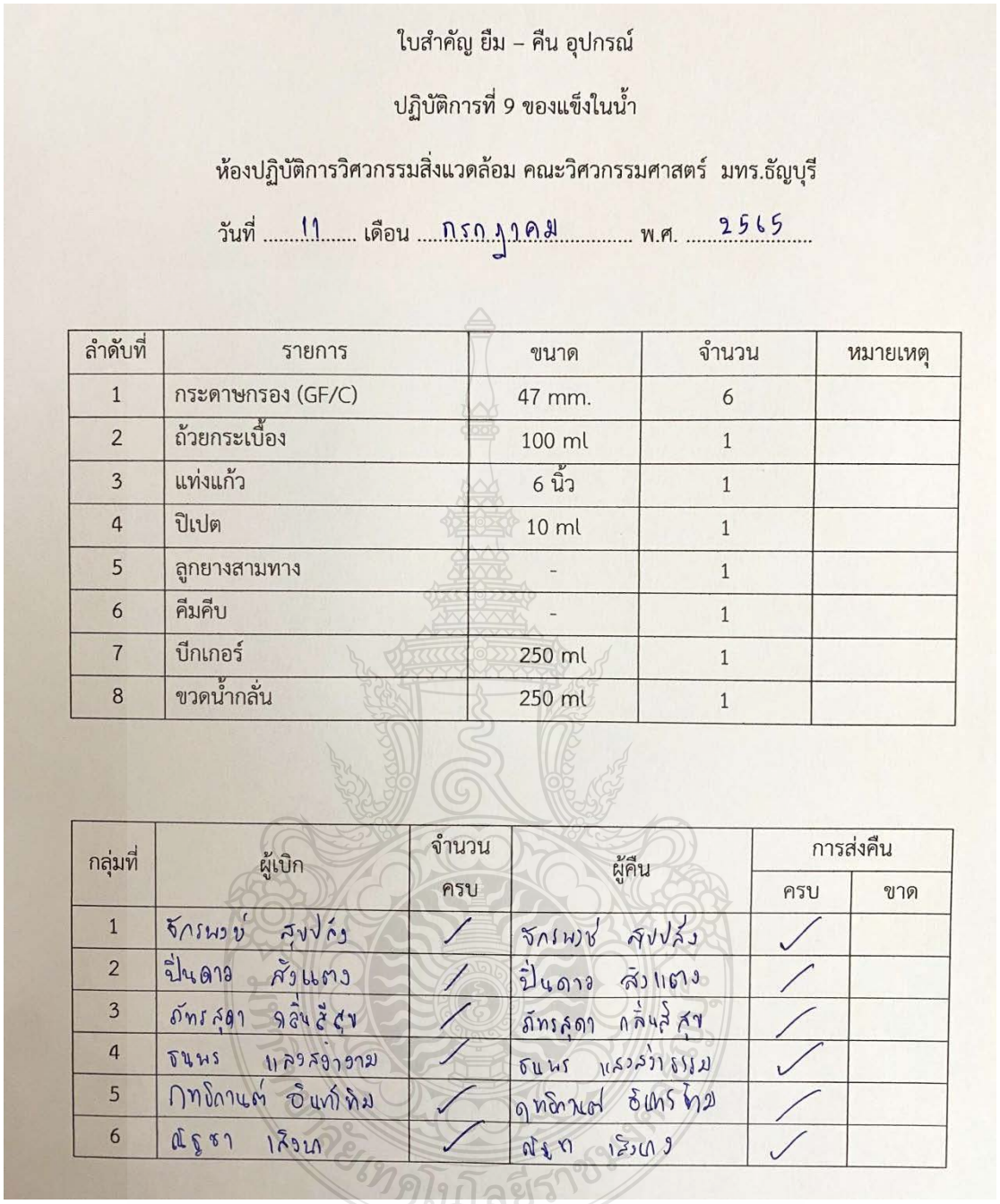
2) จัดวางอุปกรณ์ ที่ต้องใช้ในการทำปฏิบัติการตามตารางเรียนรายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม เสร็จสิ้นก่อนเริ่มการเรียนการสอนปฏิบัติการอย่างน้อย 30 นาที

ข้อพึงระวัง

ผู้ปฏิบัติงานจัดวางเครื่องมือ/อุปกรณ์/สารเคมีสำหรับการเรียนการสอนปฏิบัติการไม่ครบ ควรทำทวนสอบการจัดเตรียมเครื่องมือ/อุปกรณ์ที่จัดเตรียมเรียบร้อยแล้วกับแบบฟอร์มรายการเครื่องมือ/อุปกรณ์/สารเคมี สำหรับทำปฏิบัติการ

นักศึกษาไม่มารับวัสดุอุปกรณ์ ตามวันและเวลาที่กำหนด ผู้ปฏิบัติงานควรกำหนดวันและเวลาในการรับวัสดุ อุปกรณ์ให้ชัดเจน

นักศึกษาไม่มีการตรวจสอบ วัสดุ อุปกรณ์ ตามที่ได้รับว่าครบถ้วนสมบูรณ์หรือไม่ ควรให้นักศึกษาต้องตรวจสอบ ความพร้อมและความครบถ้วนตาม จำนวนของวัสดุและอุปกรณ์ก่อนที่จะมีการเรียน เนื่องจาก นักศึกษาไม่รู้จักวัสดุอุปกรณ์ ผู้ปฏิบัติงานควรอธิบายวัสดุ อุปกรณ์ ต่าง ๆ ภายในห้องปฏิบัติการทั้งหมดก่อนเริ่มทำปฏิบัติการ



ใบสำคัญ ยืม – คืน อุปกรณ์

ปฏิบัติการที่ 9 ของแข็งในน้ำ

ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.ธัญบุรี

วันที่ 11 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2565

ลำดับที่	รายการ	ขนาด	จำนวน	หมายเหตุ
1	กระดาษกรอง (GF/C)	47 mm.	6	
2	ถ้วยกระเบื้อง	100 ml	1	
3	แท่งแก้ว	6 นิ้ว	1	
4	ปิเปต	10 ml	1	
5	ลูกยางสามทาง	-	1	
6	คีมคีบ	-	1	
7	บีกเกอร์	250 ml	1	
8	ขวดน้ำกลั่น	250 ml	1	

กลุ่มที่	ผู้เบิก	จำนวน ครบ	ผู้คืน	การส่งคืน ครบ	การส่งคืน ขาด
1	จักรพงษ์ สุขปลั่ง	✓	จักรพงษ์ สุขปลั่ง	✓	
2	ปิ่นดาว สังแตง	✓	ปิ่นดาว สังแตง	✓	
3	ภัทรสุดา กลิ่นสุข	✓	ภัทรสุดา กลิ่นสุข	✓	
4	ธนพร แสงสว่างธรรม	✓	ธนพร แสงสว่างธรรม	✓	
5	ฤทธิณเดช อินทร์ทิม	✓	ฤทธิณเดช อินทร์ทิม	✓	
6	สุธา เสืองเง	✓	สุธา เสืองเง	✓	

