คู่มือปฏิบัติงาน

การเตรียมบทปฏิบัติการ
รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

นางสาวชัญญาภัค ทับจันทร์

ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์

ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

คู่มือปฏิบัติงาน
การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

นางสาวชัญญาภัค ทับจันทร์
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์

ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

คำนำ

คู่มือปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เล่มนี้ จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์เคมี ผู้มีหน้าที่ปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สามารถปฏิบัติงานแทนและปฏิบัติงานให้เป็นมาตรฐานเดียวกันได้ รวมทั้งเพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้มีความรู้ ความเข้าใจ ในกฎ ระเบียบ หลักเกณฑ์ และวิธีปฏิบัติ ตลอดจนเป็นการเผยแพร่ประสบการณ์และเทคนิคการปฏิบัติงานของผู้เขียน เกี่ยวกับการเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สำหรับเนื้อหาในคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก จำนวน 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ 2) การให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ และ 3) การสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ โดยการถ่ายทอดวิธีการปฏิบัติงานที่ผู้เขียนได้ปฏิบัติงานมาแล้ว เพื่อให้ผู้อ่านหรือผู้ที่ปฏิบัติงานในลักษณะเดียวกัน สามารถนำไปปฏิบัติได้

ผู้เขียน ขอขอบพระคุณ คณะผู้บริหาร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ที่ให้การสนับสนุน ส่งเสริม และผลักดัน ในการเขียนคู่มือเล่มนี้ รวมถึง นายณัฐวัฒน์ จำปา หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการเขียนคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อนักวิทยาศาสตร์หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานการเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐานและผู้ที่สนใจทั่วไป

ชัญญาภัค ทับจันทร์
นักวิทยาศาสตร์
ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
กรกฎาคม 2567

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

คู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ด้วยดี เนื่องจาก ได้รับความช่วยเหลือให้คำปรึกษาและคำแนะนำเป็นอย่างดีจาก นายณัฐวัฒน์ จำปา หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง นางสาวผกาวัลย์ ชูเชิด นางสาววริศรา บรภาค และนางสาววิชชุดา นาคะสรรค์ ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ตลอดจนการช่วยปรับปรุง แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่งตลอดมา ผู้เขียน ตระหนักถึงความตั้งใจและความทุ่มเทของทุกท่าน ในการช่วยเหลือให้คู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ นางกาญจนลักขณ์ เพชรชนะ ผู้อำนวยการสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ที่กรุณาอยู่เบื้องหลังความสำเร็จของคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ ที่ได้ช่วยผลักดัน ส่งเสริมและสร้างแรงจูงใจสำหรับการเขียนคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ด้วยความมุ่งมั่นตลอดมา ผู้เขียน ตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของท่าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ ความรู้ และความช่วยเหลือ รวมถึง การให้ข้อคิดและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนการสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการเขียนคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ ผู้เขียน จึงขอขอบพระคุณทุกท่าน ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในประโยชน์ที่พึงมีของคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ จนทำให้คู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องต่อไป

ชัญญาภัค ทับจันทร์
นักวิทยาศาสตร์
ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
กรกฎาคม 2567

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

คำนำ ..... ก
กิตติกรรมประกาศ ..... ข
สารบัญ ..... ค
สารบัญตาราง ..... ง
สารบัญภาพ ..... ช
สารบัญภาคผนวก ..... ซ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมา/ความจำเป็น/ความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 4
1.3 ขอบเขต 4
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ/คำจำกัดความ 5
บทที่ 2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ 7
2.1 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง 7
2.2 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ 8
2.3 โครงสร้างการบริหารจัดการ 13
บทที่ 3 หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข 23
3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน 23
3.2 วิธีการปฏิบัติงาน 54
3.3 เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน 59
3.4 แนวคิด/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 67
บทที่ 4 เทคนิคในการปฏิบัติงาน 80
4.1 กิจกรรม/แผนปฏิบัติงาน 80
4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน 95
4.3 วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน 223
4.4 จรรยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน 230
บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน 233
5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน 233
5.2 ข้อเสนอแนะ 241
บรรณานุกรม 242
ภาคผนวก 248
ภาคผนวก 1 วิธีการทดลองตามคู่มือบทปฏิบัติการ 248
ภาคผนวก 2 วิธีการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ 259
ภาคผนวก 3 สัญลักษณ์/สูตรเคมี พร้อมคำอ่านชื่อเต็มของสารเคมีที่ใช้ในบทปฏิบัติการ .. 269
ภาคผนวก 4 แบบสำรวจความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ 270
ประวัติผู้เขียน 273

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 จำนวนบุคลากรประเภทปฏิบัติการและวิชาชีพ และประเภทตำแหน่งทั่วไป สังกัดศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง สำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี 21
ตารางที่ 3-1 การบริหารระบบการจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ..... 25
ตารางที่ 3-2 การกำหนดโครงสร้างการบริหารจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ..... 26
ตารางที่ 3-3 ประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีและสัญลักษณ์ตามระบบ GHS..... 30
ตารางที่ 3-4 การแบ่งประเภทของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ .. 35
ตารางที่ 3-5 หลักสูตรการอบรมความปลอดภัยสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้อง 41
ตารางที่ 3-6 รายละเอียด เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน ตามขั้นตอนของการปฏิบัติงานการเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี..... 60
ตารางที่ 4-1 กิจกรรม/แผนปฏิบัติงานตามขั้นตอนหลักของการให้บริการบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน..... 81
ตารางที่ 4-2 แผนการปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายและตัวชี้วัดการปฏิบัติงาน 85
ตารางที่ 4-3 รายละเอียดกิจกรรมตามขั้นตอนการให้บริการบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ตามวัตถุประสงค์ของการเรียนปฏิบัติการในแต่ละสัปดาห์..... 91
ตารางที่ 4-4 สัญลักษณ์การเขียนแผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน..... 95
ตารางที่ 4-5 แผนผังรายละเอียดการปฏิบัติงานของขั้นตอนหลักทั้ง 3 ขั้นตอน (Work Flow)..... 99
ตารางที่ 4-6 รายการวัสดุ ที่ใช้ในบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 113
ตารางที่ 4-7 รายการวัตถุดิบ ที่ใช้ในบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน..... 113
ตารางที่ 4-8 รายการสารเคมี ที่ใช้ในบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน และความเป็นอันตราย 114
ตารางที่ 4-9 รายการครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการเคมี ที่ใช้ในบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 119
ตารางที่ 4-10 รายการอุปกรณ์ ที่ใช้ในบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน..... 121
ตารางที่ 4-11 รายการอุปกรณ์ประจำกลุ่ม ที่ต้องจัดเตรียมต่อกลุ่ม..... 135
ตารางที่ 4-12 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1 150
ตารางที่ 4-13 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1 150
ตารางที่ 4-14 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1..... 151
ตารางที่ 4-15 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 154
ตารางที่ 4-16 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 154
ตารางที่ 4-17 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2..... 156
ตารางที่ 4-18 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2..... 158

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4-19 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3 161
ตารางที่ 4-20 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3 162
ตารางที่ 4-21 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3..... 163
ตารางที่ 4-22 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3..... 164
ตารางที่ 4-23 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 166
ตารางที่ 4-24 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 166
ตารางที่ 4-25 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4..... 167
ตารางที่ 4-26 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4..... 169
ตารางที่ 4-27 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 171
ตารางที่ 4-28 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 171
ตารางที่ 4-29 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5..... 172
ตารางที่ 4-30 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5..... 173
ตารางที่ 4-31 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6 176
ตารางที่ 4-32 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6 176
ตารางที่ 4-33 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6..... 177
ตารางที่ 4-34 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6..... 180
ตารางที่ 4-35 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7 182
ตารางที่ 4-36 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7 182
ตารางที่ 4-37 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7..... 183
ตารางที่ 4-38 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7..... 187
ตารางที่ 4-39 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 189
ตารางที่ 4-40 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 189
ตารางที่ 4-41 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8..... 191
ตารางที่ 4-42 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8..... 194
ตารางที่ 4-43 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 197
ตารางที่ 4-44 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 197
ตารางที่ 4-45 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9..... 200
ตารางที่ 4-46 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9..... 203
ตารางที่ 4-47 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10..... 206
ตารางที่ 4-48 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10 206
ตารางที่ 4-49 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10 208
ตารางที่ 4-50 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10 210
ตารางที่ 4-51 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต..... 212

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4-52 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่ต้องจัดเตรียมสำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต 212
ตารางที่ 4-53 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม
สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต 218
ตารางที่ 4-54 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต 221
ตารางที่ 4-55 วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานตามคู่มือปฏิบัติงาน
การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 223
ตารางที่ 4-56 จรรยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน และแนวทางการปฏิบัติ 230
ตารางที่ 5-1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขและพัฒนา
ในการปฏิบัติงานตามคู่มือปฏิบัติงานการเตรียมบทปฏิบัติการ
รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 233

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2-1 โครงสร้างองค์กรมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี 14
ภาพที่ 2-2 โครงสร้างองค์กรสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์..... 16
ภาพที่ 2-3 โครงสร้างองค์กรศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง 17
ภาพที่ 2-4 โครงสร้างการบริหารสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ... 19
ภาพที่ 2-5 โครงสร้างการบริหารศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง..... 20
ภาพที่ 2-6 โครงสร้างการปฏิบัติงานศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง 22
ภาพที่ 3-1 องค์ประกอบหลักของห้องปฏิบัติการปลอดภัย..... 24
ภาพที่ 3-2 โครงสร้างการบริหารจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ 28
ภาพที่ 4-1 ขั้นตอนการปฏิบัติงานหลักคู่มือการปฏิบัติงาน การเตรียมบทปฏิบัติการ
รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน.....98
ภาพที่ 4-2 วิธีการตรวจสอบจำนวนและรายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนบทปฏิบัติการ
รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 111
ภาพที่ 4-3 ตัวอย่างการจัดทำใบลงลายมือชื่อนักศึกษาที่เรียนปฏิบัติการ
รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 112
ภาพที่ 4-4 ตัวอย่างการเขียนแบบสำรวจความต้องการใช้งบประมาณสำหรับวัสดุและวัตถุดิบ..... 128
ภาพที่ 4-5 ตัวอย่างการจัดทำการขออนุมัติจัดซื้อจัดจ้าง..... 129
ภาพที่ 4-6 ตัวอย่างการจัดทำการขออนุมัติเบิกจ่าย 132
ภาพที่ 4-7 ตัวอย่างการเขียนแบบฟอร์มการสั่งสารเคมี..... 133
ภาพที่ 4-8 ตัวอย่างการเขียนแบบฟอร์มใบเบิกวัสดุ 134
ภาพที่ 4-9 แบบฟอร์มการรับเครื่องแก้วและอุปกรณ์ประจำกลุ่ม 136
ภาพที่ 4-10 ตัวอย่างการเขียนรายละเอียดรายการเครื่องแก้วที่ต้องซื้อคืน..... 140
ภาพที่ 4-11 ตัวอย่างการบันทึกรายงานอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี 141
ภาพที่ 4-12 ตัวอย่างการเขียนแบบบันทึกปริมาณของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี..... 142
ภาพที่ 4-13 ตัวอย่างการจัดทำสรุปการเข้าเรียนปฏิบัติการ 144
ภาพที่ 4-14 ตัวอย่างการจัดทำสรุปรายละเอียดการทำวัสดุ และอุปกรณ์ชำรุด/สูญหาย 145
ภาพที่ 4-15 ตัวอย่างการจัดทำสรุปรายละเอียดจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น 146
ภาพที่ 4-16 ตัวอย่างการจัดทำสรุปปัญหาและอุปสรรคในการให้บริการบทปฏิบัติการ 147
ภาพที่ 4-17 ตัวอย่างการจัดทำสรุปผลการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ .. 148

สารบัญภาคผนวก

หน้า

ภาคผนวก 1 วิธีการทดลองตามคู่มือบทปฏิบัติการ.....248
ภาคผนวก 1-1 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง เครื่องตวงและความแม่น..... 249
ภาคผนวก 1-2 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การแยกของแข็งออกจากของเหลว.....250
ภาคผนวก 1-3 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์.....251
ภาคผนวก 1-4 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 4
เรื่อง การหา MW ของสารโดยการลดลงของจุดเยือกแข็ง.....252
ภาคผนวก 1-5 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง เทอร์โมเคมี.....253
ภาคผนวก 1-6 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ปฏิกิริยานาฬิกา.....254
ภาคผนวก 1-7 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง สมดุลเคมี.....255
ภาคผนวก 1-8 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี.....256
ภาคผนวก 1-9 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 9
เรื่อง หาค่า pH ของสารละลายและหาปริมาณกรดด้วยการไทเทรต.....257
ภาคผนวก 1-10 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์.....258
ภาคผนวก 2 วิธีการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์.....259
ภาคผนวก 2-1 วิธีการใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย (pH Meter)
ยี่ห้อ OHAUS รุ่น AB33PH.....260
ภาคผนวก 2-2 วิธีการใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (2 Digit Digital Balance)
ยี่ห้อ A & D รุ่น GF-3002A.....261
ภาคผนวก 2-3 วิธีการใช้เครื่องแปลงไฟฟ้า (Adapter DC 9 V)
ยี่ห้อ The Best รุ่น KMS 4825009002.....262
ภาคผนวก 2-4 วิธีการใช้ตู้ดูดไอสารเคมี (Fume Hood)
ยี่ห้อ Wizard รุ่น WZ-PA series.....263
ภาคผนวก 2-5 วิธีการใช้เครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน (Centrifuge)
ยี่ห้อ Hettich รุ่น Universal 32.....264
ภาคผนวก 2-6 วิธีการใช้เตาให้ความร้อน (Hot Plate) ยี่ห้อ E.G.O. รุ่น 18715 (1500w).....265
ภาคผนวก 2-7 วิธีการใช้ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ยี่ห้อ Memmert รุ่น UF750.....266
ภาคผนวก 2-8 วิธีการใช้มัลติมิเตอร์แบบเข็ม (Analog Multimeter)
ยี่ห้อ SANWA รุ่น YX360TRF.....267
ภาคผนวก 3 สัญลักษณ์/สูตรเคมี พร้อมคำอ่านชื่อเต็มของสารเคมีที่ใช้ในบทปฏิบัติการ 269
ภาคผนวก 4 แบบสำรวจความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ.....270

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

สำหรับเนื้อหาส่วนของบทนำในคู่มือปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ผู้เขียนได้กล่าวถึง ความเป็นมา ความจำเป็น และความสำคัญของการจัดทำคู่มือเล่มนี้ รวมทั้งยังได้กล่าวถึง วัตถุประสงค์ของการจัดทำคู่มือเล่มนี้ ที่จะนำไปใช้ในหน่วยงาน ซึ่งหมายถึง ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี นอกจากนี้ ผู้เขียนยังได้อธิบายถึง ขอบเขตของคู่มือเล่มนี้ ตลอดจนการอธิบายถึง คำนิยามศัพท์เฉพาะหรือคำจำกัดความ ที่ต้องมีการชี้แจงเพื่อความเข้าใจที่ตรงกันสำหรับผู้ใช้คู่มือเล่มนี้ด้วย

1.1 ความเป็นมา/ความจำเป็น/ความสำคัญ

ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มีรูปแบบการบริหารงานแบบรวมศูนย์บริการประสานภารกิจภายใต้การกำกับดูแลของ สำนักงานอธิการบดี วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี โดยมีพันธกิจที่ใช้ขับเคลื่อนหน่วยงานทั้งหมด จำนวน 5 ข้อ ประกอบด้วย 1) สนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการทางด้านวิทยาศาสตร์ 2) สนับสนุนเครื่องมือทางด้านวิทยาศาสตร์เพื่องานวิจัยและโครงงานนักศึกษา 3) ให้บริการตรวจวิเคราะห์ ทดสอบและใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ 4) ให้บริการวิชาการแก่หน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอก 5) ให้บริการซ่อม สร้าง เครื่องมือวิทยาศาสตร์แก่หน่วยงานภายในและภายนอก เมื่อพิจารณาพันธกิจทั้ง 5 ข้อ ของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ พบว่า พันธกิจข้อแรกซึ่งเป็นข้อที่มีความสำคัญมาก คือ สนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการทางด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งนับได้ว่า พันธกิจนี้ คือ พันธกิจหลักของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ซึ่งได้รับการคัดเลือกให้เป็นพันธกิจที่มีความสำคัญสูงสุดของหน่วยงาน ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ มีหน้าที่สนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการทางด้านวิทยาศาสตร์ให้กับคณะสองคณะที่กำกับดูแลโดย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ได้แก่ 1) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 2) คณะนวัตกรรมการเกษตร ประมง และอาหาร โดยทั้งสองคณะมุ่งเน้นผลิตบัณฑิต ที่มีความรู้ความสามารถออกสู่ชุมชน มีการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ปีการศึกษา 2566 ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ มีหน้าที่รับผิดชอบสนับสนุนการให้บริการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของคณะทั้งสองคณะ ด้วยความมุ่งมั่นและเข้มแข็ง รวมทั้ง มีการพัฒนาและปรับปรุงการให้บริการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ อย่างต่อเนื่อง สำหรับหลักสูตรการศึกษาที่ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ มีหน้าที่ให้บริการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับคณะทั้งสองคณะ ได้แก่ หลักสูตรระดับวิทยาศาสตรบัณฑิต หลักสูตรระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต รวมทั้งหลักสูตรระดับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ประกาศมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เรื่อง การแบ่งโครงสร้างหน่วยงานภายในส่วนงานประเภทนโยบายและบริหาร ประเภทวิชาการ และประเภทอำนวยการและสนับสนุนภารกิจ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. 2563) ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ

ให้บริการบทปฏิบัติการ สำหรับหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต จำนวน 10 หลักสูตร ประกอบด้วย 1) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีเพื่ออุตสาหกรรม 2) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม 3) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ 4) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรมวัสดุ 5) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน 6) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย 7) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม 8) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรประมง 9) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร และ 10) หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จำนวน 4 หลักสูตร ได้แก่ 1) หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีประยุกต์ 2) หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยียาง 3) หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมการประมง และ 4) หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร ระดับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต จำนวน 2 หลักสูตร ได้แก่ 1) หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยียาง และ 2) หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมการประมง ทั้งนี้ งานสนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการของนักวิทยาศาสตร์ ในเรื่องการเตรียมบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นงานที่มีความสำคัญอย่างมาก เพราะเป็นงานที่ต้องอาศัยผู้ปฏิบัติงานในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ที่มีความรู้และความสามารถทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ ตลอดจน ความสามารถในการใช้ทักษะและเทคนิคต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานที่ถูกต้องและแม่นยำ เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างราบรื่นและบรรลุวัตถุประสงค์มากที่สุด อันมีผลต่อประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการต่าง ๆ รวมทั้ง การให้บริการด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย เนื่องจาก นักศึกษาจำเป็นต้องมีความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติควบคู่กัน โดยทักษะเหล่านี้ เป็นทักษะที่มีความจำเป็นต่อการประกอบอาชีพของบัณฑิตแต่ละรุ่นในอนาคต รายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทุกรายวิชาปฏิบัติการ ที่ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ให้การบริการสนับสนุนการปฏิบัติงานนั้น นอกจากรายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เป็นรายวิชาเฉพาะทางแล้ว ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ยังมีหน้าที่ในการให้บริการรายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ซึ่งเป็นรายวิชาที่มีความจำเป็นและสำคัญมาก เนื่องจาก รายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐานเป็นรายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่นักศึกษาต้องเรียนเป็นพื้นฐานทักษะวิทยาศาสตร์เป็นอันดับแรก เพราะการมีทักษะปฏิบัติการพื้นฐานที่ดี คือ จุดเริ่มต้นของทักษะปฏิบัติการเฉพาะทางที่ดีในอนาคต เป็นการปลูกฝังให้นักศึกษา มีทักษะการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและมีความเชี่ยวชาญในสาขาอาชีพต่อไป รายวิชาปฏิบัติการพื้นฐานที่นักศึกษาต้องเรียนปฏิบัติการเป็นรายวิชาแรก ๆ เช่น รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน รายวิชา 937-014 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ รายวิชา 937-024 ปฏิบัติการเคมี1 รายวิชา 937-026 ปฏิบัติการเคมี2 รายวิชา 937-028 ปฏิบัติการหลักเคมีและเคมีอินทรีย์ รายวิชา 937-029 เคมีสำหรับวิศวกร รายวิชา 937-110 หลักเคมี รายวิชา 932-001 ชีววิทยาและพันธุศาสตร์ รายวิชา 932-002 หลักชีววิทยา รายวิชา 932-004 ปฏิบัติการจุลชีววิทยา รายวิชา 932-010 ชีววิทยาพื้นฐาน1 รายวิชา 932-012 ชีววิทยาพื้นฐาน2 รายวิชา 932-053 จุลชีววิทยาพื้นฐาน รายวิชา 932-072 ปฏิบัติการหลักชีววิทยา รายวิชา 921-014 ปฏิบัติการฟิสิกส์ รายวิชา 921-015 ฟิสิกส์ทั่วไป1 และรายวิชา 921-017 ฟิสิกส์ทั่วไป2 เป็นต้น

ซึ่งรายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐานทุกรายวิชา มีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะและเทคนิค รวมทั้งพื้นฐานปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาได้เป็นอย่างดี

รายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์พื้นฐานทางเคมี ที่มีความสำคัญมากต่อการเสริมสร้างทักษะของนักศึกษา คือ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ซึ่งเป็นรายวิชาพื้นฐานทางเคมีที่มีความสำคัญและจำเป็นสำหรับนักศึกษาเป็นอย่างมาก และเป็นรายวิชาเคมีรายวิชาแรกที่นักศึกษาจะต้องเข้าเรียน เนื่องจาก การมีทักษะและความรู้พื้นฐานทางเคมีเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นของนักศึกษา เพื่อใช้ในการต่อยอดทักษะและเทคนิคการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาอื่น ๆ ในแต่ละภาคการศึกษา จะมีนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ไม่น้อยกว่าภาคการศึกษาละ 60 คน ซึ่งนับได้ว่า รายวิชานี้ เป็นรายวิชาปฏิบัติการเคมีพื้นฐานที่มีความสำคัญมาก จึงมีการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมีรายวิชานี้ ให้กับนักศึกษาทั้ง 2 ภาคการศึกษาในแต่ละปี และเนื่องด้วย รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน เป็นรายวิชาปฏิบัติการเคมีที่มุ่งเน้นทักษะพื้นฐานด้านเคมีเป็นหลัก ดังนั้น การแบ่งกลุ่มปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาจึงจัดแบ่งกลุ่มไม่เกิน กลุ่มละ 2 คน เพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกฝนทักษะและเทคนิคการทำปฏิบัติการเคมีอย่างเข้มข้น ทำให้ใน 1 ปีการศึกษา จะมีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์รายวิชานี้ขั้นต่ำไม่น้อยกว่า 120 คน หรือ 60 กลุ่ม ทั้งนี้ สำหรับ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มีการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี จำนวน 10 บทปฏิบัติการ และมีการทดสอบภาคปฏิบัติอีก 1 ปฏิบัติการ เพื่อวัดผลทักษะการเรียนการสอน ที่นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองมาตลอดทั้งภาคการศึกษา การจัดเตรียมแต่ละบทปฏิบัติการ จะประกอบด้วย การจัดเตรียมวัสดุวัตถุดิบ อุปกรณ์เครื่องแก้ว อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ตลอดจน เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ที่นักศึกษาต้องทดลองและเรียนรู้วิธีการใช้งาน เพื่อให้เกิดทักษะติดตัวเป็นพื้นฐานที่ดีในการต่อยอดทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป ในปีการศึกษา 2566 มีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน จำนวน 150 คน จัดแบ่งกลุ่มนักศึกษาเป็น 74 กลุ่ม โดยแบ่งเป็น ภาคการศึกษาที่ 1/2566 จำนวน 47 คน จัดแบ่งกลุ่มนักศึกษาเป็น 23 กลุ่ม และภาคการศึกษาที่ 2/2566 จำนวน 103 คน จัดแบ่งกลุ่มนักศึกษาเป็น 51 กลุ่ม ทั้งนี้ ในภาคการศึกษาที่ 2/2566 ได้จัดแบ่งนักศึกษาให้ลงทะเบียนเรียน จำนวน 2 กลุ่มการเรียน เนื่องจาก ห้องปฏิบัติการเคมี สามารถรองรับนักศึกษาได้ 60 คน หรือจัดแบ่งกลุ่มนักศึกษาได้ไม่เกิน 30 กลุ่ม ต่อ 1 กลุ่มการเรียน เพื่อควบคุมประสิทธิภาพในการเรียนการสอนปฏิบัติการเคมีให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

จากความเป็นมาและความสำคัญข้างต้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องจัดทำคู่มือปฏิบัติงานเรื่อง การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เพื่อนำมาใช้เป็นคู่มือและแนวทางในการจัดเตรียมบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังการทำปฏิบัติการ โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญเพื่อให้การปฏิบัติงานให้บริการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน เป็นมาตรฐานเดียวกัน และสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้ ซึ่งเป็นการส่งผลให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการสนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ตามที่กำหนด

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์เคมี ผู้ปฏิบัติงานการเตรียมบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี สามารถปฏิบัติงานให้เป็นมาตรฐานเดียวกันได้

2) เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์เคมี ผู้ปฏิบัติงานการเตรียมบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี สามารถปฏิบัติงานแทนกันได้

3) เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง ได้มีความรู้ ความเข้าใจ กฎระเบียบ หลักเกณฑ์ วิธีปฏิบัติ และขั้นตอนการให้บริการสนับสนุนการเรียนการสอนบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

4) เพื่อเผยแพร่ประสบการณ์และเทคนิคในการปฏิบัติงาน ทางด้านการเตรียมบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

1.3 ขอบเขต

ผู้ใช้คู่มือเล่มนี้ คือ นักวิทยาศาสตร์เคมี ที่ได้รับมอบหมายให้บริการสนับสนุนบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี โดย มีผู้รับบริการจากคู่มือเล่มนี้ คือ อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา อาจารย์ผู้สอน และนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ทั้งนี้ คู่มือนี้อยู่ภายใต้การปฏิบัติงานตามโครงการสอนรายละเอียดและรายงานผลการดำเนินงาน (มคอ.3 หรือโครงการสอน/Course Specification) และคู่มือบทปฏิบัติการ (Direction Lab.) รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน (Basic Chemistry Laboratory) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ผู้เขียน จัดทำคู่มือเล่มนี้ขึ้นมา เพื่อใช้ในศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี โดย มีนักวิทยาศาสตร์เคมีเป็นผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งกระบวนการดำเนินงานเริ่มต้นตั้งแต่ การเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ และสิ้นสุดกระบวนการเมื่อมีการสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการตามแผนปฏิบัติการประจำภาคการศึกษา โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงานหลัก ดังนี้

1) การเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ
2) การให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ
3) การสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ

ทั้งนี้ ผู้เขียนได้ถ่ายทอดประสบการณ์และเทคนิคต่าง ๆ ของการปฏิบัติงานไว้ในคู่มือเล่มนี้ เพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้ปฏิบัติงานแทนและเป็นมาตรฐานในการปฏิบัติงาน สามารถรับมือกับความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นก่อนการปฏิบัติงานได้ มีเทคนิคหรือกลยุทธ์ในการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพ รวมทั้ง มีแนวทางในการแก้ไข ปรับปรุง หรือพัฒนางาน ให้มีคุณภาพมากขึ้น ซึ่งจะปรากฏอยู่ในบทต่าง ๆ ของคู่มือเล่มนี้

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ/คำจำกัดความ

คู่มือบทปฏิบัติการ (Direction Lab.) หมายถึง คำสั่งหรือคำแนะนำในการปฏิบัติการ โดยได้จากการสังเคราะห์ วิเคราะห์ ศึกษา หนังสือ ตำรา บทความวิจัย เอกสารการสอน อันเกี่ยวกับวิธีการทดลองในห้องปฏิบัติการของเรื่องนั้น ๆ ซึ่งเป็นการสรุปก่อนการทดลอง หรือสรุปการทดลองขณะที่ทำการทดลอง หรือหลังการทดลองก็ได้ เพื่อให้ผู้ทดลองได้เตรียมตัว ทบทวนเนื้อหา และสามารถหยิบจับมาอ่านขณะที่กำลังทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ (เอกลักษณ์ ราชไรกิจ, 2565) โดยคู่มือบทปฏิบัติการ (Direction Lab.) ในคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ หมายถึง บทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

นักวิทยาศาสตร์ หมายถึง นักวิทยาศาสตร์เคมี สังกัดศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบให้บริการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

บทปฏิบัติการ ตามความหมายของพจนานุกรมไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถานพุทธศักราช 2525 หมายถึง การทดลอง พิสูจน์ข้อเท็จจริงตามหลักทฤษฎี ดังนั้น บทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คือ กิจกรรมการทดลองที่นักศึกษามีโอกาสปฏิบัติร่วมกัน มีโอกาสสัมผัสและรู้จักวิธีการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ โดยมีอาจารย์เป็นผู้ให้คำแนะนำ (อรอุมา ละมุน, 2541)

มคอ.3 (โครงการสอน/Course Specification) หมายถึง กรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ คือ รายละเอียดของรายวิชา เป็นข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการบริหารจัดการของแต่ละรายวิชา เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนสอดคล้องและเป็นไปตามที่วางแผนไว้ในรายละเอียดของหลักสูตร ซึ่งแต่ละรายวิชาจะกำหนดไว้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และรายละเอียดของเนื้อหาความรู้ในรายวิชา แนวทางการปลูกฝังทักษะต่าง ๆ ตลอดจนคุณลักษณะอื่น ๆ ที่นักศึกษาจะได้รับการพัฒนาให้ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของรายวิชา มีการกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้ในการเรียน วิธีการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลในรายวิชา ตลอดจนหนังสือหรือสื่อทางวิชาการอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังมีการกำหนดยุทธศาสตร์ในการประเมินรายวิชาและกระบวนการปรับปรุงของรายวิชาด้วย (มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2564) โดย มคอ.3 ที่กล่าวถึงในคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ หมายถึง มคอ.3 ของรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

มหาวิทยาลัย หมายถึง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

รายวิชาปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน หมายถึง วิชาที่ว่าด้วยการฝึกทักษะทางห้องปฏิบัติการด้านเคมี ซึ่งเป็นรายวิชาที่เปิดการเรียนการสอนโดยคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ใช้ชื่อและรหัสวิชา คือ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

วัตถุดิบ หมายถึง วัสดุประเภทของสด ที่สามารถเน่าเสีย ละลาย ผุพัง มีการเสื่อมสภาพได้อย่างรวดเร็ว หรือไม่สามารถเก็บไว้ใช้งานในระยะเวลานานได้

วัสดุ หมายถึง วัสดุที่ไม่เกิดการเน่าเสีย ละลาย ผุพัง ไม่เสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วจนเกินไป และสามารถเก็บไว้ใช้งานในระยะเวลานานได้

รายวิชาปฏิบัติการ หมายถึง วิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เคมี รหัสรายวิชา 937-012 ชื่อวิชาภาษาไทย คือ ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ชื่อวิชาภาษาอังกฤษ คือ Basic Chemistry Laboratory

ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ หมายถึง ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

ห้องปฏิบัติการ/ห้องปฏิบัติการเคมี หมายถึง ห้องปฏิบัติการเคมี 2 ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา หมายถึง อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบประสานงานในการดำเนินการจัดการเรียนการสอนรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

อาจารย์ผู้สอน หมายถึง อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ผู้มีหน้าที่สอนปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

อุปกรณ์ หมายถึง เครื่องแก้วหรือวัสดุอื่น ๆ ทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน เช่น ที่วางปิเปตต์ ที่จับบิวเรตต์พร้อมขาตั้ง เป็นต้น

ผู้รับบริการ หมายถึง อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา อาจารย์ผู้สอน และนักศึกษาที่รับบริการบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

ผู้ให้บริการ หมายถึง นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

บทที่ 2
บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของคู่มือปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เล่มนี้ ผู้เขียนได้กล่าวถึง บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบและลักษณะการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานที่เป็นไปตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี รวมถึง การอธิบายโครงสร้างการบริหารจัดการ ประกอบด้วย โครงสร้างองค์กร โครงสร้างการบริหาร และโครงสร้างการปฏิบัติงาน ที่เชื่อมโยงจากองค์กรมายังงานที่ปฏิบัติ

2.1 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง

ผู้เขียน ปฏิบัติงานในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์เคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มีหน้าที่และความรับผิดชอบหลักเกี่ยวกับการสนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทางด้านเคมี การเตรียมบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ การให้บริการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ งานวิจัย และบริการวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์ ให้กับ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และคณะนวัตกรรมการเกษตร ประมง และอาหาร ทั้งหลักสูตรระดับวิทยาศาสตรบัณฑิต หลักสูตรระดับวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต และหลักสูตรระดับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต รวมทั้ง งานทดสอบตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ ให้แก่นักศึกษา อาจารย์ และประชาชนทั่วไปที่มาใช้บริการ เช่น การทดสอบตัวอย่างน้ำเสีย การทดสอบหาแร่ธาตุอาหารในดิน การให้บริการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง รวมทั้ง การให้คำปรึกษาหรือคำแนะนำทางด้านปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้แก่นักศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน เช่น การให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แก่นักศึกษา การให้คำแนะนำเกี่ยวกับการขอใช้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ด้วยตนเองแก่นักศึกษา ตลอดจนการให้คำแนะนำและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการปฏิบัติงานในหน้าที่กับนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน เช่น เทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการเคมีที่ทำให้การเตรียมบทปฏิบัติการรวดเร็วและแม่นยำ การให้คำแนะนำและช่วยแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้ากับนักวิทยาศาสตร์ด้วยกันขณะปฏิบัติงาน เพื่อให้ปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว และสำเร็จตามระยะเวลาที่กำหนด บรรลุตามวัตถุประสงค์ของหน่วยงาน นอกจากนี้ ยังมีการให้คำแนะนำด้านงานบริการวิชาการ การเผยแพร่ การถ่ายทอดความรู้ ทักษะ ตลอดจนเทคนิคการปฏิบัติงานในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานในหน้าที่นักวิทยาศาสตร์เคมี เพื่อให้ผู้รับบริการ ไม่ว่าจะเป็น นักศึกษา คณาจารย์ บุคลากร ทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน รวมทั้ง นักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน ได้มีความรู้ ความเข้าใจ ได้รับทราบข้อมูล ได้มีการเรียนรู้เทคนิค ทักษะ และนวัตกรรมต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์และสามารถนำไปพัฒนาตนเองได้ตลอดจน การให้บริการวิชาการแก่บุคลากรทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน เพื่อให้ได้รับความรู้และข้อมูลที่เป็นประโยชน์ สอดคล้องกับการสนับสนุนพันธกิจของหน่วยงาน

2.2 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ

บทบาทความรับผิดชอบของ นางสาวชัญญาภัค ทับจันทร์ ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ระดับปฏิบัติการ ผู้เขียนคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ ปฏิบัติหน้าที่สนับสนุนภารกิจ ด้านสนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ภายใต้การกำกับดูแลของ ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ มีลักษณะงานที่ปฏิบัติ ดังนี้

2.2.1 ด้านการปฏิบัติ

1) งานด้านการจัดเตรียมตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ สามารถจัดเตรียมตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ เช่น สารเคมี วัสดุ วัตถุดิบ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สามารถอธิบายวิธีการเตรียมบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้ ไม่ว่าจะเป็นการเตรียมสารเคมี การจัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ และอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้ง สามารถประยุกต์การใช้งาน เมื่อต้องใช้ตัวอย่างที่มีความหลากหลาย ตัวอย่างจำนวนมาก หรือแม้แต่ตัวอย่างที่มีจำนวนจำกัด ต้องบริหารจัดการการใช้ตัวอย่างได้ดี อีกทั้ง ยังมีความสามารถในการถ่ายทอดวิธีการเตรียมตัวอย่างที่ถูกต้องให้กับนักวิทยาศาสตร์เคมีด้วยกัน

2) งานด้านการให้คำปรึกษาและแนะนำเทคนิคการทดลองระหว่างให้บริการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สามารถแนะนำเทคนิค ทักษะ และวิธีการทดลอง ในแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ให้แก่นักศึกษา เพื่อให้นักศึกษาทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้อย่างเข้าใจและถูกต้อง รวมทั้ง มีความปลอดภัยจากอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ จากการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

3) งานด้านการแนะนำการใช้งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สามารถแนะนำการใช้งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ให้แก่นักศึกษา เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง และสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น รวมทั้ง สามารถประยุกต์การใช้งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับทรัพยากรที่มี

4) งานด้านการดูแลห้องปฏิบัติการความปลอดภัยทางเคมี ดำเนินงานตามมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ตามข้อกำหนดของโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย

5) งานด้านการจัดซื้อจัดจ้าง ดำเนินการจัดซื้อวัสดุวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ที่ได้รับมอบหมาย เช่น วัสดุ วัตถุดิบ เครื่องแก้ว และสารเคมี โดยมีการดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างเป็นไปตามระเบียบราชการ

6) งานด้านการจัดหาครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ดำเนินการเสนอพิจารณาครุภัณฑ์ประจำปีที่จำเป็นหรือขาดแคลน โดยเป็นผู้สำรวจข้อมูล เป็นผู้รวบรวมข้อมูล เป็นผู้จัดทำคุณลักษณะเป็นกรรมการเปิดซองเสนอราคา และกรรมการตรวจรับครุภัณฑ์ ตามความเหมาะสม

7) งานด้านการทดสอบตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ สามารถให้บริการทดสอบตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ เช่น การทดสอบพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในตัวอย่างน้ำเสีย ให้กับผู้ใช้บริการด้วยวิธีการทดสอบที่ได้มาตรฐานและเชื่อถือได้

8) งานด้านการวิจัย สามารถให้การสนับสนุนและร่วมดำเนินการวิจัยกับคณาจารย์ มีการศึกษาค้นคว้า วิเคราะห์ จัดเก็บ และแปลผลการวิจัย รวมทั้ง มีการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการหรือมีการตีพิมพ์วารสารวิชาการ

2.2.2 ด้านการวางแผน

1) งานด้านการวางแผนการจัดเตรียมตัวอย่างวิทยาศาสตร์ มีการดำเนินงานกำหนดแผนการปฏิบัติงานในการจัดเตรียมตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ เช่น สารเคมี วัสดุ และวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยการเรียงลำดับความสำคัญก่อน-หลัง ของตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องจัดเตรียม เรียงตามลำดับของการเรียนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ที่อ้างอิงจาก มคอ.3 ให้สอดคล้องกับแผนการเรียน เพื่อให้ได้ผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนด

2) งานด้านการวางแผนให้คำปรึกษาและแนะนำเทคนิคการทดลองระหว่างให้บริการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยการวางแผนร่วมกับคณาจารย์ที่สอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในการกำหนดรายละเอียดสำคัญของการทดลองที่ต้องให้คำแนะนำแก่นักศึกษาที่เรียนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เช่น เทคนิคและทักษะสำหรับวิธีการทดลองในแต่ละบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ข้อควรระวังเพื่อความปลอดภัยระหว่างการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์ ให้นักศึกษาสามารถทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และมีความปลอดภัยจากอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นจากการทดลอง เพื่อให้นักศึกษาได้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง สามารถนำเนื้อหาภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ มาเชื่อมโยงกันได้อย่างเข้าใจ ตามวัตถุประสงค์และผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

3) งานด้านการวางแผนแนะนำการใช้งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ โดยการวางแผนกระบวนการให้คำแนะนำที่เข้าใจได้ง่ายและไม่ซับซ้อน สามารถอธิบายวิธีการใช้งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ อย่างเป็นลำดับและชัดเจน มีการวางแผนให้นักศึกษาได้ใช้งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วนทุกขั้นตอน เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้

4) งานด้านการวางแผนการดูแลห้องปฏิบัติการความปลอดภัยทางเคมี ดำเนินการโดยวางแผนขั้นตอนการตรวจติดตามการปฏิบัติงานด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการเคมี รวมทั้ง แผนการปฏิบัติตามข้อกำหนดของมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

5) งานด้านการวางแผนจัดซื้อจัดจ้าง โดยการดำเนินการวางแผนกำหนดงบประมาณที่ต้องใช้ในการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุและวัตถุดิบ ในแต่ละรายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมอบหมายในการให้บริการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ รวมทั้ง วางแผนการจัดซื้อจัดจ้างตามกรอบระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถจัดซื้อวัสดุและวัตถุดิบ มาใช้งานได้ทันตามกรอบระยะเวลาและบรรลุวัตถุประสงค์ของการเรียนบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

6) งานด้านการวางแผนการจัดหาครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ โดยการดำเนินการวางแผนเสนอพิจารณาครุภัณฑ์ประจำปี ที่มีความจำเป็นหรือกำลังขาดแคลน โดย เป็นผู้รวบรวมข้อมูลจัดทำคุณลักษณะ กรรมการเปิดซองเสนอราคา และกรรมการตรวจรับครุภัณฑ์ตามความเหมาะสมของงาน เพื่อให้ได้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์เพียงพอตามเป้าหมายที่วางไว้

7) งานด้านการวางแผนการทดสอบตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ โดยวางแผนการทำงานตามกรอบระยะเวลาที่เหมาะสม ไม่กระทบต่อการปฏิบัติหน้าที่ให้บริการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในการสนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมอบหมาย และให้ได้ผลการทดสอบตามกรอบระยะเวลาที่ผู้รับบริการกำหนด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ของการทดสอบที่ถูกต้อง แม่นยำ และสามารถส่งงานให้กับผู้รับบริการได้ทันเวลาตามกรอบระยะเวลา ของแผนงานที่กำหนดไว้เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของการทดสอบตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์

8) งานด้านการวางแผนการวิจัย โดยการวางแผนกระบวนการทำวิจัยร่วมกับคณาจารย์ในด้าน การศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์ จัดเก็บ และแปลผลการวิจัย เพื่อให้เกิดการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ หรือมีการตีพิมพ์วารสารวิชาการ ตามผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

2.2.3 ด้านการประสานงาน

1) งานด้านการประสานงานการจัดเตรียมตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ โดยการประสานงานระหว่างนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานกับอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์หรืออาจารย์ผู้สอนรายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เช่น การขอความร่วมมือเพื่อขอบทปฏิบัติการ จากอาจารย์ผู้สอนรายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาวางแผนการจัดเตรียมตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ ให้ได้อย่างเหมาะสม ตามกรอบระยะเวลาและวัตถุประสงค์ที่กำหนด หรือการประสานงาน ปรึกษาหารือ พูดคุยกับอาจารย์ผู้สอนรายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในกรณีที่ต้องมีการเปลี่ยนแปลงตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ ที่ไม่ตรงตามบทปฏิบัติการ รวมทั้ง นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน สามารถแสดงความคิดเห็นถึงผลลัพธ์ที่เป็นไปได้ กรณีมีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับการใช้ตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ตรงตามบทปฏิบัติการ เพื่อให้เกิดการดำเนินงานร่วมกันและความเข้าใจที่ตรงกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน อาจารย์ผู้ประสานงาน และอาจารย์ผู้สอนรายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2) งานด้านการประสานงานในการให้คำปรึกษาและแนะนำเทคนิคการทดลองระหว่างให้บริการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยการประสานงานระหว่าง นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานและอาจารย์ผู้สอนรายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในการกำหนดหัวข้อหรือขอบเขตในเรื่องเกี่ยวกับ การแนะนำเทคนิค ทักษะ และวิธีการทดลองในแต่ละบทปฏิบัติการให้กับนักศึกษา ตลอดจน วิธีการสอนและการให้คำแนะนำที่เป็นไปในแนวทางเดียวกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานและอาจารย์ผู้สอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักศึกษามีความเข้าใจ และไม่เกิดความสับสนในคำอธิบายของผู้สอน ทั้งจาก อาจารย์ผู้สอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้ ยังอาจมีการประสานงานเพื่อให้เกิดความร่วมมือระหว่าง อาจารย์ผู้สอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ในการให้คำปรึกษาและแนะนำเทคนิคการทำปฏิบัติการ เพื่อให้นักศึกษาสามารถทำบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และมีความปลอดภัยจากอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้

3) งานด้านการประสานงานเกี่ยวกับการแนะนำการใช้งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ โดยการประสานงาน ระหว่างนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานและอาจารย์ผู้สอนรายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีการพูดคุย ประสานงานถึงแผนการจัดลำดับการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักศึกษาได้ใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ในแต่ละปฏิบัติการได้อย่างครบถ้วนและทันตามกรอบระยะเวลาการเรียนการสอนปฏิบัติการในแต่ละครั้ง รวมทั้งมีการพูดคุย ประสานงาน ถึงแผนการบริหารจัดการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ที่ขาดแคลนหรือมีไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา โดยการปรึกษาหารือและประสานงาน เพื่อดำเนินการตามแผนการบริหารจัดการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่ขาดแคลนให้นักศึกษาได้รู้จักและเข้าถึงครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์นั้น ๆ ได้อย่างครบถ้วนและทั่วถึง

4) งานด้านการประสานงานดูแลห้องปฏิบัติการความปลอดภัยทางเคมี โดยการประสานงานระหว่าง นักวิทยาศาสตร์ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการเคมีและนักวิทยาศาสตร์ที่เข้าใช้ห้องปฏิบัติการเคมี มีการพูดคุย ประสานงาน และการอธิบายถึงข้อกำหนดต่าง ๆ ตามมาตรฐานห้องปฏิบัติการปลอดภัย เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์ที่เข้าใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ได้ทราบถึงข้อกำหนดและได้ปฏิบัติตามข้อกำหนดอย่างเคร่งครัด เกิดความร่วมมือในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีอย่างถูกต้องและมีความปลอดภัย

5) งานด้านการประสานงานจัดซื้อจัดจ้าง โดยการประสานงานร่วมกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เจ้าหน้าที่พัสดุ และผู้จัดจำหน่ายสินค้า เช่น การขอใบเสนอราคา การจัดทำเอกสารประกอบการขออนุมัติจัดซื้อวัสดุในรายวิชาปฏิบัติการ รวมทั้ง การประสานงานในการตรวจรับพัสดุ เพื่อให้เกิดความร่วมมือในการประสานงานและการดำเนินงานร่วมกัน

6) งานด้านการประสานงานจัดหาครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ โดยการประสานงานร่วมกันระหว่าง นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เจ้าหน้าที่พัสดุ และตัวแทนผู้จำหน่ายครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ เช่น การขอใบเสนอราคา การกำหนดรายละเอียดครุภัณฑ์ การจัดทำเอกสารประกอบการขออนุมัติจัดซื้อครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ รวมทั้ง การประสานงานระหว่างนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานกับคณาจารย์ในการขอเชิญคณาจารย์ร่วมเป็นกรรมการเปิดซองเสนอราคาหรือกรรมการตรวจรับครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ เพื่อให้เกิดความร่วมมือในการประสานงานและการดำเนินงานร่วมกัน

7) งานด้านการประสานงานการทดสอบตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ โดยการประสานงานร่วมกันระหว่าง นักวิทยาศาสตร์ผู้ทดสอบตัวอย่างและนักวิทยาศาสตร์ผู้รับ-ส่ง ผลการทดสอบตัวอย่าง ซึ่งจะมีการแจ้งกำหนดกรอบระยะเวลาในการทดสอบตัวอย่างในแต่ละครั้ง เกี่ยวกับรายละเอียดของตัวอย่างที่ผู้รับบริการส่งทดสอบ เช่น จำนวนตัวอย่าง กรอบระยะเวลาการทดสอบ วันสิ้นสุดการทดสอบ และวันส่งผลการทดสอบ เพื่อให้เกิดความร่วมมือในการประสานงานและการดำเนินงานร่วมกัน ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด

8) งานด้านการประสานงานการวิจัย โดยการประสานงานร่วมกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานและคณาจารย์ที่ทำวิจัย มีการเจรจา พูดคุย ร่วมกันวางแผน ค้นคว้า วิเคราะห์ จัดเก็บและแปลผลการวิจัยร่วมกัน มีวัตถุประสงค์ให้เกิดการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ หรือมีการตีพิมพ์วารสารวิชาการ เพื่อให้เกิดความร่วมมือในการประสานงานและการดำเนินงานร่วมกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานและคณาจารย์ เพื่อให้การทำงานบรรลุตามวัตถุประสงค์และผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

2.2.4 ด้านบริการ

1) งานด้านการให้บริการจัดเตรียมตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ โดยการให้บริการให้คำปรึกษา และคำแนะนำในการจัดเตรียมตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ เช่น สารเคมี วัสดุ และวัตถุดิบที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ สามารถอธิบายวิธีการเตรียม รวมทั้ง สามารถประยุกต์การใช้งานเมื่อต้องใช้ตัวอย่างที่มีความหลากหลาย ตัวอย่างจำนวนมาก หรือแม้แต่ตัวอย่างที่มีจำนวนจำกัด และสามารถถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับวิธีการเตรียมตัวอย่างที่ถูกต้องกับนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน เพื่อให้นำไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาหรือดำเนินงานต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2) งานด้านการบริการให้คำปรึกษาและแนะนำเทคนิคการทดลองระหว่างให้บริการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สามารถบริการให้คำปรึกษาและคำแนะนำเกี่ยวกับเทคนิควิธีการทดลองในแต่ละบทปฏิบัติการ ให้แก่นักศึกษา ให้คำแนะนำที่เกี่ยวข้องกับวิธีการแก้ปัญหา การคิด วิเคราะห์ เพื่อให้นักศึกษาทำปฏิบัติการได้อย่างถูกต้องและมีความปลอดภัยจากอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้

3) งานด้านการบริการแนะนำการใช้งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ โดยให้บริการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับการใช้งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ให้แก่นักศึกษา เพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง รวมทั้ง การแนะนำเทคนิคต่าง ๆ ในการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักศึกษาเกิดทักษะและพัฒนาเทคนิคการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ อย่างถูกต้องและแม่นยำ

4) งานด้านการบริการดูแลห้องปฏิบัติการความปลอดภัยทางเคมี โดยให้บริการถ่ายทอดความรู้ แนวคิด และวิธีการปฏิบัติ ตามมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ให้กับนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน รวมทั้ง การให้บริการจัดอบรมบุคลากรที่เกี่ยวข้องในห้องปฏิบัติการเคมี เช่น จัดอบรมแม่บ้านในเรื่องการทำความสะอาดห้องปฏิบัติการเคมีอย่างถูกต้องและปลอดภัย จัดอบรมนักศึกษาในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีให้เกิดความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินควรปฏิบัติตนเช่นไร รวมทั้ง การให้บริการจัดอบรมการซ้อมดับเพลิงและอพยพหนีไฟให้กับนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน แม่บ้าน พนักงานรักษาความปลอดภัย นักศึกษา และบุคลากร

5) งานด้านการบริการจัดซื้อจัดจ้าง สามารถให้บริการตอบปัญหาหรือชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในรายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ที่ได้รับมอบหมาย เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาหรือดำเนินงานต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6) งานด้านการบริการจัดหาครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สามารถบริการให้คำปรึกษาและคำแนะนำ ให้กับนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน รวมทั้ง สามารถให้บริการตอบปัญหาหรือชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับการจัดหาครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ให้กับเจ้าหน้าที่พัสดุ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันถูกต้องตามระเบียบพัสดุและสามารถดำเนินงานต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพ

7) งานด้านการบริการทดสอบตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ สามารถให้บริการถ่ายทอดความรู้ให้กับนักวิทยาศาสตร์ด้วยกัน ในด้านเทคนิคการทดสอบ วิธีการทดสอบ รวมทั้ง การแปลผล เพื่อให้เกิดการพัฒนาความรู้ เทคนิค และทักษะ ให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้แก้ไขปัญหาหรือดำเนินงานต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพ

8) งานด้านการให้บริการวิจัย สามารถบริการให้คำปรึกษา การถ่ายทอดความรู้ เทคนิค ทักษะ หรือตอบปัญหาและข้อซักถามเกี่ยวกับงานวิจัย ให้เป็นที่ประจักษ์ ทั้งกับหน่วยงานภายในและภายนอก

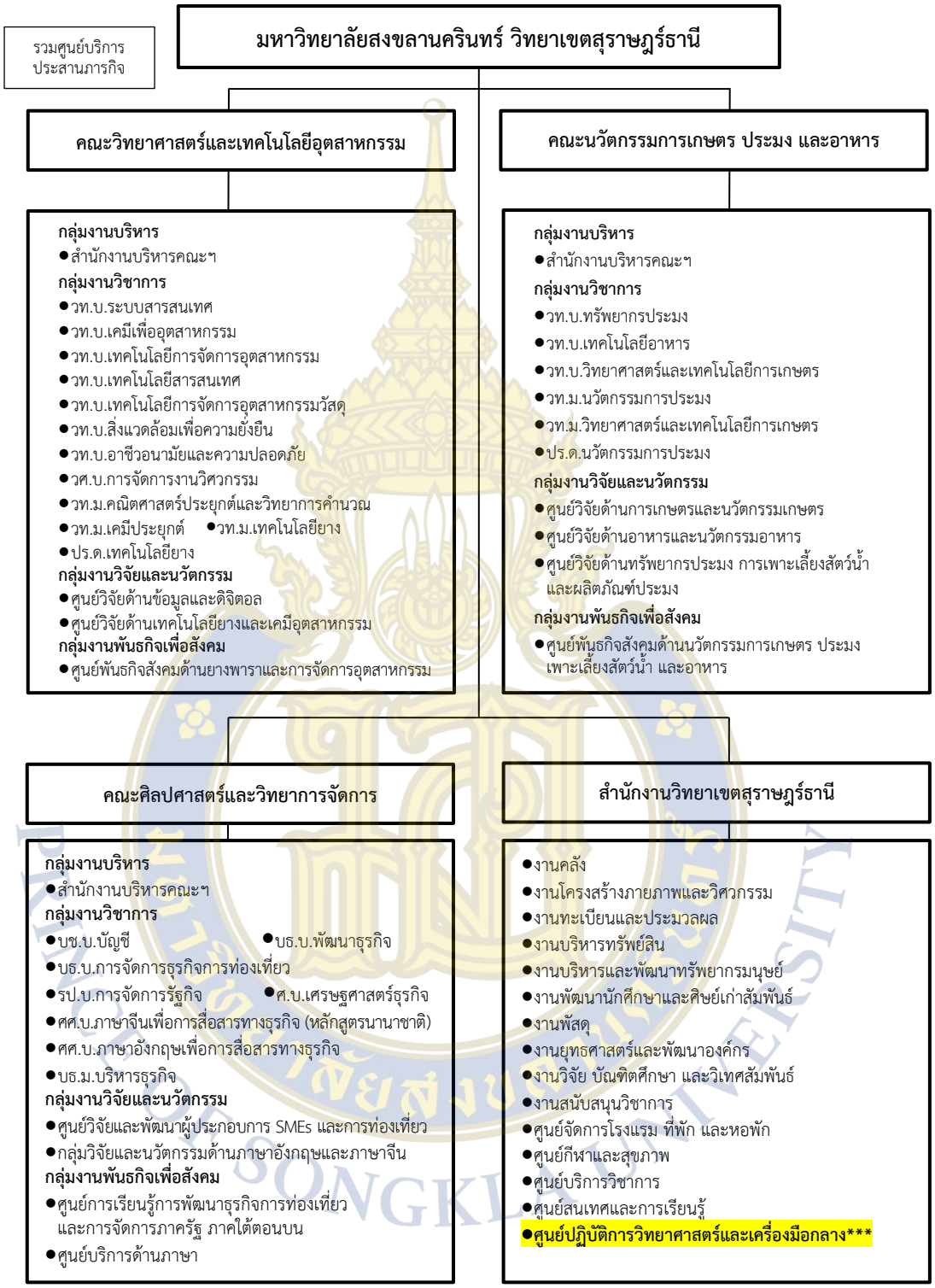
จากหน้าภาระหน้าที่ ที่ได้รับมอบหมายดังกล่าวข้างต้น ผู้เขียนคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ได้เลือก งานด้านการจัดเตรียมตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การจัดเตรียมสารเคมี การจัดเตรียมวัสดุ การจัดเตรียมวัตถุดิบ การจัดเตรียมครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และการจัดเตรียมอุปกรณ์อื่น ๆ รวมทั้ง การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากการทดลองในแต่ละบทปฏิบัติการ ตลอดจนข้อมูลอื่น ๆ ที่มีความจำเป็นและเกี่ยวข้องกับการให้บริการบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มาเขียนเป็นคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้

2.3 โครงสร้างการบริหารจัดการ

2.3.1 โครงสร้างองค์กร (Organization Chart)

2.3.1.1 โครงสร้างองค์กรมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี บริหารงานภายใต้พระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. 2559 ด้วยรูปแบบการบริหารงานแบบรวมศูนย์บริการประสานภารกิจ มีหน้าที่บริหารวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย มีประสิทธิภาพ และมีความสอดคล้องกับการเป็นมหาวิทยาลัยชั้นนำ ภายใต้วิสัยทัศน์ “วิทยาเขตแห่งคุณค่าเพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาภาคใต้อย่างยั่งยืน สู่ระดับแนวหน้าของโลก” ประกอบด้วย พันธกิจ 3 ข้อ ได้แก่ 1) สร้างความเป็นผู้นำทางวิชาการและนวัตกรรม โดยมีการวิจัยเป็นฐานเพื่อการพัฒนาพื้นที่และเชื่อมโยงสู่สังคมและเครือข่ายสากล 2) สร้างทรัพยากรมนุษย์ที่มีสมรรถนะทางวิชาการและวิชาชีพ ซื่อสัตย์ มีวินัย ใฝ่ปัญญา จิตสาธารณะ และมีทักษะในศตวรรษที่ 21 และสามารถประยุกต์ความรู้บนพื้นฐานประสบการณ์จากการปฏิบัติ และ 3) พัฒนาวิทยาเขตให้เป็นสังคมฐานความรู้สหวิทยาการ เพื่อการพัฒนาสังคมสู่ความยั่งยืน ทั้งนี้ ในส่วนของโครงสร้างองค์กรนั้น มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ได้ดำเนินการให้มีการจัดแบ่งโครงสร้างองค์กรตามประกาศมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เรื่อง การแบ่งโครงสร้างหน่วยงานภายในส่วนงานประเภทนโยบายและบริหาร ประเภทวิชาการ และประเภทอำนวยการและสนับสนุนภารกิจ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. 2563 ลงวันที่ 26 พฤศจิกายน 2563 โดยในประกาศได้มีการจัดแบ่งโครงสร้างองค์กรของ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ออกเป็นสามคณะ และหนึ่งหน่วยงาน คือ 1) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประกอบด้วยสี่กลุ่มงาน คือ กลุ่มงานบริหาร กลุ่มงานวิชาการ กลุ่มงานวิจัยและนวัตกรรม และกลุ่มงานพันธกิจเพื่อสังคม 2) คณะนวัตกรรมการเกษตร ประมง และอาหาร ซึ่งคณะนี้ประกอบด้วยสี่กลุ่มงาน คือ กลุ่มงานบริหาร กลุ่มงานวิชาการ กลุ่มงานวิจัยและนวัตกรรม และกลุ่มงานพันธกิจเพื่อสังคม 3) คณะศิลปะศาสตร์และวิทยาการจัดการ ประกอบด้วยสี่กลุ่มงานเช่นเดียวกันกับอีกสองคณะ คือ กลุ่มงานบริหาร กลุ่มงานวิชาการ กลุ่มงานวิจัยและนวัตกรรม และกลุ่มงานพันธกิจเพื่อสังคม และ 4) สำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ประกอบด้วย 15 ส่วนงาน คือ 1) งานคลัง 2) งานโครงสร้างกายภาพและวิศวกรรม 3) งานทะเบียนและประมวลผล 4) งานบริหารทรัพย์สิน 5) งานบริหารและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ 6) งานพัฒนานักศึกษาและศิษย์เก่าสัมพันธ์ 7) งานพัสดุ 8) งานยุทธศาสตร์และพัฒนาองค์กร 9) งานวิจัย บัณฑิตศึกษาและวิเทศสัมพันธ์ 10) งานสนับสนุนวิชาการ 11) ศูนย์การจัดการโรงแรม ที่พัก และหอพัก 12) ศูนย์กีฬาและสุขภาพ 13) ศูนย์บริการวิชาการ 14) ศูนย์สนเทศและการเรียนรู้ และ 15) ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง (ภาพที่ 2-1)



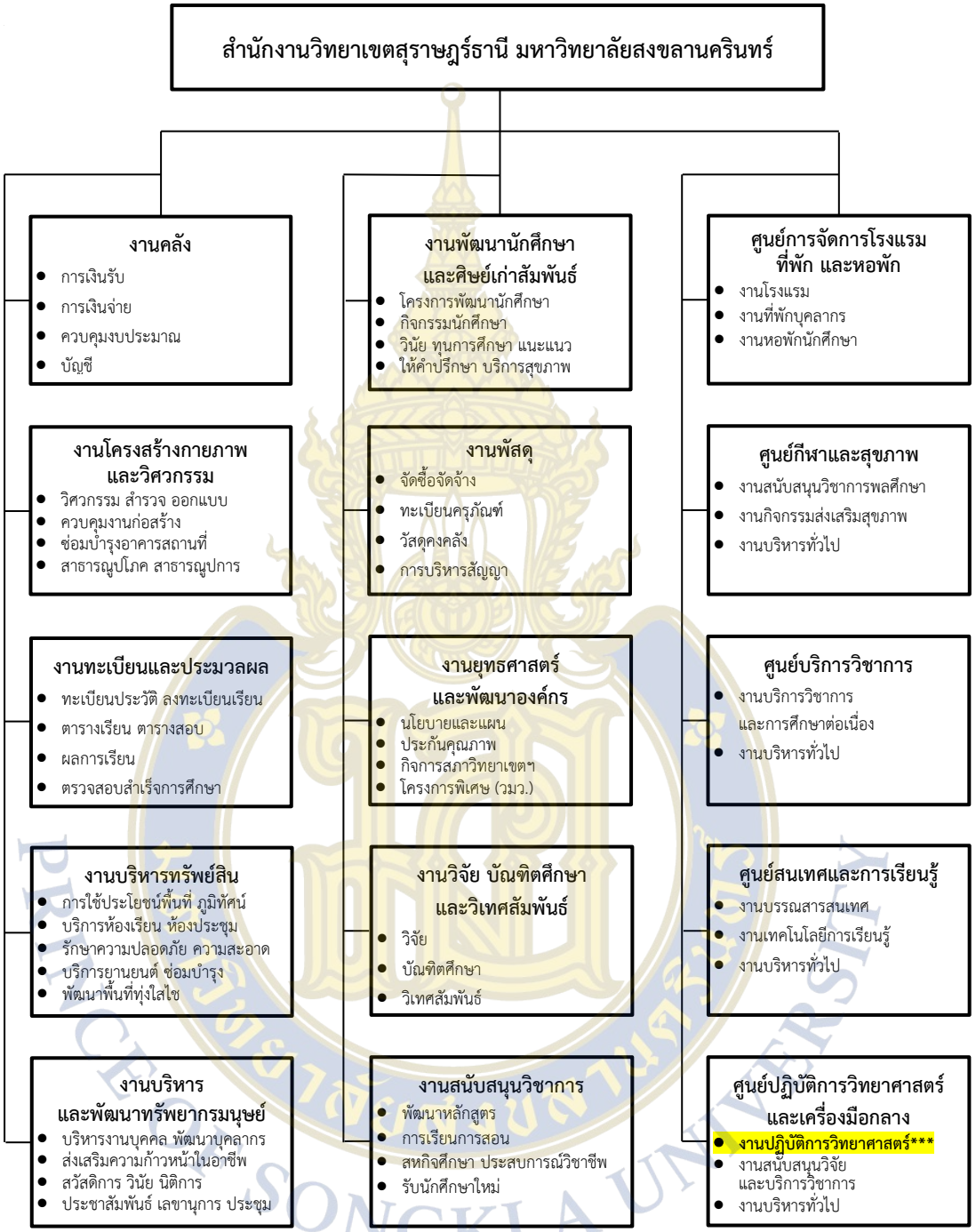
ภาพที่ 2-1 โครงสร้างองค์กรมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

ที่มา : ประกาศมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เรื่อง การแบ่งโครงสร้างหน่วยงานภายในส่วนงานประเภทนโยบายและบริหาร ประเภทวิชาการ และประเภทอำนวยการและสนับสนุนภารกิจ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. 2563

หมายเหตุ : *** หมายถึง ผู้เขียนปฏิบัติงานภายใต้การกับกับดูแลของผู้บริหารในคู่มือเล่มนี้

2.3.1.2 โครงสร้างองค์กรสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

สำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ บริหารงานภายใต้พระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. 2559 โดยใช้หลักการบริหาร ด้วยรูปแบบการบริหารงานแบบรวมศูนย์บริการประสานภารกิจ ให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย มีประสิทธิภาพ และมีความสอดคล้องกับการเป็นสถานศึกษาเพื่อสนับสนุนการให้การศึกษา ส่งเสริมและพัฒนาวิชาการ วิชาชีพ และงานวิจัย เพื่อสร้างองค์ความรู้และเทคโนโลยี อันจะนำไปใช้พัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าในด้านต่าง ๆ โดยมีภารกิจสนับสนุนด้านการเรียนการสอน การวิจัย การให้บริการวิชาการแก่สังคม และการทำนุบำรุงศิลปะและวัฒนธรรม มีการแบ่งโครงสร้างองค์กรตามประกาศ เรื่อง การแบ่งโครงสร้างหน่วยงานภายในส่วนงานประเภทนโยบายและบริหาร ประเภทวิชาการ และประเภทอำนวยการและสนับสนุนภารกิจมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. 2563 ลงวันที่ 26 พฤศจิกายน 2563 โดยสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มีการแบ่งโครงสร้างหน่วยงานออกเป็น 15 ส่วนงาน ดังนี้ 1) งานคลัง มีหน้าที่ดูแล การเงินรับ-จ่าย ควบคุมงบประมาณและบัญชี 2) งานโครงสร้างกายภาพและวิศวกรรม มีหน้าที่ดูแล การสำรวจ ออกแบบ ควบคุมงานก่อสร้าง ซ่อมบำรุงอาคารสถานที่ สาธารณูปโภคและสาธารณูปการ 3) งานทะเบียนและประมวลผล มีหน้าที่ดูแล ทะเบียนประวัตินักศึกษา การลงทะเบียนเรียน ตารางเรียน ตารางสอบ ผลการเรียน และตรวจสอบการสำเร็จการศึกษา 4) งานบริหารทรัพย์สิน มีหน้าที่ดูแล การใช้ประโยชน์พื้นที่ภูมิทัศน์ การให้บริการห้องเรียน ห้องประชุม รักษาความปลอดภัย ความสะอาด งานบริการยานยนต์ งานซ่อมบำรุง และการพัฒนาพื้นที่ทุ่งใสไช 5) งานบริหารและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ มีหน้าที่ดูแล การบริหารงานบุคคล การพัฒนาบุคลากร ส่งเสริมความก้าวหน้าในอาชีพ สวัสดิการ วินัย นิติกร ประชาสัมพันธ์ เลขานุการ และการประชุม 6) งานพัฒนานักศึกษาและศิษย์เก่าสัมพันธ์ มีหน้าที่ดูแล โครงการพัฒนานักศึกษา กิจกรรมนักศึกษา วินัยทุนการศึกษา การแนะแนว และการบริการสุขภาพ 7) งานพัสดุ มีหน้าที่ดูแล การจัดซื้อจัดจ้าง ทะเบียนครุภัณฑ์ วัสดุคงคลัง และการบริหารสัญญา 8) งานยุทธศาสตร์และพัฒนาองค์กร มีหน้าที่ดูแล งานนโยบายและแผน งานประกันคุณภาพ กิจการสภาวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี และโครงการพิเศษ 9) งานวิจัย บัณฑิตศึกษา และวิเทศสัมพันธ์ มีหน้าที่ดูแล งานวิจัย บัณฑิตศึกษา และวิเทศสัมพันธ์ 10) งานสนับสนุนวิชาการ มีหน้าที่ดูแล การพัฒนาหลักสูตร การเรียนการสอน สหกิจศึกษา ประสบการณ์วิชาชีพ และการรับนักศึกษาใหม่ 11) ศูนย์การจัดการโรงแรม ที่พัก และหอพัก มีหน้าที่ดูแล งานโรงแรม งานที่พักบุคลากร รวมทั้งงานหอพักนักศึกษา 12) ศูนย์กีฬาและสุขภาพ มีหน้าที่ดูแล งานสนับสนุนวิชาการพลศึกษา งานกิจกรรมส่งเสริมสุขภาพ ตลอดจนงานบริหารทั่วไป 13) ศูนย์บริการวิชาการ มีหน้าที่ดูแล งานบริการวิชาการและการศึกษาต่อเนื่อง และงานบริหารทั่วไป 14) ศูนย์สนเทศและการเรียนรู้ มีหน้าที่ดูแล งานที่เกี่ยวข้องกับบรรณสารสนเทศ งานเทคโนโลยีการเรียนรู้ และงานบริหารทั่วไป และ 15) ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มีหน้าที่ดูแล งานปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ งานสนับสนุนวิจัยและบริการวิชาการ และงานบริหารทั่วไป (ภาพที่ 2-2)



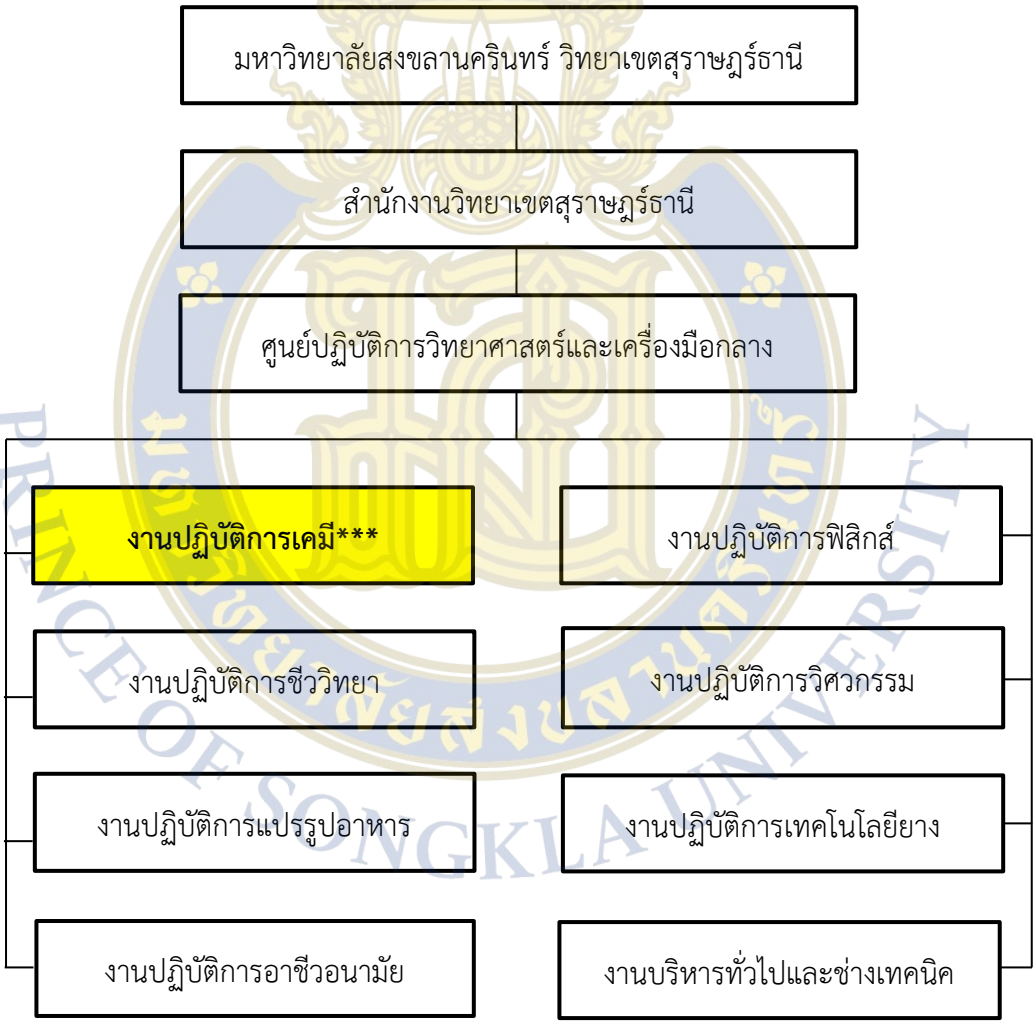
ภาพที่ 2-2 โครงสร้างองค์กรสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ที่มา : ประกาศมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เรื่อง การแบ่งโครงสร้างหน่วยงานภายในส่วนงาน ประเภทนโยบายและบริหาร ประเภทวิชาการ และประเภทอำนวยการและสนับสนุนภารกิจ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. 2563

หมายเหตุ : *** หมายถึง ผู้เขียนปฏิบัติงานภายใต้การกับกับดูแลของผู้บริหารในคู่มือเล่มนี้

2.3.1.3 โครงสร้างองค์กรศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง สังกัดสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง สังกัดสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จัดแบ่งโครงสร้างองค์กร ออกเป็น 8 งาน ได้แก่ 1) งานปฏิบัติการเคมี 2) งานปฏิบัติการชีววิทยา 3) งานปฏิบัติการแปรรูปอาหาร 4) งานปฏิบัติการอาชีวอนามัย 5) งานปฏิบัติการฟิสิกส์ 6) งานปฏิบัติการวิศวกรรม 7) งานปฏิบัติการเทคโนโลยียาง และ 8) งานบริหารทั่วไปและช่างเทคนิค ซึ่งทั้ง 8 งาน ได้รับการกำกับดูแลและติดตามการปฏิบัติงานภายใต้การกำกับดูแลของ สำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี โดยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เป็นผู้บริหารสูงสุด ผ่านการกลั่นกรอง ควบคุมการปฏิบัติงาน และกำกับดูแล โดย หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง และดำเนินการรายงานผลการปฏิบัติงานไปยัง สำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ตามลำดับ (ภาพที่ 2-3)



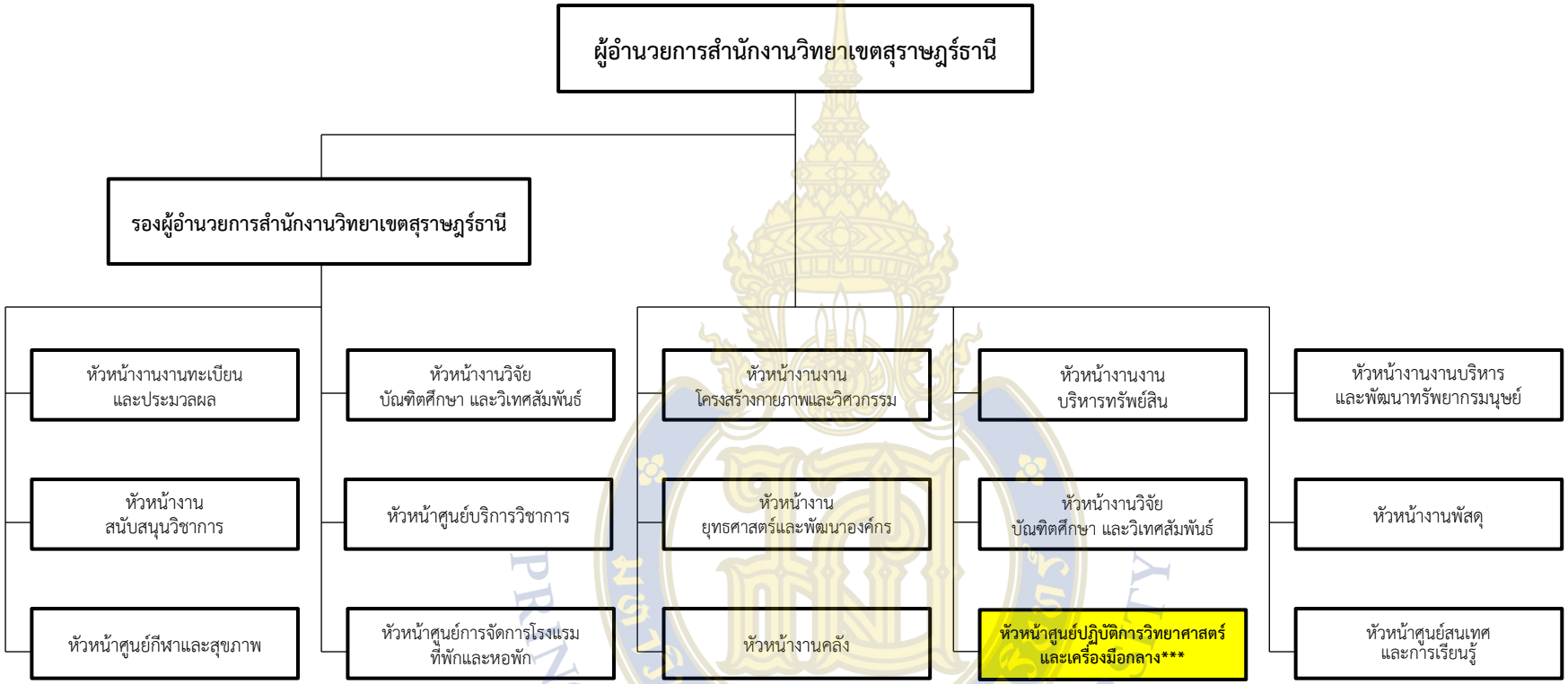
ภาพที่ 2-3 โครงสร้างองค์กรศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง
ที่มา : ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง, 2567
หมายเหตุ : *** หมายถึง ผู้เขียนปฏิบัติงานภายใต้การกับกับดูแลของผู้บริหารในคู่มือเล่มนี้

2.3.2 โครงสร้างการบริหาร (Administration Chart)

2.3.2.1 โครงสร้างการบริหารสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การบริหารงานของสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ดำเนินงานและบริหารงาน ภายใต้การกำกับดูแลของ ผู้อำนวยการสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ทำหน้าที่เป็นผู้บริหารสูงสุด เพื่อให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย มีประสิทธิภาพ และมีความสอดคล้องกับการเป็นมหาวิทยาลัยชั้นนำ ภายใต้วิสัยทัศน์ “วิทยาเขตแห่งคุณค่าเพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาภาคใต้อย่างยั่งยืน สู่ระดับแนวหน้าของโลก” ประกอบด้วยพันธกิจ จำนวน 3 ข้อ ได้แก่ 1) สร้างความเป็นผู้นำทางวิชาการและนวัตกรรม โดยมีการวิจัยเป็นฐานเพื่อการพัฒนาพื้นที่ และเชื่อมโยงสู่สังคมและเครือข่ายสากล 2) สร้างทรัพยากรมนุษย์ที่มีสมรรถนะทางวิชาการและวิชาชีพ ซื่อสัตย์ มีวินัย ใฝ่ปัญญา จิตสาธารณะ และมีทักษะในศตวรรษที่ 21 และสามารถประยุกต์ความรู้บนพื้นฐานประสบการณ์จากการปฏิบัติ และ 3) พัฒนาวิทยาเขตให้เป็นสังคมฐานความรู้สหวิทยาการเพื่อการพัฒนาสังคมสู่ความยั่งยืน ภายใต้การบริหารงานของ ผู้อำนวยการสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ทำหน้าที่บริหารงานและกำกับติดตามการดำเนินงานของส่วนงาน ทั้ง 15 ส่วนงาน ผ่านการบริหารงานของหัวหน้างาน ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยกลั่นกรอง พิจารณา และบริหารงานต่าง ๆ ในเบื้องต้นที่เกี่ยวข้อง และมีการนำเสนองานโดยตรงต่อผู้อำนวยการสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี จำนวน 9 ส่วนงาน ได้แก่ 1) หัวหน้างานโครงสร้างกายภาพและวิศวกรรม 2) หัวหน้างานยุทธศาสตร์และพัฒนาองค์กร 3) หัวหน้างานคลัง 4) หัวหน้างานบริหารทรัพย์สิน 5) หัวหน้างานพัฒนานักศึกษาและศิษย์เก่าสัมพันธ์ 6) หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง 7) หัวหน้างานบริหารและพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ 8) หัวหน้างานพัสดุ และ 9) หัวหน้าศูนย์สนเทศและการเรียนรู้ และมีรองผู้อำนวยการสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ทำหน้าที่ช่วยบริหารงาน กลั่นกรอง พิจารณา และกำกับติดตามการดำเนินงาน ผ่านการบริหารงานของหัวหน้างานแต่ละงาน จำนวน 6 ส่วนงาน ได้แก่ 1) หัวหน้างานทะเบียนและประมวลผล 2) หัวหน้างานสนับสนุนวิชาการ 3) หัวหน้าศูนย์กีฬาและสุขภาพ 4) หัวหน้างานวิจัย บัณฑิตศึกษา และวิเทศสัมพันธ์ 5) หัวหน้าศูนย์บริการวิชาการ และ 6) หัวหน้าศูนย์การจัดการโรงแรม ที่พักและหอพัก

ทั้งนี้ หัวหน้างานแต่ละส่วนงาน มีหน้าที่รายงานผลการดำเนินงานและการบริหารงานโดยตรงต่อผู้อำนวยการสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานีและรองผู้อำนวยการสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ตามโครงสร้างการบริหารสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มีผู้อำนวยการสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ทำหน้าที่กำกับดูแลและเป็นผู้บริหารสูงสุด ตามโครงสร้างการบริหารสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (ภาพที่ 2-4)



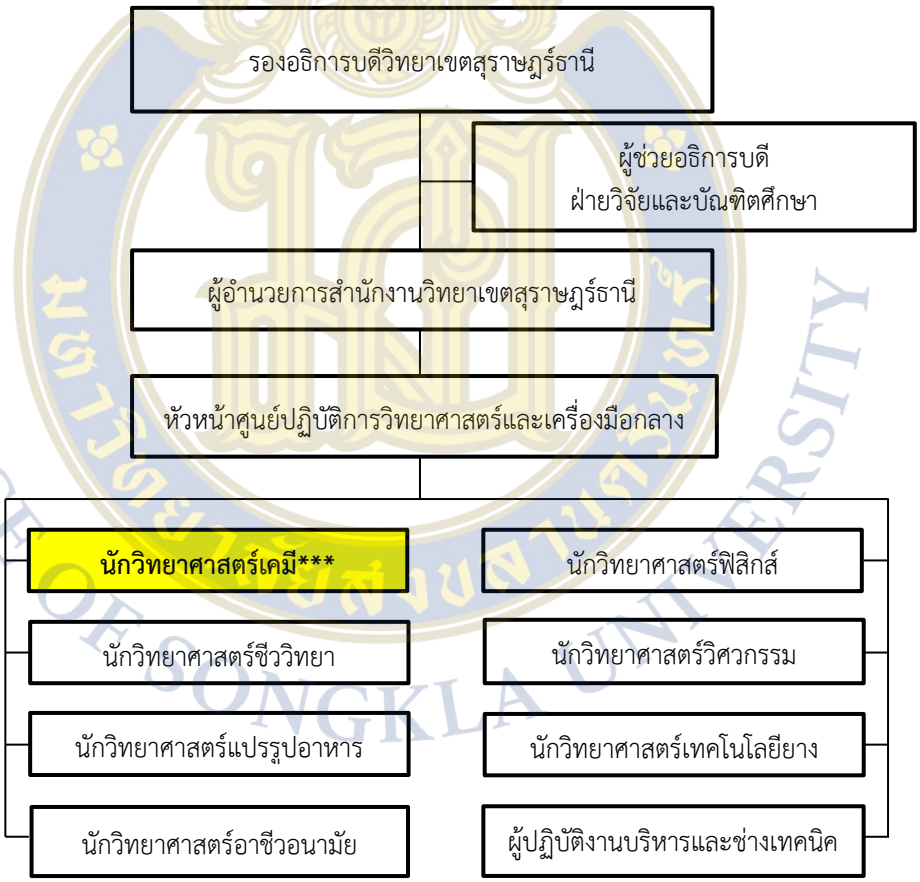
ภาพที่ 2-4 โครงสร้างการบริหารสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ที่มา : ประกาศมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เรื่อง การแบ่งโครงสร้างหน่วยงานภายในส่วนงานประเภทนโยบายและบริหาร ประเภทวิชาการ และประเภทอำนวยการและสนับสนุนภารกิจ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พ.ศ. 2563

หมายเหตุ : *** หมายถึง ผู้เขียนปฏิบัติงานภายใต้การกับกับดูแลของผู้บริหารในคู่มือเล่มนี้

2.3.2.2 โครงสร้างการบริหารศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง สำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การบริหารงานของ ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง สังกัดสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ดำเนินงานและบริหารงานภายใต้การกำกับดูแลของ รองอธิการบดีวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทำหน้าที่เป็นผู้บริหารสูงสุดเพื่อให้บรรลุตามพันธกิจของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษาทำหน้าที่ช่วยบริหารและกำกับดูแล โดยมีผู้อำนวยการสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ทำหน้าที่บริหารงานและกำกับติดตามการดำเนินงานของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ผ่านการบริหารงานของหัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยกลั่นกรอง พิจารณาและบริหารงานในเบื้องต้น รายงานโดยตรงต่อ ผู้อำนวยการสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มีนักวิทยาศาสตร์ ทำหน้าที่ปฏิบัติงานด้านต่าง ๆ แยกตามศาสตร์และองค์ความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 ด้าน ดังนี้ 1) นักวิทยาศาสตร์เคมี 2) นักวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ 3) นักวิทยาศาสตร์ชีววิทยา 4) นักวิทยาศาสตร์วิศวกรรม 5) นักวิทยาศาสตร์แปรรูปอาหาร 6) นักวิทยาศาสตร์เทคโนโลยียาง 7) นักวิทยาศาสตร์อาชีวอนามัย และ 8) ผู้ปฏิบัติงานบริหารและช่างเทคนิค (ภาพที่ 2-5)



ภาพที่ 2-5 โครงสร้างการบริหารศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง
ที่มา : ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง, 2567
หมายเหตุ : *** หมายถึง ผู้เขียนปฏิบัติงานภายใต้การกับกับดูแลของผู้บริหารในคู่มือเล่มนี้

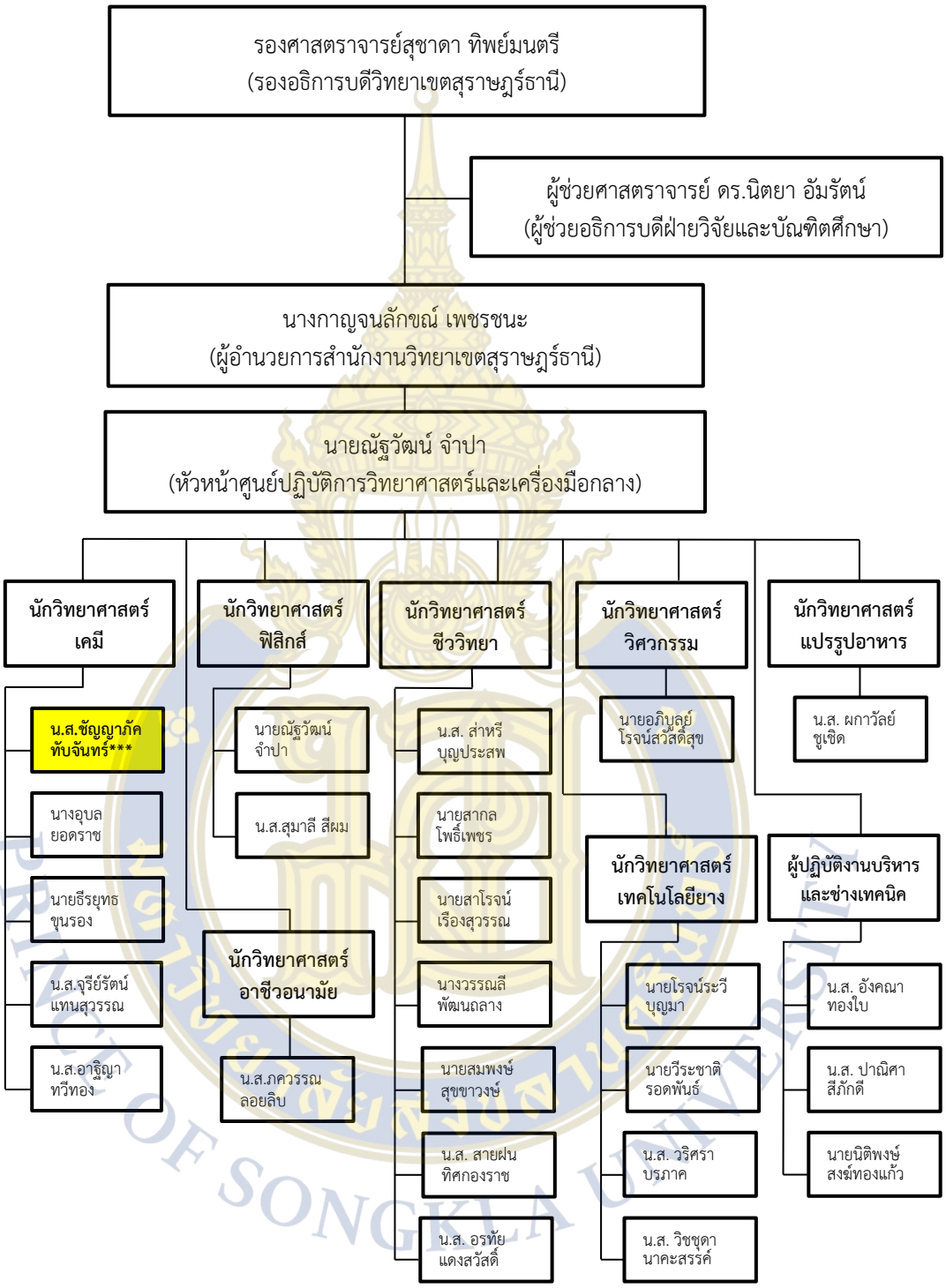
2.3.3 โครงสร้างการปฏิบัติงาน (Activity Chart) ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง สำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ดำเนินงานภายใต้การกำกับดูแลของ รองศาสตราจารย์สุชาดา ทิพย์มนตรี รองอธิการบดีวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี โดยมีผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิตยา อัมรัตน์ ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา ช่วยกำกับดูแล และนางกาญจนลักขณ์ เพชรชนะ ผู้อำนวยการสำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เป็นผู้กำกับดูแล กลั่นกรอง และพิจารณางานต่าง ๆ ผ่าน นายณัฐวัฒน์ จำปา หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง ทำหน้าที่กำกับดูแลการปฏิบัติงานให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย ภายใต้พันธกิจของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ จำนวน 5 พันธกิจ ได้แก่ 1) สนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการทางด้านวิทยาศาสตร์ 2) สนับสนุนเครื่องมือทางด้านวิทยาศาสตร์ เพื่องานวิจัยและโครงงานนักศึกษา 3) ให้บริการตรวจวิเคราะห์ ทดสอบ และใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ 4) ให้บริการวิชาการแก่หน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอก และ 5) ให้บริการซ่อม สร้าง เครื่องมือวิทยาศาสตร์ แก่หน่วยงานภายในและภายนอก ผู้เขียน ปฏิบัติงานตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์เคมี มีภารกิจหลักด้านการสนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยให้บริการจัดเตรียมตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ ดูแลควบคุมความเรียบร้อยในขณะที่มีการเรียนการสอนปฏิบัติการ และปฏิบัติงานด้านการบริการวิชาการภายใต้การดำเนินงานของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ การแบ่งบุคลากรตามฝ่ายงานของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ แบ่งเป็น 8 ฝ่าย ได้แก่ 1) นักวิทยาศาสตร์เคมี 2) นักวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์ 3) นักวิทยาศาสตร์ชีววิทยา 4) นักวิทยาศาสตร์วิศวกรรม 5) นักวิทยาศาสตร์แปรรูปอาหาร 6) นักวิทยาศาสตร์เทคโนโลยียาง 7) นักวิทยาศาสตร์อาชีวอนามัย และ 8) ผู้ปฏิบัติงานบริหารและช่างเทคนิค (ตารางที่ 2-1) ทั้งนี้ ผู้เขียน นางสาวชัญญาภัค ทับจันทร์ ปฏิบัติงานฝ่ายนักวิทยาศาสตร์เคมี ทำหน้าที่สนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี โดยเฉพาะรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ซึ่งเป็นรายวิชาที่มีความสำคัญต่อนักศึกษา ทั้งคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และคณะนวัตกรรมการเกษตร ประมง และอาหาร ซึ่งผู้เขียนได้นำมาเขียนเป็นคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ ดังโครงสร้างการปฏิบัติงานศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง (ภาพที่ 2-6)

ตารางที่ 2-1 จำนวนบุคลากรประเภทปฏิบัติการและวิชาชีพ และประเภทตำแหน่งทั่วไป สังกัดศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง สำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

ลำดับ	ตำแหน่ง/ฝ่าย	จำนวน (คน)
1	นักวิทยาศาสตร์เคมี	5
2	นักวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์	2
3	นักวิทยาศาสตร์ชีววิทยา	7
4	นักวิทยาศาสตร์วิศวกรรม	1
5	นักวิทยาศาสตร์แปรรูปอาหาร	1
6	นักวิทยาศาสตร์เทคโนโลยียาง	4
7	นักวิทยาศาสตร์อาชีวอนามัย	1
8	ผู้ปฏิบัติงานบริหารและช่างเทคนิค	3
	รวม	**24**

ที่มา : ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง, 2567



ภาพที่ 2-6 โครงสร้างการปฏิบัติงานศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง
ที่มา : ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง, 2567
หมายเหตุ : *** หมายถึง ผู้เขียนปฏิบัติงานภายใต้การกับกับดูแลของผู้บริหารในคู่มือเล่มนี้

บทที่ 3
หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข

คู่มือปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ผู้เขียนคู่มือเล่มนี้ ได้กล่าวถึง หลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติงานที่ประกอบด้วย กฎ ระเบียบ ข้อบังคับ มติ มาตรฐาน หรืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง สำหรับเป็นกรอบในการปฏิบัติงาน รวมทั้ง ยังกล่าวถึงเงื่อนไข ข้อสังเกต ข้อควรระวัง สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน ตลอดจนแนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

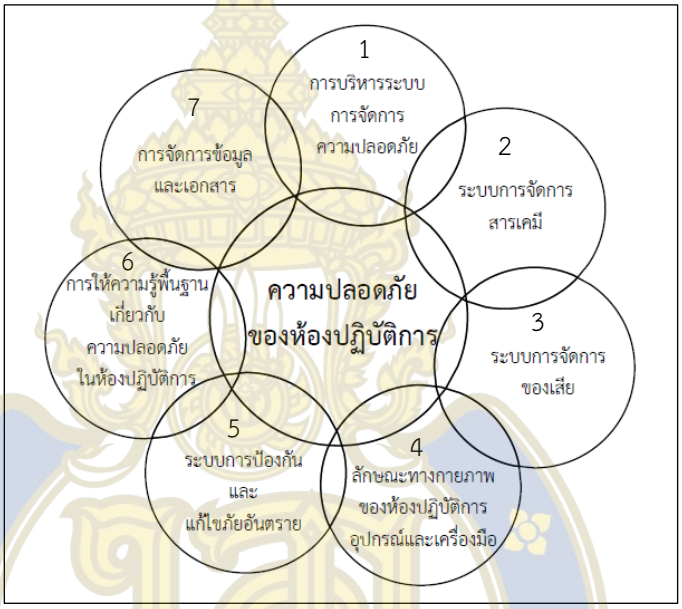
3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมีและการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ นั้น คณาจารย์ นักศึกษา และนักวิทยาศาสตร์ จะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ที่มีหน้าที่จัดเตรียมตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์สำหรับให้บริการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ บทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์การจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุทางการศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี การจัดเตรียมตัวอย่างทางวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับ มคอ.3 รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน (Basic Chemistry Laboratory) รวมทั้ง ระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีตลอดจน ข้อควรระวังและสิ่งที่ก่อให้เกิดอันตราย อุบัติเหตุที่สามารถเกิดขึ้นได้ในห้องปฏิบัติการเคมี และวิธีการปฐมพยาบาลเบื้องต้น รายละเอียดดังนี้

3.1.1 มาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ

การให้บริการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ตามคู่มือการปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มีสิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่ง คือ การจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ผู้รับบริการ เช่น คณาจารย์ นักศึกษา และนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน มีความปลอดภัยสูงสุด ดังนั้น ห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งเป็นห้องที่ให้บริการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ได้มีการดำเนินงานเพื่อยกระดับห้องปฏิบัติการเคมี ให้มีความปลอดภัย โดยการเข้าร่วมโครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand : ESPReL) (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2555) โครงการนี้ มีแนวคิดเกี่ยวกับการบริหารจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการของสถาบันการศึกษา ทั้งในองค์กรของรัฐและองค์กรเอกชนในประเทศไทย เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาห้องปฏิบัติการให้มีความปลอดภัยมากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยมีระบบการบริหารจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ซึ่งกำหนดไว้ว่า “ความปลอดภัย” คือ เป้าหมายหลักของการที่จะทำให้ห้องปฏิบัติการมีความปลอดภัย จำเป็นต้องมีการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ รวมทั้ง มีโครงสร้างการบริหารจัดการและผู้รับผิดชอบ

งานด้านต่าง ๆ ที่ชัดเจน มีนโยบายเป็นเครื่องกำหนดทิศทางการทำงาน การดำเนินการต่าง ๆ ต้องใช้ความรู้ความชำนาญเฉพาะด้าน จึงมีการแบ่งกลุ่มตามลักษณะของงานและความรู้ เพื่อให้สามารถดำเนินการได้คล่องและง่ายต่อการกำกับ ดูแล ติดตาม และตรวจสอบ เพื่อปรับปรุงและแก้ไขได้ทันเวลา ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการป้องกันและลดความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ ระบบบริหารจัดการความปลอดภัย มีองค์ประกอบ 7 ด้าน ซึ่งมีความเชื่อมโยงกันดังนี้ (ภาพที่ 3-1)



ภาพที่ 3-1 องค์ประกอบหลักของห้องปฏิบัติการปลอดภัย
ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2555

องค์ประกอบหลักของห้องปฏิบัติการปลอดภัย มีองค์ประกอบ 7 ด้าน ดังนี้ (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2555)

องค์ประกอบที่ 1 : การบริหารระบบการจัดการความปลอดภัย

เมื่อศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ได้กำหนดแล้วว่า ความปลอดภัยเป็นเป้าหมายหลัก ดังนั้นจึงต้องมีนโยบายในการบริหารจัดการมาตรฐานความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการเคมี โดยการแต่งตั้งคณะทำงานและผู้บริหารที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานด้านนี้โดยเฉพาะ มีแผนปฏิบัติงานที่ชัดเจน สามารถดำเนินการได้จริง มีการกำกับดูแลความปลอดภัยในทุกระดับ ให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน จนเกิดผลลัพธ์ตามเป้าหมายที่วางไว้

