



คู่มือปฏิบัติงาน
การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี
สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการ



นายธีรวัฒน์ แก้วทองค์
ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ
งานบริการการศึกษา หมวดห้องปฏิบัติการ
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คำนำ

คู่มือปฏิบัติงาน การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการเล่มนี้ จัดทำขึ้นเป็นเอกสารอ้างอิงในการทำงานในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบกระบวนการทำงานและขั้นตอนการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดข้อผิดพลาดจากการทำงานที่ไม่เป็นระบบ ตลอดจนใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานให้เป็นในรูปแบบเดียวกัน ทำให้การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความสะดวกรวดเร็ว ประหยัดเวลา เนื้อหาของคู่มือครอบคลุมบทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบของงานปฏิบัติการ ภาระงานในหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนและวิธีการเตรียมวิชาปฏิบัติการ รวมถึงปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน

ผู้เขียน หวังว่าคู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่เกี่ยวข้อง ด้านการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการที่สามารถใช้งานได้จริง ช่วยลดปัญหาที่จะมีโอกาสเกิดขึ้นในการปฏิบัติงานได้ อีกทั้ง สามารถนำไปปรับปรุงแก้ไขเพื่อประสิทธิภาพสูงสุดในการปฏิบัติงานต่อไปในภายหน้า

นายธีรวัฒน์ แก้วทองค์
นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ
กุมภาพันธ์ 2565

กิตติกรรมประกาศ

คู่มือปฏิบัติงานเล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นเอกสารอ้างอิงในการทำงานตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ทราบกระบวนการทำงานและขั้นตอนการปฏิบัติงานด้านการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการ คู่มือเล่มนี้จะไม่สามารเกิดขึ้นได้ หากไม่ได้รับการสนับสนุนจากคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในโครงการ “การฝึกอบรมเตรียมความพร้อมบุคลากรสายสนับสนุนวิชาการเพื่อเข้าสู่ตำแหน่งที่สูงขึ้น”

ผู้เขียนขอขอบคุณ คณะบดีคณะเภสัชศาสตร์ ที่ส่งเสริมสนับสนุน และผลักดันให้บุคลากรสายสนับสนุนวิชาการพัฒนาตนเองเข้าสู่ตำแหน่งชำนาญการ

ขอขอบคุณ ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ ทำให้เกิดแรงบันดาลใจ ในการจัดทำคู่มือเล่มนี้ขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณปิ่นพนิต โปมิล เลขานุการคณะเภสัชศาสตร์ ที่ผลักดันให้บุคลากรในหน่วยงานเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่ตำแหน่งชำนาญการ

ขอขอบคุณ ดร.วรพล วิแหลม วิทยากรผู้เชี่ยวชาญและมากประสบการณ์ ที่คอยช่วยแนะนำ ให้คำปรึกษา และช่วยตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาในคู่มือเล่มนี้

สุดท้ายนี้ คุณประโยชน์ที่ได้จากการเขียนคู่มือเล่มนี้ ผู้เขียนขอมอบอุทิศแด่บิดา มารดา ครอบครัว และผู้มีพระคุณทุกท่าน

นายธีรวัฒน์ แก้วทองค์

ผู้เขียน

กุมภาพันธ์ 2565

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	ก
กิตกรรมประกาศ	ข
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของคู่มือ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 คำจำกัดความ/นิยามความหมาย	2
บทที่ 2 โครงสร้างองค์กร และบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	
2.1 โครงสร้างองค์กร	4
2.1.1 โครงสร้างการบริหารองค์กร	5
2.1.2 โครงสร้างขององค์กร	6
2.1.3 โครงสร้างการปฏิบัติงาน	7
2.1.4 วิสัยทัศน์	8
2.1.5 พันธกิจ	8
2.1.6 ประเด็นยุทธศาสตร์	8
2.1.7 ค่านิยมองค์กร	9
2.2 งานบริการการศึกษา	9
2.2.1 โครงสร้างงานบริการการศึกษา	9
2.2.2 ภาระหน้าที่ งานบริการการศึกษา	10
2.2.3 หมวดห้องปฏิบัติการ	11
2.3 เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์	12
2.3.1 ภาระหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ	12
2.3.2 มาตรฐานกำหนดตำแหน่ง	13
2.3.3 มาตรฐานกำหนดตำแหน่งกับภาระงาน	15
2.3.4 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	16
2.3.5 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ	16

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 หลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติงาน	
3.1 ระเบียบ และข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง	17
3.1.1 ระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ	17
3.1.2 ข้อปฏิบัติการใช้ห้องปฏิบัติการสำหรับนักศึกษา	20
3.1.3 ข้อปฏิบัติการใช้ห้องปฏิบัติการสำหรับผู้ปฏิบัติงาน	21
3.2 วิธีการปฏิบัติงาน และขั้นตอนการปฏิบัติงานสำหรับนักวิทยาศาสตร์	24
3.2.1 การจัดเตรียมสารเคมี	24
การคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย	24
3.2.2 เทคนิคในการทดลอง	26
การชั่ง	26
การระเหยสารละลาย	28
การถ่ายเทสารละลาย	29
การให้ความร้อนหรือการต้มสารละลาย	30
การกรอง	30
การใช้ปิเปต	34
การไทเทรต	36
3.3 แผนการดำเนินงาน	39
3.4 ข้อควรระมัดระวัง และสิ่งที่ต้องคำนึงในการปฏิบัติงาน	41
3.4.1 ข้อควรระมัดระวังเมื่อสารเคมีหก	41
3.4.2 อุปกรณ์ความปลอดภัย	42
3.4.3 สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี	46
3.4.4 การปฐมพยาบาลเบื้องต้น	48
3.5 จรรยาบรรณวิชาชีพ	50
บทที่ 4 เทคนิคในการปฏิบัติงาน	
4.1 สัญลักษณ์อธิบายผังกระบวนการ	51
4.2 ตารางแสดงผังกระบวนการ และขั้นตอนปฏิบัติงาน	52
4.2.1 การจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี	52
4.2.2 การจัดซื้ออุปกรณ์และสารเคมี	83
4.2.3 การยืม-คืน เครื่องแก้ว อุปกรณ์ หรือสารเคมี	87
4.2.4 การจองเครื่องมือวิทยาศาสตร์	92

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 เทคนิคในการปฏิบัติงาน	
4.3 วิธีการให้บริการกับผู้รับบริการที่มีความพึงพอใจ	98
4.4 วิธีติดตาม และประเมินผลการปฏิบัติงาน	99
4.5 แนวปฏิบัติที่ดีในการปฏิบัติงาน	99
บทที่ 5 ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไข และการพัฒนางาน	
5.1 ปัญหา อุปสรรคที่พบ และแนวทางการแก้ไข	100
5.2 ข้อเสนอแนะ และแนวทางในการพัฒนางาน	103
บรรณานุกรม	104
ภาคผนวก	109
ประวัติผู้เขียน	

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
ตารางที่ 2.1	มาตรฐานกำหนดตำแหน่งกับภาระงาน	15
ตารางที่ 3.1	แผนการดำเนินงาน	39
ตารางที่ 4.1	สัญลักษณ์อธิบายผังกระบวนการ	51
ตารางที่ 4.2	ผังกระบวนการ การจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี	52
ตารางที่ 4.3	ตัวอย่างคู่มือสรุปการเตรียมปฏิบัติการเภสัชวิเคราะห์ 1 โดยแยกบทปฏิบัติการ	53
ตารางที่ 4.4	รายการเครื่องแก้วและอุปกรณ์ สำหรับประกอบการเรียนวิชาปฏิบัติการ	61
ตารางที่ 4.5	เครื่องแก้วและอุปกรณ์พื้นฐานในการทดลอง	62
ตารางที่ 4.6	เทคนิคการเตรียมสารละลาย	66
ตารางที่ 4.7	สรุปขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์/เครื่องแก้ว สารเคมี และเครื่องมือ	69
ตารางที่ 4.8	ผังกระบวนการ การจัดซื้ออุปกรณ์และสารเคมี	83
ตารางที่ 4.9	ผังกระบวนการ การเบิก/ยืมเครื่องแก้ว อุปกรณ์ หรือสารเคมี	87
ตารางที่ 4.10	ผังกระบวนการ การคืนเครื่องแก้ว อุปกรณ์ หรือสารเคมี	90
ตารางที่ 4.11	ผังกระบวนการ การจองใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์	92
ตารางที่ 5.1	ปัญหา อุปสรรคที่พบ และแนวทางแก้ไข	100

สารบัญรูปภาพ

รูป	หน้า
รูปที่ 2.1 โครงสร้างการบริหารองค์กร	5
รูปที่ 2.2 โครงสร้างการแบ่งส่วนงานภายในสำนักงานเลขานุการ คณะเภสัชศาสตร์	6
รูปที่ 2.3 โครงสร้างการปฏิบัติงานภายในงานบริการการศึกษา	7
รูปที่ 3.1 เครื่องชี้ไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ชนิด 4 ตำแหน่ง	27
รูปที่ 3.2 การระเหยสารสกัดสมุนไพรบนหม้ออังไอน้ำ	28
รูปที่ 3.3 การรินสารละลายและการเทสารละลาย	29
รูปที่ 3.4 การพับกระดาษกรอง	31
รูปที่ 3.5 การพับกระดาษกรองแบบจีบทบ 32 จีบ	31
รูปที่ 3.6 การกรองด้วยแรงโน้มถ่วง	32
รูปที่ 3.7 การกรองแบบสุญญากาศ	32
รูปที่ 3.8 ปีเปต	34
รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการใช้ปีเปต	35
รูปที่ 3.10 บิวเรตและการติดตั้งอุปกรณ์ไทเทรต	36
รูปที่ 3.11 การติดตั้งบิวเรต การบรรจุสารละลาย และลักษณะการจับ Stopcock	37
รูปที่ 3.12 ตู้ดูดควัน	42
รูปที่ 3.13 อ่างล้างตาฉุกเฉิน	42
รูปที่ 3.14 ที่ล้างตัวฉุกเฉิน	43
รูปที่ 3.15 ถังดับเพลิง	43
รูปที่ 3.16 อุปกรณ์ปฐมพยาบาล	44
รูปที่ 3.17 อุปกรณ์สำหรับดูดซับสารเคมี	44
รูปที่ 3.18 อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล	45
รูปที่ 4.1 ภาชนะบรรจุของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการคณะเภสัชศาสตร์	81
รูปที่ 4.2 สมุดบันทึกการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (log book)	82
รูปที่ 4.3 ตัวอย่างการลงบันทึกการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์หลังเสร็จปฏิบัติการ	82
รูปที่ 4.4 ตัวอย่างใบเสนอราคาสารเคมี	84
รูปที่ 4.5 ตัวอย่างการพิมพ์หนังสือขออนุมัติจัดซื้อสารเคมีเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน	85
รูปที่ 4.6 ตัวอย่างเอกสารรายงานผลการตรวจรับพัสดุ	86
รูปที่ 4.7 ตัวอย่างแบบฟอร์มยืมวัสดุ/อุปกรณ์ และเครื่องแก้ว	88
รูปที่ 4.8 การคืนเครื่องแก้ว	91
รูปที่ 4.9 QR Code การจองใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์	93

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
รูปที่ 4.10 ตัวอย่างตารางการจูงใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์	93
รูปที่ 4.11 ตัวอย่างแบบฟอร์มขอใช้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์	94
รูปที่ 4.12 การกรอกแบบฟอร์มการจูงผ่าน QR Code หน้าเครื่องมือ	94
รูปที่ 4.13 ป้ายเตือนเครื่องมือชำรุด	95
รูปที่ 4.14 ปฏิทินการจูงใช้งานเครื่องมือ	95
รูปที่ 4.15 ตารางจูงเครื่องมือผ่าน QR Code	96
รูปที่ 4.16 ผู้รับบริการเข้าใช้งานเครื่องมือที่จูง	96
รูปที่ 4.17 แผ่นป้ายติดหน้าเครื่องมือเมื่อมีการจูงใช้งาน	97
รูปที่ 4.18 การลงบันทึกการใช้งานเครื่องมือในสมุดบันทึกการใช้งาน (log book)	97

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ได้มีการออกคำสั่งหมายเลข 1540/2554 เมื่อวันที่ 8 กันยายน 2554 เพื่อแต่งตั้งกรรมการก่อตั้งคณะเภสัชศาสตร์ โดยมีศาสตราจารย์ ดร. เกษัชกรณรงค์ สาริสุต เป็นประธานกรรมการและมีกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิมาจากหลายสถาบันร่วมเป็นกรรมการ เพื่อดำเนินการจัดทำข้อเสนอโครงการจัดตั้งคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และจัดทำหลักสูตรเภสัชศาสตรบัณฑิต

ต่อมา สภามหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มีมติให้ความเห็นชอบอนุมัติการจัดตั้งคณะเภสัชศาสตร์ เมื่อวันที่ 30 เมษายน 2555 ขึ้นเป็นส่วนงานภายในภายใต้การกำกับของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยอาศัยอำนาจตามพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2531 มาตรา 8 และมาตรา 18 (3) และมีมติให้ความเห็นชอบอนุมัติหลักสูตรเภสัชศาสตรบัณฑิต (หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2556)⁽¹⁾ ซึ่ง มีระยะเวลาการศึกษา 6 ปี ให้สอดคล้องกับเกณฑ์การจัดการเรียนการสอนที่กำหนดโดยสภาเภสัชกรรม แห่งประเทศไทย และเริ่มดำเนินการรับนักศึกษาเข้าศึกษาในหลักสูตรเภสัชศาสตรบัณฑิต ในปี พ.ศ. 2556 ต่อมา ในปีการศึกษา 2563 คณะเภสัชศาสตร์ ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรเป็น หลักสูตรเภสัชศาสตรบัณฑิต (หลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2563)

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มีความพร้อมด้านสถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือ วิทยาศาสตร์ที่ครบครันและทันสมัย พร้อมสนับสนุนการเรียนการสอน งานวิจัย รวมถึงงานบริการ ชุมชน ในการดำเนินการจัดการเรียนการสอนนั้นมีทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิด ประสบการณ์การเรียนรู้ครอบคลุมในทุก ๆ ด้าน มีความเหมาะสมที่จะนำไปประกอบวิชาชีพได้ หมดงานห้องปฏิบัติการ เป็นส่วนหนึ่งในการสนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการ ซึ่งในการ เตรียมวิชาปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนมีกระบวนการทำงาน และขั้นตอนที่ค่อนข้างยุ่งยาก ซับซ้อน อาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความผิดพลาดในการทำงานได้ เพราะต้องมีการทดลองปฏิบัติการ การจัดเตรียมสารเคมี วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยผู้ปฏิบัติงานนอกจากมีทักษะการ ปฏิบัติงานแล้ว ควรมีทักษะการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น เพื่อป้องกันความเสียหายระหว่างการปฏิบัติงาน

ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ และได้ปฏิบัติหน้าที่รับผิดชอบงานดังกล่าวมาเป็นระยะเวลานาน พร้อมทั้งมีประสบการณ์ ความสำเร็จ ความเชี่ยวชาญเพียงพอ ทำให้ทราบถึงกระบวนการทำงานที่เหมาะสม จึงเห็นควรจัดทำคู่มือ ปฏิบัติงานการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการขึ้น

(1) คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. *ประวัติความเป็นมา*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://pharm.tu.ac.th/aboutus>

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการทำงาน
2. เพื่อให้ทราบกระบวนการทำงานและขั้นตอนการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดข้อผิดพลาดจากกระบวนการทำงานที่ไม่เป็นระบบได้
3. เพื่อใช้เป็นเอกสารอ้างอิงในการทำงาน
4. เป็นแนวทางในการบริหารจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.3 ขอบเขตของคู่มือ

การจัดทำคู่มือปฏิบัติงานในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตำแหน่งที่สนับสนุนการเรียนการสอนในวิชาปฏิบัติการ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เป็นแนวทางการทำงาน ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดกระบวนการทำงานของการเตรียมปฏิบัติการ ในแต่ละรายวิชาที่ได้รับมอบหมาย ตามภาระหน้าที่ โดยมีเนื้อหาครอบคลุม ดังต่อไปนี้

- 1) บทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบของงานปฏิบัติการ
- 2) ภาระงานในหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์
- 3) ขั้นตอนและวิธีการเตรียมวิชาปฏิบัติการ
- 4) ปัญหา อุปสรรค แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้คู่มือปฏิบัติงานที่ถูกต้อง ทำให้การปฏิบัติงานมีมาตรฐานเดียวกัน
2. สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดขั้นตอนการปฏิบัติงานที่ยุ่งยากซับซ้อนได้
3. มีเอกสารประกอบการอ้างอิงในการปฏิบัติงาน
4. ได้รับประโยชน์สูงสุดจากการจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ

1.5 คำจำกัดความ/นิยามความหมาย

“ห้องปฏิบัติการ” หมายถึง สถานที่ซึ่งใช้สำหรับการเรียนการสอน การวิจัย การทดลอง ของ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เช่น ห้องปฏิบัติการเภสัชเคมีและเภสัชเวท ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีเภสัชกรรม ห้องปฏิบัติการยาเม็ด ห้องปฏิบัติการยาฉีด ห้องปฏิบัติการเภสัชกรรมปฏิบัติ ห้องเครื่องมือกลาง

“ปฏิบัติการ” หมายถึง การนำความรู้ที่ได้จากการเรียนภาคทฤษฎี มาลงมือกระทำ ดำเนินการ โดยมีการวางแผนไว้ก่อนล่วงหน้า

“อุปกรณ์” หมายถึง เครื่องมือ เครื่องใช้ วัสดุที่ใช้สำหรับการฝึกปฏิบัติการ

“สารเคมี” หมายถึง ธาตุหรือสารประกอบที่รวมกันด้วยพันธะทางเคมี ที่มีสูตรโครงสร้างทางเคมีและสมบัติทางกายภาพและทางเคมีเฉพาะตัว

“สารละลาย (solution)” หมายถึง สารเนื้อเดียวที่ไม่บริสุทธิ์ เกิดจากสารตั้งแต่ 2 ชนิด ขึ้นไปมารวมกัน สารละลายแบ่งส่วนประกอบได้ 2 ส่วนคือ ตัวทำละลายและตัวถูกละลาย ⁽²⁾

“ตัวทำละลาย (solvent)” หมายถึง สารที่มีความสามารถในการทำให้สารต่าง ๆ ละลายได้โดยไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับสารนั้น ⁽²⁾

“ตัวถูกละลาย (solute)” หมายถึง สารที่ถูกตัวทำละลาย ละลายให้กระจายออกไปทั่วในตัวทำละลายโดยไม่ทำปฏิกิริยาเคมีต่อกัน ⁽²⁾

“น้ำยาทดสอบ (Reagent)” หมายถึง สารเคมีที่ใช้เป็นตัวกระทำปฏิกิริยา การวิเคราะห์ทดลอง และการสังเคราะห์ทางเคมี

“อินดิเคเตอร์ (Indicator)” หมายถึง สารเคมีที่เติมลงไปในการละลายขณะทำไทเทรตซึ่งสารดังกล่าวสามารถเปลี่ยนสีได้เมื่อถึงจุดยุติ (End Point) โดยส่วนใหญ่จะเป็นสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อนมีสมบัติเป็นกรดอ่อนหรือเบสอ่อน

“สารละลายมาตรฐาน (standard solution)” หมายถึง สารละลายที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน

“การไทเทรต (Titration)” หมายถึง กระบวนการทางเคมีวิเคราะห์เพื่อหาความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการทราบความเข้มข้น โดยการเติมสารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นจนกระทั่งเกิดการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ (Indicator) แสดงว่าถึงจุดยุติ (End Point) โดยที่สารไทเทรนต์จะบรรจุอยู่ในบิวเรต

“ไทเทรนต์ (Titrant)” หมายถึง สารละลายที่เติมจากบิวเรตระหว่างทำการไทเทรต

“บิวเรต (Buret)” หมายถึง เครื่องแก้วที่มีลักษณะเป็นท่อทรงสูงที่มีขีดสเกลในหน่วยมิลลิลิตร และ 0.1 มิลลิลิตร ตรงปลายมีส่วนควบคุมการปิด-เปิดของเหลวได้

⁽²⁾ คณิงนิจ พจนานุกรม. (2564). *คู่มือปฏิบัติงาน การจัดการห้องปฏิบัติการเคมี*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์. หน้า 11 (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://st.nsr.u.ac.th/manual/Pojararawan.pdf>

บทที่ 2

โครงสร้างองค์กร และบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

2.1 โครงสร้างองค์กร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้รับการจัดตั้ง เมื่อวันที่ 30 เมษายน 2555 ซึ่งเป็นส่วนงานภายในภายใต้การกำกับของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และได้รับการรับรองจากสภาเภสัชกรรม เมื่อวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2556 คณะเภสัชศาสตร์มีพันธกิจสำคัญในการผลิตเภสัชกรที่มีคุณภาพ เป็นไปตามมาตรฐานวิชาชีพที่กำหนดโดยสภาเภสัชกรรม ในปัจจุบันหลักสูตรเภสัชศาสตรบัณฑิตเป็นหลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2563 ใช้เวลาศึกษาตามหลักสูตร 6 ปี เปิดสอนใน 2 สาขาวิชา คือ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม (Pharmaceutical Sciences) และสาขาวิชาการบริหารเภสัชกรรม (Pharmaceutical Care)

คณะเภสัชศาสตร์ มีความพร้อมด้านสถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัย เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนรู้และก้าวทันเทคโนโลยี ตลอดจนการพัฒนาเพื่อเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 รวมถึงการจัดเตรียมสถานปฏิบัติการเภสัชกรรมชุมชน (ร้านยาโอสโตม) ซึ่งจะใช้เป็นแหล่งเรียนรู้และเตรียมความพร้อมในการปฏิบัติงานในวิชาชีพของนักศึกษาเภสัชศาสตร์ นอกจากนี้ คณะเภสัชศาสตร์ ได้จัดตั้งศูนย์วิจัยเฉพาะทางและศูนย์บริการวิชาการขึ้นภายในคณะ โดยนำความรู้ และทักษะที่เป็นจุดเด่นของคณาจารย์ ทั้งด้านวิทยาศาสตร์เภสัชกรรมและการบริหารทางเภสัชกรรม มาบูรณาการเพื่อการวิจัยอย่างเป็นระบบ และถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ชุมชนและสังคม รวมทั้งส่งเสริมการศึกษาต่อเนื่องให้แก่บุคลากรในวิชาชีพเภสัชศาสตร์ โดยมีเป้าหมายสำคัญเพื่อให้คนไทยมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นตามนโยบายและแผนด้านเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติของประเทศไทย⁽³⁾

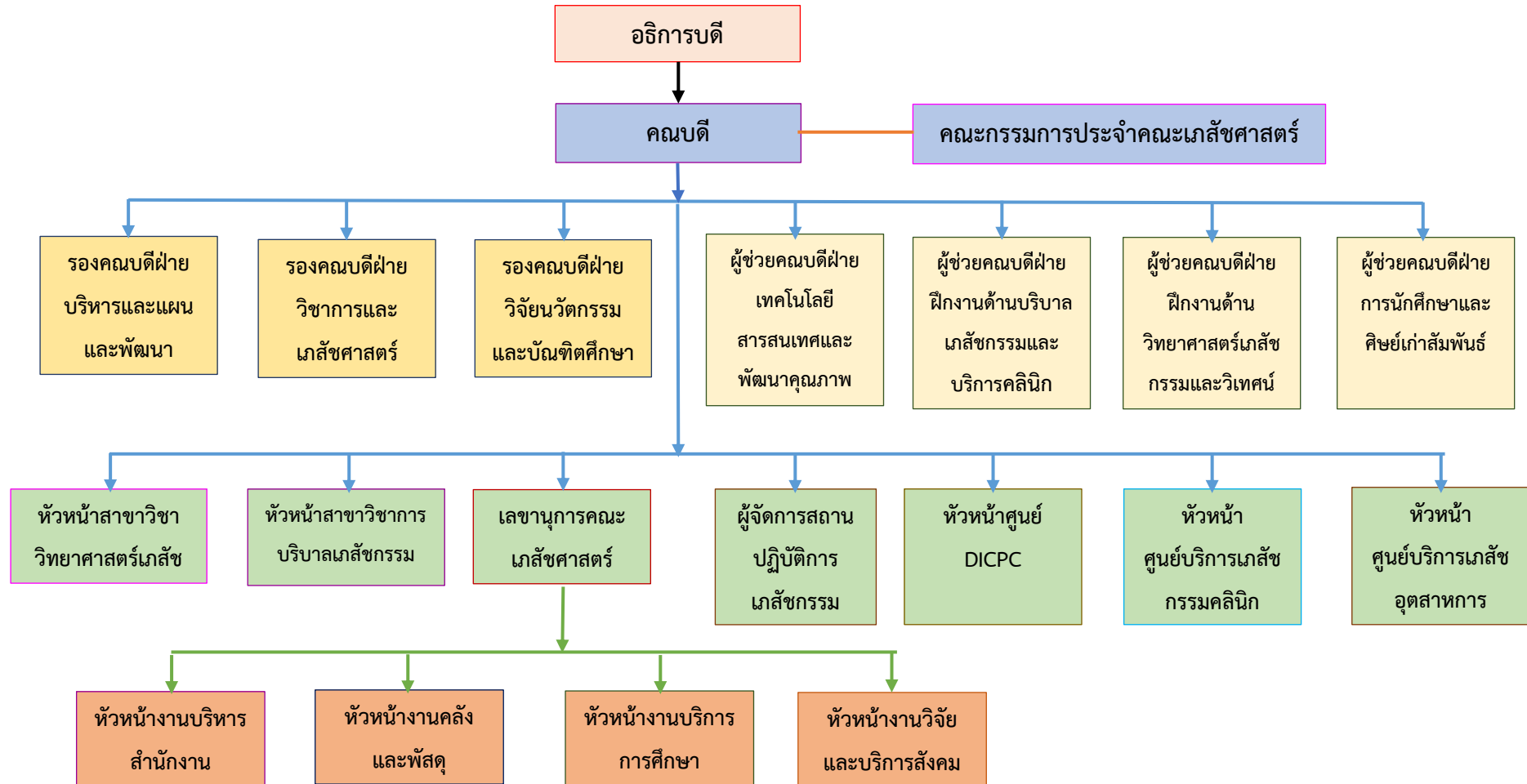
โครงสร้างการปฏิบัติงานของคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประกอบด้วย 1 สำนักงาน 2 สาขาวิชา 1 สถานปฏิบัติการเภสัชกรรมชุมชน และ 3 ศูนย์บริการ ตามแผนภูมิรูปที่ 2.1

โครงสร้างของสำนักงานเลขานุการคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประกอบไปด้วยบุคลากรสายสนับสนุน 4 งานหลัก คือ งานบริหารสำนักงาน งานบริการการศึกษา งานคลังและพัสดุ และงานวิจัยและบริการสังคม ตามแผนภูมิรูปที่ 2.2

โครงสร้างการปฏิบัติงานของงานบริการการศึกษา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ แบ่งออกเป็น 6 หมวด คือ หมวดการศึกษาระดับปริญญาตรี หมวดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา หมวดกิจการนักศึกษา หมวดฝึกปฏิบัติงานวิชาชีพ หมวดธุรการงานบริการศึกษา และหมวดห้องปฏิบัติการ ตามแผนภูมิรูปที่ 2.3

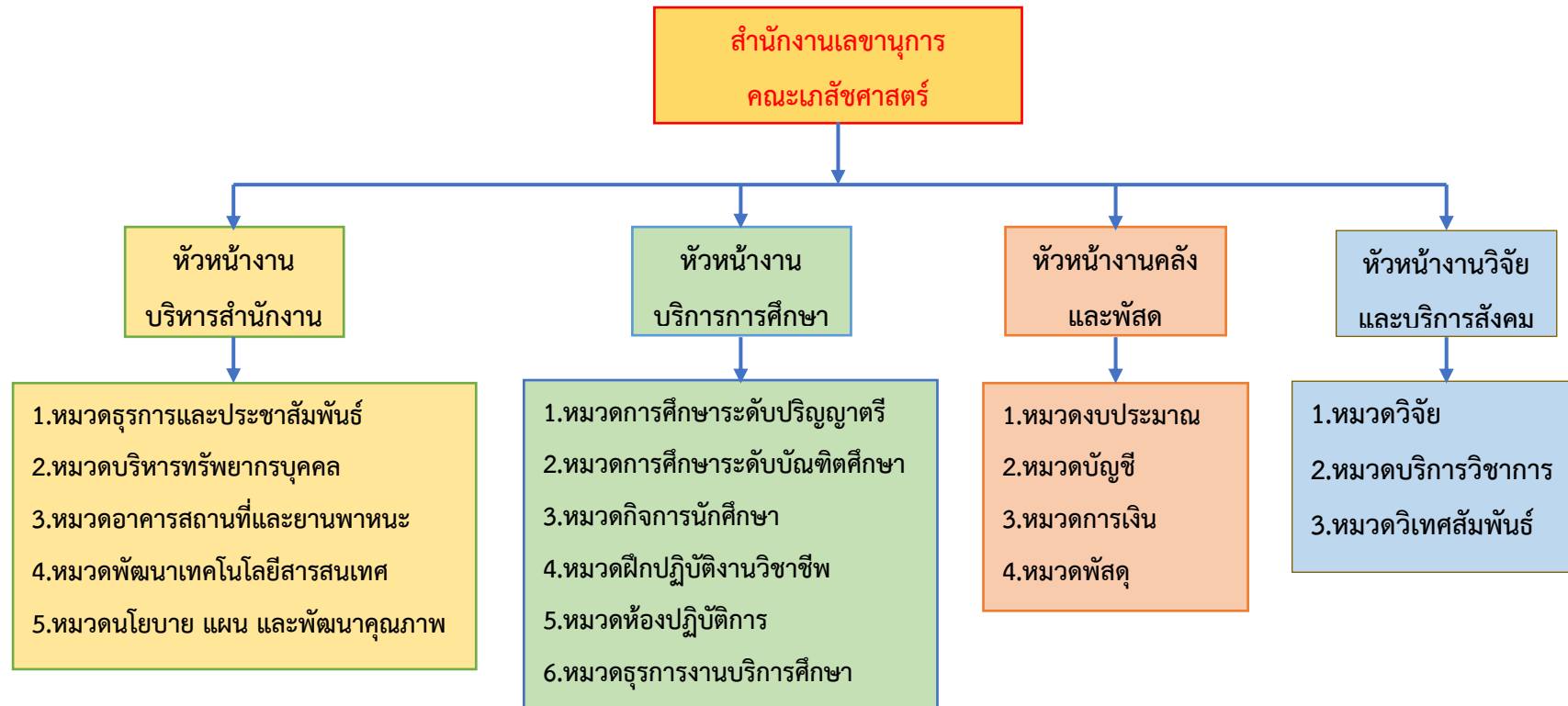
(3) ดัดแปลงจาก : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. *สารสนเทศจากคณบดี*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://pharm.tu.ac.th/deanmessage>

2.1.1 โครงสร้างการบริหารองค์กร (Administration Chart)



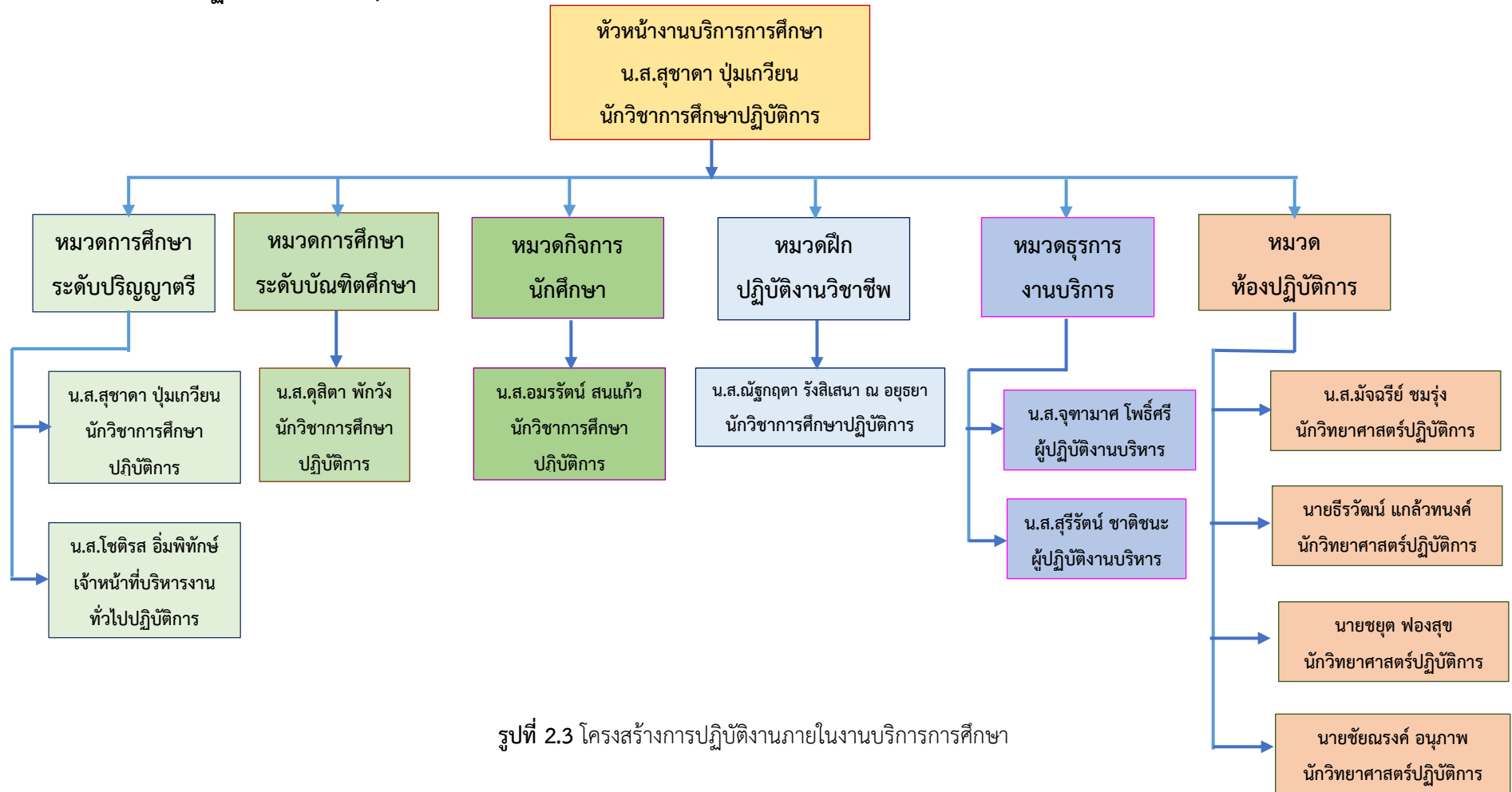
รูปที่ 2.1 โครงสร้างการบริหารองค์กร

2.1.2 โครงสร้างขององค์กร (Organization Chart)

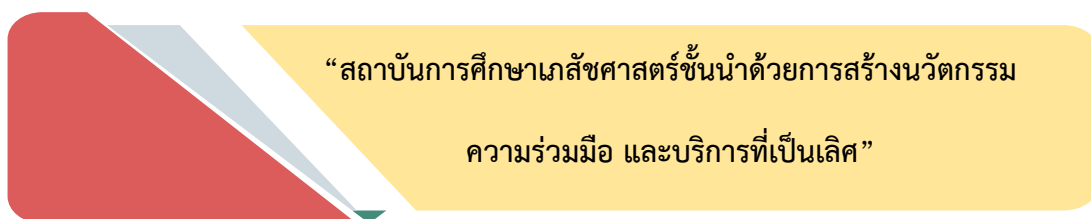


รูปที่ 2.2 โครงสร้างการแบ่งส่วนงานภายในสำนักงานเลขาธิการคณะเภสัชศาสตร์

2.1.3 โครงสร้างการปฏิบัติงาน (Activity Chart)



2.1.4 วิสัยทัศน์ คณะเภสัชศาสตร์ ⁽⁴⁾



2.1.5 พันธกิจ ⁽⁴⁾

1. ผลิตเภสัชกรที่มีสมรรถนะตามมาตรฐานวิชาชีพและมีคุณลักษณะ GREATS
2. งานวิจัยด้านเภสัชศาสตร์ ที่มีคุณภาพและตอบสนองความต้องการของประเทศ
3. วิชาการแก่ชุมชนและสังคม เพื่อให้เกิดการใช้ยาอย่างมีคุณภาพและปลอดภัย

2.1.6 ประเด็นยุทธศาสตร์ ⁽⁴⁾

ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 1 : การจัดการหลักสูตรที่ส่งเสริมสมรรถนะของผู้เรียนและระบบการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

เป้าประสงค์ : มีความสามารถตามเกณฑ์วิชาชีพ มีจรรยาบรรณและจริยธรรมวิชาชีพ มีทักษะด้านภาษาและการสื่อสาร มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีและสารสนเทศ มีความเป็นผู้นำและความสามารถในการเป็นผู้ประกอบการ

ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 2 : การส่งเสริมการสร้างผลงานวิจัยและนวัตกรรมที่เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน

เป้าประสงค์ : มีการสร้างผลงานวิจัยหรือนวัตกรรมได้รับการเผยแพร่และนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในระดับชาติและนานาชาติ

ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 3 : สร้างเครือข่ายความร่วมมือทั้งภายใน/ภายนอกประเทศ และการสร้างความเป็นนานาชาติ

เป้าประสงค์ : เกิดการสร้างความร่วมมือทางวิชาการ การสร้างงานวิจัยและนวัตกรรม ทั้งภายในและภายนอกประเทศ

ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 4 : การบริการวิชาการที่มีคุณภาพและตอบสนองต่อความต้องการของสังคม

เป้าประสงค์ : เพื่อให้บริการวิชาการที่มีคุณภาพแก่ชุมชน สังคม วิชาชีพและภาคอุตสาหกรรม

ประเด็นยุทธศาสตร์ที่ 5 : การพัฒนาองค์กรสู่ความมั่นคงและยั่งยืนด้วยการบริหารจัดการที่มีคุณภาพ และธรรมาภิบาล