ภาพที่ 4.72 แบบฟอร์มใบสำคัญยืม-คืนอุปกรณ์

ขั้นตอนที่ 10 อธิบายขั้นตอนการทดลอง

ผู้ปฏิบัติงานอธิบายขั้นตอนการทดลองโดยอธิบายจาก Flowchart ที่เขียนบนกระดานพร้อมชี้แจงข้อสังเกต ข้อควรระวัง และการจัดทิ้งของเสียจากปฏิบัติการอย่างละเอียด เพื่อให้เกิดความปลอดภัยสำหรับนักศึกษา อีกทั้งเป็นการป้องกันอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้เครื่องมืออุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการฯ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.1) ผู้ปฏิบัติงานอธิบายขั้นตอนการทดลองโดยอธิบายจาก Flowchart โดยนักศึกษาต้องอ่านและศึกษาปฏิบัติการ ก่อนลงมือทำปฏิบัติการ ทั้งนี้สามารถศึกษาได้จากหนังสือปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ทราบวัตถุประสงค์ และเหตุผลของการทำปฏิบัติการทุกขั้นตอนก่อนเริ่มทำปฏิบัติการ เพราะจะทำให้รู้ว่าต้องปฏิบัติอย่างไร ควรทำสิ่งใดก่อนและหลัง ควรเพิ่มความระมัดระวังในขั้นตอนใดเป็นพิเศษ ซึ่งเป็นการลดโอกาสการเกิดอันตรายระหว่างการทำปฏิบัติการ นอกจากนี้ ยังช่วยให้ทำปฏิบัติการเสร็จในเวลารวดเร็ว

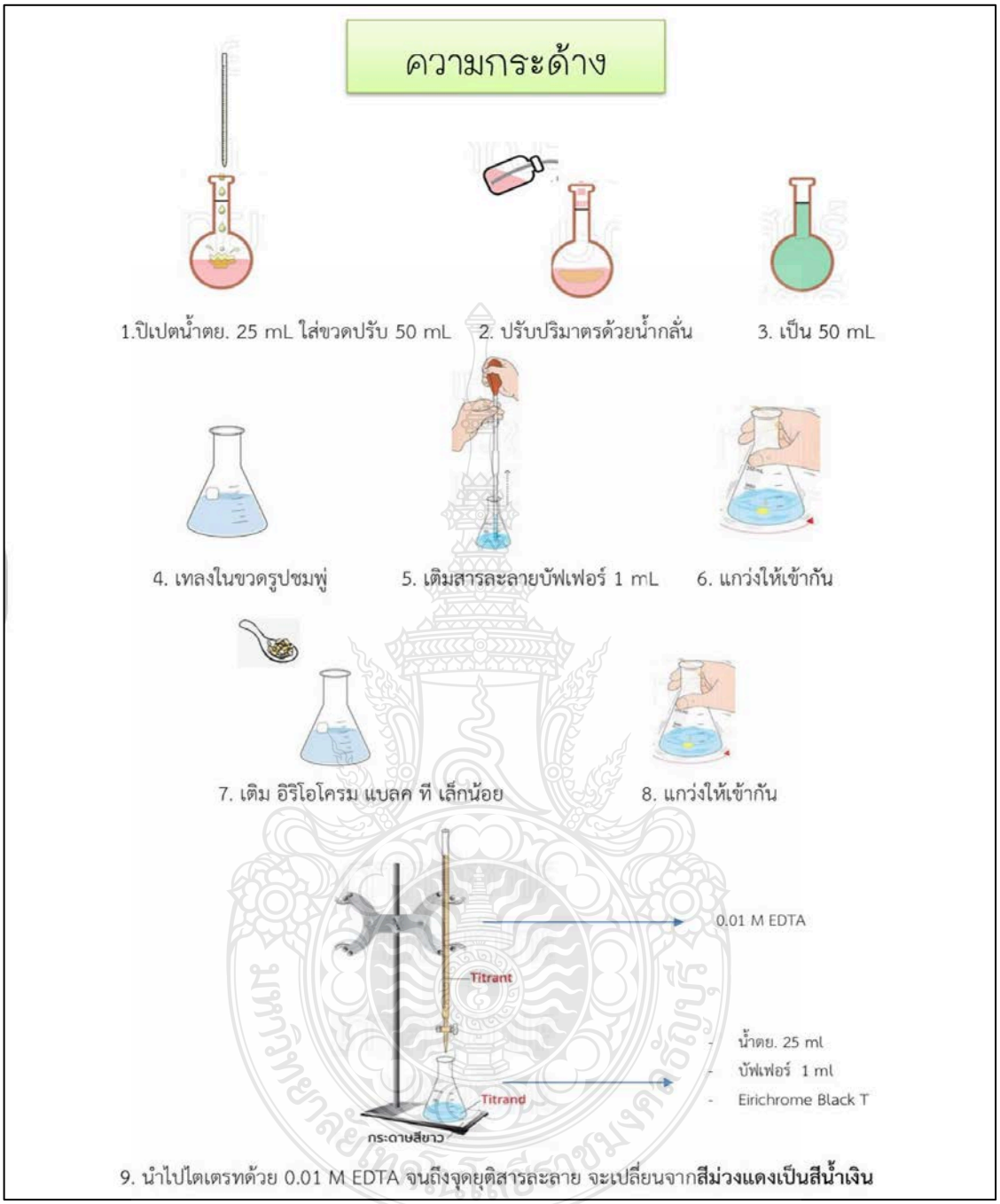
1.2) ผู้ปฏิบัติงานอธิบายขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีประจำห้องปฏิบัติการ

1.3) ผู้ปฏิบัติงานอธิบายข้อควรระวังในการใช้งานเฉพาะเครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีประจำห้องปฏิบัติการ

1.4) ผู้ปฏิบัติงานอธิบายขั้นตอนการจำแนกของเสียจากการทำปฏิบัติการ และวิธีการจัดทิ้งของเสียที่ถูกต้อง

ข้อพึงระวัง

นักศึกษาขาดความรู้ ความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือ ทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์และเครื่องมือ ควรให้นักศึกษา ศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือเบื้องต้น อย่างเข้าใจก่อนการใช้งาน หากยังไม่เข้าใจให้ ถามอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่



ภาพที่ 4.73 แสดงตัวอย่าง Flowchart การทดลอง

ขั้นตอนที่ 11 ควบคุมและดูแลการปฏิบัติงานของนักศึกษา

ในขณะที่นักศึกษากำลังทำปฏิบัติการนั้น ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่กำกับดูแลและอำนวยความสะดวกอาจารย์ผู้สอนและนักศึกษา เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปด้วยความเรียบร้อยในเวลาที่กำหนด และมีประสิทธิภาพ โดยการปฏิบัติดังนี้

1) ผู้ปฏิบัติงาน ตรวจสอบการแต่งกายของนักศึกษา ก่อนทำการปฏิบัติการต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ (Personal Protective Equipment) เนื่องจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมักได้รับอันตรายจากการทำงาน ได้แก่ ดวงตา ผิวหนัง ทางเดินหายใจ เป็นต้น ผู้ทำการปฏิบัติการต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

- ถุงมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

- เสื้อกาวน์ สำหรับหลักสูตรวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ได้กำหนดให้ นักศึกษาที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการฯ ต้องสวมเสื้อกาวน์ใช้สวมทับชุดปกติระหว่างปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่เกิดจากการหกกระเซ็นของสารเคมี ซึ่งมีรายละเอียด การแต่งกายดังภาพที่ 4.74