การบริหารระบบการจัดการความปลอดภัย นับได้ว่า เป็นการขับเคลื่อนระบบทั้งระบบให้ก้าวสู่ความสำเร็จ ประกอบด้วยส่วนที่เกี่ยวข้อง 3 ระดับ คือ ระดับอำนวยการ ระดับบริหารจัดการ และระดับปฏิบัติการ (ตารางที่ 3-1) โดยมีภาระหน้าที่ลดหลั่นกันตามความรับผิดชอบของแต่ละระดับ แต่มีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน แล้วจึงกำหนดโครงสร้างการบริหารจัดการความปลอดภัย (ตารางที่ 3-2)

ตารางที่ 3-1 การบริหารระบบการจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ

ระดับ	ภาระหน้าที่
อำนวยการ	- กำหนดนโยบาย แผนยุทธศาสตร์ โครงสร้างการบริหารจัดการความปลอดภัยของหน่วยงาน - แต่งตั้งผู้รับผิดชอบระดับบริหาร ภาระหน้าที่ และขอบเขตการรับผิดชอบของบุคลากรในแต่ละด้าน - ดูแลการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงาน ให้เป็นไปตามแผนการปฏิบัติงานที่กำหนดไว้ตลอดจนช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น - สนับสนุนงบประมาณด้านการดำเนินงานต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมให้เกิดความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ - สื่อสารถึงความสำคัญ สร้างการรับรู้ และการตระหนักถึงความสำคัญของการมีระบบบริหารความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการอย่างทั่วถึงภายในหน่วยงาน - ส่งเสริมให้เกิดความยั่งยืนของระบบความปลอดภัยห้องปฏิบัติการภายในหน่วยงาน - ทบทวนการรายงานผลการดำเนินงานตามนโยบายของผู้บริหาร
บริหารจัดการ	- บริหารจัดการและกำกับดูแลการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ตามนโยบายและแผนปฏิบัติงานที่ได้กำหนดไว้ ให้บรรลุตามเป้าหมาย - แต่งตั้งผู้รับผิดชอบระดับหน่วยงาน ภาระหน้าที่ และขอบเขตการรับผิดชอบทุกด้านเพื่อดูแลการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามแผนการปฏิบัติงาน - จัดสรรงบประมาณ สำหรับดำเนินโครงการความปลอดภัย - กำหนดข้อปฏิบัติเพื่อให้เกิดความปลอดภัยภายในหน่วยงาน - แต่งตั้งคณะกรรมการรับผิดชอบการปฏิบัติงานในแต่ละด้าน - สร้างระบบการสร้างความตระหนัก ระบบติดตาม และระบบรายงานความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ - กำหนดหลักสูตรการอบรมที่เหมาะสมให้กับบุคลากรทุกระดับ
ปฏิบัติการ	- ปฏิบัติตามภารกิจที่ได้รับมอบหมาย - ปฏิบัติตามข้อกำหนดของการปฏิบัติงานที่ดี - สำรวจ รวบรวม วิเคราะห์ ประเมิน และจัดการความเสี่ยงในระดับบุคคล/โครงการ/และห้องปฏิบัติการเคมี อย่างสม่ำเสมอ - เข้าร่วมกิจกรรมและรับการอบรมความรู้ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยที่เหมาะสมของหน่วยงาน/ห้องปฏิบัติการเคมี เช่น การซ้อมดับเพลิงและอพยพหนีไฟ การปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ เป็นต้น - จัดทำระบบเอกสารที่ครอบคลุมทุกองค์ประกอบความปลอดภัยให้ทันสมัย - จัดทำรายงานการดำเนินงานความปลอดภัย การเกิดภัยอันตรายและความเสี่ยงที่พบ เสนอต่อผู้บริหาร

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2555

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 3-2 การกำหนดโครงสร้างการบริหารจัดการความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

ตำแหน่ง	บทบาทหน้าที่
1) หัวหน้าองค์กร	- แต่งตั้งผู้รับผิดชอบการบริหารจัดการความปลอดภัยขององค์กร - กำหนดนโยบาย แผนยุทธศาสตร์ โครงสร้างการบริหารจัดการความปลอดภัยขององค์กร กำหนดผู้รับผิดชอบ และภาระหน้าที่ - สร้างระบบสนับสนุนการดำเนินงานต่าง ๆ เพื่อความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ - สื่อสารความสำคัญของการมีระบบบริหารความปลอดภัยและทำให้เกิดความยั่งยืนในองค์กร/หน่วยงาน - ทบทวนรายงานผลการดำเนินงานตามนโยบาย
2) ผู้บริหารจัดการความปลอดภัยขององค์กร	- ส่งเสริมและสนับสนุนการดำเนินงานตามแผนบริหารจัดการความปลอดภัยขององค์กร - แต่งตั้งคณะอำนวยการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
3) คณะอำนวยการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย - หัวหน้าหน่วยงานที่มีห้องปฏิบัติการ เช่น คณบดี หัวหน้าศูนย์/ฝ่าย - หัวหน้าหน่วยรักษาความปลอดภัยขององค์กร	- กำหนดนโยบาย และกลยุทธ์ในการดำเนินงานเพื่อความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ ใน 6 ด้าน ได้แก่ 1) ระบบการจัดการสารเคมี 2) ระบบการจัดการของเสีย 3) ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ 4) ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย 5) ระบบการให้ความรู้พื้นฐานด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ 6) ระบบการจัดการข้อมูลและเอกสาร - ส่งเสริมและสนับสนุนการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการเพื่อให้เกิดความปลอดภัย
4) หัวหน้าหน่วยงานที่มีห้องปฏิบัติการ	- กำหนดให้มีการจัดการความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ - สนับสนุนและส่งเสริมให้ห้องปฏิบัติการบริหารจัดการความปลอดภัยโดยกลยุทธ์ทั้ง 6 ด้าน ในลักษณะบูรณาการระบบและกิจกรรม - สนับสนุนและส่งเสริมให้ห้องปฏิบัติการใช้ระบบการจัดการข้อมูลสารเคมีและของเสียอันตรายร่วมกัน - แต่งตั้งคณะทำงานดำเนินการเพื่อความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการของหน่วยงาน - ส่งเสริม สนับสนุน และติดตามการดำเนินงานของคณะทำงาน
5) คณะทำงานเพื่อความปลอดภัยขององค์กร	- บริหารจัดการ เพื่อให้เกิดกลุ่มดำเนินการจัดระบบและกิจกรรมเพื่อความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ ทั้ง 6 ด้าน ตามนโยบายและเป้าประสงค์ ที่คณะกรรมการอำนวยการด้านความปลอดภัยกำหนดไว้ - ส่งเสริมและสนับสนุน ให้ห้องปฏิบัติการใช้ระบบและร่วมกิจกรรมของทั้ง 6 กลุ่ม ด้วยการถ่ายทอดความรู้และฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการและผู้เกี่ยวข้อง

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2555

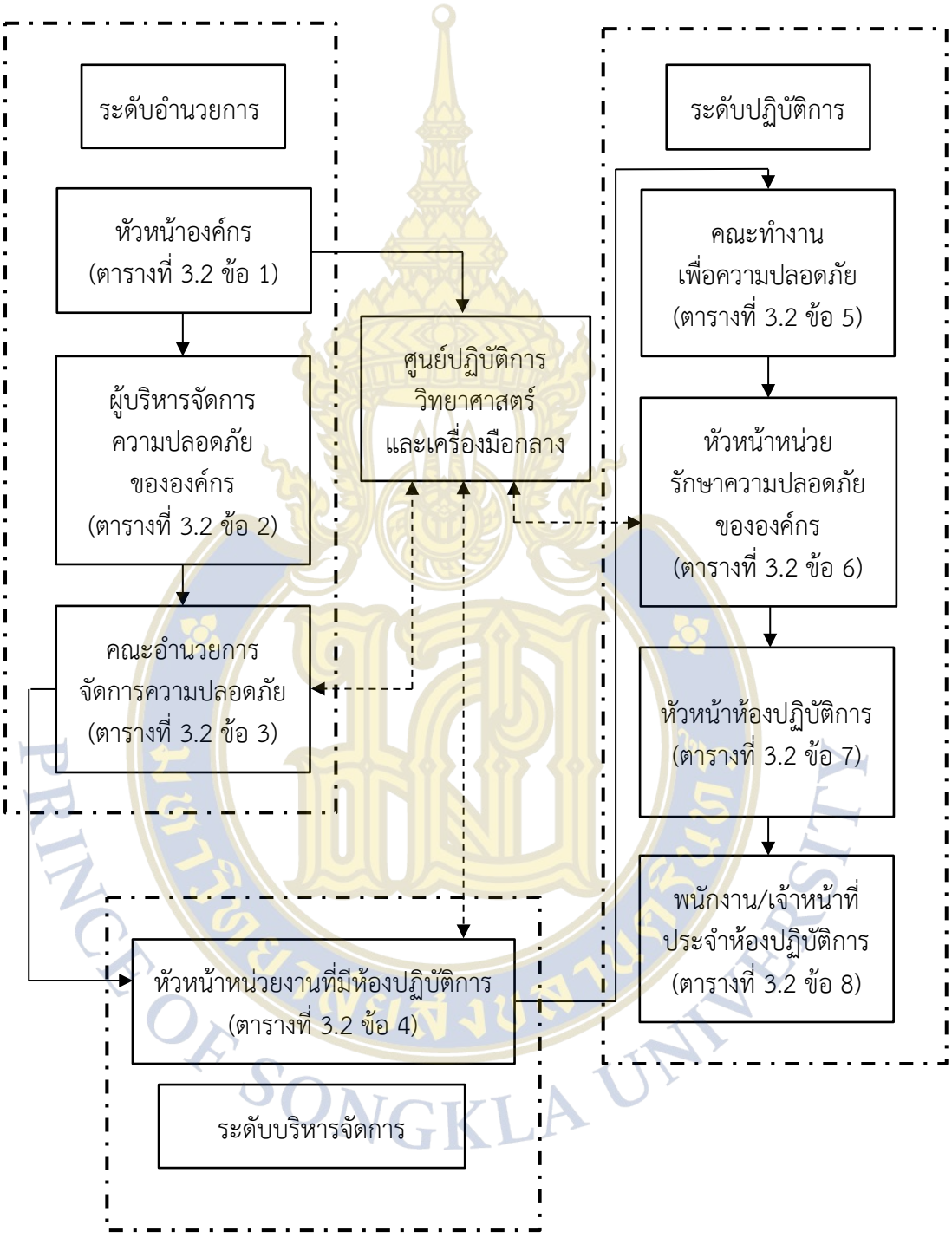
ตารางที่ 3-2 (ต่อ)

ตำแหน่ง	บทบาทหน้าที่
6) หัวหน้าหน่วยรักษาความปลอดภัยขององค์กร	- บริหารจัดการให้เกิดกลุ่มปฏิบัติงานด้านการโต้ตอบเหตุฉุกเฉิน - จัดระบบรายงานและพัฒนาระบบการตอบสนองต่อสถานการณ์ฉุกเฉิน - ประสานงานด้านการดำเนินงานรักษาความปลอดภัยระหว่างหน่วยงานในองค์กร
7) หัวหน้าห้องปฏิบัติการ	- ป้องกันและลดความเสี่ยงของผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการด้วยระบบการจัดการสารเคมีและของเสียอันตราย - การติดตาม ตรวจสอบ ดูแล และบำรุงรักษา ลักษณะทางกายภาพให้อยู่ในสภาพปลอดภัย จัดหาและบำรุงเครื่องป้องกันภัยส่วนบุคคลไว้ให้พร้อมสำหรับการปฏิบัติการที่มีความเสี่ยงสูง - กำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบให้ผู้เกี่ยวข้องในการดำเนินงานตามกลยุทธ์ทั้ง 6 ด้าน - กำหนดมาตรการและกำกับดูแลให้มีการปฏิบัติตามระเบียบข้อบังคับของห้องปฏิบัติการเพื่อความปลอดภัย - สื่อสารและแจ้งเตือนข้อมูลปัจจัยและความเสี่ยงต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ - อบรมให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยให้ผู้เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการ
8) พนักงาน/เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ	- ปฏิบัติตามกฎระเบียบข้อบังคับและมาตรการความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ - รับทราบข้อมูลปัจจัยและความเสี่ยงต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการ - เข้ารับการอบรมความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการตามที่กำหนด - รายงานภัยอันตรายที่เกิดขึ้นจากการทำงานในห้องปฏิบัติการ - แจ้งให้ผู้รับผิดชอบทราบถึงปัจจัยหรือความเสี่ยงที่พบ

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2555

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ทั้งนี้ ผู้เขียนได้จัดทำโครงสร้างการบริหารจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อง่ายต่อการทำความเข้าใจ (ภาพที่ 3-2) ของนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ใช้คู่มือเล่มนี้



ภาพที่ 3-2 โครงสร้างการบริหารจัดการความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ
ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2555

องค์ประกอบที่ 2 : ระบบการจัดการสารเคมี

สารเคมี เป็นปัจจัยที่มีความเสี่ยงที่สุดในห้องปฏิบัติการเคมี (Karapantsios et al., 2008) เพราะห้องปฏิบัติการเคมีเป็นสถานที่เก็บรวบรวมสารเคมีหลายชนิดเป็นจำนวนมาก ความเสี่ยงและอันตรายที่จะเกิดขึ้น มาจากความเป็นพิษและอันตราย ตามสมบัติและปริมาณของสารเคมีที่ได้รับ

การจัดการสารเคมีที่ดี ต้องมีการควบคุมดูแลให้มีการจัดเก็บสารเคมีที่มีความจำเป็นต่อการใช้งานเท่านั้น มีวิธีการจัดเก็บอย่างเหมาะสม มีการเคลื่อนย้ายอย่างปลอดภัย และมีวิธีการใช้งานอย่างระมัดระวัง (Balan et al., 2003) ซึ่งการบริหารจัดการสารเคมีทั้งระบบได้นั้น ต้องทราบว่าห้องปฏิบัติการเคมี มีสารเคมีอะไรบ้างและมีความเป็นอันตรายอย่างไรบ้าง เนื่องจาก สารเคมีบางประเภทที่จัดเก็บในห้องปฏิบัติการเคมี อาจเป็นสารที่ห้ามเก็บไว้ด้วยกัน สารเคมีบางอย่างอาจต้องมีภาชนะรองรับหรือเก็บในตู้เฉพาะ บัญชีควบคุมรายการสารเคมีของห้องปฏิบัติการเคมีจึงเป็นสิ่งสำคัญของระบบการจัดการสารเคมี เริ่มตั้งแต่ กระบวนการจัดหาสารเคมี การจัดเตรียมพื้นที่การจัดเก็บสารเคมี และการเบิกจ่ายสารเคมี ซึ่งการบริหารจัดการสารเคมีที่ดี จะมีประโยชน์ต่อการควบคุมกำกับดูแลสารเคมี เพื่อความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการเคมี

ระบบการจัดการสารเคมี มีหลักการบริหารจัดการดังนี้

1) การจัดการข้อมูลสารเคมีและการเชื่อมโยงเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheets, SDS)

ห้องปฏิบัติการความปลอดภัย ควรจัดให้มีระบบบันทึกข้อมูลสารเคมีทั้งหมดของห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งครอบคลุมรายละเอียดข้อมูลต่าง ๆ ในส่วนที่ต้องการเรียกใช้ข้อมูลได้ง่าย ทั้งนี้ ควรประกอบด้วย

1.1) ชื่อสารเคมี
1.2) CAS.No
1.3) รหัสของภาชนะบรรจุ
1.4) ปริมาณสารเคมี
1.5) Grade
1.6) ราคา
1.7) สถานที่จัดเก็บสารเคมี
1.8) วันที่รับเข้ามาในห้องปฏิบัติการเคมี
1.9) ผู้ขาย/ผู้จำหน่าย
1.10) ผู้ผลิต
1.11) ประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมี

นอกจากนี้ ควรมีการตรวจสอบความถูกต้องและความทันสมัยของเอกสารข้อมูลความปลอดภัย ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เกิดจากสารเคมีนั้น ๆ ได้อย่างถูกต้อง และควรจัดเก็บเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมีทุกรายการ ไว้ในสถานที่ ที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าถึงได้สะดวก รวดเร็ว และทันเวลา

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

2) การจัดเก็บสารเคมี

สิ่งสำคัญที่สุดของการจัดเก็บสารเคมี ต้องคำนึงถึงลักษณะของความเป็นอันตรายของสารเคมี และสมบัติความเข้ากันได้และไม่ได้ของสารเคมีต่าง ๆ ก่อนทำการจัดเก็บจึงต้องศึกษาข้อมูลจากฉลาก และเอกสารความปลอดภัยของสารเคมี เพื่อจัดเก็บสารเคมีในพื้นที่เหมาะสมกับประเภทของสารเคมีนั้น และทำการจัดหาภาชนะรองรับที่เหมาะสมในกรณีที่จำเป็น

การจำแนกความเป็นอันตรายของสารเคมี มีระบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน คือ ระบบการจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก (Globally Harmonized System for Classification and Labeling of Chemicals, GHS) (Chemicals, 2002) โดยระบบนี้มีการจัดแบ่งความเป็นอันตรายของสารเคมีเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านกายภาพ 2) ด้านสุขภาพ และ 3) ด้านสิ่งแวดล้อม และยังจัดแบ่งแต่ละด้านเป็นด้านย่อย ๆ ชนิดต่าง ๆ อีกด้วย โดยมีการใช้สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตราย 9 สัญลักษณ์ ซึ่งสัญลักษณ์เหล่านี้แสดงถึงความรุนแรงของอันตรายของสารเคมีนั้นด้วย ดังนั้น สารที่อยู่ในกลุ่มที่มีความเป็นอันตรายอย่างเดียวกันอาจใช้สัญลักษณ์ที่ไม่เหมือนกัน ทั้งนี้ เนื่องมาจากขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรง (Category) ของความเป็นอันตรายประเภทนั้น ๆ เช่น ความเป็นอันตรายประเภทเป็นพิษเฉียบพลัน มักจะแบ่งระดับความรุนแรงระดับมาก จะใช้สัญลักษณ์ “หัวกะโหลกกระดูกไขว้” แต่หากมีระดับของความเป็นอันตรายไม่รุนแรงมาก จะใช้สัญลักษณ์ “เครื่องหมายตกใจ” แต่ทั้งนี้ ในบางกรณีสารเคมีที่มีความเป็นอันตรายคนละประเภท อาจใช้สัญลักษณ์เดียวกันได้ ตามประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีและสัญลักษณ์ตามระบบ GHS (ตารางที่ 3-3)

ตารางที่ 3-3 ประเภทความเป็นอันตรายของสารเคมีและสัญลักษณ์ตามระบบ GHS

ความเป็นอันตราย	ประเภท	สัญลักษณ์
ด้านกายภาพ	- วัตถุระเบิด (Explosive) - สารเคมีที่ทำปฏิกิริยาได้เอง (Self-Reactive Chemical)** - สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ (Organic Peroxides)**	
	- แก๊สออกซิไดซ์ (Oxidizing Gases) - ของเหลวออกซิไดซ์ (Oxidizing Liquids) - ของแข็งออกซิไดซ์ (Oxidizing Solids)	
	- แก๊สภายใต้ความดัน (Gases Under Pressure)	

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2555

หมายเหตุ : ** ประเภทความเป็นอันตรายที่มีสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายได้มากกว่า 1 รูป

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ความเป็นอันตราย	ประเภท	สัญลักษณ์
ด้านกายภาพ	- สารที่กัดกร่อนโลหะ (Corrosive to Metals)	
	- แก๊สไวไฟ (Flammable Gases) - สารละอองลอยไวไฟ (Flammable Aerosols) - ของเหลวไวไฟ (Flammable Liquids) - ของแข็งไวไฟ (Flammable Solids) - สารเคมีที่ทำปฏิกิริยาได้เอง (Self-Reactive Chemical)** - ของเหลวที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ (Pyrophoric Liquids) - ของแข็งที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ (Pyrophoric Solids) - สารเคมีที่เกิดความร้อนได้เอง (Self-Heating Chemicals) - สารเคมีที่สัมผัสน้ำแล้วให้แก๊สไวไฟ (Substances and Mixtures, which Contact with Water, Emit Flammable Gases) - สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ (Organic Peroxides)**	
ด้านสุขภาพ	- ความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute Toxicity)**	
	- ความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute Toxicity)** - ระคายเคืองต่อผิวหนัง (Skin Irritation) - ระคายเคืองต่อดวงตา (Eye Irritation) - ไวต่อการกระตุ้นอาการแพ้ต่อผิวหนัง (Skin Sensitization) - เป็นพิษเจาะจงต่ออวัยวะเฉพาะบางระบบจากการสัมผัสครั้งเดียว (Specific Target Organ Toxicity Single Exposure)**	
	- กัดกร่อนผิวหนัง (Skin Corrosion) - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรง (Serious Eye Damage)	

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2555

หมายเหตุ : ** ประเภทความเป็นอันตรายที่มีสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายได้มากกว่า 1 รูป

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 3-3 (ต่อ)

ความเป็นอันตราย	ประเภท	สัญลักษณ์
ด้านสุขภาพ	- ไวต่อการกระตุ้นให้เกิดอาการแพ้ของระบบทางเดินหายใจ (Respiratory Sensitization) - การกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ (Germ Cell Mutagenicity) - ก่อมะเร็ง (Carcinogenicity) - เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ (Toxic to Reproduction) - เป็นพิษเจาะจงต่ออวัยวะเฉพาะบางระบบจากการสัมผัสครั้งเดียว (Specific Target Organ Toxicity Single Exposure)** - เป็นพิษต่ออวัยวะเป้าหมาย-การได้รับสัมผัสซ้ำ (Specific Target Organ Toxicity Repeated Exposure) - อันตรายต่อระบบทางเดินหายใจส่วนล่างหรือทำให้ปอดอักเสบ (Aspiration Hazard)	
ด้านสิ่งแวดล้อม	- อันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ (Aquatic Hazard)	
	- อันตรายต่อชั้นโอโซน (Ozone Hazard)	

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2555

หมายเหตุ : ** ประเภทความเป็นอันตรายที่มีสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายได้มากกว่า 1 รูป

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ข้อกำหนดทั่วไปของการจัดเก็บสารเคมี ระดับห้องปฏิบัติการ

1) จัดเก็บสารเคมีเป็นกลุ่ม ตามประเภทของสารเคมีหรือตามคำแนะนำใน SDS ของสารนั้น ๆ
2) ชั้นวางสารเคมีต้องอยู่ในสภาพดี คือ แข็งแรง ไม่ผุหรือเป็นสนิม ไม่โค้งงอ และมีขอบกั้น
3) ตู้เก็บสารเคมีที่วางอยู่ในพื้นที่ส่วนกลาง ต้องมีการระบุชื่อเจ้าของหรือผู้ดูแล พร้อมทั้งติดสัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายของสารเคมีในตู้ (ควรแสดงชื่อสารเคมีภายในตู้ด้วย)
4) สารเคมีทุกชนิดในห้องปฏิบัติการเคมี ต้องมีตำแหน่งการเก็บที่แน่นอน
5) บริเวณที่เก็บสารเคมีที่เป็นพิษ ต้องมีป้ายแสดงอย่างชัดเจน
6) สารเคมีที่มีความเป็นอันตรายสูง ต้องเก็บในตู้ที่มีกุญแจล๊อค
7) ห้ามเก็บสารเคมีในตู้ดูดไอสารเคมีอย่างถาวร
8) การเก็บสารเคมีที่เป็นของเหลวในตู้เย็นและตู้แช่แข็ง ขวดสารเคมีต้องมีภาชนะรองรับ (Secondary Container) ที่เหมาะสม เช่น ถาดพลาสติกหรือภาชนะรองรับที่สามารถป้องกันการหกหรือรั่วไหลของสารเคมีได้ หรือสามารถรองรับปริมาณสารเคมีที่อยู่ในขวดได้อย่างเพียงพอ หากเกิดการหกหรือรั่วไหล
9) ห้องปฏิบัติการเคมี ควรกำหนดเงื่อนไขการวางขวดสารเคมีที่โต๊ะปฏิบัติการ เช่น จำกัดประเภท ปริมาณ และเวลา เพื่อความเป็นระเบียบและความปลอดภัย เช่น ห้ามวางขวดสารเคมีบนโต๊ะปฏิบัติการนานกว่า 1 วัน หากเป็นของเหลวต้องมีปริมาณไม่เกิน 1,000 ml ยกเว้น ขวดสารเคมีที่เตรียมขึ้นเองสำหรับการทดลอง เช่น Stock Solution
10) ห้ามวางสารเคมี รวมถึงถังแก๊ส บริเวณระเบียงทางเดิน
11) ในกรณีที่จำเป็นต้องวางขวดหรือภาชนะบรรจุสารเคมีบนพื้นห้องปฏิบัติการเคมี ต้องมีภาชนะรองรับที่มีความจุมากกว่าปริมาณรวมของสารเคมีที่อยู่ในภาชนะทุกใบ และไม่วางเกะกะการทำงานของผู้ปฏิบัติงานและทางเดิน ในกรณีภาชนะเป็นแก้วต้องอยู่ในตำแหน่งที่ไม่แตกได้โดยง่าย
12) ไม่วางสารเคมีใกล้ท่อระบายน้ำ ใต้หรือในอ่างน้ำ หากจำเป็น ต้องมีภาชนะรองรับเพื่อป้องกันสารเคมีรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม

3) การสำรวจและคัดแยกสารเคมีที่หมดอายุและเลิกใช้งานแล้วออกจากห้องปฏิบัติการ

การสำรวจและคัดแยกสารเคมีที่หมดอายุและเลิกใช้งานแล้วออกจากห้องปฏิบัติการเคมี เป็นการกำจัดสารเคมีที่ไม่ต้องการใช้แล้วออกจากห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อลดความเสี่ยงจากสารเคมีที่ไม่จำเป็นในการใช้งาน ห้องปฏิบัติการเคมีต้องตรวจสอบสารที่หมดอายุจริง ที่ไม่สามารถใช้งานได้ อาจเกิดจากความเสื่อมของสารเคมีหรือหมดอายุ รวมทั้ง สารที่ยังไม่หมดอายุแต่ไม่ได้ใช้งานแล้ว ทุก ๆ 6 เดือน ตลอดจน การจัดการบัญชีสารเคมีให้เป็นปัจจุบัน ถูกต้อง และทันสมัยอยู่เสมอ ที่สำคัญ บัญชีสารเคมีต้องใช้ในการบริหารจัดการความปลอดภัยได้ตามความจริง

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

4) การเคลื่อนย้ายสารเคมี

การเคลื่อนย้ายสารเคมี เป็นขั้นตอนที่ต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพราะหากเคลื่อนย้ายด้วยความไม่ระมัดระวังหรือไม่ได้ทำตามข้อกำหนดความปลอดภัยของการเคลื่อนย้ายสารเคมี อาจเกิดการรั่วไหลของสารเคมีแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้ (Faiz, R., & Li, K., 2012) สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการเคลื่อนย้ายสารเคมีตามข้อกำหนดความปลอดภัย ประกอบด้วย การใช้เครื่องป้องกันภัยส่วนบุคคลของผู้เคลื่อนย้าย ภาชนะบรรจุและอุปกรณ์สำหรับเคลื่อนย้าย และวิธีการเคลื่อนย้ายสารเคมีที่ถูกต้อง เหมาะสมกับลักษณะและสมบัติของสาร

5) การจัดการของเสีย

การจัดการของเสียจากสารเคมี ต้องระบุข้อมูลที่เกี่ยวข้องให้ครบถ้วน ได้แก่ ประเภทของเสีย รหัสภาชนะบรรจุ ห้องที่จัดเก็บของเสีย อาคารที่จัดเก็บของเสีย ปริมาณของเสีย และวันที่บันทึกข้อมูล

6) การตรวจติดตามประเมินและรายงานผลการดำเนินการ

การติดตามตรวจสอบประเมินและรายงานผลการดำเนินงานต่าง ๆ ของการจัดการสารเคมี สามารถทำเป็นรูปแบบรายงานตามกำหนดระยะเวลาที่เหมาะสม

องค์ประกอบที่ 3 : ระบบการจัดการของเสีย

ของเสียและขยะจากห้องปฏิบัติการเคมี เป็นปัจจัยที่จำเป็นต้องมีการจัดการอย่างเป็นระบบ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสารเคมีรั่วไหลและแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกห้องปฏิบัติการเคมี อันประกอบด้วย

1) การจัดการข้อมูลของเสียสารเคมี

การบริหารจัดการข้อมูลของเสียสารเคมี ต้องใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องหลายอย่าง รวมทั้งมีการจัดทำรายงานและข้อมูลการกำจัดของเสีย จึงต้องมีระบบบันทึกข้อมูล เพื่อให้เกิดความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลและการเชื่อมโยงข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการติดตามตรวจสอบ ทั้งนี้ เพื่อช่วยให้ระบบการจัดการของเสียจากสารเคมี มีประสิทธิภาพมากขึ้น ข้อมูลที่จำเป็น ได้แก่ ประเภทของเสีย รหัสภาชนะที่บรรจุ ห้องจัดเก็บสารเคมี อาคารจัดเก็บสารเคมี ปริมาณของเสีย และวันที่บันทึกข้อมูล

2) การจำแนกประเภทของเสีย

ของเสียที่เกิดขึ้นจากปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีความจำเป็นที่ต้องจำแนกการเก็บให้ถูกต้องตามประเภท เพราะหากไม่มีการแยกตามกลุ่มหรือตามประเภท อาจเกิดการรั่วไหลและแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม ส่งผลให้เกิดความเสียหายสู่ชุมชน รวมทั้ง ยังอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานจากการสัมผัสของเสียที่เกิดจากการจำแนกการจัดเก็บที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องตระหนักถึงความสำคัญในเรื่องการจำแนกประเภทของเสียเป็นสิ่งสำคัญ ทั้งนี้ การจำแนกประเภทของเสียที่ถูกต้อง สามารถทำให้การกำจัดง่ายขึ้นอีกด้วย

การจำแนกของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการเคมี ของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จำแนกตามนโยบายและแนวทางปฏิบัติในการดำเนินการในการกำจัดของเสียสารเคมีอันตรายจากห้องปฏิบัติการ ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (สุพรชัย อ่อนดำ, 2559) ดังนี้ (ตารางที่ 3-4)

ตารางที่ 3-4 การแบ่งประเภทของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ประเภท	ตัวอย่างของเสีย
A	ของเสียพิเศษ (Special Waste) ได้แก่ ของเสียกัมมันตภาพรังสี ของเสียติดเชื้อ ของเสียจากการถ่ายภาพ ให้เก็บในภาชนะเฉพาะ กรณีของเสียติดเชื้อมีข้อกำหนดเพิ่มเติม ดังนี้ 1) ของเสียที่มีเชื้อจุลินทรีย์ ให้ฆ่าเชื้อโดย Autoclave แล้วกำจัดทิ้งเหมือนของเสียทั่วไป 2) กรณีที่มี Hg อยู่ด้วย ให้ระบุว่ามี Hg สำหรับกรณี COD Waste 3) เป็น Organic Liquid Waste ซึ่งมีน้ำรวมอยู่ด้วย น้อยว่า 5% หรือไม่มีเลย
B	ของเสียที่ประกอบด้วยสารไซยาไนด์ (Cyanide-Containing Waste) เช่น Cyanide Complex Compounds และ Cyanide Compounds เช่น KSCN, NaCN เป็นต้น
C	ของเสียที่ประกอบด้วยสาร Oxidant (Oxidizing Waste) เช่น Hypochlorite, Permanganate และ Hydrogen peroxide เป็นต้น
D	ของเสียที่ประกอบด้วยปรอทเท่านั้น (Mercury-Containing Waste) เช่น Inorganic mercury, Organic mercury และ Metallic mercury เช่น $HgCl_2$, $Hg(SCN)_2$
E	ของเสียที่ประกอบด้วยโครเมต (Chromate Waste) เช่น K_2CrO_4, $K_2Cr_2O_7$ หรือ COD Waste (กรณีที่มี Hg อยู่ด้วย ให้ระบุว่ามี Hg สำหรับกรณี COD Waste)
F	ของเสียที่ประกอบด้วยโลหะหนักอื่น ๆ (Heavy Metal Waste) เช่น Metals and Metal Compound หรือสารผสมของโลหะหนัก ทั้ง 22 ชนิด ได้แก่ Ag, As, Au, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, Ni, Pb, Pt, Sb, Sn, Ta, Ti, U, W และ Zn
G	ของเสียประเภทกรด (Acid Waste) เช่น H_2SO_4 HCl HNO_3 เป็นต้น ทั้งนี้ ต้องมีเนื้อกรด มากกว่า 5%
H	ของเสียประเภทด่าง (Alkaline Waste) เช่น NaOH KOH NH_4OH เป็นต้น ทั้งนี้ ต้องมีเนื้อด่าง มากกว่า 5%
I	ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม (Petroleum Products) ได้แก่ น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันเชื้อเพลิงต่าง ๆ
J	ของเสียประเภทไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วย C H O เท่านั้น (Hydrocarbon Containing only C H O) (เป็น Organic Liquid Waste ซึ่งมีน้ำรวมอยู่ด้วย น้อยว่า 5% หรือไม่มีเลย) เช่น Hydrogen carbonate, Alcohol, Ester, Ketone, Aldehyde, Glycol และ Weak Acid เช่น CH_3COOH
K	ของเสียประเภทไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วย N S P เท่านั้น (Hydrocarbon Containing only N S P) (เป็น Organic Liquid Waste ซึ่งมีน้ำรวมอยู่ด้วย น้อยว่า 5% หรือไม่มีเลย) ได้แก่ Aniline, Amine, Amide, Pyridine ชนิดต่าง ๆ Picoline formamide, Nitrile ชนิดต่าง ๆ เช่น Acetronitrile, Mercaptan, Alkyl sulphuric, Thiouric acid, ABS, Nitrobenzene, Sulphur Containing Compound, Toluene, Alkyl Thiols, Methy sulphuric acid, Ethidium Bromide

ที่มา : สุพรชัย อ่อนดำ, 2559

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 3-4 (ต่อ)

ประเภท	ตัวอย่างของเสีย
L	ของเสียอินทรีย์ประเภท Halogenated Hydrocarbon (Halogenated Hydrocarbon Waste) (เป็น Organic Liquid Waste ซึ่งมีน้ำรวมอยู่ด้วย น้อยว่า 5% หรือไม่มีเลย) เช่น Organic Liquid Waste Containing Halogen ได้แก่ ortho-Dichlorobenzene, PCB, Chlorinated Phenols, Chloroform, di-Chloromethane, Carbon tetra-Chloride และ Chloroethylene ชนิดต่าง ๆ
M	ขวดสารเคมี ประเภทแก้ว เช่น ขวดแก้ว เศษเครื่องแก้วแตก
N	ขวดสารเคมี ประเภทพลาสติก
X	Unknown ของเหลว/ของแข็ง สารเคมีที่ไม่ทราบชื่อหรือชนิด
Y	ของเสียอื่น ๆ ได้แก่ วัสดุปนเปื้อน เช่น วัสดุดูดซับสารเคมี ของแข็งปนเปื้อนสารเคมี กระดาษกรองปนเปื้อนสารเคมี เป็นต้น
ZA	กลุ่มหลอดไฟ (Light Bulb) ได้แก่ หลอดไฟทุกประเภท
ZB	กลุ่มถ่านไฟฉาย ได้แก่ ถ่านไฟฉายทุกประเภท
ZC	กลุ่มภาชนะบรรจุสารเคมี (ที่ไม่ใช่ภาชนะบรรจุสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ) เช่น กระป๋องสเปรย์ กระป๋องสารกำจัดศัตรูพืช กระป๋องสี ขวดน้ำยาล้างห้องน้ำ ตลับหมึกพิมพ์ ภาชนะบรรจุน้ำมันปิโตรเลียม ภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ป้องกันหรือกำจัดแมลงหรือสัตว์ฟันแทะ
ZD	กลุ่มซากโทรศัพท์และอุปกรณ์ต่อพ่วง เช่น ซากโทรศัพท์มือถือ โทรศัพท์สำนักงาน สายชาร์จ สายและอุปกรณ์หูฟัง แบตเตอรี่โทรศัพท์

ที่มา : สุพรชัย อ่อนดำ, 2559

3) การรวบรวมและจัดเก็บของเสีย

การรวบรวมและจัดเก็บของเสีย มีหลักปฏิบัติดังนี้

3.1) จำแนกและจัดเก็บของเสียตามเกณฑ์การจำแนกตามประเภทความเป็นอันตราย

3.2) ตรวจสอบสภาพภาชนะบรรจุของเสียให้ใช้งานได้เสมอ ไม่มีรอยรั่วหรือแตกร้าว

3.3) ภาชนะบรรจุต้องมีฉลากที่เหมาะสมและอ่านง่าย หากใช้ขวดสารเคมีเก่าบรรจุของเสีย ต้องลอกฉลากเดิมออกทุกครั้งและติดฉลากใหม่ที่มีข้อมูลครบถ้วน ต้องมีคำว่า “ของเสีย” ระบุไว้อย่างชัดเจน มีการระบุประเภทของเสีย ประเภทความเป็นอันตราย ส่วนประกอบ วันที่บรรจุ ชื่อห้องปฏิบัติการเคมี และชื่อผู้รับผิดชอบ

3.4) ข้อความบนฉลากชัดเจน ไม่เลือนราง

3.5) หมั่นตรวจสภาพของฉลากบนภาชนะของเสียอย่างสม่ำเสมอ

3.6) ห้ามบรรจุของเสียเกินกว่า 80% ของภาชนะบรรจุ หรือปริมาณของเสียที่บรรจุจะต้องอยู่ต่ำกว่าปากภาชนะ ไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว

3.7) มีการกำหนดพื้นที่และบริเวณจัดเก็บของเสียที่ชัดเจน

3.8) การจัดวางของเสีย ให้ใช้เกณฑ์เดียวกับการจัดเก็บสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้

3.9) มีภาชนะรองรับภาชนะบรรจุของเสียอย่างเหมาะสม

3.10) ห้ามวางภาชนะบรรจุของเสียใกล้ท่อระบายน้ำ ใต้ หรือในอ่างน้ำ

3.11) ห้ามวางภาชนะบรรจุของเสียใกล้บริเวณอุปกรณ์ฉุกเฉิน เช่น ฝักบัวฉุกเฉิน

3.12) ห้ามวางภาชนะบรรจุของเสียขวางทางเข้าออกห้องปฏิบัติการเคมี

3.13) ต้องวางภาชนะบรรจุของเสียให้ห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ และเปลวไฟ

3.14) ห้ามเก็บของเสียประเภทไวไฟไว้ในห้องปฏิบัติการเคมี จำนวนมากกว่า 50 ลิตร

3.15) ห้ามเก็บของเสียไว้ในตู้ดูดไอสารเคมีอย่างถาวร

3.16) มีการกำหนดระยะเวลาในการจัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ

- กรณี ของเสียที่พร้อมส่งกำจัด หากมีปริมาตรถึง 80% ของภาชนะที่บรรจุ ไม่ควรเก็บของเสียนั้น นานเกิน 90 วัน

- กรณี ของเสียไม่เต็มภาชนะและมีปริมาตร น้อยกว่า 80% ของภาชนะที่บรรจุ ไม่ควรเก็บของเสียนั้น นานเกิน 1 ปี

4) การบำบัดและกำจัดของเสีย

ก่อนส่งของเสียกำจัด ห้องปฏิบัติการเคมี ควรมีการจัดการเบื้องต้นก่อนทิ้งและก่อนส่งกำจัด ดังนี้

4.1) การบำบัดของเสียก่อนทิ้ง เป็นสิ่งที่ห้องปฏิบัติการเคมี สามารถดำเนินการได้เอง โดยมีการบำบัดของเสียที่มีความเป็นอันตรายน้อย ซึ่งสามารถบำบัดได้เองก่อนทิ้งสู่ระบบสุขาภิบาลสาธารณะ เช่น การสะเทินของเสียกรดและเบสให้เป็นกลาง ก่อนทิ้งลงท่อน้ำสุขาภิบาล

4.2) การบำบัดของเสียก่อนส่งกำจัด เป็นการบำบัดของเสียอันตรายที่ห้องปฏิบัติการเคมี ไม่สามารถกำจัดได้เอง ก่อนส่งหน่วยงานรับกำจัด เพื่อลดความเป็นอันตรายเบื้องต้นที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง เช่น การปรับค่า pH ให้เป็นกลาง ก่อนส่งหน่วยงานรับกำจัด

4.3) การลดปริมาณก่อนทิ้ง เป็นการบริหารจัดการที่ต้นทางก่อนเกิดของเสียต่าง ๆ เพื่อลดปริมาณของเสียปลายทางหรือเป็นการทำให้เกิดอันตรายน้อยที่สุด เช่น การใช้สารตั้งต้นที่ไม่เป็นพิษทดแทนสารเคมีอันตราย หรือการลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ทำปฏิกิริยาให้น้อยลง

4.4) การลดปริมาณก่อนส่งกำจัด เป็นสิ่งที่ห้องปฏิบัติการเคมี ควรมีแนวทางจัดการในการลดปริมาณของเสียอันตรายที่ไม่สามารถกำจัดเองได้ ก่อนส่งหน่วยงานรับกำจัด เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการกำจัด เช่น การทำให้ของเสียมีปริมาณน้อยลง ได้แก่ การระเหยตัวทำละลาย หรือการตกตะกอน ก่อนส่งกำจัด

4.5) การ Reuse, Recovery, Recycle ของเสียที่เกิดขึ้น

- การ Reuse คือ การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ โดยจะต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือกระทำการใด ๆ ยกเว้น การทำความสะอาดและบำรุงรักษา ซึ่งสิ่งที่ได้มาต้องใช้ตามวัตถุประสงค์เดิม (Van de Sandt, 2019)

- การ Recovery คือ การแยกและการรวบรวมวัสดุที่สามารถนำกลับมาใช้ได้จากวัสดุของเสีย เช่น แร่ธาตุ พลังงาน หรือน้ำ โดยผ่านกระบวนการต่าง ๆ หรือการสกัด ซึ่งสิ่งที่ได้มาไม่จำเป็นต้องใช้ตามวัตถุประสงค์เดิม (Witkiewitz et al., 2020)

- การ Recycle คือ การนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ โดยที่มีสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนไป แต่มีองค์ประกอบทางเคมีหมือนเดิม โดยการผ่านกระบวนการต่าง ๆ เช่น การนำโลหะมาหลอมใหม่ รวมถึง การตัดแต่งหรือปรับเปลี่ยนรูปทรง เพื่อให้กลับมาใช้งานในรูปแบบอื่น (Caro et al., 2023)

5) การตรวจติดตามประเมินและรายงานผลการดำเนินการด้านต่าง ๆ ของการจัดการของเสีย

ห้องปฏิบัติการเคมี ควรมีการตรวจสอบ ติดตาม อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถมองเห็นภาพรวมเกี่ยวกับการจัดการของเสีย การเตรียมงบประมาณสำหรับการกำจัด และการจัดเตรียมสถานที่สำหรับจัดเก็บของเสียที่เหมาะสม

องค์ประกอบที่ 4 : ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์และเครื่องมือ

ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการเคมี หมายถึง ลักษณะเชิงสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม ประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ได้แก่ พื้นที่ใช้งานจริง วัสดุที่ใช้ ระบบสัญจร ระบบไฟฟ้าและการระบายอากาศ ระบบสาธารณูปโภค และระบบฉุกเฉิน อันเป็นโครงสร้างพื้นฐานของห้องปฏิบัติการเคมี ที่เอื้อต่อความปลอดภัย เพราะหากไม่ได้มีการคำนึงถึงความสำคัญในเรื่องนี้ อาจส่งผลต่อการเกิดการบาดเจ็บหรือเสียชีวิตระหว่างการใช้พื้นที่ห้องปฏิบัติการเคมี จากการระเบิดไฟไหม้ การสูดดมสารเคมีที่มีพิษ รวมถึง ปริมาณการวางและปริมาณสิ่งของที่มีมากเกินความจำเป็น อันส่งผลให้เกิดอันตรายได้ ดังนั้น การออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีที่ดี จะช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานและลดความเสี่ยง จากอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ในสภาวะการปฏิบัติงานปกติ และยังเอื้อให้มีความปลอดภัยจากอันตรายในสภาวะฉุกเฉินด้วย

1) ปัจจัยทางกายภาพที่เกี่ยวกับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

งานสถาปัตยกรรม คำนึงถึง ข้อกำหนดทั่วไปในด้านขนาด ลักษณะของรูปแบบการก่อสร้างและสถานที่ตั้งของห้องปฏิบัติการเคมีที่เหมาะสม เพื่อลดปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัย โดยมุ่งเน้นที่การประเมินลักษณะการใช้สอยของพื้นที่ ขนาดที่เหมาะสมกับกิจกรรมการใช้งาน การแยกประเภทของชนิดและการใช้พื้นที่ในห้องปฏิบัติการเคมี ลักษณะของวัสดุที่ใช้เป็นพื้นผิวของห้องปฏิบัติการเคมี ความกว้าง ความสูง และระยะต่าง ๆ ของประตู หน้าต่าง รวมทั้ง ลักษณะในเรื่องการแสดงข้อมูลของห้องปฏิบัติการเคมี ผ่านการใช้ป้ายสัญลักษณ์และเครื่องหมายต่าง ๆ

งานสถาปัตยกรรมภายใน คำนึงถึง ลักษณะและกิจกรรมการใช้งานในห้องปฏิบัติการเคมี ให้มีความเหมาะสมกับขนาดและสัดส่วนร่างกายของผู้ปฏิบัติงานตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomics) การเตรียมพื้นที่สำหรับการจัดเก็บขยะและถังแก๊สอย่างเหมาะสม รวมถึงการดูแลรักษาเครื่องมือ ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในห้องปฏิบัติการเคมี ให้มีความเที่ยงตรงและอยู่ในสภาพที่ใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

งานวิศวกรรมโครงสร้าง คำนึงถึง ลักษณะของโครงสร้างอาคารที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน เช่น ความสมบูรณ์ของโครงสร้างอาคารที่ไม่ควรมีรอยแตกร้าวหรือมีความเสียหายในโครงสร้างที่ใช้รับน้ำหนักของอาคาร เช่น เสาคานและพื้น ความสามารถในการกันไฟและทนไฟที่ต้องเป็นไปตามมาตรฐานโครงสร้างของอาคารเพื่อป้องกันอัคคีภัย โดยสามารถตรวจสอบได้เบื้องต้นด้วยวิธีพื้นฐาน เช่น การสำรวจด้วยตา การใช้ไม้บรรทัดวัดระดับน้ำ

งานวิศวกรรมไฟฟ้า คำนึงถึง ระบบไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการเคมี เช่น ระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบการควบคุมไฟฟ้า และระบบไฟฟ้าสำรอง โดยปริมาณความเข้มของแสงต้องเพียงพอต่อการใช้งานในห้องปฏิบัติการประเภทต่าง ๆ ตามความเหมาะสม รวมทั้งลักษณะของการจ่ายไฟฟ้ากำลัง ที่ต้องมีปริมาณเพียงพอต่อการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการกำหนด

ตำแหน่งของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าที่สอดคล้องกับการใช้งานของพื้นที่ การเลือกใช้อุปกรณ์ รวมถึงสายไฟฟ้าที่มีการติดตั้งตามมาตรฐานวิชาชีพ และการจัดให้มีระบบไฟฟ้าสำรองและระบบแสงสว่างฉุกเฉินที่อยู่ในสภาพใช้งานได้จริงในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

งานวิศวกรรมสุขาภิบาลและสิ่งแวดล้อม คำนึงถึง การติดตั้งระบบน้ำดี ระบบน้ำทิ้ง และการบำบัดน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการเคมี ที่เหมาะสมกับลักษณะของการใช้งานห้องปฏิบัติการ รวมทั้ง มีการดูแลและตรวจสอบสภาพการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ

งานวิศวกรรมระบบปรับอากาศและระบายอากาศ คำนึงถึง ระบบการปรับอากาศและระบบระบายอากาศของห้องปฏิบัติการ โดยเน้นที่การติดตั้งระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศให้อยู่ในตำแหน่งและปริมาณที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงานและสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการเคมี โดยมีเป้าหมายเพื่อให้สภาวะแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีอยู่ในระดับที่เอื้อต่อการปฏิบัติงานได้อย่างสะดวกและสบาย ทั้งด้านการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น อัตราการถ่ายเทอากาศภายในพื้นที่และสภาวะแวดล้อมโดยรอบห้องปฏิบัติการ ที่อาจจะได้รับผลกระทบจากระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศ

งานระบบฉุกเฉินและระบบพิเศษ คำนึงถึง ระบบในสภาวะการฉุกเฉิน ตัวอย่างเช่น ระบบติดต่อสื่อสาร ระบบป้องกันอัคคีภัย เป็นต้น ระบบฉุกเฉินและระบบพิเศษ ควรได้รับการดูแลอย่างสม่ำเสมอ ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานได้ตลอดเวลา

2) การสำรวจปัจจัยทางด้านกายภาพของห้องปฏิบัติการ

การสำรวจปัจจัยทางด้านกายภาพของห้องปฏิบัติการเคมี สามารถดำเนินการได้โดยการใช้แบบสำรวจสำหรับการประเมินปัจจัยด้านกายภาพของห้องปฏิบัติการเคมี ในลักษณะของแบบประเมิน ที่สามารถประเมินได้ด้วยตาอย่างง่าย ๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้สำรวจที่ไม่จำเป็นต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญในงานทางด้านสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม สามารถประเมินเบื้องต้นได้ ทั้งนี้ หากผู้ประเมินต้องการข้อมูลที่เป็นตัวเลข เพื่ออ้างอิงกับเกณฑ์ในการออกแบบ เช่น การคำนวณอัตราการถ่ายเทอากาศ กรณีนี้ อาจจำเป็นต้องมีการใช้เครื่องมือเฉพาะในการวัดประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ ภายในห้องปฏิบัติการเคมีด้วย

องค์ประกอบที่ 5 : ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย

ความปลอดภัย เป็นสิ่งแรกที่ควรตระหนักในการทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องรู้ว่าอะไรคือปัจจัยเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดอันตรายในขณะปฏิบัติงานได้ ดังนั้น การบริหารความเสี่ยงด้วยวิธีป้องกันหรือสนับสนุนให้ลดความเสี่ยง ย่อมเป็นสิ่งที่เกิดประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงาน การประเมินความเสี่ยงโดยส่วนใหญ่ จะใช้แบบสำรวจความเสี่ยง (Checklist) เพราะเป็นการกระตุ้นความคิดได้อย่างละเอียดและทำให้เกิดการตระหนักรู้ไปในตัว รวมทั้ง ในเรื่องของการรายงานความเสี่ยงนั้น จะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการบริหารงบประมาณ เพราะสามารถจัดการได้บนฐานข้อมูลจริง เช่น การจัดเตรียมความพร้อมและการตอบโต้กรณีฉุกเฉิน การจัดทำป้ายแสดงผังพื้นที่ใช้สอย ทางออก อุปกรณ์ เครื่องมือสำหรับเหตุฉุกเฉิน รวมทั้ง แผนป้องกันและตอบโต้เหตุฉุกเฉิน การรณรงค์ให้ตระหนักถึงข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยส่วนบุคคล และระเบียบปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งภัยอันตรายนั้น เกิดได้จากทั้งภายในและภายนอกห้องปฏิบัติการ

ดังนั้น การป้องกันภัย จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยเสี่ยงที่มีรอบด้าน การป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย นอกจากต้องสอดคล้องกับปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดภัยแล้ว ยังจะต้องมีความระวังไม่ให้เกิดผลกระทบที่อาจเป็นสาเหตุให้เกิดภัยซ้ำซ้อนหรือรุนแรงมากขึ้น เช่น การรั่วไหลของสารประเภทตัวทำละลาย จนส่งผลให้เกิดอัคคีภัยขยายมากขึ้น หรือการระเบิดเนื่องจากสารเคมีบางชนิดทำปฏิกิริยากับน้ำที่ใช้ดับเพลิง ทั้งนี้ วิธีการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย สามารถทำได้ตามขั้นตอนง่าย ๆ ดังนี้

การบ่งชี้อันตรายและประเมินปัจจัยเสี่ยง โดยการใช้แบบการสำรวจ (Checklist) และเกณฑ์การประเมิน (Inspection Criteria) เพื่อบ่งชี้อันตรายและความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น

การสื่อสารเรื่องความเสี่ยงของห้องปฏิบัติการ มีหลายรูปแบบ ได้แก่ การแจ้งความเสี่ยงด้วยวาจา เช่น การสอน การอบรม การให้คำแนะนำ และการชี้แจงที่เป็นกิจจะลักษณะ ตลอดจนการแจ้งความเสี่ยงด้วยสัญลักษณ์ เช่น การติดป้ายแสดงความเป็นอันตรายในพื้นที่มีความเสี่ยงนั้น รวมทั้ง การแจ้งความเสี่ยงด้วยเอกสาร เช่น เอกสารแนะนำหรือคู่มือ ข้อปฏิบัติในการทำงาน ข้อปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี เป็นต้น

การกำหนดข้อบังคับและระเบียบของห้องปฏิบัติการ เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยลดความเสี่ยงจากการกระทำของบุคคล โดยกำหนดให้ทุกคนใช้แนวปฏิบัติเดียวกัน มีการระบุถึงข้อกำหนดที่ต้องทำและข้อห้ามอย่างชัดเจน

แผนการป้องกันและตอบโต้กรณีฉุกเฉิน มีการจัดทำแนวทางปฏิบัติหรือแนวทางจัดการเมื่อเกิดอุบัติเหตุฉุกเฉิน มีการซักซ้อมเตรียมความพร้อมเมื่อเกิดภัยอันตราย เพื่อให้มีความรู้และทักษะในการป้องกัน แก้ไข และประสานความร่วมมือไปยังฝ่ายรักษาความปลอดภัย เช่น การซ้อมอพยพหนีไฟและดับเพลิงเบื้องต้น การปฐมพยาบาลเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการเคมี เป็นต้น

อุปกรณ์ป้องกันและระงับภัย มีการจัดหาอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น หน้ากาก ถุงมือ แว่นตา เสื้อกาวน์ รองเท้า และอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ เป็นต้น

การรายงานการเกิดภัยอันตรายในห้องปฏิบัติการ มีการรายงานอย่างมีขั้นตอน มีรูปแบบและรายละเอียดที่ชัดเจน เช่น รายงานการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี ควรมีข้อมูลที่ครบถ้วน ได้แก่ วันเวลาที่เกิดเหตุ ชื่อผู้ประสบเหตุ ลักษณะของภัยอันตรายที่เกิดขึ้น สาเหตุ วิธีการแก้ไข ชื่อผู้เผชิญเหตุ/ผู้รายงาน และความเสียหายที่เกิดขึ้น เป็นต้น

การประเมินผลการป้องกันและลดความเสี่ยงในห้องปฏิบัติการ มีการใช้ข้อมูลเพื่อประกอบการประเมิน เช่น รายงานการเกิดภัยอันตราย รายงานความเสี่ยง รายงานการตรวจติดตามการดำเนินการอื่น ๆ ที่ช่วยปรับปรุงแก้ไข ป้องกันและระงับภัยที่สอดคล้องกับความเสี่ยงที่มีอยู่จริง รายงานการบริหารงบประมาณในการยกระดับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการเคมี

องค์ประกอบที่ 6 : การให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

การฝึกอบรมให้กับบุคลากรในเรื่องของความปลอดภัยเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง แม้ว่าองค์กรจะมีระบบบริหารจัดการความปลอดภัยที่ดี แต่หากบุคลากรในองค์กร ขาดความรู้ ขาดความเชี่ยวชาญ ขาดทักษะ ขาดความระมัดระวัง และไม่ให้ความสำคัญเรื่องความปลอดภัยในการปฏิบัติงานเคมี อาจทำให้เกิดความเสียหายและอันตรายร้ายแรงได้ ดังนั้น การฝึกอบรม และการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย จะช่วยให้ทุกคนเข้าใจและสามารถปฏิบัติงานกับสารเคมีและห้องปฏิบัติการได้อย่างปลอดภัย รวมทั้ง ลดความเสี่ยในการเกิดภัยอันตรายได้มากขึ้น

สาระความรู้ที่จำเป็นสำหรับการอบรมผู้เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยห้องปฏิบัติการเคมี แต่ละระดับ มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 3-5)

ตารางที่ 3-5 หลักสูตรการอบรมความปลอดภัยสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้อง

รายการ	ผู้บริหาร	หัวหน้าโครงการ	ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ	พนักงานทำความสะอาด	ผู้เยี่ยมชม
กฎหมายที่เกี่ยวข้อง	***	***	*	*	
ระบบบริหารจัดการความปลอดภัย	***	***	*		
ระบบการจัดการสารเคมี	*	***	***	**	
ระบบการจัดการของเสีย	*	***	***	**	
สารบบข้อมูลสารเคมี/ของเสีย	**	***	***	*	
การประเมินความเสี่ยง	**	***	***	*	
ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการกับความปลอดภัย	***	***	**	*	
การป้องกันและรับมือกับภัยอันตรายและเหตุฉุกเฉิน	**	***	***	***	*
อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล	*	***	***	***	*
SDS/ป้ายสัญลักษณ์			***	***	

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2555
หมายเหตุ : ความละเอียดลึกซึ้งของเนื้อหา มีเพิ่มขึ้นตามจำนวนเครื่องหมาย *

องค์ประกอบที่ 7 : การจัดการข้อมูลและเอกสาร

การดำเนินงานของระบบบริหารจัดการเพื่อความปลอดภัยห้องปฏิบัติการเคมี จำเป็นต้องสำรวจรวบรวม รายงาน และประมวลข้อมูล เพื่อตรวจสอบติดตามและประเมินผลการดำเนินงานของระบบบริหารจัดการ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการทบทวนการดำเนินงานเพื่อพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้น เพื่อความสะดวกในการค้นหาข้อมูลและการเรียกใช้ข้อมูลได้ทันเวลาและรวดเร็ว ระบบการจัดการข้อมูลและเอกสารที่ดี จึงมีความจำเป็นอย่างมาก เพราะสามารถนำข้อมูลต่าง ๆ มาใช้ในการตัดสินใจบริหารจัดการด้านต่าง ๆ จึงต้องรวบรวมข้อมูลเอกสารอ้างอิง สำหรับใช้งานเป็นจำนวนมาก เพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบและรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูล ทั้งนี้ เอกสารสำหรับระบบบริหารจัดการเพื่อความปลอดภัยห้องปฏิบัติการเคมีที่ควรมี ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีในห้องปฏิบัติการเคมี และเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (SDS) ข้อมูลและรายงานเกี่ยวกับของเสียอันตรายและการส่งกำจัด ข้อมูลระเบียบและข้อกำหนดความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการเคมี ข้อมูลรายงานอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี ตลอดจนข้อมูลการบำรุงรักษาองค์ประกอบทางกายภาพ อุปกรณ์และเครื่องมือ ข้อมูลกิจกรรมการให้ความรู้ ข้อมูลเอกสารการตรวจติดตามภายในที่เกี่ยวกับการป้องกันและลดความเสี่ยง และข้อมูลฐานความรู้ทางวิชาการ ที่จำเป็นสำหรับการบริหารจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

3.1.2 หลักเกณฑ์การจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุทางการศึกษา

การให้บริการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทุกรายวิชาของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ บุคลากรผู้ปฏิบัติงานตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ จะต้องดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยดำเนินงานภายใต้ระเบียบกระทรวงการคลัง ว่าด้วย การจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 กรมบัญชีกลาง กองการพัสดุภาครัฐ มีผลใช้บังคับเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2560 (“ระเบียบกระทรวงการคลัง,” 2560) ซึ่งมี 10 หมวด ประกอบด้วย

หมวดที่ 1 ข้อความทั่วไป
หมวดที่ 2 การซื้อหรือจ้าง
หมวดที่ 3 การจ้างที่ปรึกษา
หมวดที่ 4 การจ้างงานออกแบบหรือควบคุมงานก่อสร้าง
หมวดที่ 5 การทำสัญญาและหลักประกัน
หมวดที่ 6 การบริหารสัญญาและการตรวจรับพัสดุ
หมวดที่ 7 การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการ
หมวดที่ 8 การทิ้งงาน
หมวดที่ 9 การบริหารพัสดุ
หมวดที่ 10 การร้องเรียน

สำหรับหมวดที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุทางการศึกษา คือ หมวดที่ 1 ข้อความทั่วไป หมวดที่ 2 การซื้อหรือจ้าง หมวดที่ 6 การบริหารสัญญาและการตรวจพัสดุ หมวดที่ 9 การบริหารพัสดุ และหมวดที่ 10 การร้องเรียน สรุปสาระสำคัญ ได้ดังนี้

หมวดที่ 1 ข้อความทั่วไป

ส่วนที่ 1 นิยาม

นิยามที่เกี่ยวข้องกับการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภายใต้ระเบียบกระทรวงการคลัง ว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มีดังนี้

หัวหน้าหน่วยงานของรัฐ หมายถึง ผู้ดำรงตำแหน่งในหน่วยงานของรัฐ อันได้แก่ มหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ ซึ่งในส่วนของวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี หมายถึง รองอธิการบดีวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

หัวหน้าเจ้าหน้าที่ หมายถึง ผู้ที่ดำรงตำแหน่งหัวหน้าสายงาน ซึ่งมีหน้าที่ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการจัดซื้อจัดจ้างหรือการบริหารพัสดุ ตามที่กฎหมายการบริหารบุคคลของหน่วยงานของรัฐกำหนด หรือเป็นผู้ที่ได้รับมอบหมายจากหัวหน้าหน่วยงานของรัฐให้เป็นหัวหน้าเจ้าหน้าที่

ผู้มีผลประโยชน์ร่วมกัน หมายถึง บุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลที่เข้าเสนอราคาหรือยื่นข้อเสนอในการจัดซื้อจัดจ้างต่อหน่วยงานของรัฐ เป็นผู้มีส่วนได้เสียไม่ว่าจะโดยทางตรงหรือทางอ้อมในกิจการของบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคลอื่นที่เข้าเสนอราคา หรือยื่นข้อเสนอต่อหน่วยงานของรัฐในคราวเดียวกัน โดยมีความสัมพันธ์ในลักษณะดังต่อไปนี้

1) ความสัมพันธ์เชิงบริหาร ต้องไม่เป็นผู้จัดการ หุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ฯลฯ ของผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นในการจัดซื้อจัดจ้างงานเดียวกัน

2) ความสัมพันธ์เชิงต้นทุน ต้องไม่เป็นหุ้นส่วนในห้างหุ้นส่วนสามัญ ผู้ถือหุ้นรายใหญ่ในบริษัทจำกัด บริษัทมหาชนจำกัด เกินกว่า 25% ในกิจการนั้น ของผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นหรือหลายราย ในการจัดซื้อจัดจ้างงานเดียวกัน

3) ความสัมพันธ์ไขว้กันระหว่าง ข้อ 1) และ ข้อ 2) ซึ่งความสัมพันธ์ไขว้กันระหว่างเชิงบริหารและเชิงต้นทุน ต้องไม่เป็นหุ้นส่วนในห้างหุ้นส่วนสามัญ ผู้ถือหุ้นรายใหญ่ในบริษัทจำกัด รวมถึงบริษัทมหาชนจำกัด เกินกว่า 25% ในกิจการนั้น ของผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่น หรือหลายราย ในการจัดซื้อจัดจ้างงานเดียวกัน

การขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรม หมายถึง การที่ผู้ยื่นข้อเสนอรายหนึ่งหรือหลายรายได้กระทำการอย่างใด ๆ อันส่งผลให้เป็นการขัดขวางหรือเป็นอุปสรรคหรือไม่เปิดโอกาสให้มีการแข่งขันอย่างเป็นธรรม ในการเสนอราคาหรือยื่นข้อเสนอต่อหน่วยงานของรัฐ ไม่ว่าจะกระทำโดยการสมยอมกันหรือการให้ ขอให้หรือรับว่าจะให้ เรียกรับหรือยอมจะรับเงินหรือทรัพย์สินหรือประโยชน์อื่นใด รวมทั้ง การใช้กำลังประทุษร้าย หรือการข่มขู่ว่าจะใช้กำลังประทุษร้าย หรือแสดงเอกสารอันเป็นเท็จ หรือส่อว่ามีการกระทำทุจริตอื่นใดในการเสนอราคา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการแสวงหาประโยชน์ในระหว่างผู้ยื่นข้อเสนอด้วยกัน หรือเพื่อให้ประโยชน์แก่ผู้ยื่นข้อเสนอรายหนึ่งรายใด เป็นผู้มีสิทธิทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐนั้น หรือเพื่อหลีกเลี่ยงการแข่งขันอย่างเป็นธรรม หรือเพื่อให้เกิดความได้เปรียบหน่วยงานของรัฐ โดยมิใช่เป็นไปในทางประกอบธุรกิจปกติ

ส่วนที่ 2 การมีส่วนได้เสียในเรื่องที่ประชุมพิจารณา

ให้ดำเนินการพิจารณาตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดในกฎหมายว่าด้วยวิธีปฏิบัติราชการทางปกครอง

ส่วนที่ 3 ผู้มีอำนาจและการมอบอำนาจ

1) ผู้มีอำนาจดำเนินการตามระเบียบนี้ ได้แก่ ผู้ดำรงตำแหน่งเป็นหัวหน้าหน่วยงานของรัฐ

2) ผู้มีอำนาจสามารถมอบอำนาจเป็นหนังสือให้แก่ผู้ดำรงตำแหน่งใดก็ได้ ซึ่งสังกัดหน่วยงานของรัฐเดียวกัน

3) เมื่อมีการมอบอำนาจแล้ว ผู้รับมอบอำนาจมีหน้าที่รับมอบอำนาจนั้น โดยไม่สามารถมอบอำนาจนั้นให้แก่ผู้ดำรงตำแหน่งอื่นได้

4) เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการจัดซื้อจัดจ้าง ให้หัวหน้าหน่วยงานของรัฐมอบอำนาจในการสั่งการและดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างให้แก่ผู้ดำรงตำแหน่งรองลงไปเป็นลำดับ

5) กรณีที่มีความจำเป็นเพื่อประโยชน์ของภาครัฐโดยรวม หน่วยงานของรัฐจะมอบอำนาจให้หน่วยงานของรัฐแห่งอื่น ดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างแทนที่ให้กระทำได้

ส่วนที่ 4 การดำเนินการด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์

1) ให้ดำเนินการในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลางผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP)

2) ให้ใช้เอกสารที่จัดพิมพ์จากระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เป็นเอกสารประกอบการดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างตามวิธีการที่กำหนดในระเบียบนี้

ส่วนที่ 5 การจัดทำแผนการจัดซื้อจัดจ้าง

1) เมื่อได้รับความเห็นชอบวงเงินงบประมาณที่จะได้ในการจัดซื้อจัดจ้างเรียบร้อยแล้ว เจ้าหน้าที่จัดทำแผนการจัดซื้อจัดจ้างประจำปี เสนอหัวหน้าหน่วยงานเพื่อขอความเห็นชอบ

2) แผนการจัดซื้อจัดจ้างประจำปี ประกอบด้วยรายการอย่างน้อย ดังนี้

2.1) ชื่อโครงการที่จัดซื้อจัดจ้าง

2.2) วงเงินที่จัดซื้อจัดจ้างโดยประมาณ

2.3) ระยะเวลาที่คาดว่าจะจัดซื้อจัดจ้าง

2.4) รายการอื่นตามที่กรมบัญชีกลางกำหนด

3) เมื่อหัวหน้าหน่วยงานของรัฐให้ความเห็นชอบแผนการจัดซื้อจัดจ้างประจำปีแล้ว ให้หัวหน้าเจ้าหน้าที่ประกาศเผยแพร่แผนในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง และของหน่วยงานของรัฐ และให้ปิดประกาศโดยเปิดเผย ณ สถานที่ปิดประกาศของหน่วยงาน

4) หากไม่ได้ทำการประกาศเผยแพร่แผนการจัดซื้อจัดจ้างโครงการใดในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง จะไม่สามารถดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างในโครงการนั้นได้

5) หลังจากได้ประกาศเผยแพร่แผนการจัดซื้อจัดจ้าง ให้รีบดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างให้เป็นไปตามแผน เพื่อให้พร้อมที่จะทำสัญญาหรือข้อตกลงได้ทันที เมื่อได้รับอนุมัติทางการเงิน

6) กรณีที่มีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงการจัดซื้อจัดจ้าง ให้เจ้าหน้าที่จัดทำรายงานพร้อมระบุเหตุผลที่ขอเปลี่ยนแปลง เสนอหัวหน้างานของรัฐเพื่อขอความเห็นชอบจากหัวหน้างานของรัฐ เมื่อให้ความเห็นชอบแล้ว ให้ดำเนินการจัดทำแผนเสนอหัวหน้าหน่วยงานให้ความเห็นชอบ

ส่วนที่ 6 การตรวจสอบผู้มีผลประโยชน์ร่วมกัน

คณะกรรมการผู้มีหน้าที่ตรวจสอบคุณสมบัติ เป็นผู้ดำเนินการตรวจสอบคุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอในแต่ละรายว่าเป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันหรือไม่ หากปรากฏว่า มีผลประโยชน์ร่วมกัน ให้คณะกรรมการผู้มีหน้าที่ตรวจสอบคุณสมบัติ ตัดรายชื่อผู้ยื่นข้อเสนอออกจากการเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในครั้งนั้น

การตรวจสอบคุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

1) กรณีเป็นนิติบุคคล

1.1) ห้างหุ้นส่วนสามัญหรือห้างหุ้นส่วนจำกัด ให้ยื่นสำเนาหนังสือรับรองการจดทะเบียนนิติบุคคล บัญชีรายชื่อผู้ถือหุ้นส่วนผู้จัดการ และผู้มีอำนาจควบคุม (ถ้ามี) พร้อมรับรองสำเนาถูกต้อง

1.2) บริษัทจำกัดหรือบริษัทมหาชนจำกัด ให้ยื่นสำเนาหนังสือรับรองการจดทะเบียนนิติบุคคล หนังสือบริคณห์สนธิ บัญชีรายชื่อกรรมการผู้จัดการ ผู้มีอำนาจควบคุม (ถ้ามี) และบัญชีรายชื่อผู้ถือหุ้นรายใหญ่ (ถ้ามี) พร้อมทั้งรับรองสำเนาถูกต้อง

2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นบุคคลธรรมดาหรือคณะบุคคลที่มิใช่นิติบุคคล

ยื่นสำเนาบัตรประจำตัวประชาชนของผู้นั้น สำเนาข้อตกลงที่แสดงถึงการเข้าเป็นหุ้นส่วน (ถ้ามี) สำเนาบัตรประจำตัวประชาชนของผู้เป็นหุ้นส่วน พร้อมทั้งรับรองสำเนาถูกต้อง

3) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นผู้ยื่นข้อเสนอร่วมกันในฐานะเป็นผู้ร่วมค้า

ยื่นสำเนาสัญญาของการเข้าร่วมค้า สำเนาบัตรประจำตัวประชาชนของผู้เข้าร่วมค้า และในกรณีผู้เข้าร่วมค้าฝ่ายใดเป็นบุคคลธรรมดาที่มิได้ถือสัญชาติไทย ให้ยื่นสำเนาหนังสือเดินทาง ถ้าผู้ร่วมค้าฝ่ายใดเป็นนิติบุคคล ให้ยื่นเอกสารตามข้อ 1) กรณีเป็นนิติบุคคล

4) เอกสารอื่นตามที่หน่วยงานของรัฐกำหนด

เอกสารอื่น ๆ ตามที่หน่วยงานของรัฐกำหนด เช่น สำเนาใบทะเบียนภาษีมูลค่าเพิ่ม การยื่นเอกสารแสดงคุณสมบัติ ให้ยื่นมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอตามวิธีการที่กำหนดในระเบียบนี้

หมวดที่ 2 การซื้อหรือจ้าง

ส่วนที่ 1 บททั่วไป

1) การจัดซื้อจัดจ้าง ไม่ใช้บังคับกับงานจ้างที่ปรึกษาและงานจ้างออกแบบหรือควบคุมงานก่อสร้าง

2) กรณีที่มีการซื้อหรือจ้างเพื่อจัดทำพัสดุเอง ให้หัวหน้างานของหน่วยงานของรัฐแต่งตั้งผู้ควบคุมรับผิดชอบในการจัดทำเอง และดำเนินการแต่งตั้งคณะกรรมการตรวจการปฏิบัติงานโดยต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่เช่นเดียวกันกับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ เว้นแต่ หน่วยงานของรัฐที่กำหนดให้มีผู้รับผิดชอบโดยเฉพาะอยู่แล้ว

3) การแบ่งซื้อหรือแบ่งจ้าง โดยการลดวงเงินที่จะซื้อหรือจ้างในครั้งเดียวกัน เพื่อให้วิธีการซื้อหรือจ้าง หรืออำนาจในการสั่งซื้อสั่งจ้างเปลี่ยนแปลงไป จะกระทำมิได้

4) กรณีใดที่จะเป็นการแบ่งซื้อแบ่งจ้าง ให้พิจารณาถึงวัตถุประสงค์ในการซื้อหรือจ้างครั้งนั้น พร้อมทั้งพิจารณาเรื่องความคุ้มค่าของทางราชการเป็นสำคัญ

ส่วนที่ 2 กระบวนการซื้อหรือจ้าง

รายงานขอซื้อหรือขอจ้าง

การซื้อหรือจ้างแต่ละวิธี นอกจากการซื้อที่ดินหรือสิ่งปลูกสร้าง ให้เจ้าหน้าที่ จัดทำรายการขอซื้อหรือขอจ้าง เสนอหัวหน้าหน่วยงานของรัฐ เพื่อขอความเห็นชอบ โดยเสนอผ่านหัวหน้าเจ้าหน้าที่ดังนี้

1) เหตุผลและความจำเป็นที่ต้องซื้อหรือจ้าง

2) ขอบเขตของงาน รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุหรือแบบรูปรายงานการก่อสร้างที่จะซื้อจะจ้าง แล้วแต่กรณี

3) ราคากลางของพัสดุที่จะซื้อหรือจ้าง

4) วงเงินที่จะซื้อหรือจ้าง

5) กำหนดเวลาที่ต้องการใช้พัสดุนั้นหรือให้งานนั้นแล้วเสร็จ

6) วิธีที่จะซื้อหรือจะจ้างและเหตุผลที่ต้องซื้อหรือต้องจ้างโดยวิธีนั้น

7) หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ

8) ข้อเสนออื่น ๆ เช่น การออกประกาศ เอกสารเชิญชวน และหนังสือเชิญชวน

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

คณะกรรมการซื้อหรือจ้าง

1) การดำเนินการซื้อหรือจ้างแต่ละครั้ง ให้หัวหน้าหน่วยงานของรัฐ แต่งตั้งคณะกรรมการซื้อหรือจ้างขึ้น เพื่อปฏิบัติการตามระเบียบนี้ พร้อมกับมีการกำหนดระยะเวลาในการพิจารณาของคณะกรรมการ แล้วแต่กรณี ดังนี้

1.1) คณะกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์

1.2) คณะกรรมการพิจารณาผลการสอบราคา

1.3) คณะกรรมการซื้อหรือจ้างโดยวิธีคัดเลือก

1.4) คณะกรรมการซื้อหรือจ้างโดยวิธีเฉพาะเจาะจง

1.5) คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

2) คณะกรรมการซื้อหรือจ้างแต่ละคณะ ต้องรายงานผลการพิจารณาต่อหัวหน้าหน่วยงานของรัฐ ภายในระยะเวลาที่กำหนด ถ้ามีเหตุที่ทำให้รายงานล่าช้า ให้เสนอหัวหน้าหน่วยงานของรัฐพิจารณาขยายระยะเวลาได้ตามความจำเป็น

3) คณะกรรมการซื้อหรือจ้างแต่ละคณะ ประกอบด้วย ประธานกรรมการ 1 คน และกรรมการอย่างน้อย 2 คน ซึ่งให้แต่งตั้งจากข้าราชการ พนักงานมหาวิทยาลัย พนักงานราชการ พนักงานของรัฐ ลูกจ้างประจำ หรือพนักงานของหน่วยงานของรัฐที่เรียกชื่ออย่างอื่น โดยคำนึงถึงลักษณะหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้ที่ได้รับการแต่งตั้งเป็นสำคัญ นอกจากนี้ ในกรณีจำเป็นหรือเพื่อประโยชน์ของหน่วยงานของรัฐ สามารถแต่งตั้งบุคคลอื่นร่วมเป็นกรรมการด้วยก็ได้ แต่จำนวนกรรมการที่เป็นบุคคลอื่นนั้น จะต้องไม่มากกว่าจำนวนกรรมการ ดังเงื่อนไขที่กำหนด

4) การจัดซื้อหรือจ้างครั้งเดียวกัน ห้ามแต่งตั้งผู้ที่เป็นกรรมการพิจารณาผลการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ กรรมการพิจารณาผลการสอบราคา หรือกรรมการซื้อหรือจ้างโดยวิธีคัดเลือกเป็นกรรมการตรวจรับพัสดุ

5) คณะกรรมการซื้อหรือจ้างทุกคณะ ควรดำเนินการแต่งตั้งผู้ชำนาญการหรือผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับงานซื้อหรือจ้างนั้น ๆ ร่วมเป็นกรรมการด้วย

6) การประชุมของคณะกรรมการแต่ละคณะ ต้องมีกรรมการประชุมไม่น้อยกว่ากึ่งหนึ่งของจำนวนกรรมการทั้งหมด ให้ประธานกรรมการและกรรมการแต่ละคนมีเสียงหนึ่งในการลงมติ โดยประธานกรรมการ ต้องอยู่ด้วยทุกครั้งในการประชุม หากประธานกรรมการไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้ หัวหน้าหน่วยงานของรัฐ ต้องแต่งตั้งประธานกรรมการคนใหม่เป็นประธานกรรมการแทน

7) มติคณะกรรมการถือเสียงข้างมากเป็นหลัก หากคะแนนเสียงเท่ากัน ให้ประธานกรรมการออกเสียงเพิ่มขึ้นอีกเสียงหนึ่งเป็นเสียงชี้ขาด เว้นแต่ คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ให้ถือมติเอกฉันท์

8) ประธานกรรมการและกรรมการ จะต้องไม่เป็นผู้มีส่วนได้เสียกับผู้ยื่นข้อเสนอหรือคู่สัญญาในการซื้อหรือจ้างครั้งนั้น ทั้งนี้ การมีส่วนได้เสียในเรื่องซึ่งที่ประชุมพิจารณาของประธานกรรมการและกรรมการ ให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยวิธีปฏิบัติราชการทางปกครอง

9) หากประธานกรรมการทราบว่าตนเป็นผู้มีส่วนได้เสียกับผู้ยื่นข้อเสนอหรือคู่สัญญาในการซื้อหรือจ้างครั้งนั้น ให้ประธานกรรมการผู้นั้นลาออกจากการเป็นประธานหรือกรรมการในคณะกรรมการที่ตนได้รับการแต่งตั้งนั้น และให้รายงานหัวหน้าหน่วยงานของรัฐทราบเพื่อสั่งการตามที่เห็นสมควรต่อไป

หมวดที่ 6 การบริหารสัญญาและการตรวจรับพัสดุ

คณะกรรมการตรวจรับพัสดุสำหรับงานซื้อหรืองานจ้าง มีหน้าที่ตรวจรับพัสดุ ณ สถานที่ ดังนี้

1) ที่ทำการของผู้ใช้พัสดุ

2) สถานที่ ที่กำหนดในสัญญา/ข้อตกลง

3) สถานที่อื่น ที่มิได้มีในสัญญา/ข้อตกลง

4) ต้องได้รับการอนุมัติจากหัวหน้าหน่วยงานของรัฐก่อน

การตรวจรับพัสดุสำหรับงานซื้อหรือจ้าง

1) หลักเกณฑ์การตรวจรับ

1.1) ตรวจให้ถูกต้อง ครบถ้วน ตามที่ตกลง

1.2) ถ้าต้องมีการตรวจทดลอง การตรวจทางเทคนิคหรือทางวิทยาศาสตร์ สามารถเชิญผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิ มาให้คำปรึกษา หรือสามารถส่งไปตรวจสอบ ณ สถานที่ของผู้ชำนาญการหรือผู้ทรงคุณวุฒิได้

1.3) กรณีจำเป็นที่ไม่สามารถตรวจนับจำนวนเป็นจำนวนหน่วยได้ทั้งหมด ให้ตรวจรับพัสดุตามหลักวิชาการสถิติ

1.4) ระยะเวลาการตรวจรับ ต้องทำการตรวจในวันที่ผู้ขายหรือผู้รับจ้างนำพัสดุมาส่งให้หรือตรวจให้เสร็จสิ้นโดยเร็วที่สุด

2) กรณีตรวจรับพัสดุถูกต้อง

2.1) คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ รับพัสดุไว้ ถือว่าผู้ขายหรือผู้รับจ้าง ส่งมอบถูกต้องครบถ้วน ณ วันที่ดำเนินการนำพัสดุมาทำการส่งมอบและได้ส่งมอบพัสดุให้เจ้าหน้าที่เรียบร้อยแล้ว

2.2) คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ทำใบตรวจรับ โดยลงชื่อเป็นหลักฐานอย่างน้อย 2 ฉบับ สำหรับผู้ขายหรือผู้รับจ้าง 1 ฉบับ และสำหรับเจ้าหน้าที่พัสดุ 1 ฉบับ เพื่อประกอบการเบิกจ่ายเงิน

2.3) คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ต้องรายงานผลให้หัวหน้าหน่วยงานของรัฐผ่านหัวหน้าเจ้าหน้าที่ เพื่อทราบและสั่งการ

3) กรณีพัสดุที่ส่งมอบไม่ถูกต้องหรือไม่ครบจำนวน

3.1) ถ้าสัญญาหรือข้อตกลงมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุดำเนินการรับเฉพาะในส่วนที่ถูกต้อง

3.2) ผู้ขายหรือผู้รับจ้าง ส่งมอบพัสดุให้เจ้าหน้าที่

3.3) คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ทำใบตรวจรับพัสดุ 2 ฉบับ โดยส่งให้ผู้ขายหรือผู้รับจ้าง 1 ฉบับ และส่งให้เจ้าหน้าที่พัสดุ 1 ฉบับ

3.4) คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ต้องรีบรายงานหัวหน้าหน่วยงานของรัฐ เพื่อแจ้งผู้ขายหรือผู้รับจ้างทราบ ภายใน 3 วันทำการ นับจากวันที่ตรวจพบ

3.5) สงวนสิทธิ์ปรับ ในส่วนที่ส่งมอบไม่ถูกต้อง

4) กรณีพัสดุที่ส่งมอบเป็นชุดหรือหน่วย

4.1) คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ต้องพิจารณาว่า หากขาดส่วนใดส่วนหนึ่งไปแล้วจะสามารถใช้การได้อย่างสมบูรณ์หรือไม่ ถ้าพิจารณาแล้วพบว่า หากขาดส่วนใดส่วนหนึ่งไปแล้วจะไม่สามารถใช้การได้อย่างสมบูรณ์ ให้ถือว่ายังไม่ได้ส่งมอบพัสดุ

4.2) คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ต้องรีบรายงานหัวหน้าหน่วยงานของรัฐ เพื่อแจ้งผู้ขายหรือผู้รับจ้างทราบ ภายใน 3 วันทำการ นับจากวันที่ตรวจพบ

5) กรณีกรรมการตรวจรับพัสดุบางคนไม่ยอมรับพัสดุ

5.1) ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ทำความเห็นแย้งไว้ และเสนอหัวหน้าหน่วยงานของรัฐเพื่อสั่งการ

5.2) หากหัวหน้าหน่วยงานของรัฐพิจารณาแล้ว มีการสั่งการให้รับพัสดุ ให้คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ สามารถรับพัสดุไว้ได้ ตามคำสั่งการของหัวหน้าหน่วยงานของรัฐ

5.3) คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ทำใบตรวจรับพัสดุ 2 ฉบับ โดยส่งให้ผู้ขายหรือผู้รับจ้าง 1 ฉบับ และส่งให้เจ้าหน้าที่พัสดุ 1 ฉบับ

หมวดที่ 9 การบริหารพัสดุ

ส่วนที่ 1 การเก็บ การบันทึก การเบิกจ่าย

การบริหารพัสดุในหมวดนี้ ไม่ใช้บังคับกับ งานบริการ งานจ้างที่ปรึกษา งานก่อสร้าง และงานจ้างออกแบบหรือควบคุมงาน

การเก็บและการบันทึก

1) ลงบัญชีหรือทะเบียนเพื่อควบคุมพัสดุแล้วแต่กรณี แยกเป็นชนิดและแสดงรายการตามตัวอย่างที่คณะกรรมการนโยบายกำหนด

2) ให้มีหลักฐานการรับเข้าบัญชีหรือทะเบียนไว้ประกอบรายการด้วย

3) สำหรับพัสดุประเภทอาหารสด จะลงรายการอาหารสดทุกชนิดในบัญชีเดียวกันก็ได้

4) เก็บรักษาพัสดุให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ปลอดภัย และครบถ้วนถูกต้องตามบัญชี

การเบิกจ่าย

1) ให้หัวหน้าหน่วยงานที่ต้องใช้พัสดุนั้น เป็นผู้เบิก

2) การจ่ายพัสดุ ให้หัวหน้าหน่วยพัสดุซึ่งเป็นผู้ที่มีหน้าที่ควบคุมพัสดุหรือผู้ที่ได้รับมอบหมายจากหัวหน้าหน่วยงานของรัฐเป็นหัวหน้าหน่วยพัสดุ เป็นผู้สั่งจ่ายพัสดุ

3) ผู้จ่ายพัสดุ ต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของใบเบิกและเอกสารประกอบ (ถ้ามี) แล้วลงบัญชีหรือทะเบียนทุกครั้งที่มีการจ่าย และเก็บใบเบิกจ่ายไว้เป็นหลักฐานด้วย

4) หากมีความจำเป็นจะกำหนดวิธีการเบิกจ่ายพัสดุเป็นอย่างอื่น ให้อยู่ในดุลยพินิจของหัวหน้าหน่วยงานของรัฐนั้น โดยให้รายงานต่อ คณะกรรมการวินิจฉัยและสำนักงานการตรวจเงินแผ่นดินทราบด้วย

หมวดที่ 10 การร้องเรียน

1) ผู้ใดเห็นว่าหน่วยงานของรัฐ มิได้ปฏิบัติให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดในกฎหมายว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ กฎกระทรวง ระเบียบ หรือประกาศ ที่ออกตามความในกฎหมายว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ มีสิทธิร้องเรียนไปยังหน่วยงานของรัฐนั้นหรือคณะกรรมการพิจารณาอุทธรณ์ แล้วแต่กรณีก็ได้

2) การยื่นข้อร้องเรียน ต้องดำเนินการ ภายใน 15 วัน นับตั้งแต่วันที่รู้หรือควรรู้ว่าหน่วยงานของรัฐนั้น มิได้ปฏิบัติให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดในกฎหมายว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ กฎกระทรวง ระเบียบ หรือประกาศที่ออกตามความในกฎหมายว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างการบริหารพัสดุภาครัฐ

3) การร้องเรียน ต้องทำเป็นหนังสือลงลายมือชื่อผู้ร้องเรียน ในกรณี ผู้ร้องเรียนเป็นนิติบุคคลต้องลงลายมือชื่อของกรรมการ ซึ่งเป็นผู้มีอำนาจกระทำการแทนนิติบุคคล และประทับตราของนิติบุคคล (ถ้ามี) หนังสือร้องเรียนต้องใช้ถ้อยคำสุภาพ และให้ทำการระบุข้อเท็จจริงและเหตุผลอันเป็นเหตุแห่งการร้องเรียนให้ชัดเจน พร้อมแนบเอกสารหลักฐานที่เกี่ยวข้องด้วย

4) ในกรณีที่หน่วยงานของรัฐได้รับเรื่องร้องเรียน ให้หน่วยงานของรัฐพิจารณาข้อร้องเรียนให้แล้วเสร็จโดยเร็ว แล้วแจ้งผลให้ผู้ร้องเรียนทราบโดยไม่รอช้า พร้อมทั้ง แจ้งให้คณะกรรมการพิจารณาอุทธรณ์ทราบด้วย

5) ในกรณีที่คณะกรรมการพิจารณาอุทธรณ์ได้รับเรื่องร้องเรียน ให้คณะกรรมการพิจารณาอุทธรณ์ พิจารณาข้อร้องเรียนให้แล้วเสร็จ แล้วแจ้งผลให้ผู้ร้องเรียนและหน่วยงานของรัฐทราบด้วย

6) คำวินิจฉัยของคณะกรรมการพิจารณาอุทธรณ์ ให้เป็นที่สุด

7) คณะกรรมการพิจารณาอุทธรณ์ อาจกำหนดรายละเอียดอื่นเพิ่มเติมได้ตามความจำเป็นเพื่อประโยชน์ในการดำเนินการ

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

3.1.3 ระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

การใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ มีระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ดังนี้ (“ประกาศมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เรื่อง ข้อปฏิบัติในการใช้ห้องต่าง ๆ,” 2566)

1) ในห้องปฏิบัติการเคมี ที่มีการใช้สารเคมีอันตรายหรือมีปฏิกิริยาที่รุนแรง จะต้องสวมถุงมือและแว่นตาที่เหมาะสม เพื่อป้องกันอันตรายจากสารเคมี

2) รวบผมให้เรียบร้อยขณะทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนสารเคมี และป้องกันอุบัติเหตุจากการยึดติดของผมกับเครื่องมือและอุปกรณ์

3) วัสดุ อุปกรณ์ และสิ่งของที่ไม่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ห้ามวางบนโต๊ะปฏิบัติการเคมี ให้นำไปเก็บไว้ในบริเวณที่ห้องปฏิบัติการเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ กำหนด

4) ห้ามทดลองชิม หรือสูดดมสารเคมี หากจำเป็นจะต้องดมกลิ่นสารเคมี ควรใช้มือพัดกลิ่นสารเคมี เพื่อสูดดม โดยให้สารเคมีอยู่ห่างจากจมูกพอสมควร

5) มีป้ายแจ้งกิจกรรมที่กำลังปฏิบัติการที่เครื่องมือ พร้อมชื่อ-สกุล และหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

6) ไม่นำอาหารหรือเครื่องดื่มเข้ามาในห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อลดการดูดซับและปนเปื้อนไอระเหยจากสารเคมี

7) ไม่สวมเสื้อกาวน์หรือถุงมือเมื่อออกนอกห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อลดการปนเปื้อนสารเคมีไปยังนอกห้องปฏิบัติการเคมี และลดการปนเปื้อนสิ่งต่าง ๆ จากภายนอกเข้ามาในห้องปฏิบัติการเคมี

8) ไม่ควรทำงานในห้องปฏิบัติการเคมีตามลำพัง เพื่อลดความเสี่ยงจากการเกิดภาวะฉุกเฉินภายในห้องปฏิบัติการเคมี

9) ห้ามนำผู้ที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องเข้ามาในห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุและอันตรายภายในห้องปฏิบัติการเคมี

10) ห้ามทำกิจกรรมอื่น ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เช่น การวิ่งเล่น หยอกล้อในห้องปฏิบัติการเคมี หรือทำการทดลองนอกเหนือจากบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

11) หากมีการใช้กรดเข้มข้นและสารระเหยที่เป็นอันตราย จะต้องทำปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในตู้ดูดไอสารเคมี เท่านั้น

12) หากโดนกรดหรือด่างเข้มข้น หกใส่ผิวหนังหรือเสื้อผ้า ให้รีบเช็ดสารเคมีออกให้แห้งสนิทแล้วจึงล้างด้วยน้ำสะอาดปริมาณมาก ๆ

13) หากทำเครื่องแก้วหรืออุปกรณ์แตก ต้องเก็บกวาดให้เรียบร้อย แล้วนำเศษแก้วที่แตกนั้นทิ้งในถังสำหรับทิ้งเครื่องแก้วแตก และแจ้งนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานทราบทันที

14) สารเคมีและของเสียที่ได้จากปฏิบัติการทดลอง จะต้องทิ้งในจุดที่กำหนดเท่านั้น

15) เมื่อเสร็จสิ้นปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แล้ว ต้องทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการ วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ เก็บเข้าที่เดิม และคืนกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้ว พร้อมทั้งล้างมือให้เรียบร้อยก่อนออกจากห้องปฏิบัติการเคมี ทุกครั้ง

16) ลงบันทึกการใช้งานห้องปฏิบัติการเคมี ทุกครั้ง

3.1.4 ข้อควรระวังและสิ่งที่ก่อให้เกิดอันตราย อุบัติเหตุ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในห้องปฏิบัติการเคมี และวิธีการปฐมพยาบาลเบื้องต้น

การให้บริการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หรือแม้กระทั่งการเตรียมบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แต่ละบทปฏิบัติการในทุกครั้ง สิ่งสำคัญที่ควรระมัดระวังและป้องกัน มิให้เกิดขึ้นกับผู้ใดผู้หนึ่ง ไม่ว่าจะเป็น นักศึกษา อาจารย์ หรือนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ตลอดจนผู้ที่เข้ามาใช้บริการในห้องปฏิบัติการเคมี เนื่องจาก ห้องปฏิบัติการเคมี อาจเป็นสถานที่มีความเสี่ยงต่ออันตรายและเป็นแหล่งแพร่สิ่งก่ออันตรายหลายชนิด เช่น สารเคมี สารก่อมะเร็ง ตลอดจนสารต่าง ๆ ที่อาจทำให้เกิดการกลายพันธุ์ เป็นต้น ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน จึงเป็นกลุ่มแรกที่มีโอกาสได้รับความเสี่ยงและสัมผัสกับสิ่งก่ออันตรายนั้นโดยตรง รองลงมา คือ ผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการเคมี เช่น นักศึกษา อาจารย์ ตลอดจนพนักงานรักษาความสะอาด ดังนั้น จึงควรให้ความสำคัญกับความเสี่ยงและสิ่งที่ก่อให้เกิดอันตรายในห้องปฏิบัติการเคมี โดยสิ่งที่ก่อให้เกิดอันตรายในห้องปฏิบัติการเคมีและอุบัติเหตุที่สามารถเกิดขึ้นได้ในห้องปฏิบัติการเคมี (บุษยา รัตนสุภา และอมรรัตน์ สุนทรพงศ์, 2555) มีดังนี้

1) ข้อควรระวังและสิ่งที่ก่อให้เกิดอันตรายในห้องปฏิบัติการเคมี

1.1) สิ่งก่ออันตรายทางด้านกายภาพ (Physical Hazard) ได้แก่

1.1.1) ความร้อน โดยเฉพาะเปลวไฟจากการทดลอง สามารถทำให้เกิดแผลไฟไหม้และอาจสร้างความเสียหายต่อห้องปฏิบัติการเคมี ตลอดจนทรัพย์สิน รวมทั้งชีวิตของผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ที่ใช้ห้องปฏิบัติการเคมีได้ ทั้งนี้ สาเหตุส่วนใหญ่ของอันตรายที่เกิดจากความร้อน มักมาจากการใช้ตะเกียง ถังแก๊ส ไฟแช็ก หรืออาจเกิดจากไฟฟ้าลัดวงจร รวมทั้งการถูกน้ำร้อนลวก รวมไปถึงสารละลายที่ร้อนหรือเดือด และกรด-ด่าง ที่ทำให้เกิดแผลน้ำร้อนลวก

1.1.2) แสง ได้แก่ แสงอัลตราไวโอเลต แสงอินฟราเรด และแสงยูวี โดยหากผู้ปฏิบัติงานมองด้วยดวงตาโดยตรงเป็นเวลานาน สามารถอาจเป็นสาเหตุทำเกิดให้ตาบอดได้ หรือหากผิวหนังโดนแสงดังกล่าวเป็นระยะเวลานาน อาจก่อให้เกิดมะเร็งผิวหนังได้เช่นกัน

1.1.3) เสียง การรับฟังเสียงที่ดังเกินกว่า 85 เดซิเบล เป็นระยะเวลานานเกินกว่า 1 ชั่วโมงติดต่อกัน อาจส่งผลให้เกิดอันตรายต่อระบบประสาทหูได้ เช่น การได้ยินเสียงจากเครื่องมือหรืออุปกรณ์บางชนิดที่ใช้งานในห้องปฏิบัติการเคมี

1.1.4) รังสี หากร่างกายได้รับรังสีเอกซเรย์ หรือสารกัมมันตภาพรังสี ในปริมาณที่สูงหรือสะสมไว้เป็นระยะเวลานาน สามารถก่อให้เกิดการกดไขกระดูก และเกิดภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง อาจทำให้เกิดโรคมะเร็ง เป็นหมัน หรือส่งผลต่อความผิดปกติของการเจริญเติบโตของตัวอ่อนในครรภ์ ทำให้เด็กในครรภ์พิการได้

1.2) สิ่งก่ออันตรายที่เป็นสารเคมี (Chemical hazard) ได้แก่

1.2.1) สารเคมี เป็นที่ทราบดีว่า สารเคมีต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการเคมีล้วนเป็นสารเคมีที่มีพิษ ไม่ว่าจะมากหรือน้อย โดยสารพิษบางชนิด อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลางได้ สามารถทำให้สมอง ไขสันหลัง เสียการควบคุมเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวและการพูด รวมทั้งทำให้ประสาทด้านการรับรู้สูญเสียไป เช่น การได้ยิน การมองเห็น ประสาทสัมผัส

หรือสารเคมีบางชนิด อาจทำให้เกิดอาการโลหิตจาง ปวดตามข้อ กระดูกผุ ปวดท้อง น้ำหนักลด มีอาการทางระบบประสาท ทรงตัวไม่อยู่ ซึม เกิดอาการประสาทหลอน มีภาวะชัก เป็นอัมพาต เป็นลม สลบ หรืออาจถึงขั้นเสียชีวิตได้ ดังนั้น จึงไม่ควรสัมผัสสารเคมี ในห้องปฏิบัติการเคมีโดยตรง หากต้องใช้สารเคมี ให้ใช้เครื่องป้องกันส่วนบุคคลด้วยทุกครั้ง เช่น เสื้อกาวน์ แว่นตา หน้ากากปิดปาก และจมูก และถุงมือ เป็นต้น

1.2.2) สารก่อมะเร็ง สารเคมีอันตรายบางชนิดในห้องปฏิบัติการเคมี มีสมบัติเป็นสารก่อมะเร็งได้ เช่น สารประกอบกลุ่มไฮโดรคาร์บอน เป็นต้น

1.2.3) สิ่งระคายเคือง เช่น สารเคมีที่มีสมบัติเป็นกรด-ด่าง มีฤทธิ์กัดกร่อนเนื้อเยื่อ น้ำยาล้างเครื่องแก้ว หรือสารอื่น ๆ ที่อาจทำให้เกิดอาการแพ้ได้

1.2.4) ยารักษาโรค เนื่องจากยารักษาโรคส่วนใหญ่ จะมีส่วนประกอบทางเคมีบางชนิดที่มีผลโดยตรง บางชนิดมีผลโดยอ้อมต่อร่างกาย ดังนั้น เมื่อเกิดการสะสมในร่างกายจนถึงปริมาณมาก ๆ อาจก่อให้เกิดความผิดปกติทางร่างกายขึ้น หรือยาบางชนิดอาจมีผลกับตับและไตตลอดจน มีผลต่ออวัยวะสำคัญส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย ซึ่งอาจทำให้เกิดสภาวะการแพ้ยาอย่างรุนแรงเกิดขึ้นได้

2) อุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้ในห้องปฏิบัติการเคมีและวิธีการปฐมพยาบาลเบื้องต้น

อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี เป็นสถานการณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้โดยไม่ได้คาดคิดไว้ก่อนว่าจะเกิดขึ้น เช่น

2.1) ไฟไหม้ เนื่องจากในบางครั้ง ห้องปฏิบัติการเคมี ต้องมีการใช้เปลวไฟร่วมในการทดลอง เช่น การใช้ตะเกียง โดยหากใช้ด้วยความไม่ระมัดระวัง ย่อมก่อให้เกิดอันตรายจากเปลวไฟนั้นได้

วิธีการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อโดนไฟไหม้ (จันทร์จิรา สวัสดิพงษ์, 2555) ให้นำผู้ป่วยออกจากแหล่งเปลวเพลิงให้เร็วที่สุด รวมถึง กำจัดแหล่งเปลวเพลิงที่จะทำให้บาดแผลลุกลามมากขึ้น เช่น เสื้อผ้าหรือเครื่องประดับที่อยู่บริเวณแผล แล้วให้ล้างบาดแผลด้วยน้ำสะอาดที่อุณหูมิปกติ เพื่อลดความร้อนและทำให้แผลเย็นลง กรณีมีบาดแผลถลอก มีตุ่มน้ำ หรือลักษณะสีของผิวหนังเกิดการเปลี่ยนแปลง มีบาดแผลลึก หรือมีแผลไหม้เป็นบริเวณกว้าง สามารถปิดแผลด้วยผ้าก๊อซหรือผ้าสะอาด และให้รีบส่งผู้ป่วยไปพบแพทย์โดยด่วน ทั้งนี้ ไม่ควรทาหรือใช้สารอื่น ๆ ลงบนบาดแผล เช่น ยาสีฟัน ไข่ขาว หรือน้ำปลา เนื่องจาก อาจเพิ่มโอกาสในการติดเชื้อที่บาดแผลได้

2.2) เครื่องแก้วบาด เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี ส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ประเภทเครื่องแก้วซึ่งมักแตกได้ง่าย และอาจเกิดอุบัติเหตุทำให้ผู้ใช้เครื่องแก้วนั้นถูกเครื่องแก้วบาดได้ ผู้ปฏิบัติงาน จึงต้องมีความระมัดระวัง ไม่ให้อุปกรณ์เครื่องแก้วแตกหัก หรือควรหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องแก้วที่ชำรุด

วิธีการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อถูกเครื่องแก้วบาด (สมประสงค์ เกียรติวัฒนชัย, 2566) ใช้สำลีเช็ดเลือดและกดห้ามเลือด หลังจากนั้นให้ใช้แอลกอฮอล์หรือน้ำเกลือเช็ดทำความสะอาดบริเวณรอบ ๆ แผล แล้วใช้สำลีชุบเบตาดีนหรือโปรวิดี ไอโอดีน ใส่แผลสด แล้วทารอบ ๆ แผล และใช้ผ้าพันแผลหรือพลาสเตอร์ปิดแผล หากแผลใหญ่ ห้ามเลือดยากหรือมีบาดแผลรุนแรง ให้รีบนำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลโดยเร็ว

2.3) สารเคมีถูกผิวหนัง สารเคมีทุกชนิดในห้องปฏิบัติการเคมี มีความอันตรายมากน้อยแตกต่างกัน บางชนิดมีฤทธิ์กัดกร่อนต่อสิ่งของและเนื้อเยื่อ ทำให้เกิดอันตรายต่อผิวหนัง บางชนิดเป็นสารที่เป็นไอระเหย ทำให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ บางชนิดเป็นสารไวไฟหรือระเบิดง่าย บางชนิดเป็นสารที่สามารถซึมผ่านเข้าไปในผิวหนังได้ง่าย ซึ่งจะเห็นว่า สารเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีนั้นทำให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานได้มากมาย จึงไม่ควรให้สารเคมีถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้า ถ้ารู้ตัวว่าถูกสารเคมีโดนผิวหนังหรือติดตามเสื้อผ้าและร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นสารเคมีชนิดใดก็ตาม จะต้องรีบเช็ดสารเคมีนั้นออก แล้วรีบล้างออกโดยเร็วด้วยน้ำปริมาณมาก ๆ ทันที เพื่อไม่ให้สารเคมีทำลายเซลล์ผิวหนังหรือซึมผ่านเข้าไปใต้ผิวหนังได้

วิธีปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อสัมผัสสารเคมี (ธนดล โรจนศานติกุล, 2564) หากสารเคมีสัมผัสผิวหนัง ให้เช็ดสารเคมีออก แล้วล้างบริเวณที่ถูกสารเคมีด้วยน้ำสะอาดให้มากที่สุด เพื่อเจือจางสารพิษ กรณีสารเคมีหกรดเสื้อผ้า ให้ถอดเสื้อผ้าออก แล้วรีบล้างทำความสะอาดโดยเร็ว

2.4) สารเคมีเข้าตา ขณะปฏิบัติงาน หากมีการก้มหรือสังเกตตัวอย่างแบบใกล้เกินไป อาจทำให้ไอของสารเคมีหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของสารเคมีกระเด็นเข้าตาได้ จึงไม่ควรก้มลงไปมองการเกิดปฏิกิริยาของสารเคมี ใกล้จนเกินความจำเป็น

วิธีปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อสารเคมีเข้าตา (เลอปรัชญ์ มังกรกนกพงศ์, 2559) หากสารเคมีเข้าตา ให้ล้างตาด้วยน้ำสะอาดทันที โดยเปิดเปลือกตาขึ้น ให้น้ำไหลผ่านตาอย่างน้อยเป็นเวลา 15 นาที แล้วรีบนำส่งโรงพยาบาล

2.5) การสูดไอหรือก๊าซพิษ เมื่อสูดไอหรือก๊าซพิษของสารเคมีเข้าไป อาจทำให้เกิดอาการผิดปกติต่าง ๆ เช่น วิงเวียน คลื่นไส้ หายใจขัด ปวดศีรษะ เป็นต้น ขึ้นอยู่กับปริมาณและพิษของสารเคมีที่ได้รับ ดังนั้น ควรมีอุปกรณ์ป้องกันการสูดดมไอสารเคมี เช่น การสวมใส่หน้ากากป้องกันไอสารเคมี ทุกครั้งเมื่อปฏิบัติงาน

วิธีปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อสูดไอหรือก๊าซพิษของสารเคมี (วราภรณ์ รักคุณ, 2567) หากสูดดมควันพิษเข้าไป ให้ย้ายผู้ป่วยไปในที่มีอากาศถ่ายเทหรืออากาศบริสุทธิ์ แล้วทำการประเมินระดับความรู้สึกตัวและการหายใจ หากผู้ป่วยหมดสติร่วมกับไม่หายใจ หายใจเฮือก หรือไม่แน่ใจว่าหายใจหรือไม่ ให้รีบโทรแจ้ง 1669 และทำการช่วยฟื้นคืนชีพ แล้วนำส่งโรงพยาบาลทันที

2.6) การกลืนกินสารเคมี เนื่องจากอุปกรณ์บางประเภท ผู้ปฏิบัติงานอาจใช้ปากในการดูด ทำให้อาจเกิดอุบัติเหตุ สารเคมีพุ่งเข้าปากได้ หากสารเคมีนั้นเป็นสารพิษก็ย่อมเกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้น จึงควรใช้อุปกรณ์สำหรับช่วยดูดสารเคมี เช่น ลูกยาง ในการช่วยดูดสารเคมี และหลีกเลี่ยงการใช้ปากดูดสารเคมี ให้มากที่สุด

วิธีปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อกลืนกินสารเคมี (สถาบันมะเร็งแห่งชาติ, 2563) หากผู้ปฏิบัติงาน เกิดอุบัติเหตุกลืนกินสารเคมีเข้าไป ให้พยายามทำให้ผู้ป่วยอาเจียนออกมาโดยการใช้นิ้วหรือวัสดุไม่มีคมกดที่โคนลิ้น ยกเว้น กรณีการกลืนกินสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อนรุนแรง ห้ามทำให้เกิดการอาเจียนโดยเด็ดขาด หากพบว่า ผู้ป่วยหมดสติ ต้องทำให้ผู้ป่วยนอนคว่ำก่อนทำให้อาเจียน โดยต้องจัดท่าให้ศีรษะของผู้ป่วยต่ำกว่าสะโพก เพื่อป้องกันการสำลักเข้าปอด และพยายามให้ผู้ป่วยดื่มน้ำมาก ๆ หากรู้สึกตัวแล้ว รีบนำส่งโรงพยาบาล

3.2 วิธีการปฏิบัติงาน

3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ

ก่อนให้บริการบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องดำเนินการเตรียมความพร้อมสำหรับการให้บริการบทปฏิบัติการ เพื่อให้สอดคล้องกับ มคอ.3 คู่มือบทปฏิบัติการ จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน และจัดเตรียมความพร้อมต่าง ๆ ของวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ตลอดจน ต้องมีการจัดเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการเคมี สำหรับการเรียนการสอนปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ได้อย่างเหมาะสมและมีความปลอดภัย ดังนี้

1) การรับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน โดยการรับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ จากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา ตามรายละเอียดการศึกษาระดับปริญญาตรี ของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีเพื่ออุตสาหกรรม หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรประมง คณะนวัตกรรมการเกษตร ประมง และอาหาร ก่อนเปิดภาคการศึกษาล่วงหน้า อย่างน้อย 2 สัปดาห์ โดยรายละเอียดของ มคอ.3 จะมีการกำหนดเนื้อหาและบทปฏิบัติการต่าง ๆ ในแต่ละสัปดาห์ และคู่มือบทปฏิบัติการจะประกอบด้วยเนื้อหาที่กล่าวถึง วัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน สามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนจัดหา จัดซื้อจัดจ้าง จัดเตรียมอุปกรณ์ และสารเคมี รวมทั้ง การจัดการด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของแต่ละบทปฏิบัติการ ที่ได้กำหนดไว้

2) การตรวจสอบ วัน เวลา ที่ต้องให้บริการบทปฏิบัติการ ตาม มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน โดยการตรวจสอบ วัน เวลา ที่ต้องให้บริการตาม มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ ให้ตรงกับวันและเวลาที่ระบุใน มคอ.3 และตรวจสอบวันที่มีการเรียนการสอนปฏิบัติการ ต้องตรงกับวันทำการปกติ ไม่ตรงกับวันหยุดราชการ

3) การตรวจสอบจำนวนและรายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการ และจัดทำใบลงลายมือชื่อนักศึกษา โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ตรวจสอบจำนวนและรายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนได้จากเวปไซต์งานทะเบียนและประมวลผล โดยตรวจสอบได้ที่ช่องทาง “https://sis.psu.ac.th/” เพื่อดำเนินการจัดทำรายชื่อนักศึกษา และทำการจัดแบ่งกลุ่มนักศึกษาตามความเหมาะสม ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทปฏิบัติการ

4) การสำรวจรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องวางแผนการให้บริการในภาพรวมทุกบทปฏิบัติการที่มีการระบุไว้ใน มคอ.3 ตลอดทั้งภาคการศึกษา นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานมีการประสานงานเพื่อวางแผนร่วมกับอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา โดยต้องคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดที่นักศึกษาจะได้รับ และต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของแต่ละบทปฏิบัติการ มีการวางแผนการให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการที่สอดคล้องกับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ เพื่อให้สอดคล้องกับการวางแผนจัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ อุปกรณ์ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ รวมทั้งอุปกรณ์ทางการศึกษาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้สอดคล้องกับจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียน

5) การประเมินค่าใช้จ่ายเพื่อขออนุมัติงบประมาณจัดซื้อจัดจ้างวัสดุและวัตถุดิบที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ เมื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานทราบจำนวนรายการวัสดุ และวัตถุดิบทั้งหมด ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการตลอดภาคการศึกษา นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องจัดทำข้อมูลเพื่อขออนุมัติงบประมาณในการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุและวัตถุดิบทั้งหมด ที่ต้องใช้ในรายวิชาปฏิบัติการ โดยการกรอกข้อมูลแสดงความต้องการลงในแบบฟอร์มแสดงความต้องการใช้งบประมาณสำหรับวัสดุและวัตถุดิบ ของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ แล้วส่งต่อไปยังเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบจัดทำเรื่องการขออนุมัติงบประมาณเพื่อจัดซื้อจัดจ้างวัสดุและวัตถุดิบ เพื่อดำเนินการต่อไป

6) ดำเนินการจัดซื้อรายการวัสดุและวัตถุดิบที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ เมื่อได้รับการอนุมัติงบประมาณเพื่อจัดซื้อวัสดุและวัตถุดิบ สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน สามารถดำเนินการขออนุมัติจัดซื้อจัดจ้างรายการวัสดุและวัตถุดิบตามวัตถุประสงค์ของบทปฏิบัติการ โดยสามารถวางแผนการจัดซื้อจัดจ้าง ให้เหมาะสมกับกรอบเวลาที่มีการเรียนการสอนปฏิบัติการแต่ละบท ให้เหมาะสมและสอดคล้องกับรายละเอียดที่ได้ระบุไว้ใน มคอ.3

7) การสำรวจรายการสารเคมีและอุปกรณ์ที่ต้องสั่งซื้อเพิ่มเติม เมื่อทราบจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาปฏิบัติการแล้ว นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องดำเนินการจัดทำข้อมูลรายการสารเคมีที่ต้องใช้ทั้งหมดในบทปฏิบัติการตลอดทั้งภาคการศึกษา ทั้งชนิดและจำนวนที่สอดคล้องกับจำนวนนักศึกษา ทำการสำรวจสารเคมีที่ขาดแคลน ไม่มี หรือคาดว่าจะมีไม่เพียงพอในการใช้งาน สำหรับการให้บริการบทปฏิบัติการ แล้วจึงดำเนินการแสดงความต้องการจัดซื้อจัดจ้างรายการสารเคมีดังกล่าว โดยการกรอกข้อมูลแสดงความต้องการลงในแบบฟอร์มแสดงความต้องการสั่งสารเคมีและแบบฟอร์มการเบิกวัสดุ ของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ให้กับเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบขออนุมัติงบประมาณเพื่อจัดซื้อจัดจ้างสารเคมีและวัสดุวิทยาศาสตร์ เพื่อดำเนินการต่อไป

8) การจัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องแก้วประจำกลุ่ม สำหรับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการ โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน จะต้องจัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องแก้วประจำกลุ่มให้นักศึกษาทุกกลุ่ม ให้สอดคล้องกับจำนวนกลุ่มที่ได้จัดแบ่งไว้ให้ในใบลงลายมือชื่อ โดยต้องมีข้อมูลรายละเอียด ของอุปกรณ์ที่จัดไว้ให้ครบถ้วน เช่น ชนิด ขนาด จำนวน หรืออื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้นักศึกษา ได้ใช้เครื่องแก้วนี้ตลอดทั้งภาคการศึกษา มีการเก็บเครื่องแก้วนี้ไว้ในตู้เก็บเครื่องแก้วประจำกลุ่มของแต่ละกลุ่ม และทำการส่งคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่ม หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอนปฏิบัติการทุกบทปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว

9) การเตรียมห้องปฏิบัติการเคมี ตามแนวทางห้องปฏิบัติการปลอดภัย โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องจัดเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการเคมี ให้มีความเหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการ ก่อนจะมีการเรียนการสอนจริง โดยต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์ตามแนวทางห้องปฏิบัติการปลอดภัยเป็นหลัก เช่น การตรวจสอบอุปกรณ์ฉุกเฉินให้ใช้งานได้จริง การจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคล เช่น แว่นตากันสารเคมี หรือถุงมือยาง ไว้ให้พร้อม รวมทั้ง การตรวจสอบระบบสาธารณูประโภค ทั้งไฟฟ้า ประปา ให้ใช้งานได้โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายตลอดจนอ่างล้างของให้ใช้งานได้ปกติและไม่อุดตัน

3.2.2 ขั้นตอนการให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ

ขณะให้บริการบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องดำเนินการให้บริการบทปฏิบัติการ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของแต่ละบทปฏิบัติการ ตาม มคอ.3 และต้องตรวจสอบความถูกต้องของวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ ไม่ให้เกิดความผิดพลาดเมื่อทำการทดลอง รวมทั้งต้องควบคุมดูแล ในระหว่างการให้บริการแต่ละบทปฏิบัติการ ให้ดำเนินไปตามมาตรฐานการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมีอย่างเคร่งครัด ตลอดจนการจัดเก็บวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ให้เรียบร้อยเสมอ หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอนบทปฏิบัติการ ในแต่ละครั้ง ดังนี้

1) การจัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามคู่มือบทปฏิบัติการ ให้ครบถ้วนและเพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบความพร้อมของทรัพยากร ในการให้บริการ ทั้งด้านวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ให้สอดคล้องกับจำนวนนักศึกษา หากตรวจพบว่าทรัพยากรดังกล่าวมีจำนวนไม่เพียงพอ หรือคาดว่าไม่สอดคล้องกับจำนวนนักศึกษา ให้ดำเนินการจัดหา จัดซื้อ หรือจัดจ้างต่อไปตามความเหมาะสม และดำเนินการจัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้งานไว้ให้ครบถ้วน และต้องมีความพร้อมก่อนมีปฏิบัติการจริง

2) การทดสอบครุภัณฑ์และทดสอบบทปฏิบัติการ ก่อนมีการให้บริการบทปฏิบัติการในวันที่มีการเรียนการสอนจริงทุกบทปฏิบัติการ โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องทำการทดสอบครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ทุกรายการ ก่อนวันที่มีการเรียนบทปฏิบัติการจริง เพื่อให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้และให้ผลการทดลองที่แม่นยำในทุกครั้ง รวมทั้ง ต้องมีการทบสอบบทปฏิบัติการทุกครั้ง ให้แน่ใจว่าการทดลองได้ผลตามวัตถุประสงค์ของบทปฏิบัติการนั้นอย่างถูกต้อง

3) การเตรียมใบลงลายมือชื่อและกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้วประจำกลุ่มของนักศึกษา โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องนำใบลงลายมือชื่อนักศึกษามาจัดวางไว้ที่จุดลงลายมือชื่อและจุดรับกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อให้นักศึกษาได้ลงลายมือชื่อและรับกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้วประจำกลุ่ม เพื่อไปเปิดตู้เก็บเครื่องแก้วของกลุ่มตนเอง สำหรับการเรียนปฏิบัติการตลอดทั้งภาคการศึกษา

4) การแจกเครื่องแก้วประจำกลุ่มให้นักศึกษาได้ใช้งานตลอดทั้งภาคการศึกษาจนเสร็จสิ้นบทปฏิบัติการสุดท้าย โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน นำเครื่องแก้วประจำกลุ่มที่จัดเตรียมไว้สำหรับแจกให้นักศึกษา มาดำเนินการแจกให้นักศึกษาทุกกลุ่ม และให้นักศึกษาลงลายมือชื่อเพื่อรับทราบรายการและรายละเอียดของเครื่องแก้วประจำกลุ่มที่ได้รับแจกและเก็บเครื่องแก้วนี้ไว้ในตู้เก็บเครื่องแก้วที่นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานได้กำหนดให้ เพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอนปฏิบัติการ ตลอดทั้งภาคการศึกษา

5) การจัดสอบก่อนเรียนแต่ละบทปฏิบัติการให้กับนักศึกษา โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องเป็นผู้ควบคุมการสอบก่อนเรียนทุกบทปฏิบัติการของนักศึกษาด้วย โดยรับข้อสอบก่อนเรียนมาจากอาจารย์ผู้สอน ทำการแจกข้อสอบ คุมสอบ และรับคืนข้อสอบ แล้วส่งข้อสอบคืนให้อาจารย์ผู้สอนต่อไป

6) การตรวจสอบการลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องเป็นผู้ตรวจสอบรายชื่อการเข้าเรียนของนักศึกษา โดยต้องมีจำนวนสอดคล้องกับจำนวนข้อสอบก่อนเรียนที่นักศึกษาได้ส่งคืนในแต่ละบทปฏิบัติการ

7) การให้นักศึกษาเบิก-ยืม วัสดุ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้เพิ่มเติมในแต่ละบทปฏิบัติการนอกเหนือจากเครื่องแก้วประจำกลุ่ม โดยในแต่ละบทปฏิบัติการ จะมีรายการวัสดุ เครื่องแก้วและอุปกรณ์อื่น ๆ นอกเหนือจากเครื่องแก้วประจำกลุ่มที่นักศึกษาต้องใช้งาน นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องจัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ดังกล่าวไว้ที่โต๊ะส่วนกลาง แล้วให้นักศึกษามาเบิกไปใช้งานพร้อมทั้งนำมาคืนหลังเสร็จสิ้นปฏิบัติการในแต่ละบท

8) การให้บริการเป็นผู้ช่วยคุมปฏิบัติการ ให้คำแนะนำ และตอบข้อซักถามของนักศึกษาตามความเหมาะสม โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องควบคุมดูแล ให้คำแนะนำและตอบข้อซักถามของนักศึกษา ระหว่างการให้บริการของแต่ละบทปฏิบัติการ ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของแต่ละบทปฏิบัติการ และดำเนินการให้เป็นไปตามมาตรฐานการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมี อย่างเคร่งครัด

9) การให้คำแนะนำแก่นักศึกษาในการแยกของเสียที่เกิดจากการทดลอง รวมทั้งสารเคมี วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ใช้แล้ว ในห้องปฏิบัติการเคมี โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องควบคุมดูแลให้คำแนะนำ พร้อมทั้งจัดหาภาชนะสำหรับบรรจุของเสียแก่นักศึกษาในการแยกของเสียที่เกิดจากการทดลอง รวมทั้งสารเคมี วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ใช้แล้วในห้องปฏิบัติการเคมี ให้มีการกำจัดอย่างถูกต้องตามวิธีการจัดการของเสียตามการแบ่งประเภทของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

10) การบันทึกรายละเอียด กรณีมีวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ชำรุด/สูญหายในขณะที่เรียนปฏิบัติการ โดยในระหว่างการทำปฏิบัติการ หากนักศึกษาทำวัสดุ อุปกรณ์หรือครุภัณฑ์ ชำรุดหรือสูญหาย นักวิทยาศาสตร์ต้องบันทึกข้อมูลพร้อมรายละเอียดของสาเหตุแห่งการชำรุดหรือสูญหายนั้น ลงในแบบฟอร์มการรับเครื่องแก้วและอุปกรณ์ประจำกลุ่ม

11) การบันทึกรายการอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี กรณีที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นในขณะที่เรียนปฏิบัติการ โดยในระหว่างการทำปฏิบัติการ หากเกิดอุบัติเหตุขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องบันทึกข้อมูลพร้อมรายละเอียดของเหตุในการเกิดอุบัติเหตุนั้นลงในแบบฟอร์มบันทึกรายงานอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี

12) การบันทึกปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากการเรียนปฏิบัติการในแต่ละบทปฏิบัติการโดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องดำเนินการบันทึกปริมาณและรายละเอียดของเสียที่เกิดขึ้นในการเรียนปฏิบัติการแต่ละบทปฏิบัติการ ลงในแบบฟอร์มบันทึกปริมาณของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี

13) การจัดเก็บ วัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ หลังการใช้งานพร้อมทั้งทำความสะอาดให้เรียบร้อย โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเก็บให้เรียบร้อย

14) การรับคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่ม หลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอนปฏิบัติการบทสุดท้าย โดยเมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนทุกบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องรับคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่มของนักศึกษาทุกกลุ่ม พร้อมกับตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องแก้วนั้น ๆ ให้ถูกต้องตามรายละเอียดในใบเบิกเครื่องแก้วประจำกลุ่มที่นักศึกษาได้ลงลายมือชื่อเอาไว้

15) การแจ้งนักศึกษาให้ประเมินความพึงพอใจแบบออนไลน์ในการให้บริการบทปฏิบัติการ โดยเมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนทุกบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องแจ้งให้อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาที่เรียนบทปฏิบัติการ ทำการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการด้วยแบบประเมินออนไลน์

16) การเตรียมห้องสอบปฏิบัติการและเตรียมวัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับสอบปฏิบัติการ และการเป็นกรรมการคุมสอบปฏิบัติการไทเทรต โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ที่ต้องใช้สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต โดยกำหนดให้กรรมการคุมสอบ 1 คน คุมสอบนักศึกษา 2 คน แบบอัตราส่วน 1 ต่อ 2 ทั้งนี้ ก่อนมีการสอบปฏิบัติการไทเทรต 2 สัปดาห์ ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ประสานงาน สอบถามไปยังอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา เรื่องจำนวนคณะกรรมการคุมสอบ เพื่อจะได้ดำเนินการจัดชุดอุปกรณ์การสอบสำหรับนักศึกษา ให้สอดคล้องกับจำนวนคณะกรรมการคุมสอบ

17) การจัดทำความสะอาดครั้งใหญ่ (Big Cleaning) ห้องปฏิบัติการเคมี และรวบรวมของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในทุกบทปฏิบัติการ รวมทั้ง ของเสียที่เกิดขึ้นจากการสอบปฏิบัติการไทเทรต ส่งเข้าอาคารจัดการสารเคมี เพื่อดำเนินการจัดการตามระบบการจัดการของเสีย ของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ต่อไป โดยเมื่อเสร็จสิ้นการเรียนการสอนทุกบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องประสานไปยังอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา เพื่อกำชับให้นักศึกษาที่เรียนบทปฏิบัติการช่วยกันทำความสะอาดห้องปฏิบัติการเคมี พร้อมทั้งเคลื่อนย้ายของเสียภายในห้องปฏิบัติการเคมีไปยังอาคารจัดการสารเคมี โดยการเคลื่อนย้ายต้องเป็นไปตามแนวทางการเคลื่อนย้ายสารเคมีตามมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ

3.2.3 ขั้นตอนการสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ

นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องมีการดำเนินการสรุปผลการดำเนินงานของการให้บริการปฏิบัติการของแต่ละภาคการศึกษา โดยการบันทึกผลการดำเนินงาน รวมทั้ง ปัญหาและอุปสรรคของการให้บริการ พร้อมทั้ง ต้องมีการสำรวจความพึงพอใจในการให้บริการตามแบบฟอร์มของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ โดยการเก็บข้อมูลและนำข้อมูลไปใช้เพื่อการปรับปรุง แก้ไข และพัฒนาการให้บริการ ในภาคการศึกษาต่อไป ดังนี้

1) การสรุปผลการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา ตามใบลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการ โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องดำเนินการสรุปผลการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา และรายงานผลการเข้าเรียนของนักศึกษา ไปยังอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา

2) การสรุปรายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่ชำรุด/สูญหาย โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์ ที่นักศึกษาได้ทำให้เกิดการชำรุดหรือสูญหายในระหว่างการเรียนปฏิบัติการตลอดทั้งภาคการศึกษา และต้องแจ้งให้นักศึกษารับทราบ เพื่อให้ดำเนินการจัดหาวัสดุ และอุปกรณ์ดังกล่าว มาคืนห้องปฏิบัติการเคมี ต่อไป

3) การสรุปจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน มีหน้าที่ดำเนินการสรุปจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนปฏิบัติการ

ตลอดทั้งภาคการศึกษา และมีการนำไปใช้เป็นข้อมูล เพื่อการปรับปรุง แก้ไข ป้องกันอุบัติเหตุและอันตราย ที่อาจจะเกิดขึ้นในภาคการศึกษาต่อไป

4) การสรุปปัญหาและอุปสรรค ในการให้บริการบทปฏิบัติการ โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องดำเนินการสรุปปัญหาและอุปสรรคของการให้บริการ พร้อมแนวทางแก้ไข เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุง แก้ไข และพัฒนาการให้บริการ ในภาคการศึกษาต่อไป

5) การสรุปผลการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ จากทั้งนักศึกษาและอาจารย์ พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปใช้ในการพิจารณา ปรับปรุงและพัฒนาการให้บริการบทปฏิบัติการ ในภาคการศึกษาต่อไป โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการสรุปผลการประเมินความพึงพอใจ จากนักศึกษา อาจารย์ผู้สอน และอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา พร้อมทั้ง นำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปใช้ในการพิจารณาปรับปรุงและพัฒนาการให้บริการบทปฏิบัติการ ในภาคการศึกษาต่อไป

3.3 เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน

การให้บริการปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สำหรับ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และคณะนวัตกรรมการเกษตร ประมง และอาหาร เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการมีประสิทธิภาพ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องมีการจัดเตรียมทรัพยากรและปัจจัยต่าง ๆ ให้มีความพร้อมมากที่สุด ทั้งด้านวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์ อุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการเคมี รวมถึงระเบียบปฏิบัติที่ต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด ตั้งแต่ ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ ขั้นตอนการให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ และขั้นตอนสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ โดยมีเป้าหมายในการให้บริการเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ผู้ใช้บริการทั้งนักศึกษา อาจารย์ผู้สอน อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา และนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานเอง มีความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน ตลอดจน นักศึกษาได้ฝึกฝนทักษะและเทคนิคปฏิบัติการจริงในห้องปฏิบัติการเคมีได้อย่างคล่องแคล่ว และนำความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐานไปต่อยอดทักษะปฏิบัติการในระดับชั้นที่สูงขึ้น หรือระดับการศึกษาที่สูงขึ้น เพื่อเป็นพื้นฐานทักษะทางวิทยาศาสตร์ที่ดี ในการประกอบอาชีพต่อไปในอนาคต

จากขั้นตอนการปฏิบัติงานหลักทั้ง 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ 2) ขั้นตอนการให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ และ 3) ขั้นตอนสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ ทั้งนี้ ในแต่ละขั้นตอน มีเงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวังและสิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน ซึ่งผู้เขียน ได้มีการบรรยายไว้เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ง่ายขึ้นและสามารถนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง ดังนี้ (ตารางที่ 3-6)

ตารางที่ 3-6 รายละเอียด เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน ตามขั้นตอนของการปฏิบัติงานการเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

ขั้นตอน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ	
1) การรับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน	การรับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน อาจารย์ผู้สอน ต้องทำการจัดส่งให้นักวิทยาศาสตร์ ก่อนเปิดภาคการศึกษา อย่างน้อย 2 สัปดาห์ แต่เนื่องจาก รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน เป็นรายวิชาพื้นฐานทางเคมี ที่บังคับสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และคณะนวัตกรรมการเกษตร ประมง และอาหาร ซึ่งเปิดสอนทั้งภาคการศึกษาที่ 1 และภาคการศึกษาที่ 2 ในทุก ๆ ปี ทั้งนี้ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ โดยส่วนใหญ่จะแตกต่าง จากภาคการศึกษาก่อนหน้าไม่มากนัก ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน สามารถดำเนินการวางแผนการให้บริการล่วงหน้าได้ แม้ว่า อาจารย์ ผู้ประสานงานรายวิชา อาจจะดำเนินการจัดส่งเอกสารล่าช้ากว่ากำหนด
2) การตรวจสอบ วัน เวลา ที่ต้องให้บริการ บทปฏิบัติการ ตาม มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องทำการตรวจสอบ วัน เวลา ที่ต้องให้บริการ บทปฏิบัติการ ให้สอดคล้องกับ มคอ.3 หากตรวจพบว่า วัน เวลา ที่ต้องให้บริการตรงกับวันหยุดราชการ ให้รีบดำเนินการประสานงาน กับอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา เพื่อดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้อง ไม่ตรงกับวันหยุดราชการ เพื่อป้องกันความสับสนเรื่องวัน เวลา ที่มีปฏิบัติการ ที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างอาจารย์ผู้สอน นักศึกษา และนักวิทยาศาสตร์
3) การตรวจสอบ จำนวนและรายชื่อนักศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการ และจัดทำใบลงลายมือชื่อ นักศึกษา	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ตรวจสอบจำนวนและรายชื่อนักศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ได้จาก เวปไซต์งานทะเบียนและประมวลผล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี โดยเข้าไปที่ https://sis.psu.ac.th/ 1) กรณีนักศึกษาลงทะเบียนครบทุกคน ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน จัดทำรายชื่อและจัดแบ่งกลุ่มนักศึกษา จำนวน 2 คนต่อกลุ่ม หากในภาคเรียนนั้น นักศึกษาลงทะเบียนมากกว่า 60 คนต่อกลุ่มการเรียน ให้แบ่งกลุ่มนักศึกษา 2-3 คนต่อกลุ่มคละกันได้ แต่ไม่ควรเกิน 3 คนต่อกลุ่ม เนื่องจาก หากจำนวนเกิน 3 คนต่อกลุ่ม จะไม่สามารถฝึกปฏิบัติการได้ อย่างทั่วถึงทุกคน และต้องมีจำนวนกลุ่มไม่ให้เกิน 30 กลุ่มต่อกลุ่มการเรียน ตามขนาดความสามารถการรองรับของห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อให้นักศึกษา ได้ฝึกปฏิบัติการอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด 2) กรณีนักศึกษาลงทะเบียนล่าช้า ไม่มีรายชื่อในข้อมูลการลงทะเบียน ให้นักศึกษาแจ้งรายชื่อในชั่วโมงแรกที่มีการเรียนปฏิบัติการ จากนั้น ตรวจสอบข้อมูลการลงทะเบียนของนักศึกษาอีกครั้ง และให้ดำเนินการจัดทำรายชื่อและจัดแบ่งกลุ่มใหม่อีกครั้ง จนครบถ้วน

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

ขั้นตอน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
4) การสำรวจรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการสำรวจรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ ทั้งชนิดและจำนวน ให้สอดคล้องกับจำนวนกลุ่มของนักศึกษาที่ได้จัดแบ่งไว้
5) การประเมินค่าใช้จ่าย เพื่อขออนุมัติงบประมาณ จัดซื้อจัดจ้าง วัสดุ และวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ	เมื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ได้ดำเนินการสำรวจรายการวัสดุและวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการครบถ้วนแล้ว ให้ดำเนินการจัดส่งข้อมูล การตั้งงบประมาณเพื่อจัดซื้อวัสดุและวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ ลงในแบบฟอร์มแสดงความต้องการใช้งบประมาณสำหรับวัสดุและวัตถุดิบ ไปยังเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบการประสานงานด้านการขออนุมัติงบประมาณ เพื่อดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุและวัตถุดิบ ประจำรายวิชาปฏิบัติการ โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องประเมินค่าใช้จ่ายทั้งหมดให้ครอบคลุม การจัดซื้อ ให้เพียงพอตลอดทั้งภาคการศึกษา ทั้งนี้ สามารถใช้ข้อมูล จากภาคการศึกษาก่อนหน้า เป็นข้อมูลอ้างอิงในการประเมินค่าใช้จ่าย ที่จะขอตั้งงบประมาณได้
6) ดำเนินการจัดซื้อ รายการวัสดุและวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ	การดำเนินการจัดซื้อรายการวัสดุและวัตถุดิบ ให้ดำเนินการตามขั้นตอน การจัดซื้อจัดจ้างภายใต้ระเบียบกระทรวงการคลัง ว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้าง และการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 สำหรับกรณีวัสดุ สามารถจัดซื้อ มาเตรียมรอใช้ไว้ได้เลย ตั้งแต่ ได้รับอนุมัติงบประมาณในการจัดซื้อ แต่สำหรับการจัดซื้อวัตุดิบนั้น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องพิจารณา วันและเวลาที่ต้องจัดซื้อตามความเหมาะสมซึ่งต้องสอดคล้องกับวันและเวลา ที่มีการเรียนการสอนปฏิบัติการนั้น ๆ ตาม มคอ.3 เนื่องจาก วัตถุดิบบางชนิด เป็นวัตถุดิบที่ไม่สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน เช่น น้ำแข็ง แต่หากวัตถุดิบ ชนิดใดสามารถเก็บรักษาไว้ได้และไม่ทำให้ผิดวัตถุประสงค์ของบทปฏิบัติการ ก็สามารถจัดซื้อเตรียมไว้ล่วงหน้าหลังจากได้รับการอนุมัติงบประมาณได้เลย เช่น เกลือ น้ำตาล และผงวุ้น เป็นต้น
7) การสำรวจรายการสารเคมี และอุปกรณ์ที่ต้องสั่งซื้อเพิ่มเติม	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการสำรวจรายการสารเคมี และอุปกรณ์ ที่ต้องสั่งเพิ่มเติม หากพบว่า มีสารเคมีรายการใดที่ขาดแคลน ไม่มี หรือคาดว่า จะมีไม่เพียงพอในการใช้งานสำหรับการให้บริการบทปฏิบัติการ ให้ดำเนินการ แสดงความต้องการจัดซื้อรายการสารเคมีดังกล่าวไปยังเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ ในการสั่งสารเคมีและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ เพื่อให้ดำเนินการสั่งซื้อต่อไป เพื่อให้ทันสำหรับการใช้งาน
8) การจัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องแก้วประจำกลุ่ม สำหรับนักศึกษาที่ลงทะเบียน เรียนปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดอุปกรณ์และเครื่องแก้วประจำกลุ่ม เพื่อแจกให้นักศึกษาแต่ละกลุ่ม สำหรับใช้ในการเรียนปฏิบัติการ ตลอดทั้งภาคการศึกษา โดยมีข้อมูลรายละเอียดของ รายการ ขนาด และจำนวน พร้อมทั้ง จัดอุปกรณ์และเครื่องแก้วลงตะกร้าตามใบรายการ และให้จัดทำใบรับมอบอุปกรณ์และเครื่องแก้วประจำกลุ่มเตรียมไว้ให้ นักศึกษาตรวจสอบความถูกต้องของชนิดและจำนวนที่ได้รับแจก เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการส่งคืนอุปกรณ์และเครื่องแก้วประจำกลุ่ม หลังจากเสร็จสิ้นปฏิบัติการในแต่ละภาคการศึกษา

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

ขั้นตอน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
9) การเตรียมห้องปฏิบัติการเคมีตามแนวทางห้องปฏิบัติการปลอดภัย	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียมห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อให้มีความพร้อมในการเรียนบทปฏิบัติการ ได้แก่ การสำรวจความพร้อม ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ อุปกรณ์ป้องกันภัยฉุกเฉิน ระบบสาธารณูปโภค เช่น ระบบไฟฟ้าและน้ำประปา ภายในห้องปฏิบัติการเคมี หากพบว่ามีความเสียหาย บกพร่อง หรือไม่สามารถใช้งานได้ ให้รีบแจ้งซ่อม ไปยังเจ้าหน้าที่ประจำงานซ่อม-สร้าง เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ เพื่อดำเนินการแก้ไข หรือซ่อมแซมให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ใช้งานได้ทันเวลา
ขั้นตอนที่ 2 การให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ	
1) การจัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามคู่มือบทปฏิบัติการ ให้ครบถ้วนและเพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา	1) นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องจัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามรายละเอียดในคู่มือบทปฏิบัติการ 2) นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องตรวจสอบความถูกต้องของรายละเอียดในการจัดเตรียมทุกครั้ง เช่น อุปกรณ์ที่ต้องจัดให้เพิ่มเติม ครุภัณฑ์ที่ต้องใช้ ความเข้มข้นของสารเคมี และปริมาณที่จัดเตรียม มีจำนวนเพียงพอหรือไม่ 3) หากพบว่า วัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ มีความขาดแคลนหรือไม่เพียงพอ ให้ดำเนินการยืมจากห้องปฏิบัติการอื่นมาใช้งานก่อน แต่หากห้องปฏิบัติการอื่นไม่มีทรัพยากรที่ขาดแคลนนั้น หรือมีแต่ไม่เพียงพอ ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน แจ้งไปยังอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาทันที เพื่อร่วมกันหาแนวทางในการจัดการบทปฏิบัติการนั้น ๆ ให้สามารถทำปฏิบัติการได้อย่างถูกต้อง และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทปฏิบัติการ เช่น การกำหนดจำนวนกลุ่มของนักศึกษาต่อจำนวนครุภัณฑ์หรือวัสดุที่มีจำกัดให้ใช้งานร่วมกัน เพื่อให้ได้กระจายการใช้งานกันอย่างทั่วถึง 4) ดำเนินการจัดวางวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อให้นักศึกษาได้ใช้งานให้เสร็จก่อนวันและเวลาที่มีการเรียนการสอนปฏิบัติการจริง
2) การทดสอบครุภัณฑ์และทดสอบบทปฏิบัติการก่อนมีการให้บริการบทปฏิบัติการในวันที่มีการเรียนการสอนจริงทุกบทปฏิบัติการ	1) นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องดำเนินการทดสอบครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ก่อนการใช้งาน ให้พร้อมใช้งานสำหรับการให้บริการบทปฏิบัติการในวันที่มีการเรียนการสอนบทปฏิบัติการจริงทุกครั้ง หากใช้งานไม่ได้ หรือตรวจพบความเสียหาย ให้ดำเนินการแก้ไขให้กลับมาใช้งานได้ก่อนมีการให้บริการบทปฏิบัติการจริง 2) นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องทำการทดลอง ทดสอบบทปฏิบัติการก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการในวันที่มีการเรียนการสอนทุกครั้ง เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของสารเคมีที่เตรียม รวมถึงเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของสารที่เตรียม และสิ่งสำคัญ คือ สารเคมีจะต้องเป็นสารที่เตรียมใหม่ก่อนการทดลองเสมอ ไม่นำสารเคมีที่เหลือจากภาคการศึกษาก่อน หรือที่เตรียมไว้นานแล้วมาใช้งาน

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

ขั้นตอน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
3) การเตรียมใบลงลายมือชื่อ และกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้ว ประจำกลุ่ม ของนักศึกษา	นำใบลงลายมือชื่อมาวางไว้ที่จุดลงลายมือชื่อ เพื่อให้นักศึกษาได้ลงลายมือชื่อเข้าเรียนบทปฏิบัติการ นำกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้วประจำกลุ่มมาจัดวางไว้ให้นักศึกษาเบิกกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้วประจำกลุ่มไปเปิดตู้และนำมาใช้งาน
4) การแจกเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ให้นักศึกษาได้ใช้งาน ตลอดทั้งภาคการศึกษา จนเสร็จสิ้นบทปฏิบัติการสุดท้าย	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน นำเครื่องแก้วประจำกลุ่มที่ได้เตรียมไว้แจกให้นักศึกษาทุกกลุ่ม พร้อมทั้งให้นักศึกษาลงลายมือชื่อและรายละเอียดของรายการ ขนาด และจำนวน ให้ถูกต้องตามที่ได้รับ และให้นักศึกษาทำความสะอาดหลังเสร็จสิ้นการใช้งานแต่ละบทปฏิบัติการ และเก็บใส่ในตู้เก็บเครื่องแก้วประจำกลุ่มทุกครั้ง เมื่อจะใช้งานในบทปฏิบัติการต่อไป ให้นักศึกษารับกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้วไปเปิดตู้และนำเครื่องแก้วประจำกลุ่มมาใช้งานต่อไป
5) การจัดสอบก่อนเรียน แต่ละบทปฏิบัติการ ให้กับนักศึกษา	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน รับข้อสอบก่อนเรียนจากอาจารย์ผู้สอน และแจกให้นักศึกษาเมื่อถึงเวลาสอบของบทปฏิบัติการนั้น ๆ พร้อมทั้งเก็บข้อสอบคืนให้อาจารย์ผู้สอนเมื่อหมดเวลาสอบ การรับข้อสอบก่อนเรียนจากอาจารย์ผู้สอน นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน จะต้องนับจำนวนข้อสอบให้เพียงพอสำหรับจำนวนนักศึกษาด้วย
6) การตรวจสอบการลงลายมือชื่อ การเข้าเรียนปฏิบัติการ ของนักศึกษา	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องทำการตรวจสอบการลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา จากใบลงลายมือชื่อเข้าเรียนปฏิบัติการ ซึ่งจะต้องมีจำนวนเท่ากับจำนวนข้อสอบก่อนเรียน ที่นักศึกษาได้ส่งหลังจากหมดเวลาการทำข้อสอบก่อนเรียน
7) การให้นักศึกษาเบิก-ยืม วัสดุ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้เพิ่มเติม ในแต่ละบทปฏิบัติการ นอกเหนือจาก เครื่องแก้วประจำกลุ่ม	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ ในแต่ละบทปฏิบัติการที่ต้องใช้เพิ่มเติมไว้ที่ส่วนกลาง นอกเหนือจากเครื่องแก้วประจำกลุ่มของนักศึกษา และแจกให้นักศึกษามารับไปใช้ ต้องจัดทำป้ายแสดงรายละเอียดเพื่อแจ้งให้นักศึกษาได้ทราบว่า วัสดุหรืออุปกรณ์ชนิดใด ต้องรับไปจำนวนเท่าไร และเมื่อใช้งานเสร็จ นักศึกษาต้องนำมาคืนที่ส่วนกลางเหมือนเดิม โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องตรวจนับจำนวนวัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมด ให้ครบตามจำนวนที่จัดเตรียมไว้
8) การให้บริการ เป็นผู้ช่วยคุมปฏิบัติการ ให้คำแนะนำ และตอบข้อซักถาม ของนักศึกษา ตามความเหมาะสม	1) นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องทำหน้าที่ดูแลความเรียบร้อยในห้องปฏิบัติการเคมี ขณะมีการเรียนการสอนปฏิบัติการ เมื่อเกิดอุบัติเหตุหรือเหตุฉุกเฉินใด ๆ ในห้องปฏิบัติการเคมี ต้องดำเนินการจัดการและแก้ไขปัญหา ให้เรียบร้อย เช่น เมื่อนักศึกษาทำเครื่องแก้วแตก ต้องดูแลให้นักศึกษากำจัดเครื่องแก้วที่แตกนั้น ออกจากพื้นที่ปฏิบัติการให้เรียบร้อย พร้อมทั้ง นำเศษเครื่องแก้วไปทิ้งในถังสำหรับทิ้งเครื่องแก้วที่จัดไว้ให้ หรือในกรณีเกิดอุบัติเหตุน้ำร้อนลวกมือ หรือแก้วบาดมือในขณะทำปฏิบัติการ ต้องมีชุดปฐมพยาบาลสำหรับทำแผลเบื้องต้นไว้ให้บริการกับนักศึกษาด้วย 2) นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องทำหน้าที่ช่วยอาจารย์ผู้สอนดูแลและให้คำแนะนำนักศึกษาในขณะที่มีการเรียนการสอนบทปฏิบัติการในเรื่องเทคนิคการทำปฏิบัติการ ขั้นตอนการทำปฏิบัติการ และข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

ขั้นตอน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
9) การให้คำแนะนำ แก่นักศึกษา ในการแยกของเสีย ที่เกิดจากการทดลอง รวมทั้ง สารเคมี วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ใช้แล้ว ในห้องปฏิบัติการเคมี	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องให้คำแนะนำและกำชับให้นักศึกษา แยกและจัดเก็บของเสียที่เกิดขึ้นจากการทดลองในบทปฏิบัติการเคมี ไม่ว่าจะเป็น สารเคมี วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ใช้แล้ว ให้รู้จักการแยกและจัดเก็บ ที่ถูกต้องตามวิธีการจัดการของเสีย โดยต้องจัดเตรียมภาชนะและอุปกรณ์ สำหรับจัดเก็บของเสีย พร้อมทั้ง ติดฉลากบนภาชนะบรรจุของเสียให้ชัดเจน และดำเนินการตามกระบวนการและขั้นตอนการจัดการของเสีย ตามการแบ่งประเภทของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
10) การบันทึกรายละเอียด กรณีมีวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ชำรุด/สูญหาย ในขณะที่เรียนปฏิบัติการ	กรณีที่มีนักศึกษาทำวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ ขณะมีการเรียนการสอน ชำรุดหรือสูญหาย นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องทำการบันทึก ในแบบฟอร์มบันทึกอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการเคมีชำรุด/สูญหาย และตรวจสอบ ความถูกต้องของรายการที่บันทึกให้เรียบร้อย พร้อมทั้ง ให้นักศึกษา ลงลายมือชื่อผู้รับผิดชอบ แต่หากนักศึกษาดำเนินการจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ มาคืนภายในภาคการศึกษาเดียวกัน ก่อนวันสิ้นสุดการเรียนการสอน ในภาคการศึกษานั้น ได้ตรงตามชนิดและจำนวนเดิม ให้นักวิทยาศาสตร์ ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการบันทึกข้อมูลการชดใช้ความเสียหายที่เกิดขึ้น และคัดรายชื่อนักศึกษาออกจากบันทึกข้อมูลในแบบฟอร์มบันทึกอุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการเคมีชำรุด/สูญหาย ยกเว้น กรณีนักศึกษาไม่ได้ส่งคืนวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ ที่นักศึกษาได้ทำให้เกิดความชำรุดหรือสูญหาย ภายในภาคการศึกษานั้น ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน จัดส่งรายชื่อของนักศึกษา ไปยัง เจ้าหน้าที่สำรวจหนี้สิน เพื่อเป็นหลักฐานการหักเงินค่าประกัน
11) การบันทึก รายการอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ในห้องปฏิบัติการเคมี กรณีที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น ในขณะที่เรียนปฏิบัติการ	กรณีที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นขณะที่มีการเรียนปฏิบัติการ ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการบันทึกอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ในแบบฟอร์มบันทึกรายงานอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อเก็บเป็นข้อมูลสำหรับใช้เป็นแนวทางสำหรับการป้องกันและแก้ไข การเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ ในภาคการศึกษาต่อไป
12) การบันทึก ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น จากการเรียนปฏิบัติการ ในแต่ละบทปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องดำเนินการแยกและจัดเก็บของเสียที่เกิดขึ้น จากการเรียนปฏิบัติการในแต่ละบทปฏิบัติการ ตามระบบการจัดการของเสีย ตามการแบ่งประเภทของเสียอันตราย จากห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และต้องบันทึกปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นตามจริง

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

ขั้นตอน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
13) การจัดเก็บ วัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ หลังการใช้งาน พร้อมทั้งทำความสะอาดให้เรียบร้อย	หลังเสร็จสิ้นการเรียนบทปฏิบัติการแต่ละบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องดำเนินการดังนี้ 1) การจัดเก็บวัสดุ ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ในบทปฏิบัติการ ให้จัดเก็บให้เรียบร้อยและเข้าที่จัดเก็บเหมือนเดิม 2) การจัดเก็บสารเคมีที่เหลือจากการใช้ในบทปฏิบัติการ ให้ตรวจสอบว่าสารเคมีใดบ้างที่ต้องเก็บไว้ใช้ต่อได้ในบทปฏิบัติการอื่น ๆ และจัดเก็บตามวิธีที่ถูกต้อง สารเคมีที่ไม่สามารถนำไปใช้ในบทปฏิบัติการอื่น ๆ ได้ ให้ดำเนินการแยกและจัดเก็บเป็นของเสียที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี 3) การจัดเก็บวัตถุดิบ ให้สำรวจว่า วัตถุดิบที่เหลือ สามารถจัดเก็บไว้ได้หรือไม่ โดยวัตถุดิบนั้นจะไม่เปลี่ยนสภาพหรือเน่าเสีย หากวัตถุดิบใดสามารถเก็บไว้ได้ เช่น น้ำตาลและเกลือ ให้จัดเก็บเข้าที่เก็บให้เรียบร้อย แต่หากวัตถุดิบใดที่ไม่สามารถจัดเก็บไว้ใช้งานต่อได้ ให้ทิ้งและกำจัดด้วยวิธีที่ถูกต้องและเหมาะสม
14) การรับคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่ม หลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอนปฏิบัติการบทสุดท้าย	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องให้นักศึกษาคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่มที่ได้รับแจกหลังจากสิ้นสุดการเรียนบทปฏิบัติการสุดท้าย โดยการคืนต้องคืนครบถ้วนและถูกต้องตามรายละเอียดที่ได้รับไปในครั้งแรก ทั้งรายการ ขนาด และจำนวน ตามที่ได้รับ หากนักศึกษากลุ่มใดคืนไม่ครบถ้วนตามรายการที่ได้รับไป ให้นักศึกษาลงลายมือชื่อเพื่อรับทราบรายการที่คืนไม่ครบถ้วนนั้น
15) การแจ้งนักศึกษาให้ประเมินความพึงพอใจแบบออนไลน์ ในการให้บริการบทปฏิบัติการ	ในบทสุดท้ายของการเรียนปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานแจ้งให้นักศึกษาและอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการประเมินความพึงพอใจการให้บริการด้านการเรียนการสอนบทปฏิบัติการโดยการประเมินแบบออนไลน์ สำหรับลิงค์การเข้าประเมิน นักวิทยาศาสตร์ ติดต่อขอรับลิงค์จาก เจ้าหน้าที่งานประกันคุณภาพของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ โดยลิงค์การประเมินจะเป็นการประเมินผ่านทาง Google Form ที่ทางเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลงานประกันคุณภาพของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ เป็นผู้จัดทำและแจ้งลิงค์ประเมินให้ เมื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ได้รับลิงค์ประเมินแล้ว ให้จัดส่งลิงค์นั้นให้แก่นักศึกษา อาจารย์ผู้สอน และอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาเพื่อทำการประเมินต่อไป
16) การเตรียมห้องสอบปฏิบัติการและเตรียมวัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับสอบปฏิบัติการและการเป็นกรรมการคุมสอบปฏิบัติการไทเทรต	ในสัปดาห์สุดท้ายของการเรียนปฏิบัติการ จะมีการจัดให้นักศึกษาสอบปฏิบัติการไทเทรต นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องจัดเตรียมห้องสอบปฏิบัติการไทเทรต ซึ่งต้องสอบถามไปยังอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาเรื่องจำนวนกรรมการคุมสอบในแต่ละภาคการศึกษา โดย นักวิทยาศาสตร์ต้องจัดเตรียมชุดปฏิบัติการสอบไว้ตามจำนวนของกรรมการคุมสอบให้สอดคล้องกัน ทั้งนี้ นักวิทยาศาสตร์ ต้องทำหน้าที่เป็นกรรมการคุมสอบด้วย

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

ขั้นตอน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
17) การจัดทำความสะอาดครั้งใหญ่ (Big Cleaning) ห้องปฏิบัติการเคมี และรวบรวมของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในทุกบทปฏิบัติการ รวมทั้งของเสียที่เกิดขึ้นจากการสอบปฏิบัติการไทเทรต ส่งเข้าอาคารจัดการสารเคมี เพื่อดำเนินการจัดการ ตามระบบการจัดการของเสีย ของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ต่อไป	1) นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องควบคุมนักศึกษาให้ช่วยกันทำความสะอาดห้องปฏิบัติการเคมี หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนปฏิบัติการบทสุดท้าย โดยให้นักศึกษาช่วยกันทำ Big Cleaning ห้องปฏิบัติการเคมีให้สะอาด เพื่อป้องกันโต๊ะปฏิบัติการผุพังหรือเสื่อมสภาพ 2) นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องทำการรวบรวมปริมาณของเสียจากทุกบทปฏิบัติการ นำส่งไปยังอาคารจัดการสารเคมีของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ และรอดำเนินการเพื่อส่งกำจัดต่อไป โดยให้นักศึกษาช่วยกันเคลื่อนย้ายของเสียทั้งหมด ไปยังอาคารจัดการสารเคมี โดยการเคลื่อนย้ายของเสียต้องเป็นไปตามแนวทางการเคลื่อนย้ายสารเคมีตามมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ
ขั้นตอนที่ 3 การสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ	
1) การสรุปผลการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษาตามใบลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ทำการสรุปการเข้าเรียนบทปฏิบัติการของนักศึกษา ตามใบลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการ แล้วส่งให้อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา เพื่อรับทราบข้อมูลเวลาการเข้าเรียนของนักศึกษา
2) การสรุปรายการวัสดุอุปกรณ์ ที่ชำรุด/สูญหาย	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องจัดทำข้อมูลรายการ วัสดุและอุปกรณ์ที่ชำรุด/สูญหาย แล้วแจ้งไปยังอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา เพื่อให้ช่วยแจ้งไปยังนักศึกษาให้ได้รับทราบ โดยนักศึกษาจะต้องจัดซื้อ/จัดหารายการวัสดุและอุปกรณ์นั้น มาคืนห้องปฏิบัติการเคมี ซึ่งการรับคืนนั้น ต้องรับคืนตามใบแจ้งรายละเอียดข้อมูลที่ได้ส่งให้เท่านั้น ไม่สามารถรับเป็นจำนวนเงินได้
3) การสรุปจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องจัดทำข้อมูลสรุปจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดจากการให้บริการบทปฏิบัติการตลอดทั้งภาคการศึกษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการป้องกันหรือระมัดระวัง เพื่อลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นในการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการ ในภาคการศึกษาต่อไป
4) การสรุปปัญหาและอุปสรรคในการให้บริการบทปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องจัดทำข้อมูลสรุปปัญหาและอุปสรรคในการให้บริการบทปฏิบัติการในด้านต่าง ๆ พร้อมทั้ง มีแนวทางการแก้ไขหรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุง เพื่อลดปัญหาการให้บริการบทปฏิบัติการในภาคการศึกษาต่อไป
5) การสรุปผลการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ จากทั้งนักศึกษาและอาจารย์ พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปใช้ในการพิจารณาปรับปรุงและพัฒนาการให้บริการบทปฏิบัติการในภาคการศึกษาต่อไป	นักวิทยาศาสตร์ ประสานงาน เพื่อขอผลการประเมินความพึงพอใจการให้บริการบทปฏิบัติการ จากเจ้าหน้าที่งานประกันคุณภาพศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ เมื่อได้ผลการประเมิน ให้นำผลการประเมินที่ได้เปรียบเทียบกับเป้าหมายคะแนนความพึงพอใจจากการให้บริการบทปฏิบัติการของนักศึกษาและอาจารย์ โดยต้องได้คะแนนความพึงพอใจในภาพรวม ไม่น้อยกว่า 80% หากพบว่า คะแนนน้อยว่า 80% ให้พิจารณาทบทวนแก้ไขข้อบกพร่องและจัดทำแนวทางเพื่อการปรับปรุง และแก้ไขให้ดีขึ้นในภาคการศึกษาต่อไป

3.4 แนวคิด/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้เขียนคู่มือเล่มนี้ ได้ให้ความสำคัญกับแนวคิดเทคนิคการให้บริการที่ดี และแนวคิดเทคนิคการปฏิบัติตนเมื่อต้องปฏิบัติงานเกี่ยวกับการให้บริการสนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการทางด้านเคมี เนื่องจาก ทั้งสองแนวคิดนี้ เป็นแนวคิดที่มีความสำคัญต่อการให้บริการบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในเรื่องของการเตรียมบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน เพราะพื้นฐานการให้บริการที่ดีเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้รับบริการประทับใจ ซึ่งผู้รับบริการในคู่มือเล่มนี้ หมายถึง อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา อาจารย์ผู้สอน และนักศึกษา โดยมีผู้ให้บริการ ในคู่มือเล่มนี้ คือ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้น การให้บริการที่ดีต่อผู้รับบริการ จึงเป็นเทคนิคที่นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานพึงมีและควรรู้จักการนำเทคนิคการให้บริการที่ดี ไปใช้ประโยชน์ในการปฏิบัติงาน เพื่อก่อให้เกิดความประทับใจต่อผู้รับบริการ และทำให้การปฏิบัติงานสำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ผู้เขียน ยังได้ให้ความสำคัญกับแนวคิด อีกหนึ่งแนวคิด ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น คือ แนวคิดเทคนิคการปฏิบัติตนเมื่อต้องปฏิบัติงานเกี่ยวกับการให้บริการสนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการทางด้านเคมี เนื่องจาก นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน จำเป็นต้องมีพื้นฐานแนวคิดในการปฏิบัติตนที่ถูกต้อง เมื่อต้องอยู่ในห้องปฏิบัติการเคมี ทั้งในเรื่องของการเตรียมบทปฏิบัติการ การดูแลห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามข้อกำหนดห้องปฏิบัติการปลอดภัย และวิธีการปฏิบัติตนที่ถูกต้องในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี และการดูแลตนเอง ตลอดจน การให้คำแนะนำกับผู้รับบริการ ถึงอันตรายและวิธีการป้องกันอันตรายด้วยเทคนิคการปฏิบัติตนเมื่ออยู่ในห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุและอันตรายต่อบุคคลและทรัพย์สิน ทั้งต่อตนเองและส่วนรวม โดยทั้งสองแนวคิดที่ผู้เขียนคู่มือเล่มนี้ได้กล่าวถึงมีรายละเอียดของแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

3.4.1 แนวคิดเทคนิคการให้บริการที่ดี

การบริการ หมายถึง การให้ความช่วยเหลือหรือการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้อื่นได้รับประโยชน์ การบริการที่ดี ทำให้ผู้รับบริการเกิดความประทับใจในตัวผู้ให้บริการ และรวมไปถึงหน่วยงานของผู้ให้บริการ ซึ่งเป็นสิ่งที่ส่งผลดีให้กับองค์กรเป็นอย่างมาก (Pham, 2022) นอกจากนี้ ยังพบว่าเบื้องหลังความสำเร็จของการปฏิบัติงาน หากนำเทคนิคการให้บริการที่ดีเข้ามาใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการปฏิบัติงานในด้านต่าง ๆ จะทำให้งานนั้นเกิดความประทับใจต่อผู้รับบริการได้อย่างมาก ยกตัวอย่าง เช่น งานประชาสัมพันธ์ งานบริการวิชาการ หรือแม้กระทั้งงานปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังเช่น ที่ผู้เขียนได้นำมาเขียนเป็นคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ การให้บริการที่ดี จึงถือเป็นหน้าตาของหน่วยงาน เพราะจะส่งผลให้ภาพลักษณ์ของหน่วยงานได้รับความประทับใจและดีตามไปด้วย การให้บริการ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

1) ขั้นตอนการให้บริการ เป็นการปฏิบัติตามขั้นตอนและเทคนิคของวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อให้ผู้รับบริการได้ประโยชน์ตรงตามความต้องการมากที่สุด

2) พฤติกรรมการบริการ เป็นการแสดงออกด้านการแต่งกาย สีหน้า แววตา ท่าทาง กิริยา รวมทั้งการมีวาจาที่ดี ซึ่งพฤติกรรมการบริการที่ดี ย่อมสร้างความสุขให้เกิดขึ้นกับผู้รับบริการได้เป็นอย่างดี

ความสำคัญของการให้บริการที่ดี (สมิต สัชฌุกร, 2542) จะส่งผลให้ผู้รับบริการมีความรู้สึกพึงพอใจและประทับใจ ต่อทั้งตัวผู้ให้บริการและหน่วยงานของผู้ให้บริการ ในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1) มีความชื่นชมในตัวผู้ให้บริการ
2) มีความนิยมชมชอบต่อหน่วยงานที่ให้บริการ
3) มีความระลึกถึง ยินดี และมีความพอใจที่จะมาขอรับบริการอีก
4) มีความประทับใจที่ดี ติดตรึงใจผู้รับบริการ
5) มีการบอกต่อไปยังผู้รับบริการคนอื่น ให้มาใช้บริการเพิ่มขึ้น
6) มีความภักดีต่อหน่วยงานที่ให้บริการที่ทำให้เกิดความประทับใจ
7) มีการพูดถึงผู้ให้บริการและหน่วยงานที่ให้บริการในทางที่ดี

เทคนิคการให้บริการที่ดี

การเป็นผู้ให้บริการที่เป็นเลิศ มีเทคนิคและสิ่งที่ควรคำนึงถึง ดังนี้ (ตรีเพ็ชร์ อ่ำเมือง, 2562)

1) ต้องมีความรู้ในงานที่ให้บริการ โดยสามารถตอบปัญหาและข้อซักถามต่อผู้รับบริการได้อย่างคล่องแคล่วและถูกต้อง ในเรื่องของงานที่ตนเองได้รับมอบหมาย

2) ต้องมีความช่างสังเกต เพราะหากผู้ให้บริการรับรู้ได้ว่า ผู้รับบริการมีความต้องการอย่างไรก็จะสามารถให้บริการได้อย่างเป็นที่น่าพอใจต่อผู้รับบริการ

3) ต้องมีความกระตือรือร้น เพราะจะเป็นสิ่งที่แสดงถึงจิตใจในการต้อนรับและการยินดีในการให้ความช่วยเหลือ ทำให้เกิดภาพลักษณ์ที่ดีในการช่วยเหลือผู้รับบริการ

4) ต้องมีกิริยาวาจาสุภาพ เพราะเป็นการส่งเสริมบุคลิกภาพที่ดี เป็นการแสดงออกทางความคิดและความรู้สึก ทำให้ผู้รับบริการมีความสบายใจที่จะติดต่อขอรับบริการ

5) ต้องมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพราะเป็นการเปิดรับรูปแบบการให้บริการแบบใหม่ ๆ ไม่ยึดติดกับประสบการณ์เดิมที่เคยทำ ส่งผลให้เกิดการปฏิรูปงานบริการได้ดี

6) ต้องสามารถควบคุมอารมณ์ได้ เพราะงานบริการเป็นงานที่ต้องติดต่อกับผู้คนมากมาย ดังนั้น การพบปะผู้คนที่หลากหลายอารมณ์ในสถานการณ์ที่ต่างกัน ผู้ให้บริการต้องควบคุมสติอารมณ์ให้ดี เพื่อส่งผลต่อความประทับใจในการให้บริการ

7) ต้องมีสติในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ผู้ให้บริการต้องสามารถวิเคราะห์ถึงสาเหตุและวิธีการแก้ปัญหา ที่ได้รับการร้องขอให้ช่วยแก้ปัญหาจากผู้รับบริการ โดยต้องให้ความช่วยเหลือและแก้ปัญหาอย่างมีสติ รอบคอบ

8) ต้องมีทัศนคติที่ดีต่องานบริการ เพราะเป็นสิ่งสำคัญในการเป็นผู้ให้บริการที่ดี ต้องมีความรู้สึกต่องานบริการในทางที่ชอบและเต็มใจให้บริการ จะสามารถปฏิบัติงานบริการได้อย่างเต็มที่และมีความสุข ทำให้งานบริการมีคุณค่าและนำไปสู่ความเป็นเลิศ

9) ต้องมีความรับผิดชอบต่อลูกค้าหรือผู้รับบริการ เพราะการปลูกฝังทัศนคติของผู้ให้บริการให้เห็นความสำคัญของผู้รับบริการ ส่งผลต่อความรับผิดชอบต่อผู้รับบริการอย่างสูงสุด

10) ต้องมีการสร้างความเป็นกันเอง เพื่อให้ผู้รับบริการเกิดความอุ่นใจ การแสดงความเป็นกันเองอาจสร้างความเป็นมิตร โดยการแสดงออกทางสีหน้า แววตา กิริยา หรือท่าทาง ตลอดจนน้ำเสียงที่สุภาพ อ่อนโยน

11) ต้องรู้จักการเน้นการฟังเป็นหลัก ผู้ให้บริการควรตั้งใจฟังผู้รับบริการด้วยความอดทน ในขณะที่กำลังฟัง ไม่ควรแสดงอาการที่ไม่พอใจออกมา และควรสบตากับผู้รับบริการเป็นระยะ พร้อมแสดงกิริยาตอบรับ เช่น การพยักหน้าหรือยิ้มรับ เพื่อเป็นการแสดงออกให้ผู้รับบริการเข้าใจว่า ผู้ให้บริการกำลังตั้งใจฟังและให้ความสำคัญกับเรื่องที่กำลังฟังจากผู้รับบริการ

12) ต้องมีการทวนคำพูด เพื่อแสดงให้ผู้รับบริการทราบว่า ผู้ให้บริการกำลังตั้งใจฟัง ในเรื่องที่ผู้รับบริการกำลังพูดอยู่

กิตติวรรณ จันทร์เอียด (2567) ได้ศึกษาอิทธิพลของการรับรู้ภาพลักษณ์องค์กรที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีต่อการใช้บริการ ผ่านการรับรู้คุณภาพการให้บริการ โรงพยาบาลสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 4 ข้อ ได้แก่ 1) ศึกษาการรับรู้ภาพลักษณ์องค์กร การรับรู้คุณภาพการให้บริการและความจงรักภักดีต่อการใช้บริการโรงพยาบาลสัตว์ 2) ศึกษาอิทธิพลของการรับรู้ภาพลักษณ์องค์กร ที่ส่งผลต่อการรับรู้คุณภาพการให้บริการของโรงพยาบาลสัตว์ 3) ศึกษาอิทธิพลของการรับรู้คุณภาพการให้บริการที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีต่อการใช้บริการโรงพยาบาลสัตว์ และ 4) ศึกษาอิทธิพลของการรับรู้ภาพลักษณ์องค์กร ที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีผ่านการรับรู้คุณภาพการให้บริการ ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้ที่เข้ามาใช้บริการของโรงพยาบาลสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราช ในช่วง ก.ค. 65-ธ.ค. 65 ทั้งหมดจำนวน 3,080 ราย เครื่องมือในการวิจัย คือ แบบสอบถามวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าสถิติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผู้ใช้บริการมีระดับการรับรู้ภาพลักษณ์องค์กร การรับรู้คุณภาพการให้บริการ และความจงรักภักดีรวม ในระดับมากที่สุด 2) ผู้ใช้บริการมีระดับการรับรู้ภาพลักษณ์องค์กรที่ส่งผลต่อการรับรู้คุณภาพการให้บริการ ในระดับมากที่สุด 3) ผู้ใช้บริการการรับรู้ต่อคุณภาพการให้บริการที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีต่อการใช้บริการของลูกค้า ในระดับมากที่สุด และ 4) ผู้ใช้บริการรับรู้ภาพลักษณ์องค์กร ที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีผ่านการรับรู้คุณภาพการให้บริการ ในระดับมากที่สุด

นุชจรินทร์ วรรณพงษ์ (2565) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพการให้บริการของพนักงานสายสนับสนุนวิชาการ สังกัดสำนักงานคณบดี คณะรัฐศาสตร์และนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา พบว่า การให้บริการของพนักงานสายสนับสนุนวิชาการ ได้รับความพึงพอใจจากผู้รับบริการในระดับมาก ทั้งในด้านของบุคลิกภาพของเจ้าหน้าที่ สภาพแวดล้อม ระบบการบริการ คุณภาพการให้บริการ ระยะเวลาการให้บริการ และความสะดวกในการรับบริการ รวมทั้ง ยังมีความพึงพอใจโดยรวมต่อคุณภาพการให้บริการของเจ้าหน้าที่ในด้านการให้บริการอย่างเท่าเทียมกัน การให้บริการอย่างต่อเนื่อง การให้บริการอย่างรวดเร็วทันเวลา การให้บริการอย่างเพียงพอ และการให้บริการอย่างก้าวหน้า

สุนิสา ยาไทย (2563) ได้ศึกษาแนวทางพัฒนาเจ้าหน้าที่บริการการศึกษาหลักสูตรนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตามแนวคิดการให้บริการที่เป็นเลิศ โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 2 ข้อ คือ 1) ศึกษาสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ของการพัฒนาเจ้าหน้าที่บริการการศึกษาหลักสูตรนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2) นำเสนอแนวทางพัฒนา

เจ้าหน้าที่บริการการศึกษา หลักสูตรนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตามแนวคิดการให้บริการที่เป็นเลิศ โดยการเก็บข้อมูลจากบุคลากรสายปฏิบัติการในหลักสูตรนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระดับปริญญาบัณฑิตและระดับมหาบัณฑิต รวมจำนวน 35 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยค่าสถิติ ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) สภาพปัจจุบันของการพัฒนาเจ้าหน้าที่บริการการศึกษาหลักสูตรนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุด คือ การมุ่งมั่นพัฒนาผลการปฏิบัติงาน ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ การปฏิบัติงานที่บรรลุเป้าหมายและความคาดหวังอย่างต่อเนื่อง 2) สภาพที่พึงประสงค์ของการพัฒนาเจ้าหน้าที่บริการการศึกษา หลักสูตรนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตามแนวคิดการให้บริการที่เป็นเลิศ เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ การแสวงหาคำท้าทายใหม่ ๆ และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ การมุ่งมั่นพัฒนาผลการปฏิบัติงานและความมุ่งมั่นสร้างความเป็นเลิศในระดับมหาวิทยาลัย สำหรับแนวทางพัฒนาเจ้าหน้าที่บริการการศึกษา หลักสูตรนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตามแนวคิดการให้บริการที่เป็นเลิศ ประกอบด้วย 2 แนวทาง คือ การพัฒนาเจ้าหน้าที่บริการการศึกษา หลักสูตรนานาชาติ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้สามารถปฏิบัติงานที่บรรลุเป้าหมายและความคาดหวังอย่างต่อเนื่อง ด้วยการพัฒนาเจ้าหน้าที่บริการการศึกษาในระหว่างการปฏิบัติงานด้วยวิธีการให้คำปรึกษา การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการสอนงาน และการพัฒนาเจ้าหน้าที่ให้สามารถแสวงหาความท้าทายใหม่ ๆ ด้วยการพัฒนาเจ้าหน้าที่บริการการศึกษานอกเวลาปฏิบัติงานและในระหว่างปฏิบัติงาน ด้วยวิธีการฝึกอบรม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการศึกษาดูงาน

ตรีเพ็ชร์ อ่ำเมือง (2562) กล่าวว่า การให้ความสำคัญกับการให้บริการเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งส่วนหนึ่งจะต้องได้รับความร่วมมือจากผู้รับบริการ ในขณะที่ผู้ให้บริการต้องเป็นบุคคลที่มีใจในการให้บริการ (Service Mind) เป็นสำคัญ ทุกองค์กรของสำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ไม่สามารถหลีกเลี่ยงการให้บริการได้ ดังนั้น ผู้ให้บริการ คือ พนักงาน เจ้าหน้าที่บุคลากร ผู้ให้บริการทุก ๆ ด้าน ไม่ว่าจะให้ข้อมูลข่าวสาร การประชาสัมพันธ์ การต้อนรับบุคคลทั้งภายในและภายนอกองค์กร และผู้ที่มาติดต่อทุกประเภท ดังนั้น ผู้ให้บริการ จะต้องมีความเข้าใจและมีความตระหนักถึงความสำคัญของการให้บริการ เพื่อสร้างภาพลักษณ์ที่ดีและสร้างความประทับใจให้กับผู้รับบริการทุกคน และท้ายที่สุด ผู้ให้บริการ คือ กลไกสำคัญที่สุดที่จะต้องจริงจังกับการพัฒนาบุคลิกภาพและทัศนคติที่ดี โดยเฉพาะ การมีจิตสำนึกรักการให้บริการเพื่อพัฒนาองค์กรอย่างสมบูรณ์แบบ

สมศักดิ์ บัวทิพย์ และคณะ (2562) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการรับบริการในรายวิชาปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการให้บริการในระดับมากในทุกด้านที่ทำการศึกษา ทั้งในด้านการบริการของนักวิทยาศาสตร์ เนื่องจาก ได้รับการบริการด้วยความสุภาพ มีความคล่องตัว รวดเร็ว สามารถสอน อธิบาย แนะนำ และแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ดี ด้านเครื่องมือวิทยาศาสตร์ แม้เป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่มีอายุการใช้งานยาวนาน แต่มีการบริหารจัดการที่ดี ทำให้เพียงพอต่อการใช้งาน ด้านวัสดุ อุปกรณ์ แม้จะเป็นของใหม่ทั้งหมด แต่ก็มีปริมาณมากเพียงพอต่อความต้องการใช้งาน

ส่วนด้านห้องปฏิบัติการ มีความสะอาด เป็นระเบียบและมีขนาดใหญ่ อีกทั้ง ยังมีทัศนียภาพที่ดี มองเห็นวิวทะเลและวิวทั้งหมดของมหาวิทยาลัย รวมทั้ง มีลมพัดระบายอากาศภายในห้องตลอดเวลา ทำให้นักศึกษาได้ผ่อนคลายระหว่างทำปฏิบัติการ

จาซิน และคณะ (Jasin et al., 2023) ได้ศึกษาผลกระทบของความพึงพอใจของลูกค้า คุณภาพการบริการที่รับรู้ คุณค่าที่รับรู้ และภาพลักษณ์ของแบรนด์ที่มีต่อความภักดีของลูกค้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของความพึงพอใจของลูกค้า คุณภาพการบริการ มูลค่าการรับรู้ และภาพลักษณ์ของแบรนด์ที่มีต่อความภักดีของผู้บริโภคด้วยวิธีเชิงปริมาณ การวิจัยนี้ ดำเนินการในโรงเรียนในประเทศอินโดนีเซีย กลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามในการวิจัย คือ เจ้าของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) จำนวน 308 ราย วิธีการสุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย เทคนิคการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำได้โดยใช้แบบสอบถามออนไลน์ ตัวแปรอิสระในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ความพึงพอใจของลูกค้า คุณภาพการบริการที่รับรู้ คุณค่าที่รับรู้ และภาพลักษณ์ของแบรนด์ ในขณะที่ตัวแปรตาม คือ ความภักดีของลูกค้า จากผลการศึกษา พบว่า ความพึงพอใจมีผลเชิงบวกและสำคัญต่อความภักดีของผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม การรับรู้คุณภาพการบริการ คุณค่าที่รับรู้ และภาพลักษณ์ของแบรนด์ ไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อความภักดีของผู้บริโภค

นูร์เดียนี และอัลลี (Nurdiani & Alie, 2022) ได้ศึกษาผลของการสร้างวัฒนธรรมการบริการที่เป็นเลิศต่อความพึงพอใจของลูกค้า พบว่า การบริการลูกค้าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับธุรกิจในการรักษาลูกค้า รักษารายได้ที่สูง และการหาลูกค้าใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อตรวจสอบแง่มุมต่าง ๆ ที่จำเป็นในการสร้างวัฒนธรรมการบริการที่เป็นเลิศแก่ลูกค้า ทฤษฎีที่ใช้ คือ วัฒนธรรมที่มุ่งเน้นลูกค้า การจัดการพนักงาน และการรักษาฐานลูกค้า ในการวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงพรรณนาเพื่อรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และสรุปผลการวิจัย พบว่า คุณภาพของการบริการมีความสำคัญในการสร้างวิสัยทัศน์ด้านคุณภาพการบริการโดยรวม การสร้างความไว้วางใจให้กับลูกค้า สามารถส่งผลต่อความตั้งใจในการซื้อสินค้าของลูกค้า และยังเป็นการส่งเสริมการขายแบบปากต่อปากอีกด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า ยิ่งลูกค้ามีความไว้วางใจในบริษัทมากเท่าใด ลูกค้าก็จะยิ่งมีแนวโน้มที่จะแนะนำให้ผู้อื่นมาใช้บริการมากขึ้นเท่านั้น

เหงียน และคณะ (Nguyen et al., 2020) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของคุณภาพการบริการ ความพึงพอใจ และความภักดีต่อองค์กรของลูกค้า โดยใช้แบบสอบถามจากลูกค้า จำนวน 227 ราย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนักศึกษาและพนักงานที่ได้รับค่าจ้างในเมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม ผลการวิจัย พบว่า ความน่าเชื่อถือ การตอบสนองลูกค้า ความสามารถในการให้บริการ ความเห็นอกเห็นใจ และการให้บริการที่รวดเร็ว มีความสัมพันธ์ต่อความพึงพอใจของลูกค้า โดยความสามารถในการให้บริการที่รวดเร็ว เป็นสิ่งที่ลูกค้าให้ความสำคัญมากที่สุด นอกจากนี้ ความพึงพอใจของลูกค้ามีความสัมพันธ์ในระดับมากต่อความภักดีของลูกค้า เพราะนอกจากลูกค้าจะมาใช้บริการแล้ว ยังมีการแนะนำให้คนรู้จักมาใช้บริการเพิ่มขึ้นด้วย ความภักดีของลูกค้า มีความสัมพันธ์กับการให้บริการที่รวดเร็ว ลูกค้ามีแนวโน้มที่จะภักดีต่อธนาคารอย่างมั่นคง หากได้รับการบริการที่สะดวกสบายกว่าธนาคารอื่น

ฮวนนามาสต้า และคณะ (Juanamasta et al., 2019) ได้ศึกษาบทบาทของการบริการลูกค้าผ่านการบริการลูกค้ากับการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีขององค์กร และความภักดีของลูกค้า พบว่า การให้บริการที่ไม่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ องค์กรเผชิญกับปัญหาทางด้านภาพลักษณ์ที่ไม่ดี จนมีผลทำให้ลูกค้าลดความนิยมลงได้ เนื่องจาก ภาพลักษณ์ขององค์กร เป็นสิ่งแรกที่สร้างการรับรู้ให้กับลูกค้า และมีผลต่อการตัดสินใจของลูกค้าค่อนข้างมาก ดังนั้น ในเรื่องของภาพลักษณ์องค์กร จึงเป็นตัวแปรสำคัญในการตัดสินใจของลูกค้า สำหรับการการแก้ไขปัญหาภาพลักษณ์องค์กรที่ไม่ดีต่อการรับรู้ของลูกค้านั้น สามารถทำได้โดย การปลูกฝังให้พนักงานมีเทคนิคการให้บริการที่ดี มีความใส่ใจและเข้าใจลูกค้าให้มากขึ้น พัฒนาเทคนิคการให้บริการที่ดี และมีความเข้าใจต่อความต้องการของลูกค้า เพื่อยกระดับความพอใจของลูกค้าให้มากขึ้น ได้แก่ ความภักดีต่อภาพลักษณ์องค์กร ความภักดีต่อสินค้า เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ภาพลักษณ์ขององค์กรเสียหาย องค์กร จึงต้องเน้นการให้บริการแก่ลูกค้าเป็นสำคัญ การเพิ่มความพึงพอใจให้แก่ลูกค้ามากขึ้น และสามารถรักษาระดับความพึงพอใจต่อภาพลักษณ์ขององค์กรของลูกค้าได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจาก ลูกค้า คือ ผู้ที่มีส่วนสำคัญต่อการสร้างและพัฒนาชื่อเสียงขององค์กรเป็นอย่างมาก ดังนั้น องค์กร จึงต้องให้ความสำคัญและต้องหาวิธีสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าอย่างสูงสุด เพื่อรักษาภาพลักษณ์ขององค์กรเชิงบวก เพื่อทำให้ลูกค้าชื่นชมและให้ความเคารพกับองค์กรมากขึ้น

มูอาวาด และไคลเนอร์ (Mouawad & Kleiner, 1996) ได้ศึกษาวิธีการพัฒนาการฝึกอบรมการบริการลูกค้าในยุคใหม่ พบว่า ความผันผวนของเศรษฐกิจในยุคปัจจุบันมีการแข่งขัน ด้วยการให้บริการลูกค้าที่แตกต่างกันอย่างมากมาย แต่ละองค์กรล้วนมีกลยุทธ์ที่นำมาให้บริการลูกค้า เพื่อให้ลูกค้าเกิดความพึงพอใจสูงสุด เพื่อรักษาฐานลูกค้าเอาไว้ให้ได้ยาวนาน องค์กรใดที่ให้ความสำคัญกับการบริการลูกค้าเป็นหลัก ย่อมประสบผลสำเร็จมากกว่าองค์กรที่ไม่เน้นเรื่องการให้บริการลูกค้า เนื่องจาก ลูกค้าส่วนใหญ่มีความระมัดระวังในการใช้จ่ายมากขึ้น ดังนั้น เงินทุกบาทที่ลูกค้าได้ตัดสินใจใช้จ่ายเพื่อซื้อสินค้าหรือบริการ ลูกค้าจะประมวลผลแล้วว่า เงินทุกบาทต้องใช้อย่างคุ้มค่ามากที่สุด ต่อการจ่ายไปสำหรับการซื้อสินค้าหรือบริการที่ได้รับ โดยเฉพาะในเรื่องของการได้รับการบริการที่ดี ทั้งในเรื่องความสุภาพและการยินดีช่วยเหลือลูกค้าของผู้ให้บริการในระดับที่เกิดความยอมรับได้ของลูกค้า องค์กร จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนาเทคนิคและเพิ่มทักษะการให้บริการของพนักงานต่อลูกค้าอย่างมีประสิทธิภาพให้เหนือคู่แข่ง เพื่อรักษาความพึงพอใจของลูกค้า ตลอดจน การพัฒนาความสามารถของพนักงาน เช่น การยกระดับความสามารถในการแก้ปัญหาให้ลูกค้าเมื่อลูกค้าพบเจอปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ รวมถึงการส่งเสริมให้พนักงานใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่มาช่วยในการบริการอย่างมีประสิทธิภาพ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นผลให้องค์กรต่าง ๆ เกิดการแข่งขัน เพื่อสร้างความโดดเด่น ในการให้บริการลูกค้า การวางแผนและการใช้กลยุทธ์การบริการต่าง ๆ การฝึกอบรมพนักงาน เพื่อมุ่งเน้นการบริการลูกค้า เทคนิคการให้บริการลูกค้าที่เหนือกว่าคู่แข่ง เพื่อการขับเคลื่อนกลยุทธ์ของบริษัท ในการตอบสนองต่อความต้องการและความปรารถนาของลูกค้าอย่าครบถ้วน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้องค์กรก้าวขึ้นมาอยู่เหนือคู่แข่งขันอย่างต่อเนื่อง

3.4.2 แนวคิดด้านการปฏิบัติตนเมื่อต้องปฏิบัติงานเกี่ยวกับการให้บริการสนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการทางด้านเคมี

การให้บริการสนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการทางด้านเคมี เป็นสิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานควรให้ความสำคัญและตระหนักถึงข้อควรปฏิบัติตน เมื่อต้องให้บริการและควบคุมสถานการณ์ รวมทั้ง กิจกรรมต่าง ๆ ที่ต้องมีการดำเนินการระหว่างการเตรียมปฏิบัติการ ระหว่างการเรียนการสอน และเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ให้ได้รับความปลอดภัย และต้องสามารถให้คำแนะนำต่อผู้มาใช้บริการ ทั้งอาจารย์และนักศึกษา ถึงข้อควรระวังและแนวทางการปฏิบัติตนเมื่อต้องทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการเคมี

ข้อควรปฏิบัติทั่วไปสำหรับนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ในการใช้งานห้องปฏิบัติการเคมีสำหรับการเตรียมบทปฏิบัติการ สามารถจำแนกได้ ดังนี้ (ยุพิน ฤทธิ์อ่อน, 2562)

1) ข้อควรปฏิบัติในการดูแลห้องปฏิบัติการเคมี

1.1) ควรดูแลรักษาความสะอาดของห้องปฏิบัติการเคมี เป็นประจำทุกวัน ทั้งพื้นห้อง อ่างน้ำ และโต๊ะปฏิบัติการ

1.2) เก็บสารเคมีตามระบบการจัดการสารเคมีของห้องปฏิบัติการเคมี ตามระบบที่จัดไว้ ไม่วางเกะกะขวางทางเดิน

1.3) เก็บสารเคมีเข้าที่ทุกครั้งเมื่อเสร็จสิ้นการใช้งาน

1.4) ทิ้งขยะและของเสีย ในภาชนะและพื้นที่ ที่จัดเตรียมไว้

1.5) กรณีเครื่องแก้วแตก ควรแยกทิ้งจากขยะอื่น ๆ ตามระบบการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี

1.6) ของเสียสารเคมี แยกเก็บและจัดการให้ถูกต้องตามระบบการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี

2) ข้อควรปฏิบัติเมื่อใช้เครื่องแก้ว

2.1) เครื่องแก้วควรจัดเก็บในระยะที่หยิบใช้งานถึง ไม่จัดเก็บในที่สูงจนเอื้อมหยิบยาก เครื่องแก้วขนาดเล็กควรเก็บด้านบน เครื่องแก้วขนาดใหญ่ควรเก็บด้านล่าง

2.2) เครื่องแก้วต้องจัดวางในที่ปลอดภัย ไม่เสี่ยงต่อการตกแตก

2.3) ควรหยิบจับเครื่องแก้วด้วยความระมัดระวัง

2.4) เครื่องแก้วที่แตกง่าย อาจป้องกันการแตก ด้วยการหุ้มด้วยตาข่ายหรือพันด้วยเทป

2.5) เครื่องแก้วที่แตกชำรุด ไม่ควรนำมาใช้งานต่อ ต้องแยกไว้ให้ชัดเจน

2.6) เครื่องแก้วที่แตกเป็นเศษแก้วแล้ว ให้หยิบโดยใช้คีม และใช้ผ้าเปียกกวาดเศษแก้ว

2.7) ห้ามใช้ปากดูดปิเปตต์

2.8) ห้ามใช้เครื่องแก้วใส่สารเคมีที่เป็นด่าง

2.9) เครื่องแก้วที่ร้อน ควรใช้ถุงมือกันความร้อนหยิบจับหรือเคลื่อนย้าย

2.10) เครื่องแก้วที่ต้องโดนความร้อน ต้องเลือกใช้เครื่องแก้วชนิดที่ทนความร้อน

2.11) ฝาจุกแก้วที่ปิดแน่น ไม่ควรเปิดโดยใช้ความร้อน

2.12) เครื่องแก้วที่ใช้เสร็จแล้ว ควรกลั้วด้วยน้ำสะอาดก่อนชำระล้าง

3) ข้อควรปฏิบัติเมื่อใช้สารเคมี

3.1) สารเคมีทุกขวด ต้องมีฉลากชัดเจน

3.2) ต้องอ่านฉลากสารเคมีก่อนนำมาใช้งานทุกครั้ง

3.3) ห้ามใช้มือสัมผัสสารเคมีโดยตรงและห้ามชิมสารเคมีเด็ดขาด

3.4) ไม่ดมกลิ่นสารเคมีโดยตรง หากต้องการดมกลิ่น ให้ใช้มือพัดไอสารเคมีมาที่จมูก

3.5) สารเคมีที่มีไอระเหย มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนสูง มีควัน หรือมีกลิ่นฉุน ต้องเตรียมหรือรินสารเคมีนั้น ในตู้ดูดไอสารเคมี ทุกครั้ง

3.6) เมื่อต้องการเตรียมสารละลายกรด ห้ามเทน้ำลงในกรดเข้มข้น แต่ ให้ใช้วิธีเทกรดลงในน้ำ เพื่อป้องกันการกระเด็นของกรด จนเกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน

3.7) ไม่ทิ้งสารเคมีอันตรายลงท่อน้ำทิ้ง ควรมีการกำจัดสารเคมีที่ถูกต้องตามข้อกำหนดของหน่วยงาน

3.8) สารละลายประเภท กรด-ด่าง ต้องทำให้มีสมบัติเป็นกลางก่อนทิ้งลงท่อน้ำทิ้งเสมอ และต้องเปิดน้ำตามไป 20-30 เท่า

4) ข้อควรปฏิบัติเมื่อใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า

4.1) ผู้ปฏิบัติงาน ต้องเข้าถึงอุปกรณ์ควบคุมกระแสไฟฟ้าได้

4.2) อุปกรณ์ไฟฟ้าต้องมีมาตรฐานรับรอง

4.3) อุปกรณ์ไฟฟ้าต้องใช้ฟิวส์ที่มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน

4.4) ไม่ควรเสียบปลั๊กอุปกรณ์ไฟฟ้าทิ้งไว้ในขณะที่ไม่มีการปฏิบัติงาน

4.5) ห้ามใช้สะพานไฟมากเกินไป

4.6) หากพบว่ามีสายไฟชำรุด ต้องพันด้วยฉนวนก่อนใช้งานและรีบแจ้งเจ้าหน้าที่ให้มาดำเนินการซ่อมแซม

4.7) ห้ามจับอุปกรณ์ไฟฟ้า ในขณะที่มือหรือร่างกายเปียก

4.8) ห้ามใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าจนเกินขีดความสามารถ

4.9) หากพบความผิดปกติของอุปกรณ์ไฟฟ้า ต้องหยุดใช้ทันทีและติดป้ายแจ้งเตือนเพื่อไม่ให้ผู้อื่นใช้งาน จนกว่าจะมีการซ่อมบำรุงเสร็จสิ้น

5) ข้อควรปฏิบัติเมื่อใช้ความร้อน

5.1) ห้ามใช้เปลวไฟให้ความร้อนแก่ของเหลวไวไฟ

5.2) ใช้อุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยความระมัดระวัง

5.3) ไม่วางของเหลวที่ติดไฟง่ายไว้ใกล้เปลวไฟ

5.4) ไม่ก้มลงไปมองสารเคมีในภาชนะ ขณะที่กำลังตั้งอยู่บนเปลวไฟ เพราะอาจเกิดอุบัติเหตุสารเคมีกระเด็นโดนตาได้

5.5) การให้ความร้อนกับหลอดทดลอง ต้องหันปากหลอดทดลองไปในทิศทางที่ปลอดภัยทั้งกับตนเองและผู้อื่น

5.6) ปิดอุปกรณ์ให้ความร้อนทันทีเมื่อไม่ใช้งาน

6) ข้อควรปฏิบัติเพื่อป้องกันเพลิงไหม้

6.1) ห้ามสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการเคมี

6.2) ติดป้ายเตือนบริเวณที่มีเชื้อเพลิง

6.3) สารเคมีและของเสียที่ติดไฟได้ ต้องเก็บในที่เหมาะสม

6.4) ใช้อุปกรณ์ให้ความร้อนด้วยความระมัดระวัง

6.5) ควรมีเครื่องตรวจจับควันหรือความร้อน

6.6) ควรมีเครื่องดับเพลิงเพียงพอ หยิบใช้สะดวก

6.7) ควรมีทางหนีไฟและทางออกฉุกเฉิน

ปราณี เลิศแก้ว และคณะ (2562) ได้ศึกษาระดับความรู้ ความตระหนัก และพฤติกรรมความปลอดภัยในการใช้ห้องจำลองปฏิบัติการ ของนักศึกษาโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยให้ทำแบบทดสอบความตระหนักในความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการ ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ความรู้เกี่ยวกับห้องปฏิบัติการ ความหนักในความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ และพฤติกรรมการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่ที่มีอายุ 20-21 ปี มีความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการในระดับดี มีความตระหนักในความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการในระดับดี และมีพฤติกรรมการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการในระดับปานกลาง ซึ่งจะเห็นได้ว่า ยังคงมีนักศึกษาบางส่วนที่ยังไม่เข้าใจหรือยังไม่เห็นถึงความสำคัญของอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นในการใช้ห้องปฏิบัติการ แม้จะเป็นส่วนน้อยแต่ก็อาจจะก่อให้เกิดปัญหาหรือผลกระทบทั้งต่อตนเองและส่วนรวมได้

มาลินี ฉินนานนท์ (2560) ได้ศึกษาความรู้พื้นฐานในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล เพื่อเปรียบเทียบความรู้พื้นฐานในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี จำแนกตามเพศ สาขา และชั้นปี โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ทุกชั้นปี ทุกสาขาวิชา พบว่า ค่าเฉลี่ยความรู้พื้นฐานในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ด้านเพศสภาพ ไม่ส่งผลให้ความรู้ในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามสาขา พบว่า สาขาที่แตกต่างกันส่งผลให้ความรู้ในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีแตกต่างกันในสองด้าน คือ ด้านข้อควรปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีและด้านการใช้อุปกรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้านการใช้สารเคมี ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำแนกตามชั้นปี พบว่า ชั้นปีที่แตกต่างกันส่งผลให้ความรู้ในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ชนกานต์ สกุลแถว (2559) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี ของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับปริญญาตรี ของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง โดยวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลจากการให้นักศึกษาตอบแบบสอบถามด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่างนักศึกษา คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี รายวิชาที่มีการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี พบว่า นักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมีในระดับปานกลาง พฤติกรรมการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมีในระดับดี ความตระหนักในความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการในระดับสูง และการรับรู้ต่ออุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในห้องปฏิบัติการเคมีในระดับต้องปรับปรุง

โดย ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา พบว่า ปัจจัยด้านบุคลิกภาพ ปัจจัยด้านความรู้ ปัจจัยด้านความตระหนัก และปัจจัยด้านการรับรู้ มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมความปลอดภัยในการเข้าใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

นภารัตน์ ขนันทัย และชิษณุพงศ์ ประทุม (2559) ได้ศึกษาผลของการให้ความรู้ เรื่อง ระบบบริหารจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจของนักศึกษา คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการให้ความรู้ เรื่อง ระบบบริหารจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจของนักศึกษา คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา โดยใช้เครื่องมือในการวิจัยหลัก 3 ประเภท ได้แก่ 1) คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ 2) วีดีโอความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งถูกออกแบบและพัฒนาโดยนักวิจัยเอง และ 3) แบบประมวลผลความรู้ก่อนและหลังการอบรมบรรยาย โดยงานวิจัยจัดให้มีการอบรมบรรยายและให้ความรู้ ความเข้าใจในด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ให้แก่กลุ่มตัวอย่างวิจัย ซึ่งกลุ่มตัวอย่างวิจัย ประกอบด้วยนักศึกษาระดับบัณฑิต จำนวน 70 ราย และนักศึกษาระดับมหาบัณฑิต จำนวน 23 ราย การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ผลการวิจัย พบว่า หลังการอบรมบรรยายให้กับกลุ่มตัวอย่างวิจัยทั้ง 93 ราย มีค่าเฉลี่ยความรู้ ความเข้าใจ ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติมากกว่าก่อนการอบรมบรรยาย ($p < 0.05$) โดยการวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะว่า ควรมีการอบรมระบบบริหารจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับนักศึกษาทุกชั้นปี เพื่อเป็นการพัฒนาให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจอย่างดีเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะนำไปสู่การป้องกันและลดอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ได้

กมลวรรณ บุตรประเสริฐ (2556) ได้ศึกษาพฤติกรรมการปฏิบัติด้านความปลอดภัยของผู้ที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ในโรงเรียนแพทย์แห่งหนึ่ง โดยวิธีการใช้แบบสอบถามเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่เก็บข้อมูล ส่วนใหญ่เป็นนักเทคนิคการแพทย์และนักวิทยาศาสตร์ การศึกษาระดับปริญญาตรี ระยะเวลาในการปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ส่วนใหญ่น้อยกว่า 10 ปี แต่เป็นผู้มีความรู้ เจตคติและการปฏิบัติด้านความปลอดภัยในระดับปานกลางและสูง ตามลำดับ ปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมการปฏิบัติด้านความปลอดภัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา ตำแหน่งวิชาชีพของผู้ปฏิบัติงาน ประสบการณ์ทำงาน ประเภทของห้องปฏิบัติการ การสัมผัสกับสิ่งคุกคามสุขภาพ สภาพแวดล้อมในการทำงาน และเจตคติด้านความปลอดภัย โดยผู้วิจัยหวังผลในการนำผลการศึกษานี้ เป็นข้อมูลในการปรับปรุงและพัฒนางานด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ต่อไป

ฮุสเซน และชิเฟรา (Hussein & Shifera, 2022) ได้ศึกษาการประเมินทัศนคติ ความรู้และการปฏิบัติตนของครูและช่างเทคนิคในห้องปฏิบัติการต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า อุบัติเหตุเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ เนื่องจาก ขาดความรู้