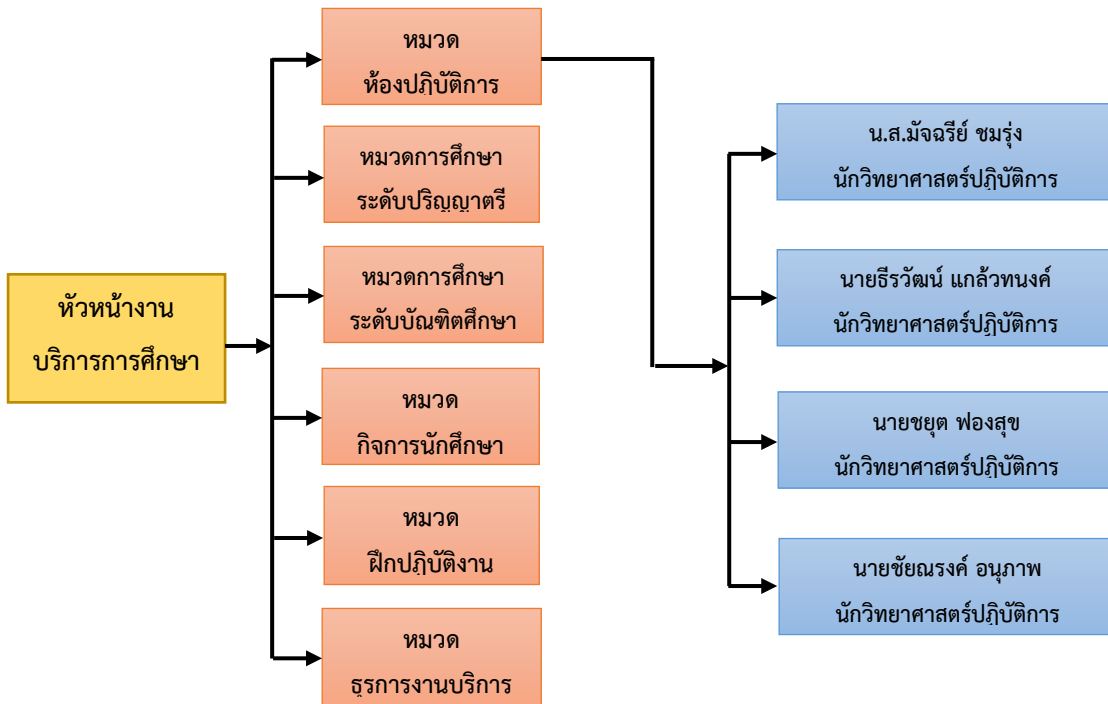
เป้าประสงค์ : บุคลากรทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมในการดำเนินการของคณะ ผู้บริหารและบุคลากรมีความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน คณะเป็นองค์กรคุณภาพ

2.1.7 ค่านิยมองค์กร ⁽⁴⁾



2.2 งานบริการการศึกษา

2.2.1 โครงสร้างงานบริการการศึกษา



⁽⁴⁾ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. *วิสัยทัศน์/พันธกิจ*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://pharm.tu.ac.th/vision>

2.2.2 ภาระหน้าที่ งานบริการการศึกษา

ภาระหน้าที่หลัก

1. สนับสนุนการพัฒนาและปรับปรุงหลักสูตรทุกหลักสูตรระดับปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา
2. สนับสนุนเรื่องการจัดการเรียนการสอนและงานทะเบียน ระดับปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา
3. สนับสนุนการวัดและประเมินผลระดับปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษาทุกหลักสูตร
4. ดำเนินการสอบคัดเลือกนักศึกษาระดับปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา
5. ทำสัญญานักศึกษาระดับปริญญาตรี
6. ดำเนินการเรื่องการใช้ทุนนักศึกษาระดับปริญญาตรี
7. ดำเนินการจัดหาและประสานแหล่งฝึกปฏิบัติงานวิชาชีพ
8. สนับสนุนการพัฒนาห้องปฏิบัติการ การจัดการห้องปฏิบัติการปลอดภัย
9. สนับสนุนและพัฒนาการประกันคุณภาพระดับหลักสูตรและ การตรวจประเมินสถาบันของสภาเภสัชศาสตร์
10. ดำเนินการและจัดกิจกรรม/โครงการ ทุนของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา
11. สนับสนุนและดำเนินการจัดทำงานวิจัยด้านเภสัชศาสตร์ศึกษาประเมินหลักสูตรติดตามประเมินบัณฑิต และผู้ใช้บัณฑิต ระดับปริญญาตรี และระดับบัณฑิตศึกษา
12. สนับสนุนพัฒนาอาจารย์ ทุนการศึกษาต่อทุนศึกษาต่อระดับปริญญาเอกภายในประเทศ ทุนจัดทำตำราและสื่อการสอนของอาจารย์
13. ประสานงานการประเมินการสอนของอาจารย์ และการประเมินผลงานวิชาการด้านตำรา และสื่อการสอน เพื่อขอตำแหน่งทางวิชาการ
14. สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรวุฒิปัตร์แสดงความรู้ความชำนาญวิทยาลัยเภสัชบำบัดแห่งประเทศไทย
15. สนับสนุนโครงการอบรมระยะสั้น ร่วมกับสภาเภสัชกรรม
16. สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนโครงการตลาดวิชา

ภาระหน้าที่อื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

1. ดำเนินการจัดสอบคัดเลือกร่วมกับกลุ่มสถาบันแพทยศาสตร์แห่งประเทศไทย
2. ดำเนินการจัดสอบความรู้ผู้ขอขึ้นทะเบียนและรับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพเภสัชกรรม
3. จัดสร้างระบบประเมินผลรายวิชา ประเมินอาจารย์ผู้สอน
4. ตรวจกระดาษคำตอบรายวิชาชีพของคณะเภสัชศาสตร์

2.2.3 หมวดห้องปฏิบัติการ

ภาระงานหลัก

ปฏิบัติงานในหน้าที่นักวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน งานวิจัย และกิจกรรมต่าง ๆ ของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม กำกับดูแลความสะอาด ระเบียบร้อย และความพร้อมสำหรับการใช้งานห้องปฏิบัติการ เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานห้องปฏิบัติการ

รายละเอียดลักษณะงาน :

1. สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการ งานวิจัย และกิจกรรมของหน่วยงาน
2. จัดการ ดูแลห้องปฏิบัติการให้พร้อมสำหรับการใช้งานอยู่ตลอดเวลา
3. ดูแลการใช้ห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ
4. จัดทำข้อควรปฏิบัติ ประกาศ แบบฟอร์มต่าง ๆ ของงานห้องปฏิบัติการ
5. จัดทำแผนปฏิบัติงานของงานห้องปฏิบัติการ ติดตาม และประเมินผล
6. จัดทำระบบการใช้งานและการดูแลรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ของคณะฯ
 - (1) จัดทำคู่มือการใช้งาน และเอกสารแสดงสถานะการใช้งาน พร้อมทั้งจัดทำบันทึกการใช้งานของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ณ จุดใช้งาน
 - (2) ดูแล รับผิดชอบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมอบหมาย
 - (3) สำรอง ตรวจสอบ สรุปลงและรายงานผลการสำรอง และการแจ้งจำหน่ายประจำปี
 - (4) จัดทำแผนการตรวจสอบและบำรุงรักษาประจำปี และประสานงานการซ่อมบำรุงเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ได้รับมอบหมาย
7. จัดทำระบบ ควบคุม ดูแล ตรวจสอบ การเบิก จ่าย สารเคมี และวัสดุวิทยาศาสตร์ รวมทั้งสรุปรายงานผลการดำเนินงานประจำปี
8. จัดทำระบบ ควบคุม ดูแล ตรวจสอบ การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งสรุปรายงานผลการดำเนินงานประจำปี
9. จัดทำระบบ ควบคุม ดูแล ตรวจสอบ การจัดการความปลอดภัยเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ
 - (1) พัฒนามาตรฐานระบบกายภาพและระบบความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ
 - จัดทำแผนปฏิบัติงานของงานห้องปฏิบัติการ งานด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และการติดตามประเมินผล
 - จัดทำระเบียบ ข้อควรปฏิบัติ ประกาศ แบบฟอร์มต่าง ๆ
 - ประเมินความเสี่ยงห้องปฏิบัติการ
 - (2) จัดทำระบบจัดการสารเคมี ของเสียอันตราย ขยะติดเชื้อ และของเสียจากสารกัมมันตรังสี
 - (3) จัดฝึกอบรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการแก่นักศึกษา รวบรวมและรายงาน safety folio

- (4) สำรวจ จัดทำอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยรวมถึงครุภัณฑ์ที่จำเป็นด้านความปลอดภัย
10. ควบคุม ดูแล พัฒนาระบบฐานข้อมูลของงานห้องปฏิบัติการ
 - (1) ฐานข้อมูลเครื่องมือวิทยาศาสตร์
 - (2) ฐานข้อมูลสารเคมี และวัสดุวิทยาศาสตร์
 - (3) ฐานข้อมูลการจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ
 11. มีการพัฒนาศักยภาพของตนเองตลอดเวลา
 12. ปฏิบัติงานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

2.3 เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

2.3.1 ภาระหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบ

2.3.1.1 ภาระหน้าที่หลัก

1. การจัดเตรียมวิชาปฏิบัติการ โดยการประสานงานและทำการวางแผน จัดเตรียมอุปกรณ์ น้ำยาทดสอบ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิบัติการด้านการวิเคราะห์ทดสอบ วินิจฉัยทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนการจัดทำรายงานเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการ แต่ละภาคการศึกษา ดังต่อไปนี้

- วิชาปฏิบัติการการควบคุมคุณภาพเภสัชภัณฑ์ 1-2
- วิชาปฏิบัติการเภสัชวิเคราะห์ 1-2
- วิชาปฏิบัติการเภสัชพฤกษศาสตร์
- วิชาปฏิบัติการเภสัชเวช
- วิชาเทคนิคทางเภสัชเวช
- วิชาเภสัชกรรมแผนไทย
- วิชาการสังเคราะห์ยา
- วิชายาฉีดผสม

2. แนะนำการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือ ข้อควรระวังในการใช้งาน อุปกรณ์ประกอบในการใช้งานเครื่องมือ

3. บริหารจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการให้พร้อมใช้งาน และจัดทำโปรแกรมดูแลรักษาและการสอบเทียบเครื่องมือ ตลอดจนตารางการจองเครื่องมือวิทยาศาสตร์

4. จัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (SOP) ภายในห้องเครื่องมือกลาง

5. จัดทำรายการสารเคมี การแยกประเภทสารเคมีภายในห้องปฏิบัติการ

6. ดูแลการจัดเก็บของเสียอันตราย และการกำจัดของเสียภายในห้องปฏิบัติการ

7. ดำเนินการขออนุมัติจัดซื้ออุปกรณ์ เครื่องแก้วและสารเคมีที่ใช้ภายในห้องปฏิบัติการ

8. ดูแลความเรียบร้อยภายในห้องปฏิบัติการ และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
9. ให้บริการยืม-คืน เครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์
10. อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์แก่คณาจารย์ และนักศึกษา
11. เป็นผู้ช่วยสอนและฝึกภาคปฏิบัติให้แก่นักศึกษา

2.3.1.2 ภาระหน้าที่อื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

1. เป็นคณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะครุภัณฑ์/การจัดซื้อ และการตรวจรับครุภัณฑ์
2. เป็นกรรมการคุมสอบกลางภาค/ปลายภาค
3. งานประชุมวิชาการ และงานด้านบริการสังคม
4. งานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

2.3.2 มาตรฐานกำหนดตำแหน่ง ⁽⁵⁾

ตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง กองทรัพยากรมนุษย์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กำหนดบทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ ไว้ดังต่อไปนี้

หน้าที่ความรับผิดชอบหลัก

ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานระดับต้นที่ต้องใช้ความรู้ ความสามารถทางวิชาการในการทำงาน ปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภายใต้การกำกับ แนะนำ ตรวจสอบ และปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย โดยมีลักษณะงานที่ปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านปฏิบัติการ

(1) ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และร่วมดำเนินการวิจัย เผยแพร่ผลงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสร้างองค์ความรู้และพัฒนาอุตสาหกรรม

(2) วิเคราะห์ ทดสอบ ตรวจสอบ ตรวจวัด ตรวจสอบพิสูจน์ วินิจฉัย ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของวัตถุตัวอย่าง สอบเทียบเครื่องมือ อุปกรณ์วัด เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จัดทำฐานข้อมูลห้องปฏิบัติการ ส่งเสริมพัฒนาห้องปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

(3) ให้บริการวิชาการด้านต่าง ๆ ให้คำปรึกษา แนะนำ ในการปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ระดับรองลงมาและแก่นักศึกษาที่มาฝึกปฏิบัติงาน ตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง

2. ด้านการวางแผน

วางแผนการทำงานที่รับผิดชอบ ร่วมวางแผนการทำงานของหน่วยงานหรือโครงการ เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

3. ด้านการประสานงาน

(1) ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างทีมงานหรือหน่วยงาน ทั้งภายในและภายนอก เพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้

(2) ชี้แจงและให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่บุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจและความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

4. ด้านการบริการ

(1) ให้คำปรึกษา แนะนำเบื้องต้น เผยแพร่ ถ่ายทอดความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีรวมทั้งตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้ผู้รับบริการได้รับทราบข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์

(2) จัดเก็บข้อมูลเบื้องต้น และให้บริการข้อมูลทางวิชาการ เกี่ยวกับงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้บุคลากรทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน นักศึกษา ตลอดจนผู้รับบริการได้รับทราบข้อมูลและความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ สอดคล้อง และสนับสนุนภารกิจของหน่วยงาน และใช้ประกอบการพิจารณากำหนดนโยบาย แผนงาน หลักเกณฑ์ มาตรการต่าง ๆ

คุณสมบัติเฉพาะสำหรับตำแหน่ง

มีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังต่อไปนี้

(1) ได้รับปริญญาตรีหรือเทียบได้ไม่ต่ำกว่านี้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

(2) ได้รับปริญญาโทหรือเทียบได้ไม่ต่ำกว่านี้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

(3) ได้รับปริญญาเอกหรือเทียบได้ไม่ต่ำกว่านี้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหรือในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

ความรู้ความสามารถ ทักษะ และสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับตำแหน่ง

ความรู้ ความสามารถ ทักษะ และสมรรถนะ ที่จำเป็นสำหรับตำแหน่งให้เป็นไปตามที่สภาสถาบันอุดมศึกษากำหนด

(5) กองทรัพยากรมนุษย์ ม.ธรรมศาสตร์. (2561). มาตรฐานกำหนดตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์. หน้า10-11 (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://203.131.211.58/hrtuweb/content/job_qualification/files/20.%20%E0%B8%99%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B9%8C.pdf

2.3.3 มาตรฐานกำหนดตำแหน่งกับภาระงาน

จากมาตรฐานกำหนดตำแหน่งข้างต้น เชื่อมโยงสู่ภาระงานที่ปฏิบัติเกี่ยวกับการเตรียมวิชาปฏิบัติการรายวิชาเภสัชวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานกำหนดตำแหน่งกับภาระงาน

มาตรฐานกำหนดตำแหน่ง	ภาระงาน
1. ด้านการปฏิบัติ	<ol style="list-style-type: none"> 1. การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ นํ้ายาทดสอบและสารเคมีต่าง ๆ สำหรับการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ 2. จัดทำรายงานเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการ 3. เป็นผู้ช่วยสอนและฝึกภาคปฏิบัติให้แก่นักศึกษา เพื่อถ่ายทอดความรู้ในงานวิทยาศาสตร์ 4. จัดทำรายการสารเคมี การแยกประเภทสารเคมีภายในห้องปฏิบัติการ 5. ดูแลความเรียบร้อยภายในห้องปฏิบัติการให้พร้อมใช้งานและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
2. ด้านการวางแผน	<ol style="list-style-type: none"> 1. บริหารจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ วัสดุ อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการให้พร้อมใช้งาน 2. จัดแผนการดูแลรักษาและสอบเทียบเครื่องมือวิทยาศาสตร์
3. ด้านการประสานงาน	<ol style="list-style-type: none"> 1. ประสานงานกับอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาปฏิบัติการเพื่อดำเนินการจัดการเรียนการสอน 2. ประสานงานการขออนุมัติจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมีที่ใช้ภายในห้องปฏิบัติการ 3. ประสานงานการแจ้งซ่อมบำรุงเครื่องมือวิทยาศาสตร์
4. ด้านการบริการ	<ol style="list-style-type: none"> 1. แนะนำการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ขั้นตอนการทำงานของเครื่องมือ ข้อควรระวังในการใช้งาน อุปกรณ์ประกอบในการใช้งานเครื่องมือ 2. อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์แก่คณาจารย์ และนักศึกษา 3. ให้บริการยืม-คืน เครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

2.3.4 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบมีบทบาทหน้าที่ที่สำคัญในการกำกับดูแลให้ทำงานสำเร็จ ดังนี้

1. ศึกษาและทำความเข้าใจในบทปฏิบัติการและทฤษฎีพื้นฐานที่จำเป็นต้องใช้ในการจัดเตรียมปฏิบัติการ
2. ศึกษาตารางเรียนในแต่ละภาคการศึกษา และศึกษา มคอ. 3 ในรายละเอียดของวิชาปฏิบัติการตามที่ได้รับมอบหมาย เพื่อวางแผนการจัดเตรียมวัสดุ/อุปกรณ์ น้ำยาทดสอบ และสารเคมีต่าง ๆ สำหรับการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ
3. กำกับ ดูแลห้องปฏิบัติการ การใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ วัสดุ/อุปกรณ์ และสารเคมีให้พร้อมใช้งาน
4. ดูแล อำนวยความสะดวกแก่นักศึกษาและอาจารย์ในขณะที่ใช้ห้องปฏิบัติการ
5. วางแผนการใช้วัสดุ/อุปกรณ์ และสารเคมีในห้องปฏิบัติการให้เกิดประโยชน์สูงสุด
6. ควบคุม ดูแล ตรวจสอบ การยืม-คืน เครื่องแก้ว/อุปกรณ์แก่นักศึกษา/อาจารย์
7. เป็นผู้ช่วยคุมสอนวิชาปฏิบัติการ และผู้ช่วยคุมสอบวิชาปฏิบัติการ หรือวิชาต่าง ๆ ในสาขาวิชาที่จัดสอบ
8. จัดทำระบบจัดการสารเคมีและของเสียอันตรายภายในห้องปฏิบัติการ

2.3.5 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ

จากบทบาทหน้าที่ นำมาสู่ลักษณะงานที่ปฏิบัติเกี่ยวกับการจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการ ดังนี้

1. สนับสนุนการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการ โดยมีหน้าที่รับผิดชอบปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานระดับต้นที่เกี่ยวกับงานด้านวิทยาศาสตร์ มีประสบการณ์และความชำนาญด้านห้องปฏิบัติการ เพื่อให้สามารถจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ น้ำยาทดสอบและสารเคมีต่าง ๆ สำหรับการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการได้อย่างถูกต้อง
2. บริหารจัดการห้องปฏิบัติการให้เรียบร้อยเป็นระเบียบพร้อมใช้งาน เช่น การจัดวางเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ การล้างทำความสะอาดอุปกรณ์หลังใช้งาน การยืม-คืนอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ดำเนินการขออนุมัติจัดซื้อวัสดุ/อุปกรณ์ และสารเคมีภายในห้องปฏิบัติการ ดูแลความปลอดภัยเบื้องต้นของห้องปฏิบัติการ
3. บริหารจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้พร้อมใช้งาน เช่น การจัดทำแผนการตรวจสอบและบำรุงรักษาประจำปี การประสานงานการซ่อมบำรุงเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ชำรุด พร้อมทั้งจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องเครื่องมือกลาง
4. ดูแลการแยกประเภทของเสียอันตราย จัดหาภาชนะ การจัดเก็บของเสีย และสถานที่จัดเก็บของเสียอันตรายเพื่อนำไปบำบัดต่อไป

บทที่ 3

หลักเกณฑ์และวิธีปฏิบัติงาน

เพื่อให้การจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้อง มีหลักเกณฑ์ และวิธีการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

- 3.1 ระเบียบ และข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง
- 3.2 วิธีการปฏิบัติงาน และขั้นตอนการปฏิบัติงาน
- 3.3 แผนการดำเนินงาน
- 3.4 ข้อควรระมัดระวัง และสิ่งที่ต้องคำนึงในการปฏิบัติงาน
- 3.5 จรรยาบรรณวิชาชีพ

3.1 ระเบียบ และข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 ระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มีข้อควรปฏิบัติสำหรับการใช้บริการ ซึ่งนักศึกษา คณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ต้องปฏิบัติตาม ดังต่อไปนี้

1. ห้องปฏิบัติการจะเปิดให้ใช้บริการในวัน และเวลาราชการ (จันทร์-ศุกร์ เวลา 08.30-16.30น.) โดยผู้ที่ต้องการใช้ห้องปฏิบัติการ ต้องแจ้งนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้เปิดห้องปฏิบัติการ สำหรับนักศึกษา ต้องขออนุญาตจากนักวิทยาศาสตร์ก่อนใช้ และถ้าจำเป็นต้องปฏิบัติงานหลังเวลาเลิกงานหรือวันหยุด นักศึกษาต้องได้รับอนุญาตจากอาจารย์หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรมเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อใช้ห้องปฏิบัติการก่อน และนักศึกษาต้องลงนามในสมุดการใช้งานห้องปฏิบัติการทุกครั้งที่ใช้ห้องปฏิบัติการนอกเหนือตารางเรียน

2. ผู้ใช้ห้องปฏิบัติการควรมีความพร้อมก่อนเข้าปฏิบัติการ ได้แก่ ศึกษาข้อมูลการปฏิบัติการมาก่อน วิธีการใช้เครื่องมือ รวมทั้งข้อมูลของสารเคมีที่จะใช้จาก Material Safety Data Sheet (MSDS) ซึ่งจะให้ข้อมูลของความเป็นพิษ และการปฐมพยาบาลเบื้องต้น ทั้งนี้หากสงสัยขั้นตอนใดให้สอบถามอาจารย์หรือนักวิทยาศาสตร์

3. ห้ามสูบบุหรี่ นำอาหาร และเครื่องดื่มเข้าไปรับประทานในห้องปฏิบัติการโดยเด็ดขาด

4. ไม่ส่งเสียงดัง และห้ามวิ่งเล่น และไม่รบกวนผู้อื่นขณะปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

5. แต่งกายสุภาพเรียบร้อย ไม่ใส่กางเกงขาสั้น รองเท้าแตะ และรองเท้าส้นสูง ให้สวมรองเท้าหุ้มส้น และสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลก่อนการปฏิบัติการ ได้แก่ เสื้อกาวน์ ถุงมือ แวนตานิรภัย หน้ากากนิรภัย หรือหมวกคลุมผมทุกครั้งปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

6. กรณีที่ทำการทดลองกับสารที่ทำให้เกิดก๊าซ กลิ่น ไอกรด ให้ทำในตู้ดูดควัน (ให้ศึกษาวิธีใช้ในคู่มือการใช้ตู้ดูดควัน)

7. เมื่อเกิดการขัดข้องของเครื่องมือหรือสิ่งอำนวยความสะดวกในห้องปฏิบัติการ ไม่ว่าจะมากหรือน้อย ต้องแจ้งนักวิทยาศาสตร์หรืออาจารย์ ให้ทราบทันที

8. ไม่ควรทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเพียงลำพัง แต่ถ้าจำเป็นต้องแจ้งนักวิทยาศาสตร์หรืออาจารย์ทราบ เพื่อความปลอดภัย

9. ต้องรับผิดชอบ ดูแลความเรียบร้อยในการเปิด-ปิดก๊อกน้ำ ไฟฟ้า และทำความสะอาดบริเวณโต๊ะปฏิบัติการ พื้นห้อง เครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์ให้เรียบร้อย พร้อมทั้งบันทึกการใช้เครื่องมือลงในสมุดประจำเครื่องทุกครั้งที่ใช้งาน

10. หากเกิดความเสียหายต่อเครื่องมือ อุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการ โดยพิจารณาแล้วว่าเป็นเหตุเนื่องมาจากความประมาทเลินเล่อ ผู้ขอใช้บริการต้องรับผิดชอบค่าเสียหายตามที่เกิดขึ้นจริง

11. การเก็บสารเคมีในตู้เย็นเฉพาะอาจารย์และเจ้าหน้าที่ ควรมีฉลากระบุชื่อสารเคมี และชื่อผู้นำมาเก็บ

12. การทิ้งสารเคมีที่เป็นอันตราย ควรทิ้งให้เหมาะสมตามคุณสมบัติและความเป็นอันตรายของสารเคมีนั้น ๆ ได้แก่

12.1 สารละลายประเภทกรด เบส ทำให้สารละลายเป็นกลางด้วยสารละลายที่เหมาะสม ก่อนทิ้งลงท่อระบายน้ำพร้อมกับเปิดน้ำตามในปริมาณมาก

12.2 สารเคมีประเภทสารอินทรีย์/สารอนินทรีย์ ให้ทิ้งในภาชนะ Waste ประเภทสารอินทรีย์/อนินทรีย์ ตามลำดับ

12.3 สารประกอบอินทรีย์ของธาตุฮาโลเจน ให้ทิ้งในภาชนะ waste ประเภทฮาโลเจน

12.4 ของเสียที่มีไอออนของโลหะหนัก ให้ทิ้งในภาชนะ Waste ประเภทโลหะหนัก

12.5 ของเสียที่มีสารประกอบของสารจูลินทรีย์ที่มีอันตราย ของเสียที่เกิดจากการเลี้ยงเชื้อจูลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ ให้ดำเนินการฆ่าเชื้อโดยวิธี Autoclave ที่ 121°C นาน 15 นาที ก่อนนำไปทิ้ง

13. ถ้ามีเหตุฉุกเฉิน ต้องการความช่วยเหลือให้แจ้ง

13.1 นักวิทยาศาสตร์

13.2 หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม

13.3 ศูนย์รักษาความปลอดภัย มธ. โทร 0-2564-4407 ภายใน 1000, 1234

13.4 โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ โทร 0-2926-999

ขั้นตอนการเบิก/ยืม วัสดุและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

1. ขอรับแบบฟอร์มใบเบิก/ยืม จากเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ หรือดาวน์โหลดได้จากเว็บไซต์ คณะเภสัชศาสตร์ และ moodle ของวิชาเรียน

2. กรอกรายละเอียดให้ครบถ้วน โดยระบุ รายการอุปกรณ์ ขนาด ปริมาตร และจำนวน ที่ต้องการเบิกลงในแบบฟอร์ม

3. สำหรับนักศึกษาให้นำแบบฟอร์มที่กรอกสมบูรณ์แล้วไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ลงนามรับรองในแบบฟอร์ม ก่อนนำมาทำการยืมทุกครั้ง

4. นำใบเบิก-ยืมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มายื่นล่วงหน้ากับนักวิทยาศาสตร์ในวัน - เวลาราชการ อย่างน้อย 2 วันทำการ

- ❖ การยื่นแบบฟอร์มให้ยื่น 2 ฉบับ คือ ตัวจริง และถ่ายเอกสาร 1 ชุด โดยทาง ห้องปฏิบัติการจะเก็บตัวจริงไว้ แล้วให้นักศึกษาเก็บฉบับถ่ายเอกสารในวันที่รับของ
- ❖ ส่งแบบฟอร์มวันจันทร์จะได้รับของวันพุธ
- ❖ ส่งแบบฟอร์มวันพุธจะได้รับของวันศุกร์
- ❖ ส่งแบบฟอร์มวันศุกร์จะได้รับของวันพุธของสัปดาห์ต่อไป

5. เตรียมรถเข็นหรือตะกร้าเพื่อใส่อุปกรณ์วิทยาศาสตร์มาด้วย

6. เวลาเบิก-ยืม/ คืน

ช่วงเช้า : 9.00 – 10.00 น.

ช่วงบ่าย: 14.00 – 15.00 น.

7. หากไม่มารับของภายในวันที่กำหนด ทางห้องปฏิบัติการจะเก็บคืนและต้องทำการยืมใหม่อีกครั้ง

การคืนวัสดุ/อุปกรณ์วิทยาศาสตร์

1. แจ้งนักวิทยาศาสตร์ว่าต้องการคืน

2. สามารถคืนเครื่องแก้วได้ 2 วัน/สัปดาห์ คือวันพุธและวันศุกร์ มาคืนในวันและเวลาราชการ

ช่วงเช้า 9.00 – 10.00 น.

ช่วงบ่าย 14.00 – 15.00 น.

3. สำหรับเครื่องแก้วที่มีระยะเวลาในการคืน ต้องนำมาคืนตามระยะเวลาที่กำหนด หากไม่คืน ในระยะเวลาที่กำหนด จะถูกปรับเงินเป็นวัน ตามข้อกำหนดของเครื่องแก้วแต่ละชิ้น

4. อุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่นำมาคืนต้องมีสภาพเหมือนเดิมทุกประการ หากมีการชำรุด แตกเสียหาย ผู้ยืมต้องรับผิดชอบในการจัดหาอุปกรณ์มาทดแทน โดยที่คุณภาพของอุปกรณ์ เครื่องมือ ต้องไม่ต่ำกว่าของที่ชำรุด หรือต้องชดใช้ค่าเสียหายตามราคาของในปัจจุบัน

3.1.2 ข้อปฏิบัติการใช้ห้องปฏิบัติการสำหรับนักศึกษา

ก่อนเข้าห้องปฏิบัติการ

1. อ่านประกาศหน้าห้องปฏิบัติการก่อนเริ่มปฏิบัติการทุกครั้ง เพราะอาจเกี่ยวข้องกับ การทดลองในวันนั้น ๆ
2. ศึกษาหลักการ และวิธีการทดลองให้เข้าใจ
3. เขียนรายงานเตรียมไว้ตามรูปแบบที่กำหนด มีขั้นตอนการทดลองอย่างย่อ ให้ดูง่าย และชัดเจน มีตารางสำหรับกรอกข้อมูล และเขียนวิธีการคำนวณเตรียมไว้ให้เรียบร้อย
4. วางแผน จัดลำดับขั้นตอนและเวลาการทดลองให้เหมาะสม
5. เตรียมอุปกรณ์และเครื่องแก้วที่จำเป็นต้องใช้ให้พร้อม

ช่วงระหว่างการปฏิบัติการ

1. ความสะอาดบริเวณโต๊ะปฏิบัติการ และเตรียมอุปกรณ์ เครื่องแก้วต่าง ๆ ให้พร้อม เช่น จัดวางเครื่องแก้วเฉพาะที่ต้องใช้บนผ้าพลาสติกให้เป็นระเบียบ เพื่อความสะดวกในการหยิบใช้ และป้องกันการตกลงมาแตก ของใช้ส่วนตัวอย่างอื่นที่ไม่จำเป็นในการทดลอง ควรเก็บใส่ตู้ หรือชั้นวางของที่จัดไว้ให้
2. เขียนฉลากชื่อสารเคมี/สารละลาย บนเครื่องแก้วทุกชิ้น ด้วยปากกาเคมีที่ล้างด้วยน้ำไม่ออก อย่างชัดเจน เพื่อป้องกันการสับสน และปิดภาชนะใส่สารละลายด้วยกระดาษฟิวส์
3. ต้องระมัดระวังในการหยิบใช้สารเคมีทุกครั้ง ให้อ่านฉลากขวดสารเคมีก่อน ระหว่าง และหลังใช้
4. ใช้เครื่องแก้วอย่างระมัดระวัง และถูกวิธี เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น
5. บันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองทันทีด้วยปากกา ห้ามใช้ดินสอ กรณีที่มีการแก้ไขข้อมูล ให้ขีดฆ่าด้วยเส้นตรงเส้นเดียว และเขียนข้อมูลที่ถูกต้องไว้เหนือข้อมูลเก่า

หลังการปฏิบัติการ

1. คำนวณและเขียนรายงานผลการทดลอง สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง พร้อมทั้ง ข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้อง
2. ทำความสะอาดอุปกรณ์และเครื่องแก้ว โต๊ะปฏิบัติการ และบริเวณพื้นที่ทำงาน เก็บอุปกรณ์ เข้าที่หรือคืนเจ้าหน้าที่ ปิดกุญแจตู้ ตรวจสอบก๊าซ/เตาไฟฟ้า และน้ำประปาว่าปิดเรียบร้อยแล้วทุกครั้ง ที่ทำการทดลองเสร็จ

3.1.3 ข้อปฏิบัติการใช้ห้องปฏิบัติการสำหรับผู้ปฏิบัติงาน

ข้อปฏิบัติทั่วไปสำหรับเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน

1. สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลก่อนปฏิบัติงาน เช่น เสื้อกาวน์ แวนตานิรภัย หน้ากากนิรภัย ถุงมือป้องกันสารเคมี เป็นต้น
2. สวมรองเท้าหุ้มส้นแบบส้นเตี้ย ตลอดเวลาในห้องปฏิบัติการ
3. ล้างมือทุกครั้งที่ทำกรทดลองเสร็จ ก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ
4. ไม่ปฏิบัติงานตามลำพังในห้องปฏิบัติการ แต่ถ้าจำเป็นต้องแจ้งเพื่อนร่วมงานให้ทราบก่อน เพื่อความปลอดภัย
5. ห้ามสูบบุหรี่ นำอาหาร และเครื่องดื่มเข้าไปรับประทานในห้องปฏิบัติการโดยเด็ดขาด
6. กรณีผอมยาว ให้รวบผมให้เรียบร้อยขณะทำงาน

ข้อปฏิบัติของการทำงานกับเครื่องมือและสารเคมีในห้องปฏิบัติการ

1. ศึกษาวิธีปฏิบัติในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับสารอันตรายสูง โดยศึกษาจาก MSDS
2. ศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และเครื่องแก้วอย่างถูกต้อง
3. มีป้ายแจ้งกิจกรรมที่กำลังปฏิบัติงานที่เครื่องมือ พร้อมชื่อและหมายเลขโทรศัพท์ของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน
4. จัดพื้นที่ทำงานให้เป็นระเบียบ

ข้อควรปฏิบัติก่อนการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ⁽⁶⁾

1. เตรียมคู่มือปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการให้พร้อม
2. สำรองห้องปฏิบัติการ พร้อมทั้งบ่งชี้ความเป็นอันตรายที่อาจทำให้เกิดอันตรายหรืออุบัติเหตุ
3. ควบคุมหรือลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น โดยจัดพื้นที่ทำงานให้สะอาดเป็นระเบียบ ติดป้ายเครื่องหมายอันตรายหรือเตือนภัย และสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่จำเป็นในระหว่างปฏิบัติการ
4. กำกับ ดูแลให้ผู้ปฏิบัติงานปฏิบัติตามกฎความปลอดภัย
5. ตรวจสอบอุปกรณ์ช่วยเหลือฉุกเฉิน เช่น อ่างล้างตา ฝักบัวล้างตัว ถังดับเพลิงให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ

ข้อควรปฏิบัติระหว่างปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ⁽⁶⁾

ในขณะที่นักศึกษา กำลังทำการทดลอง ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่กำกับดูแลและอำนวยความสะดวกแก่อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษา เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปด้วยความเรียบร้อยในเวลาที่กำหนด และมีประสิทธิภาพ โดยการปฏิบัติดังนี้

1. ให้คำแนะนำนักศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการทดลองทาง โดยยึดวิธีการทดลองตามคู่มือปฏิบัติการเป็นหลัก กำกับดูแลไม่ให้นักศึกษาทำการอื่นใดนอกเหนือจากที่ระบุไว้ เพื่อป้องกันความผิดพลาดหรืออาจเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง อันจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ทำการทดลอง และเกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินได้

2. การอำนวยความสะดวกระหว่างการปฏิบัติการทดลอง จัดหาอุปกรณ์หรือสารเคมีเพิ่มเติม ให้เพียงพอต่อการใช้งาน ดูแลนักศึกษาให้ปฏิบัติตามระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด

3. การแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าระหว่างการปฏิบัติการทดลอง การเผชิญเหตุที่อาจเกิดขึ้น ระหว่างการทำการทดลอง เช่น

3.1 เครื่องมือที่ใช้ไฟฟ้าเกิดการช็อตหรือไฟรั่ว ให้ตัดไฟทันทีแล้วเปลี่ยนเครื่องใหม่ (หากมี) ติดป้ายระบุ “ชำรุด” เครื่องที่เสียเพื่อรอดำเนินการซ่อมแซมให้ใช้งานได้ตามปกติ

3.2 การเกิดไอระเหยสารเคมีในปริมาณหนาแน่น ให้พานักศึกษาออกให้พ้นบริเวณ เร่งระบาย อากาศในห้องปฏิบัติการออกโดยเร็ว โดยการเปิดประตู หน้าต่าง ใช้พัดลมระบายอากาศช่วยดึงอากาศ ออกจากห้องจนกว่าจะหมดกลิ่น จึงสามารถใช้ห้องปฏิบัติการได้ตามปกติ

3.3 การจัดการสารเคมีหกหรือไหล ให้ปิดกั้นมิให้ผู้อื่นอยู่ในบริเวณที่สารเคมีหก หากมีผู้สัมผัส สารเคมีและได้รับอันตราย นำผู้ป่วยออกจากบริเวณ ทำการปฐมพยาบาลเบื้องต้นและนำส่งโรงพยาบาล ทันที จัดเก็บหรือกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสมเพื่อป้องกันการรั่วไหลสู่สิ่งแวดล้อม และรายงาน เหตุให้ผู้บังคับบัญชาทราบ

ข้อควรปฏิบัติหลังการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ⁽⁶⁾

หลังเสร็จการเรียนการสอนปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่กำกับดูแลภายในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

1. ดูแลนักศึกษาเก็บล้างทำความสะอาดเครื่องแก้ว อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และเครื่องมือพื้นฐาน ดูแลการจัดเก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เรียบร้อย

2. ให้คำแนะนำนักศึกษาในการจัดการกับของเสียที่เกิดจากการทดลองทางเคมี โดยแยก ของเสียใส่ภาชนะบรรจุที่จัดเตรียมไว้ให้ โดยแบ่งแยกตามความเป็นอันตราย ส่วนของเสียที่สามารถ ทิ้งลงท่อระบายน้ำได้ ให้ดำเนินการอย่างเหมาะสม เช่น ของเสียที่เป็นกรด-ด่าง ให้ทำให้เป็นกลางก่อน ทิ้งลงท่อระบายน้ำ แล้วเปิดน้ำตามมาก ๆ

3. กำกับดูแลการทำความสะดวกพื้นที่ที่ใช้ทำการทดลอง ดูแลการจัดวางสิ่งของในห้องปฏิบัติการ ให้ถูกต้องตำแหน่ง เพื่อความเป็นระเบียบพร้อมใช้งานอยู่เสมอ