ภาพที่ 4.74 แสดงการแต่งกายสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

- รองเท้าควรสวมรองเท้าตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ รองเท้าที่ใช้สวมใส่ในห้องปฏิบัติการควรเป็นรองเท้าที่ปกปิดนิ้วเท้า และหุ้มส้น เพื่อป้องกันเท้ากรณีเกิดอุบัติเหตุ เช่น วัสดุตกกระทบหลังเท้า ทั้งนี้ไม่ควรใส่รองเท้าแตะ หรือรองเท้าส้นสูงในห้องปฏิบัติการ

2) ให้คำแนะนำนักศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการทำปฏิบัติการ โดยยึดวิธีการตามบทปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อมเป็นหลัก

3) กำกับดูแลไม่ให้นักศึกษาทำการอื่นใดนอกเหนือจากที่ระบุไว้ เพื่อป้องกันความผิดพลาดหรืออาจเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง อันจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ทำปฏิบัติการ และเกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินได้

4) การทำปฏิบัติการที่มีการใช้เครื่องมือพื้นฐาน ผู้ปฏิบัติงานควรให้คำแนะนำในการใช้อย่างถูกต้องตามคู่มือ แม้แต่การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ก็ต้องใช้ให้ถูกวัตถุประสงค์ เพื่อป้องกันการแตกหักเสียหาย รวมถึงการใช้สารเคมี ซึ่งสารเคมีทุกชนิดมีอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม หากใช้ไม่ถูกวิธีหรือไม่เหมาะสม เช่น หยิบสารเคมีโดยไม่อ่านฉลาก ความเข้มข้นของสารไม่เป็นไปตามที่ระบุในบทปฏิบัติการ ทำการทดลองผิดขั้นตอน การเทน้ำใส่กรดเข้มข้นจะเกิดการเดือดพุ่งอย่างรุนแรง ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ทำปฏิบัติการ และเป็นผลเสียต่อพื้นที่โดยรอบได้เป็นต้น

5) ให้คำแนะนำการใช้ตู้ดูดควัน หากสารที่ใช้ทำการทดลองเป็นสารที่มีอัตราการระเหยสูง ไอระเหยมีกลิ่นรุนแรง และมีผลต่อระบบทางเดินหายใจ

6) ผู้ปฏิบัติงานอธิบายให้นักศึกษาทราบถึง ลำดับขั้นตอนและวิธีการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

7) อำนวยความสะดวกระหว่างการปฏิบัติการทดลอง จัดหาอุปกรณ์หรือสารเคมีเพิ่มเติมให้เพียงพอต่อการใช้งาน ดูแลนักศึกษาให้ปฏิบัติตามระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด เช่น ไม่เล่นหรือส่งเสียงดังในห้องปฏิบัติการ ไม่นำอาหารและน้ำดื่มเข้ามารับประทานในห้องปฏิบัติการ ซึ่งอาจเกิดการปนเปื้อนสารเคมีได้ง่าย เมื่อรับประทานเข้าไปอาจเกิดผลเสียต่อสุขภาพ

8) การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าระหว่างการปฏิบัติการทดลอง การเผชิญเหตุที่อาจเกิดขึ้นระหว่างทำปฏิบัติการ เช่น

8.1) เครื่องมือที่ใช้ไฟฟ้าเกิดการช็อตหรือไฟรั่ว ให้ตัดไฟทันทีแล้วเปลี่ยนเครื่องใหม่ (หากมี) ติดป้ายระบุ “ชำรุด” เครื่องที่เสีย เพื่อรอดำเนินการซ่อมแซมให้ใช้งานได้ตามปกติ

8.2) การเกิดไอระเหยสารเคมีในปริมาณหนาแน่น ให้พานักศึกษาออกให้พ้นบริเวณ เร่งระบายอากาศในห้องปฏิบัติการออกโดยเร็ว โดยการเปิดประตู หน้าต่าง ใช้พัดลมระบายอากาศช่วยดึงอากาศออกจากห้องจนกว่าจะหมดกลิ่น จึงสามารถใช้ห้องปฏิบัติการได้ตามปกติ

8.3) การจัดการสารเคมีหกรั่วไหล ให้ปิดกั้นมิให้ผู้อื่นอยู่ในบริเวณที่สารเคมีหก หากมีผู้สัมผัสสารเคมีและได้รับอันตราย นำผู้ป่วยออกจากบริเวณทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้นและนำส่งโรงพยาบาลทันที ให้ผู้ปฏิบัติงานเปิดดูคุณสมบัติและวิธีจัดการจากเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารชนิดนั้น ๆ (Safety Data Sheet : SDS) ซึ่งจะระบุมาตรการจัดการเมื่อมีการหกรั่วไหล ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำตามวิธีการที่ระบุไว้ได้ด้วยความระมัดระวัง โดยสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสมเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพ จัดเก็บหรือกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสมเพื่อป้องกันการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม และรายงานเหตุให้ผู้บังคับบัญชาทราบ

ภาพที่ 4.75 แสดงการทำปฏิบัติการของนักศึกษา

ข้อพึงระวัง

นักศึกษาขาดระมัดระวังในการใช้สารเคมี ควรให้นักศึกษา ศึกษาทำความเข้าใจเรื่องอันตรายและความปลอดภัยจากการใช้สารเคมีให้มากขึ้น

ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการและวัสดุอุปกรณ์ โดยผู้ได้รับมอบหมายจัดเตรียม โดยการเปิดห้อง เปิดไฟ และเปิด เครื่องปรับอากาศให้พร้อมก่อนการเรียน และปิดเครื่องปรับอากาศ ปิดไฟ หลังทำปฏิบัติการเสร็จ

ขั้นตอนที่ 12 ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีต่างๆ หลังการใช้งาน

ผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบอุปกรณ์ทั้งหมดว่าชำรุดเสียหายหรือไม่ หลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานในแต่ละสัปดาห์ หากมีการชำรุดเสียหายให้ผู้ปฏิบัติงานทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อย เพื่อไว้ใช้ในการเรียนการสอนครั้งต่อไปเมื่อทำการซ่อมแซมอุปกรณ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว จัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ และตรวจสอบความเรียบร้อยของห้องเรียน เพื่อสะดวกต่อการตรวจนับรายการคงเหลือของรายวิชาปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม และเพื่อจัดเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการ

1) ผู้ปฏิบัติงานจัดเก็บอุปกรณ์ และสารเคมีหลังจากนักศึกษาทำปฏิบัติการเสร็จเพื่อวางอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการรายวิชาอื่น

2) ตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทำปฏิบัติการ หากพบว่าชำรุดเสียหายให้ดำเนินการซ่อมเบื้องต้น ถ้าซ่อมไม่ได้ให้ดำเนินการแจ้งซ่อมผ่านงานพัสดุของคณะวิศวกรรมศาสตร์

3) ดำเนินการตรวจสอบการปิดน้ำ ไฟ และเครื่องปรับอากาศทุกครั้งหลังการใช้งาน

4) ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นตามคำแนะนำที่ระบุไว้ในเอกสารการจัดทิ้งของเสียให้เรียบร้อยแล้ว

ข้อพึงระวัง

ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์และห้องเรียนหลังการใช้งาน หลังการเรียนปฏิบัติการทุกครั้ง ควรตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์และห้องเรียนหลังการใช้งานเพื่อให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหากพบการชำรุดเสียหายควรมีการแจ้งซ่อมในทันที ตรวจสภาพของอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดอย่างสม่ำเสมอ อุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่ไม่ได้ใช้งานต้องปิดสวิตซ์และดึงปลั๊กไฟออก

เมื่อนักศึกษานำวัสดุ อุปกรณ์มาคืน ควรตรวจสอบความเรียบร้อย และครบตามจำนวนตามใบยืม-คืน อุปกรณ์ ของห้องปฏิบัติการหรือไม่

ภาพที่ 4.76 แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนสายยางเครื่องกลั่นไนโตรเจน

ภาพที่ 4.77 แสดงตัวอย่างเครื่องแก้วชำรุดหลังทำปฏิบัติการ

ภาพที่ 4.78 แสดงตัวอย่างเครื่องมือชำรุดหลังทำปฏิบัติการ

ภาพที่ 4.79 แสดงตัวอย่างของเสียที่เกิดขึ้นหลังทำปฏิบัติการ

ขันตอนที่ 13 ควบคุมการปฏิบัติงานการจัดทิ้งของเสียจากปฏิบัติการ การล้างอุปกรณ์ และการทำความสะอาดพื้นที่

จากกระบวนการทดลองต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการของหลักสูตรวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมนั้น มีการใช้สารเคมี เครื่องมือ เครื่องแก้ว วัสดุและอุปกรณ์สิ้นเปลืองต่าง ๆ เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง จึงทำให้เกิดของเสียที่เป็นอันตรายหลายประเภท เช่น สารเคมีที่ติดไฟได้ง่าย เศษแก้วที่แตก กระดาษกรองที่ใช้แล้ว อุปกรณ์ประเภทใช้งานครั้งเดียวแล้วทิ้ง เป็นต้น ของเสียเหล่านี้จำเป็นจะต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสม เพื่อไม่ให้เป็นอันตรายต่อนักศึกษา บุคลากรและสิ่งแวดล้อม ในกระบวนการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการของหลักสูตรวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จึงมีขั้นตอนการดำเนินการ 4 ขั้นตอนดังนี้

1) การจำแนกประเภทของเสียจากห้องปฏิบัติการ

ของเสียจากห้องปฏิบัติการนั้น จะมีความแตกต่างจากของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมักเป็นของเสียที่มีองค์ประกอบไม่ซับซ้อน เพราะใช้สารเคมีที่ไม่หลากหลาย ในขณะที่ของเสียจากห้องปฏิบัติการจะมีความหลากหลายกว่ามาก เพราะห้องปฏิบัติการหรือห้องวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์มักมีกิจกรรมหลายรูปแบบ โดยเฉพาะห้องปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอน การวิจัยและการให้บริการทางวิชาการ ซึ่งมีการทดลองที่หลากหลาย เปลี่ยนแปลงไปในทุกสัปดาห์ตามวัตถุประสงค์ของกิจกรรม ทำให้ของเสียที่เกิดขึ้นมีหลายประเภทตามไปด้วย การจัดการของเสียโดยวิธีการจำแนกของเสียอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ทำให้เกิดการรั่วไหลของสารอันตรายสู่สิ่งแวดล้อม หรือการผสมกันของสารเคมีที่ไม่เข้ากันซึ่งก่อให้เกิดอันตรายได้ห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรมศาสตร์ของหลักสูตรวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จึงแยกของเสียออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1) ของเสียประเภทที่ไม่เป็นอันตราย (Non-Hazardous Waste Stream) ส่วนใหญ่จะเป็นของเสียทั่วไป โดยจัดกลุ่มได้ดังนี้

- ของเสียทั่วไป เช่น ถุงพลาสติก กระดาษทิชชู่ ภายในห้องปฏิบัติการ เป็นต้น

- พลาสติกที่รีไซเคิลได้ (Recyclable Plastic Product) ได้แก่ ขวดพลาสติกสำหรับใส่น้ำกลั่น ถุงมือผ้า เป็นต้น

- ขวดแก้วที่มีการปนเปื้อน (Glass) ได้แก่ ขวดสารละลาย ขวดแอลกอฮอลล์ ขวดสารเคมี เป็นต้น

1.2) ของเสียประเภทที่เป็นอันตราย (Hazardous Waste Stream) ส่วนใหญ่จะเป็นของเสียอันตรายที่เป็น ของเหลวหรือของแข็ง

2) การบำบัดและกำจัดของเสีย

ของเสียบางอย่างจากห้องปฏิบัติการอาจไม่นับว่าเป็นของเสียอันตรายที่ต้องรอส่งกำจัดทั้งหมด หากผ่านการบำบัดที่เหมาะสมทำให้ความเป็นพิษและเป็นอันตรายลดลงจนสามารถกำจัดทิ้งเหมือนขยะทั่วไปตามครัวเรือนได้ก็สามารถช่วยลดปริมาณของเสียที่รอส่งกำจัดลงได้ ในที่นี้จะพิจารณาแบ่งของเสียที่บำบัดหรือกำจัดได้ด้วยตนเองออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

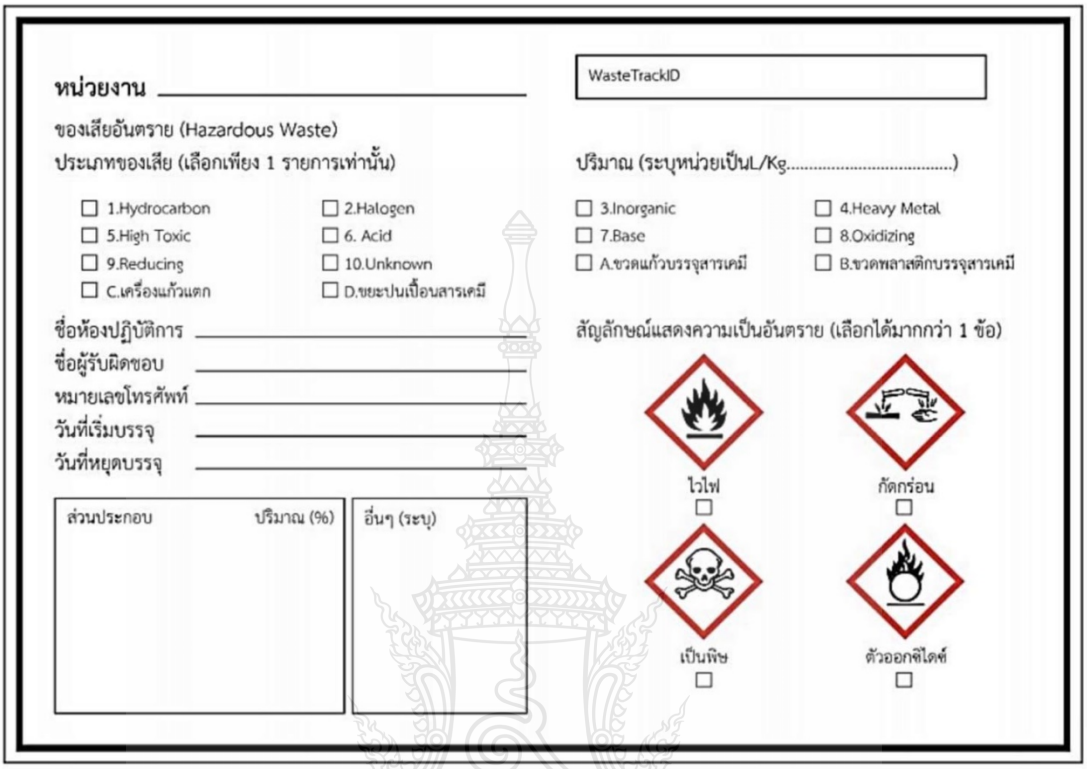
2.1) ของเสียประเภทที่ไม่เป็นอันตราย (Non-Hazardous Waste Stream) อาทิเช่น ถุงพลาสติก กระดาษทิชชูขวดพลาสติกสำหรับใส่น้ำกลั่น ถุงมือผ้า ขยะมูลฝอย ให้ทิ้งลงถังขยะ

2.2) ของเสียประเภทที่เป็นอันตราย (Hazardous Waste Stream) เช่น

- เครื่องแก้วที่แตก ให้ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการรวบรวมและทิ้งลงในถังสำหรับทิ้งเศษเครื่องแก้ว แสดงดังภาพที่ 4.81

- ของเสียอันตรายที่เป็นของเหลวหรือของแข็ง ให้ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการรวบรวมใส่แกลลอนแยกตามประเภทของเสียนั้น ๆ พร้อมทั้งติดฉลากให้สามารถเห็นได้ชัดเจน แสดงดังภาพ 4.80

ภาพที่ 4.80 ถังสำหรับทิ้งของเสียที่เป็นของเหลว **ภาพที่ 4.81** ถังสำหรับทิ้งเศษเครื่องแก้ว



ภาพที่ 4.82 ตัวอย่างฉลากสำหรับติดภาชนะบรรจุของเสียที่ได้แยกและจำแนกประเภทแล้ว

ผู้ปฏิบัติงานควรจัดเก็บภาชนะทิ้งของเสียอันตรายออกจากห้องปฏิบัติการให้เรียบร้อยภายในเวลา 1 ชั่วโมง หลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนปฏิบัติการ แล้วนำไปจัดเก็บที่จุดรวบรวมของเสียอันตราย พร้อมทั้งทำความสะอาดโต๊ะวางภาชนะของเสียอันตราย พร้อมบันทึกปริมาณของเสียอันตรายที่ทิ้งลงในแบบฟอร์มการทิ้งของเสียอันตรายให้เรียบร้อย

การล้างอุปกรณ์ที่มีสารเคมีอันตรายปนเปื้อนนักศึกษาจะต้องทำการกลั้วเครื่องแก้วด้วยน้ำกลั่นแล้วทิ้งของเสียลงถังเก็บของเสียอันตรายก่อนทุกครั้ง เพื่อเป็นการป้องกันการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำอื่น ๆ ในบริเวณโดยรอบการทำความสะอาดพื้นที่เมื่อเสร็จสิ้นการทำปฏิบัติการนักศึกษาแต่ละกลุ่มเก็บอุปกรณ์ที่ล้างเรียบร้อยแล้วใส่ตะกร้าของตนเอง ทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการที่ใช้โดยซักผ้าเช็ดโต๊ะด้วยน้ำยาล้างจาน และจึงนำมาทำความสะอาดโต๊ะ หลังจากนั้นซักผ้าด้วยน้ำสะอาดและนำมาใช้ทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการอีกครั้ง ทิ้งถุงมือและผ้าปิดจมูกที่ใช้ลงในถังขยะที่ห้องปฏิบัติการได้เตรียมไว้ให้ ซักผ้าเช็ดโต๊ะผึ่งในบริเวณขอบตะกร้าอุปกรณ์ของตนเอง

ข้อพึงระวัง

ของเสียบางชนิดไม่สามารถทิ้ง หรือกำจัดได้ทันที จำเป็นต้องมีกระบวนการและขั้นตอนก่อนการกำจัด ผู้ปฏิบัติงานควรศึกษาข้อมูล หรือประสานงานหน่วยงานที่มีความชำนาญเฉพาะ เพื่อให้สามารถกำจัดของเสียได้ถูกวิธีและถูกสุขลักษณะ

นักศึกษา คัดแยกของเสียลงไม่ถูกถัง ทำให้เกิดการปะปนก่อนการกำจัด ผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำการตรวจสอบให้แน่ใจก่อน โดยดูจากฉลากบ่งชี้ก่อนการกำจัดของเสียทุกครั้ง ควรจัดฝึกอบรมเรื่องการบริหารจัดการขยะให้แก่นักศึกษา และบุคลากรที่เกี่ยวข้อง และจัดทำป้ายประชาสัมพันธ์ ป้ายรณรงค์เรื่องการจำแนกคัดแยกของเสียแต่ละชนิดให้ชัดเจน และสามารถมองเห็นได้ง่าย

การล้างเครื่องแก้วโดยใช้แปรงถู อย่าถูแรงเกินไป เนื่องจากก้านแปรงเป็นโลหะเมื่อไปกระทบกับแก้วอาจทำให้แตกและเกิดอันตรายได้ และขั้นตอนสุดท้ายในการล้างเครื่องแก้วต้องล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 1-2 ครั้ง

ภาพที่ 4.83 แสดงจุดทิ้งของเสียห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม 1

ภาพที่ 4.84 แสดงจุดรวบรวมของเสียของสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมเพื่อรอกำจัด

ขั้นตอนที่ 14 ตรวจสอบการคืนตะกร้าอุปกรณ์และเครื่องแก้ว

ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบการคืนตะกร้าอุปกรณ์และเครื่องแก้ว เมื่อนักศึกษาทำความสะอาดพื้นที่เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ตัวแทนกลุ่มตรวจสอบจำนวนอุปกรณ์ในตะกร้าว่ามีครบตามจำนวนที่ยืมมาหรือไม่ และทำการเติมน้ำกลั่นให้เต็มขวดเช่นเดิม ก่อนลงลายมือชื่อการคืนเครื่องแก้วและอุปกรณ์ เมื่อผู้ปฏิบัติงานได้ตรวจสอบจำนวนเครื่องแก้วและอุปกรณ์เป็นที่เรียบร้อยแล้วและครบตามจำนวน ให้ตัวแทนกลุ่มยกตะกร้าอุปกรณ์ไปเก็บที่ห้องเก็บวัสดุ

ให้นักศึกษา ผู้ขอใช้ หรือผู้ทำการปฏิบัติการ ดำเนินการติดต่อขอคืนเครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องแก้วต่อผู้ปฏิบัติงาน โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) ติดต่อขอคืนเครื่องมือ อุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรมศาสตร์ต่อผู้ปฏิบัติงานได้ที่ ห้องเบิกอุปกรณ์ชั้น 2 อาคารวิศวกรรมสำรวจ หากไปติดต่อแล้วไม่พบให้นักศึกษา ผู้ขอใช้หรือผู้ทำการปฏิบัติการติดต่อทางหมายเลขโทรศัพท์ที่ติดไว้ที่หน้าห้องเบิกอุปกรณ์

2) นักศึกษา นำเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ได้ยืมไปใช้ แสดงต่อผู้ปฏิบัติงานเพื่อดำเนินการตรวจนับจำนวน ตรวจสภาพการใช้งานหากเครื่องมือ อุปกรณ์ทางอยู่ในสภาพปกติไม่ชำรุด ให้ผู้ปฏิบัติงานแยกไว้เพื่อเตรียมทำการบำรุงรักษา ก่อนจัดเก็บเข้าที่ แต่หากกรณีกลุ่มใดทำเครื่องแก้วหรืออุปกรณ์ชำรุด ผู้ปฏิบัติงานจะทำการบันทึกลงในใบยืม-คืนอุปกรณ์ ว่ากลุ่มใดคืนอุปกรณ์ ไม่ครบและขาดรายการใด หลังจากนั้นผู้ปฏิบัติงานจะดำเนินการจดชื่อ-นามสกุล หมายเลขโทรศัพท์ ของตัวแทนนักศึกษากลุ่มนั้น

และโทรศัพท์ประสานงานกับบริษัทที่ขายเครื่องแก้วและอุปกรณ์ เพื่อขอ ใบเสนอราคาและเมื่อได้รับใบเสนอราคาจากทางบริษัทแล้ว ผู้ปฏิบัติงานจะดำเนินการ แจ้งค่าใช้จ่ายให้แก่กลุ่มนักศึกษาดังกล่าวเพื่อจัดซื้ออุปกรณ์ดังกล่าวมาคืนให้กับห้องปฏิบัติการ

4.3 การติดตามการประเมินผลการปฏิบัติงาน

สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมคณะวิศวกรรมศาสตร์ มีการติดตามการประเมินผลการปฏิบัติงานโดยการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมในทุกรายวิชาหลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนทุกภาคการศึกษา เพื่อนำความพึงพอใจมาพัฒนาการทำงานของผู้ปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยได้จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้บริการในห้องปฏิบัติการสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4.85

ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการแจ้งนักศึกษา ประเมินความพึงพอใจในการใช้บริการเครื่องมือ อุปกรณ์และห้องปฏิบัติการฯ โดยดำเนินการแจ้งให้นักศึกษา ผู้ตอบแบบสอบถามออนไลน์ ผ่านระบบ QR Code ที่ติดแจ้งไว้ ณ หน้าห้องเบิกอุปกรณ์ สำหรับนักศึกษา ผู้ที่ไม่สะดวกในการตอบแบบสอบถามผ่านระบบออนไลน์ ให้ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการจัดทำแบบสอบถามความพึงพอใจในการใช้บริการเครื่องมือ อุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการ ไว้ในรูปแบบของเอกสารให้นักศึกษาได้ใช้ประเมินความพึงพอใจ ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการรายงานผลความพึงพอใจทุกภาคเรียนต่อประธานบริหารหลักสูตร เพื่อนำผลวิเคราะห์ ข้อเสนอแนะ ข้อร้องเรียน มาใช้ในการปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานและวางแผนการปรับปรุง หรือจัดซื้อ เครื่องมือ อุปกรณ์ วัสดุ ครุภัณฑ์ต่าง ๆ ให้ดียิ่งขึ้น

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนการสอน

และการใช้ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มทร.ธัญบุรี ปีการศึกษา 1/2564

****

ตอนที่ 1 **ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (กรุณาทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความต่อไปนี้)**

1.1 เพศ ☐ ชาย ☑ หญิง

1.2 กำลังศึกษา ☐ ปีที่ 1 ☑ ปีที่ 2 ☐ ปีที่ 3 ☐ ปีที่ 4

1.3 ใน 1 สัปดาห์ ท่านใช้บริการห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมโดยเฉลี่ยกี่ครั้ง

☑ 1 - 2 ครั้ง/สัปดาห์ ☐ 3 - 4 ครั้ง/สัปดาห์ ☐ 5 - 6 ครั้ง/สัปดาห์ ☐ มากกว่า 6 ครั้ง/สัปดาห์

1.4 ในการใช้บริการห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมแต่ละครั้ง ท่านใช้เวลาโดยเฉลี่ยนานเท่าใด

☐ น้อยกว่า 1 ชั่วโมง ☐ 1 - 2 ชั่วโมง ☑ 2 - 3 ชั่วโมง ☐ มากกว่า 4 ชั่วโมง

1.5 เหตุผลในการใช้ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม

☑ รายวิชา ปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม

☐ วิทยานิพนธ์ เรื่อง.....

ตอนที่ 2 **โปรดทำเครื่องหมาย √ ในช่องที่ท่านเห็นว่าตรงกับความพอใจของท่านมากที่สุดเกี่ยวกับการเรียนการสอนและการใช้ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม**

ประเด็นความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
ปัจจัยด้านสถานที่					
1. องค์ประกอบด้านอาคาร สถานที่		✓			
2. อาคาร สถานที่ สะอาด สวยงาม		✓			
3. จำนวนห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ที่ให้บริการแก่นักศึกษา			✓		
4. ความกว้างขวางภายในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม		✓			
5. แสงสว่างในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม		✓			
6. ป้ายชี้แจงกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม		✓			
7. โต๊ะ เก้าอี้ในการเรียนการสอนเพียงพอ		✓			
ปัจจัยด้านวัสดุ อุปกรณ์					
8. อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกปฏิบัติ มีความปลอดภัย		✓			
9. อุปกรณ์ที่ใช้ในการปฏิบัติ ที่มีจำนวนเพียงพอต่อ จำนวนนักศึกษา			✓		
10. การจัดอุปกรณ์ของใช้มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยหยิบใช้ได้สะดวก		✓			
11. อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมมีความทันสมัย		✓			

ภาพที่ 4.85 ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนการสอนและการใช้ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ประเด็นความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
	5	4	3	2	1
12. มีการซ่อมบำรุงอุปกรณ์เครื่องมือที่ชำรุด		✓			
13. อ่างสำหรับชำระล้างอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มีความเพียงพอ เหมาะสม		✓			
14. อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลมีความเพียงพอ เหมาะสม		✓			
ด้านบุคลากรและการบริการ					
15. เจ้าหนาที่ผู้ดูแลให้ความช่วยเหลือ และให้คำปรึกษากับผู้มาใช้บริการห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม		✓			
16. การให้บริการของเจ้าหน้าที่ ที่ดูแลห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มีความเหมาะสม		✓			
17. มีการเสนอแนะวิธีแก้ไขปัญหาให้กับผู้ใช้บริการ		✓			
17. เวลาที่เปิดให้บริการมีความเหมาะสม		✓			

ความคิดเห็นอื่นๆเพิ่มเติม

.....

.....

ภาพที่ 4.86 แสดงแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนการสอนและการใช้ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

บทที่ 5
ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ

การจัดทำคู่มือปฏิบัติงาน การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ผู้เขียนได้รวบรวม ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไข และข้อเสนอแนะจากการปฏิบัติงานจริง โดยสรุปไว้ดังนี้

5.1 ปัญหาอุปสรรค แนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน

ในการปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม จากการปฏิบัติงานจริง ผู้เขียนสามารถสรุปปัญหาอุปสรรค แนวทางในการแก้ไขและพัฒนางานได้ดังนี้

กิจกรรม	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน
1.การจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับปฏิบัติการ	- อุปกรณ์ที่ใช้การเรียนการสอนแต่ละสัปดาห์ มีจำนวนมากต้องใช้เวลาในการจัดเตรียม และบางครั้งนำออกมาใช้ไม่ครบ ทำให้การทำปฏิบัติการล่าช้า ไม่เสร็จตามกำหนดเวลา	- ผู้ปฏิบัติงานทำ Checklist ของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องใช้ ว่ามีอะไรบ้างและให้ผู้ปฏิบัติงานจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ต้องใช้ทั้งหมดล่วงหน้าก่อนมีปฏิบัติการอย่างน้อย 1 วัน
	- อาจารย์ต้องการให้เตรียมเครื่องมือ สารเคมี วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่มีการแจ้งล่วงหน้า หรือมีการเปลี่ยนแปลงวันสอน ทำให้ไม่สามารถเตรียมเครื่องมือ สารเคมี วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ทันเวลาได้ หรือทำให้มีการใช้เครื่องมือพร้อมกัน	- ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการประสานงานอาจารย์ล่วงหน้าก่อน 3 วัน ทำการ โดยแจ้งรายละเอียดของแต่ละบทปฏิบัติการนั้น ๆ ได้แก่ อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการล่วงหน้า หากมีการเปลี่ยนแปลงวันสอน ก่อนมีบทปฏิบัติการอย่างน้อย 1 สัปดาห์
	- อุปกรณ์ในการทดลองมีไม่เพียงพอกับการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานมานานชำรุด เสียหาย ทำให้นักศึกษาทำปฏิบัติการพร้อมกันไม่ได้	- ผู้ปฏิบัติงานประสานงานกับหัวหน้าสาขาฯ เพื่อขอจัดสรรงบประมาณในการจัดซื้อที่สาขาฯ ได้รับ ในการจัดซื้ออุปกรณ์ให้เพียงพอกับการจัดการเรียนการสอน
กิจกรรม	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน
		- จัดตารางสำหรับลงปฏิบัติการนอกเหนือตารารางเรียน
2.การตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์	- พบว่าอุปกรณ์สำหรับทำปฏิบัติการชำรุด เสียหาย ไม่สามารถซ่อมแซม	- ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการประสานงานกับภาควิชาอื่น ที่มี

	ให้สามารถกลับมาใช้งานได้ทันเวลา	อุปกรณ์เดียวกันมาใช้ในการปฏิบัติงานก่อน และทำการแจ้งอาจารย์ผู้สอน ให้เสนอซ่อมรายการอุปกรณ์ชำรุดทันที
	- เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟขัดข้องบ่อยครั้ง เนื่องจากเครื่องปรับอากาศเก่า ทำให้ห้องปฏิบัติการร้อนอบอ้าว	- ผู้ปฏิบัติงานทำการตรวจสอบทุกสัปดาห์ หากพบพบปัญหา ทำการแจ้งซ่อมถึงฝ่ายอาคารสถานที่ เพื่อทำการตรวจเช็ค และล้างเครื่องปรับอากาศ
3. การจัดเตรียมสารเคมีสำหรับปฏิบัติการ	- ตู้จัดเก็บสารเคมี ไม่มีประสิทธิภาพในการจัดเก็บ ทำให้สารเคมีเสื่อมประสิทธิภาพไวขึ้น	- ผู้ปฏิบัติงานประสานงานกับหัวหน้าสาขาฯ เพื่อขอจัดสรรงบประมาณในการจัดซื้อที่สาขาฯ ได้รับ ในการจัดซื้อตู้เก็บสารเคมีที่มีประสิทธิภาพ
	- สารเคมีที่เตรียมไว้ไม่เพียงพอ เนื่องจากนักศึกษาใช้สารเคมีเกินความจำเป็น เช่น ทำการทดลองผิดหรือใช้สารมากกว่าปริมาณที่ระบุในคู่มือ	- ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบจำนวนนักศึกษาจากระบบลงทะเบียน เพื่อคำนวณปริมาณสารที่ต้องเตรียม โดยเตรียมเพิ่มไปอีก 30% ของปริมาณสารที่ต้องใช้ที่ระบุไว้ในคู่มือ - ให้นักศึกษา อ่านทำความเข้าใจคู่มือปฏิบัติการก่อนมาทำปฏิบัติการ แล้วทำสรุปเป็น Flow Chart เพื่อให้สามารถใช้สารเคมีได้อย่างเพียงพอ
กิจกรรม	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน
4.เป็นผู้ช่วยอาจารย์ผู้สอน	- นักศึกษาทำเครื่องแก้วแตก ชำรุดเสียหาย ระหว่างทำปฏิบัติการ ทำให้เครื่องแก้วหรืออุปกรณ์ไม่เพียงพอในการทำปฏิบัติการ	- ผู้ปฏิบัติงานออกกฎระเบียบ ข้อควรปฏิบัติ ในการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เป็นที่ทราบโดยทั่วกัน - ผู้ปฏิบัติงานจัดเตรียมเครื่องแก้วสำรอง เพื่อจะได้มีสำหรับปฏิบัติเพียงพอระหว่างทำปฏิบัติการ
	- นักศึกษาขาดระมัดระวังในการใช้สารเคมี ทำให้เกิดอันตรายจาก	- ผู้ปฏิบัติงานให้นักศึกษา ศึกษาทำความเข้าใจเรื่องอันตรายและความ

	การใช้สารเคมี	ปลอดภัยจากการใช้สารเคมีให้มากขึ้น ก่อนเข้าใช้ห้องปฏิบัติการทุกครั้ง
	- นักศึกษาไม่ค่อยใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายกับนักศึกษา	- ผู้ปฏิบัติงานจัดอบรมการใช้ห้องปฏิบัติการ โดยให้ความรู้พื้นฐานด้านความปลอดภัย ข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล การจัดการของเสียอันตรายให้กับนักศึกษาก่อนเข้าใช้ห้องปฏิบัติการทุกครั้ง
	- อาจารย์และนักศึกษาไม่มีความเข้าใจว่าอุปกรณ์ใดบ้างที่เป็นส่วนกลาง สามารถใช้ร่วมกันได้ ทำให้ปฏิบัติการไม่เสร็จตามกำหนดเวลา	-ผู้ปฏิบัติงาน ติดป้ายอุปกรณ์ส่วนกลางและชี้แจงให้อาจารย์และนักศึกษาทราบ เพื่อให้สามารถใช้อุปกรณ์ร่วมกันได้ เพื่อให้การปฏิบัติงานเสร็จตามกำหนดเวลา
	- นักศึกษา ไม่มีความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ และใช้งานเครื่องมือผิดวิธี หรือไม่ทราบเทคนิคการใช้งาน เช่น เครื่องชั่ง ก่อนชั่งต้องปรับให้ลูกน้ำของเครื่องชั่งอยู่ตรงศูนย์กลางพอดี เพื่อไม่ให้การอ่านน้ำหนักผิด	- ผู้ปฏิบัติงาน แนะนำการใช้งานเครื่องมือ และจัดทำคู่มือการใช้งานประจำเครื่องมือ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถทำความเข้าใจได้ด้วยตนเอง
กิจกรรม	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน
	หรือการใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter) ก่อนใช้งานทุกครั้งต้องทำการ ปรับเทียบมาตรฐาน	
	- อุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานของนักศึกษา เนื่องจากความไม่ชำนาญในการใช้เครื่องมือ เช่น โดนความร้อนจากเตาอบ เป็นต้น	- ผู้ปฏิบัติงาน แนะนำข้อควรระวังการใช้งานเครื่องมือ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง
	-นักศึกษาทำอุปกรณ์เสียหาย ทำให้ไม่มีอุปกรณ์สำหรับทำปฏิบัติการ	- ผู้ปฏิบัติงานจัดซื้อมาสำรองเพิ่มเติม - อาจารย์ผู้คุมปฏิบัติการกำชับเรื่องความระมัดระวังในการใช้ และหากมีการเสียหายให้นักศึกษารับผิดชอบ
5.ตรวจสอบวัสดุ	- หลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติงาน	- ผู้ปฏิบัติงานนำ และให้ความรู้ใน

อุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ หลังการใช้งาน	นักศึกษาทิ้งของเสีย ไม่ถูกต้อง ทำให้เกิดการปนเปื้อนของของเสียยากต่อการกำจัด	การจัดทิ้งของเสีย ของแต่ละสัปดาห์ - ผู้ปฏิบัติงานจัดเตรียมภาชนะสำหรับทิ้งของเสียให้ตามกลุ่มปฏิบัติการและนักศึกษาของแต่ละกลุ่ม รวบรวมทิ้งที่แกลลอนใหญ่ พร้อมลงบันทึกของเสียอันตรายที่ตนเองทิ้ง - ผู้ปฏิบัติงานจัดทำป้ายจุดทิ้งของเสีย และถังแยกประเภทของเสีย พร้อมทั้งแนะนำการทิ้งที่ถูกต้อง

5.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนางาน

เมื่อตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาในการปฏิบัติงาน การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม จากการปฏิบัติงานจริง ผู้เขียนมีข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการปฏิบัติงานดังนี้

5.2.1 เมื่อมีการจัดการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการขึ้นเพื่อเป็นการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากการเตรียมปฏิบัติการการทำปฏิบัติการควรมีการจัดทำประเมินความเสี่ยงของแต่ละปฏิบัติการเพื่อที่เราจะได้ทราบสาเหตุของปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระดับความรุนแรงและแนวทางแก้ไขปัญหานั้นได้อย่างทันท่วงทีและมีประสิทธิภาพต่อไป

5.2.2 รวบรวมปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ มาจัดหาวิธีการป้องกัน เช่น การจัดทำโปสเตอร์เกี่ยวกับการจัดทิ้งของเสียที่เป็นปัญหา เป็นต้น

บรรณานุกรม

[1] ปราณี พันธุมสินชัย, "*ความรู้พื้นฐานวิชาชีพวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม,*" สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, 2550.

[2] มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, "*คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ,*" โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2551.

[3] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อวันที่ 21 สิงหาคม 2565 จาก https://www.engineer.rmutt.ac.th/?page_id=2450

[4] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, "*หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ฉบับปรับปรุง 2558,*" ปทุมธานี, 2558.

[5] พิมพ์ปวีน์ เริงเกษตรกรกิจ, "ความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี," คณะเทคโนโลยีทางทะเล, มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี, จันทบุรี, 2562.

[6] อรนาถ สุนทรวัฒน์, พรทิพย์ ชัยมณีและธนิต ผิวนิ่ม, "*ปฏิบัติการชีวเคมีพื้นฐาน,*" มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม, 2557.

[7] หิรัญรัตน์ สุวรรณนที และคณะ, "*ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1,*" โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม, 2559.

[8] โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand, ESPReL), "*คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 2 (Lab Safety Inspection Manual, Second Edition),*" สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.), สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2558.

[9] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ฐานความรู้เรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมี. สืบค้น เมื่อวันที่ 17 มกราคม 2565 จาก http://www.chemtrack.org/

[10] ศูนย์การจัดการด้านพลังงาน สิ่งแวดล้อม ความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (EESH) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, "*คู่มือการจัดการของเสียอันตรายภายใน มจธ. (ฉบับปรับปรุงใหม่),*" ฝ่ายจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ, 2552.

[11] ศูนย์ความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คู่มือความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี สำหรับนิสิตที่ทำวิจัยและนักวิจัย. สืบค้น 28 มีนาคม 2564 , จาก : https://www.shecu.chula.ac.th

[12] กระทรวงอุตสาหกรรม. (2548). ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 เรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ใช้แล้ว

[13] ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม. (2547). เรื่อง ระบบเอกสารกำกับการขนส่งของเสียอันตราย

[14] คณะกรรมการส่งเสริมและติดตามจรรยาบรรณข้าราชการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, *"คู่มือจรรยาบรรณ,"* ฝ่ายวินัยและนิติการ, กองบริหารงานบุคคล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, กรุงเทพฯ, 2557.

[15] เสถียร คามีศักดิ์, *"การเขียนคู่มือปฏิบัติงาน,"* สำนักอธิการบดี, มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ, กรุงเทพฯ, 2556.

[16] สำนักศึกษาทั่วไป, *"การพัฒนาบุคลากรด้านการจัดทำคู่มือปฏิบัติงาน,"* เอกสารประกอบการฝึกอบรมการพัฒนาบุคลากรด้านการจัดทำคู่มือปฏิบัติงาน, สำนักศึกษาทั่วไป, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม, 2558.

[17] ฤทธิไกร ไชยงาม. แนะนำการเขียนคู่มือปฏิบัติงานโดยอาจารย์ ดร.ฤทธิไกร ไชยงาม. สืบค้นเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2565 จาก https://www.gotoknow.org/posts/605459

[18] อรนาถ สุนทรวัฒน์ พรทิพย์ ชัยมณีและธนิต ผิวนิ่ม, *"ปฏิบัติการชีวเคมีพื้นฐาน,"* มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม, 2557.

[19] วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น และวิชญา อิ่มกระจ่าง, *"คู่มือการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย,"* คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก, 2560.

[20] สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, *"คู่มือการใช้งานโปรแกรมการจัดการสารเคมี (ChemInvent 2015): สำหรับผู้ใช้งาน"* สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2559.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวกาญจนา ลอยทะเล
วัน เดือน ปีเกิด	14 เมษายน 2531
ที่อยู่	22/11 หมู่ 4 ตำบลคลองห้า อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
การศึกษา	ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
เบอร์โทรศัพท์	080-9833403
อีเมล์	Kanjana.l@rmutt.ac.th