ที่ถูกต้องเกี่ยวกับมาตรการด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ทัศนคติที่ไม่ตระหนักถึงอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น และวิธีปฏิบัติตนเมื่ออยู่ในห้องปฏิบัติการอย่างไม่เหมาะสม การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของครูและช่างเทคนิคในห้องปฏิบัติการในโรงเรียนมัธยมในเมือง South Wollo ประเทศเอธิโอเปีย ศึกษากลุ่มตัวอย่างจากครูเคมี จำนวน 300 ราย และช่างเทคนิคในห้องปฏิบัติการ จำนวน 76 ราย โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถาม รายการตรวจสอบเชิงสังเกต และการวิเคราะห์เอกสาร ผลการวิจัยพบว่า ความรู้ของครูและช่างเทคนิคในห้องปฏิบัติการมีคะแนนในระดับปานกลางและดี ตามลำดับ ทัศนคติของครูและช่างเทคนิคในห้องปฏิบัติการในระดับดีมากและดี ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม แนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการของครูและช่างเทคนิคในห้องปฏิบัติการยังไม่เพียงพอ เนื่องจาก โรงเรียนไม่มีการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลและการจัดการขยะอย่างเหมาะสม และไม่มีการฝึกอบรมด้านความปลอดภัยส่วนบุคคลอย่างเพียงพอสำหรับครูและช่างเทคนิคในห้องปฏิบัติการ รวมทั้ง ทางออกฉุกเฉินไม่ได้ทำเครื่องหมายไว้อย่างชัดเจน

อับดุลลาห์ และอาซิซ (Abdullah & Aziz, 2020) ได้ศึกษาพฤติกรรมด้านการจัดการความปลอดภัยของนักศึกษาในห้องปฏิบัติการเคมี ระดับมหาวิทยาลัย พบว่า การจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีระดับมหาวิทยาลัยเป็นสิ่งสำคัญมาก เนื่องจาก มีรายงานการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีเป็นจำนวนมาก โดยการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความรู้ด้านความปลอดภัยและแรงจูงใจด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา โดยการเก็บตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 361 ราย จากมหาวิทยาลัยของรัฐ จำนวน 5 แห่ง ผลการศึกษาพบว่า ความรู้ด้านความปลอดภัยและแรงจูงใจด้านความปลอดภัย ส่งผลโดยรวมต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี นอกจากนี้ ความมุ่งมั่นด้านความปลอดภัย ยังมีผลต่อความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ด้านความปลอดภัยด้วยแรงจูงใจ กับ พฤติกรรมด้านความปลอดภัยของนักศึกษาในห้องปฏิบัติการ สัมพันธ์กันมากกว่า แรงจูงใจด้านความปลอดภัย กับ พฤติกรรมด้านความปลอดภัย ดังนั้น ความมุ่งมั่นด้านความปลอดภัย จึงเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเพิ่มแรงจูงใจด้านความปลอดภัยและพฤติกรรมด้านความปลอดภัยของนักศึกษา การศึกษานี้ ยังค้นพบว่า แรงจูงใจด้านความปลอดภัย และความมุ่งมั่นด้านความปลอดภัย มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับพฤติกรรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา ดังนั้น เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการเพิ่มระดับความสำคัญของพฤติกรรมความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ระดับมหาวิทยาลัยของนักศึกษา ผู้บริหารควรให้ความร่วมมือและให้การสนับสนุนต่อการสร้างแรงจูงใจและความมุ่งมั่นด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา เพื่อส่งเสริมให้นักศึกษาปรับปรุงพฤติกรรมด้านความปลอดภัยให้มากขึ้น

ปาปาโดโปลี และคณะ (Papadopoli et al., 2020) ได้ศึกษาความตระหนักรู้ การรับรู้และแนวปฏิบัติเกี่ยวกับความเสี่ยงและความปลอดภัยของสารเคมีในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการวิจัย เพื่อสำรวจการสัมผัสสารเคมีอันตรายจากการทำงานในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการวิจัย เพื่อประเมินความตระหนักและการรับรู้เกี่ยวกับอันตรายจากสารเคมี เพื่อตรวจสอบการปฏิบัติตามแนวทางการจัดการสารเคมีอย่างปลอดภัย และเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบ

ของปัจจัยหลายประการต่อผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น โดยเก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษาจากกลุ่มผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการวิจัยที่มีการสัมผัสและใช้สารเคมี ด้วยวิธี ตอบแบบสอบถามเพื่อสำรวจความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับอันตรายจากสารเคมีที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงาน พบว่า กลุ่มผู้ปฏิบัติงานมีการใช้สารเคมีอันตรายมากกว่า 90 ชนิด ในห้องปฏิบัติการที่ทำการสำรวจ มีความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับสารเคมีอันตรายมีแนวโน้มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในนักวิจัยรุ่นเยาว์ ผู้ที่จัดการกับสารเคมีอันตรายในจำนวนที่สูงกว่า และในผู้ที่มีการฝึกอบรมในห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมเป็นเวลาหลายปี ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้สึกเสี่ยงต่อสารเคมีอย่างมาก การปฏิบัติที่ถูกต้องในห้องปฏิบัติการมีแนวโน้มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญต่อนักวิจัยที่รับรู้ว่ามีความเสี่ยงต่อสารเคมีต่ำแต่มีความเสี่ยงทางชีวภาพสูง สำหรับผู้ปฏิบัติงานที่มีความรู้ด้านการจัดการสารเคมีตามขั้นตอนด้านความปลอดภัย และผู้ที่ได้รับการฝึกอบรมมาแล้วในการจัดการอุบัติเหตุและการปฐมพยาบาล ผลการศึกษา สรุปว่า ความสำคัญในการรับรู้และการเตรียมพร้อมที่เพียงพอส่งผลต่อการรับรู้ในด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ รวมทั้ง การจัดการความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องในการใช้สารเคมีในห้องปฏิบัติการวิจัย

อัลวาเรซ-ชาเวซ (Alvarez-Chavez, 2019) ได้ศึกษาการประเมินการรับรู้ความเสี่ยงต่ออันตรายของนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยในห้องปฏิบัติการเคมี พบว่า โดยทั่วไปห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยถูกมองว่าเป็นสภาพแวดล้อมที่มีความเสี่ยงต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับห้องปฏิบัติการในระดับอุตสาหกรรมและในโรงงาน อย่างไรก็ตาม อุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมีของมหาวิทยาลัยยังมีโอกาสเกิดขึ้นได้ โดยผู้ที่ได้รับผลกระทบของการเกิดอุบัติเหตุนี้ ได้แก่ นักศึกษาและเจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการเคมี ดังนั้น การฝึกอบรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีและการให้ความรู้ด้านความปลอดภัยของสารเคมีจึงเป็นสิ่งจำเป็น นักศึกษาระดับปริญญาตรี ต้องตระหนักถึงความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเคมีเป็นสำคัญ การศึกษานี้แสดงลักษณะการรับรู้ความเสี่ยงต่ออันตรายด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา สำรวจนักศึกษาระดับปริญญาตรีจากภาควิชาเคมีและชีววิทยาของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในเม็กซิโก การประเมินการรับรู้ความเสี่ยงของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อระบุลักษณะการรับรู้ความเสี่ยงผ่านปัจจัยเสี่ยง 3 ประการ ได้แก่ งานในห้องปฏิบัติการเคมี การกระเด็นของสารเคมี และการสูดดมสารเคมี การรับรู้ความเสี่ยง ศึกษากลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 521 ราย นักศึกษารู้สึกมั่นใจในการจัดการกับปัจจัยเสี่ยงที่ได้รับการประเมิน แม้จะมีความรู้สึกหวาดกลัวและความเปราะบาง รวมถึง ความกังวลเกี่ยวกับความรุนแรงของผลที่ตามมาของการบาดเจ็บ ความสามารถในการควบคุมและหลีกเลี่ยงความเสี่ยงเหล่านี้ มีความสัมพันธ์กับการรับรู้ความสามารถของตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรีด้วย มีการระบุความแตกต่างในการกำหนดลักษณะการรับรู้ความเสี่ยงเป็นโครงสร้างหลายมิติหรือลักษณะโดยตรงที่วัดผลได้ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่นักศึกษาระดับปริญญาตรีปฏิบัติในห้องปฏิบัติการเคมี และคาดไม่ถึงว่าอาจจะสามารถเกิดความเป็นอันตรายได้ จากการศึกษาข้อมูลเหล่านี้ สามารถต่อยอดไปสู่การพัฒนากลยุทธ์การจัดการความเสี่ยงและการสื่อสารที่มีศักยภาพต่อกระบวนการตัดสินใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดพฤติกรรมที่ปลอดภัยยิ่งขึ้น ในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมีได้

โอลูดิเป และเอโตโบร (Oludipe & Etobro, 2018) ได้ศึกษาการตระหนักรู้ถึงความสำคัญของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่า คณะวิทยาศาสตร์ ไม่ได้ให้ความสำคัญต่อการสอนด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการและอันตรายของสารเคมีในห้องปฏิบัติการเท่าที่ควร ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจมีผลในเชิงลบต่อการพัฒนาความตระหนักด้านความปลอดภัยของนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ ดังนั้น จึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการของนักศึกษาต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ควรปลูกฝังทั้งด้านความรู้ ทักษะ และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องแก่นักศึกษา การศึกษานี้ใช้การออกแบบการสำรวจเชิงพรรณนา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดระดับการรับรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์ของ Lagos State University ประเทศไนจีเรีย นักศึกษาชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 50 ราย ในภาคการศึกษาที่ 2 เข้าร่วมการตอบแบบสอบถามด้วยความสมัครใจ ในหัวข้อ “การทดสอบความตระหนักรู้ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์” พบว่า นักศึกษามีความรู้ที่เกี่ยวข้องกับแนวปฏิบัติด้านความปลอดภัยในระดับดีมาก การแต่งกายที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการและข้อควรปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินในระดับดี ด้านที่นักศึกษาขาดความรู้ คือ ด้านการจัดการความปลอดภัยที่ดี ได้แก่ ด้านการจัดการสารเคมีที่หกรั่วไหลในห้องปฏิบัติการ นักศึกษามีความเข้าใจในระดับน้อย โดยเฉพาะด้านการจดจำป้ายหรือสัญลักษณ์ในห้องปฏิบัติการ นักศึกษาไม่มีความรู้ด้านนี้เลย โดยมีระดับความเข้าใจในระดับน้อยที่สุด ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้ จึงได้เสนอแนะให้มีการบรรจุเนื้อหาการเรียนการสอนในด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการไว้ในเนื้อหารายวิชาปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักศึกษาได้มีความรู้ความเข้าใจและปฏิบัติตนได้ถูกต้องเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

ในส่วนของการเตรียมบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ผู้เขียน ได้ให้ความสำคัญกับแนวคิดการปฏิบัติตน เมื่อต้องปฏิบัติงานเกี่ยวกับการให้บริการสนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการทางด้านเคมี ในการเตรียมบทปฏิบัติการ ตลอดจน การปฏิบัติตนเมื่อสิ้นสุดการเตรียมบทปฏิบัติการ รวมทั้ง ขณะที่มีการให้บริการบทปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการเคมีเป็นอย่างมาก นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ควรเตรียมบทปฏิบัติการด้วยความรอบคอบและระมัดระวังให้มากที่สุด โดยการปฏิบัติตามข้อควรปฏิบัติ ดังเช่นที่ผู้เขียนได้อ้างไว้ และควรให้คำแนะนำต่อผู้ที่มาใช้บริการห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ทั้งอาจารย์และนักศึกษา ให้ปฏิบัติตามข้อควรปฏิบัติดังกล่าวอย่างเคร่งครัด เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายทั้งกับตนเองและผู้อื่น ตลอดจนส่วนรวม นอกจากนี้ ในขั้นตอนการให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ ผู้เขียนมีความคาดหวัง ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน มีจิตให้บริการต่อผู้รับบริการด้วยความจริงใจ โดยสามารถนำแนวคิด เทคนิคการให้บริการที่ดี ดังเช่นที่ผู้เขียนได้กล่าวอ้างไว้ มาเป็นแนวทางในการให้บริการบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน เพื่อให้ผู้รับบริการได้เกิดความพึงพอใจ ประทับใจ และมีความชื่นชมยินดี ในการให้บริการของนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน และศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ อันเป็นหน่วยงานต้นสังกัดของผู้เขียนด้วย

บทที่ 4
เทคนิคในการปฏิบัติงาน

สำหรับบทที่ 4 เทคนิคในการปฏิบัติงาน ของคู่มือปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เล่มนี้ ผู้เขียน ได้กล่าวบรรยายถึงรายละเอียดการปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่มากพอ ที่ผู้ปฏิบัติงานแทนสามารถปฏิบัติงานทดแทนกันได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นมาตรฐานเดียวกัน ในบทนี้ ผู้เขียนได้กล่าวถึง 1) กิจกรรม/แผน/กลยุทธ์การปฏิบัติงาน ที่มีการอธิบายเป้าหมายและตัวชี้วัดการปฏิบัติงาน 2) ขั้นตอนการปฏิบัติงาน รายละเอียดการปฏิบัติงานตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่ประกอบด้วยแผนผังการปฏิบัติงาน (Flow Chart) 3) การติดตามและการประเมินผลการปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ และ 4) จรรยาบรรณ คุณธรรม หรือจริยธรรมในการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงาน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

4.1 กิจกรรม/แผนปฏิบัติงาน

การเตรียมบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อดำเนินการให้บริการสนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มีนักวิทยาศาสตร์เคมี เป็นผู้ให้บริการประสานงานรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ภายใต้การกำกับดูแลของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี โดยมีนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานทำหน้าที่เป็นผู้จัดเตรียมความพร้อม และสนับสนุนการให้บริการบทปฏิบัติการในด้านต่าง ๆ ให้กับอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา อาจารย์ผู้สอน และนักศึกษาที่เรียนปฏิบัติการวิชานี้ โดยมีการกำหนดขอบเขตของการปฏิบัติงานด้วยแผนการปฏิบัติงาน 3 ขั้นตอนหลัก ประกอบด้วย 1) ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ 2) ขั้นตอนการให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ และ 3) ขั้นตอนการสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ ทั้งนี้ ผู้เขียนได้มีการวางแผนการปฏิบัติงานตามระยะเวลาการดำเนินงานที่สอดคล้องในแต่ละภาคการศึกษา (ตารางที่ 4-1) โดยแต่ละขั้นตอนจะประกอบด้วยการปฏิบัติงานในหลายรูปแบบ มีกฎระเบียบและแนวปฏิบัติ ตลอดจนข้อควรระวัง รวมทั้ง เทคนิคการปฏิบัติงานจากประสบการณ์ของผู้เขียนที่ได้ปฏิบัติงานนี้มาเป็นระยะเวลายาวนาน เนื่องจาก การให้บริการสนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการเป็นภารกิจหลักของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ดังนั้น ผู้เขียน จึงต้องมีการกำหนดเป้าหมายของการปฏิบัติงานในภาพรวมสำหรับการให้บริการบทปฏิบัติการ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องทราบถึงวิธีการดำเนินงานที่เหมาะสมและสอดคล้องกับแผนการปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายและตัวชี้วัดการปฏิบัติงาน (ตารางที่ 4-2) อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ผู้เขียน ยังได้อธิบายถึงวัตถุประสงค์ในการทำปฏิบัติการแต่ละบทปฏิบัติการ ที่มุ่งเน้นให้นักศึกษาได้รับความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ ตามที่กำหนดไว้ในแต่ละสัปดาห์ของเนื้อหาการเรียนบทปฏิบัติการด้วย (ตารางที่ 4-3)

ตารางที่ 4-1 กิจกรรม/แผนปฏิบัติงานตามขั้นตอนหลักของการให้บริการบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

กิจกรรม/ขั้นตอนหลัก	ระยะเวลาดำเนินการ											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ												
1) การรับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน												
2) การตรวจสอบ วัน เวลา ที่ต้องให้บริการบทปฏิบัติการ ตาม มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน												
3) การตรวจสอบจำนวน และรายชื่อนักศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการ และจัดทำใบลงลายมือชื่อ นักศึกษา												
4) การสำรวจรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ												
5) การประเมินค่าใช้จ่าย เพื่อขออนุมัติงบประมาณ จัดซื้อจัดจ้าง วัสดุและวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ												
6) ดำเนินการจัดซื้อ รายการวัสดุและวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ												
7) การสำรวจรายการสารเคมี และอุปกรณ์ที่ต้องสั่งซื้อเพิ่มเติม												
8) การจัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องแก้วประจำกลุ่ม สำหรับนักศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการ												
9) การเตรียมห้องปฏิบัติการเคมี ตามแนวทางห้องปฏิบัติการ ปลอดภัย												

หมายเหตุ : แทนภาคการศึกษาที่ 1 แทนภาคการศึกษาที่ 2

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

กิจกรรม/ขั้นตอนหลัก	ระยะเวลาดำเนินการ											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ขั้นตอนที่ 2 การให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ												
1) การจัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามคู่มือบทปฏิบัติการ ให้ครบถ้วนและเพียงพอ ต่อจำนวนนักศึกษา												
2) การทดสอบครุภัณฑ์ และทดสอบบทปฏิบัติการ ก่อนมีการให้บริการ บทปฏิบัติการ ในวันที่มีการเรียนการสอนจริง ทุกบทปฏิบัติการ												
3) การเตรียมใบลงลายมือชื่อ และกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้ว ประจำกลุ่ม ของนักศึกษา												
4) การแจกเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ให้นักศึกษาได้ใช้งาน ตลอดทั้งภาคการศึกษา จนเสร็จสิ้นบทปฏิบัติการ สุดท้าย												
5) การจัดสอบก่อนเรียน แต่ละบทปฏิบัติการ ให้กับนักศึกษา												
6) การตรวจสอบ การลงลายมือชื่อการเข้าเรียน ปฏิบัติการ ของนักศึกษา												
7) การให้นักศึกษาเบิก-ยืม วัสดุ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ เพิ่มเติมในแต่ละบทปฏิบัติการ นอกเหนือจากเครื่องแก้ว ประจำกลุ่ม												
8) การให้บริการ เป็นผู้ช่วยคุมปฏิบัติการ ให้คำแนะนำและตอบข้อซักถาม ของนักศึกษาตามความเหมาะสม												

หมายเหตุ : แทนภาคการศึกษาที่ 1 แทนภาคการศึกษาที่ 2

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

กิจกรรม/ขั้นตอนหลัก	ระยะเวลาดำเนินการ											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ขั้นตอนที่ 2 การให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ												
9) การให้คำแนะนำแก่นักศึกษาในการแยกของเสียที่เกิดจากการทดลอง รวมทั้งสารเคมี วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ใช้แล้วในห้องปฏิบัติการเคมี												
10) การบันทึกรายละเอียดกรณีมีวัสดุ อุปกรณ์หรือครุภัณฑ์ชำรุด/สูญหายในขณะที่เรียนปฏิบัติการ												
11) การบันทึกรายการอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี กรณีที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นในขณะที่เรียนปฏิบัติการ												
12) การบันทึกปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากการเรียนปฏิบัติการในแต่ละบทปฏิบัติการ												
13) การจัดเก็บ วัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ หลังการใช้งาน พร้อมทั้งทำความสะอาดให้เรียบร้อย												
14) การรับคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่ม หลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอนปฏิบัติการบทสุดท้าย												
15) การแจ้งนักศึกษาให้ประเมินความพึงพอใจแบบออนไลน์ในการให้บริการบทปฏิบัติการ												
16) การเตรียมห้องสอบปฏิบัติการ และเตรียมวัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับสอบปฏิบัติการและการเป็นกรรมการคุมสอบปฏิบัติการไทเทรต												

หมายเหตุ : แทนภาคการศึกษาที่ 1 แทนภาคการศึกษาที่ 2

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

กิจกรรม/ขั้นตอนหลัก	ระยะเวลาดำเนินการ											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ขั้นตอนที่ 2 การให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ												
17) การจัดทำความสะอาดครั้งใหญ่ (Big Cleaning) ห้องปฏิบัติการเคมี และรวบรวมของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในทุกบทปฏิบัติการ รวมทั้งของเสียที่เกิดขึ้นจากการสอบปฏิบัติการไทเทรต ส่งเข้าอาคารจัดการสารเคมี เพื่อดำเนินการจัดการตามระบบการจัดการของเสียของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ต่อไป												
ขั้นตอนที่ 3 การสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ												
1) การสรุปผลการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษาตามใบลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการ												
2) การสรุปรายการวัสดุอุปกรณ์ ที่ชำรุด/สูญหาย												
3) การสรุปจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี												
4) การสรุปปัญหาและอุปสรรคในการให้บริการบทปฏิบัติการ												
5) การสรุปผลการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการจากทั้งนักศึกษาและอาจารย์ พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปใช้ในการพิจารณาปรับปรุงและพัฒนาการให้บริการบทปฏิบัติการในภาคการศึกษาต่อไป												

หมายเหตุ : แทนภาคการศึกษาที่ 1 แทนภาคการศึกษาที่ 2

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-2 แผนการปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายและตัวชี้วัดการปฏิบัติงาน

กิจกรรม	รายละเอียดกิจกรรม/แผน	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ		
1) การรับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน	ประสานงานไปยังอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา เพื่อขอรับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ	ได้รับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ ก่อนเปิดภาคการศึกษา อย่างน้อย 2 สัปดาห์
2) การตรวจสอบ วัน เวลา ที่ต้องให้บริการบทปฏิบัติการ ตาม มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน	ตรวจสอบวัน เวลา ที่ต้องให้บริการบทปฏิบัติการ ไม่ให้ตรงกับวันหยุดราชการ	สามารถให้บริการ บทปฏิบัติการ ได้ครบทุกบทปฏิบัติการ ตาม มคอ.3 โดยไม่ตรงกับ วันหยุดราชการ
3) การตรวจสอบ จำนวนและรายชื่อนักศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการ และจัดทำ ใบลงลายมือชื่อนักศึกษา	1) ตรวจสอบข้อมูลจำนวนและรายชื่อนักศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาปฏิบัติการ จากงานทะเบียนและประมวลผล 2) จัดทำรายชื่อนักศึกษา โดยจัดแบ่งกลุ่มนักศึกษากลุ่มละ 2-3 คน ไม่เกิน 30 กลุ่มต่อ 1 กลุ่มการเรียน	1) ความถูกต้องของข้อมูล นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน รายวิชาปฏิบัติการ ต้องมีความถูกต้อง 100% 2) นักศึกษาต้องมีรายชื่อ และมีกลุ่มเรียนปฏิบัติการ ทุกคน
4) การสำรวจ รายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ	จัดทำข้อมูลรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการตลอดทั้งภาคการศึกษา ทั้งชนิด และจำนวน ให้สอดคล้องกับจำนวนกลุ่มของนักศึกษา	ข้อมูลรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ มีจำนวนเพียงพอกับ จำนวนกลุ่มของนักศึกษา และถูกต้อง ไม่น้อยกว่า 90%
5) การประเมินค่าใช้จ่าย เพื่อขออนุมัติงบประมาณ จัดซื้อจัดจ้างวัสดุและวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ	1) ประเมินค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดซื้อ รายการวัสดุ และวัตถุดิบ ทุกรายการ ตลอดทั้งภาคการศึกษา ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ 2) กรอกข้อมูลการประมาณการค่าใช้จ่าย สำหรับการจัดซื้อวัสดุและวัตถุดิบ ลงในแบบฟอร์มความต้องการใช้งบประมาณ สำหรับวัสดุและวัตถุดิบ แล้วจัดส่งไปยังเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ	1) การประมาณการ ค่าใช้จ่าย ครอบคลุมการจัดซื้อ วัสดุและวัตถุดิบ ได้ครบทุกรายการ 2) จัดส่งข้อมูล การประมาณการค่าใช้จ่าย ไปยังเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ ได้ตรงตามกรอบระยะเวลา ที่กำหนด

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

กิจกรรม	รายละเอียดกิจกรรม/แผน	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ		
6) ดำเนินการจัดซื้อ รายการวัสดุและวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ	1) จัดทำเอกสารจัดซื้อจัดจ้างวัสดุและวัตถุดิบ ถูกต้องตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วย การจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 2) ดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุและวัตถุดิบ ตามเอกสารการจัดซื้อจัดจ้าง	1) การจัดซื้อจัดจ้าง ถูกต้องตามระเบียบ 100% 2) วัสดุและอุปกรณ์ ที่จัดซื้อจัดจ้างถูกต้อง และครบถ้วน 100%
7) การสำรวจรายการสารเคมี และอุปกรณ์ที่ต้องสั่งซื้อเพิ่มเติม	ตรวจสอบรายการสารเคมีที่ขาดแคลน หรือคาดว่าจะไม่พอ ให้สอดคล้องกับจำนวนกลุ่มนักศึกษา ที่เรียนปฏิบัติการ	ส่งข้อมูลรายการสารเคมี ที่ขาดแคลน หรือคาดว่าจะไม่พอ สำหรับใช้ในปฏิบัติการ ไปยังเจ้าหน้าที่จัดซื้อ ครบถ้วน
8) การจัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องแก้วประจำกลุ่ม สำหรับนักศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการ	จัดเตรียมเครื่องแก้วประจำกลุ่มสำหรับนักศึกษา เตรียมใส่ตะกร้า โดยจำนวนตะกร้าที่จัดเตรียม สอดคล้องกับจำนวนกลุ่มของนักศึกษา	เครื่องแก้วประจำกลุ่ม มีจำนวนเพียงพอ สำหรับนักศึกษาทุกกลุ่ม
9) การเตรียมห้องปฏิบัติการเคมี ตามแนวทางห้องปฏิบัติการ ปลอดภัย	1) ทำการตรวจสอบห้องปฏิบัติการเคมี ก่อนเปิดภาคการศึกษาอย่างน้อย 3 สัปดาห์ 2) กรณีพบปัญหา ทำการแจ้งซ่อม ไปยังเจ้าหน้าที่ ที่เกี่ยวข้องทันที	ห้องปฏิบัติการ พร้อมใช้งาน ไม่น้อยกว่า 80%
ขั้นตอนที่ 2 การให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ		
1) การจัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามคู่มือบทปฏิบัติการ ให้ครบถ้วนและเพียงพอ ต่อจำนวนนักศึกษา	ทำการเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ก่อนมีการเรียนการสอน	จัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ได้ถูกต้องและครบถ้วน ตามบทปฏิบัติการ
2) การทดสอบครุภัณฑ์ และทดสอบบทปฏิบัติการ ก่อนมีการให้บริการ บทปฏิบัติการ ในวันที่มีการเรียนการสอนจริง ทุกบทปฏิบัติการ	1) ทำการทดสอบการใช้งานของครุภัณฑ์ ก่อนมีการเรียนการสอน อย่างน้อย 1-3 วัน 2) ทดสอบบทปฏิบัติการก่อนมีการเรียนการสอน	1) ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ใช้งานได้ ไม่น้อยกว่า 80% 2) การทดลองได้ผล ตามวัตถุประสงค์ ของบทปฏิบัติการ 100%

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

กิจกรรม	รายละเอียดกิจกรรม/แผน	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
3) การเตรียมใบลงลายมือชื่อ และกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้ว ประจำกลุ่ม ของนักศึกษา	1) นำใบลงลายมือชื่อนักศึกษามาจัดวางไว้ที่จุดลงลายมือชื่อ เพื่อให้นักศึกษาได้ลงลายมือชื่อก่อนเข้าเรียนปฏิบัติการ 2) นำกุญแจตู้เครื่องแก้วประจำกลุ่มจัดวางไว้ที่จุดรับกุญแจ เพื่อให้นักศึกษาได้เบิกเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ไปใช้ในการเรียนปฏิบัติการ	1) นักศึกษาที่เข้าชั้นเรียนลงลายมือชื่อครบทุกคน 2) นักศึกษาที่เข้าชั้นเรียนเบิกกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้วครบทุกกลุ่ม
4) การแจกเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ให้นักศึกษาได้ใช้งาน ตลอดทั้งภาคการศึกษา จนเสร็จสิ้นบทปฏิบัติการสุดท้าย	1) แจกเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ที่เตรียมไว้ให้นักศึกษาทุกกลุ่ม 2) ให้นักศึกษาตรวจสอบชนิดและจำนวนของเครื่องแก้วที่ได้รับแจก พร้อมทั้งลงลายมือชื่อรับเครื่องแก้วประจำกลุ่ม	นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน ได้รับเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ครบทุกกลุ่ม
5) การจัดสอบก่อนเรียน แต่ละบทปฏิบัติการ ให้กับนักศึกษา	1) รับข้อสอบก่อนเรียนจากอาจารย์ผู้สอน และนับจำนวนให้เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษาที่เรียนปฏิบัติการ 2) แจกข้อสอบและควบคุมการสอบก่อนเรียน จับเวลาในการให้นักศึกษาทำข้อสอบก่อนเรียนเป็นเวลา 5-10 นาที 3) เก็บข้อสอบคืนจากนักศึกษา และส่งมอบให้อาจารย์ผู้สอน	นักศึกษาที่เข้าเรียนปฏิบัติการ และมาทันเวลาการสอบก่อนเรียน ได้ทำข้อสอบก่อนเรียนครบทุกคน
6) การตรวจสอบการลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา	ตรวจสอบการเข้าเรียนของนักศึกษาจากใบลงลายมือชื่อเข้าเรียนปฏิบัติการ	นักศึกษาที่ลงลายมือชื่อเข้าเรียนมีจำนวนเท่ากับนักศึกษาที่ส่งข้อสอบก่อนเรียน
7) การให้นักศึกษา เบิก-ยืม วัสดุ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้เพิ่มเติม ในแต่ละบทปฏิบัติการ นอกเหนือจากเครื่องแก้วประจำกลุ่ม	1) จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้เพิ่มเติม นอกเหนือจากเครื่องแก้วประจำกลุ่มของนักศึกษาในแต่ละบทปฏิบัติการ ไว้ที่ส่วนกลาง เพื่อให้นักศึกษาเบิกไปใช้งาน 2) รับคืนวัสดุและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จัดเพิ่มเติม และนับจำนวนการคืนให้ครบถ้วน	1) มีวัสดุและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้เพิ่มเติมในบทปฏิบัติการครบถ้วน 2) ได้รับคืนจำนวนวัสดุและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จัดไว้เพิ่มเติมครบถ้วน
8) การให้บริการเป็นผู้ช่วยคุมปฏิบัติการ ให้คำแนะนำ และตอบข้อซักถาม ของนักศึกษา ตามความเหมาะสม	1) ดูแลความเรียบร้อยในห้องปฏิบัติการเคมี ขณะมีการเรียนการสอนปฏิบัติการ 2) ให้คำแนะนำ ตอบข้อซักถามของนักศึกษาตามความเหมาะสม	1) การเรียนการสอนเรียบร้อย และปลอดภัย 2) นักศึกษาทำการเรียนการสอนปฏิบัติการได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

กิจกรรม	รายละเอียดกิจกรรม/แผน	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
9) การให้คำแนะนำ แก่นักศึกษาในการแยกของเสีย ที่เกิดจากการทดลอง รวมทั้ง สารเคมี วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ใช้แล้ว ในห้องปฏิบัติการเคมี	ให้คำแนะนำและกำชับให้นักศึกษา แยกและทิ้งของเสียในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ให้	นักศึกษา แยกและทิ้งของเสีย ได้ถูกต้องตามคำแนะนำ ไม่น้อยกว่า 80%
10) การบันทึกรายละเอียด กรณี มีวัสดุ อุปกรณ์ หรือ ครุภัณฑ์ ชำรุด/สูญหาย ในขณะที่เรียนปฏิบัติการ	กรณีที่มีนักศึกษาทำวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ ชำรุด/สูญหาย ขณะมีการเรียนการสอน ให้บันทึกรายการวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ ที่ชำรุด/สูญหาย ลงในแบบฟอร์ม บันทึกอุปกรณ์ห้องปฏิบัติการเคมี ชำรุด/สูญหาย	บันทึกข้อมูลรายละเอียด การทำวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ ชำรุด/สูญหาย ลงในแบบฟอร์มทุกครั้ง
11) การบันทึกรายการอุบัติเหตุ ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี กรณีที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น ในขณะที่เรียนปฏิบัติการ	กรณีที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี ขณะมีการเรียนการสอน ให้บันทึกข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุ ลงใน แบบฟอร์มบันทึกรายงานอุบัติเหตุ ในห้องปฏิบัติการเคมี	บันทึกข้อมูลรายละเอียด การเกิดอุบัติเหตุ ในห้องปฏิบัติการเคมี ลงในแบบฟอร์มทุกครั้ง
12) การบันทึกปริมาณของเสีย ที่เกิดขึ้นจากการเรียนปฏิบัติการ ในแต่ละบทปฏิบัติการ	บันทึกปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น จากการเรียนปฏิบัติการ ในแต่ละบทปฏิบัติการ ลงในแบบฟอร์มบันทึกปริมาณของเสีย ในห้องปฏิบัติการเคมี	บันทึกข้อมูล ของเสียที่เกิดขึ้น จากการทำปฏิบัติการ ลงในแบบฟอร์มทุกครั้ง
13) การจัดเก็บ วัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ หลังการใช้งาน พร้อมทั้งทำความสะอาด ให้เรียบร้อย	1) เก็บวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ หลังการใช้งาน พร้อมทั้งทำความสะอาดให้เรียบร้อยเสมอ 2) เก็บสารเคมี ที่เหลือจากการใช้งาน หากสารเคมีชนิดใดเก็บไว้ใช้งานต่อได้ ให้เก็บไว้ตามวิธีที่ถูกต้อง แต่หากสารเคมีชนิดใดใช้ไม่ได้ ให้แยกและจัดเก็บเป็นของเสียที่เกิดขึ้น ในห้องปฏิบัติการเคมี 3) เก็บวัตถุดิบที่เหลือจากการใช้งาน หากวัตถุดิบใดไม่เสื่อมสภาพ สามารถเก็บไว้ใช้งานต่อได้ ให้จัดเก็บ ไว้ในที่จัดเก็บให้เรียบร้อย แต่หากวัตถุดิบใดไม่สามารถ เก็บรักษาต่อได้ ให้ทิ้งและกำจัดด้วยวิธีที่ถูกต้องและเหมาะสม	หลังเสร็จสิ้น การเรียนปฏิบัติการ ในแต่ละบทปฏิบัติการ วัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ได้รับการทำความสะอาด และจัดเก็บเข้าที่จัดเก็บ เรียบร้อยทุกครั้ง

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

กิจกรรม	รายละเอียดกิจกรรม/แผน	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
14) การรับคืน เครื่องแก้วประจำกลุ่ม หลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอน ปฏิบัติการบทสุดท้าย	1) ตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องแก้ว ให้ถูกต้องตามรายละเอียดในใบเบิกเครื่องแก้ว ประจำกลุ่ม ที่นักศึกษาได้ลงลายมือชื่อเอาไว้ 2) รับคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ของนักศึกษาทุกกลุ่ม 3) แจ้งให้นักศึกษาทราบถึงรายการเครื่องแก้ว ที่นักศึกษาต้องจัดซื้อมาคืนห้องปฏิบัติการเคมี กรณีที่นักศึกษาคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ไม่ครบตามจำนวนที่ขอเบิก	1) นักศึกษาคืนเครื่องแก้ว ครบทุกกลุ่ม 2) ข้อมูล การรับคืนเครื่องแก้ว ถูกต้อง 100%
15) การแจ้งนักศึกษา ให้ประเมินความพึงพอใจ แบบออนไลน์ ในการให้บริการบทปฏิบัติการ	ส่งลิงค์การประเมินความพึงพอใจออนไลน์ ในการให้บริการบทปฏิบัติการ ให้แก่นักศึกษา	จำนวนนักศึกษา ที่ทำแบบประเมิน ไม่น้อยกว่า 80%
16) การเตรียม ห้องสอบปฏิบัติการ และเตรียมวัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับสอบปฏิบัติการ และการเป็นกรรมการคุมสอบ ปฏิบัติการไทเทรต	1) จัดห้องสอบปฏิบัติการไทเทรต ให้สอดคล้องกับจำนวนกรรมการคุมสอบ 2) ประเมินและให้คะแนนนักศึกษา ที่เข้าสอบปฏิบัติการไทเทรต 3) จัดเก็บห้องสอบปฏิบัติการไทเทรต ให้เรียบร้อยหลังจากเสร็จสิ้นการสอบ	ห้องปฏิบัติการเคมี พร้อมสำหรับ การสอบปฏิบัติการไทเทรต ครบถ้วน 100%
17) การจัดทำความสะอาด ครั้งใหญ่ (Big Cleaning) ห้องปฏิบัติการเคมี และรวบรวมของเสียทั้งหมด ที่เกิดขึ้นในทุกบทปฏิบัติการ รวมทั้งของเสียที่เกิดขึ้น จากการสอบปฏิบัติการไทเทรต ส่งเข้าอาคารจัดการสารเคมี เพื่อดำเนินการจัดการ ตามระบบการจัดการของเสีย ของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ต่อไป	1) แจกอุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล เช่น ถุงมือ และแว่นตา ให้นักศึกษาตามความเหมาะสม 2) ควบคุมนักศึกษาให้ช่วยกันทำความสะอาด ห้องปฏิบัติการเคมี หลังจากเรียนปฏิบัติการ และสอบปฏิบัติการไทเทรตเรียบร้อยแล้ว 3) ควบคุมนักศึกษาให้ช่วยกันเคลื่อนย้าย ของเสียทั้งหมดในห้องปฏิบัติการเคมี ไปยังอาคารการจัดการสารเคมี	1) ห้องปฏิบัติการเคมี สะอาด เรียบร้อย พร้อมที่จะให้บริการ ปฏิบัติการ ในภาคการศึกษาต่อไป 2) ของเสียทั้งหมด ในห้องปฏิบัติการเคมี ถูกเคลื่อนย้ายไปยัง อาคารจัดการสารเคมี ด้วยวิธีการเคลื่อนย้าย ที่ถูกต้องตามแนวทาง การเคลื่อนย้ายสารเคมี ตามมาตรฐาน ความปลอดภัย ห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

กิจกรรม	รายละเอียดกิจกรรม/แผน	เป้าหมาย/ตัวชี้วัด
ขั้นตอนที่ 3 การสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ		
1) การสรุปผลการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษาตามใบลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการ	1) สรุปผลการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษาตามใบลงลายมือชื่อ 2) รายงานผลการเข้าเรียนของนักศึกษาต่ออาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา	ข้อมูลการเข้าเรียนของนักศึกษาถูกต้อง 100%
2) การสรุปรายการวัสดุอุปกรณ์ ที่ชำรุด/สูญหาย	1) สรุปรายชื่อนักศึกษา และรายการวัสดุและอุปกรณ์ที่นักศึกษาต้องจัดซื้อมาคืนห้องปฏิบัติการเคมี 2) จัดส่งข้อมูลให้อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาเพื่อแจ้งให้นักศึกษาทราบและดำเนินการจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ มาคืนห้องปฏิบัติการเคมี	ข้อมูลรายการนักศึกษาทำวัสดุและอุปกรณ์ชำรุด/สูญหายถูกต้อง 100%
3) การสรุปจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี	1) สรุปจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนปฏิบัติการตลอดทั้งภาคการศึกษา 2) จัดทำข้อมูลเพื่อการปรับปรุง แก้ไขและป้องกันอุบัติเหตุ และอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นในภาคการศึกษาต่อไป	1) ข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุถูกต้อง 100% 2) มีแนวทางป้องกันและข้อควรระวังเพื่อลดการเกิดอุบัติเหตุแบบเดียวกันในภาคการศึกษาต่อไป
4) การสรุปปัญหาและอุปสรรคในการให้บริการบทปฏิบัติการ	1) สรุปปัญหาและอุปสรรคของการให้บริการตลอดทั้งภาคการศึกษา 2) จัดทำข้อเสนอแนะ และแนวทางในการพัฒนา การให้บริการบทปฏิบัติการในภาคการศึกษาต่อไป	1) มีผลการสรุปปัญหาและอุปสรรคของการให้บริการบทปฏิบัติการตลอดทั้งภาคการศึกษาครบถ้วน 2) มีข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนาการให้บริการบทปฏิบัติการในภาคการศึกษาต่อไป
5) การสรุปผลการประเมินความพึงพอใจ ในการให้บริการบทปฏิบัติการ จากทั้งนักศึกษาและอาจารย์ พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปใช้ในการพิจารณาปรับปรุงและพัฒนาการให้บริการบทปฏิบัติการในภาคการศึกษาต่อไป	1) สรุปผลการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ 2) สรุปข้อเสนอแนะที่ได้รับจากผลการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ 3) จัดทำแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการให้บริการบทปฏิบัติการ ในภาคการศึกษาต่อไป	1) ผลการประเมินความพึงพอใจไม่น้อยกว่า 80% 2) มีแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการให้บริการบทปฏิบัติการในภาคการศึกษาต่อไป

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-3 รายละเอียดกิจกรรมตามขั้นตอนการให้บริการบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ตามวัตถุประสงค์ของการเรียนปฏิบัติการในแต่ละสัปดาห์

บทปฏิบัติการ	รายละเอียดกิจกรรม/แผน	วัตุประสงค์ของการเรียนปฏิบัติการ
สัปดาห์ที่ 1 แนะนำการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี เทคนิคพื้นฐาน สำหรับปฏิบัติการเคมี	1) ชี้แจงรายละเอียดของรายวิชา 2) ให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี 3) การวางแผนการทดลอง 4) การเขียนรายงานการทดลอง 5) การส่งผลการทดลอง 6) การสอบ ก่อน-หลัง การทดลอง 7) การสอบปฏิบัติวัดผลหลังจบการเรียนการสอน 8) การประเมินผลการเรียน	1) นักศึกษาเข้าใจกฎระเบียบต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการเคมี 2) นักศึกษาเข้าใจหลักปฏิบัติและข้อตกลงในการเรียนปฏิบัติการ
สัปดาห์ที่ 2 เทคนิคพื้นฐานสำหรับปฏิบัติการเคมีและอุปกรณ์เคมี	1) แนะนำชนิด หลักการ วิธีการใช้อุปกรณ์ สารเคมี ที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน 2) จัดแบ่งกลุ่มนักศึกษา กลุ่มละ 2-3 คน 3) นักศึกษาเบิกเครื่องแก้วประจำกลุ่มเพื่อใช้สำหรับทำปฏิบัติการตลอดภาคการศึกษา	1) นักศึกษาเข้าใจหลักการใช้สารเคมีและอุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการเคมีที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการ 2) นักศึกษามีกลุ่มการทดลองครบทุกคน 3) นักศึกษาได้รับเครื่องแก้วประจำกลุ่มครบทุกกลุ่ม
สัปดาห์ที่ 3 **บทปฏิบัติการที่ 1** เครื่องตวงและความแม่น	1) สอบวัดความรู้ก่อนทำการทดลอง 2) อธิบายหลักการ วิธีการใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ บีกเกอร์ กระบอกตวง ปิเปตต์ บิวเรตต์ และเครื่องชั่งน้ำหนัก 3) เปรียบเทียบความแม่นของเครื่องตวงชนิดต่าง ๆ จากการหาค่าความหนาแน่นของน้ำ 4) ศึกษาการอ่านสเกลของเครื่องมือได้ถูกต้องและแม่นยำ 5) การทำรายงานและส่งผลการทดลอง	นักศึกษาเข้าใจหลักการใช้เครื่องแก้วในการทดลองและสามารถอ่านค่าต่าง ๆ บนเครื่องแก้วได้อย่างถูกต้อง

ที่มา : ณัฐธิดา รักกะเปา, 2566

หมายเหตุ : รายละเอียดรายวิชาและรายงานผลการดำเนินงาน รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ	รายละเอียดกิจกรรม/แผน	วัตุประสงค์ของการเรียนปฏิบัติการ
สัปดาห์ที่ 4 **บทปฏิบัติการที่ 2** การแยกของแข็งออกจากของเหลว	1) สอบวัดความรู้ก่อนทำการทดลอง 2) อธิบายหลักการ วิธีการใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ หลอดทดลอง หลอดหยดสาร กรวยกรอง เตาให้ความร้อน ตู้ดูดไอสารเคมี ชุดกรองแบบลดความดัน เครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน วิธีการใช้สารเคมีที่เป็น กรด เบส เข้มข้น 3) แยกสารด้วยวิธีการที่แตกต่างกันได้ 4 วิธี ได้แก่ การกรองแบบธรรมดา การกรองแบบสุญญากาศ การแยกด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง และการรินสารละลายออกจากตะกอน 4) การทำรายงานและส่งผลการทดลอง	นักศึกษาเข้าใจและมีทักษะการแยกของแข็งและของเหลวด้วยเทคนิคต่าง ๆ คือ 1) การกรองแบบธรรมดา 2) การกรองแบบสุญญากาศ 3) การแยกด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน 4) การแยกโดยการรินสารละลายออกจากตะกอน
สัปดาห์ที่ 5 **บทปฏิบัติการที่ 3** ปริมาณสารสัมพันธ์	1) สอบวัดความรู้ก่อนทำการทดลอง 2) อธิบายหลักการใช้ตู้อบลมร้อน 3) นักศึกษาเตรียมและทำนายสารผลิตภัณฑ์จากสารตั้งต้นได้ 4) การทำรายงานและส่งผลการทดลอง	1) เพื่อศึกษาปริมาณสารสัมพันธ์ของปฏิกิริยาเคมี 2) เพื่อศึกษาการเตรียมและการทำนายสารผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสารตั้งต้นที่กำหนดให้ 3) เพื่อหา % ของผลผลิต
สัปดาห์ที่ 6 **บทปฏิบัติการที่ 4** การหา MW ของสารโดยการลดลงของจุดเยือกแข็ง	1) สอบวัดความรู้ก่อนทำการทดลอง 2) อธิบายวิธีการใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องชั่งน้ำหนัก ฯลฯ 3) นักศึกษาหาน้ำหนักโมเลกุลจากการลดลงของจุดเยือกแข็ง 4) การทำรายงานและส่งผลการทดลอง	1) เพื่อศึกษาสมบัติคอลลิเกทีฟของสารละลายโดยใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย 2) เพื่อหาค่าคงที่การลดลงของจุดเยือกแข็งของน้ำ
สัปดาห์ที่ 7 **บทปฏิบัติการที่ 5** เทอร์โมเคมี	1) สอบวัดความรู้ก่อนทำการทดลอง 2) อธิบายหลักการ วิธีการใช้แคลอรีมิเตอร์ 3) นักศึกษาทดลองหาความร้อนของการละลายของสาร โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบความดันคงที่ 4) การทำรายงานและส่งผลการทดลอง	เพื่อหาความร้อนของการละลายของสารเคมีโดยใช้แคลอรีมิเตอร์

ที่มา : ณัฐธิดา รักกะเปา, 2566

หมายเหตุ : รายละเอียดรายวิชาและรายงานผลการดำเนินงาน รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ	รายละเอียดกิจกรรม/แผน	วัตุประสงค์ของการเรียนปฏิบัติการ
สัปดาห์ที่ 8 **บทปฏิบัติการที่ 6** ปฏิกิริยานาฬิกา	1) สอบวัดความรู้ก่อนทำการทดลอง 2) อธิบายหลักการทางทฤษฎี ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี 3) นักศึกษาฝึกทักษะการใช้ปิเปตต์ ในการเตรียมสารละลาย 4) การทำรายงานและส่งผลการทดลอง	1) เพื่อศึกษาจลนเคมี จากปฏิกิริยาระหว่าง ไอโอไดด์ ไอออน กับโบรเมตไอออน 2) เพื่อหาอันดับปฏิกิริยา และค่าคงที่ของอัตรา 3) เพื่อศึกษา ผลของอุณหภูมิที่มีต่อ อัตราการเกิดปฏิกิริยา
สัปดาห์ที่ 9 **บทปฏิบัติการที่ 7** สมดุลเคมี	1) สอบวัดความรู้ก่อนทำการทดลอง 2) อธิบายหลักการของการเกิดสมดุลเคมี 3) อธิบายวิธีการใช้สารเคมี และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เช่น การใช้ กรด- เบส เข้มข้น ในตู้ดูดไอสารเคมี 4) การทำรายงานและส่งผลการทดลอง	1) เพื่อศึกษา การเปลี่ยนแปลงทิศทาง ของสภาพสมดุล โดยผลของไอออนร่วม 2) เพื่อศึกษาสมดุลเคมี ของอินดิเคเตอร์ เมื่ออยู่ในสารละลาย บัฟเฟอร์ 3) เพื่อศึกษา การเปลี่ยนทิศทาง ของสภาพสมดุล โดยผลของความเข้มข้น และอุณหภูมิ
สัปดาห์ที่ 10 **บทปฏิบัติการที่ 8** ไฟฟ้าเคมี	1) การวัดความรู้ก่อนทำการทดลอง 2) อธิบายการใช้เครื่องแปลงไฟฟ้า มัลติมิเตอร์ ผลของการเปลี่ยนแปลงของโลหะ จากเซลล์กัลป์วานิค และเซลล์อิเล็คโตรไลท์ 3) นักศึกษาฝึกทักษะการอ่านค่ามัลติมิเตอร์ 4) การทำรายงานและส่งผลการทดลอง	1) เพื่อศึกษาการทำงาน ของเซลล์กัลป์วานิค ในการผลิตกระแสไฟฟ้า 2) เพื่อศึกษา ผลของความเข้มข้น ที่มีต่อศักย์ไฟฟ้า ที่ขั้วไฟฟ้าของครึ่งเซลล์ ในเซลล์กัลป์วานิค 3) เพื่อศึกษา กระบวนการและประโยชน์ ของอิเล็กโตรลิซิส

ที่มา : ณัฐธิดา รักกะเปา, 2566

หมายเหตุ : รายละเอียดรายวิชาและรายงานผลการดำเนินงาน รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

บทปฏิบัติการ	รายละเอียดกิจกรรม/แผน	วัตุประสงค์ของการเรียนปฏิบัติการ
สัปดาห์ที่ 11 **บทปฏิบัติการที่ 9** การหาค่า pH ของสารละลาย และหาปริมาณกรด ด้วยการไทเทรต	1) การวัดความรู้ก่อนทำการทดลอง 2) อธิบายหลักการไทเทรต และการใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter) และการอ่านค่า pH จาก Universal indicator 3) นักศึกษาฝึกทักษะการไทเทรตสารเคมี การเตรียมสารเคมีด้วยขวดวัดปริมาตร การใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) และ Universal indicator 4) การทำรายงานและส่งผลการทดลอง	1) เพื่อศึกษาการเตรียมสารละลายกรดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 2) เพื่อศึกษาการวัดค่า pH ของสารละลายด้วยวิธีการต่าง ๆ 3) เพื่อศึกษาการหาปริมาณกรดด้วยการไทเทรต
สัปดาห์ที่ 12 **บทปฏิบัติการที่ 10** สารละลายบัฟเฟอร์	1) การวัดความรู้ก่อนทำการทดลอง 2) อธิบายวิธีการเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ 3) นักศึกษาฝึกทักษะการไทเทรตสารเคมี และการใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) 4) การทำรายงานและส่งผลการทดลอง	1) เพื่อเรียนรู้การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์ 2) เพื่อคำนวณค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ได้ 3) เพื่อหาค่าความสามารถการต้านการเปลี่ยนแปลงของบัฟเฟอร์ที่มีสัดส่วนขององค์ประกอบต่างกัน
สัปดาห์ที่ 13 ทบทวนบทเรียน และคืนอุปกรณ์	1) ทบทวนบทเรียนสรุปสาระสำคัญของแต่ละบทปฏิบัติการ 2) นักศึกษาคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่ม	1) นักศึกษาได้ทบทวนสาระสำคัญของทุกบทปฏิบัติการ 2) นักศึกษาคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ครบถ้วน
สัปดาห์ที่ 14 การสอบปฏิบัติการไทเทรต	นักศึกษาเข้าสอบปฏิบัติการวัดความรู้ด้วยวิธีการไทเทรตหาความเข้มข้นของสารเคมี เป็นรายบุคคล	นักศึกษาสามารถสอบปฏิบัติการได้ตรงตามวัตถุประสงค์
สัปดาห์ที่ 15 กำจัดของเสียห้องปฏิบัติการ	นักศึกษาช่วยกันทำความสะอาดห้องปฏิบัติการเคมี และเคลื่อนย้ายของเสียไปยังอาคารจัดการสารเคมี	นักศึกษาช่วยกันทำความสะอาดห้องปฏิบัติการเคมี และช่วยกันเคลื่อนย้ายของเสีย ไปยังอาคารจัดการสารเคมี ได้ตรงตามวัตถุประสงค์ด้วยความปลอดภัย

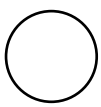
ที่มา : ณัฐธิดา รักกะเปา, 2566

หมายเหตุ : รายละเอียดรายวิชาและรายงานผลการดำเนินงาน รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

สำหรับการให้บริการบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มีรายละเอียดทั้งสิ้น 10 บทปฏิบัติการ และมีการจัดสอบปฏิบัติการไทเทรต อีก 1 ปฏิบัติการ โดยรายละเอียดในเรื่องของการเตรียมบทปฏิบัติการทั้งหมดนี้ มีขั้นตอนการปฏิบัติงานในแนวทางเดียวกันทุกบทปฏิบัติการ มีการแบ่งขั้นตอนการปฏิบัติงานเป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ 1) ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนให้บริการบทปฏิบัติการ 2) ขั้นตอนการให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ และ 3) ขั้นตอนการสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ และในแต่ละขั้นตอนหลัก จะประกอบไปด้วยกระบวนการปฏิบัติงานย่อย เพื่อให้ได้มาซึ่งผลการปฏิบัติงาน ทั้งนี้ เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้องในการให้บริการบทปฏิบัติการ หรือผู้ที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติหน้าที่ทดแทนสำหรับการให้บริการบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สามารถเข้าใจและปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง ลดการเกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเป้าหมายของหน่วยงาน ผู้เขียน จึงได้เขียนเทคนิคการปฏิบัติงานหลักทั้ง 3 ขั้นตอน โดยการนำสัญลักษณ์การเขียนแผนผังการปฏิบัติงาน (Flow Chart) (ตารางที่ 4-4) (ชลนัย นิงสานนท์ และคณะ, ม.ป.ป.) มาใช้ในการเขียนขั้นตอนการปฏิบัติงาน โดยได้มีการแสดงแผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานหลักทั้ง 3 ขั้นตอน (Flow Chart) (ภาพที่ 4-1) และได้แสดงแผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงานย่อย ของแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงานหลักทั้ง 3 ขั้นตอนไว้ด้วย (ตารางที่ 4-5)

ตารางที่ 4-4 สัญลักษณ์การเขียนแผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	ความหมาย
	จุดเริ่มต้น/จุดสิ้นสุด	แสดงจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของขั้นตอนการปฏิบัติงาน
	การรับข้อมูลและการแสดงผลข้อมูล	ใช้เป็นสัญลักษณ์แสดงผลและการรับข้อมูล
	การปฏิบัติงาน/กิจกรรม	ใช้เป็นสัญลักษณ์แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน
	การตัดสินใจ	ใช้เป็นสัญลักษณ์แสดงขั้นตอนการตัดสินใจเลือก
	ลูกศร	ใช้เป็นสัญลักษณ์แสดงทิศทางและการไหลของขั้นตอนการปฏิบัติงาน
	เอกสาร	ใช้เป็นสัญลักษณ์แสดงข้อมูลเอกสาร
	จุดเชื่อมต่อ	ใช้เป็นสัญลักษณ์แสดงการเชื่อมต่อไปยังขั้นตอนต่าง ๆ กรณีเขียนแผนผังการปฏิบัติงานไม่จบในหน้าเดียว

ที่มา : ชลนัย นิงสานนท์ และคณะ, ม.ป.ป.

4.2.1 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ

1) การรับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

2) การตรวจสอบ วัน เวลา ที่ต้องให้บริการบทปฏิบัติการ ตาม มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

3) การตรวจสอบจำนวนและรายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการและจัดทำใบลงลายมือชื่อนักศึกษา

4) การสำรวจรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ

5) การประเมินค่าใช้จ่ายเพื่อขออนุมัติงบประมาณ จัดซื้อจัดจ้าง วัสดุ และวัตถุดิบที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ

6) ดำเนินการจัดซื้อรายการวัสดุและวัตถุดิบที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ

7) การสำรวจรายการสารเคมีและอุปกรณ์ที่ต้องสั่งซื้อเพิ่มเติม

8) การจัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องแก้วประจำกลุ่ม สำหรับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการ

9) การเตรียมห้องปฏิบัติการเคมี ตามแนวทางห้องปฏิบัติการปลอดภัย

2. ขั้นตอนการให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ

1) การจัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามคู่มือบทปฏิบัติการ ให้ครบถ้วนและเพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา

2) การทดสอบครุภัณฑ์ และทดสอบบทปฏิบัติการ ก่อนมีการให้บริการบทปฏิบัติการในวันที่มีการเรียนการสอนจริง ทุกบทปฏิบัติการ

3) การเตรียมใบลงลายมือชื่อ และกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้วประจำกลุ่มของนักศึกษา

4) การแจกเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ให้นักศึกษาได้ใช้งานตลอดทั้งภาคการศึกษาจนเสร็จสิ้นบทปฏิบัติการสุดท้าย

5) การจัดสอบก่อนเรียนแต่ละบทปฏิบัติการให้กับนักศึกษา

6) การตรวจสอบการลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา

7) การให้นักศึกษา เบิก-ยืม วัสดุ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้เพิ่มเติมในแต่ละบทปฏิบัติการนอกเหนือจากเครื่องแก้วประจำกลุ่ม

8) การให้บริการเป็นผู้ช่วยคุมปฏิบัติการ ให้คำแนะนำ และตอบข้อซักถามของนักศึกษาตามความเหมาะสม

9) การให้คำแนะนำ แก่นักศึกษาในการแยกของเสียที่เกิดจากการทดลอง รวมทั้งสารเคมี วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ใช้แล้ว ในห้องปฏิบัติการเคมี

10) การบันทึกรายละเอียด กรณีมีวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ชำรุด/สูญหายในขณะที่เรียนปฏิบัติการ

11) การบันทึกรายการอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี กรณีที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น ในขณะที่เรียนปฏิบัติการ

12) การบันทึกปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากการเรียนปฏิบัติการในแต่ละบทปฏิบัติการ

13) การจัดเก็บ วัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ หลังการใช้งาน พร้อมทั้งทำความสะอาดให้เรียบร้อย

14) การรับคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่ม หลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอนปฏิบัติการบทสุดท้าย

15) การแจ้งนักศึกษาให้ประเมินความพึงพอใจแบบออนไลน์ ในการให้บริการบทปฏิบัติการ

16) การเตรียมห้องสอบปฏิบัติการและเตรียมวัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับสอบปฏิบัติการ และการเป็นกรรมการคุมสอบปฏิบัติการไทเทรต

17) การจัดทำความสะอาดครั้งใหญ่ (Big Cleaning) ห้องปฏิบัติการเคมี และรวบรวมของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในทุกบทปฏิบัติการ รวมทั้ง ของเสียที่เกิดขึ้นจากการสอบปฏิบัติการไทเทรต ส่งเข้าอาคารจัดการสารเคมี เพื่อดำเนินการจัดการตามระบบการจัดการของเสียของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ต่อไป

3. ขั้นตอนการสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ

1) การสรุปผลการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา ตามใบลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการ

2) การสรุปรายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่ชำรุด/สูญหาย

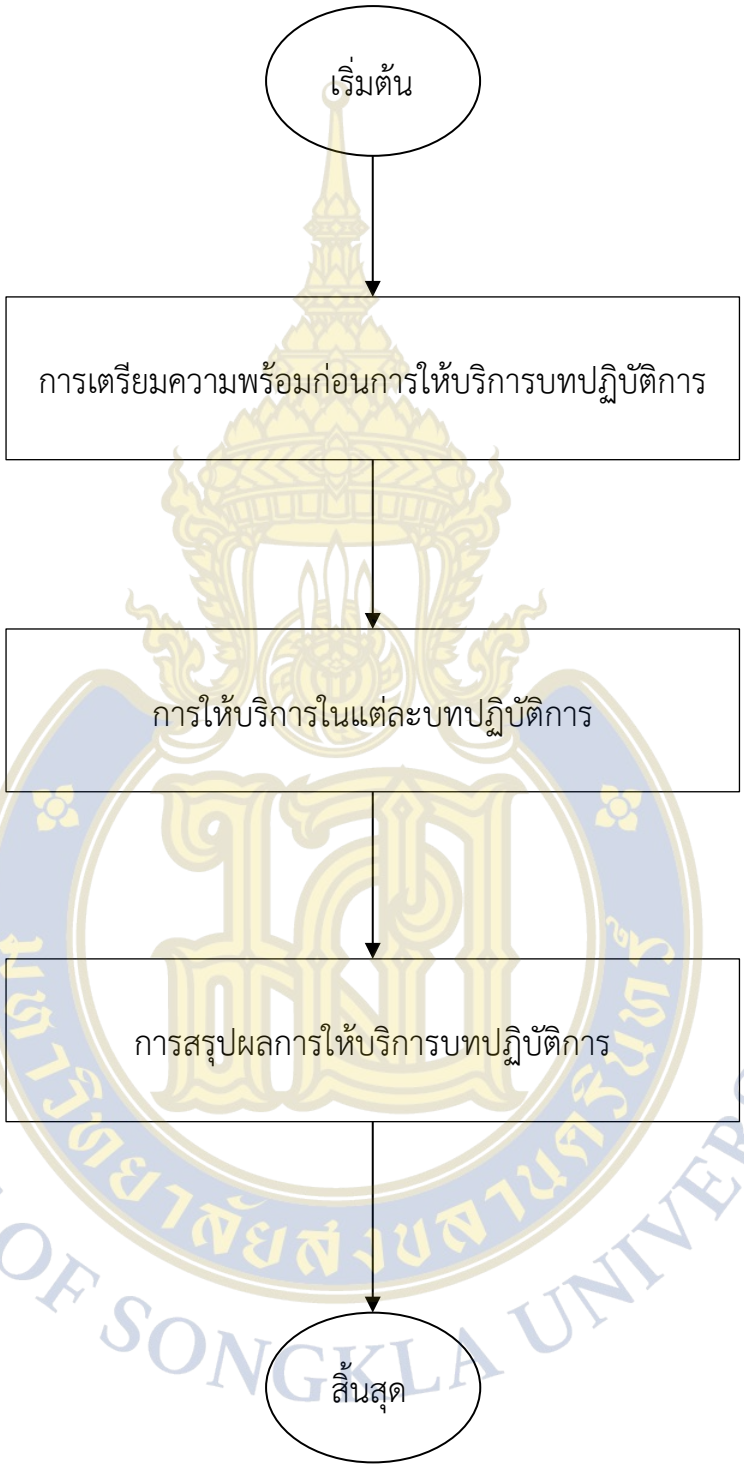
3) การสรุปจำนวนอุบัติเหตุ ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี

4) การสรุปปัญหาและอุปสรรค ในการให้บริการบทปฏิบัติการ

5) การสรุปผลการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการจากทั้งนักศึกษาและอาจารย์ พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปใช้ในการพิจารณา ปรับปรุงและพัฒนา การให้บริการบทปฏิบัติการ ในภาคการศึกษาต่อไป

ทั้งนี้ ผู้เขียนคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ ได้เขียนรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานในรูปแบบแผนผังการปฏิบัติงาน (Flow Chart) ทั้งในส่วนของแผนผังการปฏิบัติงานของขั้นตอนหลัก (ภาพที่ 4-1) และแผนผังรายละเอียดการปฏิบัติงานของขั้นตอนหลักทั้ง 3 ขั้นตอน (ตารางที่ 4-5) ไว้แล้วในคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY



ภาพที่ 4-1 ขั้นตอนการปฏิบัติงานหลักคู่มือการปฏิบัติงาน
การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-5 แผนผังรายละเอียดการปฏิบัติงานของขั้นตอนหลักทั้ง 3 ขั้นตอน (Work Flow)

แผนผังกระบวนการ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม ข้อมูลอ้างอิง
จุดเริ่มต้น	**ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ**			
การรับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ	รับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ จากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ ก่อนเปิด ภาคการศึกษา	1) มคอ.3 2) คู่มือบทปฏิบัติการ
การตรวจสอบ วัน เวลา ที่ต้องให้บริการบทปฏิบัติการ ตาม มคอ.3 **แก้ไข**	ตรวจสอบวัน เวลา ที่ต้องให้บริการ บทปฏิบัติการ ตาม มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ หากตรงกับวันหยุด ให้แจ้งอาจารย์ผู้ประสานงาน เพื่อเปลี่ยนแปลงไม่ให้ตรงกับวันหยุด	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ ก่อนเปิด ภาคการศึกษา	1) มคอ.3 2) ปฏิทินการศึกษา วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
ถูกต้อง การตรวจสอบจำนวนและรายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน	ตรวจสอบจำนวน และรายชื่อนักศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 937-012 และจัดทำรายชื่อนักศึกษา	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ ก่อนเปิด ภาคการศึกษา	1) รายชื่อนักศึกษาทางเวปไซต์ https://sis.psu.ac.th/ 2) แบบฟอร์มใบลงลายมือชื่อนักศึกษา
1				

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

แผนผังกระบวนการ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม ข้อมูลอ้างอิง
1				
การสำรวจรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ	สำรวจรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ ตลอดทั้งภาคการศึกษา	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ ก่อนเปิด ภาคการศึกษา	คู่มือบทปฏิบัติการ
การประเมินค่าใช้จ่าย เพื่อขออนุมัติงบประมาณ จัดซื้อจัดจ้าง วัสดุ และวัตถุดิบ	จัดทำข้อมูลแสดงความต้องการ ใช้งบประมาณ สำหรับจัดซื้อวัสดุและวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ ตลอดภาคการศึกษา	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ ก่อนเปิด ภาคการศึกษา	แบบฟอร์มความต้องการ ใช้งบประมาณสำหรับวัสดุและวัตถุดิบ
การจัดซื้อ รายการวัสดุ และวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ แก้ไข ถูกต้อง	ทำคำขออนุมัติจัดซื้อ และแต่งตั้งคณะกรรมการจัดซื้อ พร้อมทั้งกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ รวมทั้งใบเสนอราคา และแหล่งที่มาของราคากลาง เมื่อได้รับการอนุมัติ ให้ดำเนินการจัดซื้อได้ตามคำขออนุมัติ	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ตลอดภาคการศึกษา ที่มี การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	1) ใบขออนุมัติจัดซื้อ และแต่งตั้งคณะกรรมการจัดซื้อ 2) รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ ของวัสดุ 3) ใบเสนอราคา/ แหล่งที่มาของราคากลาง
2				

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

แผนผังกระบวนการ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม ข้อมูลอ้างอิง
2				
การสำรวจรายการสารเคมี และอุปกรณ์ที่ต้องสั่งซื้อเพิ่มเติม	สำรวจรายการสารเคมี และอุปกรณ์ ที่ขาดแคลน ไม่มี หรือคาดว่าไม่เพียงพอ สำหรับการให้บริการบทปฏิบัติการ และจัดส่งรายการสารเคมีที่ต้องจัดซื้อ ไปยังเจ้าหน้าที่จัดซื้อสารเคมี	นักวิทยาศาสตร์ เคมี เจ้าหน้าที่ จัดซื้อสารเคมี	ไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ ก่อนเปิด ภาคการศึกษา	1) คู่มือบทปฏิบัติการ 2) แบบฟอร์มการสั่งสารเคมี 3) แบบฟอร์มใบเบิกวัสดุ
การจัดเตรียมอุปกรณ์ และเครื่องแก้วประจำกลุ่ม สำหรับนักศึกษาที่ลงทะเบียน	จัดอุปกรณ์และเครื่องแก้วประจำกลุ่ม เตรียมใส่ตะกร้าพลาสติก พร้อมทั้งจัดทำ แบบฟอร์มการรับเครื่องแก้วประจำกลุ่ม	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์ ก่อนเปิด ภาคการศึกษา	แบบฟอร์ม การรับเครื่องแก้วประจำกลุ่ม สำหรับรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน
การเตรียมห้องปฏิบัติการเคมี ตามแนวทางห้องปฏิบัติการปลอดภัย	จัดเตรียมห้องปฏิบัติการ ให้มีความเหมาะสม สำหรับการเรียนการสอนปฏิบัติการ ตามหลักเกณฑ์ห้องปฏิบัติการปลอดภัย	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ไม่น้อยกว่า 3 สัปดาห์ ก่อนเปิด ภาคการศึกษา	ความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ
3				

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

แผนผังกระบวนการ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม ข้อมูลอ้างอิง
3	**ขั้นตอนที่ 2 การให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ**			
การจัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์อื่น ๆ	จัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ในแต่ละบทปฏิบัติการ ตามตารางการเรียนการสอน ที่ได้ระบุไว้ใน มคอ.3	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ตลอดภาคการศึกษา ที่มี การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	1) มคอ.3 2) คู่มือบทปฏิบัติการ
การทดสอบครุภัณฑ์ และทดสอบบทปฏิบัติการ	ทำการทดสอบครุภัณฑ์ที่ต้องใช้ ล่วงหน้าอย่างน้อย 1-3 วัน และทดสอบบทปฏิบัติการ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพสารเคมี ให้เป็นไปตามการทดลอง	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ตลอดภาคการศึกษา ที่มี การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	1) คู่มือบทปฏิบัติการ 2) วิธีการทดลองตามคู่มือบทปฏิบัติการ 3) วิธีการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์
การเตรียมใบลงลายมือชื่อ และกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้วประจำกลุ่ม	นำใบลงลายมือชื่อ พร้อมทั้งกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้ว มาจัดเตรียมไว้ที่จุดลงลายมือชื่อ และจุดรับกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้ว ทุกครั้งที่มีการเรียนปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ตลอดภาคการศึกษา ที่มี การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	ใบลงลายมือชื่อนักศึกษา ที่เรียนปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน
4				

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

แผนผังกระบวนการ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม ข้อมูลอ้างอิง
4				
การแจกเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ให้นักศึกษาใช้งานตลอดภาคการศึกษา	นำเครื่องแก้วประจำกลุ่มที่จัดเตรียมไว้ มาแจกให้นักศึกษาในคาบแรก ของการเรียนปฏิบัติการ ให้นักศึกษาตรวจเช็คเครื่องแก้ว ลงในแบบฟอร์ม และนำแบบฟอร์มส่งคืน ให้กับนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	สัปดาห์แรก ของ การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	แบบฟอร์มการรับเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ประจำกลุ่ม
การจัดสอบก่อนเรียน แต่ละบทปฏิบัติการ	แจกข้อสอบก่อนเรียน เมื่อถึงเวลาเรียนปฏิบัติการ และให้เวลาในการทำข้อสอบ ประมาณ 5-10 นาที	นักวิทยาศาสตร์ เคมี อาจารย์ผู้สอน	ตลอดภาคการศึกษา ที่มี การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	ข้อสอบก่อนเรียนปฏิบัติการ ที่ได้รับจากอาจารย์ผู้สอน
การตรวจสอบการลงลายมือชื่อ การเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา	ตรวจสอบการลงลายมือชื่อ การเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา หลังจากเวลาผ่านไป 30 นาที	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ตลอดภาคการศึกษา ที่มี การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	ใบลงลายมือชื่อนักศึกษา ที่เรียนปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน และจำนวนข้อสอบก่อนเรียน ที่นักศึกษานำมาส่ง
5				

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

แผนผังกระบวนการ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม ข้อมูลอ้างอิง
5				
การให้นักศึกษา เบิก-ยืม วัสดุ อุปกรณ์ ที่ต้องใช้เพิ่มเติม นอกเหนือจากเครื่องแก้วประจำกลุ่ม	จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ ที่ต้องใช้เพิ่มเติม นอกเหนือจากเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ในแต่ละบทปฏิบัติการ นับจำนวนก่อนแจก และจำนวนที่รับคืนต้องตรงกัน	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ตลอดภาคการศึกษา ที่มี การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	1) คู่มือบทปฏิบัติการ 2) รายการวัสดุ อุปกรณ์ที่แจกเพิ่ม ประจำกลุ่ม ในแต่ละบทปฏิบัติการ
การให้บริการเป็นผู้ช่วยคุมปฏิบัติการ	ช่วยคุมปฏิบัติการทุกบทปฏิบัติการ ช่วยสอน สาธิต การใช้อุปกรณ์ วัสดุ ครุภัณฑ์ และเทคนิคต่าง ๆ ให้คำแนะนำตามความเหมาะสม	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ตลอดภาคการศึกษา ที่มี การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	คู่มือบทปฏิบัติการ
การให้คำแนะนำในการแยกของเสีย ที่เกิดจากการทดลอง รวมทั้ง สารเคมี วัสดุ หรืออุปกรณ์ ที่ใช้แล้วในห้องปฏิบัติการ	ให้คำแนะนำแก่นักศึกษา ในการแยกของเสีย สารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ ที่ใช้แล้ว ที่เป็นของเสียที่เกิดจากการทดลอง โดยให้แยกและทิ้งของเสีย ลงในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ให้	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ตลอดภาคการศึกษา ที่มี การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	คู่มือบทปฏิบัติการ
6				

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

แผนผังกระบวนการ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม ข้อมูลอ้างอิง
6				
การบันทึกรายละเอียด กรณีมีวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ ชำรุด/สูญหาย ในขณะที่เรียนปฏิบัติการ	กรณีมีนักศึกษาทำวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ ชำรุด/สูญหาย ให้เขียนบันทึกลงในแบบฟอร์ม และแจ้งนักศึกษาทราบทุกครั้ง	นักวิทยาศาสตร์เคมี	ตลอดภาคการศึกษาที่มีการเรียนการสอนปฏิบัติการ	แบบฟอร์มการรับเครื่องแก้วและอุปกรณ์ประจำกลุ่ม
การบันทึกรายการอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี ในขณะที่เรียนปฏิบัติการ	กรณีมีอุบัติเหตุเกิดในห้องปฏิบัติการ ให้บันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์ม พร้อมทั้งช่วยปฐมพยาบาลเบื้องต้น และให้ประเมินสถานการณ์ หากเกินความสามารถ ให้ส่งต่อห้องพยาบาลของมหาวิทยาลัย	นักวิทยาศาสตร์เคมี	ตลอดภาคการศึกษาที่มีการเรียนการสอนปฏิบัติการ	แบบฟอร์มบันทึกรายงานอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี
การบันทึกปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากการเรียนปฏิบัติการในแต่ละบทปฏิบัติการ	บันทึก ชนิดและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละบทปฏิบัติการลงในแบบฟอร์ม	นักวิทยาศาสตร์เคมี	ตลอดภาคการศึกษาที่มีการเรียนการสอนปฏิบัติการ	แบบฟอร์มบันทึกปริมาณของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี
7				

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

แผนผังกระบวนการ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม ข้อมูลอ้างอิง
7				
การจัดเก็บ วัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์ และอุปกรณ์อื่น ๆ หลังการใช้งาน พร้อมทำความสะอาดให้เรียบร้อย	หลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอน ต้องทำความสะอาดวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ พร้อมจัดเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย สารเคมีที่เหลือ หากยังใช้ต่อได้ ให้เก็บไว้ใช้งานต่อไป หากใช้ต่อไม่ได้ ให้แยกเป็นของเสีย	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ตลอดภาคการศึกษา ที่มี การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	ความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการเคมี พร้อมใช้งาน สำหรับการเรียนปฏิบัติการ ในวิชาต่อไป
การรับคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่ม หลังสิ้นสุดการเรียนการสอน ปฏิบัติการบทสุดท้าย	รับคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่ม หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอน ทุกบทปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว หากนักศึกษาคืนไม่ครบ ให้บันทึกลงในแบบฟอร์ม แล้วแจ้งนักศึกษาให้จัดหาวัสดุนั้น มาคืนให้ครบตามรายการ ขนาด และชนิด เดียวกัน	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	สัปดาห์สุดท้าย ของ การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	แบบฟอร์มการรับเครื่องแก้ว และอุปกรณ์ประจำกลุ่ม
8				

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

แผนผังกระบวนการ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม ข้อมูลอ้างอิง
8				
การแจ้งให้นักศึกษาประเมินความพึงพอใจ แบบออนไลน์	แจ้งลิงค์การประเมินให้กับนักศึกษา เพื่อทำการประเมินความพึงพอใจ ในการรับบริการบทปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	สัปดาห์สุดท้าย ของ การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	ลิงค์การประเมินความพึงพอใจ ออนไลน์
การเตรียมห้องสอบปฏิบัติการ และเตรียมวัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับสอบปฏิบัติการ และเป็นกรรมการคุมสอบปฏิบัติการไทเทรต	เตรียมห้องสอบปฏิบัติการไทเทรต สอบถามไปยังอาจารย์ผู้ประสานงาน ถึงจำนวนคณะกรรมการคุมสอบ แล้วจัดเตรียมชุดอุปกรณ์การสอบ ให้สอดคล้องกับจำนวนคณะกรรมการ โดยกำหนดให้ กรรมการ 1 คน ต่อนักศึกษา 2 คน	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	สัปดาห์ที่ 14 ของ การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	คู่มือบทปฏิบัติการ
การจัดทำความสะอาดห้องปฏิบัติการเคมี และรวบรวมของเสียที่เกิดขึ้น ส่งเข้าอาคารจัดการสารเคมี	ควบคุมนักศึกษาให้ทำความสะอาด ห้องปฏิบัติการ และช่วยกันเคลื่อนย้ายของเสีย ไปยังอาคารจัดการสารเคมี	นักวิทยาศาสตร์ เคมี นักศึกษา	สัปดาห์สุดท้าย ของ การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	แบบฟอร์มบันทึก ปริมาณของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี
9				

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

แผนผังกระบวนการ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม ข้อมูลอ้างอิง
9	**ขั้นตอนที่ 3 การสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ**			
การสรุปการเข้าเรียนปฏิบัติการ ตามใบลงลายมือชื่อการเข้าเรียน	สรุปการเข้าเรียนตามใบลงลายมือชื่อ ลงในแบบฟอร์ม แล้วรายงาน ไปยัง อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ไม่เกิน 1 สัปดาห์ หลังเสร็จสิ้น การเรียนการสอน สัปดาห์สุดท้าย	แบบฟอร์มสรุปการเข้าเรียนปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน
การสรุปรายการวัสดุ อุปกรณ์ ชำรุด/สูญหาย	สรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์ ที่นักศึกษาทำให้ชำรุด/สูญหาย แล้วแจ้งไปยังอาจารย์ผู้ประสานงาน เพื่อแจ้งนักศึกษาให้จัดหาวัสดุ อุปกรณ์ มาคืนห้องปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	สัปดาห์สุดท้าย ของ การเรียนการสอน ปฏิบัติการ	แบบฟอร์มสรุปรายละเอียด การทำวัสดุและอุปกรณ์ ชำรุด/สูญหาย
การสรุปจำนวนอุบัติเหตุ ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี	สรุปจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ตลอดทั้งภาคการศึกษา เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการป้องกัน และระมัดระวัง ไม่ให้เกิดซ้ำ	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ไม่เกิน 1-2 สัปดาห์ หลังเสร็จสิ้น การเรียนการสอน สัปดาห์สุดท้าย	แบบฟอร์มสรุปรายละเอียด จำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น
10				

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

แผนผังกระบวนการ	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร/แบบฟอร์ม ข้อมูลอ้างอิง
10				
การสรุปปัญหาและอุปสรรค ในการให้บริการบทปฏิบัติการ	สรุปปัญหาและอุปสรรค ในการให้บริการบทปฏิบัติการ ในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น พร้อมแนวทางแก้ไขหรือข้อเสนอแนะ เพื่อลดปัญหาการให้บริการ ในภาคการศึกษาต่อไป	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ไม่เกิน 1-2 สัปดาห์ หลังเสร็จสิ้น การเรียนการสอน สัปดาห์สุดท้าย	แบบฟอร์มสรุปปัญหาและอุปสรรค พร้อมข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข
การสรุปผลการประเมินความพึงพอใจ ในการให้บริการบทปฏิบัติการ พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปใช้ในการพิจารณาปรับปรุงและพัฒนา การให้บริการบทปฏิบัติการ ในภาคการศึกษาต่อไป	ขอผลการประเมินความพึงพอใจ ในการให้บริการบทปฏิบัติการ จากเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลงานประกันคุณภาพ ของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ และนำผลการประเมิน มาสรุปในภาพรวม พร้อมจัดทำข้อเสนอแนะและแนวทาง ในการปรับปรุงการให้บริการ ในภาคการศึกษาต่อไป	นักวิทยาศาสตร์ เคมี	ไม่เกิน 1-2 สัปดาห์ หลังเสร็จสิ้น การเรียนการสอน สัปดาห์สุดท้าย	ผลการประเมินความพึงพอใจ ข้อเสนอแนะ และแนวทางแก้ไข
สิ้นสุด				

4.2.1 รายละเอียดของการปฏิบัติงาน

จากขั้นตอนการปฏิบัติตามคู่มือปฏิบัติงาน เรื่อง การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ประกอบด้วยการปฏิบัติงานภายใต้ขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนการเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ 2) ขั้นตอนการให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ และ 3) ขั้นตอนการสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ (ภาพที่4-1) ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดการปฏิบัติงาน ตามขั้นตอนหลักทั้ง 3 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดของการดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ พร้อมทั้งเอกสารที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานตามคู่มือเล่มนี้ รวมทั้ง การแทรกเอกสารประกอบการนำเสนอไว้ในคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ด้วย รายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ

1) การรับ มคอ. 3 และคู่มือบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

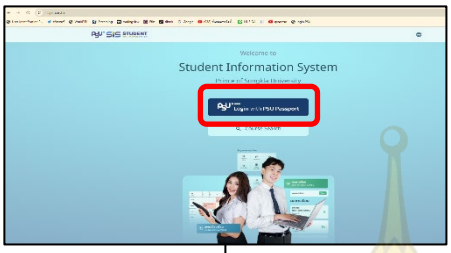
เมื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ได้รับมอบหมายในการให้บริการบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐานแล้ว ต้องดำเนินการจัดตารางสอน โดยลงเวลาการเรียนรายวิชาปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการเคมี ประกอบด้วย จำนวนกลุ่มเรียนที่เปิด วันและเวลาที่เรียน จำนวนนักศึกษา ห้องปฏิบัติการ รายชื่อนักวิทยาศาสตร์ รวมถึง รายชื่ออาจารย์ผู้สอน ล่วงหน้าอย่างน้อย 2 เดือน และประสานไปยังอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา เพื่อขอรับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ เพื่อรับทราบและดำเนินการเตรียมความพร้อมที่จะเปิดให้บริการรายวิชาปฏิบัติการและรายละเอียดรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ตาม มคอ.3 ล่วงหน้า อย่างน้อย 2 สัปดาห์ก่อนเปิดภาคการศึกษา

2) การตรวจสอบ วัน เวลา ที่ต้องให้บริการบทปฏิบัติการ ตาม มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

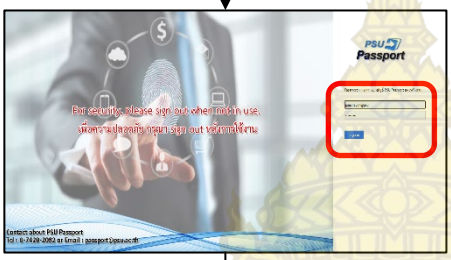
เมื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ได้รับ มคอ.3 จากอาจารย์ผู้ประสานงานเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการตรวจสอบวันและเวลาเรียน ตามที่ระบุใน มคอ.3 ไม่ให้ตรงกับวันหยุดราชการ ทั้งนี้ หากพบว่าเวลาเรียนที่ระบุไว้ใน มอค.3 ตรงกับวันหยุดราชการ ให้รีบประสานงานกับอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา เพื่อแจ้งให้รับทราบ และวางแผนร่วมกันกับอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา เพื่อดำเนินการแก้ไข วันและเวลา ที่มีการเรียนการสอนปฏิบัติการ ไม่ให้ตรงกับวันหยุดราชการ

3) การตรวจสอบจำนวนและรายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการและจัดทำใบลงลายมือชื่อนักศึกษา

ก่อนเปิดภาคการศึกษาอย่างน้อย 2 สัปดาห์ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการตรวจสอบจำนวนและรายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน โดยค้นหาจากเว็ปไซต์ของงานทะเบียนและประมวลผลที่ “https://sis.psu.ac.th/” (ภาพที่ 4-2) และจัดทำใบลงลายมือชื่อนักศึกษาเข้าเรียนปฏิบัติการ (ภาพที่ 4-3) จัดแบ่งนักศึกษาเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 2-3 คน ไม่ให้เกิน 30 กลุ่ม และมีรายละเอียดหมายเลขตู้ปฏิบัติการ มีช่องลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการ ซึ่งใบลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการนี้ จัดทำการลงชื่อทุกบทปฏิบัติการให้อยู่ใน 1 ใบ เพื่อง่ายต่อการติดตามข้อมูลการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา

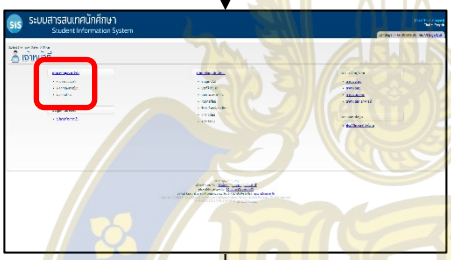


ขั้นตอนที่ 1
เข้าสู่เว็บไซต์ของงานทะเบียน
และประมวลผล ที่
https://sis.psu.ac.th/
แล้วกด Login with PSU Passport



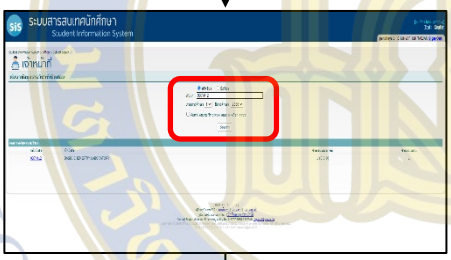
ขั้นตอนที่ 2

กรุณากรอกบัญชี PSU Passport
และรหัสผ่าน
แล้วกด Sing in

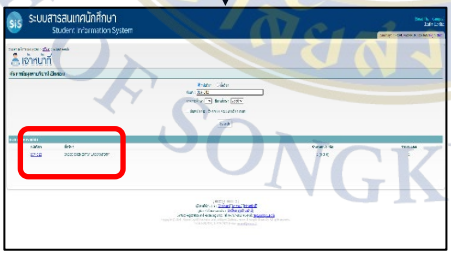


ขั้นตอนที่ 3

กดเข้าไปที่ช่อง
“ค้นหาข้อมูลรายวิชา”



ขั้นตอนที่ 4
กดเลือกที่ช่อง **“รหัสวิชา”**
พิมพ์ รหัสวิชา “937-012” ลงในช่องว่าง
กดเลือก**ภาคการศึกษา** และ**ปีการศึกษา**
แล้วกด Search



ขั้นตอนที่ 5

กดเลือกที่รหัสวิชา **937-012** ทางซ้ายมือ
จะปรากฏรายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียน

ภาพที่ 4-2 วิธีการตรวจสอบจำนวนและรายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนบทปฏิบัติการ
รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

ที่มา : ระบบสารสนเทศนักศึกษางานทะเบียนและประมวลผล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี, 2566

ใบลงลายมือชื่อการเข้าชั้นเรียน รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ภาคการศึกษา 1/2566 กลุ่มการเรียน (Section) 01

เวลาเรียน ทุกวัน พุธ เวลา 9.00 – 12.00 น. นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา (ระบุชื่อสาขา) **ชั้นปี 1 จำนวน** (ระบุจำนวน) **คน**

อาจารย์ผู้ประสานงาน (ระบุชื่ออาจารย์ผู้ประสานงาน) **อาจารย์ผู้สอน** (ระบุชื่ออาจารย์ผู้สอน)

กลุ่ม	ตู้	ลำดับ	รหัสนักศึกษา	ชื่อ-สกุล	สาขา	ลายมือชื่อการเข้าชั้นเรียน (สัปดาห์ที่)														
					สัปดาห์	W 1	W 2	W 3	W 4	W 5	W 6	W 7	W 8	W 9	W 10	W 11	W 12	W 13	W 14	W 15
					วันที่	28/6	5/7	12/7	19/7	26/7	9/8	16/8	23/8	29/8	6/9	13/9	20/9	27/9	4/10	11/10
					แลปที่	บทนำ 1	บทนำ 2	Lab 1	Lab 2	Lab 3	Lab 4	Lab 5	Lab 6	Lab 7	Lab 8	Lab 9	Lab 10	คืนของ	สอบ	Clean
1	B1	1	รหัสนักศึกษา 1	นักศึกษา 1	สาขา															
		2	รหัสนักศึกษา 2	นักศึกษา 2	สาขา															
2	B3	3	รหัสนักศึกษา 3	นักศึกษา 3	สาขา															
		4	รหัสนักศึกษา 4	นักศึกษา 4	สาขา															
3	B5	5	รหัสนักศึกษา 5	นักศึกษา 5	สาขา															
		6	รหัสนักศึกษา 6	นักศึกษา 6	สาขา															
4	B7	7	รหัสนักศึกษา 7	นักศึกษา 7	สาขา															
		8	รหัสนักศึกษา 8	นักศึกษา 8	สาขา															
5	B9	9	รหัสนักศึกษา 9	นักศึกษา 9	สาขา															
		10	รหัสนักศึกษา 10	นักศึกษา 10	สาขา															
6	B11	11	รหัสนักศึกษา 11	นักศึกษา 11	สาขา															
		12	รหัสนักศึกษา 12	นักศึกษา 12	สาขา															
7	B13	13	รหัสนักศึกษา 13	นักศึกษา 13	สาขา															
		14	รหัสนักศึกษา 14	นักศึกษา 14	สาขา															

ภาพที่ 4-3 ตัวอย่างการจัดทำใบลงลายมือชื่อนักศึกษาที่เรียนปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

4) การสำรวจรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ

หลังจากได้รับบทปฏิบัติการ จากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาและทราบจำนวนนักศึกษาที่เปิดรับแล้ว นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องจัดเตรียมรายละเอียดสำหรับข้อมูลรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในวิชาปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ทั้ง 10 บทปฏิบัติการ รวมทั้ง รายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรตในคาบสุดท้ายด้วย โดยต้องสำรวจให้ครบถ้วน เพียงพอและสอดคล้องกับการเรียนการสอนของนักศึกษาตลอดทั้งภาคการศึกษา การสำรวจรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในรายวิชาปฏิบัติการ ให้สำรวจจากคู่มือบทปฏิบัติการที่ได้รับจากอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา และนำมาคำนวณกับจำนวนนักศึกษาที่เรียนปฏิบัติการ สำหรับบทปฏิบัติการ 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ผู้เขียน ได้สำรวจรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในรายวิชาปฏิบัติการมาเรียบร้อยแล้ว ประกอบด้วย 1) รายการวัสดุทุกบทปฏิบัติการที่ต้องจัดเตรียมทั้งหมด (ตารางที่ 4-6) 2) รายการวัตถุดิบทุกบทปฏิบัติการที่ต้องจัดเตรียมทั้งหมด (ตารางที่ 4-7) 3) รายการสารเคมีที่ต้องจัดเตรียมทั้งหมดและความเป็นอันตราย (ตารางที่ 4-8) 4) รายการครุภัณฑ์ที่ต้องจัดเตรียมทั้งหมด (ตารางที่ 4-9) และ 5) รายการอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องจัดเตรียมทั้งหมด (ตารางที่ 4-10) สำหรับทุกบทปฏิบัติการ ตลอดทั้งภาคการศึกษา นอกจากนี้ ผู้เขียนยังได้จัดทำการสรุปรายละเอียดสัญลักษณ์สูตรเคมี ของสารเคมีที่ใช้ในบทปฏิบัติการทุกบทปฏิบัติการ พร้อมทั้งการอ่านชื่อสารเคมีภาษาอังกฤษและชื่อภาษาไทยของสัญลักษณ์เคมี (ภาคผนวก 3) เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ได้ปฏิบัติงานสะดวกยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4-6 รายการวัสดุ ที่ใช้ในบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

ลำดับ	รายการวัสดุ	จำนวนต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนต่อ 30 กลุ่ม
1	กระดาษทรายขัดเหล็ก ขนาด 5 x 5 cm	1 ชิ้น	30 ชิ้น
2	กระดาษทิชชู	-	40 ห่อ
3	คลิปหนีบกระดาษ	2 ตัว	60 ตัว
4	ถ้วยพลาสติกมีฝาปิด ขนาด 100 ml	1 ใบ	30 ใบ
5	ปากกาเคมี	1 ด้าม	30 ด้าม
6	แผ่นโลหะทองแดง ขนาด 1 x 10 cm	3 ชิ้น	90 ชิ้น
7	แผ่นโลหะสังกะสี ขนาด 1 x 10 cm	3 ชิ้น	90 ชิ้น
8	สายไฟปลายปากคีบจระเข้ทั้งสองปลาย	2 เส้น	60 เส้น
9	กระดาษฟอยล์	-	1 ห่อ

ตารางที่ 4-7 รายการวัตถุดิบ ที่ใช้ในบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

ลำดับ	รายการวัตถุดิบ	จำนวนต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนต่อ 30 กลุ่ม
1	เกลือแกง	1 ถุง	30 ถุง
2	น้ำแข็งเกล็ด	-	14 กระสอบ
3	น้ำตาลทราย	20 g	600 g
4	ผงวุ้น	-	10 g

ตารางที่ 4-8 รายการสารเคมี ที่ใช้ในบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน และความเป็นอันตราย

ลำดับ	สารเคมี	สูตรเคมี	สัญลักษณ์อันตรายตามระบบ GHS	ผลกระทบต่อร่างกาย	จำนวนที่ใช้	
					ต่อ 1 กลุ่ม	ต่อ 30 กลุ่ม
1	Acetic acid	CH_3COOH		- ของเหลวไวไฟ - การกัดกร่อนผิวหนัง - การทำลายดวงตาอย่างรุนแรง	3 ml	90 ml
2	Aluminium nitrate nonahydrate	$Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$		- ของแข็งออกซิไดซ์ - ระคายเคืองต่อผิวหนัง - ระคายเคืองต่อดวงตา	2.5 g	75 g
3	Ammonium hydroxide	NH_4OH		- การกัดกร่อนผิวหนัง - ความเป็นพิษเฉียบพลัน - อันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ	12.5 ml	375 ml
4	Barium chloride dihydrate	$BaCl_2 \cdot 2H_2O$		- ความเป็นพิษเฉียบพลัน	2.5 g	75 g
5	Calcium chloride	$CaCl_2$		- ระคายเคืองต่อดวงตา	1 g	30 g
6	Cobalt nitrate hexahydrate	$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$		- ไวต่อการกระตุ้นให้เกิดอาการแพ้ของระบบทางเดินหายใจ - เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ - อันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ	1.2 g	36 g

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

ลำดับ	สารเคมี	สูตรเคมี	สัญลักษณ์อันตรายตามระบบ GHS	ผลกระทบต่อร่างกาย	จำนวนที่ใช้	
					ต่อ 1 กลุ่ม	ต่อ 30 กลุ่ม
7	Copper (II) chloride dihydrate	$CuCl_2 \cdot 2H_2O$		- ความเป็นพิษเฉียบพลัน - ระคายเคืองผิวหนัง - เป็นพิษเจาะจงต่ออวัยวะเฉพาะบางระบบ จากการสัมผัสครั้งเดียว - อันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ	9 g	270 g
8	95% Ethanol	C_2H_5OH		- ของเหลวไวไฟ - ระคายเคืองต่อดวงตา	50 ml	1,500 ml
9	Hydrochloric acid	HCl		- กัดกร่อนผิวหนัง - กัดกร่อนโลหะ - ทำลายดวงตาอย่างรุนแรง - ไวต่อการกระตุ้นอาการแพ้ต่อผิวหนัง	7.5 ml	225 ml
10	Iron(III) nitrate nonahydrate	$Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$		- ของแข็งออกซิไดซ์ - ระคายเคืองต่อผิวหนัง	0.4 g	12 g
11	Lead nitrate	$Pb(NO_3)_2$		- ของแข็งออกซิไดซ์ - เป็นพิษเจาะจงต่ออวัยวะเฉพาะบางระบบ จากการสัมผัสครั้งเดียว - การกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ - อันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ	12 g	360 g

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

ลำดับ	สารเคมี	สูตรเคมี	สัญลักษณ์อันตรายตามระบบ GHS	ผลกระทบต่อร่างกาย	จำนวนที่ใช้	
					ต่อ 1 กลุ่ม	ต่อ 30 กลุ่ม
12	Mercury (II) chloride	$HgCl_2$		- ความเป็นพิษเฉียบพลัน - ระคายเคืองต่อผิวหนัง - เป็นพิษเจาะจงต่ออวัยวะเฉพาะบางระบบ จากการสัมผัสครั้งเดียว - การกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ - อันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ	0.3 g	9 g
13	Methyl orange indicator	$C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$		- ของแข็งไวไฟ	-	0.2 g
14	Phenolphthalein indicator	$C_{20}H_{14}O_4$		- การกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ - ก่อมะเร็ง	-	1.5 g
15	Potassium bromate	$KBrO_3$		- ของแข็งออกซิไดซ์ - ความเป็นพิษเฉียบพลัน - ก่อมะเร็ง	0.7 g	21 g
16	Potassium carbonate	K_2CO_3		- ความเป็นพิษเฉียบพลัน - ระคายเคืองต่อผิวหนัง - ระคายเคืองต่อดวงตา - เป็นพิษเจาะจงต่ออวัยวะเฉพาะบางระบบ จากการสัมผัสครั้งเดียว	1 g	30 g

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

ลำดับ	สารเคมี	สูตรเคมี	สัญลักษณ์อันตรายตามระบบ GHS	ผลกระทบต่อร่างกาย	จำนวนที่ใช้	
					ต่อ 1 กลุ่ม	ต่อ 30 กลุ่ม
17	Potassium chromate	K_2CrO_4		- ระคายเคืองต่อผิวหนัง - ระคายเคืองต่อดวงตา - ไวต่อการกระตุ้นอาการแพ้ต่อผิวหนัง - การกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์ - ก่อมะเร็ง - เป็นพิษเจาะจงต่ออวัยวะเฉพาะบางระบบ จากการสัมผัสครั้งเดียว - อันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ	2 g	60 g
18	Potassium iodide	KI		- ระคายเคืองต่อผิวหนัง - ระคายเคืองต่อดวงตา	0.2 g	6 g
19	Potassium nitrate	KNO_3		- ของแข็งออกซิไดซ์	40 g	1,200 g
20	Potassium thiocyanate	KSCN		- ระคายเคืองต่อผิวหนัง	0.1 g	3 g
21	Sodium acetate trihydrate	$CH_3COONa{\cdot}3H_2O$	ไม่บังคับให้ติดฉลาก	- ไม่มีส่วนผสมของสารพิษที่ตกค้างยาวนานและสะสมในสิ่งมีชีวิต	2 g	60 g

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

ลำดับ	สารเคมี	สูตรเคมี	สัญลักษณ์อันตรายตามระบบ GHS	ผลกระทบต่อร่างกาย	จำนวนที่ใช้	
					ต่อ 1 กลุ่ม	ต่อ 30 กลุ่ม
22	Sodium hydroxide	NaOH		- ระคายเคืองต่อผิวหนัง	2.5 g	75 g
23	Sodium thiosulfate pentahydrate	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	ไม่บังคับให้ติดฉลาก	- ไม่มีส่วนผสมของสารพิษที่ตกค้างยาวนานและสะสมในสิ่งมีชีวิต	0.025 g	0.75 g
24	Starch soluble	$C_{12}H_{22}O_{11}$	ไม่บังคับให้ติดฉลาก	- ไม่มีส่วนผสมของสารพิษที่ตกค้างยาวนานและสะสมในสิ่งมีชีวิต	0.13 g	4 g
25	Sulphuric acid	H_2SO_4		- กัดกร่อนโลหะ - ระคายเคืองต่อผิวหนัง	8 ml	240 ml
26	Thymol blue indicator	$C_{27}H_{30}O_5S$	ไม่บังคับให้ติดฉลาก	- ไม่มีส่วนผสมของสารพิษที่ตกค้างยาวนานและสะสมในสิ่งมีชีวิต	-	0.2 g
27	Zinc (II) chloride	$ZnCl_2$	 	- กัดกร่อนผิวหนัง - ความเป็นพิษเฉียบพลัน - เป็นพิษเจาะจงต่ออวัยวะเฉพาะบางระบบ จากการสัมผัสครั้งเดียว - อันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ	7 g	210 g