4. ดูแลการถอดปลั๊ก ปิดสวิตช์ไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ และปิดก๊อกน้ำ ก่อนออกจาก ห้องปฏิบัติการ

(6) ดัดแปลงจาก : คณิงนิจ พจนะลาวัฒน์. (2564). *คู่มือปฏิบัติงาน การจัดการห้องปฏิบัติการเคมี*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, หน้า 10-18. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://st.nsr.u.ac.th/manual/Pojanarawan.pdf>

จากข้อควรปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการเพื่อความปลอดภัย สำหรับนักศึกษา และผู้ปฏิบัติงานข้างต้น สามารถสรุปออกเป็น 3 ด้านหลัก ๆ ได้ดังนี้

1. ด้านกายภาพ

ผู้ปฏิบัติงานต้องรู้แผนผังอาคาร แผนผังห้องปฏิบัติการ ทางเข้า ทางออก ทางหนีไฟ และ ตำแหน่งอุปกรณ์ความปลอดภัย เช่น อ่างล้างต้วฉุคฉน อ่างล้างตาฉุคฉน ถังดับเพลิง จุดทิ้งของเสีย อันตราย เป็นต้น

2. ด้านการแต่งกาย

ผู้ปฏิบัติงานต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลตลอดระยะเวลาที่ทำการทดลอง และวิจัย เช่น เสื้อกาวน์ แว่นตานิรภัย ถุงมือป้องกันสารเคมี หน้ากาก รองเท้าหุ้มส้น

3. ด้านการปฏิบัติการ

ผู้ปฏิบัติงาน ห้ามนำอาหารและเครื่องดื่มมาทานในห้องปฏิบัติการอย่างเด็ดขาด ระหว่างการทดลองต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวัง ไม่ประมาทเลินเล่อ หรือหยอกล้อกัน ในกรณีทำการทดลองที่เกี่ยวข้องกับสารที่มีกลิ่นรุนแรง ไอกรด สารระเหยง่าย หรือเป็นแก๊สพิษให้ทำการทดลองในตู้ดูดควัน หากมีสารเคมีหกต้องรีบทำความสะอาดทันที ด้วยวิธีที่เหมาะสม และทิ้งสารเคมีอันตรายตามประเภทในภาชนะที่ห้องปฏิบัติการเตรียมไว้ให้

หากผู้ปฏิบัติงาน เกิดอุบัติเหตุในขณะที่ทำการทดลองไม่ว่าจะเล็กน้อย เช่น เครื่องแก้วแตก เศษแก้วบาดขวดสารเคมีแตก กรดหกรดร่างกาย สารเคมีกระเด็นเข้าตา เศษแก้วบาด ขวดสารแตก เป็นต้น ต้องรายงานอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทุกครั้งต่ออาจารย์ผู้ควบคุมปฏิบัติการ หรือนักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการ

เมื่อทำการทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ทดลองล้างอุปกรณ์ เครื่องมือ และทำความสะอาดพื้นที่หรือบริเวณที่ทดลอง ปิดน้ำ ปิดแก๊ส ปิดไฟ เมื่อทำการทดลองเสร็จ และต้องล้างมือให้สะอาดด้วยสบู่หรือน้ำยาล้างมือทุกครั้งก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

3.2 วิธีการปฏิบัติงาน และขั้นตอนการปฏิบัติงานสำหรับนักวิทยาศาสตร์

3.2.1 การจัดเตรียมสารเคมี

ในการเตรียมสารเคมีที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการ มีสารเคมีหลากหลายชนิด ซึ่งสารเคมีแต่ละชนิดมีคุณสมบัติเฉพาะตัวและความเป็นอันตรายที่แตกต่างกัน สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง นั่นคือ การนำสารเคมีมาใช้ในการทำการทดลองอย่างถูกต้องถูกวิธีและปลอดภัย ต่อผู้ทำการทดลอง ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ที่มีหน้าที่เตรียมสารเคมี สารละลาย หรือน้ำยาทดสอบ ต้องมีประสบการณ์ ความเชี่ยวชาญเพียงพอ เพราะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจในการคำนวณและวิธีเตรียมสารละลายในรูปแบบต่าง ๆ ที่ถูกต้อง เพื่อให้การทดลองเป็นไปตามวัตถุประสงค์

การคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย ⁽⁷⁾

สารเคมีส่วนใหญ่ที่ใช้ในการทำการทดลอง มักอยู่ในรูปของสารละลายที่มีน้ำเป็นตัวทำละลาย และมีตัวถูกละลายเป็นของแข็ง หรือของเหลว การระบุปริมาณของตัวถูกละลายในตัวทำละลาย (หรือ สารละลาย) เรียกว่า ความเข้มข้น หน่วยที่นิยมใช้บอกความเข้มข้นของสารละลาย มีดังนี้

1. ร้อยละ (Percentage concentration) แบ่งออกเป็น

1.1) ร้อยละโดยปริมาตร (Percent by volume, % v/v) หมายถึง ปริมาตรของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร

$$\% \text{ v/v} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวถูกละลาย (mL solute)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (mL solution)}} \times 100$$

1.2) ร้อยละโดยน้ำหนัก (Percent by weight, % w/w) หมายถึง น้ำหนักของตัวละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยน้ำหนักเดียวกัน

$$\% \text{ w/w} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวถูกละลาย (g solute)}}{\text{น้ำหนักของสารละลาย (g solution)}} \times 100$$

1.3) ร้อยละโดยน้ำหนักต่อปริมาตร (Percent weight by volume, % w/v) หมายถึง น้ำหนักของตัวถูกละลายในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร

$$\% \text{ w/v} = \frac{\text{น้ำหนักของตัวทำละลาย (g solute)}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย (mL solution)}} \times 100$$

2. โมลาริตี (Molarity, M) หมายถึง จำนวนโมลของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 1 ลิตร หน่วยโมลาร์ อาจเขียนเป็น โมลต่อลิตร (mol/L) หรือโมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร (mol/dm³)

$$\text{น้ำหนักของตัวทำละลาย} = \text{มวลโมเลกุลของสาร} \times \text{โมลาริตี} \times \text{ปริมาตร (dm}^3\text{)} \text{ หรือ } M = \frac{g \text{ solute}}{(MW) \times 1000 \text{ mL}}$$

⁽⁷⁾ ดัดแปลงจาก : คณินิจ พจนะลาวัฒน์. (2564). *คู่มือปฏิบัติงาน การจัดการห้องปฏิบัติการเคมี*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, หน้า 12-13. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://st.nsruc.ac.th/manual/Pojarawan.pdf>

3. **ฟอร์มูล (Formality, F)** หมายถึงจำนวนกรัมของน้ำหนักสูตรของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 1 ลิตร

$$\text{น้ำหนักตัวละลาย} = \text{น้ำหนักสูตรของตัวทำละลาย} \times \text{ฟอร์มาลิตี} \times \text{ปริมาตร (dm}^3\text{)} \text{ หรือ } F = \frac{g \text{ solute}}{(FW) \times 1000 \text{ mL}}$$

4. **นอร์มอล (Normality, N)** หมายถึง จำนวนกรัมสมมูลของตัวถูกละลายที่ละลายอยู่ในสารละลาย 1 ลิตร หรือจำนวนโมลของหน่วยทำปฏิกิริยาของสารนั้นต่อลิตร

$$\text{นอร์มอล (N)} = \frac{\text{จำนวนกรัมสมมูล}}{\text{สารละลาย 1 ลิตร}}$$

5. **การเจือจาง** หมายถึง การเติมตัวทำละลายลงในสารละลายในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้สารละลายเจือจางมีความเข้มข้นใหม่ตามความต้องการ

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

เมื่อ C_1, C_2 = ความเข้มข้นของสารละลายก่อนและหลังเจือจางตามลำดับ

V_1, V_2 = ปริมาตรของสารละลายก่อนและหลังเจือจางตามลำดับ

การเตรียมสารละลาย อาจแบ่งตามความถูกต้องของความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการเตรียม ได้ 2 ประเภท คือ

1) สารละลายที่มีความเข้มข้นอย่างประมาณ ⁽⁸⁾

การเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นอย่างประมาณ อาจไม่ต้องคำนึงความถูกต้องแม่นยำอย่างที่สุด การเตรียมอาจใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์อย่างหยาบ ๆ ได้ เช่น อาจเตรียมโดยการใส่เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง อาจเตรียมโดยใช้กระบอกตวง อาจเตรียมสารละลายในบีกเกอร์โดยประมาณปริมาตร การเตรียมสารละลายแบบนี้มีเหตุผล คือ

1. สารละลายที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาที่ต้องใช้คำนวณหาปริมาณ

2. ธรรมชาติของสาร ซึ่งบางชนิดมีสมบัติบางประการ ที่แม้เตรียมอย่างถูกต้องแล้ว ความเข้มข้นที่ได้ก็อาจไม่เป็นความเข้มข้นแน่นอน ดังนั้น ต้องทำการหาความเข้มข้นแน่นอน (standardization)

2) สารละลายที่มีความเข้มข้นแน่นอน ⁽⁸⁾

สารปฐมภูมิ (primary) เป็นสารที่เตรียมแล้วได้ความเข้มข้นแน่นอน ดังนั้น ขั้นตอนการเตรียมจำเป็นต้องมีความถูกต้อง แม่นยำ ตั้งแต่การชั่งสารเคมีด้วยเครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง หรือตวงสารเคมีที่เป็นของเหลวด้วยปิเปต การเจือจางและการปรับปริมาตรต้องทำในภาชนะที่กำหนดปริมาตรที่แน่นอน เช่น ขวดปริมาตร (volumetric flask)

⁽⁸⁾ วรวิทย์ จันทรสุวรรณ. (2563). *คู่มือปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. หน้า 8. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://web.rmutp.ac.th/woravith/wp-content/uploads/2020/11/AnalChemLab63.pdf>

3.2.2 เทคนิคในการทำการทดลอง

1. การชั่ง⁽⁹⁾

การชั่งเพื่อการวิเคราะห์สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. ชั่งแบบผลรวม (Weighing by addition)

ชั่งแบบผลรวม หรือ Direct weighing ทำได้โดยการชั่งภาชนะที่แห้งและสะอาด ตักสารเคมีใส่ในภาชนะจนได้น้ำหนักที่ต้องการ การชั่งแบบนี้มักใช้ภาชนะเปิด ปากกว้าง เช่น บีกเกอร์ กระจกนาฬิกา และ conical flask เป็นต้น วิธีนี้ สามารถชั่งสารให้ได้น้ำหนักเท่ากับที่ต้องการได้ง่ายและรวดเร็ว แต่จะใช้เฉพาะกับสารที่คงตัวเมื่อทิ้งไว้ในอากาศ

2. ชั่งแบบผลต่าง (Weighing by difference)

ชั่งแบบผลต่าง วิธีนี้ ใช้ชั่งสารเคมีที่ไม่คงตัวหรือดูดความชื้นได้ง่าย ต้องใช้ภาชนะเพื่อบรรจุสารที่ต้องการชั่ง เช่น ขวดชั่ง ชั้นแรกชั่งน้ำหนักขวดชั่งที่มีสารเคมีที่ต้องการชั่ง หลังจากนั้นค่อย ๆ เคาะสารเคมีที่อยู่ในขวดชั่งลงในภาชนะที่ใช้ในการวิเคราะห์จนได้น้ำหนักใกล้เคียงกับน้ำหนักที่ต้องการ ชั่งขวดชั่งที่มีสารเคมีที่เหลืออีกครั้งหนึ่ง น้ำหนักที่แตกต่างกันระหว่างการชั่ง 2 ครั้ง คือน้ำหนักสารเคมีที่เคาะลงไปในการวิเคราะห์ เคาะสารเคมีเพิ่มลงไปจนกระทั่งได้น้ำหนักที่ต้องการ การชั่งด้วยวิธีนี้จะทำได้ช้ากว่าวิธีแรก เพราะต้องกะประมาณด้วยสายตาและอาจต้องชั่งหลายครั้งจนกว่าจะได้น้ำหนักพอดีกับที่ต้องการ

การชั่งของเหลวเพื่อการวิเคราะห์ โดยปกติใช้วิธี Addition หรือ Direct weighing โดยชั่งภาชนะพร้อมฝาปิด เพื่อป้องกันการระเหยของของเหลว จากนั้นถ่ายของเหลวลงไปจนได้น้ำหนักที่ต้องการ ถ้าต้องการชั่งแบบ Difference ก็ทำได้โดยการชั่งขวดชั่งพร้อมของเหลว แล้วเปิดของเหลวออกจากขวดชั่งลงในภาชนะรองรับ ชั่งน้ำหนักขวดชั่งอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นจึงล้างของเหลวในปิเปตลงในภาชนะให้หมดจึงจะได้สารครบตามน้ำหนักที่ต้องการ

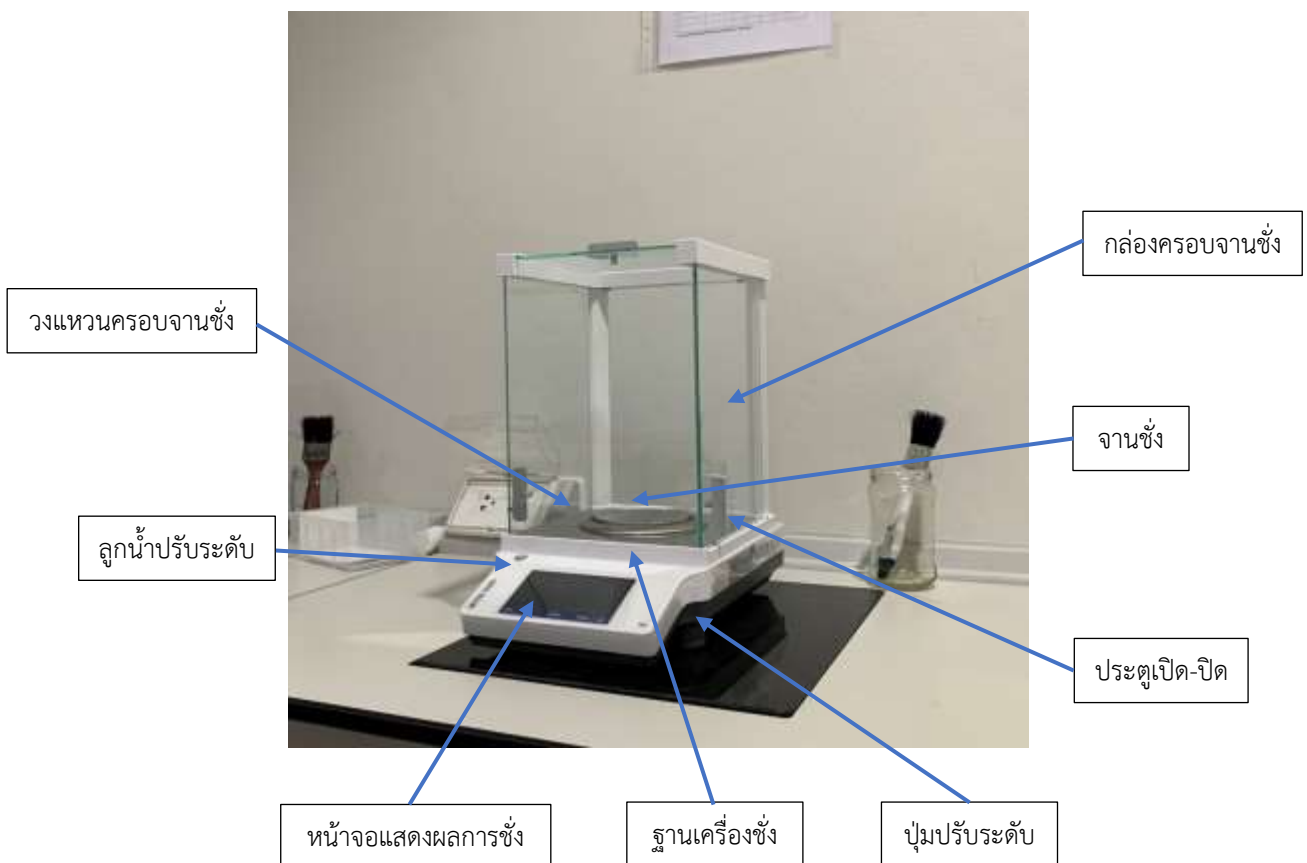
วิธีการใช้เครื่องชั่ง⁽¹⁰⁾

1. อ่านวิธีการใช้เครื่องชั่งจากคู่มือ หรือวิธีการใช้ที่ติดอยู่กับเครื่องชั่งทุกครั้งให้เข้าใจก่อนการใช้งาน
2. นั่งตรงกลางหน้าเครื่องชั่งขณะใช้งาน เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการเคลื่อนที่เกิดจากการดูจากจุดสองจุด (parallax)
3. ก่อนเริ่มใช้งานให้ทำความสะอาดเครื่องชั่ง จานชั่ง พื้นในตัวเครื่องชั่ง และโต๊ะปฏิบัติการที่วางเครื่องชั่ง

⁽⁹⁾ อังศุมา พงษ์พิสุทธินันท์ และคณะ. (2564) *คู่มือปฏิบัติการการควบคุมคุณภาพเภสัชภัณฑ์ 1*. ปทุมธานี : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. หน้า 51.

⁽¹⁰⁾ อังศุมา พงษ์พิสุทธินันท์ และคณะ. (2564). *คู่มือปฏิบัติการเภสัชวิเคราะห์ 1*. ปทุมธานี : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. หน้า 52.

4. ปรับระดับเครื่องชั่งให้อยู่ในแนวระนาบโดยใช้ leveling screw
5. ตรวจสอบจุดศูนย์ของเครื่องชั่งว่าในขณะที่ไม่มีวัตถุใด ๆ บนจานชั่ง เครื่องชั่งควรอ่านค่าได้เท่ากับศูนย์ หากไม่สามารถอ่านน้ำหนักดังกล่าวได้ ต้องปรับด้วยปุ่มปรับศูนย์
6. วัตถุที่ชั่งควรวางที่ศูนย์กลางของจานชั่ง ไม่ควรใช้นิ้วมือจับวัตถุที่จะชั่ง ควรใช้ tong หรือ forcep
7. ปิดประตูเครื่องชั่งไว้เสมอขณะทำการชั่ง เพื่อป้องกันการรบกวนจากกระแสลมภายนอก โดยเฉพาะการชั่งสารที่มีปริมาณน้อย



รูปที่ 3.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

โดยสังเขป การชั่งสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ นิยมใช้เครื่องชั่งไฟฟ้าระบบอิเล็กทรอนิกส์ทศนิยม 4 ตำแหน่งขึ้นไป โดยปกติ การชั่งเพื่อการวิเคราะห์สามารถทำได้ 2 วิธี คือ แบบผลรวม (Weighing by addition) และแบบผลต่าง (Weighing by difference)

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการชั่งมีหลายประเภท ได้แก่ กระดาษชั่งสาร ขวดชั่งสาร กระจกนาฬิกา และปิเกตอร์ ทั้งนี้ ต้องเลือกภาชนะให้เหมาะสมในการชั่ง เช่น น้ำหนักสูงสุดที่เครื่องชั่งสามารถชั่งได้ (Maximum Capacity) ต้องสามารถรองรับน้ำหนักที่ต้องการชั่งได้ ไม่ควรชั่งสิ่งของที่มีน้ำหนักมากกว่าน้ำหนักสูงสุดที่เครื่องชั่งสามารถชั่งได้ เพราะอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบการทำงานภายในของเครื่องชั่งได้ และต้องคำนึงถึงน้ำหนักภาชนะที่ใส่ด้วย คำน้ำหนักรวมที่ชั่งไม่ควรเกิน 95 %

ของน้ำหนักสูงสุดที่เครื่องชั่งสามารถชั่งได้ เพราะจะทำให้ค่าน้ำหนักที่อ่านได้มีความถูกต้องน้อยลง เช่น เครื่องชั่งที่ระบุค่าน้ำหนักสูงสุดชั่งได้ 200 กรัม ไม่ควรชั่งน้ำหนักเกิน 190 กรัม⁽¹¹⁾ ไม่เลือกภาชนะที่มีน้ำหนักมากเกินไปในการชั่ง

ปัจจัยหลายอย่างส่งผลต่อความแม่นยำในการชั่งน้ำหนัก มาจากอิทธิพลภายนอก หรือผลกระทบทางกายภาพ ได้แก่ แรงไฟฟ้าสถิต การไหลของลม การสั่นสะเทือนจากสิ่งแวดล้อม การระเหยของสารเคมี และการดูดความชื้นของสารเคมี ดังนั้น การตระหนักถึงข้อควรระมัดระวังในการใช้เครื่องชั่ง จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จำเป็นต้องปฏิบัติตามในขณะที่ใช้งานเครื่องชั่งสำหรับห้องปฏิบัติการ

2. การระเหยสารละลาย⁽¹²⁾

การระเหยของเหลวหรือสารละลาย มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้ตัวทำละลายระเหยออกไปจนในที่สุดตัวละลายก็จะตกผลึก จึงอาจกล่าวได้ว่าการระเหยเป็นการลดปริมาตรของของเหลวให้น้อยลงโดยการไล่สารที่ระเหยได้ง่ายกว่าออกไปจากสารละลาย เทคนิคการระเหยของเหลวหรือสารละลายมีหลายวิธี ดังนี้

1. เทของเหลวหรือสารละลายลงบนกระดาษฟิวส์ แล้ววางบนปากบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำอยู่
2. เทของเหลวหรือสารละลายลงในถ้วยระเหย แล้วนำไปวางบนหม้ออังไอน้ำ ความร้อนจากไอน้ำจะถ่ายเทไปทำให้ตัวทำละลายระเหยออกจากตัวละลาย



รูปที่ 3.2 การระเหยสารสกัดสมุนไพรบนหม้ออังไอน้ำ

ข้อควรระมัดระวัง ในการระเหยสารละลาย คือ ถ้าของเหลวที่นำมาระเหยนั้นเป็นสารติดไฟได้ง่าย เช่น Acetone, Methanol, Ethanol, Ether ฯลฯ จะระเหยโดยใช้ความร้อนจากเปลวไฟโดยตรงไม่ได้ เพราะอาจเกิดไฟไหม้ขึ้นได้ ให้ทำการระเหยบนหม้ออังไอน้ำ (Water bath) หากสารเคมีที่ต้องการระเหยเป็นสารอันตรายต่อสุขภาพ หรือมีกลิ่นที่รุนแรง ให้ทำการระเหยในตู้ดูดควัน

⁽¹¹⁾ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หลักปฏิบัติในการใช้เครื่องชั่งระบบไฟฟ้า สำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบ. หน้า 4. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <https://www.fisheries.go.th>

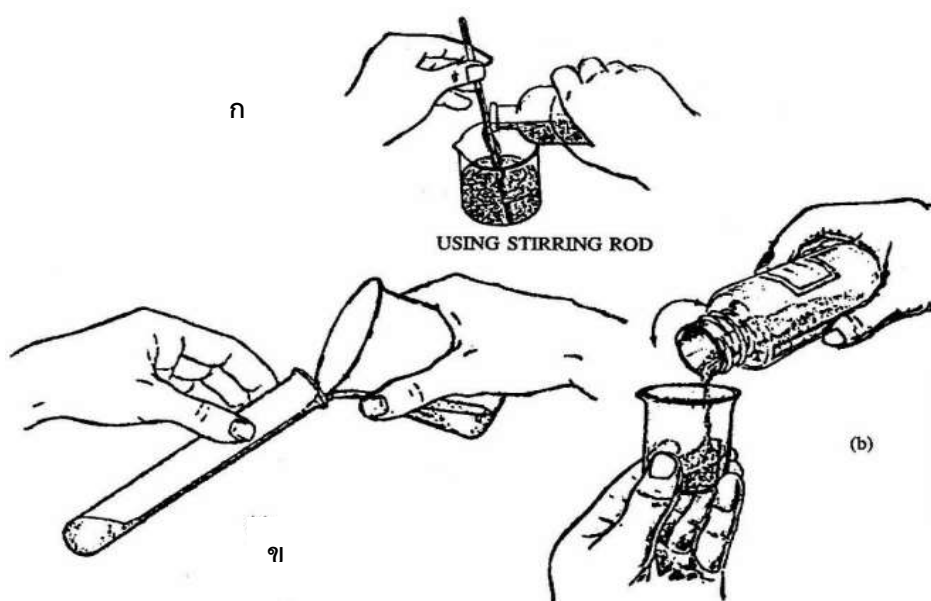
⁽¹²⁾ วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. (2563). คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, หน้า 7 (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=459

3. การถ่ายเทสารละลาย ⁽¹³⁾

การถ่ายเทสารละลายหรือของเหลว เป็นการเคลื่อนย้ายสารละลายจากภาชนะหนึ่งไปอีกภาชนะหนึ่ง โดยใช้อุปกรณ์ เช่น ปีกเกอร์ กระบอกตวง ปีเปต ดังนั้น เทคนิคการถ่ายเทสารละลายจึงอาจแตกต่างกันบ้าง

รูปที่ 3.3 แสดงการรินสารละลายในภาชนะที่แตกต่างกัน รูปที่ 3.3 (ก) การรินสารละลายในภาชนะที่ปากกว้าง การเทสารละลายต้องใช้แท่งแก้วเป็นตัวพาสารละลาย เพื่อป้องกันการไหลตามผนังภาชนะ

รูปที่ 3.3 (ข) การรินสารละลายในภาชนะที่ปากแคบ การเทสารละลายสามารถทำได้โดยใช้ปากภาชนะทั้งสองเกยกัน



รูปที่ 3.3 การรินสารละลายและการเทสารละลาย

(สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2564 จาก <https://bit.ly/3oYuMMr>)

สรุป การถ่ายเทสารละลาย มีเทคนิคที่แตกต่างกันออกไปตามภาชนะที่บรรจุสารละลาย โดยทั่วไป ในการรินสารละลายลงในภาชนะปากกว้าง จะนิยมใช้แท่งแก้วคนตะกอนและสัมผัสปากของภาชนะบริเวณที่จะให้สารละลายไหลออกแล้วเอียง เพื่อให้สารละลายไหลลงมาตามแท่งแก้วคนลงสู่ภาชนะรองรับ

⁽¹³⁾ วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. (2563). *คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, หน้า 5-6 (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=459

4. การให้ความร้อนหรือการต้มสารละลาย ⁽¹⁴⁾

การให้ความร้อนแก่ของเหลวหรือสารละลายใด ๆ ผู้ทดลองจะต้องทราบว่าจะของเหลวนั้นติดไฟได้ง่ายหรือไม่ เมื่อกลายเป็นไอ ดังนั้น การต้มหรือการให้ความร้อนแก่ของเหลวหรือสารละลายจึงควรระวังให้มากและควรปฏิบัติ ดังนี้

1. ปริมาตรของของเหลว ไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของภาชนะที่ใช้ต้ม
2. อย่าจับภาชนะที่ต้มด้วยนิ้วมือโดยตรง (ถ้าไม่มีที่จับ อาจใช้ผ้าพันรอบปากภาชนะหลาย ๆ รอบแล้วยกภาชนะลงจากเตา)
3. นำภาชนะที่ต้มไปให้ความร้อนโดยตั้งบนตะแกรงลวด (Wire gauze) ซึ่งวางอยู่บนเตาไฟฟ้า
4. ขณะให้ความร้อน จะต้องหันปากภาชนะออกจากตัวเรา และชี้ไปในทิศทางที่ไม่มีผู้อื่นหรือสิ่งของอยู่ใกล้ ๆ ทั้งนี้ เพราะเมื่อของเหลวเดือดอาจจะพุ่งออกมาจากภาชนะ
5. อย่าก้มดูของเหลวในภาชนะ ขณะกำลังให้ความร้อนเป็นอันตราย เพราะถ้าของเหลวพุ่งออกมา อาจเป็นอันตรายต่อบริเวณหน้าและนัยน์ตาได้
6. ขณะให้ความร้อนแก่ของเหลวในภาชนะ ให้ใช้แท่งแก้วคนสารละลายภายในภาชนะ เพื่อให้ความร้อนเท่าเทียมกันทุกส่วน
7. ไม่ให้ความร้อนโดยตรงกับสารไวไฟ หากจำเป็นต้องต้มให้ต้มสารละลายบนหม้ออังน้ำ

กล่าวโดยสรุป การให้ความร้อนหรือการต้มสารละลาย ต้องพิจารณาปริมาตรของสารละลาย ไม่ควรเกินครึ่งหนึ่งของภาชนะที่ใช้ต้ม เพื่อป้องกันการเดือดล้นและการพุ่งออกของสารละลาย ในกรณีที่เป็นสารไวไฟ ต้องไม่ให้ความร้อนโดยตรง และไม่ใช้มือจับภาชนะที่ต้มเด็ดขาดให้ใช้ที่จับ (Tong) ในการจับภาชนะที่ร้อนเพื่อยกออกจากเตา เพื่อป้องกันอันตรายจากความร้อนที่จะเกิดขึ้นได้

5. การกรอง (filtration) ⁽¹⁵⁾

การกรองเป็นการแยกของแข็งออกจากของเหลว ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างมากในการวิเคราะห์ทางเคมี การกรองแบบธรรมดาหรือการกรองโดยแรงโน้มถ่วง เป็นการกรองแบบอาศัยหลักของแรงตึงผิวของสารละลาย โดยใช้กระดาษกรองและกรวยกรอง การเลือกเนื้อกระดาษกรองต้องเหมาะสมกับตะกอน กระดาษกรองที่ใช้ในงานวิเคราะห์มีหลายขนาดความละเอียด ขนาดความละเอียดนิยมกำหนดเป็นเบอร์ ผู้ผลิตอาจ กำหนดเบอร์ที่แตกต่างกัน

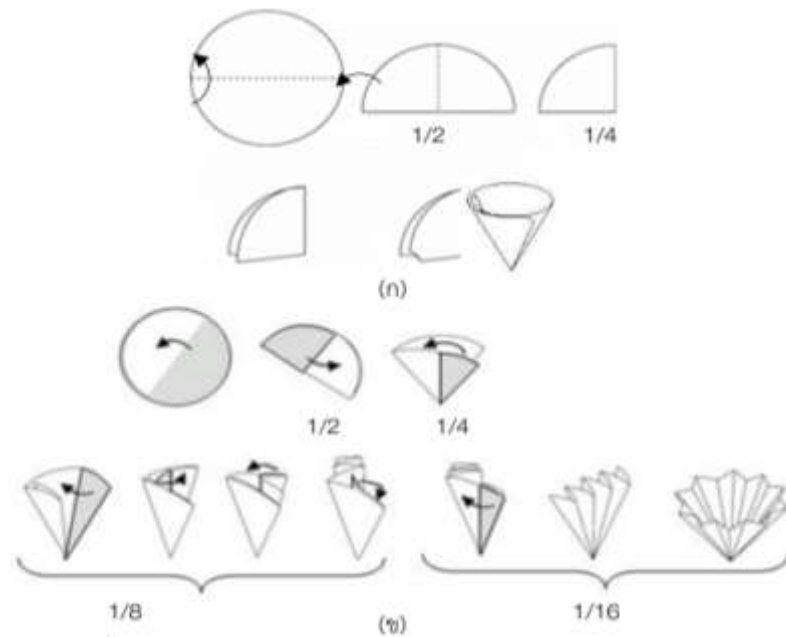
⁽¹⁴⁾ ดัดแปลงจาก: วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. (2563). *คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, หน้า 6 (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=459

⁽¹⁵⁾ ดัดแปลงจาก: วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. (2563). *คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, หน้า 8-9 (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=459

การพับกระดาษกรอง สำหรับกรวยกรอง มี 2 ประเภท ดังนี้

1) การพับแบบกรวย โดยการพับกระดาษกรองลงทีละครึ่งหนึ่งก่อน แล้วพับให้เหลือ $1/4$ แล้วฉีกปลายด้านหนึ่งออกเล็กน้อย เพื่อให้กระดาษกรองในส่วนชั้นในสุดแนบสัมผัสกับผิวกรวยแก้วมากยิ่งขึ้น ดังภาพที่ 3.4 (ก)

2) การพับแบบจีบทบ (fluted-filter paper) พับทีละครึ่งไปเรื่อยๆ จน $1/16$ ดังภาพที่ 3.4 (ข)⁽¹⁵⁾ หรือ $1/32$ จีบ ในการวิเคราะห์ทางเภสัชกรรม นิยมพับกระดาษกรองแบบ 32 จีบ



รูปที่ 3.4 การพับกระดาษกรอง (ก) การพับแบบกรวย (ข) การพับแบบจีบทบ (สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2564 จาก <https://bit.ly/3ITHWLS>)

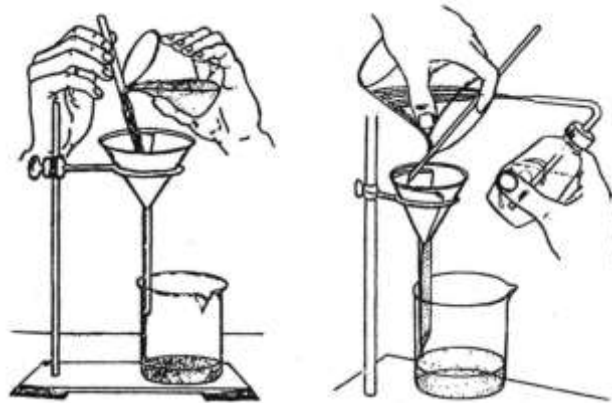


รูปที่ 3.5 การพับกระดาษกรองแบบจีบทบ 32 จีบ

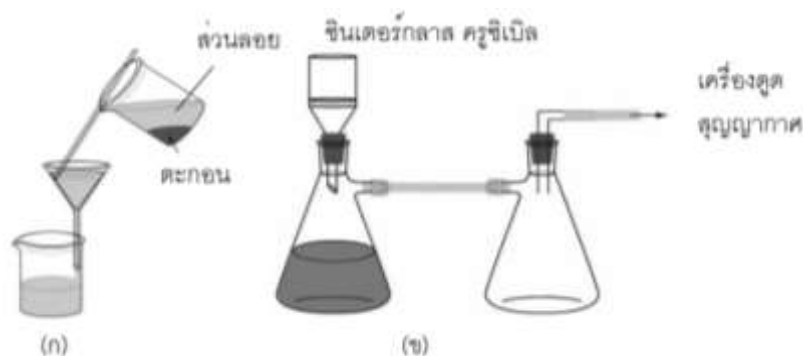
ขั้นตอนการกรองสารละลาย ⁽¹⁶⁾

1) ก้านของกรวยแก้ว ควรตะแคงชันภาชนะที่รองรับสารละลายดังรูปที่ 3.6 และ 3.7 (ก) เพื่อให้ของเหลวไหลได้ อย่างรวดเร็วและป้องกันสารละลายกระเด็น แต่อย่าปล่อยให้ก้านกรวยแก้ว จุ่มลงไปนสารละลาย การเท ของเหลวลงบนกระดาษกรองในกรวยแก้วควรใช้แท่งแก้วนำ โดยให้แท่ง แก้วแตะปากบีกเกอร์แล้วเทสารละลายให้ไหลลงมาตามแท่งแก้ว ตะปลาย่างของแท่งแก้ว ใกล้กระดาษกรองด้านที่พับทับกันสามชั้น อย่าเทสารละลายมากจนล้นขอบกระดาษกรอง ถ้ายังมี ตะกอนเหลือติดอยู่ที่ก้นบีกเกอร์ ใช้น้ำฉีดล้างตะกอนที่เหลือลงมาสู่กระดาษกรองบนกรวยแก้ว

2) การกรองด้วยครุซีเบิลซินเตอร์กลาส (sintered glass) ครุซีเบิลซินเตอร์กลาสประกอบด้วย ชั้นแก้วมีลักษณะเป็นแก้วชนิดพิเศษมีรูเล็ก ๆ ทำหน้าที่เป็นกระดาษกรอง ดังรูปที่ 3.7 (ข) ใช้กรอง ตะกอนได้หลายขนาด ซึ่งขึ้นกับเบอร์ของครุซีเบิลซินเตอร์กลาส มีขนาดตั้งแต่เบอร์ 0-5 แต่ที่ใช้ในงาน วิเคราะห์ส่วนมากเป็นเบอร์ 3 และ 4 ใช้สำหรับกรองตะกอนแบบหยาบ เช่น ซิลเวอร์คลอไรด์ (AgCl) ส่วนเบอร์ 4 ใช้กรองตะกอนละเอียด เช่น แบเรียมซัลเฟต (BaSO₄)



รูปที่ 3.6 การกรองด้วยแรงโน้มถ่วง (สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2564 จาก <https://bit.ly/3oYuMMr>)



รูปที่ 3.7 การกรอง (ก) การกรองด้วยแรงโน้มถ่วง และ (ข) การกรองแบบสุญญากาศ (สืบค้นวันที่ 22 พฤศจิกายน 2564 <https://bit.ly/3lTHWIS>)

⁽¹⁶⁾ ดัดแปลงจาก: วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. (2563). *คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, หน้า 9-10. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://web.rmup.ac.th/woravith/?page_id=459

กล่าวโดยสรุป กระดาษกรองมี 2 ชนิด คือ

1. **กระดาษกรองแบบมาตรฐาน (Standard Qualitative)** เป็นกระดาษกรองเชิงคุณภาพ ใช้สำหรับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ หรือใช้ในการกรองทั่วไปหลากหลายวัตถุประสงค์

2. **กระดาษกรองแบบไม่มีเถ้า (Ashless Quantitative)** ใช้สำหรับงานการจัดทำมาตรฐานสมุนไพร หรืองานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

กระดาษกรองแต่ละเบอร์ จะมีขนาดในการกรองอนุภาคไม่เท่ากัน จึงควรเลือกชนิดของกระดาษกรองและเบอร์ให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ใช้

โดยทั่วไป วิธีการกรองที่นิยมใช้ในเทคโนโลยีทางเภสัชกรรม มีดังนี้⁽¹⁷⁾

1. **การกรองด้วยกระดาษกรอง** มีวิธีการพับกระดาษกรอง 2 แบบคือ แบบกรวย (plain filter) ใช้กับการกรองสำหรับเก็บตะกอน และ แบบจีบทบ (plated filter) นิยมพับ 32 จีบตามรูปที่ 3.5 ใช้กับการกรองเก็บน้ำยา (filtrate) ซึ่งใช้ในทางเภสัชกรรมเพื่อเตรียมน้ำยาต่าง ๆ