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2555

หมายเหตุ : ภาพสัญลักษณ์อันตรายของสารเคมีที่แสดงบนขวดสารเคมีที่ใช้งานจริงในห้องปฏิบัติการเคมี

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-9 รายการครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการเคมี ที่ใช้ในบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

ลำดับ	ครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่เตรียม
1	เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย (pH Meter)		ใช้ในการวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของ ของเหลว หรือสารละลาย โดยสามารถอ่านค่า pH ได้ตั้งแต่ 0.00–14.00 (อ่านค่าได้ถึงทศนิยม 2 ตำแหน่ง)	6 เครื่อง
2	เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (2 Digit Digital Balance)		ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักของสารตัวอย่าง หรือวัตถุที่ต้องการทราบน้ำหนัก	5 เครื่อง
3	เครื่องแปลงไฟฟ้า (Adapter DC 9 V)		ใช้แปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง มีความต่างศักย์ไฟฟ้า 9 โวลต์	30 เครื่อง
4	ตู้ดูดไอสารเคมี (Fume Hood)		ใช้ในการดูดไอสารเคมีขณะทำการทดลองทางเคมี หรือการเตรียมสารเคมีที่ก่อให้เกิดกลิ่นหรือไอระเหยหรือควันของสารเคมีที่เกิดขึ้น ในขณะปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันอันตรายไม่ให้เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงาน	4 ตู้

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ลำดับ	ครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่เตรียม
5	เครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน (Centrifuge)		ใช้แยกของเหลวออกจากของแข็งที่มีอนุภาคขนาดเล็ก หรือใช้เพื่อแยกของเหลวหลาย ๆ ชนิดที่มีความถ่วงจำเพาะ ต่างกันให้เกิดการแยกโดยสารละลายที่นำมาหมุนเหวี่ยงตกตะกอนจะแยกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนตะกอนและส่วนของเหลว	1 เครื่อง
6	เตาให้ความร้อน (Hot Plate)		เป็นเครื่องมือสำหรับให้ความร้อนกับสารตัวอย่างทั้งของแข็งและของเหลว โดยส่วนใหญ่มักใช้ให้ความร้อน กับของเหลวมากกว่าของแข็ง	15 เครื่อง
7	ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)		ใช้อบ วัสดุ สารเคมี หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ให้แห้ง	1 เครื่อง
8	มัลติมิเตอร์แบบเข็ม (Analog Multimeter)		เป็นเครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้า เช่น กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า อ่านค่าด้วยขีดสเกลบนหน้าปัด และมีเข็มชี้ขีดสเกลบนหน้าปัด	30 เครื่อง

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

หมายเหตุ : ภาพถ่ายจากครุภัณฑ์ที่ใช้งานจริงในห้องปฏิบัติการเคมี

ตารางที่ 4-10 รายการอุปกรณ์ ที่ใช้ในบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

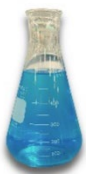
ลำดับ	รายการอุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนต่อ 30 กลุ่ม
1	กรรไกร		ตัดวัสดุชิ้นงาน ที่มีความอ่อนและความแข็ง ได้สะดวกยิ่งขึ้น เช่น กระดาษ พลาสติก	1 อัน	30 อัน
2	กรวยกรองแก้ว (Glass Funnel) ขนาด 7.5 cm		ใช้แยก ของแข็งออกจากของเหลว	2 อัน	60 อัน
3	กรวยกรองบุชเนอร์ (Buchner Funnel) ขนาด 7 cm		ใช้สำหรับกรองสารแบบทั่วไป โดยใช้ร่วมกับ อุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้อง คือ กระดาษกรอง ขวดกรองสาร และก๊อกน้ำทำสุญญากาศ	-	6 อัน
4	กระจกนาฬิกา (Watch Glass)		ใช้ปิดปากบีกเกอร์ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อป้องกันสารอื่น ๆ หรือฝุ่นละอองตกลงในสาร ที่บรรจุในบีกเกอร์ และป้องกันสารละลาย กระเด็นออกจากบีกเกอร์ เมื่อต้มหรือระเหยสารละลาย	2 อัน	60 อัน
5	กระดาษกรอง (Filter Paper) เบอร์ 01 ขนาด 7 cm		ใช้สำหรับกรองสารละลาย เพื่อแยกของเหลวจากของแข็ง ที่มีขนาดอนุภาค มากกว่าหรือเท่ากับ 11 µm โดย ขนาดกระดาษ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 cm	-	1 กล่อง
6	กระดาษกรอง (Filter Paper) เบอร์ 42 ขนาด 7 cm		ใช้สำหรับกรองสารละลาย เพื่อแยกของเหลวจากของแข็ง ที่มีขนาดอนุภาค มากกว่าหรือเท่ากับ 2.5 µm โดย ขนาดกระดาษ มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 cm	-	1 กล่อง

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนต่อ 30 กลุ่ม
7	กระดาษกรอง (Filter Paper) เบอร์ 01 ขนาด 11 cm		ใช้สำหรับกรองสารละลายเพื่อแยกของเหลวจากของแข็งที่มีขนาดอนุภาคมากกว่าหรือเท่ากับ 11 µm โดย ขนาดกระดาษมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 cm	-	1 กล่อง
8	กระดาษกรอง (Filter Paper) เบอร์ 42 ขนาด 11 cm		ใช้สำหรับกรองสารละลายเพื่อแยกของเหลวจากของแข็งที่มีขนาดอนุภาคมากกว่าหรือเท่ากับ 2.5 µm โดย ขนาดกระดาษมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 cm	-	1 กล่อง
9	กระดาษยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์ pH 0-14 (Universal indicator pH 0-14)		ใช้บอกค่า pH ของสารละลายได้แบบคร่าว ๆ โดยสามารถ อ่านค่า pH ได้ตั้งแต่ pH 0 จนถึง pH 14	1 ชิ้น	1 กล่อง
10	กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 100 ml		ใช้วัดปริมาตรของเหลวที่มีอุณหภูมิไม่สูงกว่าอุณหภูมิห้องปฏิบัติการ	1 อัน	30 อัน
11	ขวดกรองสาร (Suction Flask) ขนาด 500 ml		ใช้เป็นอุปกรณ์เพื่อช่วยในการกรองแยกสาร โดยขวดจะมีลักษณะคล้าย ๆ ขวดรูปชมพู่ จะมีแขนเล็ก ๆ ยื่นออกมาบริเวณคอขวด ต้องใช้คู่กับกรวยกรองบุชเนอร์ โดยวางกรวยกรองบุชเนอร์ไว้ด้านบนขวด เพื่อกรองสาร	-	6 ขวด
12	ขวดแก้วปากแคบสำหรับใส่สารเคมี ขนาด 125 ml		เป็นขวดแก้วปากแคบ มีฝาปิดเป็นเนื้อแก้ว ใช้สำหรับบรรจุสารเคมีต่าง ๆ มีขนาดบรรจุ 125 ml	-	45 ขวด

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

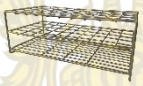
ลำดับ	รายการอุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนต่อ 30 กลุ่ม
13	ขวดแก้วปากแคบ สำหรับใส่สารเคมี ขนาด 500 ml		เป็นขวดแก้วปากแคบ มีฝาปิดเป็นเนื้อแก้ว ใช้สำหรับบรรจุสารเคมีต่าง ๆ มีขนาดบรรจุ 500 ml	-	40 ขวด
14	ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml		เป็นขวดบรรจุของเหลว มักใช้บรรจุน้ำกลั่น ใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ฉีดกลั้วเครื่องแก้ว ฉีดล้างตะกอน ฉีดชะล้างสารละลาย ขณะทำการไทเทรต โดยสามารถ ควบคุมการถ่ายโอนของเหลว ในปริมาณครั้งละน้อย ๆ	1 ขวด	30 ขวด
15	ขวดพลาสติกปากกว้าง เนื้อ PP ขนาด 500 ml		เป็นขวดพลาสติกทำจาก PP เป็นขวดปากกว้างและมีฝาปิด ใช้สำหรับบรรจุสารเคมีต่าง ๆ	-	12 ขวด
16	ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask) ขนาด 125 ml		ใช้บรรจุสารละลาย และมีขีดบอกปริมาตรการใช้งาน ปกติใช้กับการไทเทรต เพื่อวิเคราะห์ หาความเข้มข้นของสารละลาย มีขนาดบรรจุ สูงสุด 125 ml	2 ขวด	60 ขวด
17	ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask) ขนาด 250 ml		ใช้บรรจุสารละลาย และมีขีดบอกปริมาตรการใช้งาน ปกติใช้กับการไทเทรต เพื่อวิเคราะห์ หาความเข้มข้นของสารละลาย มีขนาดบรรจุ สูงสุด 250 ml	2 ขวด	60 ขวด
18	ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask) ขนาด 500 ml		ใช้บรรจุสารละลาย และมีขีดบอกปริมาตรการใช้งาน มีขนาดบรรจุ สูงสุด 500 ml	-	50 ขวด

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนต่อ 30 กลุ่ม
19	ขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flask) ขนาด 50 ml		เป็นอุปกรณ์ สำหรับเตรียมสารละลายมาตรฐาน หรือสารละลาย ที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าเดิม	2 ขวด	60 ขวด
20	ขวดหยดสีชา ขนาด 125 ml		ใช้บรรจุ indicator ต่าง ๆ	-	10 ขวด
21	คีมสำหรับคีบ (Forceps)		ใช้สำหรับจับวัตถุที่มีขนาดเล็ก หรือ วัตถุที่ไม่สามารถจับได้ด้วยมือ	-	6 อัน
22	แคลอรีมิเตอร์ (Calorimeter)		เป็นอุปกรณ์ ที่ใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติของสาร โดย การวัดความร้อน ของปฏิกิริยาเคมี	1 อัน	30 อัน
23	ช้อนตักน้ำแข็ง		ใช้ตักแบ่งน้ำแข็ง จากลังโฟม สำหรับใส่น้ำแข็ง	-	5 อัน
24	ช้อนตักสาร (Spoon)		ใช้ตักสารเคมีชนิดต่าง ๆ	2 อัน	60 อัน
25	ถุงมือยาง เบอร์ S, M, L และ XL		ใช้สวมเป็นถุงมือ เพื่อป้องกัน การสัมผัสกับสารเคมีโดยตรง	-	ไซด์ละ 3 กล่อง
26	ถังน้ำพลาสติก		ใช้สำหรับใส่น้ำแข็ง ในการทดลองสำหรับแต่ละกลุ่ม	1 ใบ	30 ใบ

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนต่อ 30 กลุ่ม
27	ที่จับบิวเรตต์ พร้อมขาตั้ง (Burette Clamp and Stand)		เป็นชุดอุปกรณ์ สำหรับยึดจับบิวเรตต์	1 ชุด	30 ชุด
28	ที่วางปิเปตต์ (Pipette Stand)		ใช้สำหรับวางปิเปตต์	1 อัน	30 อัน
29	ที่วางหลอดทดลอง (Rack) ขนาด 5 x 10 ช่อง		ใช้สำหรับวางหลอดทดลอง มีช่องสำหรับวางหลอดทดลอง จำนวน 50 ช่อง	1 อัน	30 อัน
30	เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ช่วงการวัดอุณหภูมิ (-10)-110 °C		ใช้สำหรับวัดอุณหูมิ ของ ของเหลว หน่วยวัดเป็น °C (องศาเซลเซียส)	2 อัน	60 อัน
31	แท่งแก้วคน (Stirring Rod)		ใช้คนสารละลาย ให้ผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน	2 อัน	60 อัน
32	บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 25 ml		ใช้วัดปริมาตรของ ของเหลว โดยมีขีดวัดปริมาตรที่ละเอียด และมีก๊อกสำหรับ เปิด-ปิด เพื่อบังคับการไหลของ ของเหลว เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ และมีความผิดพลาดน้อย	1 อัน	30 อัน
33	บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100 ml		ใช้บรรจุ และอ่านปริมาตรของเหลว อย่างคร่าว ๆ ได้ ขนาดบรรจุ 100 ml	2 ใบ	60 ใบ
34	บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml		ใช้บรรจุ และอ่านปริมาตรของเหลว อย่างคร่าว ๆ ได้ ขนาดบรรจุ 250 ml	2 ใบ	60 ใบ

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนต่อ 30 กลุ่ม
35	ปิเปตต์แบบใช้ตวง (Measuring Pipette) ขนาด 5 ml		ใช้วัดปริมาตรได้แบบละเอียด มีความผิดพลาดค่อนข้างน้อย มีขีดบอกปริมาตรหลายค่า สามารถวัดปริมาตรได้หลายค่า มีค่าปริมาตรสูงสุด คือ 5 ml	1 อัน	30 อัน
36	ปิเปตต์แบบใช้ตวง (Measuring Pipette) ขนาด 10 ml		ใช้วัดปริมาตรได้แบบละเอียด มีความผิดพลาดค่อนข้างน้อย มีขีดบอกปริมาตรหลายค่า สามารถวัดปริมาตรได้หลายค่า มีค่าปริมาตรสูงสุด คือ 10 ml	1 อัน	30 อัน
37	ปิเปตต์แบบใช้ตวง (Measuring Pipette) ขนาด 20 ml		ใช้วัดปริมาตรได้แบบละเอียด มีความผิดพลาดค่อนข้างน้อย มีขีดบอกปริมาตรหลายค่า สามารถวัดปริมาตรได้หลายค่า มีค่าปริมาตรสูงสุด คือ 20 ml	1 อัน	30 อัน
38	ปิเปตต์แบบปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 5 ml		ใช้วัดปริมาตรได้แบบละเอียด มีความผิดพลาด น้อยกว่า ปิเปตต์แบบใช้ตวง มีขีดบอกปริมาตรเพียงค่าเดียว คือ 5 ml	2 อัน	60 อัน
39	ปิเปตต์แบบปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 10 ml		ใช้วัดปริมาตรได้แบบละเอียด มีความผิดพลาด น้อยกว่า ปิเปตต์แบบใช้ตวง มีขีดบอกปริมาตรเพียงค่าเดียว คือ 10 ml	1 อัน	30 อัน
40	ปิเปตต์แบบปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 20 ml		ใช้วัดปริมาตรได้แบบละเอียด มีความผิดพลาด น้อยกว่า ปิเปตต์แบบใช้ตวง มีขีดบอกปริมาตรเพียงค่าเดียว คือ 20 ml	1 อัน	30 อัน

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-10 (ต่อ)

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนต่อ 30 กลุ่ม
41	แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด สีขาว ขนาด 16 x 12 cm		ใช้สำหรับรองขวดรูปชมพู่ ขณะไทเทรต เพื่อช่วยสังเกตจุดยุติได้ง่ายขึ้น	1 แผ่น	30 แผ่น
42	ลังโฟม สำหรับใส่น้ำแข็ง		ใช้บรรจุน้ำแข็ง สำหรับทำการทดลอง	-	5 ลัง
43	ลูกยางปิเปตต์ (Pipette Bulb)		ใช้ดูดของเหลว โดยเสียบไว้ที่ปลายปิเปตต์	2 ลูก	60 ลูก
44	หลอดแก้วรูปตัวยู		ใช้บรรจุสารละลายอิ่มตัว ของเกลือ KNO_3 ปนวุ้นที่ร้อน ลงในหลอดแก้วรูปตัวยู ให้เต็มพอดี แต่ละปลายอุดด้วยสำลี ซึ่งนำไปวางคร่อม ให้ปลายหลอดแก้วแต่ละปลาย จุ่มอยู่ในสารละลาย ของแต่ละครึ่งเซลล์ไฟฟ้า	1 อัน	30 อัน
45	หลอดหยดสาร (Dropper)		ใช้ดูดสารเคมี จากขวด ไปหยดในหลอดทดลอง หรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อทดสอบปฏิกิริยาเคมี	2 อัน	60 อัน
46	หลอดทดลอง (Test Tube) ขนาด 16 x 100 mm		ใช้ทดสอบปฏิกิริยาเคมี ระหว่างสารต่าง ๆ ที่เป็นสารละลาย และใช้ต้มของเหลวปริมาณน้อย ๆ	10 หลอด	300 หลอด

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

หมายเหตุ : ภาพถ่ายจากวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้งานจริงในห้องปฏิบัติการเคมี

5) การประเมินค่าใช้จ่ายเพื่อขออนุมัติงบประมาณ จัดซื้อจัดจ้าง วัสดุ และวัตถุดิบที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ

เมื่อทราบชนิดและจำนวนของวัสดุและวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในปฏิบัติการทุกบทปฏิบัติการตลอดทั้งภาคการศึกษา นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการประเมินค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุและวัตถุดิบ เพื่อขออนุมัติงบประมาณในการจัดซื้อจัดจ้างตามระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 โดยจัดส่งข้อมูลการตั้งงบประมาณเพื่อจัดซื้อวัสดุและวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการไปยังเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบการประสานงานหลักด้านการขออนุมัติงบประมาณเพื่อจัดซื้อจัดจ้างวัสดุและวัตถุดิบ ประจำรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ลงในแบบฟอร์มสำรวจความต้องการใช้งบประมาณสำหรับวัสดุและวัตถุดิบ ซึ่งผู้เขียน ได้แสดงตัวอย่างการเขียนรายละเอียดลงในแบบฟอร์ม เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจง่ายยิ่งขึ้น (ภาพที่ 4-4)

แบบสำรวจความต้องการใช้งบประมาณสำหรับวัสดุและวัตถุดิบ
เอกสารประกอบการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการ ประจำปีการศึกษา 1/2566
นักวิทยาศาสตร์ผู้รับผิดชอบ (ระบุชื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานงานรายวิชา)

รหัส	ชื่อวิชา	วิชาแกน	วิชาเลือก	ความต้องการใช้งบประมาณ		อาจารย์ผู้ประสานงาน
				วัสดุ	วัตถุดิบ	
937-012	ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน (Basic Chemistry Laboratory)	✓		3,000	1,000	ระบุชื่ออาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา

ภาพที่ 4-4 ตัวอย่างการเขียนแบบสำรวจความต้องการใช้งบประมาณสำหรับวัสดุและวัตถุดิบ
ที่มา : ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง, 2566

6) ดำเนินการจัดซื้อรายการวัสดุและวัตถุดิบที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ

ดำเนินการจัดซื้อรายการวัสดุและวัตถุดิบตามขั้นตอนการจัดซื้อจัดจ้างภายใต้ระเบียบกระทรวงการคลัง ว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560 โดยการจัดทำใบอนุมัติจัดซื้อจัดจ้าง การทำบันทึกข้อความขออนุมัติจัดซื้อและขออนุมัติแต่งตั้งเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการดำเนินการจัดซื้อและอนุมัติการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุที่จะซื้อ (ภาพที่ 4-5) และดำเนินการจัดส่งไปยังเจ้าหน้าที่พัสดุ สำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี เพื่อดำเนินการขออนุมัติจัดซื้อจัดจ้างต่อไป เมื่อได้รับการอนุมัติแล้ว นักวิทยาศาสตร์สามารถดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุและสารเคมีตามรายการที่ได้รับอนุมัติ และดำเนินการขออนุมัติเบิกจ่ายตามแบบฟอร์มใบตรวจรับพัสดุ (ภาพที่ 4-6)

บันทึกข้อความ

ส่วนงาน ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี โทร. 8840
ที่ มอ 401.14/66-0424 วันที่ 12 กรกฎาคม 2566
เรื่อง ขออนุมัติจัดซื้อและขออนุมัติแต่งตั้งเจ้าหน้าที่และคณะกรรมการดำเนินการจัดซื้อและอนุมัติการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุที่จะซื้อวัสดุประจำรายวิชาปฏิบัติการประเภทวัตถุดิบเพื่อใช้ในรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน (Basic Chemistry Laboratory) สำหรับคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

เรียน ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายวิจัยและบัณฑิตศึกษา วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

ด้วยงานศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง สังกัด สำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มีความประสงค์จะจัดซื้อวัสดุประจำรายวิชาปฏิบัติการ ประเภทวัตถุดิบ เพื่อใช้ในรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน Basic Chemistry Laboratory สำหรับคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม จึงอาศัยพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560 ขอเสนอรายละเอียด ดังนี้

1. ขออนุมัติแต่งตั้งเจ้าหน้าที่/คณะกรรมการ ผู้รับผิดชอบในการจัดทำรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุที่จะซื้อ รวมทั้งกำหนดหลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ
(ระบุชื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานงานรายวิชา)
2. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุ

ลำดับ	รายการและรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ	จำนวน (หน่วย)	งบประมาณ (บาท)	แหล่งที่มาพัสดุ		หมายเหตุ
				ผลิตในประเทศไทย	ผลิต/นำเข้าจากต่างประเทศ	
	รายละเอียดตามเอกสารแนบ					

คำอธิบาย
1) กรณีวัสดุที่จะซื้อเป็นวัสดุที่ผลิตในประเทศไทย ให้ทำเครื่องหมาย “√” ในช่องผลิตในประเทศไทย
2) กรณีวัสดุที่จะซื้อเป็นวัสดุที่ผลิต/นำเข้าจากต่างประเทศ ให้ทำเครื่องหมาย “√” ในช่องผลิต/นำเข้าจากต่างประเทศ และจะต้องระบุเหตุผลความจำเป็นที่ต้องซื้อวัสดุที่ผลิต/นำเข้าจากต่างประเทศ ในช่องหมายเหตุ
3) หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ ใช้ ☑ เกณฑ์ราคา (พิจารณาราคาต่ำสุด) ☐ เกณฑ์คุณภาพ (ต้องกำหนดสัดส่วนการให้คะแนน และกำหนดน้ำหนักการให้คะแนนข้อเสนอด้านเทคนิคมากที่สุด)
4) กำหนดส่งมอบพัสดุ ภายใน 30 วัน
5) วงเงินประมาณการ/วงเงินงบประมาณ ในการจัดซื้อ จำนวน 1,034.00 บาท (**หนึ่งพันสามสิบสี่บาทถ้วน**)
6) ขอเสนอรายชื่อกรรมการ/คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ผู้รับผิดชอบตรวจรับพัสดุ ดังนี้
1) หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง 2) ระบุชื่ออาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา
3) ระบุชื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานงานรายวิชา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติเห็นชอบตามรายละเอียดดังกล่าวข้างต้น ก่อนที่จะกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุที่จะซื้อ เพื่อส่งงานพัสดุ สำนักงานวิทยาเขตสุราษฎร์ธานี ดำเนินการต่อไป

ลงชื่อ.....
(ระบุชื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานงานรายวิชา)
ตำแหน่ง.....นักวิทยาศาสตร์.....

ภาพที่ 4-5 ตัวอย่างการจัดทำการขออนุมัติจัดซื้อจัดจ้าง
ที่มา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2566

-2-

เอกสารแนบ รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของวัสดุ

ลำดับ	รายการและรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ	จำนวน (หน่วย)	งบประมาณ (บาท)	แหล่งที่มาพัสดุ		หมายเหตุ
				ผลิตในประเทศไทย	ผลิต/นำเข้าจากต่างประเทศ	
1	น้ำแข็งเกล็ด	14 กระสอบ	700.00	✓		
2	น้ำตาลทราย	1 ถุง	34.00	✓		
3	เกลือป่น	30 ถุง	300.00	✓		

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ
จำนวน 3 รายการ

1.รายละเอียดและคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ

1.1 น้ำแข็งเกล็ด	กระสอบละ 20 กิโลกรัม	จำนวน 14 กระสอบ
1.2 น้ำตาลทรายป่นสีขาว	ถุงละ 1 กิโลกรัม	จำนวน 1 ถุง
1.3 เกลือป่นละเอียดสีขาว	ถุงละ 0.5 กิโลกรัม	จำนวน 30 ถุง

ได้ดำเนินการแล้วตามรายละเอียดข้างต้น ณ วันที่.....

ลงชื่อ.....
(ระบุชื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานงานรายวิชา)
ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะงานจัดซื้อพัสดุ

ภาพที่ 4-5 (ต่อ)
ที่มา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2566

เอกสารแนบรายการจัดหา/จัดจ้าง

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (หน่วย)	เป็นเงิน (บาท)	หมายเหตุ (แหล่งที่มาของราคากลาง)
1	น้ำแข็งเกล็ด กระสอบละ 20 กิโลกรัม	14 กระสอบ	700.00	สำรวจราคาจากตลาดสด ณ วันที่ 12 กรกฎาคม 2566
2	น้ำตาลทรายขาว ถุงละ 1 กิโลกรัม	1 ถุง	34.00	
3	เกลือป่น ถุงละ 0.5 กิโลกรัม	30 ถุง	300.00	

ภาพที่ 4-5 (ต่อ)
ที่มา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2566

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ใบตรวจรับพัสดุ

วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

ข้าพเจ้า คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ได้ทำการตรวจรับพัสดุ รายการ วัสดุรายวิชาปฏิบัติการประเภทวัตถุดิบ ณ ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง ไว้ให้แก่ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ตามรายการข้างล่างนี้

ที่	รายการ	จำนวน	จำนวนเงิน (บาท)
1	ตามต้นฉบับ บิลเงินสด/ใบกำกับภาษี ห้างหุ้นส่วนจำกัด (ชื่อร้านค้า) ..... เลขที่ (เลขที่บิลเงินสด/ใบกำกับภาษี) ... ลงวันที่ (วันที่ในบิลเงินสด/ใบกำกับภาษี)	3 รายการ	1,034.00
(หนึ่งพันสามสิบสี่บาทถ้วน)		**รวมเป็นเงิน**	**1,034.00**

การตรวจรับของ

คณะกรรมการได้ตรวจนับเป็นการถูกต้องครบถ้วนและได้รับพัสดุเสร็จเรียบร้อยแล้ว เห็นสมควรเบิกจ่ายเงินให้แก่ผู้ขาย จึงได้ลงนามตรวจรับไว้เป็นหลักฐาน ณ วันที่ ...(วันที่ตรวจรับ).....

ลงชื่อ..... ประธานกรรมการ
(ระบุชื่อหัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง)
หัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง

ลงชื่อ..... กรรมการ
(ระบุชื่ออาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา)

ลงชื่อ..... กรรมการและเลขานุการ
(ระบุชื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานงานรายวิชา)

การเบิกวัสดุ

ข้าพเจ้าขอเบิกวัสดุตามรายการข้างต้น

ลงชื่อ..... ผู้เบิก
(ระบุชื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานงานรายวิชา)

ลงชื่อ..... หัวหน้างานผู้เบิก
(ระบุชื่อหัวหน้าศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง)

วัตถุดิบ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

ภาพที่ 4-6 ตัวอย่างการจัดทำการขออนุมัติเบิกจ่าย
ที่มา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2566

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

7) การสำรวจรายการสารเคมีและอุปกรณ์ที่ต้องสั่งซื้อเพิ่มเติม

เมื่อทราบรายการจำนวนสารเคมีทั้งหมด ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการทุกบทปฏิบัติการตลอดทั้งภาคการศึกษา นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน สำรวจรายการสารเคมีจากคลังสารเคมีในห้องปฏิบัติการ ว่ามีสารเคมีตามชนิดและจำนวนที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการตลอดทั้งภาคการศึกษาเพียงพอหรือไม่ หากพบว่าสารเคมีรายการใดไม่มี ขาดแคลน หรือคาดว่าจะไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ให้ดำเนินการจัดส่งใบแสดงความต้องการไปยังเจ้าหน้าที่ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบในการสั่งสารเคมีและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ตามตัวอย่างการเขียนแบบฟอร์มการสั่งสารเคมี (ภาพที่ 4-7) และตัวอย่างการเขียนแบบฟอร์มใบเบิกวัสดุ (ภาพที่ 4-8) เพื่อให้เจ้าหน้าที่ ดำเนินการสั่งซื้อต่อไปเพื่อให้ทันต่อการใช้งานก่อนมีการเรียนปฏิบัติการจริง

แบบฟอร์มการสั่งสารเคมี ประจำภาคการศึกษา 1/2566

ชื่อผู้แสดงความต้องการ.....(ระบุชื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานงานรายวิชา)..... **นักวิทยาศาสตร์**

** กรุณาระบุชื่อเต็มของสารเคมี ยี่ห้อ และเกรด ที่ต้องการให้ชัดเจน***

ลำดับ	รายการ	ยี่ห้อ	เกรด	จำนวน		ใช้ในรายวิชา ระบุรหัสวิชา	หมายเหตุ
				g	ml		
1	Acetic acid	ไม่ระบุ	Lab		2,500	937-012	
2	Hydrochloric acid	ไม่ระบุ	Lab		2,500	937-012	
3	Sodium hydroxide	ไม่ระบุ	Lab	1,000		937-012	
4	Sulphuric acid	ไม่ระบุ	Lab		2,500	937-012	

***หมายเหตุ**
1. สารชนิดเดียวกัน ใช้หลายวิชา ให้รวมจำนวนมาเลย แล้วระบุรหัสวิชาที่ใช้งาน
2. โปรดระบุจำนวนที่ต้องการ เฉพาะตัวเลขในหน่วย g และ ml เท่านั้น
3. โปรดส่งข้อมูลกลับมาในรูปแบบไฟล์ Excel เท่านั้น

ลงชื่อ..... อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา
(ระบุชื่ออาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา)

ลงชื่อ..... นักวิทยาศาสตร์ประจำรายวิชา
(ระบุชื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานงานรายวิชา)

ลงชื่อ..... ผู้ดูแลระบบคลังสารเคมีด้านการเรียนการสอนปฏิบัติการ
(ระบุชื่อเจ้าหน้าที่ดูแลระบบคลังสารเคมี)

เฉพาะเจ้าหน้าที่จัดซื้อจัดจ้างสารเคมี

วันที่รับเอกสาร.....

ภาพที่ 4-7 ตัวอย่างการเขียนแบบฟอร์มการสั่งสารเคมี
ที่มา : ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง, 2566

ใบเบิกวัสดุ ภาคการศึกษา 1/2566

ข้าพเจ้า (ระบุชื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานงานรายวิชา) ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์
มีความประสงค์จะเบิกวัสดุตามรายการข้างล่างนี้ เพื่อนำไปใช้ในราชการ เรื่อง สนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ที่	รายการ	ขนาด/ปริมาณ	ยี่ห้อ	จำนวน (ชิ้น)	ใช้ในรายวิชา ระบุรหัสวิชา
1	กระบอกตวง	100 ml	Witeg	30	937-012
2	ขวดรูปชมพู่	125 ml	Pyrex	60	937-012
3	แท่งแก้วคน	25 cm	-	60	937-012

รวม.....3..... รายการ

ลงชื่อ..... ผู้เบิก
(ระบุชื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานงานรายวิชา)

ลงชื่อ..... ผู้ดูแลวัสดุ
(ระบุชื่อเจ้าหน้าที่ดูแลระบบคลังสารเคมี)

ข้าพเจ้าได้ตรวจสอบและรับวัสดุที่ขอเบิกแล้ว
☐ ครบถ้วนทุกรายการ
☐ ไม่ครบถ้วนตามรายการที่ขอเบิก เนื่องจาก .....
.....
.....

ลงชื่อ..... ผู้รับวัสดุ
(ระบุชื่อนักวิทยาศาสตร์ผู้ประสานงานรายวิชา)

ภาพที่ 4-8 ตัวอย่างการเขียนแบบฟอร์มใบเบิกวัสดุ
ที่มา : ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง, 2566

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

8) การจัดเตรียมอุปกรณ์ เครื่องแก้วประจำกลุ่ม สำหรับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการ

ดำเนินการจัดอุปกรณ์และเครื่องแก้วประจำกลุ่ม เพื่อเตรียมแจกให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มสำหรับใช้ในการเรียนปฏิบัติการตลอดทั้งภาคการศึกษา โดยมีข้อมูลรายละเอียดของรายการ ขนาด และจำนวน โดยจัดอุปกรณ์และเครื่องแก้วลงตะกร้าตามใบรายการ (ตารางที่ 4-11) และให้นักศึกษาตรวจสอบความถูกต้องของชนิดและจำนวนที่ได้รับแจก แล้วลงลายมือชื่อในแบบฟอร์ม หลังจากนั้นให้นักศึกษาถ่ายรูปใบรายการที่ได้ลงชื่อไว้แล้วเก็บไว้ที่ตนเอง และนำแบบฟอร์มดังกล่าวมาส่งให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐานในการรับคืนอุปกรณ์และเครื่องแก้วประจำกลุ่ม หลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนปฏิบัติการสุดท้าย

ทั้งนี้ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน จะต้องจัดเตรียมรายการเครื่องแก้วและอุปกรณ์ประจำกลุ่ม สำหรับรายวิชาปฏิบัติการ 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน โดยจัดใส่ตะกร้าพลาสติกไว้ 1 กลุ่มต่อ 1 ตะกร้า ดังรายการต่อไปนี้ (ตารางที่ 4-11)

ตารางที่ 4-11 รายการอุปกรณ์ประจำกลุ่ม ที่ต้องจัดเตรียมต่อกลุ่ม

ลำดับ	รายการอุปกรณ์	ขนาด	จำนวน
1	กระจกนาฬิกา (Watch Glass)	dia. 11 cm	2 อัน
2	กรวยกรองแก้ว (Glass Funnel)	dia. 7.5 cm	2 อัน
3	กระบอกตวง (Cylinder)	100 ml	1 อัน
4	ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask)	125 ml	2 ใบ
5	ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask)	250 ml	2 ใบ
6	ช้อนตักสาร (Spoon)	-	2 อัน
7	ที่วางหลอดทดลอง (Rack)	5 x 10 ช่อง	1 อัน
8	แท่งแก้วคน (Stirring Rod)	25 cm	2 อัน
9	บีกเกอร์ (Beaker)	100 ml	2 ใบ
10	บีกเกอร์ (Beaker)	250 ml	2 ใบ
11	ปากกาเคมี (Permanent Marker)	2 หัว	1 ด้าม
12	หลอดทดลอง (Test Tube)	16 x 100 mm	10 หลอด
13	หลอดหยดสาร (Dropper)	13 cm	2 อัน

เมื่อจัดเครื่องแก้วและอุปกรณ์ประจำกลุ่มเรียบร้อยครบทุกกลุ่มแล้ว นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการเตรียมเอกสารข้อมูลการเบิกเครื่องแก้วและอุปกรณ์ประจำกลุ่มของนักศึกษา โดยพิมพ์เอกสารแบบฟอร์มการรับเครื่องแก้วและอุปกรณ์ประจำกลุ่ม จำนวน 1 ชุด ต่อนักศึกษา 1 กลุ่ม (ภาพที่ 4-9)

แบบฟอร์มการรับเครื่องแก้วและอุปกรณ์ประจำกลุ่ม

ตู้ _____ กลุ่มที่ _____ เทอม _____

วิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน (Basic Chemistry Laboratory)

วัน/เวลา			ลายเซ็นตัวแทนผู้รับ/คืน
	วันที่รับเครื่องแก้ว		
รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม	วันที่คืนเครื่องแก้ว		

1 _____ รหัส _____ โทร _____

2 _____ รหัส _____ โทร _____

3 _____ รหัส _____ โทร _____

ลำดับ	รายการ	ขนาด	ยี่ห้อ	จำนวน	หมายเหตุ
1	กระจกนาฬิกา (Watch Glass)	11 cm			
2	กรวยกรองแก้ว (Glass Funnel)	7.5 cm			
3	กระบอกตวง (Cylinder)	100 ml	Witeg ISO 4788		
4	ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask)	125 ml	Pyrex No. 4980		
5	ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask)	250 ml	Pyrex No. 4980		
6	ช้อนตักสาร (Spoon)				
7	ที่วางหลอดทดลอง (Rack)	5 x 10 ช่อง			
8	แท่งแก้วคน (Stirring Rod)	25 cm			
9	บีกเกอร์ (Beaker)	100 ml	Pyrex No. 1000		
10	บีกเกอร์ (Beaker)	250 ml	Pyrex No. 1000		
11	ปากกาเคมี (Permanent Marker)				
12	หลอดทดลอง (Test Tube)	16 x 100 mm			
13	หลอดหยดสาร (Dropper)	13 cm			

รายการเครื่องแก้วที่ต้องซื้อคืน

ลำดับ	รายการ	ขนาด	ยี่ห้อ	จำนวน	หมายเหตุ
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

ภาพที่ 4-9 แบบฟอร์มการรับเครื่องแก้วและอุปกรณ์ประจำกลุ่ม

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

9) การเตรียมห้องปฏิบัติการเคมี ตามแนวทางห้องปฏิบัติการปลอดภัย

ก่อนเปิดการเรียนการสอนอย่างน้อย 3 สัปดาห์ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานเตรียมห้องปฏิบัติการให้สามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างเรียบร้อยและปลอดภัย ดังนี้

9.1) ตรวจสอบประตูทางเข้า-ออก ทางหนีไฟไม่มีสิ่งกีดขวาง เพื่อเป็นทางออกฉุกเฉินไปยังพื้นที่ภายนอกได้สะดวกและปลอดภัย

9.2) ตรวจสอบระบบระบายกาศ เช่น หน้าต่าง พัดลมระบายอากาศ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน เพื่อช่วยไหลเวียนและระบายอากาศภายในห้องปฏิบัติการ

9.3) ตรวจสอบระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง ดังนี้

- ตรวจสอบปริมาณแสงสว่าง หลอดไฟในห้องปฏิบัติการต้องใช้งานได้ทุกหลอด
- ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า เต้ารับ เต้าเสียบ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน สายไฟไม่ชำรุด หรือเป็นสายเปลือย เต้ารับต้องยึดกับผนังอย่างมั่นคงและแข็งแรง
- ตรวจสอบแผงควบคุมไฟฟ้า ให้สามารถใช้งานได้อยู่เสมอ

9.4) ตรวจสอบระบบป้องกันอัคคีภัย ถังดับเพลิงต้องใช้งานได้และมีประสิทธิภาพดีอยู่เสมอ

9.5) ตรวจสอบความสะอาดของห้องปฏิบัติการ ต้องไม่มีเศษผง หยากไย่ หรือเศษขยะ หากพบให้ดำเนินการแจ้งแม่บ้านทำความสะอาดให้เรียบร้อย

นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องสำรวจความชำรุด เสียหายของอุปกรณ์ต่าง ๆ หากพบมีความชำรุด หรือเสียหาย และไม่สามารถดำเนินการซ่อมแซมเองได้ ให้แจ้งซ่อมไปยังฝ่ายซ่อมเครื่องมือ ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ

ขั้นตอนที่ 2 การให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ

1) การจัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามคู่มือบทปฏิบัติการ ให้ครบถ้วนและเพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา

1) นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องจัดเตรียม วัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามรายละเอียดในคู่มือปฏิบัติการ

2) นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องตรวจสอบความถูกต้องของรายละเอียดในการจัดเตรียมทุกครั้ง เช่น อุปกรณ์ที่ต้องจัดให้เพิ่มเติม ครุภัณฑ์ที่ต้องใช้ ความเข้มข้นของสารเคมี และปริมาณที่จัดเตรียม ว่ามีจำนวนเพียงพอหรือไม่

3) หากพบว่า วัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ มีความขาดแคลนหรือไม่เพียงพอ ให้ดำเนินการยืมจากห้องปฏิบัติการอื่นมาใช้งานก่อน แต่หากห้องปฏิบัติการอื่นไม่มีทรัพยากรที่ขาดแคลนนั้น หรือมีแต่ไม่เพียงพอ ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน แจ้งไปยังอาจารย์ผู้ประสานงานทันที เพื่อร่วมกันหาแนวทางในการจัดการบทปฏิบัติการเพื่อให้ได้ทำปฏิบัติการได้อย่างถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์ของบทปฏิบัติการ เช่น การกำหนดจำนวนกลุ่มของนักศึกษาต่อจำนวนครุภัณฑ์หรือวัสดุที่มีจำกัดให้ใช้งานร่วมกัน เพื่อให้ได้กระจายการใช้งานกันอย่างทั่วถึง

4) ดำเนินการจัดวางวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ให้นักศึกษาได้ใช้งาน โดยต้องจัดวางให้เรียบร้อยก่อนวันและเวลาที่มีการเรียนการสอนปฏิบัติการจริง

2) การทดสอบครุภัณฑ์ และทดสอบบทปฏิบัติการ ก่อนมีการให้บริการบทปฏิบัติการในวันที่มีการเรียนการสอนจริง ทุกบทปฏิบัติการ

ทุกบทปฏิบัติการของรายวิชาปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน เมื่อทำการจัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ เรียบร้อยแล้ว นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำการทดสอบบทปฏิบัติการ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารเคมีที่เตรียมว่าใช้งานได้หรือไม่ หรือมีการเตรียมสารเคมีที่ถูกต้องตรงตามการทดลองในบทปฏิบัติการหรือไม่ โดยทำการทดสอบด้วยวิธีการทดลองตามคู่มือบทปฏิบัติการ (ภาคผนวก 1) และจำเป็นต้องมีการทดสอบการใช้งานครุภัณฑ์ ว่าสามารถใช้งานได้ตามปกติหรือไม่ โดยทำการทดสอบล่วงหน้า 1-3 วัน ตามวิธีการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ (ภาคผนวก 2)

3) การเตรียมใบลงลายมือชื่อและกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้วประจำกลุ่มของนักศึกษา

นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องนำใบลงลายมือชื่อนักศึกษาเข้าเรียนปฏิบัติการมาวางไว้ที่โต๊ะสาธิตปฏิบัติการหน้าห้องเรียน ก่อนถึงเวลาเรียนปฏิบัติการอย่างน้อย 1 ชั่วโมง พร้อมนำกุญแจตู้ปฏิบัติการมาจัดวางไว้ เพื่อให้นักศึกษาได้ลงลายมือชื่อเข้าเรียนบทปฏิบัติการนั้น ๆ และได้เบิกกุญแจไปไขตู้เก็บเครื่องแก้วประจำกลุ่มเพื่อนำเครื่องแก้วประจำกลุ่มมาใช้งาน

4) การแจกเครื่องแก้วประจำกลุ่มให้นักศึกษาได้ใช้งานตลอดทั้งภาคการศึกษาจนเสร็จสิ้นบทปฏิบัติการสุดท้าย

นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน นำเครื่องแก้วประจำกลุ่มที่ได้จัดเตรียมไว้มาแจกให้นักศึกษาทุกกลุ่มในคาบแรกของการเข้าเรียนปฏิบัติการ พร้อมทั้งให้นักศึกษาลงลายมือชื่อในแบบฟอร์มการรับเรื่องแก้วและอุปกรณ์ประจำกลุ่ม (ภาพที่ 4-9) และตรวจสอบความถูกต้องของชนิดและจำนวนที่ได้รับแจก หลังจากนั้นให้นักศึกษาถ่ายรูปใบรายการที่ได้ลงชื่อไว้แล้วเก็บไว้ที่ตนเอง และนำแบบฟอร์มดังกล่าวมาส่งให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานเพื่อเก็บไว้เป็นหลักฐานในการรับคืนอุปกรณ์และเครื่องแก้วประจำกลุ่มหลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนปฏิบัติการสุดท้าย สำหรับการใช้งานเครื่องแก้วประจำกลุ่มในแต่ละครั้งที่มีการเรียนบทปฏิบัติการ เมื่อนักศึกษาเบิกกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้วแล้ว ให้ไขกุญแจตู้และนำเครื่องแก้วประจำกลุ่มออกมาใช้ได้ตลอดทั้งคาบการเรียน และให้นักศึกษาทำความสะอาดหลังเสร็จสิ้นการใช้งานแต่ละบทปฏิบัติการและเก็บเครื่องแก้วประจำกลุ่มในตู้เก็บเครื่องแก้วของแต่ละกลุ่มทุกครั้ง และนำกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้วมาคืนที่ส่วนกลาง เมื่อจะใช้งานในบทปฏิบัติการต่อไป ให้นักศึกษารับกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ไปเปิดตู้และนำเครื่องแก้วประจำกลุ่มมาใช้งานต่อไปในทุกบทปฏิบัติการ

5) การจัดสอบก่อนเรียนแต่ละบทปฏิบัติการให้กับนักศึกษา

เมื่อถึงเวลาสอบก่อนเรียน นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน รับข้อสอบก่อนเรียนจากอาจารย์ผู้สอน แจกข้อสอบให้แก่นักศึกษา จับเวลาคุมสอบก่อนเรียน ซึ่งปกติใช้เวลาในการสอบก่อนเรียนประมาณ 5-10 นาที ขึ้นอยู่กับความยาก-ง่าย ของข้อสอบก่อนเรียน ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องประสานงานกับอาจารย์ผู้สอนว่าในแต่ละบทปฏิบัติการ อาจารย์ผู้สอนกำหนดให้ใช้เวลาในการสอบกี่นาที ทั้งนี้ ระหว่างที่นักศึกษากำลังทำข้อสอบปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องควบคุมดูแลการสอบให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย ไม่ให้มีการทุจริต และเมื่อหมดเวลาสอบ

ให้รวบรวมข้อสอบ นับจำนวนข้อสอบ ให้ตรงกับจำนวนนักศึกษาที่เข้าเรียนตามใบลงลายมือชื่อเข้าเรียนปฏิบัติการ แล้วส่งมอบให้อาจารย์ผู้สอนทุกครั้ง

6) การตรวจสอบการลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา

หลังจากผ่านไป 30 นาที หลังนักศึกษาลงลายมือชื่อเข้าเรียนปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ทำการตรวจสอบรายชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา โดยจำนวนนักศึกษาที่เข้าเรียนต้องมีจำนวนตรงกับจำนวนข้อสอบก่อนเรียนปฏิบัติการที่เก็บรวบรวมหลังจากหมดเวลาสอบ

7) การให้นักศึกษาเบิก-ยืม วัสดุ อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้เพิ่มเติมในแต่ละบทปฏิบัติการนอกเหนือจากเครื่องแก้วประจำกลุ่ม

ในการให้บริการแต่ละบทปฏิบัติการ จะมีการจัดเตรียมสารเคมีและวัสดุอุปกรณ์มีทั้งที่จัดวางส่วนกลางสำหรับนักศึกษาทุก ๆ กลุ่ม หรือมีการแจกเพิ่มเติมประจำกลุ่มแต่ละกลุ่ม ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องแจก วัสดุและอุปกรณ์ ทั้งส่วนกลางและส่วนที่เพิ่มเติม โดยให้สมาชิกแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาเบิกวัสดุและอุปกรณ์นั้น ทั้งนี้ ก่อนทำการแจกวัสดุ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องนับจำนวนวัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมดและจดจำนวนทุกอย่างให้เรียบร้อย ก่อนแจกให้นักศึกษา และเมื่อนักศึกษานำวัสดุ อุปกรณ์ มาคืนหลังจากเสร็จสิ้นปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องนับจำนวนวัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมด ให้ครบเท่ากับจำนวนที่จัดเตรียมไว้ก่อนแจกให้นักศึกษา

8) การให้บริการเป็นผู้ช่วยคุมปฏิบัติการ ให้คำแนะนำ และตอบข้อซักถามของนักศึกษาตามความเหมาะสม

นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ทำหน้าที่ช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนปฏิบัติการ ขณะที่มีการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ ช่วยควบคุมการสอบก่อนเรียนปฏิบัติการ ช่วยสอนและสาธิตการใช้ครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ แนะนำเทคนิคการทำปฏิบัติการ ตลอดจนการควบคุมดูแลและกำชับให้นักศึกษาระมัดระวังในการใช้สารเคมีในแต่ละบทปฏิบัติการ รวมถึง การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น ควบคุมให้นักศึกษาใส่เสื้อกาวน์ รองเท้าหุ้มส้น หรือจัดเตรียมถุงมือและแว่นตาป้องกันสารเคมี ไว้ให้นักศึกษาได้ใช้ในระหว่างการทำปฏิบัติการ รวมทั้ง การเติมสารเคมี แจกวัสดุและอุปกรณ์ กรณีที่จัดวางไว้แล้วไม่เพียงพอ หรือมีการปรับเปลี่ยนในระหว่างปฏิบัติการ หากในภาคการศึกษาใด มีผู้ช่วยสอนร่วมปฏิบัติหน้าที่ด้วย นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องให้คำแนะนำแก่ผู้ช่วยสอนเกี่ยวกับรายละเอียดต่าง ๆ ในการช่วยควบคุม ดูแล นักศึกษาขณะทำปฏิบัติการในแต่ละบทปฏิบัติการด้วย

9) การให้คำแนะนำแก่นักศึกษาในการแยกของเสียที่เกิดจากการทดลอง รวมทั้งสารเคมี วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ใช้แล้วในห้องปฏิบัติการเคมี

นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องให้คำแนะนำแก่นักศึกษาในการแยกของเสีย สารเคมี วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้แล้ว ที่เป็นของเสียที่เกิดจากการทดลองในแต่ละบทปฏิบัติการ โดยให้นักศึกษาแยกและทิ้งของเสียลงในภาชนะที่จัดไว้ให้

10) การบันทึกรายละเอียด กรณีมีวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ ชำรุด/สูญหาย ในขณะที่เรียนปฏิบัติการ

ในขณะที่มีการเรียนการสอนปฏิบัติการ กรณีมีนักศึกษาทำวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ชำรุด/สูญหาย ให้นักศึกษาเขียนบันทึกลงในแบบฟอร์มการรับเรื่องแก้วและอุปกรณ์ประจำกลุ่ม ในช่องรายการเครื่องแก้วที่ต้องซื้อคืน ดังตัวอย่างการเขียน (ภาพที่ 4-10) โดยทุกครั้งที่มีการชำรุดหรือสูญหาย ให้มีการบันทึกในใบรายการดังกล่าวทุกครั้ง และเก็บรวบรวมเพื่อสรุปรายการและจำนวนวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ชำรุด/สูญหาย แจ้งแก่นักศึกษาหลังจากการสอบปฏิบัติการไทเทรตเสร็จสิ้น เพื่อให้นักศึกษา ได้จัดหา/จัดซื้อ มาคืนห้องปฏิบัติการต่อไป

แบบฟอร์มการรับเครื่องแก้วและอุปกรณ์ประจำกลุ่ม

ตู้ _____ กลุ่มที่ _____ เทอม _____

วิชา 937-012 Basic Chemistry Laboratory

วัน/เวลา _____ ลายเซ็นตัวแทนผู้รับ/คืน

วันที่รับเครื่องแก้ว		
วันที่คืนเครื่องแก้ว		

รายชื่อสมาชิกในกลุ่ม

1 _____ รหัส _____ โทร _____

2 _____ รหัส _____ โทร _____

3 _____ รหัส _____ โทร _____

ลำดับ	รายการ	ขนาด	ยี่ห้อ	จำนวน	หมายเหตุ
1	กระจกนาฬิกา (Watch Glass)	11 cm			
2	กรวยกรองแก้ว (Glass Funnel)	7.5 cm			
3	กระบอกตวง (Cylinder)	100 ml	Witeg ISO 4788		
4	ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask)	125 ml	Pyrex No. 4980		
5	ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask)	250 ml	Pyrex No. 4980		
6	ช้อนตักสาร (Spoon)				
7	ที่วางหลอดทดลอง (Rack)	5 x 10 ช่อง			
8	แท่งแก้วคน (Stirring Rod)	25 cm			
9	บีกเกอร์ (Beaker)	100 ml	Pyrex No. 1000		
10	บีกเกอร์ (Beaker)	250 ml	Pyrex No. 1000		
11	ปากกาเคมี (Permanent Marker)				
12	หลอดทดลอง (Test Tube)	16 x 100 mm			
13	หลอดหยดสาร (Dropper)	13 cm			

รายการเครื่องแก้วที่ต้องซื้อคืน

ลำดับ	รายการ	ขนาด	ยี่ห้อ	จำนวน	หมายเหตุ
1	บีกเกอร์	100 ml	Pyrex No. 1000	1 ใบ	ตกแตก
2	แท่งแก้วคน	25 cm	-	1 อัน	หาย
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

ภาพที่ 4-10 ตัวอย่างการเขียนรายละเอียดรายการเครื่องแก้วที่ต้องซื้อคืน

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

11) การบันทึกรายการอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี กรณีที่มีอุบัติเหตุในขณะที่เรียนปฏิบัติการ

กรณีมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องทำหน้าที่ในการรวบรวมรายละเอียดต่าง ๆ และบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มบันทึกรายงานอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี (ภาพที่ 4-11) และหากนักศึกษาได้รับบาดเจ็บจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ต้องช่วยปฐมพยาบาลเบื้องต้นให้แก่นักศึกษาที่ได้รับอุบัติเหตุดังกล่าว หากเกินความสามารถให้ส่งต่อห้องพยาบาลของมหาวิทยาลัยต่อไป

ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

แบบบันทึกรายงานอุบัติเหตุ ห้องปฏิบัติการเคมี 2	**หน้าที่ 1/1** **จัดทำโดย** **ชัญญาภัค ทับจันทร์** **นักวิทยาศาสตร์**

วัน/เดือน/ปี	**เวลา (น.)**	**ชื่อ ผู้ประสบเหตุ**	**อุบัติเหตุ**	**การรักษา**	**ผู้บันทึก**
7 ก.ค. 66	15.00	นักศึกษา 1	หลอดทดลองแตก บาดนิ้วชี้ข้างขวา	ล้างแผล ใส่ยารักษาแผลสด ปิดปลาสเตอร์ยา	ระบุชื่อ นักวิทยาศาสตร์ ผู้บันทึก
20 ส.ค. 66	14.30	นักศึกษา 2	บีกเกอร์ตกแตก บาดนิ้วโป้งข้างขวา	ล้างแผล ใส่ยารักษาแผลสด ปิดปลาสเตอร์ยา	ระบุชื่อ นักวิทยาศาสตร์ ผู้บันทึก

สรุปจำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุ.....2.....ครั้ง/ภาคการศึกษาที่.....1/2566.....

ภาพที่ 4-11 ตัวอย่างการบันทึกรายงานอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการเคมี
ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

12) การบันทึกปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากการเรียนปฏิบัติการ ในแต่ละบทปฏิบัติการ

นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องบันทึกชนิดและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละบทปฏิบัติการ ที่นักศึกษาได้แยกและทิ้งลงในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ให้ ลงในแบบฟอร์มบันทึกปริมาณของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี ตามตัวอย่างการเขียนแบบบันทึกปริมาณของเสีย (ภาพที่ 4-12) หลังจากนั้น ต้องนำไปเก็บไว้ในพื้นที่จัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการให้เรียบร้อย

ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

แบบบันทึกปริมาณของเสีย ห้องปฏิบัติการเคมี 2	**หน้าที่ 1/1** **จัดทำโดย** **ชัญญาภัค ทับจันทร์** **นักวิทยาศาสตร์**

ลำดับ	วัน/เดือน/ปี	ส่วนประกอบหลักของเสีย	ปริมาตร (ml)	ปริมาตรรวม (ml)	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักรวม (g)
1	19 ก.ค. 66	$PbCrO_4$	300	**300**		
2	19 ก.ค. 66	K_2CrO_4	500	**800**		
3	19 ก.ค. 66	$Pb(NO_3)_2$	500	**1,300**		
4	19 ก.ค. 66	$BaSO_4$	300	**1,600**		
5	19 ก.ค. 66	$Al(OH)_3$	300	**1,900**		
6	26 ก.ค. 66	$CaCO_3$	200	**2,100**		
7	29 ส.ค. 66	K_2CrO_4	100	**2,200**		
8	29 ส.ค. 66	$K_2Cr_2O_7$	100	**2,300**		
9	29 ส.ค. 66	$Fe(NO_3)_3$	100	**2,400**		
10	29 ส.ค. 66	$Fe(OH)_3$	100	**2,500**		
11	29 ส.ค. 66	$Co(NO_3)_2$	100	**2,600**		
12	29 ส.ค. 66	$CoCl_4$	100	**2,700**		
13	29 ส.ค. 66	KSCN	100	**2,800**		
14	29 ส.ค. 66	$HgCl_2$	100	**2,900**		
15	29 ส.ค. 66	$Hg(SCN)_2$	100	**3,000**		
16	6 ก.ย. 66	$CuCl_2$	2,500	**5,500**		
17	6 ก.ย. 66	$ZnCl_2$	2,500	**8,000**		
18	6 ก.ย. 66	แผ่นโลหะทองแดง			150	**150**
19	6 ก.ย. 66	แผ่นโลหะสังกะสี			150	**300**
20	6 ก.ย. 66	ผงวุ้นผสม KNO_3			500	**800**

ภาพที่ 4-12 ตัวอย่างการเขียนแบบบันทึกปริมาณของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี
ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

13) การจัดเก็บ วัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ หลังการใช้งาน พร้อมทั้งทำความสะอาดให้เรียบร้อย

หลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนแต่ละบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องทำความสะอาดวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ พร้อมจัดเก็บเข้าที่เก็บให้เรียบร้อย สำหรับสารเคมีที่เหลือจากการทดลอง กรณีที่สามารถนำไปใช้ต่อได้ให้ทำการจัดเก็บเพื่อใช้งานในบทปฏิบัติการอื่น ๆ สำหรับสารเคมีที่ไม่สามารถใช้งานต่อได้ ให้แยกประเภทเป็นของเสียประเภทต่าง ๆ ตามที่กำหนด และเก็บรวบรวม พร้อมบันทึกปริมาณของเสียรวมของห้องปฏิบัติการเคมีต่อไป

14) การรับคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่ม หลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอนปฏิบัติการบทสุดท้าย

นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องให้นักศึกษาคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่มที่ได้รับแจกตั้งแต่ก่อนเรียนบทปฏิบัติการในครั้งแรก โดยการคืนต้องคืนครบถ้วนและถูกต้องตามรายละเอียดของรายการ ขนาด และจำนวน ตามที่ได้รับ หากนักศึกษากลุ่มใดคืนไม่ครบถ้วนตามรายการที่ได้รับไป ให้แจ้งนักศึกษาทราบต่อไป

15) การแจ้งนักศึกษาให้ประเมินความพึงพอใจแบบออนไลน์ ในการให้บริการบทปฏิบัติการ

สำหรับในส่วนของการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ เป็นการประเมินในรูปแบบออนไลน์ ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ต้องติดต่อขอรับลิงค์การประเมินจากเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลงานประกันคุณภาพของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ล่วงหน้าก่อนให้นักศึกษาทำการประเมินอย่างน้อย 1-2 วัน โดยการประเมินจะใช้รูปแบบของ Google Form เมื่อได้ลิงค์การประเมินมาแล้ว ให้แจ้งลิงค์แบบประเมินนั้นแก่นักศึกษาและอาจารย์ผู้สอนบทปฏิบัติการ เพื่อทำการประเมินความพึงพอใจการให้บริการ การเรียนการสอนบทปฏิบัติการในสัปดาห์สุดท้ายของการเรียนการสอนปฏิบัติการ เพื่อทำการประเมินให้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน ตามรูปแบบการประเมินและหัวข้อการประเมินจากงานประกันคุณภาพ ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ได้กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการประเมิน (ภาคผนวก 4)

16) การเตรียมห้องสอบปฏิบัติการและการเตรียมวัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับสอบปฏิบัติการ และการเป็นกรรมการคุมสอบปฏิบัติการไทเทรต

หลังเสร็จสิ้นการเรียนบทปฏิบัติการทั้ง 10 บทปฏิบัติการ จะมีการจัดประมวลผลทักษะปฏิบัติการ โดยให้นักศึกษาสอบปฏิบัติการไทเทรตเป็นรายคน เพื่อทำการวัดผลและประมวลทักษะปฏิบัติการที่ได้เรียนมาตลอดทั้งภาคการศึกษา นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน มีหน้าที่จัดเตรียมห้องสอบสำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต โดยสอบถามไปยังอาจารย์ผู้ประสานงาน เรื่องจำนวนกรรมการคุมสอบในแต่ละภาคการศึกษาว่า อาจารย์ผู้ประสานงาน จะเชิญกรรมการคุมสอบ มาช่วยคุมสอบจำนวนกี่คน นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องจัดเตรียมชุดปฏิบัติการสอบไว้ ตามจำนวนของกรรมการคุมสอบให้สอดคล้องกัน โดยอัตราส่วนของกรรมการคุมสอบ ต่อ นักศึกษาที่เข้าสอบ คืออัตราส่วน 1:2 ทั้งนี้ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องทำหน้าที่เป็นกรรมการคุมสอบด้วย และหลังจากการสอบเสร็จสิ้นแล้ว ต้องเก็บสารเคมี เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ต่าง ๆ คืนที่เดิมให้เรียบร้อย

17) การจัดทำความสะอาดครั้งใหญ่ (Big Cleaning) ห้องปฏิบัติการเคมี และรวบรวมของเสียทั้งหมดที่เกิดขึ้นในทุกบทปฏิบัติการ รวมทั้ง ของเสียที่เกิดขึ้นจากการสอบปฏิบัติการไทเทรต ส่งเข้าอาคารจัดการสารเคมี เพื่อดำเนินการจัดการ ตามระบบการจัดการของเสีย ของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ต่อไป

นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องควบคุมนักศึกษาให้ช่วยกันทำความสะอาดห้องปฏิบัติการประจำภาคการศึกษาทุกภาคการศึกษา ในสัปดาห์สุดท้ายของการเรียนการสอน หรือสัปดาห์หลังจากที่มีการสอบปฏิบัติการไทเทรตเรียบร้อยแล้ว โดยให้นักศึกษาช่วยกันทำความสะอาดห้องปฏิบัติการให้มีความสะอาดเรียบร้อย เพื่อป้องกันโต๊ะปฏิบัติการการผุพังหรือเสื่อมสภาพเนื่องจากการใช้งานมาตลอดทั้งภาคการศึกษา และควบคุมให้นักศึกษาช่วยกันเคลื่อนย้ายของเสียทั้งหมดในห้องปฏิบัติการ ไปยังอาคารจัดการสารเคมี โดยการเคลื่อนย้ายของเสียจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานการดำเนินงานห้องปฏิบัติการปลอดภัย

ขั้นตอนที่ 3 การสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ

1) การสรุปผลการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา ตามใบลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการ

นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ทำการสรุปการเข้าเรียนบทปฏิบัติการของนักศึกษาตามใบลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการ โดยสรุปการขาดเรียนของนักศึกษาตามใบลงลายมือชื่อในแบบฟอร์มสรุปการเข้าเรียนปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน (ภาพที่ 4-13) เพื่อแจ้งให้อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา รับทราบข้อมูลดังกล่าว

แบบฟอร์มสรุปการเข้าเรียนปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน
ภาคการศึกษาที่ ...../.....

ลำดับ	รหัสนักศึกษา	ชื่อ-สกุล	สาขา	ประเภทการลา (ระบุจำนวนครั้งของการลา)					รวม (ครั้ง)
				ลาป่วย (พร้อมใบลา)		ลากิจ (พร้อมใบลา)		ขาดเรียน	
				มี	ไม่มี	มี	ไม่มี		
1	รหัสนักศึกษา 1	นักศึกษา 1	สาขา	1	-	-	1	-	2
2	รหัสนักศึกษา 2	นักศึกษา 2	สาขา	-	2	-	-	-	2
3	รหัสนักศึกษา 3	นักศึกษา 3	สาขา	-	1	-	-	-	1

ภาพที่ 4-13 ตัวอย่างการจัดทำสรุปการเข้าเรียนปฏิบัติการ
ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

2) การสรุปรายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่ชำรุด/สูญหาย

นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องจัดทำข้อมูลสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์ที่นักศึกษาเป็นผู้ทำให้เกิดการชำรุด/สูญหาย (ภาพที่ 4-14) แล้วแจ้งข้อมูลส่งไปยังอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชาทราบ เพื่อให้อาจารย์ผู้ประสานงานแจ้งไปยังนักศึกษาให้ได้รับทราบต่อไป โดยนักศึกษาจะต้องจัดซื้อหรือจัดหารายการวัสดุและอุปกรณ์นั้น มาคืนให้กับห้องปฏิบัติการ ซึ่งการรับคืน นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องรับคืนเป็นวัสดุ หรืออุปกรณ์ตามชนิด ขนาด และจำนวนเดียวกันกับที่นักศึกษาได้ทำให้ชำรุด/สูญหายเท่านั้น ไม่สามารถรับเป็นจำนวนเงินได้

แบบฟอร์มการสรุปรายละเอียดการทำวัสดุ และอุปกรณ์ชำรุด/สูญหาย
ภาคการศึกษาที่...../.....

ลำดับ	รหัสนักศึกษา	ชื่อ-สกุล	สาขา	รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่เสียหาย				สาเหตุ
				รายการ	ขนาด	ยี่ห้อ	จำนวน	
1	รหัสนักศึกษา 1	นักศึกษา 1	สาขา	บีกเกอร์	100 ml	Pyrex No.1000	1 ใบ	หาย
2	รหัสนักศึกษา 2	นักศึกษา 2	สาขา	ขวดรูปชมพู	250 ml	Pyrex No. 4980	1 ใบ	แตก
3	รหัสนักศึกษา 3	นักศึกษา 3	สาขา	กระบอกตวง	100 ml	Witeg ISO 4788	1 อัน	หาย
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

ภาพที่ 4-14 ตัวอย่างการจัดทำสรุปรายละเอียดการทำวัสดุ และอุปกรณ์ชำรุด/สูญหาย
ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

3) การสรุปจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี

นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องจัดทำข้อมูลสรุปจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดจากการให้บริการบทปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการตลอดภาคการศึกษา (ภาพที่ 4-15) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการป้องกันหรือระมัดระวัง เพื่อลดอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นจากการเรียนรายวิชาปฏิบัติการในภาคการศึกษาต่อไป

แบบฟอร์มสรุปรายละเอียดจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ประจำภาคการศึกษาที่ 1/2566

ลำดับ	ประจำเดือน	จำนวน (ครั้ง)	รายละเอียด	การรักษา	ผู้บันทึก
1	มกราคม				
2	กุมภาพันธ์				
3	มีนาคม				
4	เมษายน				
5	พฤษภาคม				
6	มิถุนายน				
7	กรกฎาคม	1	หลอดทดลอง แตก บาดนิ้วชี้ ข้างขวา	ล้างแผล ใส่ยารักษาแผลสด ปิดปลาสเตอร์	ระบุชื่อ นักวิทยาศาสตร์ ผู้บันทึก
8	สิงหาคม	1	บีกเกอร์ ตกแตก บาดนิ้วโป้ง ข้างขวา	ล้างแผล ใส่ยารักษาแผลสด ปิดปลาสเตอร์	ระบุชื่อ นักวิทยาศาสตร์ ผู้บันทึก
9	กันยายน				
10	ตุลาคม				
11	พฤศจิกายน				
12	ธันวาคม				
รวมจำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุทั้งหมด				**2**	**ครั้ง**

ภาพที่ 4-15 ตัวอย่างการจัดทำสรุปรายละเอียดจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น
ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

4) การสรุปปัญหาและอุปสรรคในการให้บริการบทปฏิบัติการ

นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องจัดทำข้อมูลสรุปปัญหาและอุปสรรคในการให้บริการบทปฏิบัติการด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการให้บริการ พร้อมทั้งมีแนวทางการแก้ไขหรือข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเพื่อลดปัญหาการให้บริการบทปฏิบัติการในภาคการศึกษาต่อไป (ภาพที่ 4-16)

แบบฟอร์มสรุปปัญหาและอุปสรรคในการให้บริการบทปฏิบัติการ
รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน
ประจำภาคการศึกษาที่ 1/2566

ลำดับ	วันที่บันทึก	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
1	12 ก.ค. 66	นักศึกษาไม่เตรียมตัวในการเรียนปฏิบัติการ ไม่อ่านคู่มือมาก่อนล่วงหน้า	ให้ทำสรุปขั้นตอนการทดลองส่งก่อนเข้าเรียนปฏิบัติการ
2	26 ก.ค. 66	นักศึกษาไม่เข้าใจวิธีการทดลอง	ให้นักศึกษาอธิบายวิธีการทดลองหน้าชั้นเรียน โดยการสุ่มเรียกถาม
3	9 ก.ย. 66	นักศึกษาไม่ทิ้งของเสียลงในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ให้	อธิบายถึงความสำคัญของอันตรายที่เกิดจากการทิ้งของเสียผิดวิธี
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

ภาพที่ 4-16 ตัวอย่างการจัดทำสรุปปัญหาและอุปสรรคในการให้บริการบทปฏิบัติการ
ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

5) การสรุปผลการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการจากทั้งนักศึกษาและอาจารย์ พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปใช้ในการพิจารณา ปรับปรุงและพัฒนา การให้บริหารบทปฏิบัติการ ในภาคการศึกษาต่อไป

นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ประสานงานเพื่อขอผลการประเมินความพึงพอใจการให้บริการบทปฏิบัติการ จากเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลงานประกันคุณภาพ ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ แล้วนำผลการประเมินที่ได้มาสรุปในภาพรวม พร้อมจัดทำข้อเสนอแนะและแนวทางในการปรับปรุงการให้บริการบทปฏิบัติการในภาคการศึกษาต่อไป (ภาพที่ 4-17) โดยอ้างอิงข้อมูลจากแบบสำรวจความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ (ภาคผนวก 4)

แบบฟอร์มสรุปผลการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ
รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน
ประจำภาคการศึกษาที่ 1/2566

หัวข้อประเมิน	ผลประเมิน (%)	ข้อเสนอแนะ และแนวทางในการปรับปรุง
ตอนที่ 1 จำนวนผู้ทำแบบประเมิน	**86.67**	จำนวนผู้ทำแบบประเมินผ่านตามเกณฑ์
ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจที่มีต่อนักวิทยาศาสตร์ที่ให้บริการ		
1) ความตรงต่อเวลา ความสุภาพ จิตบริการและการติดต่อสื่อสาร	91.43	รักษามาตรฐานให้ได้สม่ำเสมอ
2) การเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์ชุดทดลองในแต่ละบทปฏิบัติการ	94.29	รักษามาตรฐานให้ได้สม่ำเสมอ
3) ความตั้งใจและความกระตือรือร้นในการควบคุมการปฏิบัติการ	91.43	รักษามาตรฐานให้ได้สม่ำเสมอ
4) ความรู้ความสามารถในการให้คำแนะนำ การตัดสินใจและการแก้ปัญหา	91.43	รักษามาตรฐานให้ได้สม่ำเสมอ
5) ความเชี่ยวชาญในวิชาชีพนักวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม	94.29	รักษามาตรฐานให้ได้สม่ำเสมอ
ตอนที่ 3 ระดับความพึงพอใจที่มีต่อห้องปฏิบัติการ		
1) สภาพห้องปฏิบัติการมีความสะอาดและเป็นระเบียบเรียบร้อย	85.71	รักษามาตรฐานให้ได้สม่ำเสมอ
2) บรรยากาศมีความเหมาะสมกับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการ	84.98	รักษามาตรฐานให้ได้สม่ำเสมอ
3) โต๊ะและเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการมีคุณภาพและมาตรฐาน เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษาและเหมาะสมกับการเรียนการสอนปฏิบัติการ	81.23	รักษามาตรฐานให้ได้สม่ำเสมอ จัดหาเก้าอี้เพิ่มเติมในกรณีมีไม่พอ
4) ห้องปฏิบัติการมีระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	84.56	รักษามาตรฐานให้ได้สม่ำเสมอ
ตอนที่ 4 ระดับความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องมือวิทยาศาสตร์		
1) จำนวนเครื่องมือและอุปกรณ์มีความเพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา และเหมาะสำหรับการทดลอง	74.29	ขออนุมัติจัดซื้อ เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ขาดแคลน
2) ความสมบูรณ์และความพร้อมใช้งานของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ สำหรับการทดลอง	74.29	ซ่อมเครื่องมือที่มีอยู่ให้ใช้ได้มากขึ้น จัดซื้อเครื่องมือใหม่มาทดแทน
3) ความทันสมัยของเครื่องมือหรืออุปกรณ์สำหรับการทดลอง	80.00	รักษามาตรฐานให้ได้สม่ำเสมอ
4) การดูแลรักษาและซ่อมบำรุงให้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ มีความพร้อมต่อการใช้งานอยู่เสมอ	84.29	รักษามาตรฐานให้ได้สม่ำเสมอ
ตอนที่ 5 ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม และสิ่งประทับใจ		
1) อากาศค่อนข้างร้อน		จัดหาพัดลมเพิ่มเติม
2) พี่นักวิทยาศาสตร์ช่วยเหลือแนะนำดีมาก		รักษามาตรฐานให้ได้สม่ำเสมอ
3) เรียนสนุก เจ้าหน้าที่ช่วยเหลือดี		รักษามาตรฐานให้ได้สม่ำเสมอ
ผลประเมินรวม เท่ากับ 85.55%	**คะแนนประเมินผ่านตาม KPI ที่กำหนด**	

ภาพที่ 4-17 ตัวอย่างการจัดทำสรุปผลการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ
ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

4.2.2 เทคนิคและขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการ 10 บทปฏิบัติการ

จากรายละเอียดที่ได้กล่าวในข้อ 4.2.1 ได้อธิบายถึง การให้บริการบทปฏิบัติการ 3 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ ขั้นตอนที่ 2 การให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ และขั้นตอนที่ 3 การสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ ตลอดจน ได้กล่าวถึงขั้นตอนรองของแต่ละขั้นตอนหลัก ในภาพรวมของขั้นตอนและรายละเอียดการปฏิบัติงานไปแล้วนั้น ในหัวข้อนี้ ผู้เขียนจะกล่าวถึง ขั้นตอนให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการทั้ง 10 บทปฏิบัติการ โดยในแต่ละบทปฏิบัติการ ผู้เขียนจะอธิบายถึง วิธีการเตรียมครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การจัดวางครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในห้องปฏิบัติการ การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากบทปฏิบัติการ ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการในแต่ละบทที่แตกต่างกันไปตามเนื้อหาของแต่ละบทปฏิบัติการ ตลอดจน เทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการและเทคนิคการปฏิบัติงานจากประสบการณ์ของผู้เขียนโดยตรง ที่ได้นำมาถ่ายทอดไว้ในคู่มือเล่มนี้ เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ได้เข้าใจรายละเอียดของแต่ละบทปฏิบัติการ ดังนี้

การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน จำนวน 10 บทปฏิบัติการ ดังนี้

บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง เครื่องตวงและความแม่น
บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การแยกของแข็งออกจากของเหลว
บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การหา MW ของสารโดยการลดลงของจุดเยือกแข็ง
บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง เทอร์โมเคมี
บทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ปฏิกิริยานาฬิกา
บทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง สมดุลเคมี
บทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี
บทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง หาค่า pH ของสารละลายและหาปริมาณกรดด้วยการไทเทรต
บทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

ทั้งนี้ บทปฏิบัติการทั้ง 10 บท มีเทคนิคการปฏิบัติงานที่แตกต่างกัน ดังนั้น ผู้เขียนจะกล่าวถึงรายละเอียดในแต่ละบทปฏิบัติการโดยละเอียด เริ่มตั้งแต่ การจัดเตรียมและการจัดวาง ทั้งรายการครุภัณฑ์ วัสดุ สารเคมี การจัดการของเสีย ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการในแต่ละบท รวมทั้งเทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการที่ถ่ายทอดจากประสบการณ์ของผู้เขียนโดยตรง มีรายละเอียดเรียงตามลำดับบทปฏิบัติการ เริ่มตั้งแต่บทปฏิบัติการที่ 1 จนสิ้นสุดถึงบทปฏิบัติการที่ 10 ดังนี้

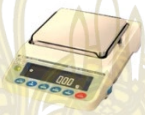
1) ขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง เครื่องตวงและความแม่น

การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง เครื่องตวงและความแม่น มีรายละเอียดการจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี การจัดวางครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ในห้องปฏิบัติการ การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากบทปฏิบัติการ ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ รวมทั้งเทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการจากประสบการณ์ของผู้เขียนโดยตรง ที่ได้นำมาถ่ายทอด ตามรายละเอียด ดังนี้

1.1) การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์

การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง เครื่องตวงและความแม่น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-12)

ตารางที่ 4-12 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1

ลำดับ	ครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่เตรียม
1	เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (2 Digit Digital Balance)		ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักของเครื่องแก้วแต่ละชนิด และชั่งน้ำหนักของน้ำกลั่นที่ตวงจากเครื่องแก้วแต่ละชนิด	5 เครื่อง

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

1.2) การจัดเตรียมรายการวัสดุและอุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม

การจัดเตรียมรายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง เครื่องตวงและความแม่น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-13)

ตารางที่ 4-13 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
1	บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 25 ml		ใช้ตวงปริมาตรของน้ำกลั่นใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 ml	1 อัน
2	ที่จับบิวเรตต์พร้อมขาตั้ง (Burette Clamp and Stand)		ใช้เป็นฐานตั้งวางเพื่อใช้งานกับตัวบิวเรตต์ และใช้ที่จับบิวเรตต์เป็นตัวจับ คู่กับขาตั้งบิวเรตต์	1 ชุด
3	ปิเปตต์แบบใช้ตวง (Measuring Pipette) ขนาด 10 ml		ใช้ตวงปริมาตรของน้ำกลั่นใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 ml	1 อัน

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
4	ลูกยางปิเปตต์ (Pipette Bulb)		ใช้ดูดน้ำกลั่น โดยต้องใช้งานคู่กับปิเปตต์	1 ลูก
5	ที่วางปิเปตต์ (Pipette Stand)		ใช้สำหรับวางปิเปตต์ เพื่อป้องกันไม่ให้ตกแตก	1 อัน
6	ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml		ใช้สำหรับบรรจุน้ำกลั่น และฉีดน้ำกลั่นออกมาเพื่อใช้งานทางปลายด้านบน	1 ขวด
7	กระดาษทิชชู (Tissue Paper)		ใช้เช็ดเครื่องแก้วให้แห้ง ก่อนนำไปใส่น้ำกลั่น หรือนำไปชั่งน้ำหนัก	4 ม้วน ต่อ Section

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566
หมายเหตุ : กระดาษทิชชู หากไม่พอ สามารถเพิ่มให้นักศึกษาได้

1.3) การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม

การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง เครื่องตวงและความแม่น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียมดังนี้ (ตารางที่ 4-14)

ตารางที่ 4-14 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องเตรียมต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
1	น้ำกลั่น, H_2O	-	บรรจุน้ำกลั่นลงในขวดฉีดน้ำกลั่นให้เต็มขวด	ขวดละ 500 ml	30 ขวด

1.4) การจัดวางครุภัณฑ์

1.4.1) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (2 Digit Digital Balance) จัดวางไว้บนโต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่ง พร้อมทั้งติดป้ายกำกับกำหนดการใช้งานเครื่องชั่งให้นักศึกษาแต่ละกลุ่ม ดังนี้

เครื่องชั่งหมายเลข 1	กลุ่มที่ 1-6
เครื่องชั่งหมายเลข 2	กลุ่มที่ 7-12
เครื่องชั่งหมายเลข 3	กลุ่มที่ 13-18
เครื่องชั่งหมายเลข 4	กลุ่มที่ 19-24
เครื่องชั่งหมายเลข 5	กลุ่มที่ 25-30

ทั้งนี้ กรณีมีจำนวนนักศึกษาไม่ถึง 30 กลุ่ม ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานแบ่งจำนวนกลุ่มนักศึกษาให้ใช้งานเครื่องชั่งตามจำนวนกลุ่มที่เรียน ตามความเหมาะสม

1.5) การจัดวางวัสดุ และอุปกรณ์

1.5.1) บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 25 ml จัดวางรวมไว้ในตะกร้าใบใหญ่ ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 อัน

1.5.2) ที่จับบิวเรตต์พร้อมขาตั้ง (Burette Clamp and Stand) วางไว้ที่ตำแหน่งเก็บที่จับบิวเรตต์พร้อมขาตั้งในห้องปฏิบัติการเคมี ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 ชุด

1.5.3) ปิเปตต์แบบใช้ตวง (Measuring Pipette) ขนาด 10ml วางไว้ในตะกร้า ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 อัน

1.5.4) ลูกยางปิเปตต์ (Pipette Bulb) วางไว้ในตะกร้า ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 ลูก

1.5.5) ที่วางปิเปตต์ (Pipette Stand) วางไว้บนชั้นเก็บที่วางปิเปตต์ ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 อัน

1.5.6) ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) วางไว้ที่ชั้นเก็บขวดฉีดน้ำกลั่น ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 ขวด

1.5.7) กระดาษทิชชู (Tissue Paper) จัดวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งานเท่าที่จำเป็น

1.6) การจัดวางสารเคมี

นำขวดฉีดน้ำกลั่นที่บรรจุน้ำกลั่นเต็มขวดแล้ว วางบนโต๊ะกลางสำหรับเก็บขวดฉีดน้ำกลั่น

1.7) การจัดการของเสียอันตราย

การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง เครื่องตวงและความแม่นในบทปฏิบัติการนี้ ใช้เฉพาะน้ำกลั่นในการทดลอง ดังนั้น จึงไม่เกิดของเสียขึ้นในการทำปฏิบัติการ สำหรับน้ำกลั่นที่ใช้งานแล้ว นักศึกษาสามารถเททิ้งลงในอ่างล้างเครื่องแก้วได้ทันที

1.8) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

1.8.1) สำหรับบทปฏิบัติการนี้ นักศึกษายังไม่มีทักษะพื้นฐานในการใช้เครื่องแก้วมาก่อน เนื่องจากบทปฏิบัติการนี้เป็นบทปฏิบัติการบทแรกที่นักศึกษาจะได้ทำความรู้จัก

และฝึกทักษะการใช้เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน จะต้องดูแลนักศึกษาอย่างใกล้ชิด และกำชับให้นักศึกษามีความระมัดระวังในการใช้เครื่องแก้วทุกชนิด เพื่อลดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างทำปฏิบัติการ เช่น เครื่องแก้วแตก เครื่องแก้วบาดมือหรือร่างกาย ตลอดจนการใช้งานเครื่องแก้วที่ผิดประเภท

1.8.2) นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องอธิบายการอ่านปริมาตรเครื่องแก้วแต่ละชนิดให้กับนักศึกษาอย่างถูกต้อง เนื่องจากเครื่องแก้วที่ใช้ในบทปฏิบัติการนี้ มีหลายชนิดและมีสเกลที่แตกต่างกัน ซึ่งจากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่า นักศึกษามีความสับสนในการอ่านปริมาตรและสเกลของเครื่องแก้วแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน จึงต้องอธิบายอย่างชัดเจน และควบคุมดูแลให้นักศึกษาฝึกอ่านปริมาตรและสเกลของเครื่องแก้วแต่ละชนิดให้ถูกต้อง

1.9) เทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการและเทคนิคการปฏิบัติงาน

จากประสบการณ์ของผู้เขียนที่ปฏิบัติงานมาเป็นระยะเวลายาวนาน พบว่าในบทปฏิบัติการนี้ มีเทคนิคและข้อแนะนำเพื่อทำให้ลดระยะเวลาในการทำปฏิบัติการ และสามารถลดความผิดพลาดในการทำปฏิบัติการของนักศึกษา โดยถ่ายทอดจากประสบการณ์ของผู้เขียน คือ ผู้เขียนแนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน สามารถแจ้งอาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาให้ใช้น้ำประปาแทนน้ำกลั่นได้ เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำกลั่น เนื่องจากบทปฏิบัติการนี้เป็นการหาค่าความหนาแน่นของน้ำ ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้น้ำกลั่นในการทำปฏิกิริยาใด ๆ เป็นเพียงการหาค่าความหนาแน่นของน้ำเท่านั้น ดังนั้น การใช้น้ำประปาแทนน้ำกลั่น ไม่ทำให้การทดลองผิดพลาดจากวัตถุประสงค์ในการทดลองแต่อย่างใด เนื่องจากความหนาแน่นของน้ำประปาและน้ำกลั่นมีความหนาแน่นเท่ากับ 1 g/cm^3 เช่นเดียวกัน ดังนั้น ผู้เขียนแนะนำให้ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานเตรียมตัวอย่างน้ำ โดยใช้น้ำประปาแทนน้ำกลั่นในการทดลองสำหรับบทปฏิบัติการนี้

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

2) ขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การแยกของแข็งออกจากของเหลว

การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การแยกของแข็งออกจากของเหลว มีรายละเอียดการจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี การจัดวางครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในห้องปฏิบัติการ การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากบทปฏิบัติการ ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ รวมทั้งเทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการจากประสบการณ์ของผู้เขียนโดยตรง ที่ได้นำมาถ่ายทอดตามรายละเอียด ดังนี้

2.1) การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์

การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การแยกของแข็งออกจากของเหลว นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-15)

ตารางที่ 4-15 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2

ลำดับ	ครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่เตรียม
1	เตาให้ความร้อน (Hot Plate)		ใช้สำหรับอุ่นสารละลาย ของตะกอน $PbCrO_4$, $BaSO_4$ และ $Al(OH)_3$ เพื่อนำมากรองร้อน	15 เครื่อง
2	เครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน (Centrifuge)		ใช้สำหรับแยกตะกอน ของ $PbCrO_4$, $BaSO_4$ และ $Al(OH)_3$ ออกจากสารละลาย	1 เครื่อง
3	ตู้ดูดไอสารเคมี (Fume Hood)		ใช้สำหรับวางสารละลาย 6 M NH_4OH และ 3 M H_2SO_4 และใช้เป็นพื้นที่ทำปฏิกิริยาระหว่าง 0.2 M $Al(NO_3)_3$ และ 6 M NaOH และ 0.25 M $BaCl_2$ และ 3 M H_2SO_4	4 ตู้

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

2.2) การจัดเตรียมรายการวัสดุและอุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม

การจัดเตรียมรายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การแยกของแข็งออกจากของเหลว นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-16)

ตารางที่ 4-16 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
1	กระดาษกรอง (Filter Paper) เบอร์ 01 ขนาด 7 cm		ใช้สำหรับกรองแยกสารผสมของสารละลาย ทั้ง 3 ปฏิกิริยา โดยใช้คู่กับกรวยกรองบุชเนอร์และขวดกรองสาร	3 แผ่น

ตารางที่ 4-16 (ต่อ)

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
2	กระดาษกรอง (Filter Paper) เบอร์ 01 ขนาด 11 cm		ใช้สำหรับกรองแยกสารผสมของสารละลายทั้ง 3 ปฏิกิริยา ใช้คู่กับกรวยกรองแก้ว และขวดรูปชมพู่	6 แผ่น
3	กระดาษกรอง (Filter Paper) เบอร์ 42 ขนาด 7 cm		ใช้สำหรับกรองแยกสารผสมของสารละลายทั้ง 3 ปฏิกิริยา ใช้คู่กับกรวยกรองบุชเนอร์ และขวดกรองสาร	3 แผ่น
4	กระดาษกรอง (Filter Paper) เบอร์ 42 ขนาด 11 cm		ใช้สำหรับกรองแยกสารผสมของสารละลายทั้ง 3 ปฏิกิริยา ใช้คู่กับกรวยกรองแก้ว และขวดรูปชมพู่	6 แผ่น
5	กรวยกรองบุชเนอร์ (Buchner Funnel) ขนาด 7 cm		ใช้สำหรับกรองแยกสารผสมของสารละลายทั้ง 3 ปฏิกิริยา ด้วยวิธีกรองสารแบบลดความดัน ใช้คู่กับขวดกรองสาร และกระดาษกรองขนาด 7 cm	6 ชุด ต่อ Section
6	ขวดกรองสาร (Suction Flask) ขนาด 500 ml		ใช้สำหรับกรองแยกสารผสมของสารละลายทั้ง 3 ปฏิกิริยา ด้วยระบบสุญญากาศ ใช้คู่กับกรวยกรองบุชเนอร์ และกระดาษกรองขนาด 7 cm	6 ชุด ต่อ Section
7	คีมสำหรับคีบ (Forceps)		ใช้คีบกระดาษกรอง ขนาด 7 cm สำหรับใช้กับกรวยกรองบุชเนอร์	6 อัน ต่อ Section
8	ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml		ใช้สำหรับบรรจุน้ำกลั่น และฉีดน้ำกลั่นออกมา เพื่อใช้งานทางปลายด้านบน	1 ขวด
9	กระดาษทิชชู (Tissue Paper)		ใช้เช็ดทำความสะอาดทั่วไป และเช็ดเครื่องแก้วให้แห้ง	2 ห่อ ต่อ Section

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

หมายเหตุ : จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด ให้นำจำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม คูณ จำนวนกลุ่มที่เรียน ดังนี้

จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด = จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่มที่เรียน

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

2.3) การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม

การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การแยกของแข็งออกจากของเหลว นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-17)

ตารางที่ 4-17 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
1	Lead nitrate, $Pb(NO_3)_2$	1.0 M	ชั่งสาร Lead nitrate, $Pb(NO_3)_2$ น้ำหนักโมเลกุล 331.2 g/mol จำนวน 331.20 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	20 ml	1,000 ml
2	Potassium chromate, K_2CrO_4	0.2 M	ชั่งสาร Potassium chromate, K_2CrO_4 น้ำหนักโมเลกุล 194.20 g/mol จำนวน 38.84 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	20 ml	1,000 ml
3	Barium chloride dihydrate, $BaCl_2 \cdot 2H_2O$	0.25 M	ชั่งสาร Barium chloride dihydrate, $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ น้ำหนักโมเลกุล 244.28 g/mol จำนวน 61.07 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	20 ml	1,000 ml
4	Sulphuric acid, H_2SO_4	3 M	ค่อยๆ ริน สารละลาย Sulphuric acid, H_2SO_4 เข้มข้น น้ำหนักโมเลกุล 98.08 g/mol จำนวน 168 ml ลงในน้ำกลั่น 500 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	10 ml	1,000 ml
5	Aluminium nitrate nonahydrate, $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	0.2 M	ชั่งสาร Aluminium nitrate nonahydrate, $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ น้ำหนักโมเลกุล 375.13 g/mol จำนวน 75.03 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	20 ml	1,000 ml

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-17 (ต่อ)

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
6	Ammonium hydroxide, NH_4OH	6 M	ค่อย ๆ ริน สารละลาย Ammonium hydroxide, NH_4OH เข้มข้น น้ำหนักโมเลกุล 35.05 g/mol จำนวน 378 ml ลงในน้ำกลั่น 500 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	10 ml	1,000 ml

หมายเหตุ : 1) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามี 21-30 กลุ่มให้เตรียมสารเคมีในปริมาณเท่ากับจำนวนที่แสดงในช่อง *"จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด"*

2) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามีไม่ถึง 20 กลุ่ม จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด ให้นำจำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม คูณจำนวนกลุ่ม และบวกเพิ่มไปอีก 25% มีวิธีการคำนวณดังนี้

จำนวนที่ต้องเตรียม = จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่ม x 125%

2.4) การจัดวางครุภัณฑ์

2.4.1) เตาให้ความร้อน (Hot Plate) จัดวางบนชั้นสำหรับเก็บเตาให้ความร้อนให้นักศึกษาหยิบจากชั้นไปใช้งาน โดย 1 เครื่อง ใช้งานร่วมกัน 2 กลุ่ม

2.4.2) เครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน (Centrifuge) จัดวางบนโต๊ะปฏิบัติการโต๊ะสุดท้ายหลังห้อง และใช้งานร่วมกันทุกกลุ่ม

2.4.3) ตู้ดูดไอสารเคมี (Fume Hood) ตำแหน่งติดตั้งอยู่บริเวณหน้าห้องปฏิบัติการ จำนวน 2 ตู้ และหลังห้องปฏิบัติการ จำนวน 2 ตู้

2.5) การจัดวางวัสดุ และอุปกรณ์

2.5.1) กระดาษกรอง (Filter Paper) เบอร์ 01 ขนาด 7 cm จัดวางบนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งาน กลุ่มละ 3 แผ่น

2.5.2) กระดาษกรอง (Filter Paper) เบอร์ 01 ขนาด 11 cm จัดวางบนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งาน กลุ่มละ 6 แผ่น

2.5.3) กระดาษกรอง (Filter Paper) เบอร์ 42 ขนาด 7 cm จัดวางบนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งาน กลุ่มละ 3 แผ่น

2.5.4) กระดาษกรอง (Filter Paper) เบอร์ 42 ขนาด 11 cm จัดวางบนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งาน กลุ่มละ 6 แผ่น

2.5.5) กรวยกรองบุชเนอร์ (Buchner Funnel) ขนาด 7 cm ขวดกรองสาร (Suction Flask) ขนาด 500 ml คีมสำหรับคีบ (Forceps) จัดใส่ในตะกร้าเดียวกัน อย่างละ 1 ชิ้น แล้วนำไปจัดวางบนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง แจกให้นักศึกษาใช้งานร่วมกัน 5 กลุ่ม ต่ออุปกรณ์ 1 ชุด

2.5.6) ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml จัดวางไว้บนโต๊ะ สำหรับเก็บขวดน้ำกลั่น ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งาน กลุ่มละ 1 ขวด

2.5.7) กระดาษทิชชู (Tissue Paper) จัดวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งานเท่าที่จำเป็น

2.6) การจัดวางสารเคมี

2.6.1) สารละลาย 0.1 M Lead nitrate, $Pb(NO_3)_2$ ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดหยดสีชา ขนาด 125 ml จำนวน 10 ขวด (หรือตามความเหมาะสมตามจำนวนนักศึกษา) พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

2.6.2) สารละลาย 0.2 M Potassium chromate, K_2CrO_4 ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดหยดสีชา ขนาด 125 ml จำนวน 10 ขวด (หรือตามความเหมาะสมตามจำนวนนักศึกษา) พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

2.6.3) สารละลาย 0.25 M Barium chloride dihydrate, $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดหยดสีชา ขนาด 125 ml จำนวน 10 ขวด (หรือตามความเหมาะสมตามจำนวนนักศึกษา) พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

2.6.4) สารละลาย 3 M Sulphuric acid, H_2SO_4 ตวงสารละลายปริมาตร 200 ml ใส่บีกเกอร์ ขนาด 250 ml จัดวางในตู้ดูดไอสารเคมี ด้านหลังห้อง ตู้ละ 2 บีกเกอร์ และจัดวางหลอดหยดไว้สำหรับใช้ดูดสารละลาย 3 M H_2SO_4 ไว้ในบีกเกอร์ด้วย พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน

2.6.5) สารละลาย 0.2 M Aluminium nitrate nonahydrate, $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดหยดสีชาขนาด 125 ml จำนวน 10 ขวด (หรือตามความเหมาะสมตามจำนวนนักศึกษา) พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

2.6.6) สารละลาย 6 M Ammonium hydroxide, NH_4OH ตวงสารละลายปริมาตร 200 ml ใส่บีกเกอร์ ขนาด 250 ml จัดวางในตู้ดูดควัน ด้านหน้าห้อง ตู้ละ 2 บีกเกอร์ และจัดวางหลอดหยด ไว้สำหรับใช้ดูดสารละลาย 6 M NH_4OH ไว้ในบีกเกอร์ พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน

2.7) การจัดการของเสียอันตราย

การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การแยกของแข็งออกจากของเหลว นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดการ ดังนี้ (ตารางที่ 4-18)

ตารางที่ 4-18 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2

ลำดับ	ประเภทของเสีย/ส่วนประกอบ	การบำบัดและการกำจัด
1	ของเสียประเภทกรด ได้แก่ สารละลาย HCl สารละลาย H_2SO_4	ไม่ต้องจัดเก็บ ทำให้เป็นกลาง ทิ้งลงท่อระบายน้ำและเปิดน้ำตาม

ตารางที่ 4-18 (ต่อ)

ลำดับ	ประเภทของเสีย/ส่วนประกอบ	การบำบัดและการกำจัด
2	ของเสียที่ประกอบด้วยโครเมต ได้แก่ ตะกอนของ $PbCrO_4$ สารละลาย K_2CrO_4 กระดาษกรองที่ปนเปื้อนตะกอนของ $PbCrO_4$	เก็บใส่ขวดเก็บของเสียประเภท E พร้อมบันทึกปริมาตรของเสียที่จัดเก็บ นำไปจัดวางไว้บริเวณพื้นที่เก็บของเสีย ในห้องปฏิบัติการเคมี รอการขนย้ายส่งไปยังอาคารจัดการสารเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ
3	ของเสียที่ประกอบด้วยโลหะหนักอื่น ๆ ได้แก่ สารละลาย $Pb(NO_3)_2$	เก็บใส่ขวดเก็บของเสียประเภท F พร้อมบันทึกปริมาตรของเสียที่จัดเก็บ นำไปจัดวางไว้บริเวณพื้นที่เก็บของเสีย ในห้องปฏิบัติการเคมี รอการขนย้ายส่งไปยังอาคารจัดการสารเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ
4	ของเสียประเภทอื่น ๆ ได้แก่ กระดาษกรองที่ปนเปื้อนตะกอนของ $BaSO_4$ กระดาษกรองที่ปนเปื้อนตะกอนของ $Al(OH)_3$	เก็บใส่ขวดเก็บของเสียประเภท Y พร้อมบันทึกน้ำหนักของเสียที่จัดเก็บ นำไปจัดวางไว้บริเวณพื้นที่เก็บของเสีย ในห้องปฏิบัติการเคมี รอการขนย้ายส่งไปยังอาคารจัดการสารเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ

2.8) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

2.8.1) กำชับนักศึกษาให้ทำปฏิบัติการด้วยความระมัดระวัง โดยเฉพาะสารเคมีที่มีความเป็นกรด-ด่างเข้มข้น ต้องกำชับให้ทำในตู้ดูดไอสารเคมีเท่านั้น เนื่องจากบทปฏิบัติการนี้ มีการใช้สารละลาย 6 M NH_4OH ซึ่งเป็นด่างเข้มข้น รวมถึงสารละลาย 3 M H_2SO_4 ซึ่งเป็นสารละลายกรด หากขาดความระมัดระวัง อาจเกิดอุบัติเหตุสารละลายกรด–ด่าง หกใส่ร่างกายได้

2.8.2) กำชับนักศึกษาให้เพิ่มความระมัดระวังในการใช้เตาให้ความร้อน โดยต้องไม่ให้สายไฟสัมผัสกับเตา เนื่องจากความร้อนจากเตา จะทำให้สายไฟละลาย จนทำให้เกิดความเสียหายและเกิดอุบัติเหตุได้

2.8.3) จากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่า นักศึกษาขาดความระมัดระวังเรื่องการใช้หลอดหยด ในส่วนของขั้นตอนการหยดสารสะลายลงในหลอดทดลอง เนื่องจากปลายหลอดหยดมักจะสัมผัสกับสารละลายที่อยู่ในหลอดทดลอง ซึ่งทำให้เกิดการปนเปื้อน และส่งผลให้การทดลองผิดพลาดได้ รวมทั้งอาจทำให้สารละลายที่จัดเตรียมไว้ในขวดส่วนกลางปนเปื้อนได้ ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องกำชับให้นักศึกษาใช้หลอดหยดให้ถูกวิธี โดยขณะทำการหยดสารละลายลงในหลอดทดลอง ห้ามไม่ให้ปลายหลอดหยดสัมผัสกับหลอดทดลองเสมอ

2.9) เทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการและเทคนิคการปฏิบัติงาน

จากประสบการณ์ของผู้เขียนที่ปฏิบัติงานมาเป็นระยะเวลายาวนาน พบว่า ในบทปฏิบัติการนี้ มีเทคนิคและข้อแนะนำเพื่อทำให้ลดระยะเวลาในการทำปฏิบัติการ และสามารถลดความผิดพลาดในการทำปฏิบัติการของนักศึกษา โดยถ่ายทอดจากประสบการณ์ของผู้เขียน ดังนี้

2.9.1) ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย 0.1 M Lead nitrate, $Pb(NO_3)_2$ ซึ่งละลายค่อนข้างยาก เมื่อเตรียมสารละลายแล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 2-3 ชั่วโมง จะพบว่า มีสารละลายบางส่วนเกิดการตกตะกอน ซึ่งเมื่อนำสารละลายนี้ไปทำปฏิกิริยาในการทดลอง พบว่า จะเกิดการรบกวนปฏิกิริยาได้ในขั้นตอนการสังเกตลักษณะของสารละลาย นักศึกษาจะสังเกตเห็นเป็นสารละลายสีขาวขุ่น ซึ่งในความเป็นจริง สารละลายนี้ต้องเป็นสารละลายใสไม่มีสี ดังนั้น เพื่อไม่ให้เกิดการรบกวนการสังเกตลักษณะปรากฏของสารละลายในขณะทำการทดลอง ผู้เขียน แนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เตรียมสารละลาย 0.1 M Lead nitrate, $Pb(NO_3)_2$ แล้วให้ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 3-6 ชั่วโมง แล้วจึงนำมากรองตะกอนด้วยกระดาษกรอง No.42 ขนาด 11 cm เพื่อแยกส่วนตะกอนเบาที่ปะปนอยู่ในสารละลายออกก่อน การใช้เทคนิคนี้มาช่วยในการเตรียมสารละลาย 0.1 M Lead nitrate, $Pb(NO_3)_2$ จะช่วยทำให้สารละลายใสขึ้น ลดการรบกวนการสังเกตลักษณะปรากฏของสารละลาย นักศึกษาจะสังเกตเห็นสารละลายนี้เป็นสารละลายใสไม่มีสี ตามวัตถุประสงค์ของการทดลอง

2.9.2) ขั้นตอนการเตรียมชุดอุปกรณ์การกรองด้วยวิธีการกรองแบบสุญญากาศ ในขั้นตอนนี้ ผู้เขียน แนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน กำหนดให้ชุดกรอง 1 ชุด ใช้สำหรับกรองสารละลายเพียง 1 ตะกอนเท่านั้น ยกตัวอย่างเช่น ในห้องปฏิบัติการเคมี มีชุดอุปกรณ์การกรองด้วยวิธีการกรองแบบสุญญากาศ จำนวน 6 ชุด เพื่อใช้สำหรับกรองสารละลายในบทปฏิบัติการนี้ จำนวน 3 ปฏิกิริยา ซึ่งจะได้ตะกอน 3 ตะกอน นักวิทยาศาสตร์กำหนดให้ ชุดกรองแบบสุญญากาศ จำนวน 2 ชุด ใช้สำหรับกรองตะกอนเพียง 1 ตะกอน โดยไม่อนุญาตให้นำมากรองตะกอนอื่นปะปน ดังนี้

ชุดกรองตะกอน ชุดที่ 1-2 ใช้สำหรับกรองตะกอนของ $PbCrO_4$ เท่านั้น

ชุดกรองตะกอน ชุดที่ 3-4 ใช้สำหรับกรองตะกอนของ $BaSO_4$ เท่านั้น

ชุดกรองตะกอน ชุดที่ 5-6 ใช้สำหรับกรองตะกอนของ $Al(OH)_3$ เท่านั้น

การกำหนดให้ใช้ชุดกรองสำหรับกรองตะกอนเพียงตะกอนเดียว ไม่ปะปนกับตะกอนอื่น จะช่วยลดการปนเปื้อนตะกอนคนละชนิดได้มากที่สุด ทำให้ช่วยลดความผิดพลาดของการทดลองในขั้นตอนการสังเกตผลการทดลองและช่วยลดระยะเวลาในการทำปฏิบัติการได้ เพราะหากนักศึกษากรองตะกอนทุกตะกอนด้วยชุดกรองเดียวกัน ทำให้เมื่อกรองตะกอนชนิดที่ 1 แล้ว จำเป็นต้องล้างชุดกรองให้สะอาดก่อนนำมากรองตะกอนชนิดต่อไป ทำให้เสียเวลาในการทำปฏิบัติการ เมื่อมีจำนวนกลุ่มนักศึกษารอใช้อุปกรณ์ชุดเดียวกัน เพราะต้องมีการล้างชุดอุปกรณ์ทุกครั้งก่อนทำการกรองตะกอน แต่การที่ผู้เขียน แนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน กำหนดให้ตะกอนชนิดเดียวกันกรองด้วยชุดกรองชุดเดียวกันเท่านั้น ทำให้นักศึกษาไม่จำเป็นต้องล้างชุดกรองทุกครั้ง เนื่องจาก ตะกอนเป็นตะกอนชนิดเดียวกัน มีลักษณะทางกายภาพ ทั้งสีและขนาด ที่ใกล้เคียงกัน ทำให้ลดระยะเวลารอคอย ในการล้างชุดกรองลงได้ เมื่อนักศึกษาไม่ต้องเสียเวลาในการล้างชุดกรอง ทำให้นักศึกษากลุ่มต่อไปสามารถใช้งานชุดกรองต่อเนื่องได้เลย ส่งผลให้ควบคุมระยะเวลาในการทำปฏิบัติการได้เสร็จสิ้นตามวัตถุประสงค์ภายในระยะเวลา 3 ชั่วโมง ตามตารางเรียนได้

3) ขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ มีรายละเอียดการจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี การจัดวางครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ในห้องปฏิบัติการ การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากบทปฏิบัติการ ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ รวมทั้งเทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการจากประสบการณ์ของผู้เขียนโดยตรง ที่ได้นำมาถ่ายทอด ตามรายละเอียดดังนี้

3.1) การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์

การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-19)

ตารางที่ 4-19 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3

ลำดับ	ครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่เตรียม
1	เตาให้ความร้อน (Hot Plate)		ใช้สำหรับให้ความร้อนแก่สารละลายผสมระหว่างสารละลาย K_2CO_3 และสารละลาย $CaCl_2$	15 เครื่อง
2	เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (2 Digit Digital Balance)		ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักสาร K_2CO_3 และชั่งน้ำหนักสาร $CaCl_2$	5 เครื่อง
3	ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)		ใช้อบตะกอนของ $CaCO_3$ ที่ได้จากการทดลอง	1 เครื่อง

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

3.2) การจัดเตรียมรายการวัสดุและอุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม

การจัดเตรียมรายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-20)

ตารางที่ 4-20 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
1	กระดาษกรอง (Filter Paper) เบอร์ 42 ขนาด 7 cm		ใช้สำหรับกรองตะกอนของ $CaCO_3$ โดยใช้คู่กับกรวยกรองบุชเนอร์ และขวดกรองสาร	1 แผ่น
2	กรวยกรองบุชเนอร์ (Buchner Funnel) ขนาด 7 cm		ใช้สำหรับกรองตะกอนของ $CaCO_3$ ด้วยวิธีกรองสารแบบลดความดัน โดยใช้คู่กับขวดกรองสาร และกระดาษกรอง 42 ขนาด 7 cm	6 ชุด ต่อ Section
3	ขวดกรองสาร (Suction Flask) ขนาด 500 ml		ใช้สำหรับกรองตะกอนของ $CaCO_3$ ด้วยระบบสุญญากาศ โดยใช้คู่กับกรวยกรองบุชเนอร์ และกระดาษกรองเบอร์ 42 ขนาด 7 cm	6 ชุด ต่อ Section
4	คีมสำหรับคีบ (Forceps)		ใช้สำหรับการคีบกระดาษกรอง เบอร์ 42 ขนาด 7 cm ที่ใช้ในการกรองตะกอนของ $CaCO_3$	6 อัน ต่อ Section
5	ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml		ใช้สำหรับบรรจุน้ำกลั่น และฉีดน้ำกลั่นออกมา เพื่อใช้งานทางปลายด้านบน	1 ขวด
6	กระดาษทิชชู (Tissue Paper)		ใช้เช็ดทำความสะอาดทั่วไป และเช็ดเครื่องแก้วให้แห้ง	2 ห่อ ต่อ Section

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

หมายเหตุ : จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด ให้นำจำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม คูณ จำนวนกลุ่มที่เรียน ดังนี้

จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด = จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่มที่เรียน

3.3) การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม

การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-21)

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-21 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
1	Potassium carbonate, K_2CO_3	-	ชั่งสาร Potassium carbonate, K_2CO_3 น้ำหนักโมเลกุล 138.21 g/mol จำนวน 5 g ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 50 ml แล้วปิดปากบีกเกอร์ ด้วยกระจกนาฬิกา	0.5 g	5 บีกเกอร์
2	Calcium chloride, $CaCl_2$	-	ชั่งสาร Calcium chloride, $CaCl_2$ น้ำหนักโมเลกุล 111 g/mol จำนวน 5 g ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 50 ml แล้วปิดปากบีกเกอร์ ด้วยกระจกนาฬิกา	0.6 g	5 บีกเกอร์

หมายเหตุ : 1) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามี 21-30 กลุ่ม ให้เตรียมสารเคมีในปริมาณเท่ากับจำนวนที่แสดงในช่อง *"จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด"*

2) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามีไม่ถึง 20 กลุ่ม จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด ให้นำจำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม คูณจำนวนกลุ่ม และบวกเพิ่มไปอีก 25% มีวิธีการคำนวณ ดังนี้

จำนวนที่ต้องเตรียม = จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่ม x 125%

3.4) การจัดวางครุภัณฑ์

3.4.1) เตาให้ความร้อน (Hot Plate) จัดวางบนชั้นสำหรับเก็บเตาให้ความร้อนให้นักศึกษาหยิบจากชั้นไปใช้งาน โดย 1 เครื่อง ใช้งานร่วมกัน 2 กลุ่ม

3.4.2) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (2 Digit Digital Balance) จัดวางไว้บนโต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่ง พร้อมทั้งติดป้ายกำกับกำหนดการใช้งานเครื่องชั่งให้นักศึกษาแต่ละกลุ่ม ดังนี้

เครื่องชั่งหมายเลข 1 กลุ่มที่ 1-6
เครื่องชั่งหมายเลข 2 กลุ่มที่ 7-12
เครื่องชั่งหมายเลข 3 กลุ่มที่ 13-18
เครื่องชั่งหมายเลข 4 กลุ่มที่ 19-24
เครื่องชั่งหมายเลข 5 กลุ่มที่ 25-30

ทั้งนี้ กรณีมีจำนวนนักศึกษาไม่ถึง 30 กลุ่ม ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานแบ่งจำนวนกลุ่มนักศึกษาให้ใช้งานเครื่องชั่งตามจำนวนกลุ่มที่เรียนตามความเหมาะสม

3.4.3) ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) จัดวางไว้บนโต๊ะสำหรับวางตู้อบลมร้อน นักศึกษาทุกกลุ่มสามารถใช้งานร่วมกันได้

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

3.5) การจัดวางวัสดุและอุปกรณ์

3.5.1) กระดาษกรอง (Filter Paper) เบอร์ 42 ขนาด 7 cm จัดวางบนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งานกลุ่มละ 1 แผ่น

3.5.2) กรวยกรองบุชเนอร์ (Buchner Funnel) ขนาด 7 cm ขวดกรองสาร (Suction Flask) ขนาด 500 ml คีมสำหรับคีบ (Forceps) จัดใส่ในตะกร้าเดียวกัน อย่างละ 1 ชิ้น แล้วนำไปจัดวางบนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง แจกให้นักศึกษาใช้งานร่วมกัน 5 กลุ่ม ต่ออุปกรณ์ 1 ชุด

3.5.3) ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml จัดวางไว้บนโต๊ะสำหรับเก็บขวดน้ำกลั่น ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งาน กลุ่มละ 1 ขวด

3.5.4) กระดาษทิชชู (Tissue Paper) จัดวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งานเท่าที่จำเป็น

3.6) การจัดวางสารเคมี

3.6.1) Potassium carbonate, K_2CO_3 ชั่งสารเคมีจำนวน 5 g ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml จำนวน 5 บีกเกอร์ ปิดปากบีกเกอร์แต่ละใบด้วยกระจกนาฬิกา และวางช้อนตักสารไว้บนกระจกนาฬิกา บีกเกอร์ละ 1 อัน พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารเคมีให้ชัดเจน แล้วนำบีกเกอร์สารเคมีไปวางไว้บนโต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่ง เครื่องชั่งละ 1 บีกเกอร์

3.6.2) Calcium chloride, $CaCl_2$ ชั่งสารเคมีจำนวน 5 g ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 50 ml จำนวน 5 บีกเกอร์ ปิดปากบีกเกอร์แต่ละใบด้วยกระจกนาฬิกา และวางช้อนตักสารไว้บนกระจกนาฬิกา บีกเกอร์ละ 1 อัน พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารเคมีให้ชัดเจน แล้วนำบีกเกอร์สารเคมีไปวางไว้บนโต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่ง เครื่องชั่งละ 1 บีกเกอร์

3.7) การจัดการของเสียอันตราย

การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดการ ดังนี้ (ตารางที่ 4-22)

ตารางที่ 4-22 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3

ลำดับ	ประเภทของเสีย/ส่วนประกอบ	การบำบัดและการกำจัด
1	ของเสียประเภทอื่น ๆ ได้แก่ กระดาษกรองที่ปนเปื้อนตะกอนของ $CaCO_3$	เก็บใส่ขวดเก็บของเสียประเภท Y พร้อมบันทึกน้ำหนักของเสียที่จัดเก็บ นำไปจัดวางไว้บริเวณพื้นที่เก็บของเสีย ในห้องปฏิบัติการเคมี รอการขนย้ายส่งไปยังอาคารจัดการสารเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ

3.8) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

3.8.1) กำชับนักศึกษาให้เพิ่มความระมัดระวังในการใช้เตาให้ความร้อน โดยต้องไม่ให้สายไฟสัมผัสกับเตา เนื่องจากความร้อนจากเตา จะทำให้สายไฟละลาย จนทำให้เกิดความเสียหายและเกิดอุบัติเหตุได้

3.8.2) จากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่า ในขณะทำการให้ความร้อนกับสารละลาย สารละลายจะกระเด็นออกมาจากบีกเกอร์ และอาจกระเด็นมาโดนนักศึกษาที่กำลังทำปฏิบัติการได้ ดังนั้น ในขั้นตอนการให้ความร้อนกับสารละลายในบีกเกอร์ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องกับชับให้นักศึกษา นำกระจกนาฬิกามาปิดปากบีกเกอร์ไว้ด้วย เพื่อป้องกันการกระเด็นของสารละลาย

3.9) เทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการและเทคนิคการปฏิบัติงาน

จากประสบการณ์ของผู้เขียนที่ปฏิบัติงานมาเป็นระยะเวลายาวนาน พบว่าในบทปฏิบัติการนี้ มีเทคนิคและข้อแนะนำเพื่อทำให้ลดระยะเวลาในการทำปฏิบัติการ และสามารถลดความผิดพลาดในการทำปฏิบัติการของนักศึกษา โดยถ่ายทอดจากประสบการณ์ของผู้เขียน คือ ในขั้นตอนการเตรียมสารเคมี Potassium carbonate, K_2CO_3 และ Calcium chloride, $CaCl_2$ โดยในขั้นตอนนี้ ไม่แนะนำให้เตรียมสารเคมีไว้ล่วงหน้า เนื่องจาก สารเคมีทั้งสองชนิดมีสถานะเป็นของแข็ง หากนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เตรียมสารเคมีนี้ใส่บีกเกอร์ไว้ล่วงหน้าก่อนมีการทำปฏิบัติการ อาจส่งผลให้สารเคมีทั้งสองชนิดดูดความชื้นในอากาศ แล้วทำให้น้ำหนักของสารเคมีทั้งสองชนิดเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการทดลองได้ ผู้เขียนแนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เตรียมสารเคมีทั้งสองชนิดนี้ ในระหว่างที่อาจารย์ผู้สอนบรรยายและอธิบายวิธีการทดลองให้นักศึกษาภายในคาบเรียนก่อนให้นักศึกษาลงมือทำปฏิบัติการ และต้องไม่ลืมนำกระจกนาฬิกามาวางปิดปากบีกเกอร์เอาไว้ เพื่อไม่ให้อากาศสัมผัสกับสารเคมีโดยตรง ลดโอกาสในการดูดความชื้นจากอากาศของสารเคมีทั้งสองชนิด ส่งผลให้ผลการทดลองใกล้เคียงกับทฤษฎีได้มากที่สุด

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

4) ขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การหา MW ของสารโดยการลดลงของจุดเยือกแข็ง

การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การหา MW ของสารโดยการลดลงของจุดเยือกแข็ง มีรายละเอียดการจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี การจัดวางครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ในห้องปฏิบัติการ การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากบทปฏิบัติการ ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ รวมทั้งเทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการจากประสบการณ์ของผู้เขียนโดยตรงที่ได้นำมาถ่ายทอด ตามรายละเอียด ดังนี้

4.1) การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์

การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การหา MW ของสารโดยการลดลงของจุดเยือกแข็ง นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-23)

ตารางที่ 4-23 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4

ลำดับ	ครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่เตรียม
1	เตาให้ความร้อน (Hot Plate)		ใช้อุ่นสารละลายตัวอย่าง ที่ผ่านการทำให้ถึงจุดเยือกแข็งแล้ว ให้อุณหภูมิ กลับมาอยู่ที่อุณหภูมิห้องอีกครั้ง	15 เครื่อง
2	เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (2 Digit Digital Balance)		ใช้ชั่งสารตัวอย่าง โดยในบทปฏิบัติการนี้ สารตัวอย่างที่ใช้ คือ น้ำตาลทรายขาว	5 เครื่อง

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

4.2) การจัดเตรียมรายการวัสดุและอุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม

การจัดเตรียมรายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การหา MW ของสารโดยการลดลงของจุดเยือกแข็ง นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-24)

ตารางที่ 4-24 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
1	เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ช่วงการวัดอุณหภูมิ (-10)-110 °C		ใช้วัดอุณหภูมิ ของสารละลายตัวอย่าง	1 อัน
2	ถังน้ำพลาสติก		ใช้บรรจุน้ำแข็งและเกลือ นำขวดรูปชมพู่ และบีกเกอร์ มาวางในถังนี้ เพื่อปรับอุณหภูมิ ของสารละลายตามบทปฏิบัติการ	1 ใบ

ตารางที่ 4-24 (ต่อ)

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
3	กรรไกร		ใช้ตัดเพื่อเปิดถุงเกลือ	1 อัน
4	ลังโฟมสำหรับใส่น้ำแข็ง		ใช้ใส่น้ำแข็งเพื่อใช้ในการทดลอง	5 ลัง ต่อ Section
5	ช้อนตักน้ำแข็ง		ใช้ตักน้ำแข็งจากลังโฟม เพื่อลดโอกาสเกิดการปนเปื้อน	5 อัน ต่อ Section
6	ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml		ใช้สำหรับบรรจุน้ำกลั่นและฉีดน้ำกลั่นออกมาเพื่อใช้งานทางปลายด้านบน	1 ขวด
7	กระดาษทิชชู (Tissue Paper)		ใช้เช็ดทำความสะอาดทั่วไปและเช็ดเครื่องแก้วให้แห้ง	2 ห่อ ต่อ Section

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

หมายเหตุ : จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด ให้นำจำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม คูณ จำนวนกลุ่มที่เรียน ดังนี้

จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด = จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่มที่เรียน

4.3) การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม

การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การหา MW ของสารโดยการลดลงของจุดเยือกแข็ง นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-25)

ตารางที่ 4-25 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
1	เกลือแกง	-	นำเกลือแกงถุงละ 500 g จัดเรียงใส่ตะกร้าพลาสติกให้เป็นระเบียบ	1 ถุง	30 ถุง

ตารางที่ 4-25 (ต่อ)

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
2	น้ำตาลทราย	-	ชั่งน้ำตาลทราย จำนวน 150 g ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 250 ml แล้วปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระดาษฟอยล์	20 g	5 บีกเกอร์
3	น้ำแข็งเกล็ดบดละเอียด	-	เทน้ำแข็งเกล็ดออกจากกระสอบใส่ลงในลังโฟมสำหรับใส่น้ำแข็ง ลังละ 2 กระสอบ	ไม่สามารถระบุแน่นอนได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการปรับสภาวะแวดล้อมในการทดลอง	5 ลัง

หมายเหตุ : 1) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามี 21-30 กลุ่ม ให้เตรียมสารเคมีในปริมาณเท่ากับจำนวนที่แสดงในช่อง *"จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด"*

2) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามีไม่ถึง 20 กลุ่ม จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด ให้นำจำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม คูณจำนวนกลุ่ม และบวกเพิ่มไปอีก 25% มีวิธีการคำนวณดังนี้

จำนวนที่ต้องเตรียม = จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่ม x 125%

4.4) การจัดวางครุภัณฑ์

4.4.1) เตาให้ความร้อน (Hot Plate) จัดวางบนชั้นสำหรับเก็บเตาให้ความร้อนให้นักศึกษาหยิบจากชั้นไปใช้งาน โดย 1 เครื่อง ใช้งานร่วมกัน 2 กลุ่ม

4.4.2) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (2 Digit Digital Balance) จัดวางไว้บนโต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่ง พร้อมทั้งติดป้ายกำกับกำหนดการใช้งานเครื่องชั่งให้นักศึกษาแต่ละกลุ่ม ดังนี้

เครื่องชั่งหมายเลข 1 กลุ่มที่ 1-6
เครื่องชั่งหมายเลข 2 กลุ่มที่ 7-12
เครื่องชั่งหมายเลข 3 กลุ่มที่ 13-18
เครื่องชั่งหมายเลข 4 กลุ่มที่ 19-24
เครื่องชั่งหมายเลข 5 กลุ่มที่ 25-30

ทั้งนี้ กรณีมีจำนวนนักศึกษาไม่ถึง 30 กลุ่ม ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานแบ่งจำนวนกลุ่มนักศึกษาให้ใช้งานเครื่องชั่งตามจำนวนกลุ่มที่เรียนตามความเหมาะสม

4.5) การจัดวางวัสดุ และอุปกรณ์

4.5.1) เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ช่วงการวัดอุณหภูมิ (-10)-110 °C จัดใส่ตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 อัน

4.5.2) ถังน้ำพลาสติก วางบนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง และให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 ใบ

4.5.3) กรรไกร จัดใส่ตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 อัน

4.5.4) ลังโฟมสำหรับใส่น้ำแข็ง จัดวางไว้ภายนอกห้องปฏิบัติการ

4.5.5) ช้อนตักน้ำแข็ง เมื่อใส่น้ำแข็งในลังโฟมสำหรับใส่น้ำแข็งเรียบร้อยแล้ว ให้นำช้อนตักน้ำแข็ง วางลงไปด้านบน แล้วปิดฝาลังโฟมให้เรียบร้อย

4.5.6) ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml จัดวางไว้บนโต๊ะสำหรับเก็บขวดน้ำกลั่น ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งาน กลุ่มละ 1 ขวด

4.5.7) กระดาษทิชชู (Tissue Paper) จัดวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งานเท่าที่จำเป็น

4.6) การจัดวางสารเคมี

4.6.1) น้ำตาลทรายขาว ชั่งน้ำตาลทรายขาว จำนวน 150 g ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 ml จำนวน 5 บีกเกอร์ ปิดปากบีกเกอร์แต่ละใบด้วยกระจกนาฬิกา และวางช้อนตักสารไว้บนกระจกนาฬิกา บีกเกอร์ละ 1 อัน พร้อมติดป้ายข้างบีกเกอร์ว่า “Unknown” ให้ชัดเจน แล้วนำบีกเกอร์ Unknown ไปวางไว้บนโต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่ง เครื่องชั่งละ 1 บีกเกอร์

4.6.2) เกลือแกง จัดใส่ตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 ถุง

4.6.3) น้ำแข็งเกล็ด เทน้ำแข็งเกล็ดใส่ลังโฟมที่จัดวางไว้ภายนอกห้องปฏิบัติการ แล้วนำช้อนตักน้ำแข็งวางไว้ด้านบน หลังจากนั้นให้ปิดฝาลังโฟมให้เรียบร้อย พร้อมทั้งเขียนป้ายกำกับที่ลังโฟม ว่า “น้ำแข็งสำหรับการทดลอง ห้ามรับประทาน”

4.7) การจัดการของเสียอันตราย

การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การหา MW ของสารโดยการลดลงของจุดเยือกแข็ง นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดการ ดังนี้ (ตารางที่ 4-26)

ตารางที่ 4-26 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4

ลำดับ	ประเภทของเสีย/ส่วนประกอบ	การบำบัดและการกำจัด
1	สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลาง ได้แก่ เกลือแกง/สารละลายเกลือแกง น้ำตาล/สารละลายน้ำตาล	ไม่ต้องจัดเก็บ ทิ้งลงท่อระบายน้ำและเปิดน้ำตาม

4.8) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

4.8.1) กำชับนักศึกษาให้มีความระมัดระวัง ไม่ให้เกลือแกงปนลงไปในลังโฟมสำหรับใส่น้ำแข็ง เนื่องจาก หากมีการปนเปื้อนของเกลือแกงในลังน้ำแข็ง จะทำให้น้ำแข็งจับตัวกันเป็นก้อน ไม่สามารถนำมาใช้ทำปฏิบัติการต่อได้

4.8.2) กำชับนักศึกษาให้เพิ่มความระมัดระวังในการใช้เตาให้ความร้อน โดยต้องไม่ให้สายไฟสัมผัสกับเตา เนื่องจากความร้อนจากเตา จะทำให้สายไฟละลาย จนทำให้เกิดความเสียหายและเกิดอุบัติเหตุได้

4.8.3) กำชับให้นักศึกษาทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการและอ่างล้างของให้รอบคอบกว่าทุก ๆ ครั้ง เนื่องจาก บทปฏิบัติการนี้ มีการใช้เกลือแกง ดังนั้น หากนักศึกษาทำความสะอาดไม่เรียบร้อย จะทำให้เกิดคราบเกลือเกาะอยู่บริเวณโต๊ะปฏิบัติการและอ่างล้างของได้

4.8.4) จากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่า ในขณะทำการทดลอง นักศึกษาต้องทำการคนสารละลาย พร้อมทั้งวัดอุณหภูมิของสารละลายไปพร้อม ๆ กันตลอดเวลา ซึ่งอาจทำให้เทอร์โมมิเตอร์แตกได้ ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องกำชับให้นักศึกษาระมัดระวังในขั้นตอนการคนสาร ห้ามใช้เทอร์โมมิเตอร์ในการคนสาร แต่ให้ใช้วิธีการเขย่าขวดรูปชมพู่เบา ๆ แทน

4.9) เทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการและเทคนิคการปฏิบัติงาน

จากประสบการณ์ของผู้เขียนที่ปฏิบัติงานมาเป็นระยะเวลายาวนาน พบว่าในบทปฏิบัติการนี้ มีเทคนิคและข้อแนะนำเพื่อทำให้ลดระยะเวลาในการทำปฏิบัติการ และสามารถลดความผิดพลาดในการทำปฏิบัติการของนักศึกษา โดยถ่ายทอดจากประสบการณ์ของผู้เขียน ดังนี้

4.9.1) การเตรียมน้ำแข็งสำหรับใช้ในบทปฏิบัติการนี้ ผู้เขียนแนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เลือกใช้น้ำแข็งเกล็ดบดละเอียด จะทำให้นักศึกษาทำการทดลองได้ง่ายกว่าการใช้น้ำแข็งชนิดอื่น ไม่ว่าจะเป็น น้ำแข็งหลอด น้ำแข็งยูนิต หรือน้ำแข็งก้อนต่าง ๆ เนื่องจาก น้ำแข็งเกล็ดบดละเอียด มีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่าน้ำแข็งชนิดอื่น ทำให้สามารถควบคุมผลการทดลองให้ใกล้เคียงกับทฤษฎีได้มากกว่าการใช้น้ำแข็งชนิดอื่นในการทำปฏิบัติการ และพบว่าเมื่อใช้น้ำแข็งเกล็ดบดละเอียดใส่ถังพลาสติกแทนน้ำแข็งชนิดอื่น ๆ ทำให้นักศึกษาสามารถวางขวดรูปชมพู่ลงไปในถังพลาสติกที่บรรจุน้ำแข็งเกล็ดได้ง่ายกว่าการใช้น้ำแข็งชนิดอื่นในการทำปฏิบัติการอีกด้วย

4.9.2) เทคนิคที่นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ควรแนะนำแก่นักศึกษาขณะทำการทดลอง ผู้เขียนแนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน แนะนำให้นักศึกษาหมั่นดูดน้ำที่อยู่ในถังพลาสติกซึ่งเกิดจากการละลายของน้ำแข็งออกมาอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากการทดลองในบทปฏิบัติการนี้ ต้องควบคุมอุณหภูมิให้ต่ำกว่าอุณหภูมิที่ 0 °C จึงต้องควบคุมไม่ให้มีน้ำปะปนอยู่ในถังพลาสติก ควรมีเฉพาะน้ำแข็งและเกลือเท่านั้น การปล่อยให้น้ำแข็งละลายแล้วไม่ทำการดูดน้ำออกส่งผลให้ผลการทดลองไม่เป็นไปตามทฤษฎี เนื่องจาก ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามทฤษฎี การดูดน้ำออกจากถังพลาสติก แนะนำให้ใช้หลอดหยดสาร เป็นอุปกรณ์ในการดูดน้ำที่ละลายออกมาแล้วดูดทิ้งใส่บีกเกอร์ไว้ แล้วค่อยนำไปเททิ้งในอ่างล้างของและเปิดน้ำตามอีกครั้ง เทคนิคนี้จะทำให้นักศึกษาสามารถควบคุมอุณหภูมิตามทฤษฎีได้มากที่สุด และทำให้ผลการทดลองใกล้เคียงกับทฤษฎีมากที่สุด

5) ขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง เทอร์โมเคมี

การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง เทอร์โมเคมี มีรายละเอียดการจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี การจัดวางครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ในห้องปฏิบัติการ การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากบทปฏิบัติการ ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ รวมทั้งเทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการจากประสบการณ์ของผู้เขียนโดยตรง ที่ได้นำมาถ่ายทอด ตามรายละเอียดดังนี้

5.1) การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์

การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง เทอร์โมเคมี นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-27)

ตารางที่ 4-27 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5

ลำดับ	ครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่เตรียม
1	เตาให้ความร้อน (Hot Plate)		ใช้สำหรับต้มให้ความร้อนแก่น้ำกลั่น ในช่วงอุณหภูมิประมาณ 55-65 °C	15 เครื่อง
2	เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (2 Digit Digital Balance)		ใช้สำหรับชั่งสารตัวอย่าง ในบทปฏิบัติการนี้ สารตัวอย่างที่ใช้ คือ Potassium nitrate, KNO_3	5 เครื่อง

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

5.2) การจัดเตรียมรายการวัสดุและอุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม

การจัดเตรียมรายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง เทอร์โมเคมี นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-28)

ตารางที่ 4-28 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
1	เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ช่วงการวัดอุณหภูมิ (-10)-110 °C		ใช้วัดอุณหภูมิของน้ำกลั่น และวัดอุณหูมิของสารตัวอย่าง ที่อยู่ในแคลอรีมิเตอร์	2 อัน
2	แคลอรีมิเตอร์ (Calorimeter)		ใช้สำหรับใส่น้ำกลั่นและสารตัวอย่าง โดยสารตัวอย่างในบทปฏิบัติการนี้ คือ Potassium nitrate, KNO_3	1 อัน

ตารางที่ 4-28 (ต่อ)

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
3	ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml		ใช้สำหรับบรรจุน้ำกลั่นและฉีดน้ำกลั่นออกมาเพื่อใช้งานทางปลายด้านบน	1 ขวด
4	กระดาษทิชชู (Tissue Paper)		ใช้เช็ดทำความสะอาดทั่วไปและเช็ดเครื่องแก้วให้แห้ง	2 ห่อ ต่อ Section

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

หมายเหตุ : จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด ให้นำจำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม คูณ จำนวนกลุ่มที่เรียน ดังนี้

จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด = จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่มที่เรียน

5.3) การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม

การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง เทอร์โมเคมี นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-29)

ตารางที่ 4-29 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
1	Potassium nitrate, KNO_3	-	ชั่งสาร Potassium nitrate, KNO_3 น้ำหนักโมเลกุล 101.11 g/mol จำนวน 75.00 g ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 ml แล้วปิดปากบีกเกอร์ด้วยกระดาษฟอยล์	10 g	5 บีกเกอร์

หมายเหตุ : 1) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามี 21-30 กลุ่ม ให้เตรียมสารเคมีในปริมาณเท่ากับจำนวนที่แสดงในช่อง *“จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด”*

2) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามีไม่ถึง 20 กลุ่ม จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด ให้นำจำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม คูณจำนวนกลุ่ม และบวกเพิ่มไปอีก 25% มีวิธีการคำนวณ ดังนี้

จำนวนที่ต้องเตรียม = จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่ม x 125%

5.4) การจัดวางครุภัณฑ์

5.4.1) เตาให้ความร้อน (Hot Plate) จัดวางบนชั้นสำหรับเก็บเตาให้ความร้อน ให้นักศึกษาหยิบจากชั้นไปใช้งาน โดย 1 เครื่อง ใช้งานร่วมกัน 2 กลุ่ม

5.4.2) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (2 Digit Digital Balance) จัดวางไว้บนโต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่ง พร้อมทั้งติดป้ายกำกับกำหนดการใช้งานเครื่องชั่งให้นักศึกษาแต่ละกลุ่ม ดังนี้

เครื่องชั่งหมายเลข 1	กลุ่มที่ 1-6
เครื่องชั่งหมายเลข 2	กลุ่มที่ 7-12
เครื่องชั่งหมายเลข 3	กลุ่มที่ 13-18
เครื่องชั่งหมายเลข 4	กลุ่มที่ 19-24
เครื่องชั่งหมายเลข 5	กลุ่มที่ 25-30

ทั้งนี้ กรณีมีจำนวนนักศึกษาไม่ถึง 30 กลุ่ม ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานแบ่งจำนวนกลุ่มนักศึกษาให้ใช้งานเครื่องชั่งตามจำนวนกลุ่มที่เรียนตามความเหมาะสม

5.5) การจัดวางวัสดุและอุปกรณ์

5.5.1) เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ช่วงการวัดอุณหภูมิ (-10)-110 °C จัดใส่ตะกร้า แล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 2 อัน

5.5.2) แคลอรีมิเตอร์ (Calorimeter) จัดใส่ตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 อัน

5.5.3) ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml จัดวางไว้บนโต๊ะสำหรับเก็บขวดน้ำกลั่น ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 ขวด

5.5.4) กระดาษทิชชู (Tissue Paper) จัดวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งานเท่าที่จำเป็น

5.6) การจัดวางสารเคมี

5.6.1) Potassium nitrate, KNO_3 ชั่งสารเคมี จำนวน 75 g ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 ml จำนวน 5 บีกเกอร์ ปิดปากบีกเกอร์แต่ละใบด้วยกระจกนาฬิกา และวางช้อนตักสารไว้บนกระจกนาฬิกา บีกเกอร์ละ 1 อัน พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารเคมีให้ชัดเจน แล้วนำบีกเกอร์สารเคมีไปวางไว้บนโต๊ะสำหรับวางเครื่องชั่ง เครื่องชั่งละ 1 บีกเกอร์

5.7) การจัดการของเสียอันตราย

การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง เทอร์โมเคมี นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดการ ดังนี้ (ตารางที่ 4-30)

ตารางที่ 4-30 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5

ลำดับ	ประเภทของเสีย/ส่วนประกอบ	การบำบัดและการกำจัด
1	สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลาง ได้แก่ สารละลาย KNO_3	ไม่ต้องจัดเก็บ ทิ้งลงท่อระบายน้ำและเปิดน้ำตาม

5.8) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

5.8.1) กำชับนักศึกษาให้เพิ่มความระมัดระวังในการใช้เตาให้ความร้อน โดยต้องไม่ให้สายไฟสัมผัสกับเตา เนื่องจากความร้อนจากเตา จะทำให้สายไฟละลาย จนทำให้เกิดความเสียหายและเกิดอุบัติเหตุได้

5.8.2) ในการทดลอง ต้องใช้แคลอรีมิเตอร์ที่แห้งสนิททุกครั้ง ดังนั้น ต้องกำชับนักศึกษาให้ใช้กระดาษทิชชูเช็ดแคลอรีมิเตอร์ให้แห้งสนิทก่อนทำการทดลองทุกตอน

5.8.3) จากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่า ในบางครั้ง เมื่อนักศึกษานำเทอร์โมมิเตอร์ใส่ลงไปในลูกยางที่ฝาของแคลอรีมิเตอร์ แล้วปลายของเทอร์โมมิเตอร์อยู่สูงเกินไป ทำให้ไม่ได้สัมผัสกับสารละลายที่บรรจุอยู่ในแคลอรีมิเตอร์ อาจทำให้ผลการทดลองผิดพลาด ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน จะต้องกำชับให้นักศึกษาใส่เทอร์โมมิเตอร์ลงในลูกยางที่ฝาของแคลอรีมิเตอร์ แล้วทำการทดสอบก่อนทำการทดลองว่ากระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์สัมผัสกับก้นแคลอรีมิเตอร์ เพื่อให้แน่ใจว่าเมื่อทำการทดลอง กระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์จะสัมผัสกับสารละลายที่บรรจุในแคลอรีมิเตอร์อย่างแน่นอน

5.9) เทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการและเทคนิคการปฏิบัติงาน

จากประสบการณ์ของผู้เขียนที่ปฏิบัติงานมาเป็นระยะเวลายาวนาน พบว่า ในบทปฏิบัติการนี้ มีเทคนิคและข้อแนะนำสำหรับนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ในขั้นตอนของการเตรียมสารเคมี Potassium nitrate, KNO_3 และขั้นตอนของการชั่งสารเคมี Potassium nitrate, KNO_3 ของนักศึกษา เพื่อนำไปใช้ทดลองในกลุ่มของตนเอง ดังนี้

5.9.1) ขั้นตอนการเตรียมสารเคมี Potassium nitrate, KNO_3 ขั้นตอนนี้ ผู้เขียนไม่แนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เตรียมสารเคมีไว้ล่วงหน้า เนื่องจากสารเคมี Potassium nitrate, KNO_3 มีสถานะเป็นของแข็งและมีสมบัติการดูดความชื้นในอากาศได้อย่างรวดเร็ว หากนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เตรียมสารเคมีนี้ใส่บีกเกอร์ไว้ล่วงหน้าก่อนมีการทำปฏิบัติการ จะส่งผลให้สารเคมีนี้ดูดความชื้นในอากาศแล้วเปลี่ยนสถานะจากของแข็งที่แห้งเป็นสถานะกึ่งแข็งกึ่งเหลว และความชื้นในอากาศที่สารเคมีนี้ดูดเข้ามาจะทำให้น้ำหนักของสารเคมีเปลี่ยนแปลงไป เมื่อนักศึกษาชั่งน้ำหนักจะทำให้ไม่ใช่น้ำหนักของสารเคมีเพียงอย่างเดียว แต่จะรวมน้ำหนักของน้ำด้วย ซึ่งเกิดจากความชื้นในอากาศรวมเป็นน้ำหนักของสารเคมีที่ชั่งด้วย จึงส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการทดลองได้ ผู้เขียน แนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เตรียมสารเคมี Potassium nitrate, KNO_3 ในระหว่างที่อาจารย์ผู้สอนบรรยายและอธิบายวิธีการทดลองให้นักศึกษาภายในคาบเรียนก่อนให้นักศึกษาลงมือทำปฏิบัติการ และต้องไม่ลืมนำกระจกนาฬิกามาวางปิดปากบีกเกอร์เอาไว้ เพื่อไม่ให้อากาศสัมผัสกับสารเคมีโดยตรง ลดโอกาสในการดูดความชื้นจากอากาศเข้าสู่โมเลกุลของสารเคมี Potassium nitrate, KNO_3 เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการทดลอง และช่วยให้ผลการทดลองใกล้เคียงกับทฤษฎีมากที่สุด

5.9.2) ขั้นตอนการชั่งสารเคมี Potassium nitrate, KNO_3 ของนักศึกษาเพื่อนำไปใช้ทดลองในกลุ่ม ผู้เขียนแนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เตรียมกระดาษชั่งสารไว้ให้นักศึกษาได้ทำการชั่งสาร และกำชับให้นักศึกษาใช้กระดาษชั่งสารในการชั่งสารเคมี Potassium nitrate, KNO_3 เท่านั้น และไม่แนะนำให้ใช้บีกเกอร์ในการชั่งสารนี้ เนื่องจากสารเคมีชนิดนี้

เป็นสารเคมีชนิดที่ไวต่อการดูดความชื้นในอากาศมาก ดังนั้น หากนักศึกษาชั่งสารเคมีใส่บีกเกอร์แล้วนำกลับไปใช้ที่โต๊ะปฏิบัติการ ในขั้นตอนการเทสารเคมีชนิดนี้ใส่ลงในแคลอรีมิเตอร์ อาจทำให้มีสารเคมีหลงเหลือเกาะติดอยู่ที่ผิวบีกเกอร์ได้ ทำให้สารเคมีที่ถูกเทใส่ลงในแคลอรีมิเตอร์ไม่ใช่น้ำหนักที่แท้จริงของสารเคมีที่นักศึกษาชั่งมา แต่หากนักศึกษาชั่งสารเคมีชนิดนี้ใส่ลงในกระดาษชั่งสาร และทำการห่อกระดาษให้มิดชิดก่อนนำมาเทใส่ลงในแคลอรีมิเตอร์ ผู้เขียน พบว่า การชั่งสารเคมีชนิดนี้ ใส่กระดาษชั่งสาร แล้วจึงนำมาเทใส่ลงในแคลอรีมิเตอร์ จะไม่มีสารเคมีชนิดนี้หลงเหลืออยู่บนกระดาษชั่งสารแต่อย่างใด ดังนั้น น้ำหนักที่นักศึกษาชั่งสารชนิดนี้แล้วเทใส่ลงในแคลอรีมิเตอร์ จึงเป็นน้ำหนักจริงของสารเคมีที่นักศึกษาชั่งได้ เนื่องจากน้ำหนักสารเคมีไม่ได้สูญหายไปไหน ส่งผลให้ลดความผิดพลาดของการทดลองและทำให้ผลการทดลองใกล้เคียงกับทฤษฎีมากที่สุด

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

6) ขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ปฏิกิริยานาฬิกา

การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ปฏิกิริยานาฬิกา มีรายละเอียดการจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี การจัดวางครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ในห้องปฏิบัติการ การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากบทปฏิบัติการ ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ รวมทั้งเทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการจากประสบการณ์ของผู้เขียนโดยตรง ที่ได้นำมาถ่ายทอด ตามรายละเอียดดังนี้

6.1) การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์

การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ปฏิกิริยานาฬิกา นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-31)

ตารางที่ 4-31 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6

ลำดับ	ครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่เตรียม
1	เตาให้ความร้อน (Hot Plate)		ใช้สำหรับอุ่นให้ความร้อนกับสารละลาย A และ B ในการทดลอง ตอนที่ 2	15 เครื่อง

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

6.2) การจัดเตรียมรายการวัสดุและอุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม

การจัดเตรียมรายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ปฏิกิริยานาฬิกา นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-32)

ตารางที่ 4-32 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
1	เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ช่วงการวัดอุณหภูมิ (-10)-110 °C		ใช้วัดอุณหภูมิของสารละลาย A และ B ในการทดลอง ตอนที่ 1 และ 2	2 อัน
2	ถังน้ำพลาสติก		ใช้บรรจุน้ำแข็งและน้ำประปา เพื่อปรับสภาวะแวดล้อมให้เป็นน้ำเย็น และนำเครื่องแก้วที่บรรจุสารละลายต่าง ๆ มาแช่ลงในถังน้ำเย็นที่เตรียมไว้ เพื่อปรับลดอุณหภูมิของสารละลาย	1 ใบ

ตารางที่ 4-32 (ต่อ)

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
3	ลังโฟมสำหรับใส่น้ำแข็ง		ใช้ใส่น้ำแข็งเพื่อใช้ในการทดลอง	3 ลัง ต่อ Section
4	ช้อนตักน้ำแข็ง		ใช้ตักน้ำแข็งจากลังโฟม เพื่อลดโอกาสเกิดการปนเปื้อน	3 อัน ต่อ Section
5	ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml		ใช้สำหรับบรรจุน้ำกลั่น และฉีดน้ำกลั่นออกมา เพื่อใช้งานทางปลายด้านบน	1 ขวด
6	กระดาษทิชชู (Tissue Paper)		ใช้เช็ดทำความสะอาดทั่วไป และเช็ดเครื่องแก้วให้แห้ง	2 ห่อ ต่อ Section

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

หมายเหตุ : จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด ให้นำจำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม คูณ จำนวนกลุ่มที่เรียน ดังนี้

จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด = จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่มที่เรียน

6.3) การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม

การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ปฏิกิริยานาฬิกา ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-33)

ตารางที่ 4-33 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
1	Potassium iodide, KI	0.01 M	ชั่งสาร Potassium iodide, KI น้ำหนักโมเลกุล 166.01 g/mol จำนวน 1.66 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	80 ml	3,000 ml

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-33 (ต่อ)

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
2	Sodium thiosulfate pentahydrate, $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	0.001 M	ชั่งสาร Sodium thiosulfate pentahydrate, $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ น้ำหนักโมเลกุล 248.18 g/mol จำนวน 0.25 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	80 ml	3,000 ml
3	น้ำกลั่น, H_2O	-	รินน้ำกลั่นใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 ml	30 ml	10 ขวด
4	Potassium bromate, $KBrO_3$	0.04 M	ชั่งสาร Potassium bromate, $KBrO_3$ น้ำหนักโมเลกุล 167.00 g/mol จำนวน 6.68 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	80 ml	3,000 ml
5	Hydrochloric acid, HCl	0.1 M	ค่อย ๆ ริน สารละลาย Hydrochloric acid, HCl เข้มข้น น้ำหนักโมเลกุล 36.46 g/mol จำนวน 8.2 ml ลงในน้ำกลั่น 500 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	80 ml	3,000 ml
6	น้ำแป้ง, Starch solution	2%	ชั่งสาร Starch soluble น้ำหนักโมเลกุล 342.30 g/mol จำนวน 4.00 g ละลายด้วยน้ำกลั่น 100 ml แล้วนำไปต้มจนเดือด แล้วปรับปริมาตรเป็น 200 ml และต้มต่อไปอีก 3-5 นาที	ใช้เป็น indicator	200 ml

หมายเหตุ : 1) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามี 21-30 กลุ่ม ให้เตรียมสารเคมีในปริมาณเท่ากับจำนวนที่แสดงในช่อง *"จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด"*

2) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามีไม่ถึง 20 กลุ่ม จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด ให้นำจำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม คูณจำนวนกลุ่ม และบวกเพิ่มไปอีก 25% มีวิธีการคำนวณ ดังนี้

จำนวนที่ต้องเตรียม = จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่ม x 125%

6.4) การจัดวางครุภัณฑ์

6.4.1) เตาให้ความร้อน (Hot Plate) จัดวางบนชั้นสำหรับเก็บเตาให้ความร้อนให้นักศึกษาหยิบจากชั้นไปใช้งาน โดย 1 เครื่อง ใช้งานร่วมกัน 2 กลุ่ม

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

6.5) การจัดวางวัสดุและอุปกรณ์

6.5.1) เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ช่วงการวัดอุณหูมิ (-10) -110 °C จัดใส่ตะกร้า แล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 2 อัน

6.5.2) ถังน้ำพลาสติก จัดวางบนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 ใบ

6.5.3) ลังโฟมสำหรับใส่น้ำแข็ง จัดวางไว้ภายนอกห้องปฏิบัติการ

6.5.4) ช้อนตักน้ำแข็ง เมื่อใส่น้ำแข็งในลังโฟมสำหรับใส่น้ำแข็งเรียบร้อยแล้ว ให้นำช้อนตักน้ำแข็ง วางลงไปด้านบน แล้วปิดฝาลังโฟมให้เรียบร้อย

6.5.5) ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml จัดวางไว้บนโต๊ะสำหรับเก็บขวดน้ำกลั่น ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งาน กลุ่มละ 1 ขวด

6.5.6) กระดาษทิชชู (Tissue Paper) จัดวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งานเท่าที่จำเป็น

6.6) การจัดวางสารเคมี

6.6.1) สารละลาย 0.01 M Potassium iodide, KI ตวงสารละลายปริมาตร 500 ml ใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 ml จำนวน 10 ขวด (หรือตามความเหมาะสมตามจำนวนนักศึกษา) ติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน พร้อมทั้งวางปิเปตต์แบบใช้ตวง ขนาด 10 ml จำนวน 10 อัน ไว้บนที่วางปิเปตต์ เพื่อไว้สำหรับใช้ดูดสารละลายและจัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง โดยแยกสัดส่วนให้ชัดเจน ไม่ให้ปิเปตต์สำหรับใช้ดูดสารละลาย 0.01 M KI ปนกับปิเปตต์สำหรับดูดสารละลายชนิดอื่น ๆ ในการทดลอง

6.6.2) สารละลาย 0.001 M Sodium thiosulfate pentahydrate, $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ตวงสารละลาย ปริมาตร 500 ml ใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 ml จำนวน 10 ขวด (หรือตามความเหมาะสมตามจำนวนนักศึกษา) ติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน พร้อมทั้งวางปิเปตต์แบบใช้ตวง ขนาด 10 ml จำนวน 10 อัน ไว้บนที่วางปิเปตต์ ไว้สำหรับใช้ดูดสารละลาย และจัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง โดยแยกสัดส่วนให้ชัดเจน ไม่ให้ปิเปตต์สำหรับใช้ดูดสารละลาย 0.001 M $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ปนกับปิเปตต์สำหรับดูดสารละลายชนิดอื่น ๆ ในการทดลอง

6.6.3) น้ำกลั่น, H_2O ตวงน้ำกลั่น ปริมาตร 500 ml ใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 ml จำนวน 10 ขวด (หรือตามความเหมาะสมตามจำนวนนักศึกษา) ติดป้ายบอกชื่อให้ชัดเจน พร้อมทั้งวางปิเปตต์แบบใช้ตวง ขนาด 10 ml จำนวน 10 อัน ไว้บนที่วางปิเปตต์ เพื่อไว้สำหรับใช้ดูดน้ำกลั่น และจัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง โดยแยกสัดส่วนให้ชัดเจน ไม่ให้ปิเปตต์สำหรับดูดน้ำกลั่นปนกับปิเปตต์สำหรับดูดสารละลายชนิดอื่น ๆ ในการทดลอง

6.6.4) สารละลาย 0.04 M Potassium bromate, $KBrO_3$ ตวงสารละลาย ปริมาตร 500 ml ใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 ml จำนวน 10 ขวด (หรือตามความเหมาะสมตามจำนวนนักศึกษา) ติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน พร้อมทั้งวางปิเปตต์แบบใช้ตวง ขนาด 10 ml จำนวน 10 อัน ไว้บนที่วางปิเปตต์ เพื่อไว้สำหรับใช้ดูดสารละลายและจัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลางโดยแยกสัดส่วนให้ชัดเจน ไม่ให้ปิเปตต์สำหรับใช้ดูดสารละลาย 0.04 M $KBrO_3$ ปนกับปิเปตต์สำหรับดูดสารละลายชนิดอื่น ๆ ในการทดลอง

6.6.5) สารละลาย 0.1 M Hydrochloric acid, HCl ตวงสารละลายปริมาตร 500 ml ใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 ml จำนวน 10 ขวด (หรือตามความเหมาะสมตามจำนวนนักศึกษา) ติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน พร้อมทั้งวางปิเปตต์แบบใช้ตวง ขนาด 10 ml จำนวน 10 อัน ไว้บนที่วางปิเปตต์ เพื่อไว้สำหรับใช้ดูดสารละลายและจัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง โดยแยกสัดส่วนให้ชัดเจน ไม่ให้ปิเปตต์สำหรับใช้ดูดสารละลาย 0.1 M HCl ปนกับปิเปตต์สำหรับดูดสารละลายชนิดอื่น ๆ ในการทดลอง

6.6.6) สารละลายน้ำแป้ง, Starch solution ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดหยดสีชา ขนาด 125 ml จำนวน 2 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

6.7) การจัดการของเสียอันตราย

การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ปฏิกิริยานาฬิกา นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดการ ดังนี้ (ตารางที่ 4-34)

ตารางที่ 4-34 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6

ลำดับ	ประเภทของเสีย/ส่วนประกอบ	การบำบัดและการกำจัด
1	ของเสียประเภทกรด ได้แก่ สารละลาย HCl	ไม่ต้องจัดเก็บ ทำให้เป็นกลาง ทิ้งลงท่อระบายน้ำและเปิดน้ำตาม
2	สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลาง ได้แก่ สารละลาย KI สารละลาย $Na_2S_2O_3$ สารละลาย $KBrO_3$	ไม่ต้องจัดเก็บ ทิ้งลงท่อระบายน้ำและเปิดน้ำตาม

6.8) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

6.8.1) กำชับนักศึกษาให้เพิ่มความระมัดระวังในการใช้เตาให้ความร้อน โดยต้องไม่ให้สายไฟสัมผัสกับเตา เนื่องจากความร้อนจากเตา จะทำให้สายไฟละลาย จนทำให้เกิดความเสียหายและเกิดอุบัติเหตุได้

6.8.2) จากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่า หากนักศึกษาลืมเติมสารละลายน้ำแป้ง ผลการทดลองจะไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม แต่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อนแทน เนื่องจากไม่เกิดการทำปฏิกิริยาระหว่าง สารละลายน้ำแป้งกับสารละลายไอโอดีน หากมีนักศึกษากลุ่มใดที่ทำการทดลองแล้ว ได้สารละลายสีเหลืองแทนสารละลายสีน้ำเงินเข้ม นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องสามารถอธิบายให้นักศึกษาเข้าใจถึงกลไกดังกล่าวได้

6.9) เทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการและเทคนิคการปฏิบัติงาน

จากประสบการณ์ของผู้เขียนที่ปฏิบัติงานมาเป็นระยะเวลายาวนาน พบว่าในบทปฏิบัติการนี้ มีเทคนิคและข้อแนะนำสำหรับนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ในขั้นตอนการเตรียมสารละลาย 0.001 M Sodium thiosulfate pentahydrate, $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ และขั้นตอนการเตรียมสารละลายน้ำแป้ง, Starch solution ดังนี้

6.9.1) ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย 0.001 M Sodium thiosulfate pentahydrate, $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ขั้นตอนนี้ ผู้เขียน ไม่แนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เตรียมสารเคมีไว้ล่วงหน้าเกินกว่า 7 วัน เนื่องจาก ผู้เขียนพบว่า สารละลาย 0.001 M Sodium thiosulfate pentahydrate, $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ เป็นสารละลายที่ เมื่อเตรียมทิ้งไว้นานเกินกว่า 7 วัน จะค่อย ๆ สลายตัว ทำให้สมบัติของสารเปลี่ยนไป เมื่อนำมาใช้ในบทปฏิบัติการ จึงทำให้ผลการทดลองไม่เป็นไปตามทฤษฎีในบทนี้ ดังนั้น ผู้เขียน แนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เตรียมสารละลายนี้ ก่อนมีการทำปฏิบัติการจริงไม่เกิน 7 วัน เพื่อลดข้อผิดพลาดในการทดลองจากการสลายตัวและเปลี่ยนสมบัติของสารชนิดนี้ จะสามารถช่วยให้ผลการทดลองใกล้เคียงกับทฤษฎีมากที่สุด

6.9.2) ขั้นตอนการเตรียมสารละลายน้ำแป้ง, Starch solution ผู้เขียน พบว่า เนื่องจากสารเคมี Starch soluble เป็นสารประกอบอินทรีย์ และไม่สามารถเตรียมเก็บไว้ได้นาน หากตั้งทิ้งไว้เกินกว่า 2-5 วัน จะเกิดการบูดและมีเชื้อราปนเปื้อนในสารละลาย ทำให้ไม่สามารถใช้สารละลายนี้ได้อีกต่อไป ผู้เขียน แนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เตรียมสารละลายนี้ใหม่ ๆ สำหรับใช้ในการทดลองแต่ละวัน เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ดีที่สุด แต่ทั้งนี้ ผู้เขียนได้พบว่า หากนำเทคนิคการใช้สารกันบูดเพื่อยืดอายุการใช้งานของสารเคมีชนิดนี้เข้ามาใช้ร่วมด้วย จะทำให้สามารถเก็บสารละลายชนิดนี้ไว้ใช้งานได้เป็นระยะเวลานานขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องเตรียมเพื่อใช้ในการทดลองวันต่อวัน และไม่ทำให้ผลการทดลองเปลี่ยนแปลง ดังนั้น ผู้เขียนแนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานใช้สารเคมี Salicylic acid ความเข้มข้น 0.2% เป็นสารกันบูดเติมลงในสารละลายน้ำแป้ง, Starch solution เช่น หากนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องการเตรียมสารละลายน้ำแป้ง, Starch solution จำนวน 200 ml ให้ใช้ Salicylic acid จำนวน 0.4 g เติมลงไปในขณะที่สารละลายน้ำแป้ง, Starch solution กำลังเดือด เทคนิคนี้จะช่วยยืดอายุการใช้งานของสารละลายน้ำแป้ง, Starch solution ได้ประมาณ 1-3 เดือน ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมในการเก็บรักษาสารเคมีด้วย

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

7) ขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง สมดุลเคมี

การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง สมดุลเคมี มีรายละเอียดการจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี การจัดวางครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ในห้องปฏิบัติการ การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากบทปฏิบัติการ ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ รวมทั้ง เทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการจากประสบการณ์ของผู้เขียนโดยตรง ที่ได้นำมาถ่ายทอด ตามรายละเอียดดังนี้

7.1) การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์

การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง สมดุลเคมี นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-35)

ตารางที่ 4-35 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7

ลำดับ	ครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่เตรียม
1	เตาให้ความร้อน (Hot Plate)		ใช้อุ่นสารละลาย 0.4 M $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	15 เครื่อง
2	ตู้ดูดไอสารเคมี (Fume Hood)		ใช้วางขวดสารละลาย conc. Hydrochloric acid, HCl และสารละลาย 6 M Sulphuric acid, H_2SO_4	4 ตู้

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

7.2) การจัดเตรียมรายการวัสดุและอุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม

การจัดเตรียมรายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง สมดุลเคมี นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-36)

ตารางที่ 4-36 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
1	เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ช่วงการวัดอุณหภูมิ (-10)-110 °C		ใช้วัดอุณหภูมิของสารละลาย 0.4 M $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	1 อัน
2	ลังโฟมสำหรับใส่น้ำแข็ง		ใช้ใส่น้ำแข็งสำหรับการทดลอง	1 ลัง ต่อ Section

ตารางที่ 4-36 (ต่อ)

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
3	ช้อนตักน้ำแข็ง		ใช้ตักน้ำแข็งจากลังโฟม เพื่อลดโอกาสเกิดการปนเปื้อน	1 อัน ต่อ Section
4	ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml		ใช้สำหรับบรรจุน้ำกลั่น และฉีดน้ำกลั่นออกมา เพื่อใช้งานทางปลายด้านบน	1 ขวด
5	กระดาษทิชชู (Tissue Paper)		ใช้เช็ดทำความสะอาดทั่วไป และเช็ดเครื่องแก้วให้แห้ง	2 ห่อ ต่อ Section

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

หมายเหตุ : จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด ให้นำจำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม คูณ จำนวนกลุ่มที่เรียน ดังนี้

จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด = จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่มที่เรียน

7.3) การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม

การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง สมดุลเคมี นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-37)

ตารางที่ 4-37 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
1	Potassium chromate, K_2CrO_4	0.1 M	ชั่งสาร Potassium chromate, K_2CrO_4 น้ำหนักโมเลกุล 194.20 g/mol จำนวน 1.94 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml	1–5 ml	300 ml

ตารางที่ 4-37 (ต่อ)

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
2	Sodium hydroxide, NaOH	6 M	ชั่งสาร Sodium hydroxide, NaOH น้ำหนักโมเลกุล 40.00 g/mol จำนวน 24.00 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml	1–5 ml	300 ml
3	Iron (III) nitrate nonahydrate, $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	0.1 M	ชั่งสาร Iron (III) nitrate nonahydrate, $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ น้ำหนักโมเลกุล 403.95 g/mol จำนวน 4.04 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml	1–5 ml	300 ml
4	Potassium thiocyanate, KSCN	0.1 M	ชั่งสาร Potassium thiocyanate, KSCN น้ำหนักโมเลกุล 97.18 g/mol จำนวน 0.97 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml	1–5 ml	300 ml
5	Mercury (II) chloride, $HgCl_2$	0.1 M	ชั่งสาร Mercury (II) chloride, $HgCl_2$ น้ำหนักโมเลกุล 271.5 g/mol จำนวน 2.71 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml	1–5 ml	300 ml
6	Cobalt nitrate hexahydrate, $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	0.4 M	ชั่งสาร Cobalt nitrate hexahydrate, $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ น้ำหนักโมเลกุล 291.04 g/mol จำนวน 11.64 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml	2 ml	300 ml
7	Hydrochloric acid, HCl	conc.	ค่อย ๆ ริน สารละลาย Hydrochloric acid, HCl เข้มข้น น้ำหนักโมเลกุล 36.46 g/mol จำนวน 100 ml ลงในขวดแก้วปากแคบ สำหรับใส่สารเคมี ขนาด 125 ml	1–5 ml	2 ขวด

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-37 (ต่อ)

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
8	Sulphuric acid, H_2SO_4	6 M	ค่อย ๆ ริน สารละลาย Sulphuric acid, H_2SO_4 เข้มข้น น้ำหนักโมเลกุล 98.08 g/mol จำนวน 67 ml ลงในน้ำกลั่น 100 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 200 ml	1–5 ml	200 ml
9	น้ำกลั่น, H_2O	-	รินน้ำกลั่นปริมาตร 50 ml ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 ml	1–5 ml	5 บีกเกอร์

หมายเหตุ : 1) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามี 21-30 กลุ่ม ให้เตรียมสารเคมีในปริมาณเท่ากับจำนวนที่แสดงในช่อง *"จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด"*

2) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามีไม่ถึง 20 กลุ่ม จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด ให้นำจำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม คูณจำนวนกลุ่ม และบวกเพิ่มไปอีก 25% มีวิธีการคำนวณ ดังนี้

จำนวนที่ต้องเตรียม = จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่ม x 125%

7.4) การจัดวางครุภัณฑ์

7.4.1) เตาให้ความร้อน (Hot Plate) จัดวางบนชั้นสำหรับเก็บเตาให้ความร้อน ให้นักศึกษาหยิบจากชั้นไปใช้งาน โดย 1 เครื่อง ใช้งานร่วมกัน 2 กลุ่ม

7.4.2) ตู้ดูดไอสารเคมี (Fume Hood) ตำแหน่งติดตั้งอยู่บริเวณหน้าห้องปฏิบัติการ จำนวน 2 ตู้ และหลังห้องปฏิบัติการ จำนวน 2 ตู้

7.5) การจัดวางวัสดุ และอุปกรณ์

7.5.1) เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) ช่วงการวัดอุณหูมิ (-10) -110 °C จัดใส่ตะกร้า แล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 อัน

7.5.2) ลังโฟมสำหรับใส่น้ำแข็ง จัดวางไว้ภายนอกห้องปฏิบัติการ

7.5.3) ช้อนตักน้ำแข็ง เมื่อใส่น้ำแข็งในลังโฟมสำหรับใส่น้ำแข็งเรียบร้อยแล้ว ให้นำช้อนตักน้ำแข็ง วางลงไปด้านบน แล้วปิดฝาลังโฟมให้เรียบร้อย

7.5.4) ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml จัดวางไว้บนโต๊ะสำหรับเก็บขวดน้ำกลั่น ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งาน กลุ่มละ 1 ขวด

7.5.5) กระดาษทิชชู (Tissue Paper) จัดวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งานเท่าที่จำเป็น

7.6) การจัดวางสารเคมี

7.6.1) สารละลาย 0.1 M Potassium chromate, K_2CrO_4 ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดหยดสีชา ขนาด 125 ml จำนวน 3 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

7.6.2) สารละลาย 6 M Sodium hydroxide, NaOH ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดพลาสติกปากกว้างเนื้อ PP ขนาด 125 ml จำนวน 3 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

7.6.3) สารละลาย 0.1 M Iron (III) nitrate nonahydrate, $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดหยดสีชา ขนาด 125 ml จำนวน 3 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

7.6.4) สารละลาย 0.1 M Potassium thiocyanate, KSCN ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดหยดสีชา ขนาด 125 ml จำนวน 3 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

7.6.5) สารละลาย 0.1 M Mercury (II) chloride, $HgCl_2$ ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดหยดสีชา ขนาด 125 ml จำนวน 3 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

7.6.6) สารละลาย 0.4 M Cobalt nitrate hexahydrate, $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดหยดสีชา ขนาด 125 ml จำนวน 3 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

7.6.7) สารละลาย conc. Hydrochloric acid, HCl ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml บรรจุลงในขวดแก้วปากแคบสำหรับใส่สารเคมี ขนาด 125 ml จัดวางในตู้ดูดไอสารเคมี ด้านหลังห้องตู้ละ 2 ขวด และจัดวางหลอดหยดไว้สำหรับใช้ดูดสารละลาย conc. HCl ไว้ในขวดแก้วปากแคบสำหรับใส่สารเคมีด้วย พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน

7.6.8) สารละลาย 6 M Sulphuric acid, H_2SO_4 ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml บรรจุลงในขวดแก้วปากแคบสำหรับใส่สารเคมี ขนาด 125 ml จัดวางในตู้ดูดไอสารเคมี ด้านหน้าห้องตู้ละ 2 ขวด และจัดวางหลอดหยดไว้สำหรับใช้ดูดสารละลาย 6 M H_2SO_4 ไว้ในขวดแก้วปากแคบสำหรับใส่สารเคมีด้วย พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน

7.6.9) น้ำกลั่น, H_2O ตวงน้ำกลั่นปริมาตร 50 ml ใส่บีกเกอร์ ขนาด 100 ml จำนวน 5 บีกเกอร์ และใส่หลอดหยด ไว้สำหรับใช้ดูดน้ำกลั่นไว้ในบีกเกอร์ด้วย พร้อมติดป้าย “น้ำกลั่น” ให้ชัดเจน

7.7) การจัดการของเสียอันตราย

การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง สมดุลเคมี นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดการ ดังนี้ (ตารางที่ 4-38)

ตารางที่ 4-38 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7

ลำดับ	ประเภทของเสีย/ส่วนประกอบ	การบำบัดและการกำจัด
1	ของเสียประเภทกรด ได้แก่ สารละลาย HCl สารละลาย H_2SO_4	ไม่ต้องจัดเก็บ ทำให้เป็นกลาง ทิ้งลงท่อระบายน้ำและเปิดน้ำตาม
2	ของเสียประเภทด่าง ได้แก่ สารละลาย NaOH	ไม่ต้องจัดเก็บ ทำให้เป็นกลาง ทิ้งลงท่อระบายน้ำและเปิดน้ำตาม
3	ของเสียที่ประกอบด้วยโครเมต ได้แก่ ตะกอนของ K_2CrO_4 สารละลาย $K_2Cr_2O_7$	เก็บใส่ขวดเก็บของเสียประเภท E พร้อมบันทึกปริมาตรของเสียที่จัดเก็บ นำไปจัดวางไว้บริเวณพื้นที่เก็บของเสีย ในห้องปฏิบัติการเคมี รอการขนย้ายส่งไปยังอาคารจัดการสารเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ
4	ของเสียที่ประกอบด้วยโลหะหนักอื่น ๆ ได้แก่ สารละลาย $Fe(NO_3)_3$ สารละลาย $Fe(OH)_3$ สารละลาย $Co(NO_3)_2$ สารละลาย $CoCl_4$	เก็บใส่ขวดเก็บของเสียประเภท F พร้อมบันทึกปริมาตรของเสียที่จัดเก็บ นำไปจัดวางไว้บริเวณพื้นที่เก็บของเสีย ในห้องปฏิบัติการเคมี รอการขนย้ายส่งไปยังอาคารจัดการสารเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ
5	ของเสียที่ประกอบด้วยสารไซยาไนด์ ได้แก่ สารละลาย KSCN	เก็บใส่ขวดเก็บของเสียประเภท B พร้อมบันทึกปริมาตรของเสียที่จัดเก็บ นำไปจัดวางไว้บริเวณพื้นที่เก็บของเสีย ในห้องปฏิบัติการเคมี รอการขนย้ายส่งไปยังอาคารจัดการสารเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ
6	ของเสียที่ประกอบด้วยปรอทเท่านั้น ได้แก่ สารละลาย $HgCl_2$ สารละลาย $Hg(SCN)_2$	เก็บใส่ขวดเก็บของเสียประเภท D พร้อมบันทึกปริมาตรของเสียที่จัดเก็บ นำไปจัดวางไว้บริเวณพื้นที่เก็บของเสีย ในห้องปฏิบัติการเคมี รอการขนย้ายส่งไปยังอาคารจัดการสารเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

7.8) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

7.8.1) นักวิทยาศาสตร์ ต้องกำชับนักศึกษาให้ทำปฏิบัติการด้วยความระมัดระวัง เนื่องจาก บทปฏิบัติการนี้ มีการใช้ สารละลาย 6 M H_2SO_4 และสารละลาย conc. HCl ซึ่งเป็นสารละลายกรดเข้มข้น หากขาดความระมัดระวัง อาจเกิดอุบัติเหตุสารละลายกรดหกใส่ร่างกายได้

7.8.2) ในขั้นตอนการต้มสารละลายผสมของ 0.4 M Cobalt nitrate hexahydrate, $Co(NO_3)_2{\cdot}6H_2O$ และสารละลาย conc. HCl นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องกำชับให้นักศึกษาหันปากหลอดทดลองไปในทิศทางที่ไม่หันเข้าหาตนเองและผู้อื่น และต้องไม่ก้มลงไปสังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองในหลอดทดลองใกล้จนเกินไป เนื่องจาก เมื่อสารละลายผสมนี้ได้รับความร้อนจนเดือด อาจเกิดการกระเด็นใส่ร่างกายหรือดวงตาของนักศึกษาได้ จึงต้องกำชับให้นักศึกษาสังเกตผลการทดลองด้วยความระมัดระวัง เพื่อลดความเสี่ยง ในการเกิดอุบัติเหตุจากการทดลอง

7.9) เทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการและเทคนิคการปฏิบัติงาน

จากประสบการณ์ของผู้เขียนที่ปฏิบัติงานมาเป็นระยะเวลายาวนาน พบว่า ในบทปฏิบัติการนี้ มีเทคนิคและข้อแนะนำเพื่อทำให้ลดระยะเวลาในการทำปฏิบัติการและลดความผิดพลาดในการทำปฏิบัติการของนักศึกษา ดังนี้

7.9.1) จากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่า การทดลองนี้ แบ่งเป็น 3 ตอน ดังนั้น หากนักศึกษาทำการทดลองเรียงตามลำดับ ตอนที่ 1 2 และ 3 เหมือนกันทุกกลุ่ม จะเกิดความแออัดในขณะที่ใช้สารเคมีส่วนกลางร่วมกัน ดังนั้น ผู้เขียนแนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานควรจัดให้นักศึกษาทำการทดลองสลับตอนหมุนเวียนกันให้ครบ เป็นเทคนิคเพื่อสลับการใช้งานสารเคมีแต่ละตอนไม่ให้แออัดอยู่เพียงตอนใดตอนหนึ่งพร้อมกัน ดังนี้

กลุ่มที่ 1-10 ทำการทดลองตอนที่ 1 2 และ 3 เรียงตามลำดับ
กลุ่มที่ 11-20 ทำการทดลองตอนที่ 2 3 และ 1 เรียงตามลำดับ
กลุ่มที่ 21-30 ทำการทดลองตอนที่ 3 1 และ 2 เรียงตามลำดับ

ทั้งนี้ กรณีมีจำนวนนักศึกษาไม่ถึง 30 กลุ่ม ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานแบ่งจำนวนกลุ่มนักศึกษาให้ทำการทดลองแต่ละตอนสลับกันตามความเหมาะสม

7.9.2) จากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่า สารละลาย 0.1 M Iron (III) nitrate nonahydrate, $Fe(NO_3)_3{\cdot}9H_2O$ เป็นสารละลายที่สลายตัวได้ง่ายเมื่อสัมผัสกับอากาศโดยตรง โดยจากการสังเกตของผู้เขียน พบว่า หากเตรียมสารละลายนี้ไว้ล่วงหน้าเกินกว่า 24 ชั่วโมง จะทำให้ลักษณะทางกายภาพของสารละลายนี้เปลี่ยนไป โดยจะเปลี่ยนจากสารละลายใสสีน้ำตาลอ่อนเป็นสารละลายขุ่นสีน้ำตาลและมีตะกอน รวมทั้งมีแผ่นฟิลม์บาง ๆ เคลือบอยู่บริเวณผิวหน้าของสารละลาย เมื่อนำสารละลายนี้มาทำการทดลองจะส่งผลต่อการสังเกตลักษณะทางกายภาพของสารละลายและการทำปฏิกิริยากับสารละลายชนิดอื่น ทำให้ผลการทดลองแตกต่างจากทฤษฎี ดังนั้น ผู้เขียนแนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เตรียมสารละลายนี้ก่อนการใช้งาน 1 ชั่วโมง เพื่อให้ได้ผลการทดลองดีที่สุด โดยสามารถเตรียมสารละลายนี้ระหว่างที่อาจารย์ผู้สอนกำลังทำการบรรยายและอธิบายวิธีการทดลองให้แก่นักศึกษา

8) ขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี มีรายละเอียดการจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี การจัดวางครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ในห้องปฏิบัติการ การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากบทปฏิบัติการ ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ รวมทั้งเทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการจากประสบการณ์ของผู้เขียนโดยตรง ที่ได้นำมาถ่ายทอด ตามรายละเอียดดังนี้

8.1) การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์

การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-39)

ตารางที่ 4-39 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8

ลำดับ	ครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่เตรียม
1	มัลติมิเตอร์แบบเข็ม (Analog Multimeter)		ใช้วัดกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างสารละลาย $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ และสารละลาย 0.5 M $ZnCl_2$	30 เครื่อง
2	เครื่องแปลงไฟฟ้า (Adapter DC 9 V)		ใช้จ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังแผ่นโลหะทองแดงและลวดหนีบกระดาษ	30 เครื่อง

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

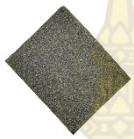
8.2) การจัดเตรียมรายการวัสดุและอุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม

การจัดเตรียมรายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-40)

ตารางที่ 4-40 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
1	แผ่นโลหะทองแดง ขนาด 1 x 10 cm		วางลงในสารละลาย $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	3 ชิ้น
2	แผ่นโลหะสังกะสี ขนาด 1 x 10 cm		วางลงในสารละลาย 0.5 M $ZnCl_2$	3 ชิ้น

ตารางที่ 4-40 (ต่อ)

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
3	กระดาษทรายขัดเหล็ก ขนาด 5 x 5 cm		ใช้ขัดแผ่นโลหะทองแดง และขัดแผ่นโลหะสังกะสี	1 ชิ้น
4	คลิปหนีบกระดาษ		วางลงในสารละลาย 0.5 M $CuCl_2 \cdot 2H_2O$	2 ตัว
5	ถุงมือยางคละไซด์		ใช้สวมมือ เพื่อป้องกันการสัมผัส กับสารเคมีโดยตรง	คนละ 1 คู่
6	สายไฟ ปลายปากคีบจระเข้ ทั้งสองปลาย		ใช้คีบปลายโลหะทองแดง ปลายโลหะสังกะสี และปลายลวดหนีบกระดาษ	2 เส้น
7	สะพานเกลือรูปตัวยู บรรจุสารละลายอิ่มตัว Potassium nitrate, KNO_3 และผงวุ้น		ใช้เป็นตัวนำไฟฟ้าระหว่าง สารละลาย $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ และสารละลาย 0.5 M $ZnCl_2$	1 อัน
8	กระดาษทิชชู (Tissue Paper)		ใช้เช็ดทำความสะอาดทั่วไป และเช็ดเครื่องแก้วให้แห้ง	2 ห่อ ต่อ Section

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

หมายเหตุ : จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด ให้นำจำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม คูณ จำนวนกลุ่มที่เรียน ดังนี้

จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด = จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่มที่เรียน

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

8.3) การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม

การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-41)

ตารางที่ 4-41 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
1	Copper (II) chloride dihydrate, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$	0.5 M	ชั่งสาร Copper (II) chloride dihydrate, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ น้ำหนักโมเลกุล 170.48 g/mol จำนวน 82.24 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	80 ml	3,000 ml
2	Copper (II) chloride dihydrate, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$	0.01 M	ชั่งสาร Copper (II) chloride dihydrate, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ น้ำหนักโมเลกุล 170.48 g/mol จำนวน 1.70 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	80 ml	3,000 ml
3	Copper (II) chloride dihydrate, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$	0.001 M	ชั่งสาร Copper (II) chloride dihydrate, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ น้ำหนักโมเลกุล 170.48 g/mol จำนวน 0.17 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	80 ml	3,000 ml
4	Zinc chloride, $ZnCl_2$	0.5 M	ชั่งสาร Zinc chloride, $ZnCl_2$ น้ำหนักโมเลกุล 136.30 g/mol จำนวน 68.15 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	80 ml	3,000 ml

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-41 (ต่อ)

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
5	สารละลายอิ่มตัวของ Potassium nitrate, KNO_3 และผงวุ้นในหลอดแก้วรูปตัวยู	อิ่มตัว	1) ละลาย Potassium nitrate, KNO_3 ลงในน้ำกลั่นปริมาตร 500 ml ที่บรรจุอยู่ในบีกเกอร์ขนาด 1,000 ml จนได้เป็นสารละลายอิ่มตัวของ KNO_3 2) ชั่งผงวุ้น จำนวน 10 g แล้วค่อย ๆ เติมลงในสารละลายอิ่มตัวของ KNO_3 แล้วให้ความร้อนจนสารละลายเดือดและใส ขณะให้ความร้อนให้คนตลอดเวลา 3) ใช้หลอดหยดสาร ค่อย ๆ ดูดสารละลายวุ้นใน KNO_3 อิ่มตัว (ต้องดูดขณะสารละลายร้อน) บรรจุลงในหลอดแก้วรูปตัวยู จนเต็มหลอด ระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศในหลอดแก้วรูปตัวยู 4) ใช้สำลีเพียงเล็กน้อยจุ่มสารละลาย KNO_3 อิ่มตัว แล้วใส่ที่ปลายหลอดแก้วรูปตัวยู เพื่อปิดปลายหลอดทั้งสองด้านของหลอดแก้วรูปตัวยู	1 อัน	40 อัน

หมายเหตุ : 1) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามี 21-30 กลุ่ม ให้เตรียมสารเคมีในปริมาณเท่ากับจำนวนที่แสดงในช่อง *“จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด”*

2) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามีไม่ถึง 20 กลุ่ม จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด ให้นำจำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม คูณจำนวนกลุ่ม และบวกเพิ่มไปอีก 25% มีวิธีการคำนวณ ดังนี้

จำนวนที่ต้องเตรียม = จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่ม x 125%

8.4) การจัดวางครุภัณฑ์

8.4.1) มัลติมิเตอร์แบบเข็ม (Analog Multimeter) จัดใส่ตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 เครื่อง

8.4.2) เครื่องแปลงไฟฟ้า (Adapter DC 9 V) จัดใส่ตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 เครื่อง

8.5) การจัดวางวัสดุและอุปกรณ์

8.5.1) แผ่นโลหะทองแดง ขนาด 1 x 10 cm จัดใส่ตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 3 ชิ้น

8.5.2) แผ่นโลหะสังกะสี ขนาด 1 x 10 cm จัดใส่ตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 3 ชิ้น

8.5.3) กระดาษทรายขัดเหล็ก ขนาด 5 x 5 cm จัดใส่ตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 ชิ้น

8.5.4) คลิปหนีบกระดาษ จัดใส่บีกเกอร์ ขนาด 250 ml แล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 2 ตัว

8.5.5 ถุงมือยางคละไซด์ นำกล่องถุงมือยาง ไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง เบอร์ละ 1 กล่อง แล้วให้นักศึกษาหยิบไปใช้ คนละ 1 คู่ ตามขนาดมือของตนเอง

8.5.6) สายไฟปลายปากคีบจระเข้ทั้งสองปลาย จัดใส่ตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 2 เส้น

8.5.7) สะพานเกลือรูปตัวยูบรรจุสารละลายอิ่มตัวของ Potassium nitrate, KNO_3 และผงวุ้น จัดใส่ถังพลาสติกที่มีสารละลายอิ่มตัวของ KNO_3 อยู่ โดยให้เติม สารละลายอิ่มตัวของ KNO_3 ลงในถังพลาสติก ให้ระดับของสารลายสูงประมาณ 3 cm (วัดขึ้นมาจากก้นถังพลาสติก) เพื่อใช้เป็นสารหล่อเลี้ยงปลายสะพานเกลือทั้งสองข้าง แล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 อัน

8.5.8) กระดาษทิชชู (Tissue Paper) จัดวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งานเท่าที่จำเป็น

8.6) การจัดวางสารเคมี

8.6.1) สารละลาย 0.5 M Copper (II) chloride dihydrate, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ตวงสารละลาย ปริมาตร 500 ml ใส่ในขวดแก้วปากแคบสำหรับใส่สารเคมี จำนวน 6 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

8.6.2) สารละลาย 0.01 M Copper (II) chloride dihydrate, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ตวงสารละลาย ปริมาตร 500 ml ใส่ในขวดแก้วปากแคบสำหรับใส่สารเคมี จำนวน 6 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

8.6.3) สารละลาย 0.001 M Copper (II) chloride dihydrate, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ตวงสารละลาย ปริมาตร 500 ml ใส่ในขวดแก้วปากแคบสำหรับใส่สารเคมี จำนวน 6 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

8.6.4) สารละลาย 0.5 M Zinc chloride, $ZnCl_2$ ตวงสารละลายปริมาตร 500 ml ใส่ในขวดแก้วปากแคบสำหรับใส่สารเคมี จำนวน 6 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

8.7) การจัดการของเสียอันตราย

การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดการ ดังนี้ (ตารางที่ 4-42)

ตารางที่ 4-42 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8

ลำดับ	ประเภทของเสีย/ส่วนประกอบ	การบำบัดและการกำจัด
1	ของเสียที่ประกอบด้วยโลหะหนักอื่น ๆ (ของเหลว) ได้แก่ สารละลาย $CuCl_2$ สารละลาย $ZnCl_2$	เก็บใส่ขวดเก็บของเสียประเภท F พร้อมบันทึกปริมาตรของเสียที่จัดเก็บ นำไปจัดวางไว้บริเวณพื้นที่เก็บของเสีย ในห้องปฏิบัติการเคมี รอการขนย้ายส่งไปยังอาคารจัดการสารเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ
2	ของเสียที่ประกอบด้วยโลหะหนักอื่น ๆ (ของแข็ง) ได้แก่ แผ่นโลหะทองแดง แผ่นโลหะสังกะสี ลวดหนีบกระดาษ	เก็บใส่ขวดเก็บของเสียประเภท F พร้อมบันทึกน้ำหนักของเสียที่จัดเก็บ นำไปจัดวางไว้บริเวณพื้นที่เก็บของเสีย ในห้องปฏิบัติการเคมี รอการขนย้ายส่งไปยังอาคารจัดการสารเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ
3	ของเสียอื่น ๆ ได้แก่ สารผสมของสารละลาย KNO_3 อิ่มตัวกับผงวุ้น	1) นำหลอดแก้วรูปตัวยูที่บรรจุสารผสม ของสารละลาย KNO_3 อิ่มตัวกับผงวุ้น มาต้มให้ความร้อนจนวุ้นละลายออกมา เป็นของเหลว แล้วแยกเอา หลอดแก้วรูปตัวยู ไปล้างให้สะอาด 2) เก็บสารละลายผสมของ KNO_3 อิ่มตัว กับผงวุ้น ในข้อ 1 แล้วนำมา ใส่ขวดเก็บของเสียประเภท Y พร้อมบันทึกปริมาตรของเสียที่จัดเก็บ นำไปจัดวางไว้บริเวณพื้นที่เก็บของเสีย ในห้องปฏิบัติการเคมี รอการขนย้ายส่งไปยังอาคารจัดการสารเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ

8.8) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

8.8.1) ในการใช้ มัลติมิเตอร์แบบเข็ม ก่อนทำการวัดค่าไฟฟ้าจากเครื่อง ให้นักศึกษาตรวจสอบรายละเอียดการวัดให้ชัดเจน ว่ากำลังวัดค่ากระแสไฟฟ้า หรือกำลังวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า เพราะจะต้องทำการตั้งค่าฟังก์ชันการวัดให้ถูกต้องตรงตามจุดประสงค์การใช้งาน หากนักศึกษาต้องการวัดค่ากระแสไฟฟ้า ให้หมุนปรับเครื่องไปที่ปุ่ม DCA แต่หากนักศึกษาต้องการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า ให้หมุนปรับเครื่องไปที่ปุ่ม DCV เพราะหากปรับเครื่องไม่ตรงกับวัตถุประสงค์ของการวัดค่าไฟฟ้า จะทำให้การอ่านค่าไฟฟ้าผิดพลาด

8.8.2) จากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่า สารละลายอิ่มตัวของ KNO_3 เมื่อสัมผัสโดนผิวหนังจะมีอาการคันบริเวณที่ได้รับการสัมผัส ดังนั้น ในการทดลองสำหรับบทปฏิบัติการนี้ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ควรกำชับให้นักศึกษาสวมถุงมือยาง เพื่อป้องกันการสัมผัสกับสารละลายอิ่มตัวของ KNO_3 โดยตรง

8.9) เทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการและเทคนิคการปฏิบัติงาน

จากประสบการณ์ของผู้เขียนที่ปฏิบัติงานมาเป็นระยะเวลายาวนาน พบว่าในบทปฏิบัติการนี้ มีเทคนิคในการเตรียมสะพานเกลือ และเทคนิคการยืดอายุการใช้งานของปากคีบจระเข้ ดังนี้

8.9.1) เทคนิคการเตรียมสะพานเกลือ การเตรียมสะพานเกลือนั้น จะต้องไม่ให้มีฟองอากาศแทรกอยู่ในพื้นผิวของสารละลายผสมของ KNO_3 อิ่มตัวกับผงวุ้น เนื่องจากฟองอากาศจะขัดขวางการนำกระแสไฟฟ้าของสะพานเกลือ ทำให้ผลการทดลองผิดพลาดได้ ผู้เขียน แนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน บรรจุสารละลายผสมของ KNO_3 อิ่มตัวกับผงวุ้น โดยต้องบรรจุในขณะที่สารละลายผสมของ KNO_3 อิ่มตัวกับผงวุ้นยังร้อนอยู่ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 50-70 °C เนื่องจาก ผู้เขียนพบว่า หากอุณหภูมิของสารละลายผสมของ KNO_3 อิ่มตัวกับผงวุ้นสูงกว่า 70 °C จะมีฟองเกิดขึ้นในสารละลายดังกล่าว เมื่อนำมาบรรจุในหลอดแก้วรูปตัวยู จะทำให้มีฟองอากาศขนาดเล็กกระจายทั่วหลอดแก้วรูปตัวยู แต่หากสารละลายดังกล่าวมีอุณหภูมิต่ำกว่า 50 °C จะทำให้ลักษณะสัมผัสทางกายภาพของวุ้นไม่เหมาะสมที่จะบรรจุลงในหลอดแก้วรูปตัวยู และจะมีฟองอากาศขนาดใหญ่เกิดขึ้น รวมทั้งเกิดการละลายของผงวุ้นได้ไม่ดี ดังนั้น ผู้เขียนจึงแนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ควบคุมอุณหภูมิขณะบรรจุสารละลายผสมของ KNO_3 อิ่มตัวกับผงวุ้น โดยให้อยู่ระหว่าง 50-70 °C ซึ่งเป็นสภาวะที่ผู้เขียนค้นพบว่า เป็นสภาวะที่ดีที่สุดของสารละลายดังกล่าวที่เหมาะสมต่อการบรรจุสารละลายนั้นลงในหลอดแก้วรูปตัวยู โดยไม่เกิดฟองอากาศปรากฏในหลอดแก้วรูปตัวยู และเทคนิคที่สำคัญอีกประการหนึ่ง คือ ผู้เขียนแนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ใช้หลอดหยดสารในการดูดสารละลายผสมของ KNO_3 อิ่มตัวกับผงวุ้นขณะร้อน แล้วค่อย ๆ บีบลงในหลอดแก้วรูปตัวยู โดยการบีบสารละลายใส่ลงในหลอดแก้วรูปตัวยูนั้น ให้บีบลงข้าง ๆ ผนังด้านในของหลอดแก้วรูปตัวยู โดยบีบอย่างช้า ๆ และปล่อยให้สารละลายไหลลงไปตามผนังหลอดแก้วด้านใน แล้วทำการบรรจุให้เต็มหลอด หลังจากนั้น วางหลอดแก้วรูปตัวยูในถังที่บรรจุน้ำแข็งหรือน้ำเย็น โดยหันปลายทั้งสองของหลอดแก้วรูปตัวยูขึ้นด้านบน และรอจนผงวุ้นแข็งตัว จึงนำไปเก็บในตู้เย็นสำหรับเก็บสารเคมี จะทำให้ได้สารละลายผสมของ KNO_3 อิ่มตัวกับผงวุ้นในหลอดแก้วรูปตัวยู ที่มีลักษณะสวยงามและไม่มีฟองอากาศปรากฏอยู่ในหลอดแก้วรูปตัวยู ส่งผลให้เกิดการนำกระแสไฟฟ้าได้อย่างไหลลื่นและไม่ติดขัด ช่วยให้ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการเคมีใกล้เคียงกับทฤษฎีมากที่สุด

8.9.2) เทคนิคการยืดอายุการใช้งานของปากคีบจระเข้ ผู้เขียนพบว่า ทุกครั้งที่ทำการทดลอง ปากคีบจระเข้จะเป็นอุปกรณ์ที่มีโอกาสสัมผัสกับสารละลาย Copper (II) chloride dihydrate, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ และสารละลาย Zinc chloride, $ZnCl_2$ ได้มากที่สุด ซึ่งการสัมผัสกับสารละลายทั้งสองชนิดนี้ ทำให้ปากคีบจระเข้ ซึ่งเป็นวัสดุที่ทำด้วยโลหะ เกิดการถูกกัดกร่อนโดยสารละลายทั้งสองชนิดทำให้ปากคีบจระเข้ผุพังและขึ้นสนิท ต้องจัดหาเพื่อมาเปลี่ยนใหม่ทุกครั้งที่ต้องทำปฏิบัติการนี้ ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองอย่างมากเพราะปกติปากคีบจระเข้ควรใช้งานได้นาน

ดังนั้น ผู้เขียนจึงแนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานทำความสะอาดปากคีบจระเข้ทุกครั้งที่นักศึกษานำอุปกรณ์ส่วนกลางมาคืน โดยวิธีการทำความสะอาดปากคีบจระเข้ที่สัมผัสกับสารละลายเพื่อให้ยืดอายุการใช้งานได้ยาวนานยิ่งขึ้น คือ ให้นำปากคีบจระเข้ จุ่มลงในน้ำกลั่นที่บรรจุในบีกเกอร์ขนาด 250 ml แล้วแกว่งปากคีบจระเข้ในน้ำกลั่น ประมาณ 30-60 วินาที จากประสบการ์ของผู้เขียนพบว่า จะมีคราบสารละลายที่ติดอยู่บนปากคีบจระเข้ พร้อมกับเศษโลหะขนาดเล็กหลุดออกมาจากปากคีบจระเข้ หลังจากนั้น นำปากคีบจระเข้มาเช็ดให้แห้ง และผึ่งลมไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง แล้วจึงเก็บให้เรียบร้อย การทำความสะอาดปากคีบจระเข้ด้วยวิธีนี้ จะเป็นการขจัดคราบสารเคมีที่เกาะอยู่บนปากคีบจระเข้ออก ทำให้ลดการเกาะติดของสารเคมีบนปากคีบจระเข้ได้ค่อนข้างดี สามารถยืดอายุการใช้งานปากคีบจระเข้ให้ใช้งานได้ยาวนานขึ้น โดยไม่ต้องซื้อมาเปลี่ยนบ่อย ๆ ทำให้ช่วยประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อวัสดุประเภทนี้ได้

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

9) ขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง หาค่า pH ของสารละลายและหาปริมาณกรดด้วยการไทเทรต

การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง หาค่า pH ของสารละลายและหาปริมาณกรดด้วยการไทเทรต มีรายละเอียดการจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี การจัดวางครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ในห้องปฏิบัติการ การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากบทปฏิบัติการ ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ รวมทั้งเทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการจากประสบการณ์ของผู้เขียนโดยตรง ที่ได้นำมาถ่ายทอด ตามรายละเอียด ดังนี้

9.1) การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์

การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง หาค่า pH ของสารละลายและหาปริมาณกรดด้วยการไทเทรต นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-43)

ตารางที่ 4-43 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9

ลำดับ	ครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่เตรียม
1	เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย (pH Meter)		ใช้วัดค่า pH ของสารละลาย Unknown CH_3COOH	3 เครื่อง

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

9.2) การจัดเตรียมรายการวัสดุและอุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม

การจัดเตรียมรายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง หาค่า pH ของสารละลายและหาปริมาณกรดด้วยการไทเทรต นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-44)

ตารางที่ 4-44 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9

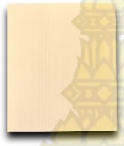
ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
1	ขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flask) ขนาด 50 ml		ใช้เตรียมสารละลาย HCl pH 2 และ pH 3 โดยการปรับความเข้มข้นให้ลดลงจากสารละลาย HCl pH 1	2 ขวด
2	บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 25 ml		ใช้บรรจุสารละลาย 0.1 M NaOH	1 อัน

ตารางที่ 4-44 (ต่อ)

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
3	ที่จับบิวเรตต์พร้อมขาตั้ง (Burette Clamp and Stand)		เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับยึดจับบิวเรตต์	1 ชุด
4	ปิเปตต์แบบใช้ตวง (Measuring Pipette) ขนาด 5 ml		ใช้ตวงสารละลาย HCl pH 1 บรรจุลงในหลอดทดลอง จำนวน 3 ml	6 อัน ต่อ Section
5	ปิเปตต์แบบปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 5 ml		ใช้ตวงสารละลาย HCl pH 1 จำนวน 5 ml บรรจุลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 50 ml	2 อัน ต่อกลุ่ม และจัดเพิ่มที่โต๊ะวางสารเคมี อีกจำนวน 6 อัน ต่อ Section
6	ปิเปตต์แบบปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 20 ml		ใช้ตวงสารละลาย Unknown CH_3COOH จำนวน 20 ml บรรจุลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml	1 อัน
7	ลูกยางปิเปตต์ (Pipette Bulb)		ใช้ดูดสารละลาย HCl และ สารละลาย Unknown CH_3COOH โดยต้องใช้งานคู่กับปิเปตต์	2 ลูก
8	ที่วางปิเปตต์ (Pipette Stand)		ใช้สำหรับวางปิเปตต์ เพื่อป้องกันไม่ให้ตกแตก	1 อัน
9	กระดาษยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์ pH 0-14 (Universal indicator pH 0-14)		ใช้สำหรับวัดค่า pH ของสารละลาย Unknown HCl ในตอนที่ 1 เพื่อหาค่า pH ของสารละลาย Unknown HCl	1 แผ่น

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-44 (ต่อ)

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
10	แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด สีขาว ขนาด 16 x 12 cm		ใช้สำหรับรองขวดรูปชมพู่ ขณะทำการไทเทรต เพื่อช่วยในการสังเกตจุดยุติ ของสารละลาย Unknown CH_3COOH ได้ง่ายขึ้น	1 แผ่น
11	ถ้วยพลาสติกมีฝาปิด ขนาด 100 ml		ใช้สำหรับใส่สารละลาย Unknown CH_3COOH ในการทดลอง ตอนที่ 2 เพื่อแจกให้นักศึกษาแต่ละกลุ่ม	1 ใบ
12	ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml		ฉีดชะล้างสารละลาย ขณะทำการไทเทรต	1 ขวด
13	กระดาษทิชชู (Tissue Paper)		ใช้เช็ดทำความสะอาดทั่วไป เช็ดเครื่องแก้วให้แห้ง และใช้เช็ดปลายบิวเรตต์	8 ห่อ ต่อ Section

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

หมายเหตุ : จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด ให้นำจำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม คูณ จำนวนกลุ่มที่เรียน ดังนี้

จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด = จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่มที่เรียน

9.3) การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม

การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง หาค่า pH ของสารละลายและหาปริมาณด้วยการไทเทรต นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-45)

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-45 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
1	Hydrochloric acid, HCl	0.1 M	ค่อย ๆ ริน สารละลาย Hydrochloric acid, HCl เข้มข้น น้ำหนักโมเลกุล 36.46 g/mol จำนวน 8.2 ml ลงในน้ำกลั่น 500 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	25 ml	1,000 ml
2	Sodium hydroxide, NaOH	0.1 M	ชั่งสาร Sodium hydroxide, NaOH น้ำหนักโมเลกุล 40.00 g/mol จำนวน 4.00 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	200 ml	8,000 ml
3	Unknown Acetic acid, CH_3COOH	0.1 M	ค่อย ๆ ริน สารละลาย Acetic acid, CH_3COOH เข้มข้น น้ำหนักโมเลกุล 60.05 g/mol จำนวน 5.8 ml ลงในน้ำกลั่น 500 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	100 ml	4,000 ml
4	Methyl orange indicator	0.1%	ชั่งสาร Methyl orange indicator น้ำหนักโมเลกุล 327.33 g/mol จำนวน 0.1 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 100 ml	ใช้เป็น indicator	200 ml
5	Thymol blue indicator	0.1%	1) เตรียมสารละลาย 0.01 M NaOH โดยการตวงสารละลาย 0.1 M NaOH ปริมาตร 10 ml ใส่ในขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ให้เป็น 100 ml 2) ชั่งสาร Thymol blue indicator น้ำหนักโมเลกุล 466.60 g/mol จำนวน 0.1 g ละลายด้วย 0.01 M NaOH ปริมาตร 100 ml ที่เตรียมไว้ในข้อ 1	ใช้เป็น indicator	200 ml

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-45 (ต่อ)

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
6	Phenolphthalein indicator	0.1%	1) เตรียมสารละลาย 70% Ethanol, C_2H_5OH จากสารละลาย 95% Ethanol โดยการตวง สารละลาย 95% Ethanol ปริมาตร 147 ml ลงในบีกเกอร์ ขนาด 250 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 200 ml 2) ชั่งสาร Phenolphthalein indicator น้ำหนักโมเลกุล 318.32 g/mol จำนวน 0.2 g ละลายด้วย 70% Ethanol ปริมาตร 200 ml ที่เตรียมไว้ในข้อ 1	ใช้เป็น indicator	200 ml

หมายเหตุ : 1) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามี 21-30 กลุ่ม ให้เตรียมสารเคมีในปริมาณเท่ากับจำนวนที่แสดงในช่อง *"จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด"*

2) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามีไม่ถึง 20 กลุ่ม จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด ให้นำจำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม คูณจำนวนกลุ่ม และบวกเพิ่มไปอีก 25% มีวิธีการคำนวณดังนี้

จำนวนที่ต้องเตรียม = จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่ม x 125%

9.4) การจัดวางครุภัณฑ์

9.4.1) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย (pH Meter) จัดวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง พร้อมทั้งติดป้ายกำกับกำหนดการใช้งานเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่ม ดังนี้

เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย หมายเลข 1 กลุ่มที่ 1-10
เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย หมายเลข 2 กลุ่มที่ 11-20
เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย หมายเลข 3 กลุ่มที่ 21-30

ทั้งนี้ กรณีมีจำนวนนักศึกษาไม่ถึง 30 กลุ่ม ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานแบ่งจำนวนกลุ่มนักศึกษาให้ใช้งานเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย ตามจำนวนกลุ่มที่เรียนตามความเหมาะสม

9.5) การจัดวางวัสดุและอุปกรณ์

9.5.1) ขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flask) ขนาด 50 ml จัดใส่ลงในตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 2 ขวด

9.5.2) บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 25 ml จัดใส่ลงในตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 อัน

9.5.3) ที่จับบิวเรตต์พร้อมขาตั้ง (Burette Clamp and Stand) จัดวางไว้บริเวณพื้นที่สำหรับจัดเก็บที่จับบิวเรตต์พร้อมขาตั้ง ในห้องปฏิบัติการเคมี ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 ชุด

9.5.4) ปิเปตต์แบบปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 5 ml จัดใส่ลงในตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 2 อัน

9.5.5) ปิเปตต์แบบปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 20 ml จัดใส่ลงในตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 อัน

9.5.6) ลูกยางปิเปตต์ (Pipette Bulb) จัดใส่ลงในตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 2 ลูก

9.5.7) กระดาษยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์ pH 0-14 (Universal indicator pH 0-14) จัดวางกล่องใส่กระดาษยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์ ซึ่งเป็นกล่องเปล่าที่มีฉลากเทียบสีการวัดค่า pH ไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง หันกล่องด้านที่ใช้เทียบสีสำหรับการวัดค่า pH ที่ 0-7 ขึ้นด้านหน้า แล้วใช้สก๊อตเทปใสปิดทับกล่องใส่กระดาษยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์ ให้ยึดติดไว้กับโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง เพื่อไม่ให้นักศึกษาหยิบหรือเคลื่อนย้ายได้ ส่วนกระดาษยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์ ให้นำมาใส่ในบีกเกอร์ ขนาด 100 ml ที่แห้ง วางไว้ข้าง ๆ กล่อง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งาน กลุ่มละ 1 แผ่น

9.5.8) แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดสีขาว ขนาด 16 x 12 cm จัดใส่ตะกร้าแล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 2 แผ่น

9.5.9) ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml จัดวางไว้บนโต๊ะสำหรับเก็บขวดน้ำกลั่น ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งาน กลุ่มละ 1 ขวด

9.5.10) กระดาษทิชชู (Tissue Paper) จัดวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งานเท่าที่จำเป็น

9.6) การจัดวางสารเคมี

9.6.1) สารละลาย 0.1 M Hydrochloric acid, HCl ตวงสารละลาย ปริมาตร 500 ml ใส่ในขวดแก้วปากแคบสำหรับใส่สารเคมี ขนาด 500 ml จำนวน 2 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน แล้วนำบีกเกอร์ ขนาด 100 ml จำนวน 6 ใบ เขียนป้ายชื่อบอกรายละเอียดสารเคมีไว้ที่ข้างบีกเกอร์ เทสารละลาย 0.1 M HCl ลงในบีกเกอร์ดังกล่าวทั้ง 6 บีกเกอร์ พร้อมทั้งวางปิเปตต์แบบใช้ตวง ขนาด 5 ml และปิเปตต์แบบปริมาตร ขนาด 5 ml วางบนที่วางปิเปตต์อย่างละ 5 อัน เพื่อให้นักศึกษาดูดสารละลาย 0.1 M HCl ในบีกเกอร์ที่จัดเตรียมไว้ให้ จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

9.6.2) สารละลาย 0.1 M Sodium hydroxide, NaOH ตวงสารละลาย ปริมาตร 500 ml ใส่ในขวดพลาสติกปากกว้างเนื้อ PP ขนาด ขนาด 500 ml จำนวน 6 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

9.6.3) สารละลาย Unknown Acetic acid, CH_3COOH ตวงสารละลาย ปริมาตร 500 ml ใส่ในขวดแก้วปากแคบสำหรับใส่สารเคมี ขนาด 500 ml จำนวน 6 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

9.6.4) สารละลาย Methyl orange indicator ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดหยดสีชา ขนาด 125 ml จำนวน 2 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

9.6.5) สารละลาย Thymol blue indicator ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดหยดสีชา ขนาด 125 ml จำนวน 2 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

9.6.6) Phenolphthalein indicator ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดหยดสีชา ขนาด 125 ml จำนวน 2 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

9.7) การจัดการของเสียอันตราย

การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง หาค่า pH ของสารละลายและหาปริมาณกรดด้วยการไทเทรต นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดการดังนี้ (ตารางที่ 4-46)

ตารางที่ 4-46 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9

ลำดับ	ประเภทของเสีย/ส่วนประกอบ	การบำบัดและการกำจัด
1	ของเสียประเภทกรด ได้แก่ สารละลาย HCl	ไม่ต้องจัดเก็บ เนื่องจากมีเนื้อกรด น้อยกว่า 5% ทำให้เป็นกลาง ทิ้งลงท่อระบายน้ำและเปิดน้ำตาม
2	ของเสียประเภทด่าง ได้แก่ สารละลาย NaOH	ไม่ต้องจัดเก็บ เนื่องจากมีเนื้อด่าง น้อยกว่า 5% ทำให้เป็นกลาง ทิ้งลงท่อระบายน้ำและเปิดน้ำตาม
3	ของเสียประเภทไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วย C H O เท่านั้น ได้แก่ สารละลาย CH_3COOH	ไม่ต้องจัดเก็บ เนื่องจากมีน้ำรวมอยู่ด้วย มากกว่า 5% ทำให้เป็นกลาง ทิ้งลงท่อระบายน้ำและเปิดน้ำตาม

9.8) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

9.8.1) กำชับให้นักศึกษาเขียนชื่อสารเคมีและความเข้มข้นของสารเคมีที่แบ่งใส่บีกเกอร์มาใช้งานที่โต๊ะปฏิบัติการทุกครั้ง เนื่องจาก สารละลายที่แบ่งมาใช้ที่โต๊ะปฏิบัติการทุกชนิดเป็นสารละลายใส ไม่มีสี ดังนั้น เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการใช้สารเคมี จึงต้องกำชับให้นักศึกษาเขียนรายละเอียดสารเคมีทุกชนิดที่แบ่งใส่บีกเกอร์มาใช้ในกลุ่มทุกครั้ง

9.8.2) กำชับให้นักศึกษามีความระมัดระวังในขณะทำการไทเทรต ต้องห้ามไทเทรตเลยขีดบอกปริมาตรสุดท้ายที่อ่านได้ของบิวเรตต์

9.8.3) จากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่า ในการทดลองตอนที่ 1 เรื่อง หาค่า pH ของสารละลาย นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ควรแนะนำให้นักศึกษาหาค่า pH ของสารละลายด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย (pH Meter) และกระดาษยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์ก่อนวิธีการหาค่า pH ด้วย กรด-เบส อินดิเคเตอร์ เพื่อป้องกันไม่ให้สารละลาย Unknown HCl ถูกใช้หมด ก่อนนำไปวัดด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย (pH Meter)

9.9) เทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการและเทคนิคการปฏิบัติงาน

จากประสบการณ์ของผู้เขียนที่ปฏิบัติงานมาเป็นระยะเวลายาวนาน พบว่า ในบทปฏิบัติการนี้ มีเทคนิคในการเตรียมสารละลาย Unknown CH_3COOH ให้มีอายุการใช้งานได้ยาวนานขึ้น รวมทั้ง เทคนิคและข้อแนะนำเพื่อช่วยควบคุมการทำปฏิบัติการของนักศึกษาให้อยู่ภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยไม่ต้องทำปฏิบัติการนอกเวลาหรือเบียดบังเวลาเรียนวิชาอื่น ๆ เนื่องจากทำปฏิบัติการเสร็จไม่ทันในเวลา ดังนี้

9.9.1) เทคนิคในการเตรียมสารละลาย Unknown CH_3COOH ผู้เขียน แนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เตรียมสารละลาย Unknown CH_3COOH ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.1 M ขึ้นไป จะทำให้รักษาอายุการใช้งานของสารละลาย Unknown CH_3COOH ได้ยาวนานขึ้น เนื่องจากสารละลาย CH_3COOH มีสมบัติเป็นสารอินทรีย์ ผู้เขียนพบว่า การเตรียมสารละลาย CH_3COOH ที่มีความเข้มน้อยกว่า 0.1 M จะเกิดเมือกสีขาว กระจายตัวอยู่ทั่วสารละลาย ทำให้ไม่สามารถนำสารละลายดังกล่าวมาทำการทดลองได้ แต่การเตรียมสารละลาย CH_3COOH ที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 0.1 M ขึ้นไป จะไม่พบเมือกสีขาวเหล่านั้นปนอยู่ในสารละลาย ดังนั้น ผู้เขียนแนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เตรียมสารละลาย Unknown CH_3COOH ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.1 M ขึ้นไป โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องแจ้งอาจารย์ผู้สอนทุกครั้ง ว่าได้เตรียมสารละลาย Unknown CH_3COOH ที่ความเข้มข้นเท่าใดไว้สำหรับให้นักศึกษาได้ทำการทดลองในบทปฏิบัติการนี้ และจากการปฏิบัติงานที่ผ่านมา ผู้เขียน มักจะเตรียมสารละลาย Unknown CH_3COOH ที่ความเข้มข้น 0.1 M เนื่องจาก สารละลายนี้เป็นสารละลายที่มีกลิ่นฉุน การเตรียมสารละลายที่ความเข้มข้นสูงกว่านี้ อาจเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ รบกวนอาจารย์ นักศึกษา และผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการเคมีในขณะที่มีการทดลองบทปฏิบัติการนี้ แต่การเตรียมสารละลาย Unknown CH_3COOH ที่ความเข้มข้น 0.1 M จะมีกลิ่นอ่อน ๆ ในระดับที่ยอมรับได้ ไม่ทำให้แสบจมูกหรือรบกวนระบบทางเดินหายใจของผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการเคมีมากนัก ผู้เขียน จึงแนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เตรียมความเข้มข้นของสารละลาย Unknown CH_3COOH ที่ความเข้มข้น 0.1 M จะเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุด เพราะเป็นความเข้มข้นที่สามารถ

รักษาอายุการใช้งานของสารเคมีได้ และลดความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายที่จะรบกวนต่อระบบทางเดินหายใจได้ดีที่สุด

9.9.2) เนื่องจากการทดลองในบทปฏิบัติการนี้ แบ่งเป็น 2 ตอน และการทดลองแต่ละตอนใช้เวลาในการทำปฏิบัติการนานพอสมควร หากไม่มีการวางแผนการทดลองที่ดีจะทำปฏิบัติการไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนดในคาบเรียน ดังนั้น ผู้เขียน แนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน จัดสรรให้นักศึกษาสลับกันทำการทดลอง เพื่อไม่ให้เกิดการแออัดในการใช้สารเคมี อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ โดยแบ่งกลุ่มให้นักศึกษาสลับกันทำการทดลอง ดังนี้

กลุ่มเลขคี่ ทำการทดลอง ตอนที่ 1 และ 2 เรียงตามลำดับ

กลุ่มเลขคู่ ทำการทดลอง ตอนที่ 2 และ 1 เรียงตามลำดับ

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

10) ขั้นตอนการเตรียมบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ มีรายละเอียดการจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี การจัดวางครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ในห้องปฏิบัติการ การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากบทปฏิบัติการ ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ รวมทั้งเทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการจากประสบการณ์ของผู้เขียนโดยตรง ที่ได้นำมาถ่ายทอด ตามรายละเอียดดังนี้

10.1) การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์

การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-47)

ตารางที่ 4-47 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10

ลำดับ	ครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่เตรียม
1	เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย (pH Meter)		ใช้วัดค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	6 เครื่อง

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

10.2) การจัดเตรียมรายการวัสดุและอุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม

การจัดเตรียมรายการวัสดุ อุปกรณ์ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่มสำหรับบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-48)

ตารางที่ 4-48 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
1	บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 25 ml		ใช้บรรจุสารละลาย 0.1 M NaOH	1 อัน
2	ที่จับบิวเรตต์พร้อมขาตั้ง (Burette Clamp and Stand)		เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับยึดจับบิวเรตต์	1 ชุด

ตารางที่ 4-48 (ต่อ)

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม
3	ปิเปตต์แบบใช้ตวง (Measuring Pipette) ขนาด 10 ml		ใช้ตวงสารละลาย ชนิดต่าง ๆ ที่จัดเตรียมไว้ให้ ที่โต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง	18 อัน ต่อ Section
4	ลูกยางปิเปตต์ (Pipette Bulb)		ใช้ดูดของเหลวหรือสารละลายต่าง ๆ ในการทดลอง โดยต้องใช้งานคู่กับปิเปตต์	2 ลูก
5	ที่วางปิเปตต์ (Pipette Stand)		ใช้สำหรับวางปิเปตต์ เพื่อป้องกันไม่ให้ตกแตก	3 อัน ต่อ Section
6	แผ่นฟิวเจอร์บอร์ด สีขาว ขนาด 16 x 12 cm		ใช้สำหรับรองขวดรูปชมพู่ เมื่อทำการไทเทรต เพื่อช่วยในการสังเกตจุดยุติ ของสารละลายบัฟเฟอร์แต่ละขวด ได้ง่ายขึ้น	1 แผ่น
7	ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml		ฉีดชะล้างสารละลาย ขณะทำการไทเทรต	1 ขวด
8	กระดาษทิชชู (Tissue Paper)		ใช้เช็ดทำความสะอาดทั่วไป เช็ดเครื่องแก้วให้แห้ง และใช้เช็ดปลายบิวเรตต์	8 ห่อ ต่อ Section

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

หมายเหตุ : จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด ให้นำจำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม คูณ จำนวนกลุ่มที่เรียน ดังนี้

จำนวนที่แจกเพิ่มทั้งหมด = จำนวนที่แจกเพิ่มต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่มที่เรียน

10.3) การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม

การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียมดังนี้ (ตารางที่ 4-49)

ตารางที่ 4-49 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
1	Sodium hydroxide, NaOH	0.1 M	ชั่งสาร Sodium hydroxide, NaOH น้ำหนักโมเลกุล 40.00 g/mol จำนวน 4.00 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	100 ml	4,000 ml
2	Acetic acid, CH_3COOH	0.1 M	ค่อย ๆ ริน สารละลาย Acetic acid, CH_3COOH เข้มข้น น้ำหนักโมเลกุล 60.05 g/mol จำนวน 5.8 ml ลงในน้ำกลั่น 500 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	100 ml	4,000 ml
3	Sodium acetate trihydrate, $CH_3COONa \cdot 3H_2O$	0.1 M	ชั่งสาร Sodium acetate trihydrate, $CH_3COONa \cdot 3H_2O$ น้ำหนักโมเลกุล 136.08 g/mol จำนวน 13.61 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	100 ml	4,000 ml
4	Phenolphthalein indicator	-	1) เตรียมสารละลาย 70% Ethanol, C_2H_5OH จากสารละลาย 95% Ethanol, โดยการตวง สารละลาย 95% Ethanol ปริมาตร 147 ml ลงในบีกเกอร์ ขนาด 250 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ให้เป็น 200 ml 2) ชั่งสาร Phenolphthalein indicator น้ำหนักโมเลกุล 318.22 g/mol จำนวน 0.2 g ละลายด้วย 70% Ethanol ปริมาตร 200 ml ที่เตรียมไว้ในข้อ 1	ใช้เป็น indicator	200 ml

ตารางที่ 4-49 (ต่อ)

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม	
				จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม	จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด
5	น้ำกลั่น, H_2O	-	บรรจุน้ำกลั่นลงขวดแก้วปากแคบขนาด 500 ml ให้เต็มขวด	400 ml	12,000 ml

หมายเหตุ : 1) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามี 21-30 กลุ่ม ให้เตรียมสารเคมีในปริมาณเท่ากับจำนวนที่แสดงในช่อง *"จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด"*

2) กรณีจำนวนกลุ่มนักศึกษามีไม่ถึง 20 กลุ่ม จำนวนที่ต้องเตรียมทั้งหมด ให้นำจำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม คูณจำนวนกลุ่ม และบวกเพิ่มไปอีก 25% มีวิธีการคำนวณ ดังนี้

จำนวนที่ต้องเตรียม = จำนวนที่ต้องใช้ต่อ 1 กลุ่ม x จำนวนกลุ่ม x 125%

10.4) การจัดวางครุภัณฑ์

10.4.1) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย (pH Meter) จัดวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

10.5) การจัดวางวัสดุและอุปกรณ์

10.5.1) บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 25 ml จัดใส่ตะกร้า แล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 อัน

10.5.2) ที่จับบิวเรตต์พร้อมขาตั้ง (Burette Clamp and Stand) จัดวางไว้บริเวณพื้นที่สำหรับจัดเก็บที่จับบิวเรตต์พร้อมขาตั้ง ในห้องปฏิบัติการเคมี ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 ชุด

10.5.3) ลูกยางปิเปตต์ (Pipette Bulb) จัดใส่ตะกร้า แล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 2 ลูก

10.5.4) แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดสีขาว ขนาด 16 x 12 cm จัดใส่ลงในตะกร้า แล้วนำไปวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้ กลุ่มละ 1 แผ่น

10.5.5) ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml จัดวางไว้บนโต๊ะสำหรับเก็บขวดน้ำกลั่น ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งาน กลุ่มละ 1 ขวด

10.5.6) กระดาษทิชชู (Tissue Paper) จัดวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง ให้นักศึกษาหยิบไปใช้งานเท่าที่จำเป็น

10.6) การจัดวางสารเคมี

10.6.1) สารละลาย 0.1 M Sodium hydroxide, NaOH ตวงสารละลายปริมาตร 500 ml ใส่ในขวดพลาสติกปากกว้างเนื้อ PP ขนาด ขนาด 500 ml จำนวน 6 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

10.6.2) สารละลาย 0.1 M Acetic acid, CH_3COOH ตวงสารละลาย ปริมาตร 500 ml ใส่ในขวดแก้วปากแคบสำหรับใส่สารเคมี ขนาด 500 ml จำนวน 6 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน แล้วนำบีกเกอร์ ขนาด 100 ml จำนวน 6 ใบ เขียนป้ายชื่อบอกรายละเอียดสารเคมีไว้ที่ข้างบีกเกอร์ เทสารละลาย 0.1 M CH_3COOH ลงในบีกเกอร์ดังกล่าวทั้ง 6 บีกเกอร์ พร้อมทั้งวางปิเปตต์แบบใช้ตวง ขนาด 10 ml บนที่วางปิเปตต์ เพื่อให้นักศึกษาดูดสารละลาย 0.1 M CH_3COOH ในบีกเกอร์ที่จัดเตรียมไว้ให้ โดยให้จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

10.6.3) สารละลาย 0.1 M Sodium acetate trihydrate, $CH_3COONa{\cdot}3H_2O$ ตวงสารละลายปริมาตร 500 ml ใส่ขวดแก้วปากแคบสำหรับใส่สารเคมี ขนาด 500 ml จำนวน 6 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน แล้วนำบีกเกอร์ ขนาด 100 ml จำนวน 6 ใบ เขียนป้ายชื่อบอกรายละเอียดสารเคมีไว้ที่ข้างบีกเกอร์ เทสารละลาย 0.1 M $CH_3COONa{\cdot}3H_2O$ ลงในบีกเกอร์ดังกล่าวทั้ง 6 บีกเกอร์ พร้อมทั้งวางปิเปตต์แบบใช้ตวง ขนาด 10 ml จำนวน 6 อัน บนที่วางปิเปตต์ เพื่อให้นักศึกษาดูดสารละลาย 0.1 M $CH_3COONa{\cdot}3H_2O$ ในบีกเกอร์ที่จัดเตรียมไว้ โดยให้จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

10.6.4) Phenolphthalein indicator ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดหยดสีชา ขนาด 125 ml จำนวน 2 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

10.6.5) น้ำกลั่น, H_2O ตวงน้ำกลั่น ปริมาตร 500 ml ใส่ในขวดแก้วปากแคบสำหรับใส่สารเคมี ขนาด 500 ml จำนวน 6 ขวด พร้อมติดป้ายชื่อกำกับว่า “น้ำกลั่น” ที่ขวดสารเคมีให้เรียบร้อย แล้วนำบีกเกอร์ขนาด 100 ml จำนวน 6 ใบ เขียนป้ายชื่อว่า “น้ำกลั่น” ที่ข้างบีกเกอร์ เทน้ำกลั่นลงในบีกเกอร์ พร้อมทั้งวางปิเปตต์แบบใช้ตวง ขนาด 10 ml จำนวน 6 อัน บนที่วางปิเปตต์ เพื่อให้นักศึกษาดูดน้ำกลั่นในบีกเกอร์ที่จัดเตรียมไว้ให้ โดยให้จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลาง

10.7) การจัดการของเสียอันตราย

การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-50)

ตารางที่ 4-50 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10

ลำดับ	ประเภทของเสีย/ส่วนประกอบ	การบำบัดและการกำจัด
1	ของเสียประเภทไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วย C H O เท่านั้น ได้แก่ สารละลาย CH_3COOH	ไม่ต้องจัดเก็บ เนื่องจากมีน้ำรวมอยู่ด้วย มากกว่า 5% ทำให้เป็นกลาง ทิ้งลงท่อระบายน้ำและเปิดน้ำตาม
2	ของเสียประเภทด่าง ได้แก่ สารละลาย NaOH	ไม่ต้องจัดเก็บ เนื่องจากมีเนื้อด่าง น้อยกว่า 5% ทำให้เป็นกลาง ทิ้งลงท่อระบายน้ำและเปิดน้ำตาม
3	สารละลายที่มีสมบัติเป็นกลาง ได้แก่ สารละลาย CH_3COONa	ไม่ต้องจัดเก็บ ทิ้งลงท่อระบายน้ำและเปิดน้ำตาม

10.8) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

10.8.1) กำชับให้นักศึกษามีความระมัดระวังในขณะทำการไทเทรต ต้องห้ามไทเทรตเลยขีดบอกปริมาตรสุดท้ายที่อ่านได้ของบิวเรตต์

10.8.2) จากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่า สารละลายในขวดที่ไม่มีคุณสมบัติเป็นสารละลายบัฟเฟอร์ เมื่อทำการไทเทรต พบว่า สารละลายขวดที่ 5 และขวดที่ 6 จะถึงจุดยุติทันที ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน จะต้องสามารถอธิบายให้นักศึกษาเข้าใจได้ว่า นักศึกษาไม่ได้ทำปฏิบัติการผิดพลาดแต่อย่างใด แต่เหตุผลที่เมื่อทำการไทเทรตแล้วสารละลายถึงจุดยุติทันที เนื่องจาก สารละลายไม่มีคุณสมบัติในการเป็นสารละลายบัฟเฟอร์ และให้นักศึกษาอ่านค่าปริมาตรที่ได้จากการไทเทรตด้วยความระมัดระวัง เนื่องจาก ปริมาตรที่ไทเทรตได้จะเป็นปริมาตรที่น้อยมาก เช่น สารละลายในขวดที่ 6 อ่านค่าปริมาตรจากการไทเทรตได้เพียง 0.05 ml เป็นต้น

10.9) เทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการและเทคนิคการปฏิบัติงาน

จากประสบการณ์ของผู้เขียนที่ปฏิบัติงานมาเป็นระยะเวลายาวนาน พบว่า ในบทปฏิบัติการนี้ เป็นบทปฏิบัติการที่ใช้เวลาในการทำปฏิบัติการค่อนข้างนาน และในบางครั้งหากไม่มีการบริหารจัดการที่ดี จะทำให้นักศึกษาทำการทดลองเสร็จไม่ทันตามเวลาที่กำหนด ทำให้ต้องทำปฏิบัติการยาวนานออกไปจากเวลาในคาบเรียน ซึ่งในหลาย ๆ ครั้ง นักศึกษาไม่สามารถอยู่ต่อเวลาในการทำปฏิบัติการได้ เนื่องจาก นักศึกษามีวิชาเรียนวิชาอื่นที่ต้องไปเรียนต่อเช่นกัน สาเหตุที่ทำให้นักศึกษาไม่สามารถทำการทดลองเสร็จทันเวลาได้ในบทปฏิบัติการนี้ เนื่องจากมีการใช้เครื่อง pH meter ตลอดทุกขั้นตอนในการทดลอง ซึ่งการใช้เครื่อง pH meter เพื่ออ่านค่า pH ของสารละลายแต่ละครั้ง ผู้เขียนสังเกตพบว่า นักศึกษาใช้เวลาครั้งละไม่น้อยกว่า 5 นาที สำหรับการวัดค่า pH ของตัวอย่าง 1 ตัวอย่าง จึงทำให้ไม่สามารถทำการทดลองเสร็จตามเวลาที่กำหนด ดังนั้น ผู้เขียนแนะนำให้ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน บริหารจัดการรูปแบบและวิธีการใช้เครื่อง pH meter เพื่อให้สามารถวัดค่าสารละลายได้เสร็จทันตามเวลาที่กำหนด โดยผู้เขียนพบว่าสาเหตุที่ pH meter อ่านค่า pH ได้ช้า เนื่องจาก นักศึกษาวัดตัวอย่างที่หลากหลาย และสภาวะของ pH ในสารละลายตัวอย่างที่นำมาวัดค่านั้นแตกต่างกันมาก จึงทำให้เครื่อง pH meter ใช้เวลานานในการอ่านค่า pH ของสารละลายที่แตกต่างกัน และผู้เขียนยังได้ค้นพบอีกว่าหากทำการจัดกลุ่มสารละลายที่มีค่า pH ใกล้เคียงกันหรือมีช่วง pH แตกต่างกันไม่มากนักมาวัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter เครื่องเดียวกัน ความสามารถในการอ่านค่า pH ของเครื่อง pH meter จะอ่านได้ไวกว่าการใช้ตัวอย่างที่มีค่า pH ต่างกันมาวัดค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter เครื่องเดียวกัน ดังนั้น ผู้เขียน แนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน บริหารจัดการ การใช้เครื่อง pH meter ให้กับนักศึกษา ดังนี้

pH meter หมายเลข 1 2 และ 3 ใช้สำหรับ วัดค่าสารละลายก่อนการไทเทรต

pH meter หมายเลข 4 5 และ 6 ใช้สำหรับ วัดค่าสารละลายหลังการไทเทรต

ผู้เขียน พบว่า เมื่อมีการกำหนดให้ใช้เครื่อง pH meter วัดค่าสารละลายตามที่ได้กำหนดให้นั้น ทำให้เครื่อง pH meter อ่านค่า pH ของสารละลายได้ไวขึ้น นักศึกษาใช้เวลาในการวัดสารละลายตัวอย่างครั้งละประมาณ 1-3 นาที จึงช่วยให้ลดระยะเวลารอคอยในการอ่านค่า pH ได้ ส่งผลให้นักศึกษาสามารถทำการทดลองได้ทันตามเวลาที่กำหนด เนื่องจากใช้เวลาในการอ่านค่า pH น้อยลง

4.2.3 เทคนิคและขั้นตอนการเตรียมห้องสอบ และสารเคมีสำหรับเตรียมสอบปฏิบัติการ

สำหรับการเตรียมบทปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน นอกเหนือจากการเตรียมบทปฏิบัติการทั้ง 10 บทปฏิบัติการแล้ว นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ยังต้องมีการเตรียมห้องสอบปฏิบัติการ วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี เพื่อให้นักศึกษาได้ลงมือสอบปฏิบัติการไทเทรต เพื่อประเมินผลด้านทักษะการเรียนปฏิบัติการของนักศึกษาตลอดทั้งภาคการศึกษา

ดังนั้น ในหัวข้อนี้ ผู้เขียนจึงได้กล่าวถึง การเตรียมห้องสอบปฏิบัติการ การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ที่นักศึกษาต้องสอบปฏิบัติการไทเทรต โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีการจัดเตรียมและจัดวางรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ในห้องสอบปฏิบัติการ การจัดการของเสียที่เกิดขึ้นจากการสอบปฏิบัติการ รวมถึง ข้อควรระวังในการสอบปฏิบัติการไทเทรต ตามรายละเอียด ดังนี้

1) การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์

การจัดเตรียมรายการครุภัณฑ์ สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-51)

ตารางที่ 4-51 รายการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต

ลำดับ	ครุภัณฑ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่เตรียม
	ไม่มีการใช้ครุภัณฑ์			

2) การจัดเตรียมรายการวัสดุและอุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม

การจัดเตรียมรายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่แจกเพิ่มประจำกลุ่ม สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-52)

ตารางที่ 4-52 รายการวัสดุ อุปกรณ์ ที่ต้องจัดเตรียมสำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่ต้องจัดต่อชุดอุปกรณ์สอบไทเทรต 1 ชุด
1	บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 25 ml		ใช้บรรจุสารละลาย 0.1 M NaOH	1 อัน

ตารางที่ 4-52 (ต่อ)

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่ต้องจัดต่อชุดอุปกรณ์สอบไทเทรต 1 ชุด
2	ที่จับบิวเรตต์พร้อมขาตั้ง (Burette Clamp and Stand)		เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับยึดจับบิวเรตต์	1 ชุด
3	ปิเปตต์แบบใช้ตวง (Measuring Pipette) ขนาด 5 ml		ใช้วางไว้ให้เป็นตัวเลือกสำหรับทดสอบทักษะของนักศึกษาในการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม	1 อัน
4	ปิเปตต์แบบใช้ตวง (Measuring Pipette) ขนาด 10 ml		ใช้วางไว้ให้เป็นตัวเลือกสำหรับทดสอบทักษะของนักศึกษาในการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม	1 อัน
5	ปิเปตต์แบบใช้ตวง (Measuring Pipette) ขนาด 20 ml		ใช้วางไว้ให้เป็นตัวเลือกสำหรับทดสอบทักษะของนักศึกษาในการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม	1 อัน
6	ปิเปตต์แบบปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 5 ml		ใช้วางไว้ให้เป็นตัวเลือกสำหรับทดสอบทักษะของนักศึกษาในการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม	1 อัน
7	ปิเปตต์แบบปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 10 ml		ใช้วางไว้ให้เป็นตัวเลือกสำหรับทดสอบทักษะของนักศึกษาในการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม	1 อัน

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-52 (ต่อ)

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่ต้องจัดต่อชุดอุปกรณ์สอบไทเทรต 1 ชุด
8	ปิเปตต์แบบปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 20 ml		ใช้วางไว้ให้เป็นตัวเลือก สำหรับทดสอบทักษะของนักศึกษา ในการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม โดยนักศึกษา ต้องเลือกใช้อุปกรณ์ชิ้นนี้ ในการสอบ	1 อัน
9	ลูกยางปิเปตต์ (Pipette Bulb)		ใช้ดูดของเหลวหรือสารละลาย โดยต้องใช้งานคู่กับปิเปตต์	2 ลูก
10	ที่วางปิเปตต์ (Pipette Stand)		ใช้สำหรับวางปิเปตต์ เพื่อป้องกันไม่ให้ตกแตก	1 อัน
11	แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดสีขาว ขนาด 16 x 12 cm		ใช้สำหรับรองขวดรูปชมพู่ เมื่อทำการไทเทรต เพื่อช่วยการสังเกตจุดยุติได้ง่ายขึ้น	1 แผ่น
12	บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100 ml		ใช้สำหรับบรรจุ สารละลาย 0.1 M NaOH และสารละลาย Unknown CH_3COOH	2 ใบ
13	บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml		ใช้สำหรับทิ้งสารละลาย ที่เป็นของเสีย ที่เกิดจากการสอบปฏิบัติไทเทรต รายบุคคล	2 ใบ
14	ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask) ขนาด 250 ml		ใช้สำหรับบรรจุ สารละลาย Unknown CH_3COOH ที่ตวงด้วยปิเปตต์แบบปริมาตร ขนาด 20 ml	1 ใบ

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-52 (ต่อ)

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่ต้องจัดต่อชุดอุปกรณ์สอบไทเทรต 1 ชุด
15	กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 100 ml		ใช้วางไว้ให้เป็นตัวเลือก สำหรับทดสอบทักษะของนักศึกษา ในการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม	1 อัน
16	หลอดหยดสาร (Dropper)		ใช้วางไว้ให้เป็นตัวเลือก สำหรับทดสอบทักษะของนักศึกษา ในการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม	2 อัน
17	ปากกาเคมี (Permanent Marker)		ใช้สำหรับเขียนชื่อสารเคมี ลงบนเครื่องแก้ว	1 ด้าม
18	ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ขนาด 500 ml		ฉีดชะล้างสารละลาย ขณะทำการไทเทรต	1 ขวด
19	กระดาษทิชชู (Tissue Paper)		ใช้เช็ดทำความสะอาดทั่วไป เช็ดเครื่องแก้วให้แห้ง และใช้เช็ดปลายบิวเรตต์	1 ห่อ
20	หลอดทดลอง (Test Tube) ขนาด 16 x 100 mm		ใช้วางไว้ให้เป็นตัวเลือก สำหรับทดสอบทักษะของนักศึกษา ในการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม	10 หลอด
21	ที่วางหลอดทดลอง (Rack)		ใช้วางไว้ให้เป็นตัวเลือก สำหรับทดสอบทักษะของนักศึกษา ในการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสม	1 อัน

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-52 (ต่อ)

ลำดับ	วัสดุ อุปกรณ์	ลักษณะ	การใช้งาน	จำนวนที่ต้องจัดต่อชุดอุปกรณ์สอบไทเทรต 1 ชุด
22	แผ่นป้ายแสดงคำสั่งในการสอบปฏิบัติการไทเทรต	แผ่นป้ายคำสั่ง (ภาพที่ 4-18)	ติดประกาศป้ายคำสั่ง เพื่อให้นักศึกษาได้อ่านคำสั่งในการสอบ	2 แผ่น
23	แผ่นประกาศข้อปฏิบัติการเข้าสอบปฏิบัติการไทเทรต	แผ่นประกาศข้อปฏิบัติในการสอบ (ภาพที่ 4-19)	ติดประกาศข้อปฏิบัติในการเข้าสอบให้นักศึกษาได้รับทราบ โดยติดประกาศไว้ที่หน้าห้องสอบ และติดให้กระจายเว้นระยะห่าง ให้เห็นได้ง่ายและทั่วถึง	6 แผ่น ต่อ Section

ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

ผู้เขียน ได้จัดทำการแสดงรายละเอียดคำสั่งในการสอบปฏิบัติการไทเทรต (ภาพที่ 4-18) เพื่อให้นักศึกษาได้อ่านก่อนลงมือปฏิบัติในห้องสอบ และข้อปฏิบัติการเข้าสอบปฏิบัติการไทเทรต (ภาพที่ 4-19) เพื่อให้นักศึกษาได้อ่านทำความเข้าใจก่อนเข้าห้องสอบปฏิบัติการไทเทรต

คำสั่ง

จงไทเทรตหาความเข้มข้นของสารละลาย Unknown CH_3COOH
ด้วยสารละลาย 0.10 M NaOH
โดยมีเงื่อนไขดังนี้

1. ใช้ สารละลาย Unknown CH_3COOH จำนวน 20.00 ml
2. Phenolphthalein indicator 2-3 หยด
3. คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย Unknown CH_3COOH

ภาพที่ 4-18 คำสั่งในการสอบปฏิบัติการไทเทรต
ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

ข้อปฏิบัติในการสอบ

1. นักศึกษาเข้าสอบประจำโต๊ะปฏิบัติการตามตำแหน่งที่มีอุปกรณ์การไทเทรตวางอยู่
2. อ่านคำสั่งที่ติดไว้บริเวณโต๊ะสอบปฏิบัติการให้เข้าใจ
3. ลงมือสอบเมื่อได้ยินสัญญาณกระดิ่ง (ห้ามสอบก่อนได้ยินสัญญาณ)
4. เมื่อได้ยินสัญญาณกระดิ่งแจ้งเตือนหมดเวลา ให้หยุดปฏิบัติทันที
5. อ่านค่าที่ได้จากการไทเทรต
6. นำอุปกรณ์ทุกชิ้นที่หยิบออกมาใช้จากตะกร้า เก็บใส่ตะกร้าใบเดิม แล้วล้างให้สะอาด และเช็ดให้แห้งทุกชิ้น
7. นำตะกร้าอุปกรณ์มาคืนที่กรรมการคุมสอบประจำโต๊ะที่นักศึกษานั่งสอบ
8. นั่งคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย Unknown CH_3COOH บริเวณโต๊ะปฏิบัติการ โดยให้นั่งด้านเดียวกับกรรมการคุมสอบ
9. ส่งข้อสอบให้กรรมการคุมสอบ
10. ออกจากห้องสอบทางด้านประตูหลังห้อง ด้วยความสุภาพ

*****ไม่อนุญาต ให้นำเอกสารใด ๆ เข้าไปในห้องสอบ**
หากตรวจพบ จะปรับทุจริตในการสอบทันที***

ข้อควรจำและปฏิบัติ

1. ล้างอุปกรณ์ทุกชิ้นที่หยิบออกมาจากตะกร้าและเช็ดให้แห้งทุกชิ้น
2. อุปกรณ์ที่ไม่ต้องล้าง ได้แก่
   2.1 บิวเรตต์ ให้ไขสารละลายออกมาให้หมด แล้วเปิดก๊อกทิ้งไว้ โดยไม่ต้องล้าง
   2.2 ปิเปตต์ ทุกอัน ให้วางไว้ที่เดิม และไม่ต้องล้าง

**** ไม่อนุญาตให้ยืมเครื่องคิดเลขกันในห้องสอบ นักศึกษาควรเตรียม เครื่องคิดเลข ปากกา และเครื่องเขียน ของตนเองให้เรียบร้อยก่อนเข้าห้องสอบ****
**** ต้องสวมเสื้อกาวน์และมีป้ายชื่อและรหัสนักศึกษา ให้เห็นได้ชัดเจนทุกคน****

ภาพที่ 4-19 ข้อปฏิบัติการเข้าสอบปฏิบัติการไทเทรต
ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

3) การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม

การจัดเตรียมรายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดเตรียม ดังนี้ (ตารางที่ 4-53)

ตารางที่ 4-53 รายการสารเคมี วิธีการเตรียม และจำนวนที่เตรียม สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต

ลำดับ	สารเคมี	ความเข้มข้น	วิธีการเตรียม	จำนวนที่เตรียม
1	Sodium hydroxide, NaOH	0.1 M	ชั่งสาร Sodium hydroxide, NaOH น้ำหนักโมเลกุล 40.00 g/mol จำนวน 4.00 g ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	6,000 ml
2	Unknown Acetic acid, CH_3COOH	0.1 M	ค่อย ๆ ริน สารละลาย Acetic acid, CH_3COOH เข้มข้น น้ำหนักโมเลกุล 60.05 g/mol จำนวน 5.8 ml ลงในน้ำกลั่น 500 ml แล้วปรับปริมาตรเป็น 1,000 ml	6,000 ml
3	Phenolphthalein indicator	0.1%	1) เตรียมสารละลาย 70% Ethanol, C_2H_5OH จากสารละลาย 95% Ethanol, C_2H_5OH โดยการตวงสารละลาย 95% Ethanol ปริมาตร 737 ml ลงในบีกเกอร์ ขนาด 1,000 ml แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 1,000 ml 2) ชั่งสาร Phenolphthalein indicator น้ำหนักโมเลกุล 318.22 g/mol จำนวน 1 g ละลายด้วยสารละลาย 70% Ethanol, C_2H_5OH ปริมาตร 1,000 ml ที่เตรียมไว้ในข้อ 1	1,000 ml
4	น้ำกลั่น, H_2O		บรรจุน้ำกลั่นลงในขวดฉีดน้ำกลั่นให้เต็มขวด	12 ขวด

4) การจัดวางครุภัณฑ์

การสอบปฏิบัติการไทเทรต ไม่มีการใช้ครุภัณฑ์ในการสอบปฏิบัติการนี้

5) การจัดวางวัสดุและอุปกรณ์

สำหรับการจัดวางวัสดุและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการสอบปฏิบัติการไทเทรตนั้น จะเป็นการสอบปฏิบัติการแบบ 1 ต่อ 2 คือ กรรมการคุมสอบปฏิบัติการ จำนวน 1 คน ต่อ นักศึกษาที่เข้าสอบปฏิบัติการ จำนวน 2 คน ดังนั้น การจัดวางวัสดุและอุปกรณ์ จึงต้องจัดวางที่โต๊ะปฏิบัติการบริเวณตำแหน่งที่จัดให้นักศึกษาสอบปฏิบัติการไทเทรต (โต๊ะละ 2 ชุด สำหรับกรรมการคุมสอบปฏิบัติการ 1 คน) โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องดำเนินการวางวัสดุและอุปกรณ์ ให้ครบตามจำนวนชุดที่ต้องจัดเตรียม (โดยปกติจะจัดเตรียมไว้ จำนวน 12 ชุด สำหรับ กรรมการคุมสอบปฏิบัติการ จำนวน 6 คน ต่อ นักศึกษาที่เข้าสอบปฏิบัติการ ครั้งละ 12 คน) โดยการจัดวางวัสดุและอุปกรณ์นั้น ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานจัดวางวัสดุและอุปกรณ์ ที่ใช้สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรตทั้ง 12 ชุด ตามรายละเอียดที่ผู้เขียนได้เขียนอธิบายวิธีการจัดวางวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต จำนวน 1 ชุด ดังนี้

5.1) บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 25 ml และที่จับบิวเรตต์พร้อมขาตั้ง (Burette Clamp and Stand) จัดชุดอุปกรณ์ต่อเข้าด้วยกันให้เรียบร้อย โดยยึดบิวเรตต์ไว้ด้วยที่จับบิวเรตต์ หันปลายบิวเรตต์ขึ้นด้านบนและเปิดก๊อกไว้ทุกครั้ง ก่อนให้นักศึกษาเข้าห้องสอบในแต่ละครั้ง

5.2) วางปิเปตต์ขนาดต่าง ๆ ไว้บนที่วางปิเปตต์ เพื่อให้นักศึกษาได้เลือกใช้ปิเปตต์ที่ถูกต้องในการสอบปฏิบัติการ ดังนี้

5.2.1) ปิเปตต์แบบใช้ตวง (Measuring Pipette) ขนาด 5 ml จำนวน 1 อัน
5.2.2) ปิเปตต์แบบใช้ตวง (Measuring Pipette) ขนาด 10 ml จำนวน 1 อัน
5.2.3) ปิเปตต์แบบใช้ตวง (Measuring Pipette) ขนาด 20 ml จำนวน 1 อัน
5.2.4) ปิเปตต์แบบปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 5 ml จำนวน 1 อัน
5.2.5) ปิเปตต์แบบปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 10 ml จำนวน 1 อัน
5.2.6) ปิเปตต์แบบปริมาตร (Volumetric Pipette) ขนาด 20 ml จำนวน 1 อัน

5.3) จัดวัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงในตะกร้าพลาสติกสำหรับใส่เครื่องแก้วและอุปกรณ์ในการสอบปฏิบัติการไทเทรต เพื่อให้นักศึกษาได้เลือกใช้อุปกรณ์และเครื่องแก้วที่เหมาะสม ในการสอบปฏิบัติการ ดังนี้

5.3.1) ลูกยางปิเปตต์ (Pipette Bulb) จำนวน 2 ลูก
5.3.2) แผ่นฟิวเจอร์บอร์ดสีขาว ขนาด 16 x 12 cm จำนวน 1 แผ่น
5.3.3) บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100 ml จำนวน 2 ใบ
5.3.4) บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml จำนวน 2 ใบ
5.3.5) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask) ขนาด 250 ml จำนวน 1 ใบ
5.3.6) กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 100 ml จำนวน 1 อัน
5.3.7) หลอดหยดสาร (Dropper) จำนวน 2 อัน
5.3.8) ปากกาเคมี (Permanent Marker) จำนวน 1 ด้าม

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

5.4) กระดาษทิชชู (Tissue Paper) วางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการ จำนวน 1 ห่อ

5.5) แผ่นป้ายแสดงคำสั่งในการสอบปฏิบัติการไทเทรต ติดบริเวณโต๊ะปฏิบัติการตรงตำแหน่งที่จัดให้นักศึกษาสอบไทเทรต 1 แผ่น และตรงตำแหน่งที่จัดให้นักศึกษานั่งทำข้อสอบคำนวณ 1 แผ่น

5.6) แผ่นประกาศข้อปฏิบัติการเข้าสอบปฏิบัติการไทเทรต จำนวน 6 ใบ ให้ติดประกาศไว้ที่หน้าห้องสอบปฏิบัติการ โดยติดให้กระจาย เว้นระยะห่างให้เห็นได้ง่ายและทั่วถึง

6) การจัดวางสารเคมี

สำหรับการจัดวางสารเคมีที่ใช้ในการสอบปฏิบัติการไทเทรตนั้น ใช้หลักการจัดแบบเดียวกันการจัดวางวัสดุและอุปกรณ์ ที่ใช้สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต กล่าวคือ การสอบปฏิบัติการไทเทรตจะเป็นการสอบปฏิบัติการแบบ 1 ต่อ 2 คือ กรรมการคุมสอบปฏิบัติการ จำนวน 1 คน ต่อ นักศึกษาที่สอบปฏิบัติการ จำนวน 2 คน ดังนั้น การจัดวางสารเคมีจึงต้องจัดวางที่โต๊ะปฏิบัติการบริเวณตำแหน่งที่จัดให้นักศึกษาสอบปฏิบัติการไทเทรต (โต๊ะละ 2 ชุด สำหรับกรรมการคุมสอบปฏิบัติการ 1 คน) นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องดำเนินการวางสารเคมี ให้ครบตามจำนวนชุดที่ต้องจัดเตรียม (โดยปกติจะจัดเตรียมไว้ จำนวน 12 ชุด สำหรับ กรรมการคุมสอบปฏิบัติการ จำนวน 6 คน ต่อ นักศึกษาที่เข้าสอบปฏิบัติการ ครั้งละ 12 คน) โดยการจัดวางสารเคมีให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน จัดวางสารเคมีที่ใช้สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรตทั้ง 12 ชุด ตามรายละเอียดที่ผู้เขียนได้เขียนอธิบายวิธีการจัดวางสารเคมีสำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต จำนวน 1 ชุด ดังนี้

6.1) สารละลาย 0.1 M Sodium hydroxide, NaOH ตวงสารละลาย ปริมาตร 500 ml ใส่ในขวดพลาสติกปากกว้างเนื้อ PP ขนาด ขนาด 500 ml จำนวน 1 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการตำแหน่งที่จัดให้นักศึกษาสอบปฏิบัติการไทเทรต

6.2) สารละลาย Unknown Acetic acid, CH_3COOH ตวงสารละลาย ปริมาตร 500 ml ใส่ในขวดแก้วปากแคบสำหรับใส่สารเคมี ขนาด 500 ml จำนวน 1 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการตำแหน่งที่จัดให้นักศึกษาสอบปฏิบัติการไทเทรต

6.3) Phenolphthalein indicator ตวงสารละลายปริมาตร 100 ml ใส่ขวดหยดสีชา ขนาด 125 ml จำนวน 1 ขวด พร้อมติดป้ายบอกชื่อรายละเอียดสารละลายให้ชัดเจน จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการตำแหน่งที่จัดให้นักศึกษาสอบปฏิบัติการไทเทรต

6.4) น้ำกลั่น, H_2O ตวงน้ำกลั่นใส่ขวดฉีดน้ำกลั่น ปริมาตร 500 ml จำนวน 1 ขวด จัดวางบริเวณโต๊ะปฏิบัติการตำแหน่งที่จัดให้นักศึกษาสอบปฏิบัติการไทเทรต

7) การจัดการของเสียอันตราย

การจัดการของเสียอันตราย สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการจัดการ ดังนี้ (ตารางที่ 4-54)

ตารางที่ 4-54 การจัดการของเสียอันตราย สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต

ลำดับ	ประเภทของเสีย/ส่วนประกอบ	การบำบัดและการกำจัด
1	ของเสียประเภทไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วย C H O เท่านั้น ได้แก่ สารละลาย CH_3COOH	ไม่ต้องจัดเก็บ เนื่องจากมีน้ำรวมอยู่ด้วย มากกว่า 5% ทำให้เป็นกลาง ทิ้งลงท่อระบายน้ำและเปิดน้ำตาม
2	ของเสียประเภทด่าง ได้แก่ สารละลาย NaOH	ไม่ต้องจัดเก็บ เนื่องจากมีเนื้อด่าง น้อยกว่า 5% ทำให้เป็นกลาง ทิ้งลงท่อระบายน้ำและเปิดน้ำตาม

8) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

8.1) กำชับให้นักศึกษาอ่านประกาศข้อปฏิบัติการเข้าสอบปฏิบัติการไทเทรต ให้เข้าใจก่อนเข้าสอบปฏิบัติการ

8.2) เนื่องจากการสอบปฏิบัติการไทเทรต เป็นการสอบประเภทหนึ่ง ดังนั้น ต้องกำชับไม่ให้นักศึกษาพูดคุยกันในระหว่างการสอบ การคำนวณ ตลอดจนการล้างเครื่องแก้ว โดยต้องแจ้งให้นักศึกษาทราบว่า ขณะอยู่ในห้องสอบปฏิบัติการ ให้งดเว้นการพูดคุยกันทุกกรณี

8.3) จากประสบการณ์ของผู้เขียน พบว่า เนื่องจากการสอบปฏิบัติการไทเทรตนั้น ใช้เครื่องแก้วชุดเดียวกันในการสอบแต่ละรอบ โดย 1 รอบ จัดให้นักศึกษาเข้าสอบได้ จำนวน 12 คน ดังนั้น เมื่อนักศึกษาที่เข้าสอบแต่ละรอบสอบปฏิบัติการไทเทรตเรียบร้อยแล้ว จะต้องล้างเครื่องแก้ว และนำมาวางไว้ที่เดิมบริเวณตำแหน่งที่จัดให้นักศึกษาสอบปฏิบัติการไทเทรต ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน จะต้องกำชับให้นักศึกษาล้างเครื่องแก้วให้สะอาดและเช็ดเครื่องแก้วให้แห้งก่อนนำมาวางไว้ที่เดิม เนื่องจาก หากนักศึกษาเช็ดเครื่องแก้วไม่แห้ง จะส่งผลให้นักศึกษาที่เข้าสอบในรอบต่อไป ไม่สามารถเขียนรายละเอียดสารเคมีบนเครื่องแก้วแต่ละชิ้นได้เนื่องจากมีคราบน้ำและความชื้นติดอยู่บนเครื่องแก้ว พร้อมกันนี้ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ต้องแจ้งให้กรรมการคุมสอบปฏิบัติการทุกท่าน ทราบถึงข้อควรระวังในเรื่องนี้ และขอความร่วมมือจากกรรมการคุมสอบทุกท่าน ให้ทำการตรวจสอบเครื่องแก้วทุกชิ้นในตะกร้าว่า นักศึกษาได้ล้างให้สะอาดและเช็ดแห้งเรียบร้อยแล้ว ก่อนอนุญาตให้นักศึกษานำตะกร้าเครื่องแก้วสำหรับสอบปฏิบัติการมาวางไว้ที่บริเวณตำแหน่งเดิม เพื่อเตรียมใช้ในการสอบปฏิบัติการสำหรับนักศึกษาในการเข้าสอบรอบถัดไป

9. เทคนิคการเตรียมบทปฏิบัติการและเทคนิคการปฏิบัติงาน

การสอบปฏิบัติการไทเทรต เป็นการสอบวัดทักษะความรู้ โดยการสังเคราะห์ความรู้จากบทปฏิบัติการแรกจนถึงบทปฏิบัติการสุดท้ายของนักศึกษาที่เรียนบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ดังนั้น อาจารย์ผู้สอนจึงเลือกเอาเทคนิคการไทเทรตสารละลายเป็นการทดสอบวัดความรู้และทักษะปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา ซึ่งการเตรียมสารเคมีสำหรับใช้ในการสอบปฏิบัติการไทเทรต จะมีการเตรียมสารเคมีคล้ายคลึงกับบทปฏิบัติการที่ 9 ดังนั้น เทคนิคในการเตรียมสารเคมีสำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต จึงคล้ายคลึงกับเทคนิคการเตรียมสารเคมีในบทปฏิบัติการที่ 9 ได้แก่ เทคนิคในการเตรียมสารละลาย Unknown CH_3COOH ผู้เขียนจึงนำประสบการณ์ในการเตรียมสารละลาย โดยขอกล่าวถึง เทคนิคการเตรียมสารละลาย Unknown CH_3COOH ให้มีอายุการใช้งานได้ยาวนานขึ้น จากประสบการณ์ของผู้เขียน ที่ได้เตรียมสารละลาย Unknown CH_3COOH สำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรตมาเป็นระยะเวลายาวนาน ผู้เขียน แนะนำให้เตรียมสารละลาย Unknown CH_3COOH ที่ความเข้มข้น 0.1 M เนื่องจากเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมในการรักษาอายุการใช้งานของสารละลาย Unknown CH_3COOH ได้ยาวนานขึ้น เนื่องจาก ความเข้มข้นที่ 0.1 M เป็นความเข้มข้นที่สามารถรักษาสมบัติทางกายภาพของสารละลาย Unknown CH_3COOH ไม่ให้เกิดเมือกสีขาวปะปนในสารละลาย อันเนื่องมาจากความเข้มข้นที่ต่ำเกินไป และการเตรียมสารละลาย Unknown CH_3COOH ที่ความเข้มข้น 0.1 M ไม่ทำให้เกิดกลิ่นอันไม่พึงประสงค์ ที่จะส่งผลรบกวนอาจารย์ นักศึกษา และนักวิทยาศาสตร์ ในขณะที่ทำการสอบปฏิบัติการ ดังนั้น ผู้เขียน จึงแนะนำให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน เตรียมความเข้มข้นของสารละลาย Unknown CH_3COOH ที่ความเข้มข้น 0.1 M จะเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจาก เป็นความเข้มข้นที่สามารถรักษาอายุการใช้งานของสารเคมีได้ และลดกลิ่นรบกวนอันไม่พึงประสงค์ขณะทำการสอบปฏิบัติการ รวมทั้ง ลดความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายที่จะรบกวนระบบทางเดินหายใจอีกด้วย

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

4.3 วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน

วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานในคู่มือเล่มนี้ ผู้เขียนได้ถ่ายทอดวิธีการประเมินผลการปฏิบัติงานของทุกขั้นตอนการทำงานในคู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ โดยได้เขียนอธิบายไว้อย่างละเอียดเพื่อให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ใช้คู่มือเล่มนี้ ได้เข้าใจแบบง่าย ๆ และนำไปใช้ในการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานของคู่มือเล่มนี้ อย่างได้ผลจริง

ตารางที่ 4-55 วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานตามคู่มือปฏิบัติงาน การเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

ขั้นตอน	วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน
ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ	
1) การรับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน	**วิธีการติดตาม** ติดตามการส่งมอบ มคอ.3 และคู่มือปฏิบัติการ โดยต้องได้รับก่อนเปิดภาคการศึกษาอย่างน้อย 2 สัปดาห์ หากได้รับล่าช้าเกินกว่าเวลาที่กำหนด ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ใช้ข้อมูลของภาคการศึกษาก่อนหน้าอ้างอิงการปฏิบัติงานไปก่อน **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** ได้รับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการหรือมีข้อมูลบทปฏิบัติการ สามารถเตรียมบทปฏิบัติการได้ทันเวลา
2) การตรวจสอบ วัน เวลา ที่ต้องให้บริการบทปฏิบัติการ ตาม มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบตารางเวลาเรียนบทปฏิบัติการ ไม่ให้ตรงกับวันหยุดราชการ หากพบว่าบทปฏิบัติการใด ตรงกับวันหยุดราชการ ให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน รีบแจ้งไปยังอาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา เพื่อทำการแก้ไขให้ถูกต้องต่อไป **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** ตารางเวลาเรียนบทปฏิบัติการ ไม่ตรงกับวันหยุดราชการ และสามารถปฏิบัติการได้ครบทุกสัปดาห์ตามแผนการเรียนใน มคอ.3
3) การตรวจสอบจำนวนและรายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการ และจัดทำใบลงลายมือชื่อนักศึกษา	**วิธีการติดตาม** ติดตามจำนวนและรายชื่อนักศึกษา ทางเวปไซต์ “https://sis.psu.ac.th/” และจัดทำรายชื่อนักศึกษาให้เรียบร้อยก่อนเปิดภาคการศึกษา **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** รายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนครบถ้วน นักศึกษามีกลุ่มเรียนปฏิบัติการครบทุกคน

ตารางที่ 4-55 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน
4) การสำรวจรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบและทบทวนรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ ให้แน่นอนและครบถ้วน **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** ข้อมูลวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ ครบถ้วนและเพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา
5) การประเมินค่าใช้จ่าย เพื่อขออนุมัติงบประมาณ จัดซื้อจัดจ้าง วัสดุและวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ	**วิธีการติดตาม** ติดตามผลการอนุมัติงบประมาณจัดซื้อจัดจ้างวัสดุและวัตถุดิบ โดยต้องได้รับอนุมัติก่อนเปิดภาคการศึกษา หากล่าช้า ให้ติดตามไปยังเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** จัดส่งข้อมูลประมาณการค่าใช้จ่ายตรงตามเวลาที่กำหนด ได้รับการอนุมัติงบประมาณจัดซื้อจัดจ้างวัสดุและวัตถุดิบ ทันตามเวลา
6) ดำเนินการจัดซื้อ รายการวัสดุและวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ	**วิธีการติดตาม** ติดตามการจัดซื้อรายการวัสดุและวัตถุดิบ ทั้งชนิดและจำนวน ให้พร้อมใช้งาน ก่อนถึงวันที่มีปฏิบัติการจริงเสมอ **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** มีวัสดุและวัตถุดิบ พร้อมใช้ในวันที่มีปฏิบัติการจริง
7) การสำรวจรายการสารเคมี และอุปกรณ์ที่ต้องสั่งซื้อเพิ่มเติม	**วิธีการติดตาม** ติดตามการสั่งสารเคมีและอุปกรณ์ที่ต้องสั่งซื้อจากเจ้าหน้าที่ และต้องได้รับก่อนวันที่มีปฏิบัติการจริงเสมอ **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** มีรายการสารเคมีและอุปกรณ์ที่ต้องการ พร้อมใช้ก่อนถึงวันที่มีปฏิบัติการจริง
8) จัดเตรียม อุปกรณ์ เครื่องแก้วประจำกลุ่ม สำหรับนักศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียน	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบการจัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ให้ถูกต้องและครบถ้วน ทั้งชนิดและจำนวน ก่อนแจกให้นักศึกษา **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** 1) นักศึกษามีอุปกรณ์และเครื่องแก้วประจำกลุ่มครบทุกกลุ่ม 2) จำนวนรายการเครื่องแก้วที่นักศึกษาได้รับถูกต้องตามใบรายการ
9) การเตรียมห้องปฏิบัติการเคมี ตามแนวทาง ห้องปฏิบัติการปลอดภัย	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบและติดตามความพร้อม สำหรับการเปิดให้บริการห้องปฏิบัติการตามแนวทางห้องปฏิบัติการปลอดภัย ให้พร้อมใช้งาน ก่อนถึงวันเปิดภาคการศึกษา **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** ห้องปฏิบัติการเรียบร้อย และมีความปลอดภัยสำหรับเรียนปฏิบัติการ

ตารางที่ 4-55 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน
ขั้นตอนที่ 2 การให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ	
1) การจัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามคู่มือบทปฏิบัติการ ให้ครบถ้วนและเพียงพอ ต่อจำนวนนักศึกษา	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบและติดตาม การจัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ให้ครบถ้วนและถูกต้อง ทั้งชนิด จำนวน และความเข้มข้นของสารเคมี รวมทั้งจัดวางในตำแหน่งที่เหมาะสม ให้นักศึกษาได้ใช้งานง่าย ไม่มีความแออัดในการใช้งานบริเวณโต๊ะปฏิบัติการส่วนกลางที่จัดเตรียมไว้ให้ **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** วัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ พร้อมใช้งาน นักศึกษาใช้งานอุปกรณ์ทุกอย่างได้อย่างปลอดภัย
2) การทดสอบครุภัณฑ์ และทดสอบบทปฏิบัติการ ก่อนมีการให้บริการ บทปฏิบัติการ ในวันที่มีการเรียนการสอนจริง ทุกบทปฏิบัติการ	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบการใช้งานของครุภัณฑ์ก่อนมีปฏิบัติการจริง อย่างน้อย 1-3 วัน หากพบมีครุภัณฑ์ใช้งานไม่ได้ ให้รีบแก้ไขให้กลับมาใช้ได้ หากแก้ไขไม่ได้ ให้ยืมจากห้องปฏิบัติการอื่นมาใช้ก่อน **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ที่ใช้งานได้ เพียงพอต่อการทำปฏิบัติการ สามารถบริหารจัดการ ให้ทำปฏิบัติการได้อย่างไม่ติดขัด
3) การเตรียมใบลงลายมือชื่อ และกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้ว ประจำกลุ่ม ของนักศึกษา	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบใบลงลายมือชื่อและกุญแจเก็บเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ให้ครบถ้วนและถูกต้อง **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** 1) นักศึกษามีรายชื่อครบทุกคน 2) นักศึกษามีเครื่องแก้วประจำกลุ่มครบทุกกลุ่ม 3) นักศึกษามีตู้เก็บเครื่องแก้วครบทุกกลุ่ม
4) การแจกเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ให้นักศึกษาได้ใช้งาน ตลอดทั้งภาคการศึกษา จนเสร็จสิ้นบทปฏิบัติการสุดท้าย	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบเอกสารการรับเครื่องแก้วประจำกลุ่มของนักศึกษา โดยนักศึกษาต้องนำเอกสารรับเครื่องแก้ว มาส่งให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน หลังจากที่ได้รับเครื่องแก้วประจำกลุ่มเรียบร้อยแล้ว **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** 1) นักศึกษามีเครื่องแก้วประจำกลุ่มครบทุกกลุ่ม 2) นักวิทยาศาสตร์ได้เอกสารการรับเครื่องแก้วประจำกลุ่มครบทุกกลุ่ม 3) การกรอกรายละเอียดการรับเครื่องแก้ว ถูกต้องและครบถ้วน

ตารางที่ 4-55 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน
5) การจัดสอบก่อนเรียนแต่ละบทปฏิบัติการให้กับนักศึกษา	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบจำนวนข้อสอบก่อนเรียนให้ถูกต้องตรงตามบทปฏิบัติการที่นักศึกษาจะมีการเรียนการสอนในคาบนั้น ๆ และตรวจสอบจำนวนข้อสอบให้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** 1) เนื้อหาในข้อสอบตรงกับบทปฏิบัติการที่เรียน 2) จำนวนข้อสอบเพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา
6) การตรวจสอบการลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบและติดตามการลงลายมือชื่อเข้าเรียนของนักศึกษาแค่ละคาบ หากพบว่ามีนักศึกษาคนใดที่ยังไม่ได้ลงลายมือชื่อให้ทำการติดตาม ตรวจสอบว่านักศึกษาขาดเรียนจริง หรือลืมลงลายมือชื่อ <u>กรณีนักศึกษาลืมลงลายมือชื่อ</u> ให้แจ้งนักศึกษามาลงลายมือชื่อให้เรียบร้อยภายในคาบนั้น <u>กรณีที่นักศึกษาขาดเรียน</u> แจ้งให้นักศึกษานำใบลาป่วย หรือลากิจ มาแสดงในคาบเรียนต่อไป **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** นักศึกษาที่เข้าเรียน ลงลายมือชื่อครบทุกคน
7) การให้นักศึกษาเบิก-ยืม วัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้เพิ่มเติมในแต่ละบทปฏิบัติการนอกเหนือจากเครื่องแก้วประจำกลุ่ม	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบความถูกต้องของรายการวัสดุ และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องจัดเตรียมให้นักศึกษาในแต่ละบทปฏิบัติการ นอกเหนือจากเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ให้ครบถ้วนและถูกต้อง ทั้งชนิด และจำนวนของวัสดุและอุปกรณ์นั้น **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** รายการอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้เพิ่มเติม ครบถ้วน เพียงพอในวันที่มีเรียนปฏิบัติการจริง
8) การให้บริการเป็นผู้ช่วยคุมปฏิบัติการให้คำแนะนำและตอบข้อซักถามของนักศึกษาตามความเหมาะสม	**วิธีการติดตาม** ติดตามและแก้ปัญหา/อุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการให้บริการบทปฏิบัติการ มีการจดบันทึกข้อมูลการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการเรียนปฏิบัติการในแต่ละภาคการศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับภาคการศึกษาต่อไป **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** 1) สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้นได้ 2) สามารถทำปฏิบัติการต่อเนื่องได้อย่างราบรื่น ไม่ติดขัด 3) มีบันทึกข้อมูลปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น พร้อมแนวทางแก้ไข

ตารางที่ 4-55 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน
9) การให้คำแนะนำ แก่นักศึกษาในการแยกของเสีย ที่เกิดจากการทดลอง รวมทั้ง สารเคมี วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ใช้แล้ว ในห้องปฏิบัติการเคมี	**วิธีการติดตาม** ติดตามการคัดแยกของเสียที่เกิดจากการทดลอง รวมทั้งสารเคมี วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ใช้แล้วในห้องปฏิบัติการ ที่นักศึกษาได้คัดแยกไว้ ว่าถูกต้องตรงตามคำแนะนำหรือไม่ หากไม่ถูกต้องให้แจ้งนักศึกษาให้เข้าใจอีกครั้ง และให้ปฏิบัติใหม่อีกครั้ง **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** การคัดแยกของเสียที่เกิดจากการทดลอง ถูกต้องตามคำแนะนำ
10) การบันทึกรายละเอียด กรณีมีวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ชำรุด/สูญหาย ในขณะที่เรียนปฏิบัติการ	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบการบันทึกรายละเอียด กรณีที่ นักศึกษาทำวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ชำรุด/สูญหาย ในขณะเรียนปฏิบัติการให้ถูกต้อง **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** มีบันทึกข้อมูลรายละเอียดการทำวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ ชำรุด/สูญหาย
11) การบันทึก รายการอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ในห้องปฏิบัติการเคมี กรณีที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้น ในขณะที่เรียนปฏิบัติการ	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบการบันทึกข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการทุกครั้ง โดย ต้องบอกถึงสาเหตุ ลักษณะการเกิดอุบัติเหตุ รวมถึง การปฐมพยาบาลเบื้องต้น การแก้ไขและป้องกัน ไม่ให้มีการเกิดซ้ำ **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** มีบันทึกข้อมูลรายละเอียดการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการครบถ้วน
12) การบันทึกปริมาณของเสีย ที่เกิดขึ้นจากการเรียนปฏิบัติการ ในแต่ละบทปฏิบัติการ	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบการบันทึกปริมาณของเสีย และการจัดเก็บที่ถูกต้อง ในทุกครั้งที่มีของเสียเกิดขึ้นในแต่ละบทปฏิบัติการ **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** มีบันทึกข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิบัติการ
13) การจัดเก็บ วัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ หลังการใช้งาน พร้อมทั้งทำความสะอาด ให้เรียบร้อย	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบความเรียบร้อยของวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ หลังการใช้งาน ต้องทำความสะอาดและเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อยทุกครั้ง **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** อุปกรณ์ทุกอย่างได้รับการทำความสะอาด และเก็บเข้าที่อย่างเรียบร้อย

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 4-55 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน
14) การรับคืน เครื่องแก้วประจำกลุ่ม หลังจาก สิ้นสุดการเรียนการสอน ปฏิบัติการบทสุดท้าย	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบจำนวนและชนิดของเครื่องแก้วประจำกลุ่มที่รับคืนจากนักศึกษา ให้ตรงตามเอกสารการรับเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ที่ได้รับในคาบเรียนแรก **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** นักศึกษาคืนเครื่องแก้วครบถ้วนทุกรายการ หากรายการไม่ครบ ให้แจ้งนักศึกษาเพื่อซื้อมาคืนห้องปฏิบัติการ
15) การแจ้งนักศึกษา ให้ประเมินความพึงพอใจ แบบออนไลน์ ในการให้บริการบทปฏิบัติการ	**วิธีการติดตาม** ติดตามผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้รับบริการ ทั้งนักศึกษาและอาจารย์ผู้สอน ให้ประเมินผลความพึงพอใจทุกครั้งในแต่ละภาคการศึกษา **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** ได้รับผลการประเมินความพึงพอใจเรียบร้อย โดยจำนวนผู้ทำแบบประเมิน ไม่น้อยกว่า 80%
16) การเตรียมห้องสอบ ปฏิบัติการ และเตรียมวัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับสอบปฏิบัติการ และการเป็นกรรมการ คุมสอบปฏิบัติการไทเทรต	**วิธีการติดตาม** ตรวจสอบห้องสอบปฏิบัติไทเทรต ต้องจัดห้องสอบให้เรียบร้อย ก่อนมีการสอบปฏิบัติการ และต้องมีการจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ รวมทั้งสารเคมี ไว้ให้เพียงพอ สำหรับการสอบของนักศึกษาทุกคน **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** ห้องปฏิบัติการเคมี พร้อมสำหรับการสอบปฏิบัติการไทเทรต
17) การจัดทำความสะอาด ครั้งใหญ่ (Big Cleaning) ห้องปฏิบัติการเคมี และรวบรวมของเสียทั้งหมด ที่เกิดขึ้นในทุกบทปฏิบัติการ รวมทั้ง ของเสียที่เกิดขึ้น จากการสอบปฏิบัติการไทเทรต ส่งเข้าอาคารจัดการสารเคมี เพื่อดำเนินการจัดการ ตามระบบการจัดการของเสีย ของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ต่อไป	**วิธีการติดตาม** ติดตามการทำความสะอาดห้องปฏิบัติการเคมี ให้มีความสะอาด ถูกสุขลักษณะความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ รวมทั้งควบคุมการเคลื่อนย้ายสารเคมีให้ถูกวิธี พร้อมทั้งจัดเก็บให้ถูกต้องตามการแบ่งประเภทของเสียอันตราย จากห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** 1) ห้องปฏิบัติการเคมี สะอาด เรียบร้อย พร้อมเรียนในภาคการศึกษาต่อไป 2) นักศึกษาเคลื่อนย้ายสารเคมีถูกต้อง ปลอดภัยทุกคน 3) ของเสียถูกจัดแบ่งกลุ่มอย่างถูกต้อง

ตารางที่ 4-55 (ต่อ)

ขั้นตอน	วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน
ขั้นตอนที่ 3 การสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ	
1) การสรุปผล การเข้าเรียนปฏิบัติการ ของนักศึกษา ตามใบลงลายมือชื่อ การเข้าเรียนปฏิบัติการ	**วิธีการติดตาม** ติดตามการเข้าเรียนของนักศึกษาตลอดทั้งภาคการศึกษา จากใบลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการ แล้วแจ้งให้อาจารย์ผู้ประสานงานรับทราบข้อมูล **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** 1) ข้อมูลการเข้าเรียนของนักศึกษาถูกต้อง 100% 2) มีใบสรุปผลการเข้าเรียนปฏิบัติการแจ้งไปยังอาจารย์ผู้ประสานงาน
2) การสรุปรายการ วัสดุ อุปกรณ์ ที่ชำรุด/สูญหาย	**วิธีการติดตาม** ติดตามให้นักศึกษา นำวัสดุ อุปกรณ์ ที่ได้เกิดการชำรุดหรือสูญหาย มาคืนห้องปฏิบัติการให้เรียบร้อย **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** 1) มีการแจ้งข้อมูลรายการวัสดุและอุปกรณ์ ที่นักศึกษาต้องคืนห้องปฏิบัติการ 2) นักศึกษารับทราบข้อมูลที่ต้องจัดหาอุปกรณ์มาคืน
3) การสรุปจำนวนอุบัติเหตุ ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี	**วิธีการติดตาม** สรุปจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในการให้บริการบทปฏิบัติการ ตลอดทั้งภาคการศึกษา และจัดทำแนวทางแก้ไขและป้องกันไม่ให้มีการเกิดซ้ำ **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** มีการสรุปจำนวนอุบัติเหตุ และแนวทางการแก้ไข
4) การสรุปปัญหาและอุปสรรค ในการให้บริการบทปฏิบัติการ	**วิธีการติดตามงาน** รวบรวมปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งวิธีการแก้ไข เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหา กรณีที่ปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นซ้ำ **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** มีการสรุปปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น และแนวทางการแก้ไข
5) การสรุป ผลการประเมินความพึงพอใจ ในการให้บริการบทปฏิบัติการ จากทั้งนักศึกษาและอาจารย์ พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปใช้ในการพิจารณา ปรับปรุง และพัฒนา การให้บริการ บทปฏิบัติการ ในภาคการศึกษา ต่อไป	**วิธีการติดตาม** ติดตามผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้รับบริการ ทั้งนักศึกษา อาจารย์ผู้สอน และอาจารย์ผู้ประสานงาน รวมทั้งคะแนนประเมินและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการพัฒนาและปรับปรุงการให้บริการที่ดียิ่งขึ้น **การประเมินผลการปฏิบัติงาน** มีการสรุปผลการประเมินความพึงพอใจการให้บริการบทปฏิบัติการ และข้อเสนอแนะต่าง ๆ รวมทั้งแนวทางในการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

4.4 จรรยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน

แนวทางการปฏิบัติงานตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ว่าด้วยจรรยาบรรณของผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัย พ.ศ. 2559 เพื่อใช้เป็นกฎเกณฑ์และแนวทางในการประพฤติปฏิบัติตนให้เหมาะสมและดีงามในการปฏิบัติหน้าที่ สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีศักยภาพ ด้วยคุณธรรมและจริยธรรมอันดี บนพื้นฐานจิตสำนึกอันมีจรรยาบรรณที่เป็นกรอบแนวทาง เพื่อส่งเสริมให้ทำงานภายใต้ระเบียบ ศีลธรรมและวัฒนธรรมอันดีงามต่อการปฏิบัติงานเพื่อประโยชน์ของเพื่อนมนุษย์เป็นกิจที่หนึ่ง ซึ่งเป็นจิตสำนึกและหน้าที่ของบุคลากรมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ทุกคนที่จะต้องยึดถือและปฏิบัติงานอย่างมีจรรยาบรรณตามแนวทางการปฏิบัติงานตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ว่าด้วยจรรยาบรรณของผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัย พ.ศ. 2559 เพื่อให้บุคลากรได้ยึดถือเป็นแนวปฏิบัติ ดังนี้ (ตารางที่ 4-56)

ตารางที่ 4-56 จรรยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน และแนวทางการปฏิบัติ

จรรยาบรรณตามข้อบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
จรรยาบรรณต่อตนเอง	
1) ปฏิบัติงานและประพฤติตน ตามแนวพระราชโอวาท ของ สมเด็จพระมหิตลาธิเบศ อลุยเดชวิกรมพระบรมราชชนก “ให้ถือประโยชน์ส่วนตัวเป็นที่สอง ประโยชน์ของเพื่อนมนุษย์เป็นกิจที่หนึ่ง”	1) มีความภาคภูมิใจในการเป็นบุคลากรของมหาวิทยาลัย 2) เชิดชูเกียรติของมหาวิทยาลัยด้วยความภูมิใจ 3) ปฏิบัติตนตามพระราชโอวาทด้วยความเต็มใจ
2) ปฏิบัติงานด้วยความซื่อสัตย์สุจริต ไม่แสวงหาประโยชน์โดยมิชอบ	1) ยึดมั่นความซื่อสัตย์สุจริตเป็นที่ตั้ง 2) ไม่แสวงหาผลประโยชน์ใด ๆ จากนักศึกษา ประชาชน ผู้รับบริการ และสังคม
3) เป็นผู้มีคุณธรรมและศีลธรรมอันดีงาม	1) ดำรงตนให้เป็นผู้มีความรู้ควบคู่ศีลธรรม เป็นที่เชื่อถือของเพื่อนร่วมงานและคนทั่วไป 2) ยึดมั่นความซื่อสัตย์สุจริตเป็นที่ตั้ง 3) ไม่แสวงหาผลประโยชน์ใด ๆ จากนักศึกษา ประชาชน ผู้รับบริการ และสังคม 4) ประพฤติตนเป็นแบบอย่างที่ดี สอดคล้องกับวัฒนธรรมและขนบธรรมเนียมที่ดี
4) เป็นผู้มีทัศนคติในการทำงานที่ดี มุ่งเน้นการพัฒนาตนเองให้มีคุณธรรม จริยธรรม และเพิ่มพูนความรู้ความสามารถ รวมทั้งทักษะที่ส่งเสริมการปฏิบัติงาน ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลยิ่งขึ้น	1) ประพฤติตนให้เป็นผู้มีทัศนคติที่ดี 2) ปราศจาก อคติต่อเพื่อนร่วมงาน 3) ไม่นินทา ว่าร้ายเพื่อนร่วมงาน 4) พัฒนาตนเองให้มีทักษะเพิ่มขึ้นและมีความรู้ที่ทันสมัย

ตารางที่ 4-56 (ต่อ)

จรรยาบรรณตามข้อบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
จรรยาบรรณต่อการปฏิบัติงานและต่อหน่วยงาน	
1) ปฏิบัติหน้าที่ด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต ปราศจากอคติ	1) ยึดมั่นความซื่อสัตย์สุจริตเป็นที่ตั้ง 2) ประพฤติตนให้เป็นผู้มีทัศนคติที่ดี 3) ไม่มีอคติต่อเพื่อนร่วมงาน
2) ปฏิบัติงานด้วยความขยันหมั่นเพียร อย่างเต็มความสามารถ คำนึงถึงประโยชน์ของมหาวิทยาลัยเป็นสำคัญ	1) เป็นผู้มีความขยันหมั่นเพียร 2) ปฏิบัติหน้าที่อย่างเต็มกำลังและความสามารถ 3) ตรงต่อเวลาและอุทิศตนเพื่อประโยชน์ของมหาวิทยาลัยเป็นที่ตั้ง
3) ช่วยดูแลทรัพย์สินของมหาวิทยาลัย และใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและคุ้มค่า ด้วยความระมัดระวังมิให้เสียหายหรือสิ้นเปลือง	1) ดูแลและใช้ทรัพยากรของมหาวิทยาลัย อย่างประหยัด และคุ้มค่า 2) ให้ความร่วมมือในการประหยัดพลังงานของมหาวิทยาลัย
จรรยาบรรณต่อผู้บังคับบัญชา ผู้อยู่ใต้บังคับบัญชา และผู้ร่วมงาน	
1) รับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเอง ให้ความร่วมมือช่วยเหลืองานในองค์กร รวมทั้งช่วยแก้ปัญหาและเสนอแนวทางในการพัฒนางานในองค์กร	1) เป็นผู้มีความรับผิดชอบ ไม่ละทิ้งหน้าที่ของตนเอง 2) ปฏิบัติหน้าที่ของตนเองอย่างเต็มความสามารถ 3) ให้ความร่วมมือกับหน่วยงานและองค์กรอย่างสม่ำเสมอ 4) แสดงความคิดเห็น เพื่อเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและพัฒนาองค์กร
2) ดูแลผู้อยู่ใต้บังคับบัญชาด้วยความเสมอภาค ให้ขวัญ กำลังใจ ในการปฏิบัติงาน รวมทั้งรับฟังความคิดเห็นของผู้อยู่ใต้บังคับบัญชา ด้วยเหตุผลที่ถูกต้องตามทำนองคลองธรรม	1) ให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ปัญหา กำกับดูแล และช่วยเหลือผู้ใต้บังคับบัญชาให้ปฏิบัติงานได้ตามวัตถุประสงค์ 2) ปกครองผู้ใต้บังคับบัญชาด้วยคุณธรรม จริยธรรม และศีลธรรมอันดี 3) มีความเสมอภาคต่อผู้ใต้บังคับบัญชา โดยปราศจากอคติ
3) ให้ความช่วยเหลือเพื่อนร่วมงาน และสนับสนุนให้เกิดความสามัคคี ร่วมมือกันปฏิบัติหน้าที่เพื่อประโยชน์ต่อส่วนรวม	1) ดำรงตนให้เป็นเสมือนกัลยาณมิตรที่ดีต่อเพื่อนร่วมงาน 2) มีน้ำใจและให้เกียรติเพื่อนร่วมงาน ด้วยใจจริง 3) เคารพสิทธิของเพื่อนร่วมงาน และให้ความยอมรับในความแตกต่างด้านเชื้อชาติ ศาสนา และเพศสภาพ 4) เป็นผู้มีความสามัคคี ร่วมงานกับผู้อื่นได้โดยไม่เกิดปัญหา
4) เป็นผู้มีความสุภาพ มีน้ำใจ และมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี เป็นกัลยาณมิตรต่อผู้ร่วมงาน	1) ดำรงตนให้เป็นเสมือนกัลยาณมิตรที่ดีต่อเพื่อนร่วมงาน 2) มีน้ำใจและให้เกียรติเพื่อนร่วมงานด้วยใจจริง
5) ละเว้นจากการลอกเลียนผลงานของผู้อื่นมาเป็นของตน	1) สร้างสรรค์ผลงานด้วยความรู้ความสามารถของตนเอง 2) สร้างสรรค์ผลงานด้วยความซื่อสัตย์ ไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่นมาใช้ 3) เมื่อนำผลงานของผู้อื่นไปใช้ ให้มีการอ้างอิงแหล่งที่มาทุกครั้ง

ตารางที่ 4-56 (ต่อ)

จรรยาบรรณตามข้อบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
จรรยาบรรณต่อนักศึกษา ประชาชน ผู้รับบริการ และสังคม	
1) บริการนักศึกษา ประชาชน และผู้รับบริการด้วยความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อ และใช้กริยาอ่อนโยน เมื่อพิจารณาว่า เรื่องใดไม่สามารถปฏิบัติได้ หรือไม่อยู่ในอำนาจหน้าที่ของตน ควรชี้แจงเหตุผลหรือแนะนำให้ติดต่อยังหน่วยงานหรือบุคคล ที่ตนทราบว่ามีอำนาจหน้าที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ ต่อไปอย่างสุภาพ	1) มีกริยามารยาทที่ดีในการให้บริการ 2) มีจิตสำนึกในการให้บริการที่ดี สุภาพ เรียบร้อย และประพฤติตนเหมาะสมในการให้บริการ 3) ปฏิบัติต่อผู้มารับบริการด้วยความเสมอภาค ไม่ลำเอียง ไม่เลือกปฏิบัติหรือให้สิทธิกับบุคคลใดเป็นพิเศษ 4) ดำรงตนให้เป็นผู้มีความน่าเชื่อถือและน่าไว้วางใจ
2) ละเว้นการรับทรัพย์สิน หรือประโยชน์อื่นใดที่มีมูลค่าเกินกว่าปกติที่จะพึงให้แก่กัน โดยเสน่หา จาก นักศึกษา ประชาชน และผู้รับบริการ หากได้รับไว้ และทราบภายหลังว่าทรัพย์สินหรือประโยชน์นั้นมีมูลค่าเกินปกติวิสัย ให้รายงานต่อผู้บังคับบัญชาทราบโดยเร็ว	1) ไม่รับทรัพย์สินใด ๆ ที่เกินกว่าปกติวิสัยจากผู้รับบริการ 2) ไม่แสวงหาประโยชน์จากผู้รับบริการ แม้ประโยชน์นั้นจะเป็นประโยชน์โดยชอบก็ตาม 3) ประพฤติตนตามระเบียบปฏิบัติด้วยความเต็มใจ

ที่มา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2559

หมายเหตุ : ข้อบังคับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ว่าด้วยจรรยาบรรณของผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัย พ.ศ. 2559

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

บทที่ 5
ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน

สำหรับเนื้อหาในบทนี้ ผู้เขียนได้นำเสนอปัญหา อุปสรรค และการใช้คู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน หรือผู้ที่ต้องการศึกษา และผู้ที่นำคู่มือฉบับนี้ไปใช้ ได้เล็งเห็นถึงปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน เพื่อจะได้ใช้คู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเป็นการเขียนและสรุปจากประสบการณ์ของผู้เขียนที่ได้ปฏิบัติงานในการเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน มาเป็นระยะเวลานาน โดยผู้เขียนได้มีการเสนอแนวทางการพัฒนาและปรับปรุงงาน ที่จะทำให้การให้บริการบทปฏิบัติการสามารถให้บริการได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ ผู้เขียนได้แบ่งการนำเสนอเป็น 2 หัวข้อ โดยหัวข้อแรก คือ ปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไขและพัฒนางาน ได้เขียนแยกประเด็นการนำเสนอตามหัวข้อขั้นตอนหลักในการปฏิบัติงาน และหัวข้อที่สอง คือ ข้อเสนอแนะสำหรับหน่วยงาน ดังนี้

5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน

สำหรับปัญหา อุปสรรค และแนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน ผู้เขียนใช้วิธีนำเสนอข้อมูลตามหัวข้อขั้นตอนหลักในการปฏิบัติงาน ทั้ง 3 หัวข้อ ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ ขั้นตอนที่ 2 การให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ และขั้นตอนที่ 3 การสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ โดยผู้เขียนได้นำประสบการณ์จากการแก้ปัญหา ที่ผู้เขียนได้ทดลองแก้ปัญหาเมื่อพบเจอปัญหาและอุปสรรคดังกล่าวในแต่ละขั้นตอน และการแก้ปัญหานั้นเป็นการแก้ปัญหาที่ได้รับการตอบสนองที่ดีและสามารถแก้ปัญหาได้จริง จากการที่ผู้เขียนเจอปัญหาที่ได้ผ่านมาแล้ว และมีแนวทางการแก้ไขที่เป็นมาตรฐานแล้ว (ตารางที่ 5-1)

ตารางที่ 5-1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขและพัฒนาการปฏิบัติงานตามคู่มือปฏิบัติงานการเตรียมบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน	แนวทางแก้ไข/พัฒนางาน
ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมก่อนการให้บริการบทปฏิบัติการ		
1) การรับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน	ได้รับ มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ ล่าช้า หรือได้รับคู่มือที่ไม่เป็นปัจจุบัน	1) ติดต่อสอบถาม อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา โดยตรง 2) ใช้ข้อมูลของภาคการศึกษาก่อนหน้า เป็นข้อมูลอ้างอิงการปฏิบัติงานในภาคการศึกษานี้
2) การตรวจสอบ วัน เวลา ที่ต้องให้บริการบทปฏิบัติการ ตาม มคอ.3 และคู่มือบทปฏิบัติการ รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน	ปรากฏวัน เวลา ที่ต้องให้บริการบทปฏิบัติการ ตรงกับวันหยุดราชการ หรือวันหยุดพิเศษ	ติดต่อประสานงาน อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา ให้ทราบ เพื่อปรับตารางวัน เวลา ไม่ให้ตรงกับวันหยุดราชการ หรือวันหยุดพิเศษ

ตารางที่ 5-1 (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน	แนวทางแก้ไข/พัฒนางาน
3) การตรวจสอบจำนวน และรายชื่อนักศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการ และจัดทำใบลงลายมือชื่อนักศึกษา	นักศึกษาไม่ได้ลงทะเบียน ตามเวลาที่กำหนด หรือลงทะเบียนผิดกลุ่มการเรียน ทำให้รายชื่อไม่ครบ หรือไม่ปรากฏรายชื่อ ในกลุ่มการเรียนที่ต้องเรียน	ตรวจสอบจำนวนนักศึกษา ที่เข้าชั้นเรียน ในชั่วโมงแรก ของการเรียน และแจ้งนักศึกษา ที่ยังไม่ได้ลงทะเบียน ให้รีบดำเนินการลงทะเบียน ให้เรียบร้อย หรือนักศึกษา ที่ลงทะเบียนผิดกลุ่มการเรียน ให้ทำเรื่องย้ายกลุ่มการเรียน ให้ถูกต้อง
4) การสำรวจรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ	จำนวนรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ ไม่สอดคล้องกับจำนวนนักศึกษา ในบางภาคการศึกษา เนื่องจาก นักศึกษาลงทะเบียนเรียนไม่ครบ	ประเมินรายการวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำนวนกลุ่ม 30 กลุ่ม ซึ่งเป็นจำนวนกลุ่มที่มากที่สุด ที่รองรับได้ในแต่ละกลุ่มการเรียน หากพบว่านักศึกษาที่ลงทะเบียน มีจำนวนน้อยกว่ารายการที่ประเมิน ให้ปรับลดจำนวนลงภายหลัง
5) การประเมินค่าใช้จ่าย เพื่อขออนุมัติงบประมาณ จัดซื้อจัดจ้าง วัสดุ และวัตถุดิบ ที่ต้องใช้ในบทปฏิบัติการ	ประเมินค่าใช้จ่ายน้อยเกินไป ทำให้งบประมาณที่ได้รับ ไม่เพียงพอต่อการใช้จริง	ก่อนประเมินค่าใช้จ่าย ในแต่ละภาคการศึกษา ให้นำข้อมูล ของภาคการศึกษาก่อนหน้า มาเป็นข้อมูลอ้างอิง แล้วบวกเพิ่มอีก 10% เป็นอย่างต่ำ
6) ดำเนินการจัดซื้อรายการวัสดุ และวัตถุดิบที่ต้องใช้ ในบทปฏิบัติการ	จัดซื้อรายการวัสดุและวัตถุดิบ ล่าช้า	เมื่อได้รับการอนุมัติงบประมาณ สำหรับจัดซื้อจัดจ้าง วัสดุ และวัตถุดิบแล้ว ให้รีบดำเนินการ ขออนุมัติจัดซื้อจัดจ้างโดยเร็ว
7) การสำรวจรายการสารเคมี และอุปกรณ์ที่ต้องสั่งซื้อเพิ่มเติม	ได้รับสารเคมี ไม่ทันต่อการใช้งาน ตามเวลาที่กำหนด	1) ขอยืมจากห้องปฏิบัติการอื่น ๆ 2) แจ้งเจ้าหน้าที่ให้เร่งดำเนินการ 3) วางแผนการสั่งซื้อล่วงหน้า อย่างน้อย 2 ภาคการศึกษา เนื่องจากรายวิชาปฏิบัติการเคมี พื้นฐานเป็นรายวิชาที่เปิดสอน ในทุกภาคการศึกษา ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน อาจดำเนินการวางแผน สั่งซื้อสารเคมีล่วงหน้าได้ ในระยะเวลายาวขึ้น เพื่อให้แน่ใจ ว่าจะได้รับสารเคมีทันต่อการใช้งาน

ตารางที่ 5-1 (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน	แนวทางแก้ไข/พัฒนางาน
8) การจัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องแก้วประจำกลุ่ม สำหรับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนปฏิบัติการ	รายการอุปกรณ์ เครื่องแก้วที่จัดเตรียมในตะกร้าไม่ตรงกับรายการที่ปรากฏในเอกสารรับเครื่องแก้วประจำกลุ่ม	ตรวจสอบรายการอุปกรณ์ เครื่องแก้วให้ตรงกับเอกสารรับเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ทั้งชนิดและจำนวนก่อนให้นักศึกษาตรวจนับ
9) การเตรียมห้องปฏิบัติการเคมีตามแนวทางห้องปฏิบัติการปลอดภัย	ห้องปฏิบัติการมีความพร้อมไม่ครบทุกองค์ประกอบ	สำรวจสิ่งที่ก่อให้เกิดความไม่พร้อมแล้วแจ้งหัวหน้างานทราบเพื่อสนับสนุนให้เกิดความพร้อม
ขั้นตอนที่ 2 การให้บริการในแต่ละบทปฏิบัติการ		
1) การจัดเตรียมวัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์และอุปกรณ์อื่น ๆ ตามคู่มือบทปฏิบัติการให้ครบถ้วนและเพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา	1) วัสดุและวัตถุดิบ ไม่เพียงพอ 2) สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์และอุปกรณ์อื่น ๆ ไม่เพียงพอ	1) รวมกลุ่มนักศึกษาให้สอดคล้องกับจำนวนทรัพยากรที่มี 2) ติดต่อขอยืมทรัพยากรต่าง ๆ เช่น สารเคมี ครุภัณฑ์และอุปกรณ์อื่น ๆ จากห้องปฏิบัติการอื่น ๆ มาใช้ก่อน
2) การทดสอบครุภัณฑ์และทดสอบบทปฏิบัติการก่อนมีการให้บริการบทปฏิบัติการในวันที่มีการเรียนการสอนจริงทุกบทปฏิบัติการ	1) ครุภัณฑ์เสียระหว่างการทดสอบการใช้งาน 2) การทดสอบบทปฏิบัติการไม่เป็นไปตามทฤษฎี	1) ประสานงานไปยังฝ่ายซ่อมบำรุงให้ตรวจสอบและดำเนินการซ่อม 2) ในกรณี ซ่อมไม่ทัน ให้ประสานงานขอยืมครุภัณฑ์ชนิดเดียวกันจากห้องปฏิบัติการอื่นมาใช้ก่อน 3) ตรวจสอบการเตรียมสารเคมีว่ามีสารชนิดใดผิดพลาดและให้ทำการทดสอบบทปฏิบัติการซ้ำจนกว่าผลการทดสอบบทปฏิบัติการจะเป็นไปตามทฤษฎี
3) การเตรียมใบลงลายมือชื่อและกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ของนักศึกษา	1) นักศึกษาลงลายมือชื่อผิดช่อง 2) นักศึกษาหยิบกุญแจผิดกลุ่ม	1) ตรวจสอบการลงลายมือชื่อของนักศึกษาทุกครั้ง หลังเข้าห้องเรียน 30 นาที หากพบความผิดปกติให้ดำเนินการแก้ไขให้ถูกต้อง 2) หากพบข้อร้องเรียนจากนักศึกษาว่ามีการหยิบกุญแจตู้เก็บเครื่องแก้วประจำกลุ่มผิด ให้นักวิทยาศาสตร์รีบสอบถามนักศึกษาเพื่อให้กลุ่มที่หยิบผิดไปนำกุญแจมาคืน และดำเนินการหยิบกุญแจตู้ให้ถูกต้องทุกกลุ่ม

ตารางที่ 5-1 (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน	แนวทางแก้ไข/พัฒนางาน
4) การแจกเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ให้นักศึกษาได้ใช้งาน ตลอดทั้งภาคการศึกษา จนเสร็จสิ้นบทปฏิบัติการสุดท้าย	นักศึกษากรอกข้อมูลรายละเอียดในเอกสารรับเครื่องแก้วประจำกลุ่มไม่ถูกต้อง	นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องเป็นผู้ควบคุมให้นักศึกษากรอกข้อมูลไปพร้อม ๆ กัน ในแต่ละช่อง และแต่ละข้อ โดยนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องเป็นผู้แนะนำวิธีการกรอกข้อมูลในแต่ละข้อ ตั้งแต่ข้อแรกจนถึงข้อสุดท้าย
5) การจัดสอบก่อนเรียน แต่ละบทปฏิบัติการ ให้กับนักศึกษา	1) จำนวนข้อสอบก่อนเรียนไม่พอต่อจำนวนนักศึกษา 2) ข้อสอบก่อนเรียน กับเนื้อหาในบทปฏิบัติการเป็นคนละบทกัน	1) นับจำนวนข้อสอบล่วงหน้าก่อนแจกให้นักศึกษา หากพบว่าจำนวนข้อสอบไม่พอ ให้รีบทำการสำเนาเอกสารเพิ่มให้ครบตามจำนวนนักศึกษา 2) ตรวจสอบเนื้อหาในข้อสอบก่อนเรียน ให้ตรงกับบทปฏิบัติการที่จะเรียนทุกครั้ง หากพบว่าเป็นคนละบทปฏิบัติการกัน ให้รีบแจ้งอาจารย์ผู้สอนเพื่อรีบเปลี่ยนข้อสอบปฏิบัติการให้ตรงกับบทปฏิบัติการที่จะเรียน
6) การตรวจสอบการลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษา	นักศึกษาไม่ลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการ	ตรวจสอบการลงลายมือชื่อเข้าเรียนของนักศึกษาหลังจากเวลาผ่านไปแล้ว 30 นาที หากพบว่านักศึกษาคนใดยังไม่ลงลายมือชื่อให้ทำการเรียกชื่อเพื่อให้นักศึกษามาลงลายมือชื่อ แต่หากเรียกแล้วไม่พบให้ลงรายละเอียดเป็นการขาดเรียนในบทปฏิบัติการนั้น และหากนักศึกษามีใบลาให้นำใบลามาส่งให้นักวิทยาศาสตร์ในการเข้าเรียนบทปฏิบัติการครั้งต่อไป
7) การให้นักศึกษาเบิก-ยืม วัสดุอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้เพิ่มเติมในแต่ละบทปฏิบัติการนอกเหนือจากเครื่องแก้วประจำกลุ่ม	นักศึกษาเบิกวัสดุและอุปกรณ์เกินจากจำนวนที่จัดไว้ให้	กำหนดจำนวนการเบิกวัสดุและอุปกรณ์ให้นักศึกษาได้ทราบ

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 5-1 (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน	แนวทางแก้ไข/พัฒนางาน
8) การให้บริการ เป็นผู้ช่วยคุมปฏิบัติการ ให้คำแนะนำ และตอบข้อซักถาม ของนักศึกษา ตามความเหมาะสม	1) นักศึกษาไม่เข้าใจวิธีการทดลอง 2) อาจารย์ผู้สอน และนักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงาน ไม่สามารถอธิบายนักศึกษา ให้เข้าใจทีละกลุ่มอย่างใกล้ชิดได้	1) ให้นักศึกษาสรุปวิธีการทดลอง ส่งอาจารย์ผู้สอน ก่อนเข้าเรียน ปฏิบัติการทุกครั้ง 2) หากนักศึกษาต้องการให้ อาจารย์ผู้สอนหรือนักวิทยาศาสตร์ ผู้ปฏิบัติงาน อธิบายอย่างใกล้ชิด ให้ละเอียดยิ่งขึ้น ให้ใช้วิธี รวมนักศึกษาเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ประมาณ 3-5 กลุ่ม แล้วอธิบาย หรือสาธิตวิธีการทดลอง ในข้อที่นักศึกษาไม่เข้าใจ ให้ทำความเข้าใจพร้อมกัน
9) การให้คำแนะนำแก่นักศึกษา ในการแยกของเสียที่เกิดจาก การทดลอง รวมทั้งสารเคมี วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่ใช้แล้ว ในห้องปฏิบัติการเคมี	นักศึกษาไม่แยกของเสีย และทิ้งของเสียไม่ถูกต้อง	กำชับให้นักศึกษา แยกและทิ้งของเสียในภาชนะ ที่กำหนดให้ และอธิบายให้เห็นความสำคัญ ของการแยกของเสีย จากห้องปฏิบัติการ
10) การบันทึกรายละเอียด กรณีมีวัสดุ อุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์ ชำรุด/สูญหาย ในขณะที่เรียนปฏิบัติการ	นักศึกษาไม่แจ้ง กรณีมีอุปกรณ์ชำรุดหรือสูญหาย	1) กรณีอุปกรณ์ส่วนกลาง ที่แจกให้เพิ่มเติม นักวิทยาศาสตร์ ผู้ปฏิบัติงาน ต้องนับจำนวน ที่นักศึกษานำมาคืนหลังเสร็จสิ้น บทปฏิบัติการ ในแต่ละครั้ง ให้ตรงตามจำนวนที่จัดเตรียมไว้ให้ หากนักศึกษานำมาคืนไม่ครบ ให้สอบถามข้อมูลเพิ่มเติม กรณีไม่สามารถสืบหาสาเหตุได้ ให้นักศึกษารับผิดชอบร่วมกัน ทั้งกลุ่มการเรียน โดยจะต้องทำการ จัดซื้ออุปกรณ์ชนิดเดียวกัน ตามจำนวนที่ไม่ครบ มาคืนให้กับ ห้องปฏิบัติการ 2) กรณีเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ให้ตรวจสอบในวันที่รับคืน เครื่องแก้วประจำกลุ่มนั้น

ตารางที่ 5-1 (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน	แนวทางแก้ไข/พัฒนางาน
11) การบันทึกรายการอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ในห้องปฏิบัติการเคมี กรณีที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นในขณะที่เรียนปฏิบัติการ	เมื่อเกิดอุบัติเหตุที่ไม่ร้ายแรง บางครั้ง นักศึกษาไม่แจ้งให้ทราบ เช่น เครื่องแก้วบาด กรรไกรบาด เป็นต้น	กำชับให้นักศึกษาตระหนักถึงความจำเป็นในการแจ้งข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการให้ทราบทุกครั้ง
12) การบันทึกปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากการเรียนปฏิบัติการในแต่ละบทปฏิบัติการ	1) นักศึกษาไม่ทิ้งของเสียในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ให้ 2) นักวิทยาศาสตร์ไม่ได้บันทึกปริมาณของเสียที่ทิ้งลงในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ 3) ของเสียประเภทเดียวกันแยกบรรจุใส่ภาชนะคนละใบ ทำให้มีจำนวนภาชนะบรรจุของเสียมากเกินไป	1) กำชับให้นักศึกษาตระหนักถึงข้อเสียและอันตรายจากการทิ้งของเสียที่เกิดจากการเรียนปฏิบัติการไม่ถูกวิธี และปลูกฝังให้นักศึกษาปฏิบัติตามคำแนะนำของนักวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการทิ้งของเสียในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ให้อย่างเคร่งครัด 2) นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องบันทึกปริมาณของเสียทุกครั้ง 3) รวมของเสียประเภทเดียวกันไว้ในภาชนะเดียวกัน แต่ต้องไม่เกิน 80% ของภาชนะบรรจุ
13) การจัดเก็บ วัสดุ วัตถุดิบ สารเคมี ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ หลังการใช้งาน พร้อมทั้งทำความสะอาดให้เรียบร้อย	1) นักศึกษาไม่ทำความสะอาดอุปกรณ์ที่แจกให้เพิ่มเติม 2) นักศึกษาไม่ทำความสะอาดครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์	1) ตรวจสอบความสะอาดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ก่อนอนุญาตให้นักศึกษาออกจากห้องปฏิบัติการ หากพบ อุปกรณ์ไม่สะอาด แจ้งให้นักศึกษาช่วยกันทำความสะอาดอุปกรณ์ใหม่อีกครั้งให้เรียบร้อยก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ 2) หากตรวจพบครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ไม่เรียบร้อย นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องเป็นผู้ดูแลและทำความสะอาดครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์นั้นก่อนเก็บเข้าที่จัดเก็บทุกครั้ง

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ตารางที่ 5-1 (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน	แนวทางแก้ไข/พัฒนางาน
14) การรับคืนเครื่องแก้วประจำกลุ่ม หลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอน ปฏิบัติการบทสุดท้าย	นักศึกษาปฏิเสธ ผลการตรวจคืนอุปกรณ์ ในกรณีที่มีการสูญหาย	แจ้งข้อตกลงเรื่องแนวปฏิบัติ ในการจัดการเครื่องแก้วประจำกลุ่ม ให้นักศึกษาเข้าใจ ตั้งแต่ก่อนให้นักศึกษา รับเครื่องแก้วประจำกลุ่มไปใช้งาน โดยยึดตามเอกสาร ในการลงลายมือชื่อรับเครื่องแก้ว ประจำกลุ่ม เป็นที่สิ้นสุด
15) การแจ้งนักศึกษา ให้ประเมินความพึงพอใจ แบบออนไลน์ ในการให้บริการบทปฏิบัติการ	นักศึกษาส่งผลการประเมิน ไม่ครบตามจำนวนขั้นต่ำ	1) แจ้งอาจารย์ ผู้ประสานงานรายวิชาให้ทราบว่า นักศึกษาส่งผลการประเมินไม่ครบ เพื่อให้ช่วยดำเนินการติดตาม การส่งผลการประเมินของนักศึกษา 2) ให้นักศึกษาทำแบบประเมิน ในชั่วโมงสุดท้ายของการเรียน เพื่อจะได้ติดตามให้นักศึกษา ส่งแบบประเมินให้ครบจำนวน ได้ง่ายขึ้น
16) การเตรียมห้องสอบปฏิบัติการ และเตรียมวัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ สำหรับสอบปฏิบัติการ และการเป็นกรรมการคุมสอบ ปฏิบัติการไทเทรต	วัสดุ สารเคมี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องจัดเตรียม มีจำนวนมาก รวมถึงรายละเอียดในการจัดห้องสอบ มีรายละเอียดค่อนข้างมาก ทำให้ใช้เวลา ในการจัดเตรียมห้องสอบ ค่อนข้างนาน	จัดเตรียมความพร้อมล่วงหน้า อย่างน้อย 1 สัปดาห์ ก่อนสอบปฏิบัติการ นำสารเคมีและอุปกรณ์ มาจัดวางตามตำแหน่งต่าง ๆ ที่ต้องจัดวาง ก่อนวันสอบปฏิบัติการ 1 วัน
17) การจัดทำความสะอาดครั้งใหญ่ (Big Cleaning) ห้องปฏิบัติการเคมี และรวบรวมของเสียทั้งหมด ที่เกิดขึ้นในทุกบทปฏิบัติการ รวมทั้งของเสียที่เกิดขึ้นจาก การสอบปฏิบัติการไทเทรต ส่งเข้าอาคารจัดการสารเคมี เพื่อดำเนินการจัดการ ตามระบบการจัดการของเสีย ของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ต่อไป	นักศึกษาไม่ใส่อุปกรณ์ ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ที่จำเป็น เช่น ถุงมือ แว่นตา เสื้อกาวน์ หรือหน้ากากอนามัย เป็นต้น	แจ้งให้นักศึกษา ตระหนักถึงอันตราย จากการสัมผัสสารเคมี หรือภาชนะบรรจุของเสีย ว่ามีอันตรายต่อร่างกาย มาก-น้อย เพียงใด

ตารางที่ 5-1 (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน	แนวทางแก้ไข/พัฒนางาน
ขั้นตอนที่ 3 การสรุปผลการให้บริการบทปฏิบัติการ		
1) การสรุปผลการเข้าเรียนปฏิบัติการของนักศึกษาตามใบลงลายมือชื่อการเข้าเรียนปฏิบัติการ	นักศึกษาลงลายมือชื่อไม่ครบ	1) ตรวจสอบว่านักศึกษามีการส่งใบลาหรือไม่ 2) ตรวจสอบทบทวนการเข้าเรียนของนักศึกษาจากข้อสอบก่อนเรียน โดยชื่อนักศึกษาที่เข้าเรียนต้องตรงกับรายชื่อนักศึกษาที่ได้ทำข้อสอบก่อนเรียน
2) การสรุปรายการวัสดุ อุปกรณ์ที่ชำรุด/สูญหาย	มีการบันทึกข้อมูลไม่ครบถ้วน เช่น สาเหตุของการชำรุดของวัสดุและอุปกรณ์	ตรวจสอบและบันทึกรายละเอียดข้อมูลให้ถูกต้องจากหลักฐานการชำรุดของวัสดุและอุปกรณ์
3) การสรุปจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี	มีการบันทึกข้อมูลอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการไม่ครบถ้วน	ทุกครั้งที่เกิดอุบัติเหตุขึ้นในห้องปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการบันทึกข้อมูลให้ครบถ้วนทุกครั้ง
4) การสรุปปัญหาและอุปสรรคในการให้บริการบทปฏิบัติการ	รวบรวมประเด็นปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นไม่ครบถ้วน	ทุกครั้งที่พบปัญหาให้รีบทำการจดบันทึกทันที
5) การสรุปผลการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการจากทั้งนักศึกษาและอาจารย์ พร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปใช้ในการพิจารณาปรับปรุง และพัฒนาการให้บริการบทปฏิบัติการในภาคการศึกษาต่อไป	ผลการประเมินความพึงพอใจในภาพรวมได้คะแนนน้อยกว่า 80%	1) ตรวจสอบข้อที่ได้คะแนนน้อยและนำมาวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดข้อบกพร่องเดิม และพัฒนาการให้บริการบทปฏิบัติการในภาคการศึกษาต่อไป 2) จัดทำข้อเสนอแนะและแนวทางการปรับปรุงการให้บริการบทปฏิบัติการเพื่อให้เกิดการให้บริการที่ดีขึ้นในภาคการศึกษาต่อไป และป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาเดิมซ้ำอีก

5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับข้อเสนอแนะ ที่ผู้เขียนต้องการเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการให้บริการบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน รวมถึง ข้อเสนอแนะที่เป็นข้อเสนอแนะเชิงระบบ เพื่อนำไปพัฒนาการให้บริการบทปฏิบัติการทุกรายวิชาปฏิบัติการ ของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ดังนี้

1) การสนับสนุนให้สายสนับสนุนของบุคลากรทุกคน ภายในศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี พัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับสายงานของตนเองอย่างน้อย 1 ครั้งต่อปี ทั้งนี้ เพื่อเป็นการพัฒนาความรู้และทักษะให้ทันกับยุคสมัย เนื่องจาก ปัจจุบันการพัฒนาและความก้าวหน้าทางความรู้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและไม่หยุดนิ่ง การส่งเสริมให้บุคลากรได้พัฒนาความรู้และทักษะให้ทันสมัยอยู่เสมอ ย่อมทำให้เป็นองค์กรที่ทันสมัยและพัฒนาอยู่ตลอดเวลา

2) เนื่องจากการปฏิบัติงานตามคู่มือเล่มนี้ เป็นการปฏิบัติงานส่วนหนึ่งของกระบวนการให้บริการรายวิชาปฏิบัติการ ที่ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ต้องให้บริการทั้งหมด ดังนั้น ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ควรส่งเสริมการพัฒนาระบบงานทั้งระบบไปพร้อม ๆ กัน อาจมีการกำหนดเป้าหมายที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถพัฒนางานส่วนที่ตนเองปฏิบัติได้ตามกรอบการพัฒนาทั้งระบบ เช่น แนวทางการให้บริการรายวิชาปฏิบัติการ ในแต่ละสาขาวิชาให้เป็นไปในทางเดียวกัน เพื่อไม่ให้เกิดความเหลื่อมล้ำ หรือเลือกปฏิบัติต่อสาขาวิชาใดวิชาหนึ่งหรือเลือกปฏิบัติต่ออาจารย์ท่านใดท่านหนึ่ง โดยต้องอ้างอิงกับแนวปฏิบัติที่เป็นส่วนกลาง จะทำให้การให้บริการรายวิชาปฏิบัติการทุกรายวิชาของศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ เป็นไปในแนวทางเดียวกัน รวมทั้งลดความมีอคติในการเลือกปฏิบัติสำหรับการให้บริการและทำให้การบริหารงานทุกอย่าง เป็นไปด้วยความราบรื่น

3) ครุภัณฑ์พื้นฐานบางรายการสำหรับใช้ในรายวิชาปฏิบัติการ เป็นครุภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานนานเกิน 10 ปี ดังนั้น ควรมีการจัดสรรงบประมาณสำหรับจัดซื้อเพิ่มเติมหรือทดแทนเพื่อให้ได้ครุภัณฑ์ที่มีความทันสมัย และลดอัตราการเกิดอันตรายหรืออุบัติเหตุที่คาดไม่ถึงจากการใช้ครุภัณฑ์ที่มีอายุการใช้งานมายาวนานจนเกินไป

4) บทปฏิบัติการบางบทปฏิบัติการ มีความซับซ้อนของขั้นตอนการทำปฏิบัติการและมีครุภัณฑ์ไม่เพียงพอสำหรับนักศึกษาทุกคน จึงควรเน้นย้ำนักศึกษาให้ทำความเข้าใจบทปฏิบัติการล่วงหน้าก่อนมีการเรียนการสอนปฏิบัติการจริง และจัดให้มีการหมุนเวียนสลับสับเปลี่ยนและจัดลำดับการใช้ครุภัณฑ์ เพื่อให้นักศึกษาทุกคนได้ทดลองใช้ครุภัณฑ์ทุกประเภทอย่างทั่วถึง

5) ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ควรจัดให้มีการจัดทำระบบประเมินความเสี่ยง ที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการทุกรายวิชาปฏิบัติการ ที่ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ มีหน้าที่รับผิดชอบให้บริการ เพื่อป้องกันการเกิดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากการเตรียมบทปฏิบัติการ การสัมผัสสารเคมี และการให้บริการบทปฏิบัติการ ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ฯ ควรสนับสนุนให้มีการจัดทำระบบประเมินความเสี่ยงเพื่อทราบสาเหตุของปัญหา ระดับความรุนแรง ตลอดจนแนวทางในการแก้ไข และป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายหรือปัญหาจากสาเหตุเดิมซ้ำอีก

บรรณานุกรม

กมลวรรณ บุตรประเสริฐ. (2556). *พฤติกรรมการปฏิบัติด้านความปลอดภัยของผู้ที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง.* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กิตติวรรณ จันทร์เอียด. (2567). อิทธิพลของการรับรู้ภาพลักษณ์องค์การที่ส่งผลต่อความจงรักภักดีต่อการใช้บริการผ่านการรับรู้คุณภาพการให้บริการโรงพยาบาลสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. *วารสารร้อยแก่นสาร*, *9*(1), 87-101.