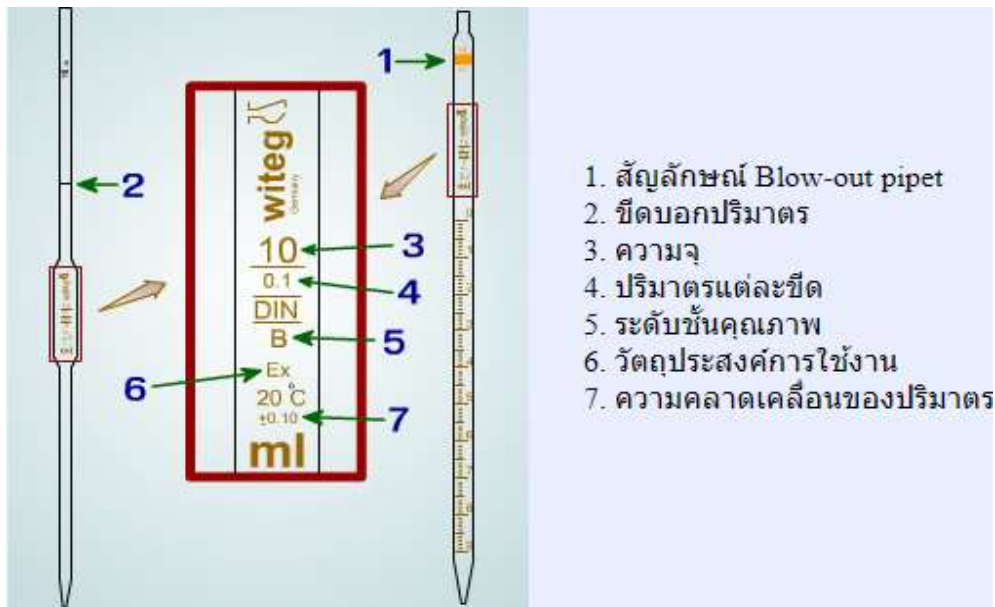
2. **การกรองด้วยสำลี** ใช้กรณีกรองฝุ่นผง และใช้กับของเหลวข้นหนืด เช่น น้ำเชื่อม สารสกัด เป็นต้น การกรองทำได้โดยใช้สำลีสะอาด แผ่เป็นแผ่นบาง ๆ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 2 นิ้ว วางบนกรวยกรอง และทำเช่นเดียวกับการกรองด้วยกระดาษกรอง เมื่อกรองเสร็จให้ใช้แท่งแก้วกดบีบน้ำยาที่ค้างอยู่ในแผ่นสำลีกรองให้ออกหมด

3. **การกรองด้วยผ้าขาวบาง** ใช้กรณีกรองฝุ่นผง และใช้กับของเหลวข้นหนืด เช่น น้ำเชื่อม สารสกัด เป็นต้น การกรองทำได้โดยใช้ผ้าที่ซักสะอาดล้างสิ่งเจือปนออก แล้วพับ 2 หรือ 4 ทบ ให้ความหนาตามต้องการ วางลงบนกรวยกรอง และทำเช่นเดียวกับการกรองด้วยกระดาษกรอง กรณี การกรองยาพื้นที่ยลอมเหลว ให้กรองขณะร้อนโดยใช้ผ้าขาวบาง (ไม่ต้องทำให้เปียก) หุ้มวางบนปีกเกอร์ขนาดพอเหมาะ โดยไม่ใช้กรวยกรอง เทสารที่ยลอมเหลวลงบนผ้า ใช้แท่งแก้วบีบส่วนที่ค้างอยู่ออกจนหมด

⁽¹⁷⁾ คณะอนุกรรมการการสอบความรู้เพื่อขอขึ้นทะเบียนและรับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพเภสัชกรรม. (2562). *คู่มือทักษะตามเกณฑ์ความรู้ความสามารถทางวิชาชีพของผู้ประกอบวิชาชีพเภสัชกรรม (สมรรถนะร่วม) พ.ศ. 2562*. นนทบุรี : เอช อาร์ แอนด์ เทรนนิง จำกัด. หน้า 78. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://pharmacycouncil.org>

6. การใช้ปิเปต ⁽¹⁸⁾

ปิเปต เป็นอุปกรณ์ในการวัดปริมาตรสำหรับถ่ายเทสารละลายที่มีความแม่นยำสูง ปิเปตมีอยู่หลายชนิด แต่โดยทั่วไปที่มีใช้อยู่ในห้องปฏิบัติการมีอยู่ 2 แบบ คือ transferring pipette และ measuring pipette ดังรูป 3.8



รูปที่ 3.8 ปิเปต (ก) Transferring pipette และ (ข) Measuring pipette

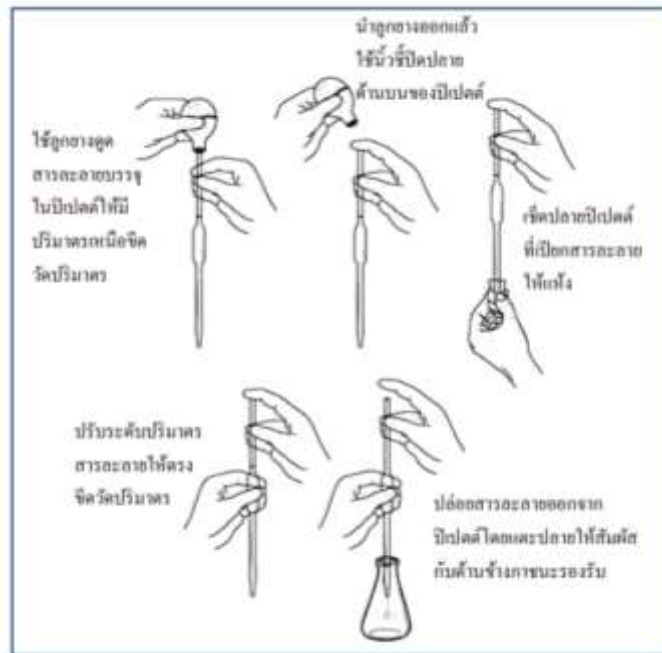
(สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2564 จาก <https://vet.kku.ac.th/physio/labbiochem/16/pipette-type1.html>)

ขั้นตอนการใช้ปิเปต ⁽¹⁸⁾

1. รินสารละลายลงในบีกเกอร์ ให้มีปริมาตรเพียงพอสำหรับการปิเปตทั้งหมด
2. กวาดปิเปตด้วยสารละลายก่อนใช้งานทุกครั้ง ถ้าปิเปตแห้งให้กั้ว 1 ครั้ง หากปิเปตเปียกให้กั้ว 3 ครั้ง
3. จับปิเปตด้วยมือที่ถนัด จุ่มปลายปิเปตลงในสารละลายที่บรรจุในบีกเกอร์ แล้วดูดสารละลายเข้าไปในปิเปต ให้ระดับสารละลายอยู่เหนือขีดกำหนดปริมาตรเล็กน้อย ใช้นิ้วชี้ปิดปลายปิเปตให้แน่น
4. ยกปิเปตขึ้นตั้งตรง เช็ดปลายแหลมด้านนอกของปิเปตให้แห้ง
5. ยกปิเปตขึ้นตั้งตรงให้ขีดกำหนดปริมาตรตรงระดับสายตา และใช้นิ้วอีกข้างจับบีกเกอร์รองรับได้ปิเปต โดยใช้นิ้วชี้กั้วปิเปตไม่ให้ส่ายไปมา
6. ปรับปริมาตรสารละลาย โดยค่อย ๆ ผ่อนนิ้วชี้เพื่อให้สารละลายที่เกินขีดบอกปริมาตรไหลออกไปจนกระทั่ง ส่วนโค้งล่างสุดของสารละลายพอดีกับขีดบอกปริมาตร กัดนิ้วชี้ให้แน่นและแตะปลายปิเปตกับข้างภาชนะเพื่อให้ หยดน้ำที่ติดอยู่ที่ปลายปิเปตหมดไป

⁽¹⁸⁾ ดัดแปลงจาก: วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. (2563). *คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, หน้า 10-11. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=459

7. ปปล่อยสารละลายที่อยู่ในปิเปตลงในภาชนะที่เตรียมไว้ โดยยกนิ้วชี้ขึ้น ให้สารละลายไหลลงตามปกติตามแรงโน้มถ่วงของโลกจนหมด แล้วแตะปลายปิเปตกับข้างภาชนะ



รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการใช้ปิเปต (สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2564 จาก <https://bit.ly/3ITHWLS>)

กล่าวโดยสังเขป ปิเปตเป็นอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ที่มีสเกลในการวัดที่ละเอียดและแม่นยำ ในการตวง-วัด ปริมาณสารละลายที่เป็นของเหลว ที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการมีอยู่ 2 แบบ คือ

1. ปิเปตชนิดตรง (Measuring pipette) มีลักษณะตรง ไม่มีกะเปาะ มีขีดแบ่งย่อย ปริมาตร แต่ไม่แบ่งลงไปจนถึงปลายสุดของปิเปต ⁽¹⁹⁾
2. ปิเปตชนิดกระเปาะ (Transferring pipette) มีลักษณะเป็นกระเปาะอยู่ตรงกลาง ใช้ วัดปริมาตรที่กำหนดเพียงปริมาตรเดียว ⁽¹⁹⁾ มีขีดบอกปริมาตรอยู่เหนือกระเปาะใกล้ปลายปากดูด

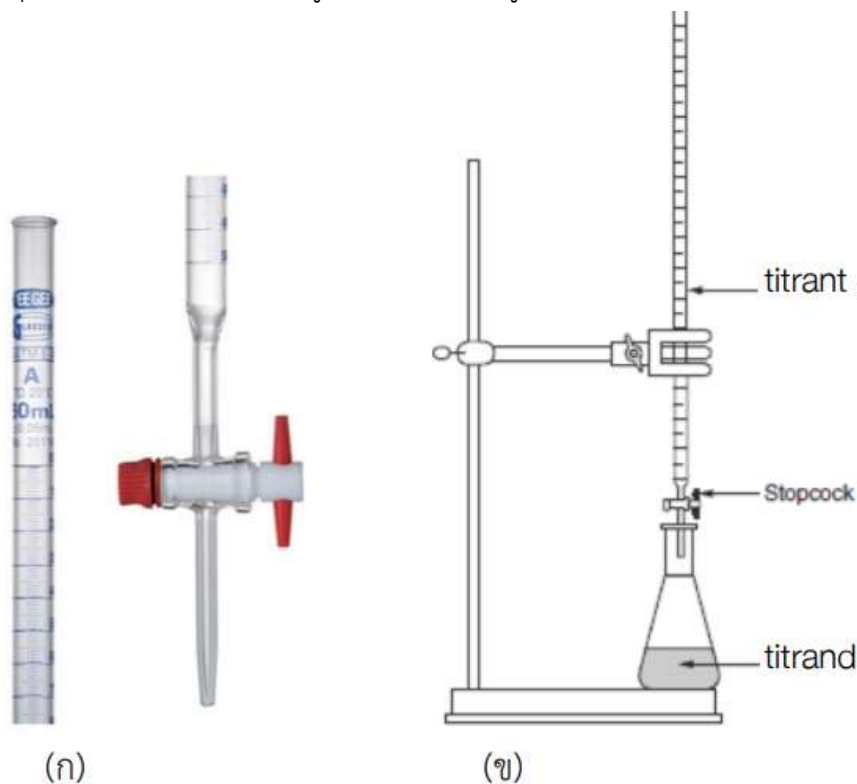
ข้อควรระมัดระวังในการใช้ปิเปต มีดังนี้

1. ควรซับปิเปตก่อนปรับปริมาตร ในการปรับปริมาตร ปิเปตต้องตั้งตรงไม่เอียง และการปรับปริมาตรต้องอยู่ในระดับสายตา
2. ไม่ใช่ปากดูดสารละลายในการปิเปต ให้ใช้ลูกยางดูด ระวังอย่าให้มีฟองอากาศบริเวณ ปลายปิเปต และห้ามเป่าหรือเคาะปิเปตกับข้างภาชนะรองรับ เพราะอาจจะทำให้ปริมาตรของสารละลายผิดพลาดได้

⁽¹⁹⁾ บริษัทวอลล์เลอร์ เคมีคอล (ประเทศไทย). (2563). ปิเปต pipette มีกี่ประเภท ใช้งานอย่างไร. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.wallerchem.com>

7. การไทเทรต (titration) ⁽²⁰⁾

บิวเรต (buret) เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรที่มีขีดบอกปริมาตรต่าง ๆ และมีก๊อกสำหรับเปิด-ปิด เรียกว่า stopcock เพื่อบังคับการไหลของของสารละลาย บิวเรตเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ มีขนาดตั้งแต่ 10 mL จนถึง 100 mL ดังรูปที่ 3.10 (ก) บิวเรตสามารถวัดปริมาตรได้อย่างใกล้เคียงความจริงมากที่สุด แต่ยังมีคามผิดพลาดอยู่เล็กน้อย ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของบิวเรต



รูปที่ 3.10 (ก) บิวเรต และ (ข) การติดตั้งอุปกรณ์ไทเทรต
(สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2564 จาก <https://bit.ly/3ITHWLS>)

การติดตั้งอุปกรณ์ในการไทเทรต ดังรูปที่ 3.10 (ข) สารละลายที่บรรจุในบิวเรต เรียกว่า ไทแทรนด์ (titrant) สารละลายที่อยู่ในขวดรูปชมพู่ เรียกว่า ไทแทรนด์ (titrand) เมื่อเปิดก๊อก (stopcock) ไทแทรนด์จะค่อยหยดลงในขวดรูปชมพู่ การอ่านสเกลบนบิวเรต ให้อยู่ในระดับสายตา และถือส่วนโค้งที่ต่ำที่สุดเป็นเกณฑ์ ในการอ่านปริมาตรอาจใช้กระดาษขาวบังบิวเรตเพื่ออ่านสเกลบนบิวเรตได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

วิธีการไทเทรต

1. ล้างบิวเรตให้สะอาด ด้วยสารทำความสะอาด
2. บรรจุสารละลายเพียงเล็กน้อย เพื่อตรวจสอบการรั่วของก๊อก
3. ชะล้างบิวเรตด้วยสารละลายที่จะใช้บรรจุ ประมาณ 5 mL แล้วไขให้สารละลายไหลออกทางปลายบิวเรต

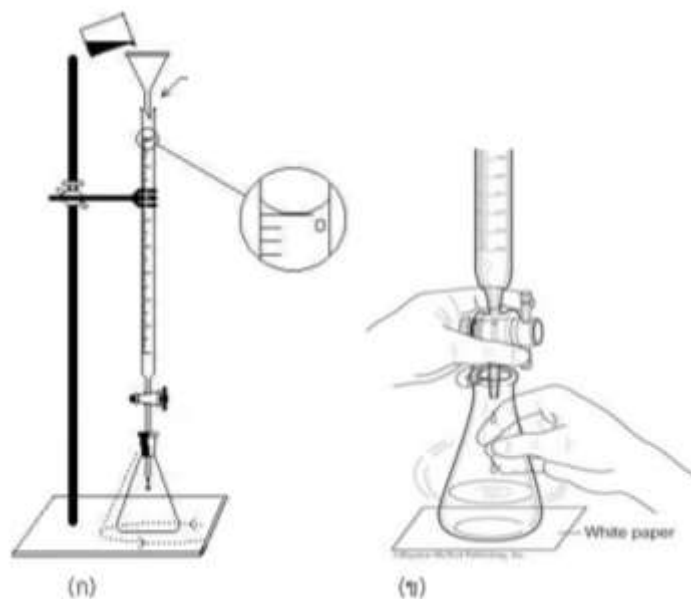
4. เทสารละลายลงในบิวเรตโดยผ่านทางกรวยกรอง ให้มีปริมาตรเหนือขีดตัวเลขที่ต้องการใช้เล็กน้อย รูปที่ 3.11 (ก) เอากรวยออกแล้วเปิดก๊อกให้สารละลายไหลออกทางปลายบิวเรต เพื่อปรับให้ปริมาตรของสารละลายอยู่ที่ขีดตัวเลขที่ต้องการใช้พอดี การปรับปริมาตรควรทำในระดับสายตา (ที่บริเวณปลายบิวเรตจะต้องไม่มีฟองอากาศ หากมี ฟองอากาศจะต้องเปิดก๊อกให้สารละลายไหลออกไปจนหมด)

5. การจับปลายบิวเรตและการจับขวดรูปชมพู่ขณะไทเทรต ใช้มือที่ไม่ถนัดจับ stopcock เพื่อเปิดก๊อกให้ สารละลายไหล และมีมืออีกข้างจับขวดรูปชมพู่พร้อมกววนสารละลายแบบวงกลมตลอดเวลา ดังแสดง รูปที่ 3.11 (ข)

6. ค่อยๆ หมุนปิดก๊อก (stopcock) เมื่อใกล้ถึงจุดยุติเพื่อสารละลายไหลออกมาทีละหยดเพื่อไม่ให้เกินจุดยุติ และทำ $\frac{1}{2}$ หยด หรือ $\frac{1}{4}$ หยด และต้องปิด stopcock ทันที เมื่อถึงจุดยุติ

7. ถ้าปลายบิวเรตรั่วซึม โดยสารละลายไม่ได้ไหลออกทางปลายบิวเรตเพียงด้านเดียว ให้หยุดไทเทรต และเปลี่ยนบิวเรตทันที

8. การไทเทรตโดยทั่วไปต้องทำอย่างน้อย 2 ครั้ง และผลการทดลองทั้งสองครั้ง ปริมาตรต้องแตกต่างกันไม่เกิน 0.2 mL หากปริมาตรที่ไทเทรตสองครั้งต่างกันมากกว่า 0.2 mL ให้ทำไทเทรตครั้งที่ 3 แล้วจึงหาค่าเฉลี่ย



รูปที่ 3.11 การติดตั้งบิวเรต (ก) การบรรจุสารละลาย และ (ข) ลักษณะการจับ Stopcock
(สืบค้นเมื่อ 22 พฤศจิกายน 2564 <https://bit.ly/3ITHWLS>)

(20) ดัดแปลงจาก: วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. (2563). *คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, หน้า 12-13. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=459

หลักการสำคัญในการไทเทรต สามารถสรุปได้ ดังต่อไปนี้

1. อุปกรณ์หลักที่ใช้ในการไทเทรต คือ บิวเรต และขวดรูปชมพู่ที่แห้งสนิท
2. ตั้งยัดบิวเรตบนฐานตั้งให้แน่น ให้ด้านปลายแหลมของบิวเรตวางอยู่เหนือขวดรูปชมพู่เล็กน้อย
3. ใช้มือข้างที่ถนัดจับขวดรูปชมพู่ยกขึ้น แล้วหมุนแกว่งในทิศทางเข็มนาฬิกาจนสารละลายภายในหมุนเป็นวง ขณะเดียวกันมืออีกข้างเปิด stopcock ให้สารละลายไหลออกมาทีละหยด โดยต้องให้หยดสารละลายที่ออกมาผสมเป็นเนื้อเดียวกันก่อนหยดต่อไป
4. เมื่อใกล้ถึงจุดยุติ (end point) ให้หยดสารละลายช้าลง ทีละหยด $\frac{1}{2}$ หยด และ $\frac{1}{4}$ หยด ตามลำดับ และทุกครั้งเมื่อหยดเสร็จให้ปิด stopcock แล้วเอียงขวดรูปชมพู่ให้ผนังด้านในของขวดแตะตั้งสารละลายที่ปลายบิวเรตออก แล้วยกขวดรูปชมพู่ออกให้พ้นบิวเรต จากนั้น ฉีดน้ำหรือตัวทำละลายในการไทเทรตนั้น เพื่อพาสารละลายไปผสมกับสารละลายในขวดรูปชมพู่ ทำเช่นนี้จนได้จุดยุติของการทำปฏิกิริยา โดยต้องไม่มีติ่งของสารละลายหลงเหลืออยู่ที่ปลายบิวเรต
5. การสังเกตสีที่จุดยุติ อาจเป็นการเกิดสีหรือสีหายไป แล้วแต่คุณสมบัติของอินดิเคเตอร์ ถ้าเป็นการเกิดสี เช่น จุดยุติของฟีนอล์ฟทาลีน ในการไทเทรตด้วยด่าง จุดยุติคือสีชมพูอ่อน เมื่อหยดสารละลายไทแทนต์ลงไปจะเกิดสีชมพูอ่อนและหายไปเมื่อหมุนแกว่ง Erlenmeyer flask เมื่อไทเทรตต่อไปถ้าสีชมพูอ่อนหายไปช้าลง แสดงว่าใกล้ถึงจุดยุติ แต่ถ้าเป็นการไทเทรตด้วยกรด ซึ่งจุดยุติคือไม่มีสี สีชมพูของฟีนอล์ฟทาลีน จะจางลงไประหว่างการไทเทรต และหายไปแสดงว่าถึงจุดยุติ

3.3 แผนการดำเนินงาน

กระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการจัดเตรียมสารเคมี และอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน รายวิชาปฏิบัติการ สามารถแบ่งออกเป็น 4 ด้านหลัก ๆ คือ

1. ด้านการจัดเตรียมวิชาปฏิบัติการ โดยการประสานงานและทำการวางแผนจัดเตรียมอุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิบัติการด้านการเรียนการสอน ตลอดจนการจัดทำ รายงานเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการ แต่ละภาคการศึกษา
2. ด้านการบริหารจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ จัดทำโปรแกรมดูแลรักษาและการสอบเทียบเครื่องมือ ตลอดจนตารางการจองเครื่องมือวิทยาศาสตร์
3. ด้านการจัดซื้อสารเคมี/เครื่องแก้ว และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์เพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอน
4. ด้านการแยกประเภทของเสีย และการกำจัดของเสียภายในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ปี พ.ศ. 2564											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. จัดอบรมโครงการ ห้องปฏิบัติการปลอดภัย ประจำปีงบประมาณ 2564												
2. ประสานงานอาจารย์ผู้สอนใน รายวิชาปฏิบัติการเพื่อวางแผน จัดการเรียนการสอน ภาคเรียนที่ 2/2563												
3. จัดเตรียมห้องปฏิบัติการ เครื่อง แก้ว อุปกรณ์ สารเคมี และ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ สำหรับการ จัดการเรียนการสอน ภาคเรียนที่ 2/2563												
4. จัดทำคำขอตังงบประมาณวัสดุ และสารเคมี รายการครุภัณฑ์จาก รายจ่ายจากรายได้หน่วยงาน ปีงบประมาณ พ.ศ.2565												
5. สำรวจความต้องการใช้สารเคมี เครื่องแก้วและอุปกรณ์ ปริมาณ คงเหลือของสารเคมีสำหรับ ห้องปฏิบัติการ												
6. ดำเนินการจัดซื้อวัสดุ/อุปกรณ์ และสารเคมีเพื่อใช้สำหรับการ												

กิจกรรม	ปี พ.ศ. 2564											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
เรียนการสอนวิชาปฏิบัติการ ภาคเรียนที่ 1/64												
7. ประสานงานกับบริษัทรับกำจัดของเสียและขอใบเสนอราคาเพื่อตั้งเรื่องขออนุมัติจ้างเหมาบริการกำจัดของเสีย												
8. บริษัทเข้ามารับของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการไปกำจัด												
9. จัดเตรียมห้องปฏิบัติการ เครื่องแก้ว อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ สำหรับการจัดการเรียนการสอน ภาคเรียนที่ 1/2564												
10. จัดทำเอกสารตั้งเรื่องการจัดซื้อจัดจ้างสำหรับครุภัณฑ์ประจำปีงบประมาณ 2565												
11. ดำเนินการจัดซื้อสารเคมี และวัสดุอุปกรณ์ เพื่อเตรียมการจัดการเรียนการสอน ภาคเรียนที่ 2/64												
12. จัดทำรายงานประจำปีการใช้สารเคมีในห้องปฏิบัติการ												
13. จัดทำรายงานปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิบัติการ												
14. แยกประเภท รวบรวม และ การจัดเก็บของเสีย												

3.4 ข้อควรระมัดระวัง และสิ่งที่ต้องคำนึงในการปฏิบัติงาน

3.4.1 ข้อควรระมัดระวังเมื่อสารเคมี⁽²¹⁾

เมื่อสารเคมีหกอาจเกิดอันตรายได้ หากไม่ระมัดระวังให้ดี ทั้งนี้เพราะสารเคมีบางชนิดเป็นพิษต่อร่างกายเมื่อถูกกับผิวหนังหรือสูดดม บางชนิดติดไฟได้ง่าย ดังนั้น ข้อควรปฏิบัติมีดังต่อไปนี้

1. **สารที่เป็นของแข็ง** เมื่อสารเคมีที่เป็นของแข็งหก ควรใช้แปรงกวาดรวมกันใส่ในช้อนตักหรือกระดาษแข็งก่อน แล้วจึงนำไปใส่ในภาชนะ

2. **สารละลายที่เป็นเป็นกรด** เมื่อกรดหกจะต้องรีบทำให้เจือจางด้วยน้ำก่อน แล้วโรยโซดาแอสหรือโซเดียมไบคาร์บอเนต (Na_2CO_3) หรือเทสารละลายต่าง เพื่อทำให้กรดเป็นกลาง ต่อจากนั้นจึงล้างด้วยน้ำให้สะอาด

ข้อควรระวัง เมื่อเทน้ำลงบนกรดเข้มข้นที่หก เช่น กรดกำมะถันเข้มข้น (H_2SO_4) จะมีความร้อนเกิดขึ้นมา และกรดอาจกระเด็นออกมา จึงควรค่อย ๆ เทน้ำลงไปมาก ๆ เพื่อให้กรดเจือจาง ความร้อนที่เกิดขึ้นรวมทั้งการกระเด็นจะน้อยลง

3. **สารละลายที่เป็นด่าง** เมื่อสารเคมีที่เป็นด่างหกจะต้องเทน้ำลงไป เพื่อลดความเข้มข้นของด่างแล้วเช็ดให้แห้งโดยใช้ไม้ที่มีปุยฝูกที่ปลายสำหรับซับน้ำบนพื้น (Mop) พยายามอย่าให้กระเด็นขณะเช็ด เนื่องจากสารละลายด่างจะทำให้พื้นลื่น เมื่อล้างด้วยน้ำหลาย ๆ ครั้งแล้วยังไม่หายควรใช้ทรายโรยบริเวณที่ต่างหกแล้วเก็บกวาดทรายออกไป จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้

4. **สารที่ระเหยง่าย** เมื่อสารเคมีที่ระเหยง่ายหก จะระเหยกลายเป็นไออย่างรวดเร็ว บางชนิดติดไฟได้ง่าย บางชนิดเป็นอันตรายต่อผิวหนังและปอด การทำความสะอาดสารที่ระเหยง่ายทำได้ ดังนี้

4.1 ถ้าสารที่หกมีปริมาณน้อย ใช้กระดาษทิชชูหรือผ้าเช็ดถูออก

4.2 ถ้าสารที่หกนั้นมีปริมาณมาก ทำให้แห้งโดยใช้ไม้ที่มีปุยฝูกที่ปลายสำหรับเช็ดถู

5. **สารที่เป็นน้ำมัน** สารพวกนี้เช็ดออกได้โดยใช้น้ำมาก ๆ เมื่อเช็ดออกแล้วพื้นบริเวณที่สารหกจะลื่นจึงต้องล้างด้วยผงซักฟอกอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้สารที่ติดอยู่ออกไปให้หมด

6. **สารปรอท** เนื่องจากสารปรอท ไม่ว่าจะอยู่ในรูปใดล้วนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งสิ้น เพราะทำอันตรายต่อระบบประสาท ทำให้มีอาการทางประสาท ดังนั้น การทดลองใดที่เกี่ยวข้องกับสารปรอทต้องใช้ความระมัดระวังให้มาก ในกรณีที่สารปรอทหก วิธีการที่ถูกต้องควรปฏิบัติ ดังนี้

6.1 กวาดสารปรอทมากองรวมกัน

6.2 เก็บสารปรอทโดยใช้เครื่องดูด

6.3 ถ้าพื้นที่สารปรอทหกรอยแตกหรือรอยร้าว จะมีสารปรอทเข้าไปอยู่ข้างในจึงไม่สามารถเก็บปรอทโดยใช้เครื่องดูดดังกล่าวได้ ควรปิดรอยแตกหรือรอยร้าวด้วยขี้ผึ้งทาพื้นหนา ๆ เพื่อป้องกันการระเหยของปรอท หรืออาจใช้ผงกำมะถันพรมลงไป ปรอทจะเปลี่ยนเป็นสารประกอบซัลไฟด์แล้วเก็บกวาดอีกครั้งหนึ่ง

⁽²¹⁾ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา. (2560). *คู่มือปฏิบัติงาน งานห้องปฏิบัติการ*. หน้า 20-21. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.medicine.up.ac.th/>

3.4.2 อุปกรณ์ความปลอดภัย

1. ตู้ดูดควัน (Fume hood)⁽²²⁾

เมื่อต้องทำงานกับสารเคมีที่เป็นอันตราย เช่น สารไวไฟ สารพิษ และสารกัดกร่อน เป็นต้น จะต้องทำในตู้ดูดควัน เมื่อเริ่มทำการทดลองจะต้องดึงหน้าต่างกระจกของตู้ดูดควันลงมาให้อยู่ในระดับที่สามารถสอดมือผ่าน เข้าไปทำงานได้สะดวก และห้ามยื่นศีรษะเข้าไปในตู้ดูดควัน เช็ดทำความสะอาดพื้นและหน้าต่างกระจกหลังใช้งาน



รูปที่ 3.12 ตู้ดูดควัน

2. อ่างล้างตาฉุกเฉิน (Emergency Eyewash)⁽²²⁾

เมื่อสารเคมีกระเด็นเข้าตา ต้องรีบล้างตาทันที โดยใช้อ่างล้างตาฉุกเฉิน เปิดตาให้กว้าง และกดปุ่ม “ผลัก” ที่อ่างล้างตาฉุกเฉินเพื่อปล่อยให้น้ำพุ่งเข้าตาอย่างเต็มที่เป็นเวลาานานประมาณ 15 นาที จากนั้นรีบพาไปพบแพทย์



รูปที่ 3.13 อ่างล้างตาฉุกเฉิน

⁽²²⁾ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา. (2560). คู่มือปฏิบัติงาน งานห้องปฏิบัติการ. หน้า 25. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.medicine.up.ac.th/>

3. ที่ล้างตัวฉุกเฉิน (Emergency safety shower) ⁽²³⁾

เมื่อสารเคมีหกรดตามร่างกายเป็นบริเวณกว้าง ให้รีบถอดเสื้อผ้าที่เปื้อนออก และเช็ดหรือซัก สารเคมีออกให้มากที่สุดอย่างรวดเร็ว แล้วชำระล้างสารเคมีออกจากร่างกายโดยใช้ที่ล้างตัวฉุกเฉิน เปิดน้ำให้ไหลพุ่งลงมาโดยดันคันโยกขึ้น และล้างตัวเป็นเวลาประมาณ 15 นาที จากนั้นรีบพาไปพบแพทย์



รูปที่ 3.14 ที่ล้างตัวฉุกเฉิน

4. ถังดับเพลิง (Fire Extinguisher) ⁽²³⁾

ถังดับเพลิงเป็นอุปกรณ์สำหรับดับไฟที่เริ่มก่อตัวขึ้น ซึ่งยังเป็นไฟไหม้ขนาดเล็ก เพื่อป้องกันไม่ให้ไฟลุกลามต่อไป ในถังดับเพลิงจะมีน้ำยาดับเพลิงเพียงพอสำหรับดับเพลิงในเวลาสั้น ดังนั้น เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการหรือผู้เกี่ยวข้องควรได้รับการฝึกฝนการใช้ถังดับเพลิง เพื่อจะได้มีความสามารถในการดับเพลิงอย่างทันท่วงที



รูปที่ 3.15 ถังดับเพลิง

⁽²³⁾ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา. (2560). คู่มือปฏิบัติงาน งานห้องปฏิบัติการ. หน้า 26. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.medicine.up.ac.th/>

5. อุปกรณ์ปฐมพยาบาล (First-aid Kit) ^{(23), (24)}

ใช้สำหรับปฐมพยาบาลเมื่อได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย เช่น ข้อมือขมบวม แผลถลอก น้ำร้อนลวก ผิวหนังไหม้เกรียม เป็นต้น อุปกรณ์ปฐมพยาบาลประกอบด้วย น้ำยาล้างแผล น้ำยาฆ่าเชื้อ พลาสเตอร์ยา ผ้าพันแผล เทปขาว เจลทาผิวหนังไหม้เกรียมหรือน้ำร้อนลวก สำลี ถังมือแพทย์ คีมคีบและกรรไกร



รูปที่ 3.16 อุปกรณ์ปฐมพยาบาล

6 ชุดอุปกรณ์กำจัดสารเคมีหกั่วไหล (Chemical spill Kit)

เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับสารเคมีหกั่วไหล กรณีสารหกเป็นของเหลว ใช้ตัวดูดซับเฉื่อยที่เหมาะสม เช่น chemical spill-absorbent pillows, vermiculite ⁽²⁵⁾ หรือทรายแมว (cat litter) ชนิดไม่ใส่สารดับกลิ่น เมื่อดูดซับแล้วต้องปฏิบัติกับตัวดูดซับเหล่านี้เสมือนว่าเป็นของเสียอันตราย โดยกวาดหรือโกยลงภาชนะสำหรับเก็บของเสียอันตรายที่เหมาะสม ถ้าเป็นกรดให้สะเทินด้วยโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) หรือโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ถ้าเป็นเบสแก่ให้สะเทินด้วยกรดซิตริก (citric acid) ⁽²⁶⁾ ใช้กระดาษ pH ตรวจสอบให้แน่ใจว่าสารละลายมีความ เป็นกลางก่อนกำจัดทิ้ง



รูปที่ 3.17 อุปกรณ์สำหรับดูดซับสารเคมี

⁽²⁴⁾ ศูนย์ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ศปอส.) (2563). *คู่มือความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี สำหรับนิสิตที่ทำวิจัยและนักวิจัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 46. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.shecu.chula.ac.th>

⁽²⁵⁾ โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (ESPREL). (2554). *ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย*. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://esprel.labsafety.nrct.go.th/content.asp?ID=205>

⁽²⁶⁾ อมรฤทธิ์ ศรีนวล. (2563). *คู่มือปฏิบัติงาน การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1(513 103)*. คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยศิลปากร. หน้า 19. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.sc.su.ac.th/knowledge/work-manual17.pdf>

7. อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment) ⁽²⁷⁾

อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล หรือ PPE เป็นอุปกรณ์สำหรับผู้ปฏิบัติงานสวมใส่ขณะทำงาน เช่น แว่นตานิรภัย (Eye protection) เสื้อกาวน์ (Gawn) รองเท้านิรภัย (Foot Protection) ถุงมือนิรภัย (Hand Protection) หน้ากาก (Mask) อุปกรณ์ป้องกันหู (Ear Protection) อุปกรณ์ป้องกันศีรษะ (Head Protection Devices) เป็นต้น เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากสภาพสิ่งแวดล้อมการทำงาน การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลเป็นวิธีหนึ่งในหลายวิธีการป้องกันอันตรายจากการทำงาน โดยทั่วไปจะยึดหลักการป้องกัน ควบคุมสิ่งแวดล้อมในการทำงานก่อน ในกรณีไม่สามารถดำเนินการได้ จึงนำกลวิธีการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลมาแทน



รูปที่ 3.18 อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล (สืบค้นเมื่อ 23 พฤศจิกายน 2564 จาก <https://www.ohswa.or.th>)

ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรก เพราะฉะนั้นห้องปฏิบัติการควรมีการติดตั้งอุปกรณ์ความปลอดภัยที่เหมาะสม จะช่วยลดอาการบาดเจ็บหรืออันตรายจากการทำงานได้ อุปกรณ์ที่ควรมีในห้องปฏิบัติการ ได้แก่

1. ตู้อุณหภูมิ เพื่อป้องกันอันตรายจากการทำงานกับสารเคมีที่มีกลิ่นรุนแรง สารระเหยง่าย ไอกรด หรือสารที่มีฤทธิ์กัดกร่อน
2. อ่างล้างตัวฉุกเฉิน เพื่อป้องกันอันตรายจากสารเคมีหกตร่างกาย
3. อ่างล้างตาฉุกเฉิน เพื่อป้องกันอันตรายจากสารเคมีกระเด็นเข้าตา
4. อุปกรณ์ดับเพลิง เพื่อป้องกันอันตรายจากเหตุการณ์เพลิงไหม้ในห้องปฏิบัติการ
5. อุปกรณ์ปฐมพยาบาลเบื้องต้น เพื่อเป็นการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย เช่น เศษแก้วบาดมือ แผลถลอก น้ำร้อนลวก
6. อุปกรณ์กำจัดสารเคมีหกแล้วไหล ใช้สำหรับดูดซับกรณีสารเคมีหกแล้วไหล
7. อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล ผู้ปฏิบัติงานควรสวมใส่เพื่อเป็นการป้องกันภัยส่วนบุคคล

⁽²⁷⁾ ศูนย์ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ศปอศ.) (2563). *คู่มือความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี สำหรับนิสิตที่ทำวิจัยและนักวิจัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. กรุงเทพฯ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 33. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.shecu.chula.ac.th>

3.4.3 สิ่งที่ต้องคำนึงในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี

1. ศึกษาข้อมูลของสารเคมีที่ตนต้องใช้ในการปฏิบัติงาน ซึ่งสามารถทราบได้จากเอกสารข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์ (Material safety data sheets หรือ MSDS)
2. ควรรู้ตำแหน่งที่เก็บเอกสาร วิธีใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ช่วยเหลือต่าง ๆ เช่น ถังดับเพลิง หน้ากากป้องกันควันและไอสารเคมี อ่างล้างตาฉุกเฉิน (Emergency Eyewash) และที่ล้างตัวฉุกเฉิน (Emergency safety shower) เป็นต้น
3. ทราบแนวทางการปฏิบัติในกรณีเกิดอุบัติเหตุ เช่น เส้นทางออกจากห้องปฏิบัติการ วิธีปฏิบัติตนเมื่อสัมผัสสารเคมีอันตราย รวมถึงแนวทางการจัดการของเสีย ⁽²⁸⁾
4. สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลก่อนทำปฏิบัติการ เช่น เสื้อกาวน์ แว่นตานิรภัย ถุงมือ เป็นต้น
5. ควรเก็บสารเคมีไว้บนชั้นวางสารเคมีในห้องเก็บสารเคมีโดยเฉพาะ และแยกประเภทสารเคมีและความเป็นอันตราย ⁽²⁹⁾
6. ภาชนะบรรจุสารเคมีทุกขวด ควรมีป้ายฉลากระบุที่ชัดเจน
7. ห้ามสูบบุหรี่ นำอาหาร และเครื่องดื่มเข้าไปรับประทานในห้องปฏิบัติการ โดยเด็ดขาด
8. ห้ามให้ความร้อนโดยตรงกับของเหลวไวไฟ และระมัดระวังในการจุดไฟ/การใช้เตาไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการ ระวังอย่าให้สายไฟขาดบนเตาไฟฟ้า เมื่อทดลองเสร็จต้องดับไฟ ปิดก๊าซ/ปิดเตาไฟฟ้าทันที
9. ห้ามเทน้ำลงในกรดเข้มข้นใด ๆ แต่ค่อยๆ เทกรดเข้มข้นลงในน้ำอย่างช้า ๆ พร้อมกับกวน ตลอดเวลา เพื่อกระจายความร้อนที่เกิดจากการละลายของกรดในน้ำ ⁽³⁰⁾
10. ห้ามชิมสารเคมีที่สงสัย และหลีกเลี่ยงการสูดดมไอระเหยของสารเคมีโดยตรง ถ้าจำเป็นต้องสูดดม ให้ถือภาชนะบรรจุห่างจากจมูก 6-10 นิ้ว แล้วใช้มือโบกพัดไอมาดมเบา ๆ
11. ห้ามใช้ปากดูดปิเปต ให้ใช้อุปกรณ์ช่วย เช่น ลูกยาง
12. การถ่ายเท ผสม ให้ความร้อน และการเตรียมสารเคมีพวกสารที่มีกลิ่น ทำให้เกิดก๊าซ ไอกรด ให้ทำในตู้ดูดควัน เช่น สารเคมีพวกกรด-ด่างที่มีความเข้มข้นสูง และสารอินทรีย์/อนินทรีย์ ที่เป็นสารระเหย เป็นต้น
13. กรณีสามารถเลือกใช้สารเคมีได้ ควรเลือกใช้สารเคมี ที่มีความเป็นพิษน้อยที่สุดในปริมาณน้อยที่สุดเท่าที่พึงกระทำได้ ⁽²⁸⁾ และเพิ่มความระมัดระวังเป็นพิเศษเมื่อต้องปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับสารก่อมะเร็ง
14. หากสารเคมีกระเด็นเข้าตา สัมผัสโดนผิวหนัง ต้องล้างออกโดยทันทีด้วยน้ำสะอาดอย่างน้อย 15 นาที

15. ช่วยกันรักษาความสะอาดของพื้นที่ทำงาน ทำความสะอาดพื้นที่ทำงานทุกครั้ง หลังการใช้งาน กรณีที่มีการหกของสารเคมีต้องทำความสะอาดโดยทันที หลังเสร็จการทำปฏิบัติการ ให้ล้างมือให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

16. แยกทิ้งเครื่องแก้วแตกออกจากถังขยะทั่วไป และทิ้งในภาชนะรองรับที่แยกต่างหาก จากของเสียอื่นๆ

17. ของเสียที่เป็นสารเคมีอันตรายให้แยกประเภทและทิ้งในภาชนะที่จัดเตรียมไว้ พร้อมติดป้ายฉลากระบุชนิดของสารเคมีให้ชัดเจน

⁽²⁸⁾ วรวิทย์ จันท์สุวรรณ. (2563). *คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, หน้า 15. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=459

⁽²⁹⁾ กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (2558). *คู่มือปฏิบัติด้านความปลอดภัย ห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ*. กรุงเทพฯ ฯ : กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. หน้า 23. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.dss.go.th/images/ohm/lab-safety.pdf>

⁽³⁰⁾ อมรฤทธิ์ ศรีนวล. (2563). *คู่มือปฏิบัติงาน การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1(513 103)*. คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยศิลปากร. หน้า 13. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.sc.su.ac.th/knowledge/work-manual17.pdf>

3.4.4 การปฐมพยาบาลเบื้องต้น

1. ถูกแก้วหรือของมีคมบาด ⁽³¹⁾

1. พยายามเช็ดเศษแก้วที่มองเห็นชัดเจนออกจากบริเวณแผล
2. ห้ามเลือดโดยใช้น้ำแข็งประคบ กดที่เส้นเลือด หรือรัดที่บริเวณเส้นเลือดที่นำไปสู่บาดแผลระวังอย่ารัดนานเกินไป
2. ทำความสะอาดแผลและใส่ยาปิดปากแผลให้มิดชิด
3. หากแผลใหญ่หรือเลือดไม่หยุดให้นำส่งหน่วยอนามัยโดยเร็ว

2. ถูกของร้อน ⁽³¹⁾

1. แช่น้ำเย็นจัดหรือประคบน้ำแข็งจนกว่าอาการปวดแสบปวดร้อนทุเลาลง
2. ทายาขี้ผึ้งสำหรับไฟไหม้ และน้ำร้อนลวก
3. หากแผลใหญ่หรือเลือดไม่หยุดให้นำส่งหน่วยอนามัย

3. สารเคมีกรดผิวหนัง ⁽³²⁾

1. พิจารณาว่าสารเกิดปฏิกิริยาเคมีกับน้ำหรือไม่ ?
 - 1.1 กรณีที่สารเกิดปฏิกิริยาเคมีกับน้ำ เช่น โลหะโซเดียม (Na) โลหะโพแทสเซียม (K) กรดกำมะถันเข้มข้น (Sulfuric acid) เป็นต้น ให้ใช้ผ้าที่สะอาดเช็ดสารออกจากบริเวณผิวหนัง แล้วรีบล้างออกด้วยน้ำทันที อย่างน้อย 15 นาที
 - 1.2 กรณีที่สารไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีกับน้ำให้รีบล้างออกด้วยน้ำทันทีอย่างน้อย 15 นาที
2. กรณีสารกรดร่างกายบริเวณที่มีเสื้อผ้าปกคลุมให้รีบถอดเสื้อผ้าออก แล้วรีบล้างออกหรืออาบน้ำแล้วแต่ปริมาณสารที่กรด
3. เมื่อล้างออกด้วยน้ำแล้ว
 - 3.1 หากเป็นแผลที่เกิดจากต่างกรด ให้ใช้สารละลายกรดน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 1% (1% Acetic acid) ชุบสำลีทำความสะอาดแผลอีกครั้ง
 - 3.2 หากเป็นแผลที่เกิดจากกรดกรด ให้ใช้สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเจือจาง (Dilute Sodium Carbonate Solution) ชุบสำลีทำความสะอาดแผลอีกครั้ง

⁽³¹⁾ อมรฤทธิ์ ศรีนวล. (2563). คู่มือปฏิบัติงาน การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1(513 103). คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยศิลปากร. หน้า 14-15. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.sc.su.ac.th/knowledge/work-manual17.pdf>

⁽³²⁾ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา. (2560). คู่มือปฏิบัติงาน งานห้องปฏิบัติการ. หน้า 28. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.medicine.up.ac.th/>

4. หากสารเคมีเป็นกลุ่มน้ำมันหรือสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ควรใช้สบู่อ่อนล้างร่วมกับน้ำเพื่อล้างสารเคมีออกให้มากที่สุด สารเคมีบางชนิดสามารถใช้สารละลายที่มีคุณสมบัติเฉพาะกับสารนั้น ๆ ในการล้าง เช่น กรดไขมัน Phenol ล้างด้วย Polyethylene Glycol น้ำหนักโมเลกุล 400 (PEG400)

5. ใช้ผ้านุ่มซับผิวหนังให้แห้ง ห้ามใช้ผ้าพันแผลชนิดกาวปิดแผล ถ้าผิวหนังแดงและเจ็บให้ปิดด้วยผ้าพันแผลที่แห้งและสะอาดหลวม ๆ

6. นำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลพร้อมด้วยข้อมูลของสารที่สัมผัส

4. สารเคมีเข้าตา ⁽³³⁾

รีบล้างออกด้วยน้ำสะอาด โดยพยายามลืมตาในน้ำและเปิดเปลือกตาออก อย่างน้อย 15 นาทีเพื่อล้างสารเคมีที่ค้างอยู่ใต้เปลือกตาออกให้หมด จากนั้นให้รีบไปพบแพทย์

5. การสูดแก๊สหรือควันพิษ ⁽³³⁾

1. หากรู้สึกผิดปกติเกิดขึ้นกับร่างกายในขณะที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับสารเคมี เช่น วิงเวียนศีรษะ ปวดศีรษะ แสบตา แสบจมูก หรือได้กลิ่นผิดปกติ เป็นต้น ให้รีบออกจากบริเวณนั้นไปสูดอากาศในที่โล่ง

2. ควรเปิดประตูหน้าต่างเพื่อทำให้ความเข้มข้นของแก๊สเจือจางลง หากแก๊สที่รั่วไหลเป็นแก๊สไวไฟ ควรหลีกเลี่ยงการกระทำใด ๆ ที่จะก่อให้เกิดประกายไฟ

3. การช่วยเหลือผู้ป่วยหมดสติ ผู้ช่วยเหลือควรสวมหน้ากากป้องกันแก๊สพิษหรือสวมเครื่องช่วยหายใจ จากนั้นจึงรีบนำผู้ป่วยไปยังพื้นที่โล่งแจ้ง

6. การกลืนกินสารเคมี ⁽³³⁾

อุบัติเหตุจากการกลืนกินสารเคมีเกิดขึ้นไม่บ่อยนัก หากผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับสารเคมีปฏิบัติงานอย่างเหมาะสม เช่น ไม่ดูดปิเปตด้วยปาก ไม่ดูดท่อหรือสายยางด้วยปาก เป็นต้น หลักในการปฐมพยาบาลโดยทั่วไป มีดังนี้

1. พยายามทำให้อาเจียนโดยการใช้นิ้วหรือวัสดุไม่มีคมกดโคนลิ้น ยกเว้นการกลืนสารกัดกร่อนรุนแรงห้ามทำให้เกิดการอาเจียนโดยเด็ดขาด

2. หากผู้ป่วยหมดสติ การทำให้อาเจียนจะต้องให้ผู้ป่วยนอนคว่ำ ศีรษะต่ำกว่าสะโพกเพื่อป้องกันการสำลักเข้าปอด

3. พยายามดื่มน้ำมาก ๆ

4. ดื่มน้ำยาก็พิษ ยาแก้พิษที่ใช้ได้ทั่วไปประกอบด้วยถ่านกัมมันต์ (Activated Charcoal) 2 ส่วน ผสมกับแมกนีเซียมออกไซด์ (Magnesium Oxide) 1 ส่วน และกรดแทนนิก (Tannic acid) 1 ส่วน ละลายส่วนผสมนี้ 15 กรัม ในน้ำ 125 มิลลิลิตร

⁽³³⁾ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา. (2560). *คู่มือปฏิบัติงาน งานห้องปฏิบัติการ*. หน้า 29-30. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.medicine.up.ac.th/>

3.5 จรรยาบรรณวิชาชีพ ^{(34), (35)}

งานทางวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เกือบทุกสาขาทุกแขนง ล้วนแต่ต้องมีการทดลองแทบทั้งสิ้น ซึ่งการทดลองบางครั้งต้องใช้สัตว์ทดลอง สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ต้องมีจริยธรรมและจรรยาบรรณนักวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. นักวิทยาศาสตร์ต้องมีความซื่อสัตย์ทางวิชาการ ไม่นำผลงานของผู้อื่นมาเป็นผลงานของตนเอง และไม่ลอกเลียนผลงานของผู้อื่น รวมทั้งไม่นำผลงานของตนเองในเรื่องเดียวกันไปเผยแพร่ในวารสารวิชาการมากกว่าหนึ่งฉบับ ในลักษณะที่จะทำให้เข้าใจผิดว่าเป็นผลงานใหม่

2. นักวิทยาศาสตร์ต้องให้เกียรติและอ้างถึงบุคคล หรือแหล่งที่มาของข้อมูลที่นำมาใช้ในผลงานวิชาการของตนเอง และแสดงหลักฐานของการค้นคว้า

3. นักวิทยาศาสตร์ต้องมีความรับผิดชอบ ต่อสิ่งที่ศึกษาวิจัย ไม่ว่าจะป็นมนุษย์ สัตว์ พืช ครอบคลุมไปถึงวัฒนธรรมและสภาพแวดล้อมทั้งหลาย

4. นักวิทยาศาสตร์ต้องมีพื้นฐานความรู้ดีพอในเรื่องที่วิจัย

5. นักวิทยาศาสตร์ต้องรับผิดชอบต่อพันธกรณีกับหน่วยงาน หรือองค์กรที่สนับสนุนการวิจัย

6. นักวิทยาศาสตร์ต้องไม่มีความลำเอียง หรืออคติในการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และตีความข้อมูล รวมทั้งมีความอิสระทางความคิด

7. นักวิทยาศาสตร์ต้องมีคุณธรรม และเคารพศักดิ์ศรีของเพื่อนมนุษย์ที่เป็นตัวอย่างในการวิจัย

8. นักวิทยาศาสตร์ต้องมีใจกว้าง รับฟัง และเคารพความคิดเห็นทางวิชาการของผู้อื่น

9. นักวิทยาศาสตร์พึงนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในทางที่ชอบ

10. นักวิทยาศาสตร์ต้องมีสำนึกต่อสังคมและประเทศชาติ

ทั้งหมดนี้ คือ จรรยาบรรณที่นักวิทยาศาสตร์ ต้องยึดปฏิบัติในการทำงานของตนให้อยู่ภายในขอบเขตที่สร้างสรรค์ ไม่จงใจเบี่ยงเบนผลการวิจัยโดยหวังผลประโยชน์ส่วนตัว หรือต้องการสร้างความเสียหายแก่ผู้อื่น เสนอผลงานตามเป็นจริง ไม่ขยายข้อค้นพบโดยปราศจากการตรวจสอบยืนยันในทางวิชาการ และต้องไม่คำนึงถึงผลประโยชน์ทางวิชาการ จนละเลยหรือละเมิดสิทธิส่วนบุคคลของผู้อื่นและสิทธิมนุษยชน

⁽³⁴⁾ ดัดแปลงจาก: วีรวัดน์ กนกนุเคราะห์. จรรยาบรรณนักวิทยาศาสตร์. คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.bim-mover.com/verawat%20site/sitepage/onlineEthics.html>

⁽³⁵⁾ สำนักงานนิตินกร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2551). คู่มือจรรยาบรรณของบุคลากรและอาจารย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. หน้า 5. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://www.jc.tu.ac.th/files/upload/files/TU_ethics2551_manual.pdf

บทที่ 4

เทคนิคในการปฏิบัติงาน



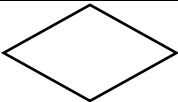
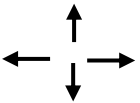

การปฏิบัติงานด้านการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการ ซึ่งเป็นงานที่สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการให้ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ มีเทคนิคในการปฏิบัติงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ ดังนี้

- 4.1 สัญลักษณ์อธิบายผังกระบวนการ
- 4.2 ตารางแสดงผังกระบวนการ และขั้นตอนการปฏิบัติงาน
- 4.3 วิธีการให้บริการกับผู้รับบริการที่มีความพึงพอใจ
- 4.4 วิธีติดตาม และประเมินผลการปฏิบัติงาน
- 4.5 แนวปฏิบัติที่ดีในการปฏิบัติงาน

4.1 สัญลักษณ์อธิบายผังกระบวนการ

ผังกระบวนการปฏิบัติงาน สามารถอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้ในการอธิบายความ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สัญลักษณ์อธิบายผังกระบวนการ

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
	จุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของกระบวนการ
	กิจกรรมและการปฏิบัติงาน
	การตัดสินใจ
	ทิศทาง/การเคลื่อนไหวของงาน
	จุดเชื่อมต่อระหว่างขั้นตอน/กระบวนการ

4.2 ตารางแสดงผังกระบวนการ และขั้นตอนปฏิบัติงาน

4.2.1 การจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี

4.2.2 การจัดซื้ออุปกรณ์และสารเคมี

4.2.3 การยืม-คืนอุปกรณ์และเครื่องแก้ว

4.2.4 การจองเครื่องมือวิทยาศาสตร์

4.2.1 การจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี

ตารางที่ 4.2 ผังกระบวนการ การจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี

ลำดับ	ผังกระบวนการ (Flow chart)	หน่วยงานอื่น/ ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะเวลา ดำเนินการ	เอกสารอ้างอิง
	การจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี			
	นักวิทยาศาสตร์	อาจารย์ประจำวิชา		
1	รับมอบหมายงาน	งานบริการการศึกษา/ อาจารย์ผู้สอน	2 ชั่วโมง	คู่มือปฏิบัติการ
2	ประสานงานกับอาจารย์	อาจารย์/ นักวิทยาศาสตร์	4 ชั่วโมง	ตารางปฏิบัติการ /คู่มือปฏิบัติการ
3	วางแผนเตรียมปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์	4 ชั่วโมง	ตารางปฏิบัติการ /คู่มือปฏิบัติการ
4	เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี	นักวิทยาศาสตร์	1-2 วัน	คู่มือปฏิบัติการ
5	ทดลอง	อาจารย์/ นักวิทยาศาสตร์	1-3 วัน	คู่มือปฏิบัติการ
6	นักศึกษาทำการทดลอง	นักศึกษา/อาจารย์/ นักวิทยาศาสตร์	4-5 ชั่วโมง	คู่มือปฏิบัติการ
7	เก็บอุปกรณ์ สารเคมี	นักวิทยาศาสตร์	4-6 ชั่วโมง	

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. รับมอบหมายงาน

(1) งานบริการการศึกษาทำการส่งตารางเรียน และ มคอ.3 รายวิชาปฏิบัติการที่จะเปิดทำการเรียนการสอนในแต่ละปีการศึกษาแก่นักวิทยาศาสตร์

(2) หมวดห้องปฏิบัติการ ประชุมแบ่งงานตามทักษะการปฏิบัติงาน และความเหมาะสมกับภาระงานหลักที่ต้องปฏิบัติ

(3) รับคู่มือปฏิบัติการและตารางปฏิบัติการมาศึกษารายละเอียด โดยในตารางจะระบุวันเวลาทำปฏิบัติการ หัวข้อการทำปฏิบัติการ และอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักในแต่ละปฏิบัติการ

2. ประสานงานกับอาจารย์ผู้สอน

(1) ประสานงานกับอาจารย์ผู้ดูแลรายวิชาปฏิบัติการที่ได้รับมอบหมาย

(2) ปรึกษาอาจารย์ผู้ดูแลรายวิชาถึงความต้องการ และแนวทางในการทำปฏิบัติการในแต่ละหัวข้อ เช่น การแบ่งกลุ่มนักศึกษา การเตรียมสารเคมี น้ำยาทดลอง ตัวอย่างทดสอบ วัสดุศึกษา เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในแต่ละหัวข้อ

3. วางแผนเตรียมปฏิบัติการ

(1) ศึกษาคู่มือปฏิบัติการอย่างละเอียดในแต่ละหัวข้อ

(2) ทำคู่มือสรุปสิ่งที่ต้องเตรียมแยกเป็นบทปฏิบัติการ เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 4.3

(3) ตรวจสอบเครื่องแก้ว อุปกรณ์ และสารเคมีในห้องปฏิบัติการ หากมีไม่เพียงพอให้ดำเนินการจัดซื้อเพิ่มเติม

(4) ตรวจสอบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้งานในแต่ละบทปฏิบัติการ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน หากเครื่องมือชำรุดให้ดำเนินการแจ้งซ่อม

(5) คำนวณปริมาณเครื่องแก้ว อุปกรณ์ และสารเคมีที่ต้องใช้ในแต่ละบทปฏิบัติการ เพื่อที่จะได้เตรียมให้เพียงพอที่จะใช้ในแต่ละปฏิบัติการ

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างคู่มือสรุปการเตรียมปฏิบัติการเภสัชวิเคราะห์ 1 โดยแยกเป็นบทปฏิบัติการ

ปฏิบัติการ	การทดลอง	สารเคมีที่ใช้	อุปกรณ์ที่ใช้
1	บทนำ - ชี้แจงกฎระเบียบ ข้อ ระมัดระวังในการใช้สารเคมี และห้องปฏิบัติการ การ ป้องกันและจัดการเหตุ ฉุกเฉิน - ตรวจสอบและการทำงาน สะอาดเครื่องแก้ว	ไม่มีสารเคมีที่ต้องเตรียม	เตรียมเครื่องแก้วสำหรับนักศึกษา ตามใบ ตรวจรับเครื่องแก้ว ดังตารางที่ 4.4

ปฏิบัติการ	การทดลอง	สารเคมีที่ใช้	อุปกรณ์ที่ใช้
2	<p>การใช้ตำรายา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ส่วนประกอบในตำรายา - Monograph ของวัตถุพิบ และยาสำเร็จรูป 	<p>ไม่มีสารเคมีที่ต้องเตรียม</p> <p>ให้นักศึกษาทำงานร่วมกัน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 5-8 กลุ่ม</p>	<p>ยืมตำรายาจากห้องสมุดนงเยาว์ ชัยเสรี</p> <p>ดังต่อไปนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - The United States Pharmacopeia: USP37 NF32 V.1 - V.4, Suppl.1 - Suppl.2 - The United States Pharmacopeia: USP39 NF34 V.1 - V.4, Suppl.1 - Suppl.2 - The United States Pharmacopeia: USP40 NF35 V.1 - V.4, Suppl.1 - Suppl.2 - The United States Pharmacopeia: USP41 NF36 V.1 - V.5, Suppl.1 - Suppl.2 - The United States Pharmacopeia: USP42 NF37 V.1 - V.5, Suppl.1 - Suppl.2 - British Pharmacopoeia 2018 V.1 - V.6 - British Pharmacopoeia 2019 V.1 - V.6
3	<ul style="list-style-type: none"> - เทคนิคการใช้เครื่องแก้ววัดปริมาตร - เทคนิคการใช้เครื่องชั่งวิเคราะห์อเล็กทรอนิกส์ 	<p>สารเคมีที่ต้องเตรียม</p> <p>นักศึกษาจำนวน 70 คน</p> <p>1. เทคนิคการใช้เครื่องแก้ววัดปริมาตร</p> <p>สารเคมีที่ต้องเตรียม</p> <p>1) 1 % Ponceau 4R</p> <p>วิธีเตรียมสาร : ชั่ง Ponceau 4R จำนวน 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 mL</p> <p>2) 1 % Brilliant blue</p> <p>วิธีเตรียมสาร : ชั่ง Brilliant blue จำนวน 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 mL</p> <p>3) 1 % Tartrazine</p> <p>วิธีเตรียมสาร : ชั่ง Tartrazine จำนวน 1 กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 mL</p> <p>4) Purified Water</p> <p>2. เทคนิคการใช้เครื่องชั่งวิเคราะห์อเล็กทรอนิกส์</p> <p>สารเคมีที่ต้องเตรียม</p> <p>Sodium Chloride (NaCl) MW: 58.44 g/mol ที่อบแห้ง 105°C นาน 1 ชั่วโมง</p>	<p>1. เทคนิคการใช้เครื่องแก้ววัดปริมาตร</p> <p>อุปกรณ์/นักศึกษา</p> <ul style="list-style-type: none"> - Volumetric Flask, 50 mL (1 ใบ/คน) - Glass Funnel (1 อัน/คน) - Stirring rod (1 อัน/คน) - O-ring (1 อัน/คน) - Stand and Base (1 อัน x 1 คน) - Pasture pipette (1 อัน x 1 คน) - Beaker 50 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 10 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 250 mL (1 ใบ/คน) - Wash Bottle (1 ชุด x คน) - กระดาษกรองตัดรีว (5 ชั้น x คน) - จุกยาง Pasture pipette (1 อัน/คน) <p>2. เทคนิคการใช้เครื่องชั่งวิเคราะห์อเล็กทรอนิกส์</p> <p>อุปกรณ์/นักศึกษา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ขวดชั่งสารบรรจุ NaCl (1อัน/ คน) - กระดาษชั่ง - ซ้อนตักสาร (1 อัน/คน) - Beaker 50 mL (1 อัน/คน) - แปรงปิดขนนุ่มประจำเครื่องชั่ง

ปฏิบัติการ	การทดลอง	สารเคมีที่ใช้	อุปกรณ์ที่ใช้
4	- เทคนิคการปิเปต - เทคนิคการไทเทรต	<p>สารเคมีที่ต้องเตรียม นักศึกษาจำนวน 70 คน</p> <p>1. เทคนิคการปิเปต สารเคมีที่ต้องเตรียม 1) 0.1 N HCl จำนวน 3 ลิตร วิธีเตรียม : ตวง 37 % HCl จำนวน 8.3 mL แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 1 ลิตร ข้อควรระวัง : ห้ามเทน้ำลงในกรด ให้ค่อยๆ เทกรดลงไปในน้ำด้วยความระมัดระวัง</p> <p>2) Purified Water จำนวน 10 ลิตร</p> <p>2. เทคนิคการไทเทรต สารเคมีที่ต้องเตรียม 1) 0.1 N NaOH จำนวน 3 ลิตร วิธีเตรียม : ชั่ง Sodium hydroxide pellets (NaOH) จำนวน 4 กรัม มาละลายในน้ำกลั่น 100 mL โดยใช้แท่งแก้วคนให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1 ลิตร</p> <p>2) Methyl Orange TS จำนวน 300 mL วิธีเตรียม : ชั่ง Methyl Orange อย่างแม่นยำ 0.1 กรัม มาละลายในน้ำกลั่น 80 mL และคนเบาๆ ให้ละลาย จากนั้นให้เติม 95% ethanol ลงไปเพื่อปรับปริมาตรให้ครบ 100 mL หากไม่ละลายให้กรองสารละลายที่ได้และเก็บในขวดหยดสีชาพร้อมทั้งติดฉลาก</p> <p>3) Phenolphthalein TS จำนวน 300 mL วิธีเตรียม : ชั่ง Phenolphthalein อย่างแม่นยำ 1 กรัม ละลายใน 95 % EtOH และคนเบาๆ ให้ละลาย แล้วเทเก็บในขวดหยดสีชาพร้อมทั้งติดฉลาก</p> <p>4) Purified Water จำนวน 5 ลิตร</p>	<p>1. เทคนิคการปิเปต อุปกรณ์/นักศึกษา - Transfer pipette 10 mL (1 อัน/คน) - Beaker 50 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 250 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 600 mL (1 ใบ/คน) - Erlenmyer flask 250 mL (2 ใบ/คน) - Cylinder 100 mL (1 ใบ/คน) - Wash bottom (1 ใบ/คน) - Watch glass (1 ใบ/คน) - กระดาษทิชชู 1 ม้วน - ลูกยางปิเปต - ผ้าขาวสำหรับปูโต๊ะ (1 ผืน/คน)</p> <p>2. เทคนิคการไทเทรต อุปกรณ์/นักศึกษา -buret 50 mL (1 อัน/คน) -Erlenmyer flask 250 mL (2 ใบ/คน) -wash bottom (1 ขวด/คน) -buret cover (1 อัน/คน) -Stand and Base (1 อัน/คน) - Buret clamp (1 อัน/คน) - ผ้าขาวสำหรับปูโต๊ะ (1 ผืน/คน)</p>

ปฏิบัติการ	การทดลอง	สารเคมีที่ใช้	อุปกรณ์ที่ใช้
5	<p>การสอบเทียบเครื่องแก้ววัดปริมาตร</p> <p>- การสอบเทียบขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flask)</p> <p>- การสอบเทียบปิเปต (Transfer pipette)</p> <p>การสอบเทียบเครื่องแก้ววัดปริมาตร</p>	<p>สารเคมีที่ต้องเตรียม</p> <p>นักศึกษาจำนวน 70 คน ปฏิบัติการนี้ทำเป็นกลุ่ม โดยแบ่งนักศึกษาก่อเป็น 15 กลุ่ม ตามจำนวนเครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ชนิด 4 ตำแหน่ง</p> <p>Purified Water จำนวน 2 ลิตร ที่วางทิ้งไว้ในห้องเครื่องชั่งที่อุณหภูมิ 25°C อย่างน้อย 2 ชั่วโมงก่อนเริ่มเรียน</p>	<p>1. การสอบเทียบขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flask)</p> <p>อุปกรณ์/กลุ่ม</p> <ul style="list-style-type: none"> - เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ชนิด 4 ตำแหน่ง (1 เครื่อง/กลุ่ม) - Volumetric flask 50 mL ชนิด TC (3 ใบ/กลุ่ม) - เทอร์โมมิเตอร์ ความละเอียด 0.1 °C (1 อัน/กลุ่ม) - Beaker 100 mL (3 ใบ/กลุ่ม) - Glass funnel (3 ใบ/กลุ่ม) - Pasture pipette (3 อัน/กลุ่ม) - กระดาษกรองตัดรีว (6 ชิ้น/กลุ่ม) <p>2. การสอบเทียบปิเปต (Transfer pipette)</p> <p>อุปกรณ์/กลุ่ม</p> <ul style="list-style-type: none"> - Transfer pipette 10 mL ชนิด TD (3 อัน/กลุ่ม) - Beaker 100 mL (3 ใบ/กลุ่ม) - นาฬิกาจับเวลา (1 เรือน/กลุ่ม) - ลูกยางปิเปต (3 อัน/กลุ่ม) - กระดาษทิชชู (1 ม้วน/กลุ่ม) - Erlenmeyer flask 50 mL พร้อมจุกปิด ใช้เป็นภาชนะรองรับ) (3 ใบ/กลุ่ม)
6	<p>Standardization</p> <p>- การเตรียมและวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน Sulfuric Acid, USP 32</p>	<p>สารเคมีที่ต้องเตรียม</p> <p>นักศึกษาจำนวน 70 คน</p> <p>1) Purified Water 20 ลิตร</p> <p>2) Sulfuric acid 0.5 M จำนวน 10 ลิตร</p> <p>วิธีเตรียม : เติม 95% Sulfuric acid 28 mL ลงในน้ำ 100 mL อย่างช้าๆ คนเบาๆ ให้เข้ากัน ตั้งทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 mL เก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีชา</p> <p>3) Anhydrous sodium carbonate (Na₂CO₃) จำนวน 210 กรัม (3 กรัม/คน)</p> <p>4) methyl orange TS จำนวน 300 mL</p> <p>วิธีเตรียม : ชั่ง Methyl Orange 0.1 กรัม มาละลายในน้ำกลั่น 80 mL และคนเบาๆ ให้ละลาย จากนั้นให้เติม 95% ethanol ลงไปเพื่อปรับปริมาตรให้ครบ 100 mL หากไม่ละลายให้กรอง เก็บสารในขวดหยดสีชาพร้อมทั้งติดฉลาก</p>	<p>อุปกรณ์/นักศึกษา</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erlenmeyer Flask 250 mL (4 ใบ/คน) - Beaker 50 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 250 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 600 mL (1 ใบ/คน) - Watch glass (4 ใบ/คน) - Wash bottle (1 ขวด/คน) - Buret 50 ml (1 อัน/คน) - Buret Stand + clamp (1 อัน/คน) - Cylinder 50 ml (1 อัน/คน) - ผ้ายาสีขาว (1 ผืน/คน)

ปฏิบัติการ	การทดลอง	สารเคมีที่ใช้	อุปกรณ์ที่ใช้
7	<p>Acid-Base Titration</p> <p>- การวิเคราะห์หาปริมาณ sodium bicarbonate ใน Sodamint Tablets</p>	<p>สารเคมีที่ต้องเตรียม</p> <p>นักศึกษาจำนวน 70 คน</p> <p>1) Purified Water 20 ลิตร</p> <p>2) Sulfuric acid 1 N จำนวน 10 ลิตร</p> <p>วิธีเตรียม : เตรียม 1.0 N Sulfuric acid โดยเติม 95% Sulfuric acid 28 mL ลงในน้ำ 100 mL อย่างช้าๆ คนเบาๆ ให้เข้ากัน ตั้งทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร เก็บสารละลายที่เตรียมได้ในขวดแก้วสีชาและปิดฉลาก</p> <p>3) Sodium bicarbonate tablets Total = (20 เม็ด x 70 คน = 1,400 เม็ด)</p> <p>4) methyl orange TS จำนวน 300 mL</p> <p>วิธีเตรียม : ชั่ง Methyl Orange อย่างแม่นยำ 0.1 กรัม มาละลายในน้ำกลั่น 80 mL และคนเบาๆ ให้ละลาย จากนั้นให้เติม 95% ethanol ลงไปเพื่อปรับปริมาตรให้ครบ 100 mL หากไม่ละลายให้กรองสารละลายที่ได้และเก็บในขวดหยดสีชาพร้อมทั้งติดฉลาก</p>	<p>อุปกรณ์/นักศึกษา</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erlenmeyer flask 250 mL (4 ใบ/คน) - Beaker 50 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 100 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 250 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 600 mL (1 ใบ/คน) - Watch glass (4 ใบ/คน) - Wash bottle (1 ขวด/คน) - Buret 50 ml (1 อัน/คน) - Buret Stand + clamp (1 อัน/คน) - Cylinder 100 ml (1 อัน/คน) - ช้อนตักสาร (1 อัน/คน) - ฟ้ายางสีขาว (1 ผืน/คน) - โกร่งกระเบื้อง (1 อัน/คน)
8	<p>Complexometric Titration</p> <p>- การวิเคราะห์หาปริมาณของ Aluminum hydroxide ใน Alumina and Magnesia Oral suspension, USP 36</p> <p>- การวิเคราะห์หาปริมาณของ Magnesium hydroxide ใน Alumina and Magnesia Oral suspension, USP 36</p>	<p>สารเคมีที่ต้องเตรียม</p> <p>นักศึกษาจำนวน 70 คน</p> <p>1) ตัวอย่างยาแขวนตะกอน Alumina and Magnesia oral suspension จำนวน 4 ขวด</p> <p>2) สารละลายมาตรฐาน 0.05 M Edetate Disodium (EDTA) จำนวน 15 ลิตร</p> <p>วิธีเตรียม : ชั่ง edetate disodium 18.61 g ละลายในน้ำบริสุทธิ์ปราศจากโลหะเจือปน ปรับปริมาตรจนครบ 1000 mL</p> <p>3) สารละลายมาตรฐาน 0.05 M Zinc sulfate (ZnSO₄) จำนวน 10 ลิตร</p> <p>วิธีเตรียม : ละลาย 14.4 g ZnSO₄ ในน้ำบริสุทธิ์ปราศจากโลหะเจือปน ปรับปริมาตรจนครบ 1000 mL</p> <p>4) Acetic-ammonium acetate buffer TS จำนวน 10 ลิตร</p> <p>วิธีเตรียม : ละลาย ammonium acetate 77.1 g ในน้ำ เติม glacial acetic acid 57 mL และเติมน้ำจนครบ 1000 mL</p>	<p>1. การวิเคราะห์หาปริมาณของ Al(OH)₃</p> <p>อุปกรณ์/นักศึกษา</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erlenmeyer Flask 250 mL (3ใบ/คน) - Beaker 50 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 100 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 250 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 600 mL (1 ใบ/คน) - Watch glass (3 ใบ/คน) - Wash bottle (1 ขวด/คน) - Buret 50 ml (1 อัน/คน) - Buret Stand + clamp (1 อัน/คน) - Cylinder 10 ml (1 อัน/คน) - Cylinder 50 mL (1 อัน/คน) - Cylinder 100 mL (1 อัน/คน) - Transfer pipette 2 mL (1 อัน/คน) - Transfer pipette 10 mL (1 อัน/คน) - Transfer pipette 25 mL (1 อัน/คน) - ฟ้ายางสีขาว (1 ผืน/คน)

ปฏิบัติการ	การทดลอง	สารเคมีที่ใช้	อุปกรณ์ที่ใช้
8	<p>- การวิเคราะห์หาปริมาณของ Aluminum hydroxide ใน Alumina and Magnesia Oral suspension, USP 36</p> <p>- การวิเคราะห์หาปริมาณของ Magnesium hydroxide ใน Alumina and Magnesia Oral suspension, USP 36</p>	<p>5) Ammonia – ammonium chloride buffer TS จำนวน 10 ลิตร วิธีเตรียม : ละลาย ammonium chloride 67.5 g ในน้ำ เติม ammonium hydroxide (Strong ammonia) 570 mL และเติมน้ำให้ครบ 1000 mL</p> <p>6) Dithizone TS จำนวน 1 ลิตร วิธีเตรียม : ละลาย dithizone 25.6 mg ใน alcohol 100 mL สารละลายนี้ควรเก็บในที่เย็น และเตรียมเมื่อต้องการใช้</p> <p>7) Eriochrome black T จำนวน 500 mL วิธีเตรียม : ละลาย Eriochrome black T 200 mg + 15 ml Triethanolamine + 5 ml dehydrated Alcohol)</p> <p>8) Triethanolamine จำนวน 5 ลิตร</p> <p>9) Hydrochloric acid Conc. จำนวน 500 mL (ไว้สำหรับเตรียมตัวอย่าง)</p> <p>10) 95% EtOH จำนวน 20 ลิตร</p> <p>11) Purified Water จำนวน 20 ลิตร</p>	<p>2. การวิเคราะห์หาปริมาณของ Mg(OH)₂ อุปกรณ์/นักศึกษา</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erlenmeyer Flask 250 mL (3ใบ/คน) - Beaker 50 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 100 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 250 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 600 mL (1 ใบ/คน) - Watch glass (3 ใบ/คน) - Wash bottle (1 ขวด/คน) - Buret 50 ml (1 อัน/คน) - Buret Stand + clamp (1 อัน/คน) - Cylinder 25 mL (1 อัน/คน) - Cylinder 50 mL (1 อัน/คน) - Cylinder 100 mL (1 อัน/คน) - Transfer pipette 10 mL (1 อัน/คน) - ฝ้ายางสีขาว (1 ผืน/คน)
9	<p>Precipitation Titration</p> <p>- การวิเคราะห์หาปริมาณของ Sodium Chloride ใน Sodium Chloride Irrigation Solution.</p>	<p>สารเคมีที่ต้องเตรียม นักศึกษาจำนวน 70 คน</p> <p>1) สารตัวอย่าง Klean & Kare-Nomal Saline (0.9 % NaCl) จำนวน 4 ลิตร</p> <p>2) สารละลาย Potassium chromate TS (K₂CrO₄) 10 % จำนวน 100 มิลลิลิตร วิธีเตรียม : ชั่ง Potassium chromate จำนวน 10 กรัม ละลายในน้ำบริสุทธิ์ปราศคลอไรด์ แล้วปรับปริมาตรจนครบ 1 ลิตร</p> <p>3) สารละลาย 0.1 N Silver nitrate (AgNO₃) จำนวน 5 ลิตร วิธีเตรียม : ชั่ง Silver nitrate จำนวน 17.5 กรัม ละลายในน้ำบริสุทธิ์ปราศคลอไรด์ แล้วปรับปริมาตรจนครบ 1 ลิตร</p> <p>4) Purified water free Chloride จำนวน 20 ลิตร</p>	<p>อุปกรณ์/นักศึกษา</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erlenmeyer Flask 250 mL (4 ใบ/คน) - Beaker 50 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 100 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 250 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 600 mL (1 ใบ/คน) - Watch glass (4 ใบ/คน) - Wash bottle (1 ขวด/คน) - Buret 50 ml (1 อัน/คน) - Buret Stand + clamp (1 อัน/คน) - Cylinder 50 ml (1 อัน/คน) - Transfer pipette 10 mL (1 อัน/คน) - ฝ้ายางสีขาว (1 ผืน/คน)

ปฏิบัติการ	การทดลอง	สารเคมีที่ใช้	อุปกรณ์ที่ใช้
10	<p>Oxidation-Reduction Titration</p> <p>- การวิเคราะห์หาปริมาณของ Ascorbic Acid, USP 37</p> <p>- การวิเคราะห์หาปริมาณของไอโอดีนใน Povidone-Iodine Topical Solution, USP 20</p>	<p>สารเคมีที่ต้องเตรียม</p> <p>นักศึกษาจำนวน 70 คน</p> <p>1. การวิเคราะห์หาปริมาณของ Ascorbic Acid.</p> <p>1) Ascorbic acid จำนวน 100 กรัม</p> <p>2) Sulfuric acid 2 N จำนวน 10 ลิตร</p> <p>วิธีเตรียม : : เตรียม 2 N Sulfuric acid โดยเติม 95% Sulfuric acid 56 mL ลงในน้ำ 200 mL อย่างช้า ๆ คนเบา ๆ ให้เข้ากัน ตั้งทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 mL เก็บสารละลายที่เตรียมได้ในขวดแก้วสีชา และปิดฉลาก</p> <p>3) Iodine 0.1 N VS จำนวน 10 ลิตร</p> <p>วิธีเตรียม : ละลายสาร potassium iodide ประมาณ 36 กรัมในน้ำ 100 มิลลิลิตร แล้วพักไว้ จากนั้นชั่ง Iodine ประมาณ 14 กรัม ละลายในสารละลายที่พักไว้ตอนเริ่มต้น แล้วปรับปริมาตร 1 ลิตร เมื่อละลายเป็นเนื้อเดียวกันแล้วให้เทใส่ขวดสีชาพร้อมปิดฉลาก</p> <p>4) Starch TS จำนวน 1 ลิตร</p> <p>วิธีเตรียม : ชั่ง Soluble starch ประมาณ 1 กรัม เทใส่บีกเกอร์ 250 mL แล้วละลายด้วยน้ำเย็นอย่างเพียงพอ เพื่อให้ผงแป้งละลายจนทั่วไม่จับตัวเป็นก้อน เมื่อผงแป้งละลายดีแล้วให้เติมน้ำ 100 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้มให้เดือด จนได้สารละลายที่มีสีใส (น้ำแป้งสุก) ทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วเทใส่ขวดพร้อมปิดฉลาก</p>	<p>1. การวิเคราะห์หาปริมาณของ Ascorbic Acid.</p> <p>อุปกรณ์/นักศึกษา</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erlenmeyer Flask 250 mL (4 ใบ/คน) - Beaker 50 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 250 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 600 mL (1 ใบ/คน) - Watch glass (4 ใบ/คน) - Wash bottle (1 ขวด/คน) - Buret 50 ml (1 อัน/คน) - Buret Stand + clamp (1 อัน/คน) - Cylinder 50 ml (1 อัน/คน) - Cylinder 100 ml (1 อัน/คน) - ขวดขังสาร (1 ขวด/คน) - ผ้ายาสีขาว (1 ผืน/คน)

ปฏิบัติการ	การทดลอง	สารเคมีที่ใช้	อุปกรณ์ที่ใช้
10	<p>Oxidation-Reduction Titration</p> <p>- การวิเคราะห์หาปริมาณของ Ascorbic Acid, USP 37</p> <p>- การวิเคราะห์หาปริมาณของไอโอดีนใน Povidone-Iodine Topical Solution, USP 20</p>	<p>2. การวิเคราะห์หาปริมาณของไอโอดีนใน Povidone-Iodine Topical Solution</p> <p>สารเคมีที่ต้องเตรียม</p> <p>1) Povidone-Iodine Topical Solution จำนวน 2 ลิตร</p> <p>2) Hydrochloric acid 1 N จำนวน 1 ลิตร</p> <p>วิธีเตรียม : เติม Hydrochloric acid จำนวน 85 มิลลิลิตร ลงในน้ำ 100 มิลลิลิตร อย่างช้าๆ คนเบาๆ ให้เข้ากัน ตั้งทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่เตรียมได้ในขวดและปิดฉลาก</p> <p>3) 0.02 N Sodium Thiosulfate VS จำนวน 10 ลิตร</p> <p>วิธีเตรียม : ละลายสาร Sodium thiosulfate.5H₂O ประมาณ 5.2 กรัม และสาร Sodium carbonate ประมาณ 40 มิลลิกรัม ในน้ำที่เตรียมใหม่ (ต้มเดือด และทิ้งให้เย็นแล้ว) 1000 มิลลิลิตร</p>	<p>2. การวิเคราะห์หาปริมาณของไอโอดีนใน Povidone-Iodine Topical Solution, USP 20</p> <p>อุปกรณ์/นักศึกษา</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erlenmeyer Flask 250 mL (4 ใบ/คน) - Beaker 50 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 250 mL (1 ใบ/คน) - Beaker 600 mL (1 ใบ/คน) - Watch glass (4 ใบ/คน) - Wash bottle (1 ขวด/คน) - Buret 50 ml (1 อัน/คน) - Buret Stand + clamp (1 อัน/คน) - Transfer pipette 5 mL (1 อัน/คน) - Cylinder 10 ml (1 อัน/คน) - Cylinder 25 ml (1 อัน/คน) - ฝ้ายางสีขาว (1 ผืน/คน)
11	<p>Potentiometry</p> <p>- การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการลดกรดของ Alumina and Magnesium Oral Suspension, USP 37</p>	<p>ปฏิบัติการนี้ให้นักศึกษาทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยแบ่งนักศึกษา 5-6 กลุ่ม</p> <p>สารเคมีที่ต้องเตรียม สำหรับนักศึกษาจำนวน 6 กลุ่ม</p> <p>1) สารตัวอย่าง Alumina and Magnesium oral Suspension (Alum milk) จำนวน 2 ลิตร</p> <p>2) สารละลาย 1.0 N HCl VS จำนวน 2 ลิตร</p> <p>วิธีเตรียม : ตวง 37 % Hydrochloric acid ประมาณ 83 mL แล้วเทค่อย ๆ เทในน้ำกลั่น 200 mL จากนั้นเมื่อสารละลายเย็นตัว ให้ปรับปริมาตรด้วยน้ำให้ครบ 1 ลิตร</p> <p>3) สารละลาย 0.5 N NaOH จำนวน 1 ลิตร</p> <p>วิธีเตรียม : ชั่ง Sodium hydroxide จำนวน 20 กรัม แล้วละลายในน้ำกลั่น ใช้แท่งแก้วคนให้ละลายแล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำให้ครบ 1 ลิตร</p>	<p>อุปกรณ์/นักศึกษา</p> <ul style="list-style-type: none"> - Beaker 50 mL (2 ใบ/กลุ่ม) - Beaker 250 mL (3 ใบ/กลุ่ม) - Beaker 600 mL (1 ใบ/กลุ่ม) - Watch glass (3 ใบ/กลุ่ม) - Wash bottle (1 ขวด/กลุ่ม) - Buret 50 ml 1 อัน/กลุ่ม) - Buret Stand + clamp (1 อัน/กลุ่ม) - Transfer pipette 15 mL (1 อัน/กลุ่ม) - Cylinder 100 ml (1 อัน/กลุ่ม) - ฝ้ายางสี 1 อัน/กลุ่ม) - เครื่อง pH meter (1 เครื่อง/กลุ่ม) - เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบทำความร้อน (1 เครื่อง/กลุ่ม) - แท่งแม่เหล็ก ขนาด 4*10 mm (1 อัน/กลุ่ม) - เทอร์มิสเตอร์ (1 อัน/กลุ่ม)

4. เตรียมอุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือวิทยาศาสตร์





(1) จัดเตรียมเครื่องแก้วและอุปกรณ์ ตามแผนที่วางไว้ในแต่ละบทปฏิบัติการ ให้เพียงพอครบถ้วน ตามรายวิชาในแต่ละภาคการศึกษา คือ วิชาปฏิบัติการการควบคุมคุณภาพเภสัชภัณฑ์ 1-2, วิชาปฏิบัติการเภสัชวิเคราะห์ 1-2, วิชาปฏิบัติการเภสัชพฤกษศาสตร์, วิชาปฏิบัติการเภสัชเวท, วิชาเทคนิคทางเภสัชเวท, วิชาเภสัชกรรมแผนไทย, วิชาการสังเคราะห์ยา และวิชายาฉีดผสม






ตารางที่ 4.4 รายการเครื่องแก้วและอุปกรณ์ สำหรับประกอบการเรียนวิชาปฏิบัติการ







ลำดับ	รายการ	ขนาด	จำนวนรับ	จำนวนส่งคืน	หมายเหตุ
1	Beaker	50 ml	2		
2	Beaker	100 ml	2		
3	Beaker	250 ml	2		
4	Beaker	600 ml	2		
5	Cylinder	10 ml	1		
6	Cylinder	25 ml	1		
7	Cylinder	50 ml	1		
8	Cylinder	100 ml	1		
9	Erlenmeyer Flask N/Neck	250 ml	6		
10	Graduated Pipette	2 ml	1		
11	Graduated Pipette	5 ml	1		
12	Graduated Pipette	10 ml	1		
13	Volumetric Pipette	2 ml	1		
14	Volumetric Pipette	3 ml	1		
15	Volumetric Pipette	5 ml	1		
16	Volumetric Pipette	10 ml	1		
17	Pasteur Pipette (dropper)	-	1		
18	จุกยาง Rubber Cap	-	1		
19	Rubber Pipette bulb (จุกยางปิเปต)	-	1		
20	Stirring Rod (แท่งแก้วคน)	6*15	1		
21	Wash bottle (ขวดฉีดน้ำกลั่น)	250 ml	1		
22	Glass Funnel (กรวยกรองแก้ว)	70 mm	1		
23	Watch glass	70 mm	4		
วันที่ตรวจรับอุปกรณ์			วันที่ส่งคืนอุปกรณ์		
นักศึกษาลงนาม			นักศึกษาลงนาม		
อาจารย์/นักวิทยาศาสตร์ลงนาม			อาจารย์/นักวิทยาศาสตร์ลงนาม		

ในแต่ละภาคการศึกษา เมื่อเปิดเรียนวันแรกก่อนที่นักศึกษาจะเริ่มทำการทดลอง จะต้องมีการตรวจรับอุปกรณ์และเครื่องแก้ว ซึ่งทางห้องปฏิบัติการจะจัดเตรียมไว้ให้สำหรับการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการโดยเฉพาะในแต่ละรายวิชา ดังตารางที่ 4.4-4.5 สำหรับปฏิบัติการที่นักศึกษาต้องทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม หมวดห้องปฏิบัติการจะมีการจัดเตรียมตะกร้าเครื่องแก้วส่วนกลางที่ใช้เรียนไว้ให้โดยเฉพาะ เมื่อเสร็จปฏิบัติการแล้ว นักศึกษาต้องล้างทำความสะอาดเครื่องแก้ว และส่งคืนเครื่องแก้วให้เจ้าหน้าที่ให้เรียบร้อย

ตารางที่ 4.5 เครื่องแก้วและอุปกรณ์พื้นฐานในการทดลอง ⁽³⁶⁾

ชื่ออุปกรณ์	ภาพประกอบ	การใช้งาน
หลอดทดลอง (Test tube)		ใช้สำหรับการบรรจุสารละลายปริมาณน้อย ๆ ในการทดลอง
บีกเกอร์ (Beaker)		ใช้สำหรับบรรจุสารละลายหรือใช้ตวงของเหลวหรือสารละลายที่ไม่ต้องการความถูกต้องแม่นยำ
ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)		ใช้สำหรับบรรจุสารละลายในการทำการไทเทรต
แท่งแก้วคน (Stirring Rod)		ใช้สำหรับคนสารละลาย

ชื่ออุปกรณ์	ภาพประกอบ	การใช้งาน
ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask)		ใช้เป็นภาชนะเตรียมสารละลายที่ต้องการปริมาตรที่แน่นอน
กระบอกตวง (Cylinder)		ใช้สำหรับตวงของเหลวหรือสารละลายที่ต้องการความถูกต้อง
กรวยกรองแก้ว (Glass Funnel)		ใช้สำหรับกรองตะกอนโดยมีกระดาษกรอง
ปิเปต (Pipette)		ใช้ถ่ายเทสารละลายปริมาตรที่ต้องการความถูกต้องสูง
ลูกยางปิเปต (Rubber Pipette bulb)		ใช้ร่วมกับปิเปตเพื่อใช้สำหรับดูดสารละลาย

ชื่ออุปกรณ์	ภาพประกอบ	การใช้งาน
บิวเรต (Buret)		ใช้การทำการไทเทรตหรือใช้ถ่ายเทสารละลายปริมาตรที่ต้องการ ความถูกต้องสูง
ที่จับบิวเรต (Burette clamp)		ใช้จับบิวเรตในการทำการไทเทรต ใช้ร่วมกับขาตั้ง (stand)
ขาตั้งและฐาน (Stand and Base)		ใช้เป็นขาตั้งสำหรับการไทเทรต
ถ้วยแก้วระเหย (Glass evaporating disk)		ใช้ระเหยสารด้วยความร้อน
ถ้วยกระเบื้องระเหย (Porcelain evaporating disk)		ใช้ระเหยสารด้วยความร้อน
กระจกนาฬิกา (Watch glass)		ใช้ปิดปากปิกเกอร์ ใช้ชั่งสารรองรับวัสดุที่ร้อน และอื่น ๆ

ชื่ออุปกรณ์	ภาพประกอบ	การใช้งาน
ขวดฉีดน้ำกลั่น (Wash bottle)		ใช้ฉีดหรือพ่นน้ำหรือสารละลายออกมาผ่านทางปลายด้านบนที่มีขนาดเล็กคล้ายหัวฉีด เพื่อล้างทำความสะอาดเครื่องแก้ว
หลอดหยด (Pasture pipette)		ใช้สำหรับตวงของเหลวปริมาณน้อย ๆ
โม่แก้ว (Glass mortar & Pestle)		ใช้สำหรับบดสารเคมีที่มีสีหรือยาที่เป็นของแข็งให้ละเอียดก่อนใช้งาน
โม่กระเบื้อง (Porcelain mortar & pestle)		ใช้สำหรับบดสารเคมีหรือยาที่เป็นของแข็งให้ละเอียดก่อนใช้งาน
กรวยแยก (Separatory funnel)		ใช้สำหรับการแยกสาร โดยสกัดสารด้วยของเหลวออกจากของเหลวด้วยตัวทำละลาย 2 ชนิดที่มีขั้วต่างกัน หรือไม่ผสมกัน สารทั้งสองจะแยกชั้นออกจากกันตามความหนาแน่นและสภาพความมีขั้ว

หมายเหตุ รูปภาพประกอบทั้งหมดในตารางที่ 3.2 เป็นรูปที่ผู้จัดทำได้ถ่ายขึ้นเอง

⁽³⁶⁾ ดัดแปลงจาก : วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. (2563). *คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, หน้า 4-5. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=459

(2) จัดเตรียมสารเคมีต่าง ๆ ตามแผนที่วางไว้ในแต่ละบทปฏิบัติการ ให้เพียงพอ ครบถ้วน เช่น เตรียมสารละลายมาตรฐาน อินดิเคเตอร์ น้ำยาทดสอบ ตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ ตามรายวิชา ในแต่ละภาคการศึกษา นักวิทยาศาสตร์ที่มีหน้าที่เตรียมสารเคมี ต้องมีความรู้ความเข้าใจวิธีปฏิบัติงานเกี่ยวกับสารเคมี โดยศึกษาข้อมูลของสารเคมีที่ใช้จาก MSDS ตลอดจนต้องเข้าใจวิธีการคำนวณและวิธีเตรียมสารละลายในรูปแบบต่าง ๆ ที่ถูกต้อง เพื่อให้การทดลองเป็นไปตามวัตถุประสงค์

การเตรียมสารละลาย มีขั้นตอนที่แตกต่างกันตามคุณสมบัติของสาร ดังนั้น จึงมีวิธีการเตรียมที่แตกต่างกัน เช่น สารบางชนิดอาจละลายในตัวทำละลายผสมของสารอินทรีย์กับน้ำ การเตรียมต้องละลายสารด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ก่อน แล้วจึงปรับปริมาตรด้วยน้ำ หรืออาจต้องละลายด้วยกรดเล็กน้อย เป็นต้น เทคนิคการเตรียมสารละลายที่ถูกต้อง สามารถสรุปขั้นตอนได้ตามตารางที่ 4.6

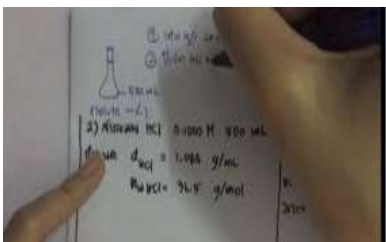

(3) จัดเตรียมเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้งานในแต่ละบทปฏิบัติการ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้ และจำนวนเพียงพอต่อการใช้งาน






วิธีเตรียมสารละลายที่ใช้ในการทดลอง สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ตาม QR Code หรือตาม link ด้านล่างนี้


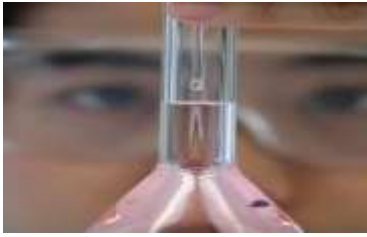





<https://drive.google.com/drive/folders/1STi4J0MqG4ZJT5nyUaKYfCI-uMuvkwTN>

ตารางที่ 4.6 เทคนิคการเตรียมสารละลาย ⁽³⁷⁾

ขั้นตอนที่	รูปประกอบ	วิธีการเตรียม
1		คำนวณหาน้ำหนักหรือปริมาณของสารเคมี ตามหน่วยและปริมาตรที่ต้องการ
2		ชั่ง/ตวงสารเคมีให้มือน้ำหนัก/ปริมาตรที่คำนวณได้

ขั้นตอนที่	รูปประกอบ	วิธีการเตรียม
3		ละลายสารที่ชั่งได้ในบีกเกอร์ ด้วยตัวทำละลาย ปริมาณเล็กน้อยแค่พอให้ละลายได้หมด คน สารละลายด้วยแท่งแก้ว
4		เมื่อสารละลายหมดแล้ว เทสารละลายลงขวดวัด ปริมาตรตามขนาดที่ต้องการ โดยเทสารละลาย ผ่านแท่งแก้วและกรวยกรองขนาดเล็ก เพื่อป้องกัน สารตก
5		กลั้วล้างบีกเกอร์ด้วยตัวทำละลายครั้งละน้อย ๆ แล้วเทลงในขวดปริมาตร ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง
6		ค่อย ๆ เติมตัวทำละลายทีละน้อย ปริมาตรของ สารละลายไม่ควรเกิน 2 ใน 3 ส่วนของกระเปาะ ขวดวัดปริมาตร เพื่อให้สะดวกในการเขย่า
7		จับคอขวดวัดปริมาตรเหนือขีดบอกริมาตร แล้ว หมุนข้อมือเบา ๆ เพื่อผสมสารละลายให้เข้ากันจน เป็นเนื้อเดียว


ขั้นตอนที่	รูปประกอบ	วิธีการเตรียม
8		เติมตัวทำละลายให้ระดับสารละลายอยู่ต่ำกว่าขีดกำหนดปริมาตรเล็กน้อย แล้วใช้แท่งแก้วทาบกับกระดาษกรองที่ตัดเป็นริ้วยาว สอดเข้าไปในคอขวดเพื่อแตะซิบของเหลวเหนือขีดวัดปริมาตรให้หมดระวังอย่าให้ปลายกระดาษกรองโดนสารละลายที่อยู่ในขวด
9		ใช้หลอดหยดเพื่อปรับปริมาตรจนถึงขีดบอกปริมาตร
10		ปรับปริมาตรให้ส่วนโค้งต่ำสุดของสารละลายอยู่ตรงขีดบอกปริมาตร
11		ปิดจุด จับคอขวด ใช้หัวแม่มือกดปิดจุกขวดไว้ให้แน่น แล้วกลับขวดขึ้นลงให้สารละลายผสมเป็นเนื้อเดียวกัน
12		ถ่ายสารละลายที่เตรียมได้ เก็บไว้ในขวดสารเคมีที่มีจุกปิด พร้อมทั้งปิดฉลากข้างขวดให้เรียบร้อย โดยระบุชื่อสาร สูตรเคมี ความเข้มข้น วันที่เตรียม และชื่อผู้เตรียม สารบางชนิดต้องเก็บในที่มืดห้ามโดนแสง บางชนิดต้องแช่เย็น บางชนิดต้องเก็บในขวดพลาสติก ผู้เตรียมต้องศึกษา

หมายเหตุ รูปภาพประกอบทั้งหมดในตารางที่ 4.6 เป็นรูปที่ได้มาจากวิดีโอประกอบการเรียนการสอนรายวิชา ภาศ. 231 ปฏิบัติการการควบคุมคุณภาพเภสัชภัณฑ์ 1 ในหัวข้อ “เทคนิคการใช้ขวดวัดปริมาตร” โดย รศ.ภญ.สุทธาทิพย์ จันทร์สกุล และคณะ, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

⁽³⁷⁾ ดัดแปลงจาก : คณินิจ พจนะลาวัฒน์. (2564). *คู่มือปฏิบัติงาน การจัดการห้องปฏิบัติการเคมี*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, หน้า 14-16. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://st.nsr.u.ac.th/manual/Pojarawan.pdf>

ตารางที่ 4.7 สรุปขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์/เครื่องแก้ว สารเคมี และเครื่องมือในแต่ละรายวิชาปฏิบัติการ

ลำดับ	รูปภาพประกอบและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
1	 <p>เครื่องมือวิทยาศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - High-performance liquid chromatography (HPLC) - Inductively coupled plasma optical emission spectroscopy (ICP-OES) - Gas chromatography (GC) - Ultraviolet-visible spectroscopy (UV-Vis) - Fluorescence spectroscopy (SF) - Refractometer (RF) - Infrared spectroscopy (IR) - Polarimeter 	<p>วิชา ปฏิบัติการการควบคุมคุณภาพเภสัชภัณฑ์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. จัดเตรียมเครื่องแก้วตามตารางเรียนในแต่ละบทปฏิบัติการ ให้เพียงพอ ครบถ้วน เช่น บีกเกอร์ (Beaker), ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask), ขวดรูปชมพู่ (Erlenmyer flask), ปิเปต (Pipette), กระบอกตวง (Cylinder), กรวยกรองแก้ว (Glass funnel), Syringe filter 2. จัดเตรียมสารเคมีตามตารางเรียนแต่ละบทปฏิบัติการ ดังนี้ <ul style="list-style-type: none"> - สารมาตรฐาน (Standard substance) เช่น Aspirin, Paracetamol, Phenol, Potassium Dichromate - สารละลายมาตรฐาน (Standard Solution) เช่น Standard paracetamol solution, Standard aspirin solution, Standard potassium dichromate, Standard quinine sulfate, standard cinchonin solution, Zinc standard for ICP, Potassium standard for ICP, Calcium standard for ICP. - ตัวทำละลาย (Solvents) เช่น Methanol AR grade, Ethanol AR grade, Propanol AR grade. Cyclohexane AR grade, Cyclohexane UV grade, Acetonitrile HPLC grade, Methanol HPLC grade, Ethanol HPLC grade. - ตัวอย่างยา (Drug Sample) เช่น Aspirin, Paracetamol, Phenol, Methylparaben, Propylparaben, Quinine Sulfate. 3. ลงปฏิทินตารางการจองใช้เครื่องมือ รวมทั้งจัดเตรียมเครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์ประกอบให้พร้อมใช้งาน หากเครื่องมือชำรุดหรือเสียหายให้ดำเนินการแจ้งซ่อม

ลำดับ	รูปภาพประกอบและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
2	 <p>เครื่องมือวิทยาศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - เครื่องชั่งไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ ทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Electronic Analytical Balance) - เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าแบบทำความร้อน (Hot plate stirrer) - เตาไฟฟ้า (Hot plate) - เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) - ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) - อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) 	<p>วิชา ปฏิบัติการเภสัชวิเคราะห์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. จัดเตรียมเครื่องแก้วตามตารางเรียนในแต่ละบทปฏิบัติการ ให้เพียงพอ ครบถ้วน เช่น บิวเรต (buret), ปีกเกอร์ (Beaker), ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask), ขวดรูปชมพู่ (Erlenmyer flask), ปิเปต (Pipette), กระจกตวง (Cylinder), กรวยกรองแก้ว (Glass funnel), กระจกนาฬิกา (Watch glass), โกรงกระเบื้อง (Porcelain mortar & pestle), ขาตั้งสำหรับไทเทรตพร้อมที่จับบิวเรต (Stand & Base + Buret clamp) 2. จัดเตรียมสารเคมีตามตารางเรียนแต่ละบทปฏิบัติการ เช่น <ul style="list-style-type: none"> - สารมาตรฐาน (Standard substance) เช่น Ascorbic acid, EDTA, Sodium carbonate, Sodium Thiosulfate, Silver Nitrate, Iodin, Potassium Chromate. - สารละลายมาตรฐาน (Standard Solution) เช่น 1 N H₂SO₄, 0.05 M EDTA, 0.05 M ZnSO₄, 0.1 N AgNO₃, 0.1 N Iodine, 0.02 N Na₂S₂O₃. - ตัวทำละลาย (Solvents) เช่น 95 % Ethanol - ตัวอย่างยา (Drug Sample) เช่น Sodium Bicarbonate Tablets, Alumina and Magnesia oral suspension, Normal Saline Solution, Povidone-Iodine Tropical Solution. - อินดิเคเตอร์ (Indicator) เช่น Methyl Orange TS, Phenolphthaleine TS, Dithizone TS, Eriochrome Blak T, Starch TS, 10 % Potassium Chromate. - สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer Solution) เช่น Ammonia-Ammonium Chloride buffer TS, Acetic-Ammonium acetate buffer TS. 3. ลงปฏิทินตารางการจ้องใช้เครื่องมือ รวมทั้งจัดเตรียมเครื่องมือวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์ประกอบให้พร้อมใช้งาน หากเครื่องมือชำรุดหรือเสียหายให้ดำเนินการแจ้งซ่อม

ลำดับ	รูปภาพประกอบและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
3	 <p data-bbox="319 1512 542 1556">เครื่องมือวิทยาศาสตร์</p> <ul data-bbox="319 1568 782 1657" style="list-style-type: none"> - กล้องจุลทรรศน์ (Microscope) - กล้องสเตอริโอ (stereoscopic microscope) <p data-bbox="319 1680 925 1769">ลงปฏิทินตารางการจ้องใช้กล้องจุลทรรศน์ และกล้องสเตอริโอ หากตรวจพบว่าชำรุดหรือเสียหายให้ดำเนินการแจ้งซ่อม</p>	<p data-bbox="949 246 1308 291">วิชา ปฏิบัติการเภสัชพฤกษศาสตร์</p> <ol data-bbox="949 302 1460 1948" style="list-style-type: none"> 1. จัดเตรียมวัสดุ/อุปกรณ์ ตามตารางเรียนในแต่ละบทปฏิบัติการ ให้เพียงพอ ครบถ้วน เช่น ใบมีดสองคม, เข็มหมุด, แท่งแก้วปลายแหลมสำหรับเขี่ย/ตักผงพืช, กระจกสไลด์, กระจกปิดสไลด์, กระดาษเช็ดเลนส์กล้อง, กระดาษขนาด A4, พิวเจอบอร์ดขนาด A4, ถาดใส่ตัวอย่าง, ตะกร้า, กรรไกรตัดกิ่ง, ถุงพลาสติกใสสำหรับใส่ตัวอย่าง 2. จัดเตรียมสารเคมีตามตารางเรียนแต่ละบทปฏิบัติการ เช่น Chloral hydrate, Iodine TS, Absolute Ethanol, 2 % Phloroglucinol, 10 % HCL, Purified Water. 3. จัดเตรียมตัวอย่างพืชสด ตามบทปฏิบัติการ เช่น ระบบราก ลำต้น ใบ, ดอก ช่อดอก ผลและเมล็ด, สมุนไพรในกลุ่มพืชใบเลี้ยงเดี่ยว, สมุนไพรในกลุ่มพืชใบเลี้ยงคู่, สมุนไพรสารานุกรมสมุนไพร 4. จัดหา/จัดซื้อ ยาแผนไทยหรือยาแผนโบราณตามสมุนไพรในบัญชียาหลักแห่งชาติ ตามกลุ่มอาการ ดังนี้ ยารักษาอาการทางระบบไหลเวียนโลหิต (แก้ลม) เช่น ยาหอมนวโกฐ ยาหอมอินทจักร์ ยาหอมเทพจิตร, ยารักษาอาการทางระบบทางเดินอาหาร เช่น ยาธาตุบรรจบ ยาธาตุอบเชย ยาประสะกะเพรา ยาประสะกานพลู ยาประสะเจตพังคี ยาเหลืองปิดสมุทร ยามหาจักรใหญ่ ยาธรณีสันตะฆาต ยาผสมเพชรสังฆาต, ยารักษาอาการของระบบทางเดินหายใจ เช่น ยาประสะมะแว้ง ยาตรีผลา ยาปราบชมพูทวีป ยาอำมฤควาที ยาแก้ไอผสมกานพลู ยาแก้ไอผสมมะนาวดอง ยาแก้ไอผสมมะขามป้อม, ยารักษา กลุ่มอาการทางสูติศาสตร์นรีเวชวิทยา เช่น ยาไฟห้ำก่อง ยาสตรีหลังคลอด ยาไฟประลัยกัลป์ ยาปลุกไฟธาตุ ยาเลือดงาม ยาประสะไพล, ยาแก้ไข้ เช่น ยาเขียวหอม ยาจันทร์ลีลา ยาประสะจันทร์แดง ยาประสะประาะใหญ่ ยาห้าราก

ลำดับ	รูปภาพประกอบและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
4	 <p>เครื่องมือวิทยาศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - High-performance liquid chromatography (HPLC) - Soxhlet extraction apparatus - Rotary evaporator - Water bath - UV Carbinet - Hot air oven - Vacuum pump <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; width: fit-content;"> <p>ลงปฏิทินตารางการจองใช้เครื่องมือ หากพบว่าชำรุดให้ดำเนินการแจ้งซ่อม</p> </div>	<p>วิชา ปฏิบัติการเภสัชเวท</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. จัดเตรียมวัสดุ/เครื่องแก้วตามตารางเรียนในแต่ละบทปฏิบัติการ ให้เพียงพอ ครบถ้วน เช่น บีกเกอร์, ขวดรูปชมพู่, กระจกตวง, กรวยแยกสาร, กรวยกรองแก้ว, กระจกนาฬิกา, หลอดทดลอง, แท่งแก้วคน, ถ้วยกระเบื้องระเหย, ถ้วยแก้วระเหย, แผ่น TLC, หลอดหยด, ที่วางหลอดทดลอง เป็นต้น 2. จัดเตรียมสารเคมีตามตารางเรียนแต่ละบทปฏิบัติการ เช่น <ul style="list-style-type: none"> - ตัวทำละลาย เช่น Chloroform, Ethanol, Hexane, Methanol, Dichloromethane, Ethyl acetate, Petroleum ether, Toluene. - สารมาตรฐาน เช่น Andrographolide, Curcumin, Cinchonine, Caffeine, Strychnine, Reserpine, Piperine, Quinine, Rutin. - น้ำยาทดสอบ เช่น Dragendoff, Erlich, Frohde, Kedde I & II, Ramonde I & II, Lime water, Marme, Mayer, Mandelin, Marquis, 1 % Ferric chloride, 1 % Gelatin solution, 1 % Lead (II) acetate, Vanillin-Sulphuric acid 3. จัดเตรียมตัวอย่างพืชสด และเครื่องยา (Crude drug) ตามสารประกอบกลุ่ม Alkaloids เช่น พริกไทยดำ ลำโพง กระท่อม โกฐกะกลิ้ง ขมิ้นเครือ เป็นต้น, สารประกอบกลุ่ม Flavonoids เช่น ฮ่วยฮวย อัญชัน เป็ะก๊วย เป็นต้น, สารประกอบกลุ่ม Anthraquinones เช่น มะขามแขก ชุมเห็ดเทศ ยาดำ เป็นต้น, สารประกอบกลุ่ม Tannins เช่น ชา กล้วย สีเสียดเทศ เป็นต้น, สารประกอบกลุ่ม Cardiac glycosides เช่น รำเพย เมล็ดตีนเป็ดน้ำดอกหอมปิ้ง เป็นต้น, เครื่องยาที่มีสารประกอบกลุ่ม Cyanogenic glycosides เช่น ใบกะทกรก มันสำปะหลัง เป็นต้น

ลำดับ	รูปภาพประกอบและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
5	 <p data-bbox="319 1512 542 1545">เครื่องมือวิทยาศาสตร์</p> <ul data-bbox="319 1556 782 1646" style="list-style-type: none"> - กล้องจุลทรรศน์ (Microscope) - กล้องสเตอริโอ (stereoscopic microscope) 	<p data-bbox="949 246 1212 280">วิชา เทคนิคทางเภสัชเวท</p> <ol data-bbox="949 291 1452 1848" style="list-style-type: none"> 1. จัดเตรียมวัสดุ/อุปกรณ์ ตามตารางเรียนในแต่ละบทปฏิบัติการ ให้เพียงพอ ครบถ้วน เช่น แฝงอัดพรรณไม้ สำหรับการเก็บตัวอย่างพรรณไม้แห้ง (Herbarium), กระดาษลัง, กระดาษหนังสือพิมพ์, ใบมีดสองคม, เข็มหมุด, แท่งแก้วปลายแหลม สำหรับเขี่ย/ตักผงพืช, กระจกสไลด์, กระจกปิดสไลด์, กระดาษเช็ดเลนส์กล้อง, กระดาษขนาด A4, พิวเจอบอร์ดขนาด A4, ถาดใส่ตัวอย่าง, ตะกร้า, กรรไกรตัดกิ่ง, ถุงพลาสติกใสสำหรับใส่ตัวอย่าง 2. จัดเตรียมสารเคมีตามตารางเรียนแต่ละบทปฏิบัติการ เช่น Chloral hydrate, Iodine TS, Absolute Ethanol, 2 % Phloroglucinol, 10 % HCl, Purified Water. 3. จัดเตรียมหนังสือรูปวิธาน (Key to families) ให้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน เพื่อให้นักศึกษาใช้ในการตรวจสอบเอกลักษณ์และหาชื่อวิทยาศาสตร์ของพืชสมุนไพรที่ใช้เรียน หรือพืชที่นักศึกษาไม่รู้จัก 4. จัดเตรียมตัวอย่างพืชสด ตามบทปฏิบัติการ เช่น สมุนไพรในกลุ่มพืชใบเลี้ยงเดี่ยว, สมุนไพรในกลุ่มพืชใบเลี้ยงคู่, สมุนไพรสารานุกรมสมุนไพร 5. จัดเตรียมเครื่องยา (Crude drug) ตามกลุ่มอาการ ดังนี้ ยารักษาอาการทางระบบไหลเวียนโลหิต (แก้ลม), ยารักษาอาการทางระบบทางเดินอาหาร, ยารักษาอาการของระบบทางเดินหายใจ, ยารักษาอาการทางสูติศาสตร์นรีเวชวิทยา, ยาแก้ไข้ 6. ลงปฏิทินตารางการจ้องใช้กล้องจุลทรรศน์ และกล้องสเตอริโอ หากตรวจพบว่าชำรุดหรือเสียหาย ให้ดำเนินการแจ้งซ่อม

ลำดับ	รูปภาพประกอบและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
6	 <p>เครื่องมือวิทยาศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - เครื่องบดสมุนไพร - เต้าไฟฟ้า - หม้ออังไอน้ำ - หม้อนึ่ง 	<p>วิชา เกษีขกรรมแผนไทย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. จัดเตรียมวัสดุ/เครื่องแก้วตามบทปฏิบัติการ ให้เพียงพอ ครบถ้วน เช่น เครื่องปั่นเม็ดยาลูกกลอน, ปีกเกอร์, กระจบอกลง, กรวยกรองแก้ว, กระจกนาฬิกา, แท่งแก้วคน, เทอร์โมมิเตอร์, ผ้าขาวบาง, เชือกขาวสำหรับรัดลูกประคบ เป็นต้น 2. จัดเตรียมเครื่องยาและสารเคมีตามบทปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้ <ul style="list-style-type: none"> - เครื่องยาและสารเคมีที่ใช้เตรียมลูกประคบ เช่น เหง้าโพลสด เหง้าขมิ้นชัน เหง้าขมิ้นอ้อย ตะไคร้ ผิวมะกรูด ข่า พิมเสน การบูร เป็นต้น - เครื่องยาและสารเคมีที่ใช้เตรียมยาลูกกลอน เช่น ผงยาสมุนไพรที่บดละเอียด น้ำผึ้ง - เครื่องยาและสารเคมีที่ใช้เตรียมยานวด เช่น น้ำมันไพล น้ำมันระกำ น้ำมันเขียว น้ำมันกานพลู การบูร เมนทอล วาสลีน ซีผึ้ง เป็นต้น 3. จัดเตรียมตัวอย่างพืชสด ตามบทปฏิบัติการ เช่น สมุนไพรในกลุ่มพืชใบเลี้ยงเดี่ยว, สมุนไพรในกลุ่มพืชใบเลี้ยงคู่, สมุนไพรสารานุสุขุมูลฐาน 4. จัดเตรียมเครื่องยา (Crude drug) ตามกลุ่มอาการ ดังนี้ ยารักษา กลุ่มอาการทางระบบไหลเวียนโลหิต (แก้ลม), ยารักษา กลุ่มอาการทางระบบทางเดินอาหาร, ยารักษา กลุ่มอาการของระบบทางเดินหายใจ, ยารักษา กลุ่มอาการทางสูติศาสตร์นรีเวชวิทยา, ยาแก้ไอ 5. เตรียมเครื่องมือให้พร้อมใช้งาน หากเครื่องชำรุดให้ดำเนินการแจ้งซ่อม

ลำดับ	รูปภาพประกอบและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน
7	 <p data-bbox="320 880 544 913">เครื่องมือวิทยาศาสตร์</p> <ul data-bbox="320 936 544 1160" style="list-style-type: none"> - Rotary evaporator - Hot plate - Hot plate stirrer - Heating mantle - UV carbinet <div data-bbox="539 1093 930 1160" style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> ลงปฏิทินตารางการจองใช้เครื่องมือ </div>	<p data-bbox="954 248 1182 282">วิชา การสังเคราะห์ยา</p> <ol data-bbox="954 297 1457 1133" style="list-style-type: none"> 1. จัดเตรียมวัสดุ/เครื่องแก้วตามตารางเรียนในแต่ละบทปฏิบัติการให้เพียงพอ ครบถ้วน เช่น บีกเกอร์, ขวดรูปชมพู่, กระจกตวง, กรวยแยกสาร, กรวยกรองแก้ว, กระจกนาฬิกา, หลอดทดลอง, แท่งแก้วคน, แผ่น TLC, หลอดหยด, ที่วางหลอดทดลอง, ชุดกลั่น, Round bottom flask, Dean–Stark apparatus เป็นต้น 2. จัดเตรียมสารเคมีตามแผนที่วางไว้แต่ละบทปฏิบัติการ เช่น <ul data-bbox="954 757 1457 1133" style="list-style-type: none"> - ตัวทำละลาย เช่น Chloroform, Ethanol, Hexane, Methanol, Dichloromethane, Ethyl acetate, Petroleum ether, Toluene. - สารเคมี เช่น Benzil, Urea, Naproxen, Hydroxybenzaldehyde, hydrochloric acid, 4-Nitroaniline, Sodium nitrite, Sodium carbonate, Sulfuric acid, Sulfanilic acid, Thiazolidinedione.
8	 <p data-bbox="320 1792 544 1825">เครื่องมือวิทยาศาสตร์</p> <ul data-bbox="320 1848 842 1881" style="list-style-type: none"> - หม้อนึ่งฆ่าเชื้อโดยใช้ไอน้ำร้อนแรงดันสูง (Autoclave) 	<p data-bbox="954 1173 1118 1207">วิชา ยาฉีดผสม</p> <ol data-bbox="954 1223 1457 1821" style="list-style-type: none"> 1. จัดเตรียมวัสดุ/อุปกรณ์ ตามบทปฏิบัติการ ให้เพียงพอ ครบถ้วน เช่น หลอดฉีดยา (Syringe) ขนาด 3,5,10,20 และ 50 mL, เข็มฉีดยา (Needle) ขนาด 18G และ 21G, ขวดยาฉีดปราศจากเชื้อ (Sterile bottle), ผ้าก๊อซ (Gauze), ถุงมือยาง, ปากคีบ (Forcep), ชุดปฏิบัติการปราศจากเชื้อ, ขวดสเปรย์แอลกอฮอล์, ขวด vials. 2. จัดเตรียมสารเคมีตามตารางเรียนแต่ละบทปฏิบัติการ เช่น WFI, D5W, 0.9 % NSS, Doxorubicin 2 mg/mL, Cyclophosphamide 2 g/vial, Gemcitabine 1 g/25 mL, Carboplatin 10 mg/mL, 70 % Alcohol

หมายเหตุ รูปภาพประกอบทั้งหมดในตารางที่ 4.7 เป็นรูปที่จัดทำขึ้นเอง

5. การทดลองปฏิบัติการ

(1) ทำการทดลองก่อนปฏิบัติจริงตามคู่มือที่ได้รับ หากผลการทดลองไม่เป็นไปตามทฤษฎี ให้ปรึกษาอาจารย์ผู้ดูแลรายวิชา

(2) อาจารย์ผู้ดูแลรายวิชา ตรวจสอบความถูกต้อง และความเรียบร้อยก่อนมีการเรียนการสอน

(3) เมื่อทำการทดลองและตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยแล้ว ให้จัดทำรายงานปฏิบัติการในแต่ละบท เพื่อใช้เป็นข้อมูลการทดลอง ตัวอย่างรายงานผลการทดลอง สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ตาม QR Code หรือตาม link ด้านล่างนี้



https://drive.google.com/drive/folders/1F4lj0akEqPadM5CrPMV1ya8pL8_FOVjp

ตัวอย่างรายงานปฏิบัติการเกสรวิเคราะห์ 1

ปฏิบัติการ การเตรียมและวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 1N Sulfuric Acid, USP 32

ชื่อผู้วิเคราะห์ นายธีรวัฒน์ แก้วทองงค์

วันที่วิเคราะห์ 1 กุมภาพันธ์ 2565

สารเคมีที่ใช้ (นักศึกษาจำนวน 70 คน)

- 1) 1.0 N Sulfuric acid VS จำนวน 10 ลิตร
- 2) Anhydrous sodium carbonate จำนวน 3 กรัม/คน
- 3) Methyl orange TS จำนวน 100 มิลลิลิตร

อุปกรณ์ที่ใช้ (นักศึกษา 1 คน)

- 1) Erlenmeyer Flask 250 mL จำนวน 4 ใบ
- 2) Beaker 50 ml จำนวน 1 ใบ
- 3) Beaker 250 ml จำนวน 2 ใบ
- 4) Beaker 600 ml จำนวน 2 ใบ
- 5) Watch glass 70 mm จำนวน 4 อัน
- 6) Wash bottle จำนวน 1 ขวด
- 7) Burette 50 ml จำนวน 1 อัน
- 8) Burette Stand + clamp จำนวน 1 อัน
- 9) Cylinder 100 ml จำนวน 1 อัน
- 10) ผ้าขาวเช็ด จำนวน 1 ผืน

1. วัตถุประสงค์ของการทดลอง

เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน โดยวิธีการไทเทรตสารตัวอย่าง ด้วยสารละลายมาตรฐานจนถึงจุดยุติ

2. วิธีวิเคราะห์

Sulfuric acid (1 N)

H_2SO_4 98.07, 49.04 g in 1000 mL

Anhydrous sodium carbonate

Na_2CO_3 105.99

สารละลายมาตรฐาน 0.5 M Sulfuric acid VS : เตรียมได้โดยเติม 95 % Sulfuric acid ปริมาตร 28 mL ลงในน้ำกลั่นปริมาตร 50 mL อย่างช้า ๆ คนเบา ๆ ให้เข้ากัน ตั้งทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1000 mL เก็บสารละลายที่เตรียมได้ในขวดแก้วสีชาและปิดฉลาก

วิธีวิเคราะห์ : ทำได้โดยชั่งสารมาตรฐานปฐมภูมิ Anhydrous Sodium Carbonate จำนวน 1.5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 mL เติมน้ำกลั่นปริมาตร 100 mL เพื่อละลาย จากนั้นเติม Methyl Orange TS จำนวน 0.1 mL ไทเทรตช้า ๆ ด้วยสารละลาย 0.5 M Sulfuric acid ที่เตรียมขึ้น พร้อมทั้งหมุนแกว่งขวดรูปชมพู่ตลอดเวลา จนสารละลายเริ่มเป็นสีชมพูอมส้ม นำสารละลายไปต้มเดือดเป็นเวลา 2 นาที แล้วทำให้เย็นถึงอุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปไทเทรตต่อจนได้สีชมพูอมส้มอย่างถาวร

ไตเตอร์ : 1 mL ของ 0.5 M Sulfuric acid สมมูลพอดีกับ Anh. Na_2CO_3 53.0 mg

3. หลักการสำคัญ

Na_2CO_3 ทำปฏิกิริยากับ 0.5 M H_2SO_4 โดยใช้ Methyl orange เป็นอินดิเคเตอร์ จุดยุติให้สารละลายสีชมพูอมส้ม

4. วิธีการทดลอง

วิธีเตรียม 1.0 N Sulfuric acid

เตรียม 1.0 N Sulfuric acid โดยเติม 95% Sulfuric acid 28 mL ลงในน้ำ 50 mL อย่างช้า ๆ คนเบา ๆ ให้เข้ากัน ตั้งทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1000 mL เก็บสารละลายที่เตรียมได้ในขวดแก้วสีชาและปิดฉลาก

วิธีการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ 1 N Sulfuric acid

ชั่ง Anhydrous Na_2CO_3 1.5 กรัม ลงใน Flask



เติมน้ำ 100 ml + Methyl orange TS 2 หยด



ไทเทรตด้วย 1.0 N H_2SO_4 \longrightarrow สีชมพูอมส้ม

5. ปฏิกิริยาเคมี



6. ตารางบันทึกข้อมูลการทดลอง

รายการ	แปลงค์		ตัวอย่าง	
	A	B	A	B
น้ำหนักขวดชั่ง+ผงยา (g)	-	-	111.8502	110.3499
น้ำหนักขวดชั่ง (g)	-	-	110.3499	108.8477
น้ำหนักผงยา (g)	-	-	1.5003	1.5022
ปริมาตรสุดท้าย (mL)	0.02	0.02	28.28	28.31
ปริมาตรเริ่มต้น (mL)	0.00	0.00	0.00	0.00
ปริมาตรที่ใช้ (mL)	0.02	0.02	28.28	28.31
ค่าเฉลี่ยแปลงค์ (mL)	0.02		-	-
ปริมาตรสุทธิ ที่ใช้ในตัวอย่าง (mL)	-	-	28.26	28.29
ความเข้มข้นของ 1N H_2SO_4 VS (N)	-	-	1.0018	1.0028
ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ 1N H_2SO_4 VS (N)	-	-	1.0019	

7. การคำนวณ

วิธีที่ 1

Sample A

$$\text{จำนวนกรัมมิลลิลิตรสมมูลของ } \text{H}_2\text{SO}_4 = N \times \text{mL} = N \times 28.26$$

$$\begin{aligned} \text{จำนวนกรัมมิลลิลิตรสมมูลของ } \text{Na}_2\text{CO}_3 &= \text{Wt}(\text{g}) / \text{mEq.wt}(\text{g}) \\ &= (1.5003 \text{ g}) / (105.99 \text{ g/M} / 2000) \end{aligned}$$

$$\text{จำนวนกรัมมิลลิลิตรสมมูลของ } \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{จำนวนกรัมมิลลิลิตรสมมูลของ } \text{Na}_2\text{CO}_3$$

$$N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times 28.26 \text{ mL} = \text{Wt. of } \text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{g}) / (\text{mEq.wt}(\text{g}))$$

$$N_{\text{H}_2\text{SO}_4} \times 28.26 \text{ mL} = (1.5003) / (105.99) / 2000$$

ความเข้มข้นของ H_2SO_4 , $N_{H_2SO_4} = (1.5003 \times 2000)/(105.99 \times 28.26) = 1.0018 N$

Sample B

จำนวนกรัมมีลิตีสมมูลของ H_2SO_4 = จำนวนกรัมมีลิตีสมมูลของ Na_2CO_3

$$N_{H_2SO_4} \times 28.29 \text{ mL} = \text{Wt. of } Na_2CO_3 \text{ (g)} / (\text{mEq.wt(g)})$$

$$N_{H_2SO_4} \times 28.29 \text{ mL} = (1.5022 \text{ g}) / (105.99 \text{ g/M}) / 2000$$

ความเข้มข้นของ H_2SO_4 , $N_{H_2SO_4} = (1.5022 \times 2000)/(105.99 \times 28.29) = 1.0020 N$

ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ 0.5 M H_2SO_4 = $(1.0018 N + 1.0020 N) = 1.0019 N$

วิธีที่ 2 ใช้ Titer

Sample A

Titer: 1 ml ของ 1 N H_2SO_4 สมมูลกับ anhydrous sodium carbonate 53.0 mg

จากค่าไตเตอร์, Na_2CO_3 1500.6 mg สามารถนำไปคำนวณหาปริมาตรที่แท้จริงของ 1.000 N H_2SO_4 ได้ดังนี้

สาร Na_2CO_3 53.00 mg สมมูลกับ 1.000 N H_2SO_4 เท่ากับ 1 ml

สาร Na_2CO_3 1500.3 mg สมมูลกับ 1.000 N H_2SO_4 = $(1 \times 1500.3 \text{ mg}) / 53.00 = 28.3075 \text{ ml}$

คำนวณเทียบเป็นนอร์มอลิตีของ H_2SO_4

$$N_1 \times \text{ml}_1 = N_2 \times \text{ml}_2$$

$$1.0000 \times 28.3075 = N_2 \times 28.26 \quad \rightarrow \quad N_2 = (1.0000 \times 28.3075) / 28.26$$

ความเข้มข้นของ H_2SO_4 , $N_2 = 1.0017 N$

Sample B

สาร Na_2CO_3 53.00 mg สมมูลกับ 1.000 N H_2SO_4 เท่ากับ 1 ml

สาร Na_2CO_3 1501.3 mg สมมูลกับ 1.000 N H_2SO_4 = $(1 \times 1502.2 \text{ mg}) / 53.00 = 28.3434 \text{ ml}$

คำนวณเทียบเป็นนอร์มอลิตีของ H_2SO_4

$$N_1 \times \text{ml}_1 = N_2 \times \text{ml}_2$$

$$1.0000 \times 28.3434 = N_2 \times 28.29 \quad \rightarrow \quad N_2 = (1.0000 \times 28.3434) / 28.29$$

ความเข้มข้นของ H_2SO_4 , $N_2 = 1.0019 N$

av. $N_{H_2SO_4} = (1.0017 + 1.0019) / 2 = 1.0018 N$

8. ผลการทดลอง

ความเข้มข้นของ 1.0 N กรดซัลฟิวริกเท่ากับ 1.0030 N และ 1.0028 N ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.0029 N

9. ข้อสังเกต/ควรระมัดระวัง

1. กรดซัลฟิวริกเข้มข้นเมื่อนำไปผสมกับน้ำจะเกิดความร้อนขึ้น ในการเตรียมสารละลายมาตรฐาน 1.0 N จึงต้องทำอย่างระมัดระวัง โดยเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นลงไปใต้น้ำอย่างช้าๆ และคนตลอดเวลา และห้ามเทน้ำลงในกรดอย่างเด็ดขาด
2. Sodium carbonate (Na_2CO_3) เมื่อตั้งทิ้งไว้จะดูดความชื้นและมีบางส่วนเปลี่ยนเป็น Sodium bicarbonate (NaHCO_3) เจือปนอยู่ จึงจำเป็นต้องนำสารไปอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิ 270°C นาน 1 ชั่วโมง จะทำให้ได้สารมาตรฐานที่แห้ง และ Sodium bicarbonate (NaHCO_3) ที่เจือปนอยู่เปลี่ยนเป็น Sodium carbonate (Na_2CO_3) ดังสมการ $2\text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$
3. ขณะไทเทรตสารละลาย Sodium carbonate ด้วยสารละลายกรดซัลฟิวริก จะมีปฏิกิริยาเคมีที่ให้ก๊าซ CO_2 ออกมา ซึ่งบางส่วนละลายอยู่ในสารละลายในรูปกรดคาร์บอนิก ซึ่งเป็นกรดอ่อน จึงทำให้สารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนในช่วงแรก จึงจำเป็นต้องต้มเพื่อไล่ก๊าซ CO_2 ออกไป แล้วไทเทรตต่อไปจนเมื่อต้มแล้วได้สารละลายสีชมพูอมส้มที่ไม่เปลี่ยนแปลง

10. เอกสารอ้างอิง

The United States Pharmacopeia. 23th rev., The National Formulary 18th ed., pp.2059,2062.

คู่มือปฏิบัติการ ภศ. 235 ปฏิบัติการการเภสัชวิเคราะห์ 1, คณะเภสัชศาสตร์ ม.ธรรมศาสตร์, p.99-100, 2564.

6. นักศึกษาทำการทดลอง

(1) ควบคุมปฏิบัติการ ดูแลนักศึกษาในการใช้อุปกรณ์และสารเคมี และดูแลความเรียบร้อย ในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนแต่ละบทปฏิบัติการ

(2) สาธิตวิธีการทดลอง หรือสอนการใช้เครื่องมือ ตามที่ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ผู้สอน

(3) อำนวยความสะดวกแก่นักศึกษาและอาจารย์ ขณะทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ

7. เก็บวัสดุและอุปกรณ์ บันทึกการใช้งานเครื่องมือและสารเคมี

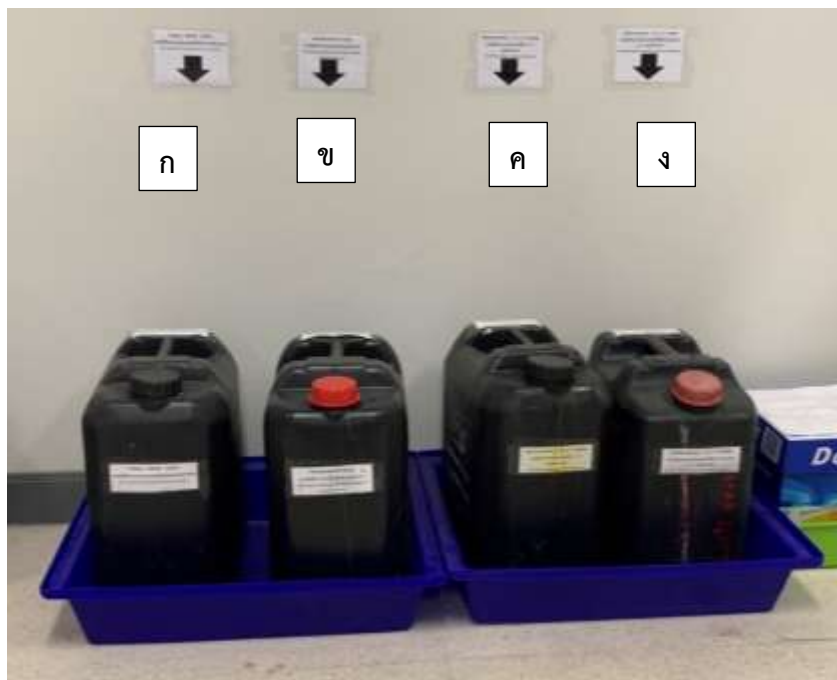
(1) ดูแลนักศึกษาเก็บล้างทำความสะอาดเครื่องแก้ว อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และเครื่องมือพื้นฐาน ดูแลการจัดเก็บอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เรียบร้อยหลังเสร็จปฏิบัติการ

(2) ให้คำแนะนำนักศึกษาในการจัดการเก็บของเสียที่เกิดจากการทดลองทางเคมี โดยแยกของเสียแต่ละภาชนะบรรจุที่จัดเตรียมไว้ให้ ดังรูปที่ 4.1 โดยแบ่งแยกประเภทตามความเป็นอันตราย

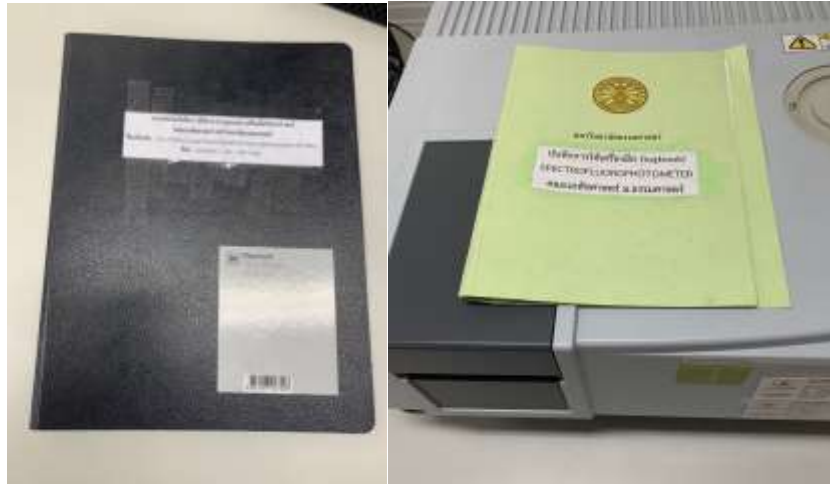
(3) กำกับดูแลการทำสะอาดพื้นที่ที่ใช้ทำการทดลอง ดูแลจัดวางสิ่งของในห้องปฏิบัติการ ให้ถูกตำแหน่ง เพื่อความเป็นระเบียบพร้อมใช้งานอยู่เสมอ

(4) ดูแลการถอดปลั๊ก ปิดสวิทซ์ไฟฟ้า เครื่องปรับอากาศ และปิดก๊อกน้ำ ก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

(5) บันทึกการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (log book) และสารเคมี ดังรูปที่ 4.2 และ 4.3 หลังเสร็จปฏิบัติการ



รูปที่ 4.1 ภาชนะบรรจุของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (ก) ภาชนะบรรจุของเสียประเภทโลหะหนัก (ข) ภาชนะบรรจุของเสียประเภทฮาโลเจน (ค) ภาชนะบรรจุของเสียประเภทไฮโดรคาร์บอน C, H, O (ง) ภาชนะบรรจุของเสียประเภทไฮโดรคาร์บอน N, P, S



รูปที่ 4.2 สมุดบันทึกการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (log book)

PM-FM-007


แบบฟอร์มบันทึกการใช้งาน (Log book) เครื่องมือวิทยาศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อเครื่องมือ Inductively Couple Plasma Optical Emission Spectrometer (ICP-OES)

ยี่ห้อ SHIMADZU รุ่น 9800

ผู้รับผิดชอบ 1. นายธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์ 2. นายชุต พ่อสุข


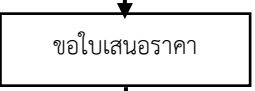

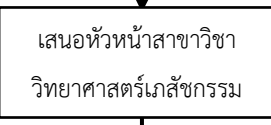
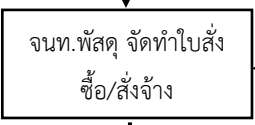
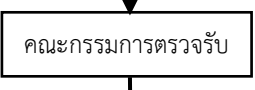

ที่	ชื่อ-สกุล	การใช้งาน	วันเดือน/ปี ที่ใช้		เวลาที่ใช้		หมายเหตุ
			เริ่มต้น	สิ้นสุด	เริ่มต้น	สิ้นสุด	
1	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	ตรวจสอบใช้งานเครื่อง	9-10-62	9-10-62	09.00	16.00	
2	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	ตรวจสอบการใช้งานเครื่อง	11-10-62	11-10-62	09.00	16.00	
3	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	ตรวจสอบการใช้งานเครื่อง	28-10-62	28-10-62	13.30	16.30	
4	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	Lab. OC 2	4-11-62	4-11-62	13.30	16.30	
5	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	Lab. OC 2	11-11-62	11-11-62	13.30	16.30	
6	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	Lab. OC 2	18-11-62	18-11-62	13.30	16.30	
7	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	ตรวจสอบการใช้งานเครื่อง	1-10-63	1-10-63	09.00	16.00	ปรับระบบ
8	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	ตรวจสอบการใช้งานเครื่อง	2-10-63	2-10-63	09.00	16.00	ปรับ
9	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	Lab. OC 2	26-10-63	26-10-63	13.30	16.30	ปรับ pump
10	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	Lab. OC 2	28-10-63	28-10-63	13.30	16.30	ปรับ
11	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	Lab. OC 2	2-11-63	2-11-63	13.30	16.30	
12	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	Lab. OC 2	4-11-63	4-11-63	13.30	16.30	
13	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	Lab. OC 2	9-11-63	9-11-63	13.30	16.30	
14	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	Lab. OC 2	11-11-63	11-11-63	13.30	16.30	ปรับ pump
15	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	Lab. OC 2	16-11-63	16-11-63	13.30	16.30	ปรับ
16	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	BSC	18-12-63	18-12-63	09.30	13.00	check JCP
17	ธีรวัฒน์ แก้ววัฒนพงศ์	ค้นหา video สอนใช้ Lab. online	22-08-64	22-08-64	16.00	18.00	check OK

*หากพบเครื่องมือผิดปกติ โปรดแจ้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง "หมายเหตุ"

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างการลงบันทึกการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (log book) หลังเสร็จปฏิบัติการ

4.2.2 การจัดซื้ออุปกรณ์และสารเคมี

ตารางที่ 4.8 ผังกระบวนการ การจัดซื้ออุปกรณ์และสารเคมี

ลำดับ	ผังกระบวนการ (Flow chart)	หน่วยงานอื่น/ ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะเวลา ดำเนินการ	เอกสาร อ้างอิง	
	การจัดซื้ออุปกรณ์และสารเคมี				
	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>นักวิทยาศาสตร์</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>รองคณบดีฝ่าย บริหารและแผน ฯ</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>คณบดี</p> </div> </div>				
1		นักวิทยาศาสตร์/ คณาจารย์	1-2 วัน		
2		นักวิทยาศาสตร์	1-2 วัน	ใบเสนอ ราคา	
3		นักวิทยาศาสตร์	15 นาที	ใบเสนอ ราคา	
4		หัวหน้าสาขาฯ/ รองคณบดีฝ่าย บริหารฯ/คณบดี	1-2 วัน	ใบเสนอ ราคา	
5		จนท.พัสดุ/งาน คลังและพัสดุ	15 นาที	ใบ PO	
6		กรรมการตรวจ รับ/จนท.พัสดุ	1-2 ชั่วโมง	ใบ PO	
7		จนท.พัสดุ/งาน คลังและพัสดุ	30 นาที	ใบรายงาน ผลตรวจรับ	

ขั้นตอนปฏิบัติงาน

1. สำรวจความต้องการ

- (1) สำรวจรายการวัสดุอุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมีในห้องปฏิบัติการ
- (2) ตรวจสอบรายการวัสดุอุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมีที่ใช้สำหรับการเรียนการสอน ปฏิบัติการ สอบถามอาจารย์ผู้ดูแลรายวิชาว่ามีความต้องการใช้วัสดุรายการใดหรือไม่ แล้วรวบรวมสรุปรายการทั้งหมด

2. ขอใบเสนอราคา

- (1) ติดต่อขอใบเสนอราคาจากร้าน/บริษัท อย่างน้อย 3 บริษัท
- (2) เปรียบเทียบราคาสินค้า โดยสืบราคาจากร้านค้าที่ขอใบเสนอราคา

ใบเสนอราคาที่ 2108/022 วันที่


เรื่อง เสนอราคา

เรียน คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ

ทางห้างฯ มีความยินดีขอเรียนเสนอราคาสินค้าดังต่อไปนี้ :-

อันดับ	รายการ	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	จำนวนเงิน
1.	Aluminium Chloride 6H ₂ O AR Kemaz 500 g.	1 Bt	750.00	750.00
2.	360481 1,4-Dioxane 99% Sigma 500 ml.	1 Bt	4,980.00	4,980.00
ยอดรวมมูลค่าสินค้า				5,730.00
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %				401.10
รวมเงิน TOTAL				6,131.10

หมายเหตุ : ในกรณีการขายแบบเงินสด หากผู้ซื้อไม่สามารถชำระค่าสินค้าให้ได้ ผู้ซื้อจะต้องเป็นผู้ชำระค่าสินค้านั้น
ผลิตภัณฑ์ของบริษัท
กำหนดขึ้นราคา ภายใน 30 วัน นับจากวันที่เสนอราคา
กำหนดส่งของ ภายใน 30 วัน นับจากวันที่ได้รับใบสั่งซื้อ
ทั้งนี้ ทางห้างฯ หวังว่าจะได้รับการพิจารณาสั่งซื้อจากท่าน และขอขอบคุณ ณ โอกาสนี้



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างใบเสนอราคาสารเคมี

4. เสนอผู้มีอำนาจอนุมัติลงนาม

- (1) เสนอหนังสือขออนุมัติจัดซื้อจัดจ้างต่อหัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เกษตรกรรมเพื่อลงนามอนุมัติ
- (2) เมื่อหัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เกษตรกรรม ลงนามอนุมัติแล้ว นำหนังสือเสนอรองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน และพัฒนาคุณภาพ
- (3) เมื่อรองคณบดีฝ่ายบริหารและแผน และพัฒนาคุณภาพ ลงนามอนุมัติ นำหนังสือเสนอคณบดี
- (4) หากคณบดีไม่ลงนามอนุมัติ เป็นการสิ้นสุดขั้นตอนการดำเนินการขออนุมัติจัดซื้อ

5. เจ้าหน้าที่พัสดุทำใบสั่งซื้อ/สั่งจ้าง

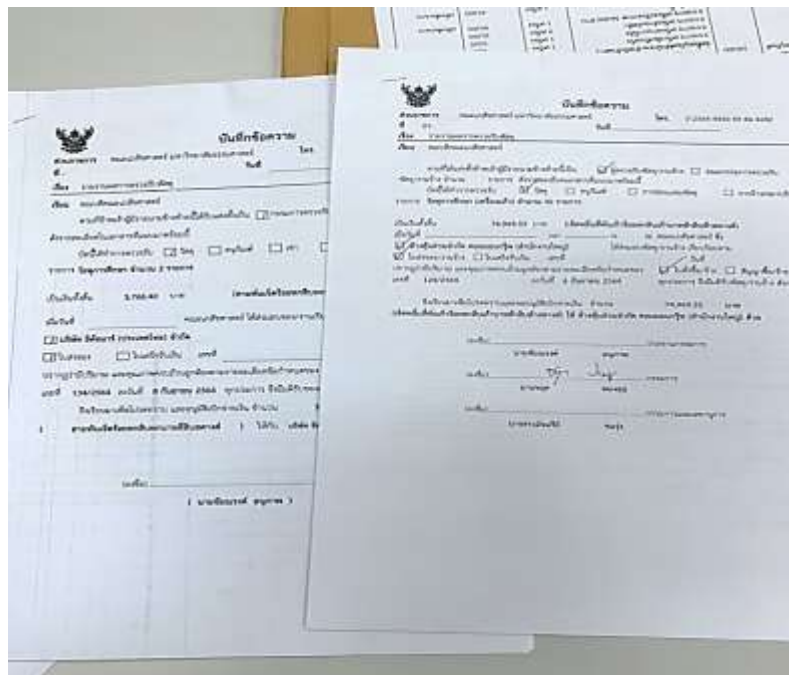
- (1) เจ้าหน้าที่พัสดุแต่งตั้งกรรมการตรวจรับพัสดุ
- (2) เจ้าหน้าที่พัสดุพิมพ์ใบสั่งซื้อ/สั่งจ้าง (ใบ PO)
- (3) เจ้าหน้าที่พัสดุส่งแฟกซ์ใบสั่งซื้อ/สั่งจ้าง แจ้งบริษัทเพื่อให้ดำเนินการจัดส่งสินค้า

6. คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ

- (1) เจ้าหน้าที่พัสดุประสานงานทางบริษัทเพื่อจัดส่งสินค้า
- (2) เจ้าหน้าที่พัสดุติดต่อประสานงานขอวันตรวจรับ จากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ
- (3) คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ตรวจรับพัสดุตามวันเวลาที่กำหนด

7. รายงานผลการตรวจรับ

- (1) กรรมการตรวจรับลงนามในใบรายงานผลตรวจรับพัสดุ เมื่อตรวจรับพัสดุเรียบร้อยแล้ว
- (2) เจ้าหน้าที่พัสดุส่งเอกสารรายงานผลการตรวจรับพัสดุให้ฝ่ายการเงิน เพื่อดำเนินการในขั้นตอนเบิกจ่ายต่อไป



รูปที่ 4.6 ตัวอย่างเอกสารรายงานผลการตรวจรับพัสดุ

4.2.3 การยืม-คืนเครื่องแก้ว อุปกรณ์ หรือสารเคมี

ตารางที่ 4.9 ผังกระบวนการ การเบิก/ยืมเครื่องแก้ว อุปกรณ์ หรือสารเคมี

ลำดับ	ผังกระบวนการ (Flow chart)	หน่วยงานอื่น/ ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะเวลา ดำเนินการ	เอกสาร อ้างอิง
1	การเบิก/ยืมเครื่องแก้ว อุปกรณ์ หรือสารเคมี			
		นักวิทยาศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษา หัวหน้าสาขา ฯ		
1	ติดต่อเจ้าหน้าที่/ รับแบบฟอร์ม			
2	กรอกรายละเอียด			
3	ยื่นแบบฟอร์ม			
4	จัดเตรียม อุปกรณ์			
5	แจ้งผู้รับตรวจสอบ อุปกรณ์			
6	รับอุปกรณ์			
		ผู้รับบริการ/ นักวิทยาศาสตร์	15 นาที	แบบฟอร์ม ยืม/คืน
		ผู้รับบริการ/อาจารย์ ที่ปรึกษาโครงการ/ หัวหน้าสาขาวิชา ฯ	1 วัน	แบบฟอร์ม ยืม/คืน
		ผู้รับบริการ/หมวด ห้องปฏิบัติการ	5 นาที	แบบฟอร์ม ยืม/คืน
		นักวิทยาศาสตร์	1-2 วัน	แบบฟอร์ม ยืม/คืน
		นักศึกษา/ นักวิทยาศาสตร์	30 นาที	แบบฟอร์ม ยืม/คืน
		นักศึกษา	5 นาที	แบบฟอร์ม ยืม/คืน

ขั้นตอนปฏิบัติงาน

1. ผู้รับบริการติดต่อเจ้าหน้าที่

(1) นักศึกษาติดต่อเจ้าหน้าที่แจ้งความประสงค์ขอใช้บริการยืมเครื่องแก้ว อุปกรณ์ หรือสารเคมี

(2) รับแบบฟอร์มใบเบิก/ยืม จากเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ หรือดาวน์โหลดได้จาก เว็บไซต์คณะ และ moodle ของวิชาเรียน ตัวอย่างแบบฟอร์มสามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมจาก ภาคผนวก ค ตาม link และ QR Code ด้านล่างนี้



link และ QR Code สำหรับแบบฟอร์มที่ใช้ในห้องปฏิบัติการคณะเภสัชศาสตร์ มธ.
<https://drive.google.com/drive/folders/17bdhcwpy9Z9duOLN6YXZGYd48axEmHjE>



PIA-FM-004

มหาวิทยาลัยมหิดล / สุพรรณบุรีศรีนครนิเวศ
 คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

ข้าพเจ้า _____

อาจารย์ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ระดับปริญญาโท/เอก ผู้ช่วย/วิจัย อื่น ๆ _____

คณะ/หน่วยงาน _____ เบอร์โทรศัพท์ _____

มีความประสงค์ขอยืมวัสดุ/อุปกรณ์เครื่องแก้วเพื่อ _____

พิจารณาการยืม/อุปกรณ์เครื่องแก้วต่อไปนี้

ลำดับที่	รายการวัสดุ/เครื่องแก้ว	จำนวน (ชิ้น)	กำหนดคืน	หมายเหตุ

1. ผู้ขอเบิก
 ลงชื่อ _____
 (_____)
 วันที่ ____ / ____ / ____

3. นักวิทยาศาสตร์
 มีขอครบถ้วน
 มีไม่ครบ ขาดรายการ(ระบุ) _____
 ลงชื่อ _____
 (_____)
 วันที่ ____ / ____ / ____

2. อาจารย์ที่ปรึกษา
 ลงชื่อ _____
 (_____)
 วันที่ ____ / ____ / ____

4. ความเห็นหัวหน้าสาขา
 เห็นสมควรให้เบิก
 ไม่เห็นสมควรให้เบิก เนื่องจาก _____
 ลงชื่อ _____ หัวหน้าสาขา
 (_____)
 วันที่ ____ / ____ / ____

รูปที่ 4.7 ตัวอย่างแบบฟอร์มยืมวัสดุ/อุปกรณ์ และเครื่องแก้ว

2. กรอกข้อมูล

(1) นักศึกษากรอกข้อมูลในใบเบิก/ยืมให้ครบถ้วน โดยระบุ รายการเครื่องแก้ว อุปกรณ์ ขนาด ปริมาตร และจำนวนที่ต้องการเบิกลงในแบบฟอร์ม

(2) นักศึกษานำแบบฟอร์มที่กรอกสมบูรณ์แล้ว ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ลงชื่อรับรอง ในแบบฟอร์ม ก่อนนำมาทำการยืมทุกครั้ง

(3) หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เกษตรกรรม ตรวจสอบและพิจารณาความเห็นสมควรว่าควรให้ยืมหรือไม่ เช่น เครื่องแก้วที่มีจำนวนจำกัด เครื่องมือวิทยาศาสตร์ แล้วลงนามในแบบฟอร์มการเบิก/ยืม

(3.1) เครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่ไม่สามารถให้ยืมใช้ส่วนตัวได้ เนื่องจากมีจำนวนจำกัด ได้แก่ บิวเรต ขวดวัดปริมาตร ปีเปตอัตโนมัติ ขวดซังสาร

(3.2) เครื่องมือวิทยาศาสตร์ทุกชนิดห้ามเคลื่อนย้าย ไม่สามารถให้ยืมใช้ส่วนตัวได้ ให้ใช้ในห้องปฏิบัติการเท่านั้น

(4) กรณีเครื่องแก้วที่ไม่สามารถให้ยืมได้ นักศึกษาสามารถใช้งานเครื่องแก้วได้เฉพาะในห้องปฏิบัติการในวัน และเวลาที่ห้องปฏิบัติการเปิดให้บริการเท่านั้น เมื่อใช้เสร็จแล้วให้ล้างทำความสะอาด และเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย ไม่สามารถเคลื่อนย้าย หรือนำเครื่องแก้วออกจากห้องปฏิบัติการได้

3. ยืมแบบฟอร์ม

(1) นักศึกษานำใบเบิก/ยืม ที่ผ่านการลงนามของอาจารย์ที่ปรึกษาและหัวหน้าสาขาวิชา มายื่นให้เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการในวัน และเวลาราชการ อย่างน้อย 2 วันทำการ

(2) นักศึกษาทำสำเนาใบเบิก/ยืม โดยทางห้องปฏิบัติการจะเก็บใบเบิก/ยืมตัวจริงไว้

4. เจ้าหน้าที่จัดเตรียมอุปกรณ์

(1) เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการตรวจสอบรายละเอียดขอใบเบิก/ยืม และตรวจเช็คอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

(1.1) กรณีอุปกรณ์ไม่มี หรือมีไม่ครบถ้วน จะแจ้งให้นักศึกษาทราบ และให้นักศึกษาทำการแก้ไขในใบเบิก/ยืม

(1.2) กรณีมีครบถ้วน จะจัดเตรียมให้ตามใบเบิก

(2) เจ้าหน้าที่จัดเตรียมเครื่องแก้ว อุปกรณ์ หรือสารเคมีตามรายละเอียดในใบเบิก/ยืม

(3) นักศึกษาจะได้รับอุปกรณ์ที่เบิกใน 2 วันทำการไม่นับรวมวันหยุด คือ ส่งแบบฟอร์มวันจันทร์จะได้รับของวันพุธ ส่งแบบฟอร์มวันพุธจะได้รับของวันศุกร์ และส่งแบบฟอร์มวันศุกร์จะได้รับของวันพุธของสัปดาห์ต่อไป

5. ตรวจรับอุปกรณ์

(1) เจ้าหน้าที่แจ้งให้นักศึกษามารับอุปกรณ์ที่เบิก


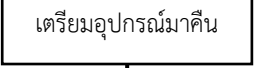

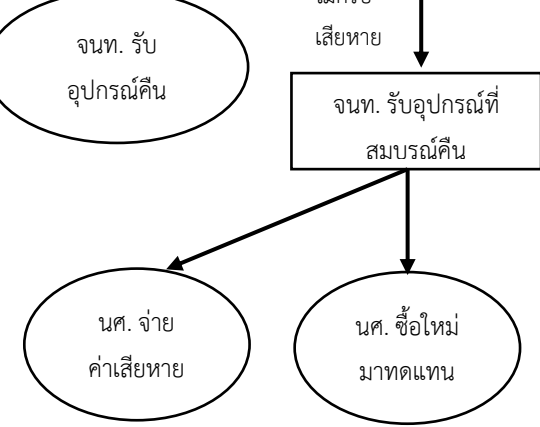
(2) นักศึกษาตรวจสอบอุปกรณ์ที่เบิก หากชำรุดหรือไม่ครบตามจำนวน ให้แจ้งเจ้าหน้าที่ให้ทราบโดยทันที เพื่อทำการจัดเตรียมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ให้ใหม่

6. รับอุปกรณ์

(1) นักศึกษามารับอุปกรณ์ตามใบเบิก/ยืม

(2) หากไม่มารับอุปกรณ์ภายในวันที่กำหนด ทางห้องปฏิบัติการจะเก็บคืนและต้องทำการยืมใหม่

ตารางที่ 4.10 ผังกระบวนการ การคืนเครื่องแก้ว อุปกรณ์ หรือสารเคมี

ลำดับ	ผังกระบวนการ (Flow chart)	หน่วยงานอื่น/ ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะเวลา ดำเนินการ	เอกสารอ้างอิง
	การคืนเครื่องแก้ว อุปกรณ์ หรือสารเคมี			
	นักวิทยาศาสตร์			
1		นักศึกษา/ นักวิทยาศาสตร์	15 นาที	แบบฟอร์มยืม/ คืน
2		นักศึกษา	30 นาที	แบบฟอร์มยืม/ คืน
3		นักวิทยาศาสตร์	30 นาที	แบบฟอร์มยืม/ คืน
4		นักวิทยาศาสตร์	10 นาที	แบบฟอร์มยืม/ คืน

ขั้นตอนปฏิบัติงาน

1. ติดต่อเจ้าหน้าที่

นักศึกษาแจ้งความประสงค์ในการคืนอุปกรณ์ให้เจ้าหน้าที่ทราบ พร้อมทั้งแจ้งวันและเวลาที่ต้องการคืนอุปกรณ์

2. เตรียมอุปกรณ์สำหรับคืน

นักศึกษาเตรียมอุปกรณ์ที่ต้องการคืนใส่ตะกร้าให้เรียบร้อย สำหรับเครื่องแก้วที่มีระยะเวลาในการคืน ต้องนำมาคืนตามระยะเวลาที่กำหนด หากไม่คืนในระยะเวลาที่กำหนด จะถูกปรับเงินเป็นวันตามข้อกำหนดของเครื่องแก้วแต่ละชิ้น

3 ตรวจสอบอุปกรณ์ที่คืน

เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการตรวจสอบอุปกรณ์ที่นักเรียนนำมาคืน ทั้งนี้อุปกรณ์นำมาคืนต้องมีสภาพเหมือนเดิมทุกประการ หากมีการชำรุด แตกเสียหาย ผู้ยืมต้องรับผิดชอบในการจัดหาอุปกรณ์มาทดแทนโดยที่คุณภาพของอุปกรณ์ ต้องไม่ต่ำกว่าของที่ชำรุด หรือต้องชดใช้ค่าเสียหายตามราคาของในปัจจุบัน

4. เจ้าหน้าที่รับคืนอุปกรณ์

- (1) กรณีอุปกรณ์ครบถ้วน สมบูรณ์ เจ้าหน้าที่รับอุปกรณ์แล้วลงนามในแบบฟอร์ม
- (2) กรณีอุปกรณ์ไม่ครบ หรือเสียหาย เจ้าหน้าที่รับอุปกรณ์ที่มีสภาพสมบูรณ์คืน พร้อมลงนามในแบบฟอร์ม แล้วให้นักศึกษาดำเนินการดังต่อไปนี้
 - (2.1) ให้นักศึกษาชำระค่าเสียหายตามราคา ณ ปัจจุบัน หรือ
 - (2.2) ให้นักศึกษาซื้ออุปกรณ์/เครื่องแก้วใหม่มาคืนตามสภาพเดิม

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์

วันที่ 15 เดือน 11 ปี ๒๕๖๓

ชื่อ: พิกุล พงษ์สวัสดิ์

ชื่อภาควิชา: วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชื่อรายวิชา: ชีววิทยา ๑

ชื่ออาจารย์ผู้สอน: ดร. พิกุล พงษ์สวัสดิ์

ชื่อภาควิชา: วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ชื่ออาจารย์ผู้สอน: ดร. พิกุล พงษ์สวัสดิ์

กิจกรรมการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

ลำดับที่	รายการอุปกรณ์	จำนวน (ชิ้น)	ลักษณะคืน	หมายเหตุ
1	Erlenmeyer flask ๒๐๐ mL	๑๐	1๐๐% คืน	✓
2	Cylinder ๑๐๐ mL	2	1๐๐% คืน	
3	Cylinder ๑๐๐ mL	1	1๐๐% คืน	
4	Funnel	๑	1๐๐% คืน	
5	Beaker ๑๐๐ mL	2	1๐๐% คืน	
	รวม			

ชื่อผู้ยืม: พิกุล พงษ์สวัสดิ์
ชื่ออาจารย์ผู้สอน: ดร. พิกุล พงษ์สวัสดิ์

ชื่อภาควิชา: วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
ชื่อรายวิชา: ชีววิทยา ๑

ชื่ออาจารย์ผู้สอน: ดร. พิกุล พงษ์สวัสดิ์

ชื่อภาควิชา: วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
ชื่อรายวิชา: ชีววิทยา ๑



รูปที่ 4.8 การคืนเครื่องแก้ว

4.2.4 การจอบใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4.11 ผังกระบวนการ การจอบใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์

ลำดับ	ผังกระบวนการ (Flow chart)	หน่วยงานอื่น/ ผู้เกี่ยวข้อง	ระยะเวลา ดำเนินการ	เอกสารอ้างอิง
	การจอบใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์			
	นักวิทยาศาสตร์			
1	ติดต่อเจ้าหน้าที่	ผู้รับบริการ/ นักวิทยาศาสตร์	15 นาที	แบบฟอร์มการ จอบเครื่องมือ
2	กรอกแบบฟอร์ม	ผู้รับบริการ	15 นาที	แบบฟอร์มการ จอบเครื่องมือ
3	ตรวจสอบ เครื่องมือ	นักวิทยาศาสตร์	30 นาที	ไม่พร้อม ใช้งาน
4	ลงปฏิทินจอบการใช้งาน	นักวิทยาศาสตร์	10 นาที	ปฏิทินการจอบใช้ งานเครื่องมือ
5	ผู้ใช้บริการเข้า ใช้งาน	ผู้รับบริการ	ตามวัน เวลา ที่จอบใช้งาน	ปฏิทินการจอบใช้ งานเครื่องมือ/ สมุดบันทึกการ ใช้งานเครื่องมือ (log book)

2. กรอกแบบฟอร์มการจองใช้งานเครื่องมือ

(1) ผู้รับบริการกรอกแบบฟอร์มขอใช้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ดังรูปที่ 4.11 หรือกรอกแบบฟอร์มผ่าน QR Code หน้าเครื่องมือ ดังรูปที่ 4.12

(2) แจ้งวันและเวลาที่ต้องการใช้งานเครื่องมือ พร้อมทั้งตรวจสอบสถานะการใช้งานของเครื่องมือที่ต้องการใช้งานให้เรียบร้อย

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
 19 หมู่ 19 ตำบลวังน้อย อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น 43150
 โทรศัพท์ 0-2996-2013 ต่อ 426 โทรสาร 0-2994-2034

ชื่อ-สกุล (มีชื่อจริงก่อนนามสกุล)
 ตำแหน่ง (ถ้ามี) สาขาวิชา
 คณะ/ภาควิชา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์
 ศึกษาศาสตร์ อักษร ศึกษาศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ ศึกษาศาสตร์
 ศึกษาศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ อื่น ๆ
 โทรศัพท์มือถือ E-mail Address

ข้อมูลสำหรับการจอง:
 สาขาวิชา สาขาวิชา สาขาวิชา สาขาวิชา
 ชื่อเครื่องมือที่ต้องการจอง

ขอจองเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ประเภทของเครื่องมือ (ระบุประเภท) 1 หรือ 2 ได้เรียนเพิ่มเติมในเอกสารแนบ
 ชื่อเครื่องมือที่ต้องการจอง (ระบุชื่อเครื่องมือ) สามารถดูในเอกสารแนบ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ หรือ ติดต่อขอข้อมูลเพิ่มเติมที่
 ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และระบบสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ (ม.ราชภัฏวอ) 2560

1. จำนวน ชื่อเครื่องมือ (ระบุชื่อเครื่องมือ)
 วันที่ต้องการจอง วันที่ / / เวลา - : น.
 วันที่ต้องการจอง วันที่ / / เวลา - : น.
 วันที่ต้องการจอง วันที่ / / เวลา - : น.

วัตถุประสงค์ งานวิจัย วิทยานิพนธ์ โครงการ อื่น ๆ
 ชื่องาน (ถ้ามี)
 ชื่องาน (ถ้ามี)
 หมายเหตุ ต้องการจองเครื่องมือ ต้องการจองเครื่องมือ ต้องการจองเครื่องมือ ต้องการจองเครื่องมือ

ข้าพเจ้าได้รับทราบเนื้อหาฉบับนี้แล้ว จึงขอร้องให้ดำเนินการจองเครื่องมือวิทยาศาสตร์ตามที่ระบุไว้ข้างต้น

ชื่อ ตำแหน่ง
 ()

ส่วนที่ผู้ขอจอง
 สามารถติดต่อขอจองเครื่องมือได้ในวันและเวลาที่ขอจอง
 ไม่สามารถติดต่อขอจองได้ เนื่องจาก

ชื่อ ตำแหน่ง
 ชื่อ ตำแหน่ง
 ()

ส่วนที่ผู้ดูแล
 อนุมัติ
 ไม่อนุมัติ (กรุณาแจ้งเหตุผล)

ชื่อ
 ตำแหน่ง
 ()

รูปที่ 4.11 ตัวอย่างแบบฟอร์มขอใช้บริการเครื่องมือวิทยาศาสตร์

แบบฟอร์มการจองใช้เครื่องมือ
 1. สามารถกรอกแบบฟอร์มได้ในวันและเวลาที่ขอจอง
 2. ผู้กรอกแบบฟอร์มต้องกรอกแบบฟอร์มก่อนวันและเวลาที่ขอจอง 1 วัน

ชื่อ-สกุล (มีชื่อจริงก่อนนามสกุล)
 Your name

วัตถุประสงค์ (มีชื่อจริงก่อนนามสกุล)
 ศึกษาศาสตร์
 อักษร
 อื่น ๆ

รูปที่ 4.12 การกรอกแบบฟอร์มการจองผ่าน QR Code หน้าเครื่องมือ



รูปที่ 4.15 ตารางจองเครื่องมือผ่าน QR Code

5. ผู้ใช้บริการใช้งานเครื่องมือ

- (1) ผู้รับบริการเข้าใช้งานตามวัน เวลาที่จอง
- (2) ผู้รับบริการลงบันทึกการใช้งานเครื่องมือในสมุดบันทึกการใช้งาน (log book) ที่วางอยู่บนโต๊ะเครื่องมือทุกครั้ง หลังใช้งานเสร็จเรียบร้อยแล้ว
- (3) หากเครื่องมือชำรุด หรือเสียหาย ขณะใช้งาน ผู้รับบริการต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมเครื่องมือวิทยาศาสตร์



รูปที่ 4.16 ผู้รับบริการเข้าใช้งานเครื่องมือที่จอง



ปฏิบัติการ

○ การเรียนการสอน ○ SENIOR PROJECT ○ งานวิจัย

ชื่อ-สกุล

เบอร์โทรศัพท์

○ อาจารย์ ○ นักวิทยาศาสตร์ ○ ผู้ช่วยวิจัย ○ นักศึกษา (ป.ตรี/ป.โท/ป.เอก)

รูปที่ 4.17 แผ่นป้ายติดหน้าเครื่องมือเมื่อมีการใช้งาน

แบบฟอร์มบันทึกการใช้งานเครื่องมือ (Logbook) จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการบันทึกการใช้งานของเครื่องมือ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ชื่อเครื่องมือ: Spring scale ชื่อ: Shirachon รุ่น: RF-5301-SC
 รหัส: AA108000005A วันที่เริ่มใช้: วันที่ 19/12/59 ถึง: วันที่ 19/12/59 จำนวน: 1 ชิ้น

ผู้บันทึก: _____
 รองผู้บันทึก: _____

วันที่	เวลาปฏิบัติงาน (ชม.)	จำนวน (ชม.)	การใช้งาน	การวัดค่า	ผลการวัดค่า	เรื่องผิดปกติ	ผู้ปฏิบัติงาน	หมายเหตุ
19/12/59	08:30	1.0	Lab DC 2		0.00			
19/12/59	09:30	1.0	Lab DC 2		0.00			
19/12/59	10:30	1.0	Lab DC 2		0.00			
19/12/59	11:30	1.0	Lab DC 2		0.00			
20/12/59	08:30	1.0	Lab DC 2		0.00			
21/12/59	08:30	1.0	Lab DC 2		0.00			
22/12/59	08:30	1.0	Lab DC 2		0.00			
23/12/59	08:30	1.0	Lab DC 2		0.00			
24/12/59	08:30	1.0	Lab DC 2		0.00			
25/12/59	08:30	1.0	Lab DC 2		0.00			
26/12/59	08:30	1.0	Lab DC 2		0.00			
27/12/59	08:30	1.0	Lab DC 2		0.00			
28/12/59	08:30	1.0	Lab DC 2		0.00			
29/12/59	08:30	1.0	Lab DC 2		0.00			
30/12/59	08:30	1.0	Lab DC 2		0.00			

รูปที่ 4.18 การลงบันทึกการใช้งานเครื่องมือในสมุดบันทึกการใช้งาน (log book)

4.3 วิธีการให้บริการกับผู้รับบริการที่มีความพึงพอใจ

หมวดห้องปฏิบัติการเป็นหน่วยงานย่อยภายใต้งานบริการการศึกษา ซึ่งเป็นหน่วยงานที่สำคัญในการสนับสนุนการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการ การวิจัย และการบริการสังคมด้านเภสัชกรรมอุตสาหกรรม นักวิทยาศาสตร์ ผู้ซึ่งปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการย่อมมีการปฏิสัมพันธ์ทั้งกับบุคคลภายในและภายนอกองค์กร ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องมีจิตรักบริการ และเต็มใจให้บริการที่เป็นเลิศ (Service excellence) ให้สอดคล้องกับค่านิยมองค์กร เพื่อให้ผู้รับบริการเกิดความประทับใจ และความพึงพอใจกับการบริการที่ได้รับ โดยมีหลักในการพัฒนาด้านการบริการ ดังนี้

1. ต้องมีความรู้ในงานที่ให้บริการ ⁽³⁸⁾ สามารถให้การช่วยเหลือ แนะนำ และตอบข้อซักถามจากผู้รับบริการได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ในเรื่องของเนื้อหาของงานที่ตนเองรับผิดชอบ
2. มีความสามารถในการควบคุมอารมณ์ได้ดี ⁽³⁸⁾ เนื่องจากงานบริการเป็นงานที่ให้ความช่วยเหลือผู้อื่น ต้องพบปะผู้คนมากมายที่แตกต่างกัน ดังนั้น กิริยามารยาทจากผู้รับบริการจะแตกต่างกัน ผู้ให้บริการต้องสามารถควบคุมสติอารมณ์ได้เป็นอย่างดี
3. มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี กิริยาวาจาสุภาพ ซึ่งเป็นสิ่งที่แสดงออกจากความคิด ความรู้สึก และส่งผลให้เกิดบุคลิกภาพที่ดี ดังนั้น ผู้รับบริการย่อมมีความสบายใจที่จะติดต่อขอรับบริการ
4. มีความกระตือรือร้นในการให้บริการ ⁽³⁸⁾ ทำงานด้วยความเต็มใจ และเสมอภาค ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าว จะทำให้เกิดภาพลักษณ์ที่ดี ในการช่วยเหลือผู้รับบริการ
5. มีสติในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ผู้รับบริการส่วนใหญ่จะติดต่อขอความช่วยเหลือตามปกติ แต่บางกรณี ผู้ขอรับบริการที่มีปัญหาเร่งด่วน ผู้ให้บริการจะต้องสามารถวิเคราะห์ถึงสาเหตุ และคิดหาวิธีในการแก้ไขปัญหาอย่างมีสติ อาจจะเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดจากหลายทางเลือกในการให้บริการแก่ผู้ขอรับบริการ ⁽³⁸⁾
6. มีทัศนคติเชิงบวกต่องานบริการ ⁽³⁸⁾ เต็มใจที่จะให้บริการ และปฏิบัติงานอย่างเต็มที่ เป็นผลให้งานบริการมีคุณค่า และนำไปสู่ความเป็นเลิศ
7. มีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ทั้งบทบาทผู้นำและบทบาททีม ตลอดจนสามารถทำงานแทนกันได้
8. มีความพร้อมของอุปกรณ์ เครื่องมือ และสถานที่ พร้อมให้บริการอยู่ตลอดเวลา
9. มีการพัฒนาตนเองอยู่เสมอโดยการศึกษา เรียนรู้ และฝึกอบรมทักษะในด้านต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานและการให้บริการ
10. มีความก้าวทันโลก ทันสังคม เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของโลกในมิติต่าง ๆ

⁽³⁸⁾ จตุพล ไชยโสตา, ประยุทธ์ จ้อยนุแสง, สิริวรรณ ตติยรัตน์. (2556). *ขั้นตอนและแนวปฏิบัติการที่ดีในการให้บริการจุดบริการเบ็ดเสร็จ (one stop service)*. สำนักงานคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. หน้า 5-6. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://cc.msu.ac.th/th/syscc/docf/ufiles/20140610151215.pdf>

4.4 วิธีติดตาม และประเมินผลการปฏิบัติงาน

1. มีการมอบหมายงานโดยหัวหน้างานบริการการศึกษา และอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาปฏิบัติการ
2. มีการประชุมและวางแผนการจัดปฏิบัติการกับอาจารย์ผู้สอนวิชาปฏิบัติการทุกสัปดาห์ เพื่อหารือ รายงานการปฏิบัติงาน อุปสรรค ปัญหา และร่วมหาแนวทางการแก้ไข ป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ในการปฏิบัติงาน
3. มีการประเมินผลปฏิบัติงานโดยหัวหน้างานบริการการศึกษา หัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เกษษกรรม และผู้บังคับบัญชาที่สูงขึ้นไป

4.5 แนวปฏิบัติที่ดีในการปฏิบัติงาน

1. ต้องมีการประสานงานและการวางแผนที่ดีกับอาจารย์ผู้สอน เพื่อสอบถามรายละเอียดในการจัดการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการให้สอดคล้องกับเป้าประสงค์ในการสอนมากที่สุด
2. ตรวจสอบสารเคมี วัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในวิชาปฏิบัติการที่ได้รับมอบหมาย และทำการจัดซื้อสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ที่ต้องการใช้ตามระเบียบพัสดุ
3. ตรวจสอบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ต้องการใช้งานในวิชาปฏิบัติการเพื่อให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน แต่หากเครื่องมือชำรุดหรือไม่พร้อมใช้งาน ต้องดำเนินการส่งซ่อมเครื่องมือวิทยาศาสตร์ดังกล่าว
4. ในแต่ละบทปฏิบัติการ ต้องจัดเตรียมสารเคมี เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ให้เพียงพอ และครบถ้วน เพื่อให้การเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการสามารถดำเนินไปอย่างราบรื่น
5. สามารถจัดสรรเวลา ลำดับความสำคัญ และความเร่งด่วนของงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6. หมั่นศึกษาหาความรู้ ฝึกอบรม และเท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมในมิติต่าง ๆ
7. สรุปข้อผิดพลาดเพื่อปรับปรุงในปีการศึกษาต่อไป

บทที่ 5

ปัญหา อุปสรรค แนวทางการแก้ไขและการพัฒนางาน

คู่มือปฏิบัติงาน การจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับประกอบการเรียนการสอน ในรายวิชาปฏิบัติการ เป็นคู่มือที่มีประโยชน์ต่อผู้ปฏิบัติงานอย่างยิ่ง เพราะผู้ปฏิบัติงานสามารถทราบถึง กระบวนการทำงานและขั้นตอนการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถลดข้อผิดพลาดจาก การทำงานที่ไม่เป็นระบบ แต่อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติยังพบปัญหาและอุปสรรคในการปฏิบัติงานอยู่ ซึ่งในบทนี้ผู้จัดทำคู่มือ ได้รวบรวมปัญหา อุปสรรคที่พบจากประสบการณ์ในการทำงาน พร้อมทั้ง นำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาและการพัฒนางาน ดังนี้

5.1 ปัญหา อุปสรรคที่พบ และแนวทางการแก้ไข

5.2 ข้อเสนอแนะ และแนวทางในการพัฒนางาน

5.1 ปัญหา อุปสรรคที่พบ และแนวทางการแก้ไข

ในส่วนของปัญหาและแนวทางการแก้ไข ผู้จัดทำคู่มือขอแนะนำเสนอเป็นตาราง เพื่อให้เข้าใจได้ง่าย และตรงประเด็น ดังนี้

ตารางที่ 5.1 ปัญหา อุปสรรคที่พบ และแนวทางการแก้ไข

ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
1. การเปลี่ยนแปลงตารางเรียนกะทันหัน ทำให้เตรียมอุปกรณ์และสารเคมีไม่ทัน หรือใช้ห้องปฏิบัติการในช่วงเวลาเดียวกัน	1.1 กำหนดให้อาจารย์ผู้สอนแจ้งนักวิทยาศาสตร์ประจำรายวิชาล่วงหน้า หากมีการเปลี่ยนแปลงตารางเรียน หรือหัวข้อบทปฏิบัติการ 1.2 นักวิทยาศาสตร์ประสานงานอาจารย์ผู้สอนล่วงหน้าก่อนมีปฏิบัติการทุกครั้ง เพื่อตรวจสอบตารางการใช้ห้องปฏิบัติการ 1.3 ติดปฏิทินตารางการใช้ห้องปฏิบัติและ ผู้รับผิดชอบ ไว้หน้าห้องปฏิบัติการ
2. สารเคมีที่เตรียมไว้มีไม่เพียงพอ เนื่องจากนักศึกษาทำการทดลองผิดพลาด หรือทำการทดลองซ้ำมากกว่าที่ระบุไว้ในคู่มือปฏิบัติการ	2.1 ตรวจสอบจำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียน เพื่อคำนวณปริมาณสารเคมีที่ต้องเตรียมในแต่ละบทปฏิบัติการ โดยทำการเตรียมสารเคมีเพิ่มเติม 20 % ของปริมาณสารที่ต้องใช้ที่ระบุไว้ในคู่มือ

ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
<p>2. สารเคมีที่เตรียมไว้มีไม่เพียงพอ เนื่องจากนักศึกษาทำการทดลองผิดพลาด หรือทำการทดลองซ้ำมากกว่าที่ระบุไว้ในคู่มือปฏิบัติการ (ต่อ)</p>	<p>2.2 ให้อาจารย์ผู้สอนชี้แจงวิธีการทดลองในแต่ละบทปฏิบัติการ ก่อนเริ่มลงมือทำการทดลอง เพื่อลดความผิดพลาด หรือความไม่เข้าใจของนักศึกษา</p> <p>2.3 ให้นักศึกษา อ่านทำความเข้าใจบทปฏิบัติการ ที่ต้องทำการทดลองมาก่อน แล้วให้สรุปเป็น flow chart เพื่อให้เข้าใจได้ง่าย</p>
<p>3. เครื่องแก้วและอุปกรณ์มีจำนวนไม่เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา</p>	<p>3.1 ตรวจสอบจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน และรวบรวมข้อมูล โดยการเปรียบเทียบจากข้อมูลเดิม คำนวณจำนวนเครื่องแก้วและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ นำข้อมูลที่ได้เสนอหัวหน้าสาขาวิชา เพื่อวางแผนในการจัดสรรงบประมาณในการจัดซื้อให้เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษาที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี</p> <p>3.2 ทำเรื่องขออนุมัติจัดซื้อเพิ่มเติม</p> <p>3.3 แบ่งจำนวนนักศึกษาต่อกลุ่มเพิ่มมากขึ้น เช่น 2 คน/กลุ่ม เป็น 3 คน/กลุ่ม เป็นต้น</p> <p>3.4 ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาทำปฏิบัติการในรูปแบบสาธิต</p>
<p>4. นักศึกษาหรือผู้ปฏิบัติงาน ไม่ทราบตำแหน่งที่จัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องแก้ว หรือวิธีการใช้งานเครื่องมือ</p>	<p>4.1 จัดทำป้ายชื่อเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องแก้ว ติดไว้ตามตำแหน่งที่จัดเก็บ</p> <p>4.2 จัดทำคู่มือการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ พร้อมติดป้ายบอกตำแหน่งจัดเก็บ</p>
<p>5. นักศึกษาไม่คืนเครื่องแก้วและอุปกรณ์ตามกำหนดเวลา</p>	<p>5.1 กำหนดวัน เวลาที่คืนให้ชัดเจนลงในแบบฟอร์มการยืม/คืน</p> <p>5.2 แจ้งอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงานของนักศึกษา ให้รับทราบ เพื่อกล่าวตักเตือนนักศึกษาให้ตระหนักถึงความสำคัญของการตรงต่อเวลา</p>

ปัญหา/อุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
5. นักศึกษาไม่คืนเครื่องแก้วและอุปกรณ์ตามกำหนดเวลา (ต่อ)	5.3 มีบทลงโทษที่ชัดเจนหากไม่คืนตามกำหนดเวลา เช่น การปรับเงิน การตัดสิทธิ์ในการยืมครั้งต่อไป เป็นต้น
6. นักศึกษาหรือผู้ปฏิบัติงานไม่ลงตารางจองการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ทำให้มีความต้องการใช้งานในเวลาเดียวกัน	6.1 ติดตารางการจองใช้เครื่องมือไว้ที่หน้าห้องปฏิบัติการ 6.2 ให้สิทธิ์การใช้งานเครื่องมือกับผู้ที่ทำการจองใช้งานเครื่องมือเท่านั้น 6.3 ชี้แจง ระเบียบและวิธีการจองใช้งานเครื่องมือให้ผู้รับบริการทราบ
7. นักศึกษาหรือผู้ปฏิบัติงานขาดความรู้ ความเข้าใจในการใช้งานเครื่องมือ ทำให้เกิดความเสียหายกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์ โดยที่ผู้ใช้งานไม่แจ้งให้ผู้ดูแลทราบ	7.1 ผู้ดูแลรับผิดชอบ หมั่นตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมืออยู่เสมอ 7.2 ให้ผู้ใช้งานลงบันทึกการใช้งานเครื่อง (log book) มือทุกครั้ง หลังใช้งานเสร็จ 7.3 จัดอบรมการใช้งานเครื่องมือให้ผู้ปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดความชำนาญในการใช้งานเครื่องมือ หรือให้ความรู้เรื่องการดูแลและการซ่อมบำรุงเบื้องต้น
8. นักศึกษาขาดความตระหนักรู้ถึงอันตรายของสารเคมี	8.1 จัดอบรมห้องปฏิบัติการปลอดภัยให้กับนักศึกษาก่อนทำปฏิบัติการที่คณะเภสัชศาสตร์ โดยนักศึกษาต้องผ่านการทำแบบทดสอบ 80 % ถึงจะผ่านการอบรมของโครงการ 8.2 ให้นักศึกษา ศึกษาระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติ ข้อควรระมัดระวังในการใช้สารเคมี ตลอดจนความเข้าใจเรื่องอันตราย และความปลอดภัยจากการใช้สารเคมี

5.2 ข้อเสนอแนะ และแนวทางในการพัฒนางาน

จากประเด็นปัญหาและอุปสรรคดังที่กล่าวข้างต้น อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของผู้ปฏิบัติงาน และอาจส่งผลกระทบต่อการจัดการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการ ดังนั้น ผู้จัดทำคู่มือจึงได้เสนอแนวทางในการแก้ไขและการพัฒนางาน ดังนี้

1. ตรวจสอบจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาปฏิบัติการในแต่ละภาคการศึกษา เพื่อวางแผนการจัดสรรทรัพยากรในห้องปฏิบัติการให้เหมาะสม เช่น การขออนุมัติจัดซื้ออุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมีให้เพียงพอต่อจำนวนนักศึกษา การตั้งงบประมาณในการขออนุมัติจัดซื้อครุภัณฑ์ เป็นต้น

2. จัดอบรมความรู้เรื่องห้องปฏิบัติการปลอดภัยให้กับนักศึกษาและผู้ปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้ อาจารย์ผู้สอนควรชี้แจงเรื่องความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการแก่นักศึกษาทุกครั้งในการเรียนการสอนคาบแรก เพื่อให้ทราบข้อตกลงในการใช้ห้องปฏิบัติการร่วมกัน

3. ชี้แจงกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการคณะเภสัชศาสตร์ การยืม-คืน อุปกรณ์และเครื่องแก้ว การจองใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้นักศึกษาและผู้ปฏิบัติงานทราบโดยทั่วกัน

4. สร้างจิตสำนึก และการตระหนักรู้ให้แก่นักศึกษาเรื่องความปลอดภัยในการใช้สารเคมี และการปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

5. มีการจัดระเบียบเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ให้เรียบร้อยและพร้อมใช้งานอยู่เสมอ

6. จัดทำแผนการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ประจำปี พร้อมทั้งจัดทำมาตรฐานการปฏิบัติงานของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องเครื่องมือกลาง

บรรณานุกรม

- กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. *หลักปฏิบัติในการใช้เครื่องชั่งระบบไฟฟ้าสำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบ*, หน้า 4. (ออนไลน์). สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2564 แหล่งที่มา : <https://www.fisheries.go.th>
- กรมวิทยาศาสตร์บริการ. (2558). *คู่มือปฏิบัติด้านความปลอดภัย ห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ*. กรุงเทพฯ : กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, หน้า 23.
- กองทรัพยากรมนุษย์ ม.ธรรมศาสตร์. (2561). *มาตรฐานกำหนดตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์*, หน้า 10-11. (ออนไลน์). สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2564, แหล่งที่มา : http://203.131.211.58/hrtuweb/content/job_qualification/files/20.%20%E0%B8%99%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%97%E0%B8%A2%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B9%8C.pdf
- โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (ESPreL). (2554). *ระบบการป้องกันและแก้ไขภัยอันตราย*. (ออนไลน์). สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2564, แหล่งที่มา : <http://esprel.labsafety.nrct.go.th/content.asp?ID=205>
- คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. *ประวัติความเป็นมา*. (ออนไลน์). สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2564, แหล่งที่มา : <https://pharm.tu.ac.th/aboutus>
- คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา. (2560). *คู่มือปฏิบัติงาน งานห้องปฏิบัติการ*. พะเยา : มหาวิทยาลัยพะเยา, หน้า 20-21, 25-26, 28, 29-30. (ออนไลน์). สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2564, แหล่งที่มา : <http://www.medicine.up.ac.th/>
- คณะอนุกรรมการการสอบความรู้เพื่อขอขึ้นทะเบียนและรับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบวิชาชีพเภสัชกรรม. (2562). *คู่มือทักษะตามเกณฑ์ความรู้ความสามารถทางวิชาชีพของผู้ประกอบวิชาชีพเภสัชกรรม (สมรรถนะร่วม) พ.ศ. 2562*. นนทบุรี : เอช อาร์ แอนด์ เทรนนิง จำกัด, หน้า 78. (ออนไลน์). สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2564 แหล่งที่มา : <https://pharmacycouncil.org>
- คณิงนิจ พจนะลาวัฒน์. (2564). *คู่มือปฏิบัติงาน การจัดการห้องปฏิบัติการเคมี*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, หน้า 10-18. (ออนไลน์). สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2564, แหล่งที่มา : <http://st.nsr.u.ac.th/manual/Pojarawan.pdf>
- จตุพล ไชโยสตา, ประยุทธ์ จ้อยนุแสง, สิริวรรณ ตติยรัตน์. (2556). *ขั้นตอนและแนวปฏิบัติที่ดีในการให้บริการจุดบริการเบ็ดเสร็จ (one stop service)*. มหาสารคาม : สำนักงานคอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, หน้า 5-6. (ออนไลน์). สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2564, แหล่งที่มา : <https://cc.msu.ac.th/th/syscc/docf/ufiles/20140610151215.pdf>

- บริษัทวอลเลอร์ เคมิคอล(ประเทศไทย). (2563). *ปิเปต pipette มีกี่ประเภท ใช้งานอย่างไร*. (ออนไลน์). สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2564 แหล่งที่มา : <https://www.wallerchem.com>
- วรวิทย์ จันท์สุวรรณ. (2563). *คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, หน้า 4-13, 15. (ออนไลน์). สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2564, แหล่งที่มา: https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=459
- วรวิทย์ จันท์สุวรรณ. (2563). *คู่มือปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, หน้า 8. (ออนไลน์). สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2564, แหล่งที่มา: <https://web.rmutp.ac.th/woravith/wp-content/uploads/2020/11/AnalChemLab63.pdf>
- วีรวัฒน์ กนกนุเคราะห์. *จรรยาบรรณนักวิทยาศาสตร์*. คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. (ออนไลน์). สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2564, แหล่งที่มา : <http://www.bim-mover.com/verawat%20site/sitepage/onlineEthics.html>
- ศูนย์ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ศปอส.). (2563). *คู่มือความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี สำหรับนิสิตที่ทำวิจัยและนักวิจัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*. กรุงเทพฯ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 33, 46. (ออนไลน์). สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2564, แหล่งที่มา : <https://www.shecu.chula.ac.th>
- สำนักงานนิติกร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2551). *คู่มือจรรยาบรรณของบุคลากรและอาจารย์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*. หน้า 5. (ออนไลน์). สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2564, แหล่งที่มา : https://www.jc.tu.ac.th/files/upload/files/TU_ethics2551_manual.pdf
- อมรฤทธิ์ ศรีนวล. (2563). *คู่มือปฏิบัติงาน การเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1(513 103)*. นครปฐม : คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยศิลปากร, หน้า 13-15, 19. (ออนไลน์). สืบค้น 23 พฤศจิกายน 2564, แหล่งที่มา : <http://www.sc.su.ac.th/knowledge/work-manual17.pdf>
- อังศุมา พงษ์พิสุทธินันท์ และคณะ. (2564). *คู่มือปฏิบัติการการควบคุมคุณภาพเภสัชภัณฑ์ 1*. ปทุมธานี : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, หน้า 51.
- อังศุมา พงษ์พิสุทธินันท์ และคณะ. (2564). *คู่มือปฏิบัติการเภสัชวิเคราะห์ 1*. ปทุมธานี : คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, หน้า 52.

ภาคผนวก

<p>ภาคผนวก ก : วิธีการเตรียมสารละลายที่ใช้ในการทดลอง สามารถดูรายละเอียดได้ตาม QR Code หรือตาม link ด้านล่างนี้:</p> <p>https://drive.google.com/drive/folders/1STi4J0MqG4ZJT5nyUaKYfCI-uMuvkwTN</p>	
<p>ภาคผนวก ข : ตัวอย่างรายงานผลการทดลอง สามารถดูรายละเอียดได้ตาม QR Code หรือตาม link ด้านล่างนี้ :</p> <p>https://drive.google.com/drive/folders/1F4lj0akEqPadM5CrPMV1ya8pL8_FOVjp</p>	
<p>ภาคผนวก ค : แบบฟอร์มที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ สามารถดูรายละเอียดได้ตาม QR Code หรือตาม link ด้านล่างนี้ :</p> <p>https://drive.google.com/drive/folders/17bdhcwpy9Z9duOLN6YXZGYd48axEmHjE</p>	
<p>ภาคผนวก ง : ตัวอย่างมาตรฐานการปฏิบัติงาน (SOP) เกี่ยวกับเครื่องมือวิทยาศาสตร์ สามารถดูรายละเอียดได้ตาม QR Code หรือตาม link ด้านล่างนี้ :</p> <p>https://drive.google.com/drive/folders/1IYUeH2A3KSCsrPkft8UUc29V0yARb4YE</p>	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายธีรวัฒน์ แก้วทองค์
ตำแหน่ง	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ
สังกัด	งานบริการการศึกษา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
สถานที่ทำงาน	คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 99 ม.18 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120
ประวัติการศึกษา	Bachelor of Science (B.sc.) in Chemistry, Faculty of Science and Engineering at Laval University, Quebec, Canada. ปริญญาตรี สาขาเคมี (วท.บ.เคมี) คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยลาวาล รัฐควิเบค ประเทศแคนาดา
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2557-ปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