เค.เอส.พี อ๊อคต้าเทค จำกัด. (ม.ป.ป.). *คู่มือการใช้งานตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ Memmert รุ่น UF750*. บริษัท.

จันทร์จิรา สวัสดิพงษ์. (2555). *แพทย์ผิวหนังแนะนำแผลไฟไหม้.* สืบค้น 2 พฤษภาคม 2567, จาก https://pr.moph.go.th/print.php?url=pr/print/2/02/177111/

ชนกานต์ สกุลแถว. (2559). *ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ระดับปริญญาตรี ของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ชลนัย นิงสานนท์, ณัฐฐา ยนตรจิตภักดี, และวัลลภา เถาแตง. (ม.ป.ป.). *การเขียนขั้นตอนการทำงาน*. สืบค้น 24 พฤษภาคม 2567, จาก https://shorturl.asia/XcNhv

ชัญญาภัค ทับจันทร์. (2566). *ข้อปฏิบัติในการสอบ.* ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัญญาภัค ทับจันทร์. (2566). *คำสั่งในการสอบปฏิบัติการไทเทรต.* ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัญญาภัค ทับจันทร์. (2566). *คู่มือการใช้งานเครื่องแปลงไฟฟ้า (Adapter DC 9 V) ยี่ห้อ The Best รุ่น KMS 4825009002*. ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัญญาภัค ทับจันทร์. (2566). *คู่มือการใช้งานเครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน (Centrifuge) ยี่ห้อ Hettich รุ่น Universal 32*. ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัญญาภัค ทับจันทร์. (2566). *แบบบันทึกปริมาณของเสียห้องปฏิบัติการเคมี 2.* ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัญญาภัค ทับจันทร์. (2566). *แบบบันทึกรายงานอุบัติเหตุห้องปฏิบัติการเคมี 2.* ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัญญาภัค ทับจันทร์. (2566). *แบบฟอร์มการรับเครื่องแก้วและอุปกรณ์ประจำกลุ่ม.* ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัญญาภัค ทับจันทร์. (2566). *แบบฟอร์มรายละเอียดการทำวัสดุและอุปกรณ์ชำรุด สูญหาย.* ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัญญาภัค ทับจันทร์. (2566). *แบบฟอร์มสรุปการเข้าเรียนปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน.* ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ชัญญาภัค ทับจันทร์. (2566). *แบบฟอร์มสรุปปัญหาและอุปสรรคในการให้บริการบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน.* ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัญญาภัค ทับจันทร์. (2566). *แบบฟอร์มสรุปผลการประเมินความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน.* ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัญญาภัค ทับจันทร์. (2566). *แบบฟอร์มสรุปรายละเอียดจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น.* ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัญญาภัค ทับจันทร์. (2566). *ใบลงลายมือชื่อการเข้าชั้นเรียนรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน.* ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัญญาภัค ทับจันทร์. (2566). *ภาพถ่ายครุภัณฑ์ที่ใช้งานจริงในห้องปฏิบัติการเคมี.* ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชัญญาภัค ทับจันทร์. (2566). *ภาพถ่ายวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้งานจริงในห้องปฏิบัติการเคมี.* ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ณัฐธิดา รักกะเปา. (2566). *รายละเอียดรายวิชาและรายงานผลการดำเนินงาน รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน*. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี.

ตรีเพ็ชร อ่ำเมือง. (2562). *คู่มือ-เทคนิคการให้บริการด้วยใจ*. งานเลขานุการกิจและสภาคณาจารย์ กองบริหารงานทั่วไป สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล.

ทิวากร สมวรรณ. (ม.ป.ป.) *คู่มือการใช้งานมัลติมิเตอร์แบบเข็ม (Analog) ยี่ห้อ SANWA รุ่น YX360TRF*. มหาวิทยาลัยพะเยา.

ธนดล โรจนศานติกุล. (2564). *วิธีปฐมพยาบาลเมื่อสัมผัสควันพิษจากสารเคมี.* สืบค้น 2 พฤษภาคม 2567, จาก https://shorturl.asia/m2ZTp

นภารัตน์ ขนันทัย, และชิษณุพงศ์ ประทุม. (2559). ผลของการให้ความรู้เรื่องระบบบริหารจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ต่อความเข้าใจของนักศึกษาคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา. *วารสารการวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, *9*(1), 163-172.

นุชจรินทร์ วรรณพงษ์. (2565). ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพการให้บริการของพนักงานสายสนับสนุนวิชาการ สังกัดสำนักงานคณบดี คณะรัฐศาสตร์และนิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. *วารสารด้านการบริหารรัฐกิจและการเมือง*, *11*(2), 28-53.

บุษยา รัตนสุภา, และอมรรัตน์ สุนทรพงศ์. (2555). อันตรายที่อาจเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ, 10*(189), 42-43.

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. (2539). *เทคนิคทางเคมี* (4). ประกายพรึก.

บรรณานุกรม (ต่อ)

ปราณี เลิศแก้ว, ธิดารัตน์ พรหมมา, ศุภวัฒน์ วิสิฐศิริกุล, ไตรรงค์ เปลี่ยนแสง, ดรุณี ชัยมงคล, มณฑา หมีไพรพฤกษ์, และไกรสร สิงห์ไฝแก้ว. (2562, ธันวาคม). *ศึกษาระดับความรู้ความตระหนัก และพฤติกรรมความปลอดภัยในการใช้ห้องจำลองปฏิบัติการของนักศึกษาโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป*. [เอกสารนำเสนอในที่ประชุม]. การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 6, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

มหาวิทยาลัยนเรศวร. (2564). *คู่มือการเขียน มคอ.3 หน่วยบริการศึกษาระดับปริญญาตรี งานบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร*. มหาวิทยาลัย.

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2559, 6 ธันวาคม). *ข้อบังคับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ว่าด้วยจรรยาบรรณของผู้ปฏิบัติงานในมหาวิทยาลัย*. สืบค้น 2 มิถุนายน 2567, จาก https://personnel.psu.ac.th/com/com_339.pdf

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2563, 26 พฤศจิกายน). *ประกาศ การแบ่งโครงสร้างหน่วยงานภายในส่วนงานประเภทนโยบายและบริหาร ประเภทวิชาการและประเภทอำนวยการและสนับสนุนภารกิจ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*. สืบค้น 18 มีนาคม 2567, จาก https://shorturl.asia/1kx2L

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2566). *แบบฟอร์มสำหรับซื้อวัสดุวงเงินไม่เกิน 100,000.* สืบค้น 24 พฤษภาคม 2567, จาก https://www.psu.ac.th/surat/finance/link2.php

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2566). *ใบตรวจรับพัสดุ*. สืบค้น 24 พฤษภาคม 2567, จาก https://www.psu.ac.th/surat/finance/link2.php

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2566, 7 สิงหาคม). *ประกาศ ข้อปฏิบัติในการใช้ห้องต่าง ๆ และอัตราค่าธรรมเนียมการใช้บริการห้องศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง*. สืบค้น 8 เมษายน 2567, จาก https://shorturl.asia/HlGha

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (2566). *ระบบสารสนเทศนักศึกษางานทะเบียนและประมวลผล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี*. สืบค้น 22 เมษายน 2566, จาก https://sis.psu.ac.th/

มาลินี ฉินนานนท์. (2560). *ความรู้พื้นฐานในการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

เมริทเทค จำกัด. (ม.ป.ป.). *คู่มือการใช้งานเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง ยี่ห้อ A & D รุ่น GF-3002A*. บริษัท.

เมริทเทค จำกัด. (ม.ป.ป.). *คู่มือการใช้งานเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย ยี่ห้อ OHAUS รุ่น AB33PH*. บริษัท.

เมริทเทค จำกัด. (ม.ป.ป.). *คู่มือการใช้งานตู้ดูดไอสารเคมี (Fume Hood) ยี่ห้อ Wizard รุ่น WZ-PA series*. บริษัท.

บรรณานุกรม (ต่อ)

เมริทเทค จำกัด. (ม.ป.ป.). *คู่มือการใช้งานเตาให้ความร้อน (Hot Plate) ยี่ห้อ E.G.O. รุ่น 18715 (1500w)*. บริษัท.

ยุพิน ฤทธิ์อ่อน. (2562). *คู่มือการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมี.* คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

ระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. 2560. (2560, 23, สิงหาคม). *ราชกิจจานุเบกษา*. เล่ม 134 ตอนพิเศษ 210 ง. หน้า 1-71.

เลอปรัชญ์ มังกรกนกพงศ์. (2559). อุปกรณ์ช่วยล้างดวงตา. *วารสารศูนย์การศึกษาแพทยศาสตร์คลินิกโรงพยาบาลพระปกเกล้า*. *33*(3), 256-265.

วราภรณ์ รักคุณ. (2567). *คู่มือปฏิบัติงานการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีสำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล.

ศรัณยู ใคลคลาย. (2557). *คู่มือปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน.* มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี.

ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง. (2566). *แบบฟอร์มการสั่งสารเคมี*. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี.

ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง. (2566). *แบบสำรวจความต้องการใช้งบประมาณสำหรับวัสดุและวัตถุดิบ*. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี.

ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง. (2566). *แบบสำรวจความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ*. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี.

ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง. (2566). *ใบเบิกวัสดุ*. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี.

ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี. (2567). *บุคลากรศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง*. สืบค้น 8 กรกฎาคม 2567, จาก http://sites.google.com/view/slec-psusurat/

สถาบันมะเร็งแห่งชาติ. (2563). *คู่มือการจัดการสารเคมี*. สถาบัน.

สมประสงค์ เกียรติวัฒนชัย. (2566). *การปฐมพยาบาลเบื้องต้น*. สืบค้น 2 พฤษภาคม 2567, จาก https://www.princsuvarnabhumi.com/articles/content-first-aid

สมศักดิ์ บัวทิพย์, สุกัลยา เหมมณี, วิทูล ไชยภักดี, และศุภกาญจน์ บัวทิพย์. (2562). ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการรับบริการในรายวิชาปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *วารสารวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, *30*(1), 89-103.

สมิต สัชฌุกร. (2542). *การต้อนรับและการบริการที่เป็นเลิศ.* สำนักพิมพ์วิญญูชน.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2555). *แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ.* สำนักงาน.

บรรณานุกรม (ต่อ)

สุนิสา ยาไทย. (2563*). แนวทางพัฒนาเจ้าหน้าที่บริการการศึกษาหลักสูตรนานาชาติ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ตามแนวคิดการให้บริการที่เป็นเลิศ*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุพรชัย อ่อนดำ. (2559). การกำหนดนโยบายและแนวทางปฏิบัติในการดำเนินการในการกำจัดของเสียสารเคมีอันตรายจากห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. ใน *การประชุมคณะกรรมการบริหารจัดการความปลอดภัยทางเคมีของห้องปฏิบัติการวิจัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์* (หน้า 4-5). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

อรอุมา ละมุล. (2541*). การพัฒนาบทปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความสามารถของวัสดุธรรมชาติในการดูดซับโลหะหนักที่ใช้สอนวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เอกลักษณ์ ราชไรกิจ. (2565, 19 กุมภาพันธ์). *การทดลองในห้องปฏิบัติการ : วิธีการเขียนไดเรคชั่นแล็บ*. สืบค้น 22 เมษายน 2567, จาก https://www.gotoknow.org/posts/697994

Abdullah, K. H., & Abd Aziz, F. S. (2020). Safety behavior in the Laboratory among University Students. *The Journal of Behavioral Science, 15*(3), 51-65.

Alvarez-Chavez, C. R., Marin, L. S., Perez-Gamez, K., Portell, M., Velazquez, L., & Munoz-Osuna, F. (2019). Assessing college students' risk perceptions of hazards in chemistry laboratories. *Journal of Chemical Education, 96*(10), 2120-2131.

Balan, S. A., Andrews, D. Q., Blum, A., Diamond, M. L., Fernández, S. R., Harriman, E., & Kwiatkowski, C. F. (2023). Optimizing chemicals management in the United States and Canada through the essential-use approach. *Environmental Science & Technology, 57*(4), 1568-1575.

Caro, D., Albizzati, P. F., García, C., Saputra-Lase, I., García, P., Juchtmans, R., ... & Tonini, D. (2023). *Towards a better definition and calculation of recycling* (No. JRC131531). Joint Research Centre.

Chemicals, L. O. (2002). *Globally harmonized system of classification and labelling of chemicals*. (GHS).

Faiz, R., & Li, K. (2012). Olefin/paraffin separation using membrane based facilitated transport/chemical absorption techniques. *Chemical Engineering Science*, *73*, 261-284.

Hussein, B. A., & Shifera, G. (2022). Knowledge, attitude, and practice of teachers and laboratory technicians toward chemistry laboratory safety in secondary schools. *Journal of Chemical Education*, *99*(9), 3096-3103.

Jasin, M., Firmansyah, A., Anisah, H., Junaedi, I., & Haris, I. (2023). The effects of customer satisfaction, perceived service quality, perceived value, and brand image on customer loyalty. *Uncertain Supply Chain Management, 11*(2), 763-768.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Juanamasta, I. G., Wati, N. M. N., Hendrawati, E., Wahyuni, W., Pramudianti, M., Wisnujati, N. S., & Umanailo, M. C. B. (2019). The role of customer service through customer relationship management (CRM) to increase customer loyalty and good image. *International Journal of Scientific and Technology Research, 8*(10), 2004-2007.

Karapantsios, T. D., Boutskou, E. I., Touliopoulou, E., & Mavros, P. (2008). Evaluation of chemical laboratory safety based on student comprehension of chemicals labelling. *Education for chemical engineers*, *3*(1), e66-e73.

Mouawad, M., & Kleiner, B. H. (1996). New developments in customer service training. *Managing Service Quality: An International Journal*, *6*(2), 49-56.

Nguyen, D. T., Pham, V. T., Tran, D. M., & Pham, D. B. T. (2020). Impact of service quality, customer satisfaction and switching costs on customer loyalty. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, *7*(8), 395-405.

Nurdiani, T. W., & Alie, R. M. (2022). Build a Service Excellence Culture of Pleasure to Customers. *Joong-Ki: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 1*(3), 424-429.

Oludipe, O., & Etobro, B. (2018). Science education undergraduate students' level of laboratory safety awareness. *Journal of Education, Society and Behavioural Science, 23*(4), 1-7.

Papadopoli, R., Nobile, C. G. A., Trovato, A., Pileggi, C., & Pavia, M. (2020). Chemical risk and safety awareness, perception, and practices among research laboratories workers in Italy. *Journal of occupational medicine and toxicology*, *15*(17), 1-11.

Pham, T. A. N., Le, H. N., Nguyen, D. T., & Pham, T. N. (2022). Customer service co-creation literacy for better service value: evidence from the health-care sector. *Journal of services marketing, 36*(7), 940-951.

Van de Sandt, S., Dallmeier-Tiessen, S., Lavasa, A., & Petras, V. (2019). The definition of reuse. *Data Science Journal*, *18*(22), 1-19.

Witkiewitz, K., Montes, K. S., Schwebel, F. J., & Tucker, J. A. (2020). *What is recovery?. Alcohol Research: Current Reviews*, *40*(3).

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ภาคผนวก 1
วิธีการทดลองตามคู่มือบทปฏิบัติการ

ภาคผนวก	รายการ
ภาคผนวก 1-1	วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง เครื่องตวงและความแม่น
ภาคผนวก 1-2	วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การแยกของแข็งออกจากของเหลว
ภาคผนวก 1-3	วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์
ภาคผนวก 1-4	วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การหา MW ของสารโดยการลดลงของจุดเยือกแข็ง
ภาคผนวก 1-5	วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง เทอร์โมเคมี
ภาคผนวก 1-6	วิธีการทดลอง บทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ปฏิกิริยานาฬิกา
ภาคผนวก 1-7	วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง สมดุลเคมี
ภาคผนวก 1-8	วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี
ภาคผนวก 1-9	วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง หาค่า pH ของสารละลายและหาปริมาณด้วยการไทเทรต
ภาคผนวก 1-10	วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

ที่มา : ศรัณยู ใคลคลาย, 2557

หมายเหตุ : คู่มือปฏิบัติการรายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง เครื่องตวงและความแม่น

ตอนที่ 1 การหาความผิดพลาดของเครื่องตวงชนิดต่าง ๆ

1) กลั้วบิวเรตต์ที่สะอาดด้วยน้ำกลั่น และเติมน้ำกลั่นลงไปจนเลยขีดบอกปริมาตร 0.00 ml
2) นำบิวเรตต์ไปหนีบไว้กับที่จับบิวเรตต์พร้อมขาตั้ง เปิดก๊อกแล้วปล่อยให้น้ำกลั่นไหลลงมา เพื่อไล่ฟองอากาศที่ปลายบิวเรตต์
3) เติมน้ำกลั่นลงไปในบิวเรตต์ให้เลยขีดบอกปริมาตร 0.00 ml แล้วเปิดก๊อกปล่อยน้ำกลั่นไหลลงมา เพื่อปรับปริมาตรให้อยู่ที่ขีดบอกปริมาตร 0.00 ml
4) นำบีกเกอร์ขนาด 100 ml ที่แห้งและสะอาด มาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องไฟฟ้าชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และจดบันทึกน้ำหนักบีกเกอร์
5) ไขน้ำกลั่นจากบิวเรตต์ ลงในบีกเกอร์ ข้อ 4 จนระดับน้ำกลั่นในบิวเรตต์อยู่ที่ 25.00 ml แล้วนำบีกเกอร์ไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องไฟฟ้าชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และบันทึกน้ำหนักที่ได้
6) ทำซ้ำข้อ 3-5 อีก 2 ครั้ง โดยควรใช้เครื่องชั่งเครื่องเดียวกันตลอดทั้งการทดลอง เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากเครื่องมือ
7) ทำซ้ำข้อ 4-5 อีก 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนจากบิวเรตต์เป็นปิเปตต์แบบใช้ตวง ปริมาตร 10.00 ml และใช้ลูกยางคู่กับปิเปตต์แบบใช้ตวงดูดน้ำกลั่นขึ้นมาให้ได้ปริมาตร 10.00 ml แล้วปล่อยน้ำกลั่นใส่ลงในบีกเกอร์ที่แห้งและสะอาด และนำไปชั่งและบันทึกน้ำหนัก
8) ทำซ้ำข้อ 4-5 อีก 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนจากบิวเรตต์เป็นกระบอกตวง ขนาด 100.0 ml ตวงน้ำกลั่น 100.0 ml ลงในบีกเกอร์ที่แห้งและสะอาด และนำไปชั่งและบันทึกน้ำหนัก
9) ทำซ้ำข้อ 4-5 อีก 3 ครั้ง โดยเปลี่ยนจากบิวเรตต์เป็นบีกเกอร์ขนาด 100 ml ตวงน้ำกลั่น 100 ml ลงในบีกเกอร์ที่แห้งและสะอาด และนำไปชั่งและบันทึกน้ำหนัก
10) นำผลการทดลองที่ได้ จากข้อ 5, 6, 7, 8 และ 9 คำนวณหาความหนาแน่นของน้ำ และความผิดพลาดของเครื่องตวง

ตอนที่ 2 การอ่านข้อมูลต่าง ๆ จากเครื่องตวง

1) อ่านค่าต่าง ๆ ที่กำหนดให้จากบิวเรตต์ ที่ใช้ทำการทดลองในตอนที่ 1 ได้แก่ ปริมาตรสูงสุด ปริมาตรต่ำสุด สเกลต่ำสุด ค่าความคาดเคลื่อน และอุณหภูมิอ้างอิงที่ปรากฏบนบิวเรตต์ โดยการอ่านค่า ให้ยึดการอ่านตามหลักเลขนัยสำคัญ
2) อ่านค่าต่าง ๆ ที่ปรากฏบนเครื่องแก้ว ตามรายการ ข้อ 1 โดยเปลี่ยนเครื่องแก้ว จาก บิวเรตต์ เป็น ปิเปตต์แบบใช้ตวง กระบอกตวง และบีกเกอร์ ตามลำดับ
3) สรุปค่าความละเอียดของเครื่องแก้วที่ทำการทดลอง

ภาคผนวก 1-1 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง เครื่องตวงและความแม่น

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การแยกของแข็งออกจากของเหลว

1) เตรียมหลอดทดลอง ขนาด 16x100 mm ที่แห้งและสะอาด จำนวน 24 หลอด
2) เขียนฉลาก $PbCrO_4$, $BaSO_4$ และ $Al(OH)_3$ บนหลอดทดลองอย่างละ 8 หลอด
3) เตรียมตะกอนแต่ละชนิด อย่างละ 8 หลอด ได้แก่
   3.1) ตะกอน $PbCrO_4$ จากสารละลาย 1.0 M $Pb(NO_3)_2$ + สารละลาย 0.2 M K_2CrO_4
   3.2) ตะกอน $BaSO_4$ จากสารละลาย 0.25 M $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ + สารละลาย 3 M H_2SO_4
   3.3) ตะกอน $Al(OH)_3$ จากสารละลาย 0.2 M $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ + สารละลาย 6 M NH_4OH
4) แยกของแข็งจากของเหลวด้วยวิธีกรองแบบธรรมดา ด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 01 และเบอร์ 42 ดังนี้
   4.1) พับกระดาษกรอง ขนาด 11 cm เบอร์ 01 และเบอร์ 42 สำหรับกรองเย็นและกรองร้อน
   4.2) กรองเย็นโดยการวางกระดาษกรองเบอร์ 01 ที่พับแล้วลงในกรวยกรองแก้ว
   4.3) ใช้ขวดฉีดน้ำกลั่น ฉีดกระดาษกรองให้เปียกเพื่อให้กระดาษกรองแนบกับกรวยกรอง
   4.4) เทตะกอน $PbCrO_4$ ลงบนกระดาษกรอง ถ้ามีตะกอนติดค้างอยู่ในหลอดทดลองให้ใช้ขวดฉีดน้ำกลั่นฉีดตะกอนให้ไหลลงมาให้ได้มากที่สุด สังเกตลักษณะตะกอนบนกระดาษกรองและในสารที่กรองได้
   4.5) ทำซ้ำข้อ 4.2-4.4 โดยเปลี่ยนจากตะกอน $PbCrO_4$ เป็นตะกอน $BaSO_4$ และ $Al(OH)_3$ ตามลำดับ
   4.6) ทำซ้ำข้อ 4.2-4.5 โดยเปลี่ยนจากกระดาษกรองเบอร์ 01 เป็นกระดาษกรองเบอร์ 42
   4.7) นำหลอดทดลองที่มีตะกอนของ $PbCrO_4$, $BaSO_4$ และ $Al(OH)_3$ อย่างละ 2 หลอด ไปต้มด้วยเตาให้ความร้อนให้สารละลายเดือด
   4.8) ทำซ้ำข้อ 4.2-4.6 โดยเปลี่ยนจากการกรองเย็นเป็นการกรองร้อน จากสารละลายในข้อ 4.7
5) แยกของแข็งจากของเหลวด้วยวิธีกรองแบบสุญญากาศด้วยกระดาษกรอง เบอร์ 01 และเบอร์ 42 ดังนี้
   5.1) นำกระดาษกรอง ขนาด 7 cm เบอร์ 01 วางลงในกรวยบุชเนอร์ ฉีดน้ำกลั่นให้ทั่วกระดาษกรอง
   5.2) ต่อชุดอุปกรณ์กรวยบุชเนอร์ และขวดกรองสารเข้าด้วยกัน และเปิดก๊อกน้ำเพื่อให้เกิดสุญญากาศ
   5.3) เทตะกอน $PbCrO_4$ ลงบนกระดาษกรอง ถ้ามีตะกอนติดค้างอยู่ในหลอดทดลองให้ใช้ขวดฉีดน้ำกลั่นฉีดตะกอนให้ไหลลงมาให้ได้มากที่สุด สังเกตลักษณะตะกอนบนกระดาษกรองและในสารที่กรองได้
   5.4) ทำซ้ำข้อ 5.1-5.3 โดยเปลี่ยนจากตะกอน $PbCrO_4$ เป็นตะกอน $BaSO_4$ และ $Al(OH)_3$ ตามลำดับ
   5.5) ทำซ้ำข้อ 5.1-5.4 โดยเปลี่ยนจากกระดาษกรองเบอร์ 01 เป็นกระดาษกรองเบอร์ 42
6) แยกของแข็งจากของเหลวด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน ดังนี้
   6.1) นำตะกอน $PbCrO_4$, $BaSO_4$ และ $Al(OH)_3$ มาอย่างละ 1 หลอด
   6.2) วางหลอดทดลองที่มีตะกอนของสารต่าง ๆ ลงในเครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน
   6.3) ตั้งค่าการทำงานของเครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอนที่ 2,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 2 นาที
   6.4) เปิดเครื่องแล้วรอจนเครื่องทำงานเสร็จตามเวลาที่ตั้งไว้
   6.5) นำหลอดทดลองออกจากเครื่อง สังเกตลักษณะตะกอนที่แยกได้และบันทึกผล
7) แยกของแข็งจากของเหลวด้วยการรินสารละลายออกจากตะกอน ดังนี้
   7.1) ตั้งสารละลายที่มีตะกอนของ ตะกอน $PbCrO_4$ ทิ้งไว้ให้ตกตะกอนอยู่ที่ก้นหลอด
   7.2) แยกสารละลายโดยการรินของเหลวออกจากหลอดทดลอง ให้ไหลผ่านแท่งแก้วคนลงในบีกเกอร์ที่ใช้เป็นภาชนะรองรับ
   7.3) สังเกตลักษณะการแยกออกจากกันระหว่างตะกอนกับของเหลวในหลอดทดลอง
   7.4) ทำซ้ำข้อ 7.1-7.3 โดยเปลี่ยนจากตะกอน $PbCrO_4$ เป็นตะกอน $BaSO_4$ และ $Al(OH)_3$ ตามลำดับ
8) สรุปผลการทดลอง วิธีการใดสามารถแยกของแข็งกับของเหลวออกจากกันได้ดีที่สุดตามลำดับ

ภาคผนวก 1-2 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การแยกของแข็งออกจากของเหลว

วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

1) ชั่ง K_2CO_3 ประมาณ 0.5 g บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 ml
2) เติมน้ำกลั่นลงในข้อ 1 จำนวน 20 ml คนจน K_2CO_3 ละลายจนหมด หากละลายไม่หมดให้เติมน้ำกลั่นเพิ่ม
3) ชั่ง $CaCl_2$ ประมาณ 0.6 g บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน ใส่ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 ml
4) เติมน้ำกลั่นลงในข้อ 3 จำนวน 20 ml คนจน $CaCl_2$ ละลายจนหมด หากละลายไม่หมดให้นำไปอุ่น
5) เทสารละลาย $CaCl_2$ ลงใน สารละลาย K_2CO_3 อย่างช้า ๆ พร้อมทั้งคนอย่างทั่วถึง
6) นำสารละลายในข้อ 5 ไปให้ความร้อนจนเดือดด้วยเตาให้ความร้อน
7) เมื่อสารละลายเดือดให้ปิดเตาให้ความร้อน และยกสารละลายลงจากเตาให้ความร้อน
8) สังเกตสีของตะกอนที่ได้ และตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
9) ชั่งน้ำหนักของกระดาษกรองเบอร์ 42 ขนาด 7 cm พร้อมกระจกนาฬิกา ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
10) กรองตะกอนจากข้อ 8 ด้วยชุดกรองลดความดัน และสังเกตสีของตะกอนที่อยู่บนกระดาษกรอง
11) วางกระดาษกรองที่มีตะกอนในข้อ 10 ลงบนกระจกนาฬิกา
12) นำไปอบด้วยตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 110 °C เป็นเวลา 30 นาที หากตะกอนไม่แห้งให้อบต่อจนตะกอนแห้ง
13) ตั้งตะกอนไว้ให้เย็น
14) นำกระจกนาฬิกา ที่บรรจุกระดาษกรองพร้อมตะกอนไปชั่งด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง และบันทึกน้ำหนักที่แน่นอนของตะกอนที่ได้
15) คำนวณหาน้ำหนักของตะกอน $CaCO_3$ ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา โดยการคำนวณต้องคำนึงถึงเลขนัยสำคัญเสมอ

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ภาคผนวก 1-3 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การหา MW ของสารโดยการลดลงของจุดเยือกแข็ง

ตอนที่ 1 การหาจุดเยือกแข็งของน้ำ

1) ตวงน้ำ 100 ml ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml
2) นำขวดรูปชมพู่ วางลงในถังน้ำพลาสติกที่บรรจุน้ำแข็งและเกลือผสมกัน โดยให้น้ำแข็งครอบคลุมระดับน้ำที่อยู่ในขวดรูปชมพู่ให้หมด
3) เริ่มจับเวลา และบันทึกอุณหูมิ ทุก ๆ 30 วินาที พร้อมกับคนไปเบา ๆ
4) เมื่ออุณหภูมิคงที่ ให้อ่านอุณหภูมิทุก ๆ 60 วินาที ต่อไปอีก 10 ครั้ง
5) ทำซ้ำข้อ 1-4 อีก 1 ครั้ง
6) นำผลการทดลองที่ได้ มาเขียนกราฟการเย็นตัว (Cooling Curve) ระหว่าง อุณหภูมิกับเวลา
7) คำนวณหาจุดเยือกแข็งของน้ำ

ตอนที่ 2 การหาจุดเยือกแข็งของสารละลายที่มีสารตัวอย่างเป็นตัวถูกละลาย

1) ชั่งสารตัวอย่างด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง ประมาณ 10 g บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2) เติมสารตัวอย่างลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml ที่มีน้ำบรรจุอยู่ 100 ml คนให้สารตัวอย่างละลายจนหมด
3) นำขวดรูปชมพู่ วางลงในถังน้ำพลาสติกที่บรรจุน้ำแข็งและเกลือผสมกัน โดยให้น้ำแข็งครอบคลุมระดับน้ำที่อยู่ในขวดรูปชมพู่ให้หมด
4) เริ่มจับเวลา และบันทึกอุณหูมิ ทุก ๆ 30 วินาที พร้อมกับคนไปเบา ๆ
5) เมื่ออุณหภูมิคงที่ ให้อ่านอุณหภูมิทุก ๆ 60 วินาที ต่อไปอีก 10 ครั้ง
6) ทำซ้ำข้อ 1-5 อีก 1 ครั้ง
7) นำผลการทดลองที่ได้ มาเขียนกราฟการเย็นตัว (Cooling Curve) ระหว่าง อุณหภูมิกับเวลา
8) คำนวณหา MW ของสารตัวอย่าง จากการลดลงของจุดเยือกแข็ง
9) สรุปผลการทดลองว่าสารตัวอย่างมี MW เท่าไร และคือสารใด

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ภาคผนวก 1-4 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง การหา MW ของสารโดยการลดลงของจุดเยือกแข็ง

วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง เทอร์โมเคมี

ตอนที่ 1 การวัดค่าความจุความร้อนของแคลอรีมิเตอร์

1) ตวงน้ำกลั่น 100 ml ด้วยกระบอกตวง เทลงในแคลอรีมิเตอร์ที่แห้ง
2) ตวงน้ำกลั่นที่ร้อนประมาณ 50-55 °C จำนวน 50.0 ml ด้วยกระบอกตวง
3) บันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 1 นาที เป็นเวลา 3 นาที ของน้ำในข้อ 1 และ 2 พร้อม ๆ กัน
4) เมื่อถึงนาทีที่ 4 ให้เทน้ำอุ่นจากข้อ 2 ลงในแคลอรีมิเตอร์ในข้อ 1 แล้วปิดฝาแคลอรีมิเตอร์อย่างรวดเร็ว
5) เขย่าแคลอรีมิเตอร์เบาๆ และเริ่มวัดอุณหภูมิต่อเนื่องจากข้อ 3 ในนาทีที่ 5 ทุก ๆ 1 นาที จนอุณหภูมิคงที่
6) อ่านอุณหภูมิต่อเนื่องไปอีก 5 นาที
7) นำผลการทดลองที่ได้ มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำ (T) กับเวลา (t)
8) คำนวณหาค่าความจุความร้อนของแคลอรีมิเตอร์

ตอนที่ 2 การวัดการเปลี่ยนแปลงพลังงานความร้อนของการละลายของสาร

1) ชั่งสาร KNO_3 ด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง ประมาณ 10 g บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน
2) ตวงน้ำกลั่น 50.0 ml ด้วยกระบอกตวง เทลงในแคลอรีมิเตอร์ที่แห้ง
3) บันทึกอุณหภูมิทุก ๆ 1 นาที เป็นเวลา 3 นาที ของน้ำในข้อ 1 และ 2 พร้อม ๆ กัน
4) เมื่อถึงนาทีที่ 4 ให้เทสาร KNO_3 จากข้อ 1 ลงในแคลอรีมิเตอร์ในข้อ 2 แล้วปิดฝาแคลอรีมิเตอร์อย่างรวดเร็ว
5) เขย่าแคลอรีมิเตอร์เบาๆ และเริ่มวัดอุณหภูมิต่อเนื่องจากข้อ 3 ในนาทีที่ 5 ทุก ๆ 1 นาที จนอุณหภูมิคงที่
6) อ่านอุณหภูมิต่อเนื่องไปอีก 5 นาที
7) นำผลการทดลองที่ได้ มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่าง อุณหภูมิของน้ำ (T) กับเวลา (t)
8) คำนวณหาค่าความร้อนของปฏิกิริยาที่เกิดจากการละลายของสาร

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ภาคผนวก 1-5 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง เทอร์โมเคมี

วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ปฏิกิริยานาฬิกา

ตอนที่ 1 การหาอันดับของปฏิกิริยาและค่าคงที่อัตรา

1) เตรียมสารละลาย A และ B ตามตาราง โดย
   สารละลาย A เตรียมในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml
   สารละลาย B เตรียมในบีกเกอร์ ขนาด 100 ml

สารละลายผสมที่อุณหูมิห้อง (ปริมาตรในหน่วย ml)

สารละลายชุดที่	สารละลาย A			สารละลาย B		
	0.01 M KI	0.001 M $Na_2S_2O_3$	H_2O	0.04 M $KBrO_3$	0.1 M HCl	น้ำแป้ง
1	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	5 หยด
2	20.00	10.00	0	10.00	10.00	5 หยด
3	10.00	10.00	0	20.00	10.00	5 หยด
4	10.00	10.00	0	10.00	20.00	5 หยด

2) วัดอุณหูมิของสารละลาย A และสารละลาย B พร้อมบันทึกอุณหูมิของสารละลายทั้ง 2 ชนิด
3) เริ่มทำการทดลองจากสารละลายชุดที่ 1 โดยการเทสารละลาย B ลงในสารละลาย A อย่างรวดเร็ว พร้อมจับเวลาทันที
4) แกว่งขวดรูปชมพู่ ที่บรรจุสารละลายผสมในข้อ 3 ตลอดเวลา
5) เมื่อสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ให้หยุดเวลา และบันทึกอุณหูมิของสารละลาย
6) ทำซ้ำข้อ 2-5 โดยเปลี่ยนจากสารละลายชุดที่ 1 เป็นสารละลายชุดที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ
7) คำนวณหาอันดับของปฏิกิริยาและค่าคงที่ของอัตรา

ตอนที่ 2 การทดลองผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

1) เตรียมสารละลายชุดที่ 1 อีก 2 ชุด ตามตารางในตอนที่ 1
2) ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อที่ 2-5 ของการทดลองตอนที่ 1 โดยเปลี่ยนจากอุณหภูมิห้องเป็น
   2.1) อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยการให้ความร้อนด้วยเตาให้ความร้อน
   2.2) อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส โดยการลดอุณหูมิด้วยน้ำผสมน้ำแข็งที่บรรจุในถังน้ำพลาสติก
3) ก่อนที่จะผสมสารละลาย A และสารละลาย B เข้าด้วยกัน ต้องปรับอุณหภูมิของสารละลายทั้ง 2 ให้ได้ค่าอุณหภูมิที่ต้องการก่อนทำการผสมสาร A และ B เข้าด้วยกันเสมอ
4) คำนวณหาค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของสารละลาย

ภาคผนวก 1-6 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ปฏิกิริยานาฬิกา

วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง สมดุลเคมี

ตอนที่ 1 ศึกษาสมดุลเคมีของ Chromate ion และ di-Chromate ion

1) นำสารละลาย 0.1 M K_2CrO_4 จำนวน 2 ml ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 16 x 100 mm
2) เติมสารละลาย 6 M H_2SO_4 จำนวน 4-5 หยด ลงในสารละลายข้อ 1 สังเกตการเปลี่ยนสีของสารละลาย
3) เติมสารละลาย 6 M NaOH ลงในสารละลายข้อ 2 ทีละหยด พร้อมเขย่าเบา ๆ ให้สารละลายผสมกัน จนกระทั่งเห็นการเปลี่ยนสีเกิดขึ้น สังเกตการเปลี่ยนแปลง
4) เติมสารละลาย 6 M H_2SO_4 ลงในสารละลายข้อ 3 ทีละหยด พร้อมเขย่าเบา ๆ ให้สารละลายผสมกัน จนกระทั่งเห็นการเปลี่ยนสีเกิดขึ้น สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลง
5) อธิบายการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามทฤษฎีสมดุลเคมี

ตอนที่ 2 ศึกษาสมดุลเคมีของ Thiocyanate iron (III) ion กับ Ferric thiocyanate complex

1) นำสารละลาย 0.1 M $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ จำนวน 10 หยด ผสมกับสารละลาย 0.1 M KSCN จำนวน 10 หยด ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 ml แล้วเติมน้ำกลั่น จำนวน 60 ml ผสมให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว
2) นำสารละลายในข้อ 1 จำนวน 3 ml บรรจุลงในหลอดทดลองขนาด 16 x 100 mm จำนวน 6 หลอด
3) เติมสารละลายชนิดต่าง ๆ จำนวน 4-5 หยด ลงในหลอดทดลองทั้ง 6 หลอด ดังนี้
   หลอดที่ 1 เติมสารละลาย 0.1 M $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$
   หลอดที่ 2 เติมสารละลาย 0.1 M KSCN
   หลอดที่ 3 เติมสารละลาย 6 M NaOH
   หลอดที่ 4 เติมสารละลาย 0.1 M $HgCl_2$
   หลอดที่ 5 เติมน้ำกลั่น
   หลอดที่ 6 ใช้เป็นหลอดเปรียบเทียบสีที่เข้มขึ้นหรือจางลงของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในหลอดอื่น
4) อธิบายผลการทดลองที่สังเกตได้ โดยใช้หลักการของเลอชาเตอลิเยร์ (Le Chatelier's Principle) และสมการสมดุล (Equilibrium Equation)

ตอนที่ 3 ศึกษาการเปลี่ยนทิศทางของสมดุลโดยผลของความเข้มข้นและอุณหภูมิ

1) นำสารละลาย 0.4 M $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ จำนวน 2 ml ใส่ลงในหลอดทดลองขนาด 16 x 100 mm
2) ค่อย ๆ เติม conc. HCl ที่อยู่ในตู้ดูดไอสารเคมี ลงไปทีละหยดพร้อมทั้งเขย่าให้เข้ากัน จนสารละลายเปลี่ยนจาก สีชมพูอ่อนเป็นสีม่วงอ่อน
3) เติมน้ำกลั่นลงไปในสารละลายข้อ 2 ทีละหยด จนสารละลายเปลี่ยนกลับมาเป็นสีชมพูอ่อน
4) นำหลอดทดลองในข้อ 3 ไปต้มให้ความร้อนจนเดือด ด้วยเตาให้ความร้อน จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน
5) นำหลอดทดลองในข้อ 4 ลงจากเตาให้ความร้อน แล้วนำไปแช่น้ำที่อุณหภูมิปกติ สังเกตการณ์เปลี่ยนสีที่เกิดขึ้น
6) อธิบายผลการทดลอง ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายความร้อนหรือดูดความร้อน

ภาคผนวก 1-7 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง สมดุลเคมี

วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

ตอนที่ 1 ศึกษาเซลล์กัลป์วานิกอย่างง่ายและการทำงาน

1) เติมสารละลาย 0.5 M $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ จำนวน 60 ml ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 ml
2) เติมสารละลาย 0.5 M $ZnCl_2$ จำนวน 60 ml ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 ml
3) ทำความสะอาดแผ่นโลหะทองแดงและแผ่นโลหะสังกะสี โดยการขัดด้วยกระดาษทราย ล้างน้ำและเช็ดให้แห้ง
4) นำสะพานเกลือรูปตัวยู วางลงในบีกเกอร์ในข้อ 1 และ 2 โดยให้ปลายด้านหนึ่ง จุ่มในบีกเกอร์ในข้อ 1 และปลายอีกด้านหนึ่ง จุ่มในบีกเกอร์ในข้อ 2
5) ใช้สายไฟปากคีบจระเข้เส้นที่ 1 ต่อกับปลายของมัลติมิเตอร์ที่ขั้วบวก และปลายอีกด้านต่อกับโลหะทองแดง
6) ใช้สายไฟปากคีบจระเข้เส้นที่ 2 ต่อกับปลายของมัลติมิเตอร์ที่ขั้วลบ และปลายอีกด้านต่อกับโลหะสังกะสี
7) นำแผ่นโลหะทองแดงแช่ลงในสารละลาย 0.5 M $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ในข้อ 1
8) นำแผ่นโลหะสังกะสีแช่ลงในสารละลาย 0.5 M $ZnCl_2$ ในข้อ 2
9) อ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น
10) ถอดวงจรไฟฟ้าออกจากแผ่นโลหะทั้งสอง 5 นาที แล้วต่อวงจรใหม่อีกครั้ง
11) อ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น
12) นำแผ่นโลหะทั้งสองแผ่นออกจากสารละลาย สังเกตการเปลี่ยนแปลงของโลหะทั้งสอง

ตอนที่ 2 ผลของความเข้มข้นที่มีต่อศักย์ไฟฟ้าของอิเลกโทรต

1) ทำซ้ำข้อที่ 1-8 ของการทดลอง ตอนที่ 1
2) อ่านค่าศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้น
3) ทำซ้ำข้อที่ 1-2 ของการทดลองตอนที่ 2 อีก 2 ครั้ง โดยเปลี่ยนจากสารละลาย 0.5 M $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ เป็นสารละลาย 0.01 M $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ และ สารละลาย 0.001 M $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ตามลำดับ
4) อธิบายผลของความเข้มข้นของสารละลายที่มีต่อศักย์ไฟฟ้า

ตอนที่ 3 เซลล์อิเลกโทรลิติกและอิเลกโทรเพลตติง

ศึกษาเซลล์อิเลกโทรลิติก

1) เติมสารละลาย 0.5 M $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ จำนวน 60 ml ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 ml
2) นำสายไฟปลายปากคีบจระเข้มา 1 เส้น โดยปลายข้างหนึ่งหนีบกับลวดหนีบกระดาษ และปลายอีกข้างหนึ่งหนีบกับแผ่นโลหะทองแดง
3) นำลวดหนีบกระดาษ และแผ่นโลหะทองแดง ที่หนีบด้วยสายไฟปลายปากคีบจระเข้ จุ่มลงในสารละลาย 0.5 M $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ในข้อ 1 เป็นเวลา 2 นาที แล้วสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
4) อธิบายผลการทดลอง ขั้วไหนสึกกร่อน ขั้วไหนถูกเคลือบ และถูกเคลือบด้วยโลหะอะไร

ศึกษาเซลล์อิเลกโทรเพลตติง

1) เติมสารละลาย 0.5 M $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ จำนวน 60 ml ลงในบีกเกอร์ ขนาด 100 ml
2) ต่อแผ่นโลหะทองแดงกับเครื่องแปลงไฟฟ้า เส้นที่มีสายไฟปากคีบจระเข้ขั้วบวก
3) ต่อแผ่นลวดหนีบกระดาษกับเครื่องแปลงไฟฟ้า เส้นที่มีสายไฟปากคีบจระเข้ขั้วลบ
4) ต่อเครื่องแปลงไฟฟ้าเข้ากับปลั๊กไฟที่โต๊ะปฏิบัติการเคมี
5) นำลวดหนีบกระดาษ และแผ่นโลหะทองแดง ที่หนีบด้วยสายไฟปลายปากคีบจระเข้ จุ่มลงในสารละลาย 0.5 M $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ ในข้อ 1 ประมาณ 2 นาที แล้วสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น
6) อธิบายผลการทดลอง ขั้วไหนสึกกร่อน ขั้วไหนถูกเคลือบ และถูกเคลือบด้วยโลหะอะไร

ภาคผนวก 1-8 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง หาค่า pH ของสารละลายและหาปริมาณกรดด้วยการไทเทรต

ตอนที่ 1.1 เตรียมสารละลายกรด HCl เข้มข้น 0.01 M และ 0.001 M (pH 2 และ pH 3)

1) เตรียมสารละลาย 0.01 M HCl (pH 2) โดยการปิเปตต์สารละลาย 0.10 M HCl (pH 1) จำนวน 5.00 ml ด้วยปิเปตต์แบบปริมาตร ขนาด 5 ml ใส่ลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 50.00 ml แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน
2) เตรียมสารละลาย 0.001 M HCl (pH 3) โดยโดยการปิเปตต์สารละลาย 0.01 M HCl (pH 2) จากข้อ 1 จำนวน 5.00 ml ด้วยปิเปตต์แบบปริมาตร ขนาด 5 ml ใส่ลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 50.00 ml แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน

ตอนที่ 1.2 การหาค่า pH ของสารละลายกรด HCl

1) รับสารละลาย Unknown HCl ที่ห้องปฏิบัติการเตรียมไว้ให้ กลุ่มละ 1 ตัวอย่าง
2) นำหลอดทดลองขนาด 16 x 100 mm เขียนฉลากข้างหลอด pH 1, pH 2, pH 3 และ Unknown HCl
3) เติมสารละลาย pH 1 (ห้องปฏิบัติการเตรียมไว้ให้) สารละลาย pH 2 (จากการทดลองตอนที่ 1.1 ข้อ 1) สารละลาย pH 3 (จากการทดลองตอนที่ 1.1 ข้อ 2) และสารละลาย Unknown HCl (ห้องปฏิบัติการเตรียมไว้ให้) ใส่ลงในหลอดทดลองข้อ 2 หลอดละ 3 ml
4) เติม Thymol blue indicator ลงในหลอดทดลองที่บรรจุสารละลาย pH 1, pH2, pH 3 และ Unknown HCl หลอดละ 3 หยด
5) ทำซ้ำข้อที่ 2-4 โดยเปลี่ยนอินดิเคเตอร์จาก Thymol blue เป็น Methyl orange
6) นำสารละลาย Unknown HCl ไปหาค่า pH ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย (pH Meter)
7) นำสารละลาย Unknown HCl ไปหาค่า pH ด้วยกระดาษยูนิเวอร์เซลอินดิเคเตอร์
8) นำสารละลาย Unknown HCl ไปหาค่า pH ด้วยกรด–เบส อินดิเคเตอร์
9) นำสารละลาย Unknown HCl ไปหาค่า pH ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย (pH Meter)
10) สรุปผลการหาค่า Unknown HCl ว่าเป็น Unknown HCl pH เท่าไร

ตอนที่ 2 การหาปริมาณกรดด้วยการไทเทรต

1) ปิเปตต์สารละลาย Unknown CH_3COOH ที่ห้องปฏิบัติการเตรียมไว้ให้ จำนวน 20 ml ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml
2) เติม Phenolphthalein indicator ลงในสารละลายข้อ 1 จำนวน 2-3 หยด เขย่าให้เข้ากัน
3) กลั้วบิวเรตต์ ขนาด 25 ml ด้วยสารละลาย 0.1 M NaOH
4) เติมสารละลาย 0.1 M NaOH ลงในบิวเรตต์ ขนาด 25 ml ไล่ฟองอากาศและปรับปริมาตรให้เรียบร้อย
5) ไทเทรตสารละลาย Unknown CH_3COOH ในข้อ 1 กับ สารละลาย 0.1 M NaOH ในข้อ 4 จนสารละลายถึงจุดยุติ (เปลี่ยนจากสารละลายใสไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน)
6) บันทึกปริมาตรสารละลาย 0.1 M NaOH ที่ใช้
7) ทำซ้ำข้อ 1-6 อีก 2 ครั้ง โดยปริมาตรของ 0.1 M NaOH ที่ได้จากการไทเทรต ต้องต่างกันไม่เกิน 0.2 ml (หากต่างกันเกิน 0.2 ml ให้เลือกค่าที่ดีที่สุด 2 ครั้งที่ต่างกันไม่เกิน 0.2 ml)
8) คำนวณหาค่าความเข้มข้นของสารละลาย Unknown CH_3COOH ที่ห้องปฏิบัติการเตรียมไว้ให้

ภาคผนวก 1-9 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 9
เรื่อง หาค่า pH ของสารละลายและหาปริมาณกรดด้วยการไทเทรต

วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

1) เตรียมสารละลาย 6 ชนิด ดังแสดงในตาราง

สารละลายผสมที่อุณหูมิห้อง (ปริมาตรในหน่วย ml)

ชนิดของสารละลาย	H_2O	**0.10 M** CH_3COOH	**0.10 M** $CH_3COONa \cdot 3H_2O$	**Phenolphthalein indicator**
1	10	15	15	3 หยด
2	20	10	10	3 หยด
3	30	5	5	3 หยด
4	35	5	0	3 หยด
5	40	0	0	3 หยด
6	30	0	10	3 หยด

2) นำสารละลายชนิดที่ 1 ไปหาค่า pH ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย (pH Meter) และบันทึกค่าที่อ่านได้
3) นำสารละลายชนิดที่ 1 ไทเทรตกับสารละลาย 0.1 M NaOH จนสารละลายถึงจุดยุติ (เปลี่ยนจากสารละลายใสไม่มีสีเป็นสีชมพูอ่อน)
4) บันทึกปริมาตรสารละลาย 0.1 M NaOH ที่ใช้
5) นำสารละลายในข้อ 3 ไปหาค่า pH ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย (pH Meter) และบันทึกค่าที่อ่านได้
6) ทำซ้ำข้อ 2-5 อีก 2 ครั้ง โดยปริมาตรของ 0.1 M NaOH ที่ได้จากการไทเทรต ต้องต่างกันไม่เกิน 0.2 ml (หากต่างกันเกิน 0.2 ml ให้เลือกค่าที่ดีที่สุด 2 ครั้งที่ต่างกันไม่เกิน 0.2 ml)
7) ทำซ้ำข้อที่ 2-6 โดยเปลี่ยนจากสารละลายชนิดที่ 1 เป็นสารละลายชนิดที่ 2, 3, 4, 5 และ 6 ตามลำดับ
8) คำนวณหาค่า pH ของสารละลายทั้ง 6 ชนิด
9) คำนวณหาค่าความสามารถของสารละลายบัฟเฟอร์ที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH เมื่อมีการเติมสารละลายกรดหรือด่าง ลงไป (Buffer Capacity) ของสารละลายทั้ง 6 ชนิด

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ภาคผนวก 1-10 วิธีการทดลองบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง สารละลายบัฟเฟอร์

ภาคผนวก 2
วิธีการใช้ครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์

ภาคผนวก	รายการ
ภาคผนวก 2-1	วิธีการใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย (pH Meter) ยี่ห้อ OHAUS รุ่น AB33PH
ภาคผนวก 2-2	วิธีการใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (2 Digit Digital Balance) ยี่ห้อ A & D รุ่น GF-3002A
ภาคผนวก 2-3	วิธีการใช้เครื่องแปลงไฟฟ้า (Adapter DC 9 V) ยี่ห้อ The Best รุ่น KMS 4825009002
ภาคผนวก 2-4	วิธีการใช้ตู้ดูดไอสารเคมี (Fume Hood) ยี่ห้อ Wizard รุ่น WZ-PA series
ภาคผนวก 2-5	วิธีการใช้เครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน (Centrifuge) ยี่ห้อ Hettich รุ่น Universal 32
ภาคผนวก 2-6	วิธีการใช้เตาให้ความร้อน (Hot Plate) ยี่ห้อ E.G.O. รุ่น 18715 (1500w)
ภาคผนวก 2-7	วิธีการใช้ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ยี่ห้อ Memmert รุ่น UF750
ภาคผนวก 2-8	วิธีการใช้มัลติมิเตอร์แบบเข็ม (Analog Multimeter) ยี่ห้อ SANWA รุ่น YX360TRF

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

วิธีการใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย (pH Meter)
ยี่ห้อ OHAUS รุ่น AB33PH

การสอบเทียบ 3 จุด ก่อนใช้งาน

1) แตะบริเวณ Mode 1 ครั้ง หรือหลายครั้งเพื่อเลือก pH1 (ใช้สารละลายบัฟเฟอร์ pH 4.00)
2) แตะเครื่องหมาย Cal บนหน้าจอ
3) ปฏิบัติตามคำแนะนำของเครื่อง เช่น ล้างอิเล็กโทรด วางอิเล็กโทรดลงในบัฟเฟอร์สำหรับการสอบเทียบ กวน 5 วินาที และรอ 30 วินาที
4) กดปุ่ม Back เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนสอบเทียบ pH จุดที่ 1 หน้าจอจะกระพริบระหว่างกระบวนการสอบเทียบ
5) เมื่อถึงจุดสิ้นสุดการสอบเทียบ หน้าจอจะแสดงค่า pH ของจุดสอบเทียบ เช่น 4.00 พร้อมอุณหภูมิ
6) แตะ Accept เพื่อยอมรับผลการสอบเทียบ
7) แตะ Recalibration หากต้องการสอบเทียบใหม่และทำซ้ำขั้นตอนก่อนหน้า
8) แตะ Finish เพื่อสิ้นสุดการสอบทียบและยอมรับผลการสอบเทียบ
9) แตะ Next เพื่อทำการสอบเทียบจุดที่ 2
10) ทำซ้ำข้อที่ 3-8 โดยการเปลี่ยน Buffer เป็น pH 7.00
11) แตะ Next เพื่อทำการสอบเทียบจุดที่ 3
12) ทำซ้ำข้อที่ 3-8 โดยการเปลี่ยน Buffer เป็น pH 10.00
13) หากการสอบเทียบผ่าน เครื่องจะแสดงสัญลักษณ์ ☺
14) หากการสอบเทียบไม่ผ่าน เครื่องจะแสดงสัญลักษณ์ ☹ ให้ทำการสอบเทียบใหม่จนกว่าจะผ่าน

การวัดค่า pH

1) แตะที่ Menu เพื่อเข้าสู่ตัวเลือกเมนู
2) แตะ Set Up แล้วแตะ Mode
3) แตะ Read Type
4) แตะเลือกการใช้งานว่าให้เครื่องอ่านค่า pH แบบใด ดังนี้
   หากต้องการให้อ่านค่า pH ต่อเนื่องอัตโนมัติ ให้แตะ Continuous
   หากต้องการให้หยุดอัตโนมัติ และให้อ่านค่าเมื่อกดสั่งเท่านั้น ให้แตะ Auto Stop
5) ระหว่างการอ่านค่า หน้าจอจะกระพริบแสดงการทำงานของเครื่อง
6) เมื่ออ่านค่าเสร็จสิ้น หน้าจอจะหยุดกระพริบ และแสดงค่า pH ของสารละลายที่วัดได้

ภาคผนวก 2-1 วิธีการใช้เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลาย (pH Meter) ยี่ห้อ OHAUS รุ่น AB33PH

ที่มา : เมริทเทค จำกัด, ม.ป.ป.

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

วิธีการใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (2 Digit Digital Balance)
ยี่ห้อ A & D รุ่น GF-3002A

การสอบเทียบเครื่องชั่ง

1) เปิดเครื่องชั่งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมงก่อนสอบเทียบ เพื่อความเที่ยงตรงของการทำงานของเครื่องชั่ง
2) กดปุ่ม RE-ZERO ปุ่ม PRINT และปุ่ม On-Off พร้อมกัน กดค้างไว้รอจนเครื่องแสดงข้อความ CHECK เพื่อเปิดเครื่องชั่ง โดยเครื่องจะแสดงหน้าจอ 0.00 g
3) กดปุ่ม PRINT หน้าจอจะแสดง CAL 0
4) กดปุ่ม PRINT เพื่อทำการ Cal 0
   จากนั้น เครื่องจะแสดงน้ำหนักมาตรฐานที่ใช้ในการสอบเทียบสำหรับเครื่องชั่ง
   โดยจะแสดงข้อความ 2,000.00 g
5) วางตุ้มน้ำหนัก 2,000.00 g บนจานชั่ง
6) รอจอภาพแสดงข้อความ END นำตุ้มน้ำหนักออก แล้วปิดเครื่อง

วิธีการใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง : การชั่งน้ำหนัก

1) เปิดเครื่องชั่งทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมงก่อนใช้งาน เพื่อความเที่ยงตรงของการทำงานของเครื่องชั่ง
2) เปิดหน้าจอเครื่องชั่ง โดยกดปุ่ม On-Off รอจนหน้าจอแสดง 0.00 g
3) วางภาชนะลงบนจานชั่ง จอภาพจะแสดงน้ำหนักของภาชนะ ให้กดปุ่ม Re-Zero 1 ครั้ง
   เพื่อให้เครื่องชั่งทำการปรับน้ำหนักภาชนะเป็น 0 และจอภาพจะแสดง 0.00 g
4) ใส่ตัวอย่างที่ต้องการชั่งน้ำหนักในภาชนะ
5) รอให้หน้าจอปรากฏสัญลักษณ์ Stabilization Mark ○ ตรงมุมบนด้านซ้ายของจอภาพก่อน
   จึงอ่านค่าน้ำหนักที่แน่นอน
6) นำภาชนะและตัวอย่างออกจากจานชั่ง และเมื่อไม่ใช้งานเครื่องชั่งแล้วให้กดปุ่ม On-Off
   จอภาพจะแสดงสัญลักษณ์ Standby Indicator ◁ ตรงมุมล่างซ้ายของจอภาพ
   สัญลักษณ์นี้จะยังคงแสดงเมื่อปิดเครื่องแต่ยังต่อปลั๊กไฟอยู่
7) ถอดปลั๊กไฟออก เมื่อสิ้นสุดการใช้งาน

ภาคผนวก 2-2 วิธีการใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง (2 Digit Digital Balance)
ยี่ห้อ A & D รุ่น GF-3002A

ที่มา : เมริทเทค จำกัด, ม.ป.ป.

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

วิธีการใช้เครื่องแปลงไฟฟ้า (Adapter DC 9 V)
ยี่ห้อ The Best รุ่น KMS 4825009002

การเปลี่ยนปลายสายไฟให้เป็นสายไฟปากคีบจระเข้

1) นำสายไฟปากคีบจระเข้ จำนวน 2 เส้น มาเปลี่ยนกับปลายสายไฟเดิมของตัวเครื่อง
2) สายไฟสีดำ ให้ต่อเข้ากับขั้วลบของเครื่องแปลงไฟฟ้า
3) สายไฟสีแดง ให้ต่อเข้ากับขั้วบวกของเครื่องแปลงไฟฟ้า

หมายเหตุ : การเปลี่ยนปลายสายไฟ ต้องทำโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ด้านไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์

วิธีการใช้เครื่องแปลงไฟฟ้า

1) ใช้ปลายปากคีบจระเข้ด้านสีดำ ต่อเข้ากับแผ่นโลหะตัวอย่างแผ่นที่ 1
2) ใช้ปลายปากคีบจระเข้ด้านสีแดง ต่อเข้ากับแผ่นโลหะตัวอย่างแผ่นที่ 2
3) ต่อปลั๊กไฟฟ้า เพื่อให้กระแสไฟฟ้าทำงาน
4) นำแผ่นโลหะตัวอย่างแผ่นที่ 1 และ 2 วางลงในสารละลายตัวอย่าง จับเวลาตามการทดลอง
5) นำแผ่นโลหะตัวอย่างออกจากสารละลายตัวอย่าง
6) ถอดปลั๊กไฟฟ้าออก เมื่อสิ้นสุดการใช้งาน
7) ทำความสะอาดปลายปากคีบจระเข้ โดยนำปลายปากคีบจระเข้ทั้งสองด้าน จุ่มในน้ำกลั่นที่อยู่ในบีกเกอร์ แล้วแกว่งปลายปากคีบจระเข้ทั้งสองอันในน้ำกลั่นเบาๆ จนไม่มีคราบสารละลายปรากฏอยู่
8) ใช้กระดาษทิชชูเช็ดปลายปากคีบจระเข้ทั้ง 2 อันให้แห้ง
9) เก็บเข้าที่เก็บให้เรียบร้อย

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ภาคผนวก 2-3 วิธีการใช้เครื่องแปลงไฟฟ้า (Adapter DC 9 V)
ยี่ห้อ The Best รุ่น KMS 4825009002
ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

วิธีการใช้ตู้ดูดไอสารเคมี (Fume Hood)
ยี่ห้อ Wizard รุ่น WZ-PA series

วิธีการใช้ตู้ดูดไอสารเคมี

1) กดปุ่ม ON-OFF BLOWER เพื่อเปิดมอเตอร์และพัดลมดูดอากาศ
2) กดปุ่ม ON-OFF LIGHT เพื่อเปิดไฟให้แสงสว่างขณะปฏิบัติงาน
3) ใช้เมื่อปฏิบัติงานกับสารเคมีอันตราย สารเคมีที่ติดไฟง่าย หรือมีไอของตัวทำละลายอินทรีย์
4) ปฏิบัติงานในตู้ดูดควัน โดยวางสารเคมี หรืออุปกรณ์ ห่างจากด้านหน้าตู้ ลึกเข้าไปในตู้อย่างน้อย 15 cm เพื่อไม่ให้ไอของสารเคมีออกจากตู้ดูดไอสารเคมี
5) ขณะปฏิบัติงาน ให้เปิดพัดลมของตู้ดูดไอสารเคมี และเลื่อนกระจกด้านหน้าตู้ขึ้นสูงประมาณ 10-12 นิ้ว
6) เมื่อไม่ได้ใช้งานชั่วคราว อาจเลื่อนกระจกหน้าตู้ดูดไอสารเคมีลงมาปิด เพื่อไม่ให้ไอของสารเคมีออกจากตู้
7) ห้ามใช้ตู้ดูดไอสารเคมีเป็นที่เก็บสารเคมีทุกชนิด เนื่องจากทำให้มีพื้นที่การใช้งานน้อยลง และทำให้มีโอกาสติดไฟได้ง่ายขึ้น
8) เมื่อปฏิบัติงานเสร็จแล้ว ให้เก็บสารเคมี อุปกรณ์ต่าง ๆ ออกจากตู้ดูดไอสารเคมี และทำความสะอาดทุกครั้ง
9) กดปุ่ม ON-OFF LIGHT เพื่อปิดไฟ
10) กดปุ่ม ON-OFF BLOWER เพื่อปิดมอเตอร์และพัดลมดูดอากาศ
11) เลื่อนกระจกหน้าตู้ดูดไอสารเคมีลงมาปิดให้เรียบร้อย

หมายเหตุ : ควรมีการตรวจสอบความเร็วพัดลมของตู้ดูดไอสารเคมีเป็นประจำทุกปี
โดยความเร็วหน้าตู้ดูดไอสารเคมี
ต้องไม่น้อยกว่า 100 fpm (Average Face Velocity of 100 Linear Feet per Minute)

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ภาคผนวก 2-4 วิธีการใช้ตู้ดูดไอสารเคมี (Fume Hood) ยี่ห้อ Wizard รุ่น WZ-PA series
ที่มา : เมริทเทค จำกัด, ม.ป.ป.

วิธีการใช้เครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน (Centrifuge)
ยี่ห้อ Hettich รุ่น Universal 32

วิธีการใช้เครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน

1) ต่อปลั๊กไฟฟ้า เพื่อให้เครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอนทำงาน
2) กดปุ่ม ON เพื่อเปิดการทำงานของเครื่อง
3) เปิดฝาเครื่องโดยดันฝาขึ้นด้านบน
4) ใส่ตัวอย่างที่บรรจุอยู่ในหลอดทดลอง ลงไปในช่องรับตัวอย่าง
   โดยการใส่ตัวอย่างจะต้องใส่แบบสมมาตร ให้น้ำหนักรวมของตัวอย่างและหลอดบรรจุตัวอย่าง
   ทั้งสองฝั่งที่ใส่ตรงข้ามกัน มีน้ำหนักเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมากที่สุด
5) ปิดฝาเครื่องลงมาให้สนิทกับตัวเครื่อง
6) กดปุ่ม IMPULS เพื่อเลือกจำนวนรอบการหมุนของเครื่อง
7) กดปุ่ม IMPULS อีก 1 ครั้ง เพื่อตั้งเวลาการทำงานของเครื่อง
8) รอจนเครื่องทำงานเสร็จตามเวลาที่ตั้งไว้และมีเสียงสัญญาณร้องเตือนแสดงการสิ้นสุดการทำงาน
9) เปิดฝาเครื่อง เพื่อนำตัวอย่างออก
10) ปิดฝาเครื่องให้สนิทกับตัวเครื่อง
11) กดปุ่ม OFF เพื่อปิดการทำงานของเครื่อง
12) ถอดปลั๊กไฟฟ้าออก เมื่อสิ้นสุดการใช้งาน

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ภาคผนวก 2-5 วิธีการใช้เครื่องหมุนเหวี่ยงตกตะกอน (Centrifuge) ยี่ห้อ Hettich รุ่น Universal 32
ที่มา : ชัญญาภัค ทับจันทร์, 2566

วิธีการใช้เตาให้ความร้อน (Hot Plate)
ยี่ห้อ E.G.O. รุ่น 18715 (1500w)

วิธีการใช้เตาให้ความร้อน

1) ต่อปลั๊กไฟฟ้า เพื่อให้เตาให้ความร้อนทำงาน
2) หมุนลูกบิดปรับกำลังไฟฟ้า ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ดังนี้

หมายเลขระดับความร้อน	กำลังไฟฟ้า (w)	ประเภทของการใช้งาน
0	0	ปิดการใช้งาน
0.5	140	ความร้อนระดับอ่อนมาก
1	220	ความร้อนระดับอ่อน
1.5	300	ความร้อนระดับปานกลาง
2	800	ความร้อนระดับปานกลางค่อนข้างมาก
2.5	1100	ความร้อนระดับมาก (ต้มน้ำเดือด)
3	1500	ความร้อนระดับมากที่สุด (ต้มน้ำเดือด)

3) ขณะใช้งานต้องระวัง ไม่ให้น้ำหรือของเหลวอื่น ไหลลงบนแผ่นให้ความร้อนหน้าเตา
4) เมื่อปฏิบัติงานเสร็จแล้ว ให้ถอดปลั๊กไฟฟ้าออก และรอให้แผ่นให้ความร้อนหน้าเตาเย็นลง
5) ทำความสะอาดหน้าเตาด้วยการใช้ผ้าชุบน้ำหมาด ๆ เช็ดบนหน้าเตาเบาๆ
6) ทำความสะอาดฐานเตา ด้วยการใช้ผ้าชุบน้ำสบู่ บิดให้หมาด ๆ เช็ดให้เรียบร้อย

หมายเหตุ :

1) ห้ามให้ปลั๊กเสียบหรือสายไฟฟ้าของเตาให้ความร้อนโดนน้ำเป็นอันขาด เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูดหรือลัดวงจร
2) การถอดปลั๊กเตาให้ความร้อน ควรจับที่หัวปลั๊กแล้วดึงออก ห้ามกระชาก
3) ห้ามให้สายไฟของเตาให้ความร้อนสัมผัสกับวัตถุความร้อน หรือแผ่นให้ความร้อนหน้าเตา
4) ห้ามใช้เตาให้ความร้อน เมื่อสายไฟชำรุด หรือเตาให้ความร้อน ตกหล่นหรือชำรุด เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายจากไฟฟ้าดูดหรือลัดวงจร
5) ห้ามต่อปลั๊กเตาให้ความร้อนทิ้งไว้เป็นอันขาด ควรถอดปลั๊กเสียบออกทุกครั้งเมื่อเลิกใช้งาน

ภาคผนวก 2-6 วิธีการใช้เตาให้ความร้อน (Hot Plate) ยี่ห้อ E.G.O. รุ่น 18715 (1500w)
ที่มา : เมริทเทค จำกัด, ม.ป.ป.

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

วิธีการใช้ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven)
ยี่ห้อ Memmert รุ่น UF750

วิธีการใช้ตู้อบลมร้อน

1) ต่อปลั๊กไฟฟ้า เพื่อให้ตู้อบลมร้อนทำงาน
2) เปิดประตูตู้โดยการดึงที่จับด้านหน้าเครื่อง แล้วเปิดออก
3) นำตัวอย่าง เข้าไปวางไว้ในตู้อบ โดยใส่ภาชนะรองให้เรียบร้อย และภาชนะรองต้องทนความร้อน
4) ปิดประตูตู้ โดยการดันที่จับด้านหน้าเครื่องเข้าไป กดปิดประตูให้สนิท
5) กดปุ่ม ON เพื่อเปิดการทำงานของตู้อบลมร้อน
6) กดปุ่มระบบสัมผัสที่ข้อความ TEMP เพื่อปรับตั้งอุณหูมิที่ใช้ในการอบตัวอย่าง โดยการหมุนปรับตั้งอุณหภูมิที่ปุ่มหมุนสำหรับตั้งค่าต่าง ๆ ของเครื่อง
7) กดปุ่มระบบสัมผัสที่ข้อความ TIMER เพื่อปรับตั้งระยะเวลาที่ใช้ในการอบตัวอย่าง โดยการหมุนปรับตั้งเวลาที่ปุ่มหมุนสำหรับตั้งค่าต่าง ๆ ของเครื่อง
8) เมื่อสิ้นสุดการใช้งานตามเวลาที่ตั้งไว้ จะมีเสียงเตือนสิ้นสุดการทำงาน คล้ายเสียงนาฬิกาปลุก
9) เปิดประตูตู้โดยการดึงที่จับด้านหน้าเครื่อง แล้วเปิดออก
10) นำตัวอย่าง ออกจากตู้อบลมร้อน
11) ทำความสะอาดตู้อบลมร้อนให้เรียบร้อย
12) ปิดประตูตู้ โดยการดันที่จับด้านหน้าเครื่องเข้าไป กดปิดประตูให้สนิท
13) กดปุ่ม OFF เพื่อปิดการทำงานของตู้อบลมร้อน
14) ถอดปลั๊กไฟฟ้าออก เมื่อสิ้นสุดการใช้งาน

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ภาคผนวก 2-7 วิธีการใช้ตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ยี่ห้อ Memmert รุ่น UF750
ที่มา : เค.เอส.พี อ๊อคต้าเทค จำกัด, ม.ป.ป.

วิธีการใช้มัลติมิเตอร์แบบเข็ม (Analog Multimeter)
ยี่ห้อ SANWA รุ่น YX360TRF

การวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรง

1) เปิดฝากล่องมัลติมิเตอร์ เพื่อเตรียมพร้อมการใช้งาน
2) ปรับมัลติมิเตอร์ให้เป็นแอมมิเตอร์ โดยการหมุนสวิทช์บนตัวมิเตอร์
   ไปที่ตำแหน่งช่วงการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (DCA) ที่มี 4 ช่วงการวัด
   คือ 0-50 μA, 0-0.25 mA, 0-25 mA และ 0-0.25 A
3) เลือกตำแหน่งที่ต้องการวัดกระแสไฟฟ้า และตรวจสอบทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า
4) เสียบสายวัดมิเตอร์สีดำที่ขั้วลบ และสายวัดสีแดงที่ขั้วบวก เข้ากับมัลติมิเตอร์
5) ตั้งค่าช่วงการวัดที่หมาะสม
   กรณีที่ทราบค่ากระแสในวงจร ควรตั้งช่วงการวัดให้สูงกว่าค่าที่ทราบ
   กรณีที่ไม่ทราบค่ากระแสในวงจร ควรตั้งช่วงการวัดที่สูง ๆ (0-0.25 A) ไว้ก่อน
6) นำสายวัดมิเตอร์ไปต่อแทรกหรือต่อแบบอนุกรม โดยใช้หัววัดแตะบริเวณที่ต้องการวัด
   และต้องการให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าทางขั้วบวกของมัลติมิเตอร์
   หากเข็มวัดตีเกินสเกลต้องรีบเอาสายวัดมิเตอร์ ออกจากวงจรทันที แล้วเลือกช่วงการวัดที่สูงขึ้น
   ก่อนปรับช่วงการวัดใหม่ ต้องเอาสายวัดออกจากวงจรทุกครั้ง
   และต้องแน่ใจว่าค่าที่จะวัดได้นั้นไม่เกินช่วงการวัดที่ปรับตั้งใหม่
7) อ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งการอ่านต้องสัมพันธ์กับช่วงการวัดที่ตั้งไว้ ดังนี้

การอ่านค่ากระแสไฟฟ้าตรงในแต่ละช่วงการวัด

ช่วงการวัด	สเกลที่ใช้อ่าน	การคำนวณหาค่า	ตัวอย่างการคำนวณ หาค่าที่อ่านได้
50 μA	0-50	อ่านค่าจากสเกลที่ใช้อ่านโดยตรง	11.5 μA
0-0.25 mA	0-250	นำค่าที่วัดได้ คูณด้วย 0.01 mA	11.5 x 0.01 mA = 0.115 mA
0-25 mA	0-250	นำค่าที่วัดได้ คูณด้วย 0.1 mA	11.5 x 0.1 mA = 1.15 mA
0-0.25 A (250 mA)	0-250	นำค่าที่วัดได้ คูณด้วย 0.01 A (อ่านค่าจากสเกลที่ใช้อ่านโดยตรง)	11.5 x 0.01 A = 0.115 A = (11.5 mA)

8) เมื่อใช้งานเสร็จ เก็บสายวัดไว้ในช่องเก็บสายวัดในตัวเครื่องให้เรียบร้อย
9) ปิดสวิตช์เครื่อง โดยการหมุนปรับไปที่ปุ่ม OFF
10) ปิดฝากล่องมัลติมิเตอร์ และนำไปเก็บให้เรียบร้อย

ภาคผนวก 2-8 วิธีการใช้มัลติมิเตอร์แบบเข็ม (Analog Multimeter) ยี่ห้อ SANWA รุ่น YX360TRF
ที่มา : ทิวากร สมวรรณ, ม.ป.ป.

วิธีการใช้มัลติมิเตอร์แบบเข็ม (Analog Multimeter)
ยี่ห้อ SANWA รุ่น YX360TRF

การวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสสลับ

1) เปิดฝากล่องมัลติมิเตอร์ เพื่อเตรียมพร้อมการใช้งาน
2) ปรับมัลติมิเตอร์ให้เป็นโวลท์มิเตอร์ก่อน โดยการหมุนสวิทซ์บนตัวมิเตอร์ ไปที่ตำแหน่งช่วงการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ (DCV) ที่มี 7 ช่วงการวัด คือ 0-0.1 V, 0-0.25 V, 0-2.5 V, 0-10 V, 0-50 V, 0-250 V และ 0-1000 V
3) เลือกตำแหน่งที่ต้องการวัดกระแสไฟฟ้า และตรวจสอบทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า
4) สำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าสลับ สามารถต่อโดยให้สายไฟอยู่ข้างใดก็ได้
5) นำสายวัดมิเตอร์ไปต่อแทรกหรือต่อแบบอนุกรม โดยใช้หัววัดแตะบริเวณที่ต้องการวัด หากเข็มวัดตีเกินสเกล ต้องรีบเอาสายวัดมิเตอร์ ออกจากวงจรทันที แล้วเลือกช่วงการวัดที่สูงขึ้น ก่อนปรับช่วงการวัดใหม่ ต้องเอาสายวัดออกจากวงจรทุกครั้ง และต้องแน่ใจว่าค่าที่จะวัดได้นั้นไม่เกินช่วงการวัดที่ปรับตั้งใหม่
6) อ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร ซึ่งการอ่านต้องสัมพันธ์กับช่วงการวัดที่ตั้งไว้ ดังนี้

การอ่านค่ากระแสไฟฟ้าสลับในแต่ละช่วงการวัด

ช่วงการวัด	สเกลที่ใช้อ่าน	การคำนวณหาค่า	ตัวอย่างการคำนวณหาค่าที่อ่านได้
0.1 V	0-10	นำค่าที่วัดได้ คูณด้วย 0.01 V	2 x 0.01 V = 0.02 V
0.25 V	0-250	นำค่าที่วัดได้ คูณด้วย 0.001 V	200 x 0.01 V = 0.2 V
2.5 V	0-250	นำค่าที่วัดได้ คูณด้วย 0.01 V	200 x 0.01 V = 2.00 V
10 V	0-10	อ่านค่าจากสเกลที่ใช้อ่านโดยตรง	2 V
50 V	0-50	อ่านค่าจากสเกลที่ใช้อ่านโดยตรง	20 V
250 V	0-250	อ่านค่าจากสเกลที่ใช้อ่านโดยตรง	200 V
1000 V	0-10	นำค่าที่วัดได้ คูณด้วย 100 V	2 x 100 = 200 V

7) เมื่อใช้งานเสร็จ เก็บสายวัดไว้ในช่องเก็บสายวัดในตัวเครื่องให้เรียบร้อย
8) ปิดสวิตซ์เครื่อง โดยการหมุนปรับไปที่ปุ่ม OFF
9) ปิดฝากล่องมัลติมิเตอร์ และนำไปเก็บให้เรียบร้อย

ภาคผนวก 2-8 (ต่อ)
ที่มา : ทิวากร สมวรรณ, ม.ป.ป.

ภาคผนวก 3
สัญลักษณ์/สูตรเคมี พร้อมคำอ่านชื่อเต็มของสารเคมีที่ใช้ในบทปฏิบัติการ

ลำดับ	สัญลักษณ์ของสารเคมี	ชื่อเต็มภาษาอังกฤษ	ชื่อเต็มภาษาไทย
1	CH_3COOH	Acetic acid	กรดแอซีติก
2	$Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	Aluminium nitrate nonahydrate	อะลูมิเนียมไนเทรต โนนะไฮเดรต
3	NH_4OH	Ammonium hydroxide	แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์
4	$BaCl_2 \cdot 2H_2O$	Barium chloride dihydrate	แบเรียมคลอไรด์ ไดไฮเดรต
5	$CaCl_2$	Calcium chloride	แคลเซียมคลอไรด์
6	$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	Cobalt nitrate hexahydrate	โคบอลท์ไนเทรต เฮกซะไฮเดรต
7	$CuCl_2 \cdot 2H_2O$	Copper (II) chloride dihydrate	คอปเปอร์ (II) คลอไรด์ ไดไฮเดรต
8	C_2H_5OH	Ethanol	เอทานอล
9	HCl	Hydrochloric acid	กรดไฮโดรคลอริก
10	$Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$	Iron (III) nitrate nonahydrate	ไอร์ออน (II) ไนเทรต โนนะไฮเดรต
11	$Pb(NO_3)_2$	Lead nitrate	เลดไนเทรต
12	$HgCl_2$	Mercury (II) chloride	เมอคิวรี (II) คลอไรด์
13	$C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$	Methyl orange indicator	เมทิลออเรนจ์ อินดิเคเตอร์
14	$C_{20}H_{14}O_4$	Phenolphthalein indicator	ฟีนอล์ฟทาลีน อินดิเคเตอร์
15	$KBrO_3$	Potassium bromate	โพแทสเซียมโบรเมต
16	K_2CO_3	Potassium carbonate	โพแทสเซียมคาร์บอเนต
17	K_2CrO_4	Potassium chromate	โพแทสเซียมโครเมต
18	KI	Potassium iodide	โพแทสเซียมไอโอไดด์
19	KNO_3	Potassium nitrate	โพแทสเซียมไนเทรต
20	$KSCN$	Potassium thiocyanate	โพแทสเซียมไธโอไซยาเนต
21	$CH_3COONa \cdot 3H_2O$	Sodium acetate trihydrate	โซเดียมแอซีเตต ไตรไฮเดรต
22	$NaOH$	Sodium hydroxide	โซเดียมไฮดรอกไซด์
23	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	Sodium thiosulfate pentahydrate	โซเดียมไธโอซัลเฟต เพนตะไฮเดรต
24	$C_{12}H_{22}O_{11}$	Starch soluble	สตาร์ช โซลูเบิล
25	H_2SO_4	Sulphuric acid	กรดซัลฟิวริก
26	$C_{27}H_{30}O_5S$	Thymol blue indicator	ไทมอลบลู อินดิเคเตอร์
27	$ZnCl_2$	Zinc chloride	ซิงค์คลอไรด์

ที่มา : ประเสริฐ ศรีไพโรจน์, 2539

ภาคผนวก 4
แบบสำรวจความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ

แบบสำรวจความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ
รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1) เพศ

☐ ชาย ☐ หญิง

2) **ตำแหน่ง**

☐ อาจารย์ ☐ นักศึกษา

3) **หลักสูตร/สาขาวิชา**

☐ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีเพื่ออุตสาหกรรม
☐ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรม
☐ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
☐ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการอุตสาหกรรมวัสดุ
☐ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน
☐ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
☐ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม
☐ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาทรัพยากรประมง
☐ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร
☐ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร

ที่มา : ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง, 2566

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ภาคผนวก 4 (ต่อ)

แบบสำรวจความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ
รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจที่มีต่อนักวิทยาศาสตร์ที่ให้บริการ

1) ความตรงต่อเวลา ความสุภาพ จิตบริการและการติดต่อสื่อสาร
☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ น้อย ☐ ควรปรับปรุง

2) การเตรียมความพร้อมของอุปกรณ์ชุดทดลองในแต่ละบทปฏิบัติการ
☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ น้อย ☐ ควรปรับปรุง

3) ความตั้งใจและความกระตือรือร้นในการควบคุมการปฏิบัติการ
☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ น้อย ☐ ควรปรับปรุง

4) ความรู้ความสามารถในการให้คำแนะนำ การตัดสินใจ และการแก้ปัญหา
☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ น้อย ☐ ควรปรับปรุง

5) ความเชี่ยวชาญในวิชาชีพนักวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม
☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ น้อย ☐ ควรปรับปรุง

ตอนที่ 3 ระดับความพึงพอใจที่มีต่อห้องปฏิบัติการ

1) สภาพห้องปฏิบัติการมีความสะอาดและเป็นระเบียบเรียบร้อย
☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ น้อย ☐ ควรปรับปรุง

2) บรรยากาศมีความเหมาะสมกับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการ
☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ น้อย ☐ ควรปรับปรุง

3) โต๊ะและเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการมีคุณภาพและมาตรฐาน เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา และเหมาะสมกับการเรียนการสอนปฏิบัติการ
☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ น้อย ☐ ควรปรับปรุง

4) ห้องปฏิบัติการมีระบบการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ น้อย ☐ ควรปรับปรุง

ที่มา : ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง, 2566

ภาคผนวก 4 (ต่อ)

แบบสำรวจความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ
รายวิชา 937-012 ปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

ตอนที่ 4 ระดับความพึงพอใจที่มีต่อเครื่องมือวิทยาศาสตร์

1) จำนวนเครื่องมือและอุปกรณ์มีความเพียงพอต่อจำนวนนักศึกษาและเหมาะสำหรับการทดลอง

☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ น้อย ☐ ควรปรับปรุง

2) ความสมบูรณ์และความพร้อมใช้งานของเครื่องมือหรืออุปกรณ์สำหรับการทดลอง

☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ น้อย ☐ ควรปรับปรุง

3) ความทันสมัยของเครื่องมือหรืออุปกรณ์สำหรับการทดลอง

☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ น้อย ☐ ควรปรับปรุง

4) การดูแลรักษาและซ่อมบำรุงให้เครื่องมือหรืออุปกรณ์มีความพร้อมต่อการใช้งานอยู่เสมอ

☐ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้ ☐ น้อย ☐ ควรปรับปรุง

ตอนที่ 5 ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม และสิ่งประทับใจ

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ขอขอบคุณทุกท่านสำหรับการตอบแบบสอบถาม
แบบประเมินความพึงพอใจในการให้บริการบทปฏิบัติการ ประจำปี 2566
ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

ที่มา : ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง, 2566

PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล ชัญญาภัค ทับจันทร์
วัน เดือน ปีเกิด 3 พฤศจิกายน 2521
สถานที่เกิด อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ที่อยู่ปัจจุบัน อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี
สถานที่ทำงาน ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี
เลขที่ 31 หมู่ 6 ตำบลมะขามเตี้ย อำเภอเมืองสุราษฎร์ธานี
จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ประวัติการศึกษา

วุฒิการศึกษา	สาขา	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต	เคมี-ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2544
มัธยมศึกษาตอนปลาย	คณิต-วิทย์	โรงเรียนสุราษฎร์ธานี	2540
มัธยมศึกษาตอนต้น	-	โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา	2538

ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์
ห้องปฏิบัติการเคมี ศูนย์ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และเครื่องมือกลาง
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

ความถนัด วิชาวิทยาศาสตร์ทางด้านเคมีพื้นฐาน
วิชาวิทยาศาสตร์ทางด้านเคมีทั่วไป
ด้านการจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี
ด้านการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการเคมี