คู่มือปฏิบัติงาน

การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี
สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสาววราภรณ์ รักคุณ
นักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คำนำ

คู่มือการปฏิบัติงาน การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีวัตถุประสงค์จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวปฏิบัติในการปฏิบัติงาน ทำให้ผู้ปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถปฏิบัติงานแทนกันได้ และเพื่อเป็นแนวปฏิบัติอย่างเดียวกันในงานภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผู้เขียนขอขอบคุณอาจารย์ประจำหลักสูตรภาควิชาเคมี ที่ให้การสนับสนุนในการเขียนคู่มือนี้

ผู้เขียนหวังว่าคู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ในด้านการเรียนการสอนของหน่วยงาน ก่อให้เกิดประสิทธิผลในการปฏิบัติงาน และลดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงานลงได้

วราภรณ์ รักคุณ
นักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ
เมษายน 2567

สารบัญ

หน้า

คำนำ ..... ก
สารบัญ ..... ข
สารบัญตาราง ..... ง
สารบัญภาพ ..... ฉ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.4 ขอบเขตคู่มือ 2
1.5 คำนิยามศัพท์เฉพาะ 3
บทที่ 2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ 5
2.1 โครงสร้างการบริหารจัดการของหน่วยงาน 5
2.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง 13
2.3 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ 14
บทที่ 3 หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข 16
3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน 16
3.2 วิธีการปฏิบัติงาน 46
3.3 เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน 53
3.4 จริยธรรมและจรรณยาบรรณในการปฏิบัติงาน 55
บทที่ 4 เทคนิคการปฏิบัติงาน 57
4.1 แผนการปฏิบัติงาน 57
4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน 58
4.3 วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน 180
บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไขและพัฒนางาน 183
5.1 ปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน 183
5.2 ข้อเสนอแนะ 185

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม 186
ภาคผนวก 188
ประวัติผู้เขียน 197

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4.1 แสดงแผนการปฏิบัติงาน การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 57

ตารางที่ 4.2 แสดงแผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Flow chart).....59

ตารางที่ 4.3 แผนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1.....62

ตารางที่ 4.4 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การชั่ง ตวง ทางวิทยาศาสตร์.....74

ตารางที่ 4.5 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและกฎทรงมวลของสาร.....76

ตารางที่ 4.6 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี และกฎทรงมวลของสาร.....76

ตารางที่ 4.7 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์.....87

ตารางที่ 4.8 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์.....88

ตารางที่ 4.9 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง สมบัติของธาตุ และสารประกอบ.....92

ตารางที่ 4.10 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง สมบัติของธาตุ และสารประกอบ.....92

ตารางที่ 4.11 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง สารละลายและคอลลอยด์.....106

ตารางที่ 4.12 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง สารละลายและคอลลอยด์.....107

ตารางที่ 4.13 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง จลนศาสตร์เคมี.....113

ตารางที่ 4.14 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง จลนศาสตร์เคมี.....113

ตารางที่ 4.15 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง อัตราเร็วของปฏิกิริยา.....119

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.16 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง อัตราเร็วของปฏิกิริยา.....120
ตารางที่ 4.17 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง สมดุลเคมี.....127
ตารางที่ 4.18 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง สมดุลเคมี.....128
ตารางที่ 4.19 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง สมบัติกรด เบสและเกลือ 143
ตารางที่ 4.20 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง สมบัติกรด เบส และเกลือ.....144
ตารางที่ 4.21 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง การไทเทรตระหว่างกรดเบส.....159
ตารางที่ 4.22 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง การไทเทรต ระหว่างกรดเบส.....161
ตารางที่ 4.23 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี.....167
ตารางที่ 4.24 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี.....169
ตารางที่ 5.1 แสดงปัญหาอุปสรรค และแนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน.....183

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้างการบริหารงานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี....9
ภาพที่ 2.2 แสดงโครงสร้างหน่วยงานของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี....11
ภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างการปฏิบัติงานภาควิชาเคมี....12
ภาพที่ 3.1 อ่างล้างตาและที่ล้างตัวฉุกเฉิน (Emergency Eyewash Fountain and Safety Shower)....19
ภาพที่ 3.2 ตู้ดูดควัน (Hood)....20
ภาพที่ 3.3 เครื่องดับเพลิง (Fire Extinguisher)....20
ภาพที่ 3.4 สัญญาณเตือนภัย (Alarm and Sign)....21
ภาพที่ 3.5 อุปกรณ์ปฐมพยาบาล (First Aids Kits)....22
ภาพที่ 3.6 อุปกรณ์ป้องกันตา (Eye Protection)....22
ภาพที่ 3.7 อุปกรณ์ป้องกันหน้า (Face Protection or Face Shield)....23
ภาพที่ 3.8 อุปกรณ์ป้องกันร่างกาย (Body Protection)....23
ภาพที่ 3.9 อุปกรณ์ป้องกันเท้า (Foot Protection)....24
ภาพที่ 3.10 อุปกรณ์ป้องกันมือ (Hand Protection)....24
ภาพที่ 3.11 อุปกรณ์ช่วยหายใจและหน้ากากป้องกันไอระเหย (Respirator and Face Mask)....25
ภาพที่ 3.12 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Precision Balance)....26
ภาพที่ 3.13 บีกเกอร์ (Beaker)....26
ภาพที่ 3.14 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask)....27
ภาพที่ 3.15 กระบอกตวง (Cylinder)....27
ภาพที่ 3.16 ปิเปต (Pipette)....28
ภาพที่ 3.17 ลูกยางปิเปต (Rubber Bulb)....28
ภาพที่ 3.18 บิวเรต (Burette)....29
ภาพที่ 3.19 หลอดทดลอง (Test Tube)....29
ภาพที่ 3.20 ชามระเหย (Evaporating Dish)....30
ภาพที่ 3.21 เตาให้ความร้อน (Hotplate)....30
ภาพที่ 3.22 กระดาษกรอง (Filter Paper)....31
ภาพที่ 3.23 กรวยกรอง (Glass Funnel)....31

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3.24 กระจกนาฬิกา (Watch Glass) 32
ภาพที่ 3.25 แท่งแก้ว (Stirring rod) 32
ภาพที่ 3.26 ตู้อบ (Drying Oven) 33
ภาพที่ 3.27 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) 33
ภาพที่ 3.28 ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol Burner) 34
ภาพที่ 3.29 หลอดหยด (Dropper) 34
ภาพที่ 3.30 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) 35
ภาพที่ 3.31 มัลติมิเตอร์ (Multimeter) 35
ภาพที่ 3.32 ตู้ดูดควัน (Hood) 36
ภาพที่ 3.33 ช้อนตักสาร (Spatula) 36
ภาพที่ 3.34 ที่วางหลอดทดลอง (Test Tube Rack) 37
ภาพที่ 3.35 ขวดน้ำกลั่น (Wash Bottle) 37
ภาพที่ 3.36 กระดาษลิตมัส (Litmus Paper) 38
ภาพที่ 3.37 กระดาษพีเอช (pH Paper) 38
ภาพที่ 3.38 สัญลักษณ์เตือนสารเคมีอันตรายของระบบ UN 40
ภาพที่ 3.39 สัญลักษณ์เตือนสารเคมีอันตรายของระบบ NFPA 41
ภาพที่ 3.40 สัญลักษณ์เตือนสารเคมีอันตรายของระบบ ECC 42
ภาพที่ 3.41 สัญลักษณ์เตือนสารเคมีอันตรายของระบบ GHS 43
ภาพที่ 4.1 แสดงตัวอย่างใบแจ้งซ่อมอุปกรณ์และเครื่องมือ 64
ภาพที่ 4.2 แสดงแบบสำรวจรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 66
ภาพที่ 4.3 แสดงตัวอย่างใบแจ้งขออนุมัติซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีเบื้องต้น 72
ภาพที่ 4.4 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1
เรื่อง การชั่ง ตวง ทางวิทยาศาสตร์ 75
ภาพที่ 4.5 แสดงการเตรียมโซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) 77
ภาพที่ 4.6 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 6 โมลาร์ 78
ภาพที่ 4.7 แสดงการเตรียมแคลเซียมออกไซด์ (CaO) 78
ภาพที่ 4.8 แสดงการเตรียมผงแมกนีเซียม (Mg) 79

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.9 แสดงการเตรียมผงสังกะสี (Zn) 79
ภาพที่ 4.10 แสดงการเตรียมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 2 โมลาร์ 80
ภาพที่ 4.11 แสดงการเตรียมแอมโมเนียมเข้มข้น (Conc. NH_3) 80
ภาพที่ 4.12 แสดงการเตรียมซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ 81
ภาพที่ 4.13 แสดงการเตรียมโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ 82
ภาพที่ 4.14 แสดงการเตรียมแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ 83
ภาพที่ 4.15 แสดงการเตรียมกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 3 โมลาร์ 84
ภาพที่ 4.16 แสดงขวดรูปชมพู่ 125 ml พร้อมจุกปิด สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติม
สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและกฎทรงมวลของสาร 85
ภาพที่ 4.17 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีการทดลองตอนที่ 1
สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและกฎทรงมวลของสาร 86
ภาพที่ 4.18 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีการทดลองตอนที่ 2
สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและกฎทรงมวลของสาร 86
ภาพที่ 4.19 แสดงการเตรียมแบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2.2H_2O$) 88
ภาพที่ 4.20 แสดงการเตรียมโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 10 % 89
ภาพที่ 4.21 แสดงการเตรียมอะซิโตน (CH_3COCH_3) 90
ภาพที่ 4.22 แสดงกระดาษกรอง สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติม
สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 91
ภาพที่ 4.23 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี
สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ 91
ภาพที่ 4.24 แสดงการเตรียมลิเทียมคลอไรด์ (LiCl) 94
ภาพที่ 4.25 แสดงการเตรียมโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 94
ภาพที่ 4.26 แสดงการเตรียมโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) 95
ภาพที่ 4.27 แสดงการเตรียมแมกนิเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$) 95
ภาพที่ 4.28 แสดงการเตรียมแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) 96
ภาพที่ 4.29 แสดงการเตรียมแบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2$) 96
ภาพที่ 4.30 แสดงการเตรียมโบรโมครีซอลกรีน 97

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.31 แสดงการเตรียมกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 2 โมลาร์ 98
ภาพที่ 4.32 แสดงการเตรียมโซเดียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3) ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ 99
ภาพที่ 4.33 แสดงการเตรียมแอมโมเนีย (NH_3) ความเข้มข้น 2 โมลาร์ 100
ภาพที่ 4.34 แสดงการเตรียมโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 101
ภาพที่ 4.35 แสดงการเตรียมน้ำตาลทราย (ซูโครส ; $C_{12}H_{22}O_{11}$) 101
ภาพที่ 4.36 แสดงการเตรียมโพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3) 102
ภาพที่ 4.37 แสดงการเตรียมแนพธาลีน ($C_{10}H_8$) 102
ภาพที่ 4.38 แสดงการเตรียมโซเดียมไนไตร์ด ($NaNO_2$) 103
ภาพที่ 4.39 แสดงการเตรียมเฮกเซน (Hexane) 103
ภาพที่ 4.40 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 1
สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ 104
ภาพที่ 4.41 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 2
สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ 104
ภาพที่ 4.42 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 3
สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ 105
ภาพที่ 4.43 แสดงการเตรียมไซโคลเฮกเซน (C_6H_{15}) 108
ภาพที่ 4.44 แสดงการเตรียมแนพธาลีน ($C_{10}H_8$) 108
ภาพที่ 4.45 แสดงการเตรียมคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) ความเข้มข้น 1 % 109
ภาพที่ 4.46 แสดงการเตรียมน้ำแป้งสุก ความเข้มข้น 1 % 110
ภาพที่ 4.47 แสดงอุปกรณ์ สำหรับหาจุดเยือกแข็งของสารละลาย สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติม
สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง สารละลายและคอลลอยด์ 111
ภาพที่ 4.48 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 1
สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง สารละลายและคอลลอยด์ 111
ภาพที่ 4.49 แสดงวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 2
สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง สารละลายและคอลลอยด์ 112
ภาพที่ 4.50 แสดงการเตรียมอะซิโตน (Acetone) ความเข้มข้น 4 โมลาร์ 114
ภาพที่ 4.51 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ 115

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.52 แสดงการเตรียมไอโอดีน (I_2) ความเข้มข้น 0.0015 โมลาร์ ... 116
ภาพที่ 4.53 แสดงการเตรียมน้ำแป้ง ... 117
ภาพที่ 4.54 แสดงกระบอกตวง 25 ml และบีกเกอร์ 100 ml สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง จลนศาสตร์เคมี ... 118
ภาพที่ 4.55 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง จลนศาสตร์เคมี ... 119
ภาพที่ 4.56 แสดงการเตรียมโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ ... 121
ภาพที่ 4.57 แสดงการเตรียมโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ความเข้มข้น 0.02 โมลาร์ ... 122
ภาพที่ 4.58 แสดงการเตรียมแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต ($(NH_4)_2S_2O_8$) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ... 123
ภาพที่ 4.59 แสดงการเตรียมคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ... 124
ภาพที่ 4.60 แสดงการเตรียมน้ำแป้ง ... 125
ภาพที่ 4.61 แสดงหลอดทดลอง 25×250 ml สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง อัตราเร็วของปฏิกิริยา ... 126
ภาพที่ 4.62 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง อัตราเร็วของปฏิกิริยา ... 126
ภาพที่ 4.63 แสดงการเตรียมเลด (II) คลอไรด์อิ่มตัว (sat. $PbCl_2$) ... 130
ภาพที่ 4.64 แสดงการเตรียมเลด (II) อะซีเตด ($Pb(CH_3COO)_2$) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ... 131
ภาพที่ 4.65 แสดงการเตรียมเฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ... 132
ภาพที่ 4.66 แสดงการเตรียมเฟอร์ริกไนเตรด ($Fe(NO_3)_3$) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ... 133
ภาพที่ 4.67 แสดงการเตรียมโพแทสเซียมไธโอไซยาเนต (KSCN) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ... 134
ภาพที่ 4.68 แสดงการเตรียมแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ความเข้มข้น 6 โมลาร์ ... 135
ภาพที่ 4.69 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 6 โมลาร์ ... 136
ภาพที่ 4.70 แสดงการเตรียมโคบอลท์ (II) คลอไรด์ ($CoCl_2.6H_2O$) ... 137
ภาพที่ 4.71 แสดงการเตรียมเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) ... 137
ภาพที่ 4.72 แสดงการเตรียมอะซิโตน (Acetone) ... 138
ภาพที่ 4.73 แสดงการเตรียมโคบอลท์คลอไรด์ ($CoCl_2.6H_2O$) ... 139
ภาพที่ 4.74 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc. HCl) ... 140

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.75 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 1 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง สมดุลเคมี 140
ภาพที่ 4.76 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 2 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง สมดุลเคมี 141
ภาพที่ 4.77 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 3 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง สมดุลเคมี 142
ภาพที่ 4.78 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 4 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง สมดุลเคมี 142
ภาพที่ 4.79 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ 146
ภาพที่ 4.80 แสดงการเตรียมโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ 147
ภาพที่ 4.81 แสดงการเตรียมกรดอะซีติก (CH_3COOH) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ 148
ภาพที่ 4.82 แสดงการเตรียมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ 149
ภาพที่ 4.83 แสดงการเตรียมแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ 150
ภาพที่ 4.84 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.001 โมลาร์ 151
ภาพที่ 4.85 แสดงการเตรียมแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) ความเข้มข้น 1 โมลาร์ 152
ภาพที่ 4.86 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 3 โมลาร์ 153
ภาพที่ 4.87 แสดงการเตรียมแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) 154
ภาพที่ 4.88 แสดงการเตรียมฟีนอล์ฟธาลีน 154
ภาพที่ 4.89 แสดงการเตรียมเมทิลออเรนจ์ 155
ภาพที่ 4.90 แสดงการเตรียมบรอมไธมอลบลู 156
ภาพที่ 4.91 แสดงการเตรียมครีซอลเรด 157
ภาพที่ 4.92 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการทดสอบตรวจสอบการนำไฟฟ้า และการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง สมบัติกรด เบส และเกลือ 158
ภาพที่ 4.93 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 1-3 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง สมบัติกรด เบส และเกลือ 159
ภาพที่ 4.94 แสดงการเตรียมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 161

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.95 แสดงการเตรียมกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ 162
ภาพที่ 4.96 แสดงการเตรียมกรดอะซีติก (CH_3COOH) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ 163
ภาพที่ 4.97 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ 164
ภาพที่ 4.98 แสดงการเตรียมฟีนอล์ฟธาลีน 165
ภาพที่ 4.99 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10
เรื่อง การไทเทรตระหว่างกรดเบส 166
ภาพที่ 4.100 แสดงการเตรียมคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$) ความเข้มข้น 0.25 โมลาร์ 170
ภาพที่ 4.101 แสดงการเตรียมซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$) ความเข้มข้น 0.25 โมลาร์ 171
ภาพที่ 4.102 แสดงการเตรียมเฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4$) ความเข้มข้น 0.25 โมลาร์ 172
ภาพที่ 4.103 แสดงการเตรียมโพแทสเซียมไอโอไดด์ในน้ำแป้ง (1% KI ในน้ำแป้ง) 1% 173
ภาพที่ 4.104 แสดงการเตรียมฟีนอล์ฟธาลีน 174
ภาพที่ 4.105 แสดงชุดการทดลอง สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 11
เรื่อง ไฟฟ้าเคมี 175
ภาพที่ 4.106 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 11
เรื่อง ไฟฟ้าเคมี 176
ภาพที่ 4.107 แสดงตัวอย่างใบสำคัญยืม-คืนอุปกรณ์ 179
ภาพที่ 4.108 แสดงแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้บริการห้องปฏิบัติการ 181

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนและกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมทักษะการเป็นผู้ประกอบการและนวัตกรให้สอดคล้องตามนโยบายของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยในกลุ่มผลิตบัณฑิตที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยี โดยมีการปรับปรุงหลักสูตรระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีประยุกต์) และเริ่มใช้ในปีการศึกษา 2564 ซึ่งเป็นหลักสูตรทางวิชาการ ใช้ระยะเวลาการศึกษา 4 ปี โดยในแต่ละชั้นปี หลักสูตรได้ทำการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติด้านเคมีสู่การเป็นนวัตกรที่มีคุณธรรม จริยธรรม รักษ์สิ่งแวดล้อม มีทักษะการเป็นผู้ประกอบการและสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในวิชาชีพ [1]

รายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 เป็นหนึ่งในรายวิชาของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตของภาควิชาเคมี เปิดสอนในระดับปริญญาตรีในภาคปฏิบัติการ โดยมีการจัดการเรียนการสอนเริ่มตั้งแต่ภาคการศึกษา 1/2551 ให้นักศึกษาได้ศึกษาความรู้เบื้องต้นปฏิบัติการเกี่ยวกับการชั่ง ตวง ทางวิทยาศาสตร์ ปฏิกิริยาและกฎทรงมวลของสาร ปริมาณสารสัมพันธ์ สมบัติของธาตุและสารประกอบ สารละลายและคอลลอยด์ จลนศาสตร์เคมี อัตราเร็วของปฏิกิริยา สมดุลเคมี สมบัติกรด เบส และเกลือ การไทเทรตระหว่างกรดเบส และไฟฟ้าเคมี ซึ่งถือว่ารายวิชาปฏิบัติการนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพราะช่วยส่งเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในทฤษฎีต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น รวมถึงเพื่อให้นักศึกษาได้มีประสบการณ์ในการทำปฏิบัติการจริง ๆ ในชั้นเรียน

การจัดการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการนั้น ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่สนับสนุนการเรียนการสอนและรับผิดชอบในการจัดเตรียม วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ รวมถึงควบคุมดูแลการปฏิบัติงานของนักศึกษาในการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการ ซึ่งต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ทางทฤษฎี มีทักษะในการปฏิบัติงานที่ดีและถูกต้อง เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุตามวัตถุประสงค์ของรายวิชา ซึ่งปัญหาที่ผู้ปฏิบัติงานพบจากการดำเนินงานที่ผ่านมา คือ เมื่อนักศึกษาลงมือปฏิบัติงาน จะขาดความระมัดระวังในการเลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี ผู้ปฏิบัติงานจึงจำเป็นต้องดำเนินการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ ให้เหมาะสมและเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานในแต่ละครั้ง เพื่อเป็นการป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น และส่งผลให้การทดลองผิดพลาดได้

ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจึงได้เขียนคู่มือ การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้ทราบถึงการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ทำให้สามารถปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง และช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานคนอื่น ๆ สามารถปฏิบัติงานแทนกันได้ รวมทั้งทำให้การสนับสนุนการเรียนการสอนดำเนินการไปอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อให้ทราบขั้นตอนในการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในการปฏิบัติงานไปตามมาตรฐานเดียวกัน

1.2.2 เพื่อจัดทำคู่มือสำหรับการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ผู้ปฏิบัติงานสามารถจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ได้ถูกต้องแม่นยำ สร้างความเป็นมืออาชีพในการปฏิบัติงาน

1.3.2 ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้ ช่วยลดข้อผิดพลาดในการทำงานในการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1

1.4 ขอบเขตคู่มือ

คู่มือปฏิบัติงาน การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการทำงานในห้องปฏิบัติการของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีเนื้อหาเกี่ยวกับการจัดเตรียมปฏิบัติการในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ซึ่งมีขอบเขตดังนี้

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหาครอบคลุมข้อควรปฏิบัติ ขั้นตอนและกระบวนการทำปฏิบัติการขั้นตอนการปฏิบัติงาน ซึ่งต้องจัดเตรียมก่อนลงมือทำ และคอยสนับสนุนในระหว่างการเรียนการสอน มีกระบวนการตั้งแต่การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ตลอดจนสิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละปฏิบัติการ โดยประกอบไปด้วยบทปฏิบัติการทั้งหมด 11 บทปฏิบัติการ ได้แก่ ปฏิบัติการเกี่ยวกับการชั่ง ตวง ทางวิทยาศาสตร์ ปฏิกิริยาและกฎทรงมวลของสาร ปริมาณสารสัมพันธ์ สมบัติของธาตุและสารประกอบ สารละลายและคอลลอยด์ จลนศาสตร์เคมี อัตราเร็วของปฏิกิริยา สมดุลเคมี สมบัติกรด เบส และเกลือ การไทเทรตระหว่างกรดเบส และไฟฟ้าเคมี

1.4.2 ขอบเขตด้านหลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงาน ที่ใช้ในการปฏิบัติงานความปลอดภัยของการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการครอบคลุมหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีประยุกต์) ปีการศึกษา 2564 และหลักแนวทางการปฏิบัติตามประกาศของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เรื่องจรรยาวิชาชีพวิจัยและแนวทางปฏิบัติ

1.4.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา ครอบคลุมรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ซึ่งมีการจัดการเรียนการสอนในภาคเรียนที่ 1 ของทุกปีการศึกษา มีผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนการสอนและการเตรียมปฏิบัติการ คือ ผู้ปฏิบัติงาน อาจารย์ผู้สอน และนักศึกษา ซึ่งมีระยะเวลาดำเนินการ 6 เดือน และคอยสนับสนุนรายวิชาภาคปฏิบัติ ในระหว่างการเรียนการสอนในแต่ละภาคการศึกษา

1.5 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

รายวิชาปฏิบัติการเคมี 1	หมายถึง	รายวิชาของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมีเปิดสอนในระดับปริญญาตรี ในภาคปฏิบัติการจัดให้นักศึกษาได้ศึกษาความรู้เบื้องต้นปฏิบัติการเกี่ยวกับการชั่ง ตวง ทางวิทยาศาสตร์ ปฏิกิริยาและกฎทรงมวลของสาร ปริมาณสารสัมพันธ์ สมบัติของธาตุและสารประกอบ สารละลายและคอลลอยด์ จลนศาสตร์เคมี อัตราเร็วของปฏิกิริยา สมดุลเคมี สมบัติกรด เบส และเกลือ การไทเทรตระหว่างกรดเบส และไฟฟ้าเคมี
อาจารย์ผู้สอน	หมายถึง	อาจารย์ประจำวิชาที่ทำหน้าที่สอนในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1
นักศึกษา	หมายถึง	ผู้ที่เข้ารับการศึกษาในระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ปฏิบัติงาน	หมายถึง	ผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายให้จัดเตรียมและควบคุมดูแลในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1
ห้องปฏิบัติการ	หมายถึง	สถานที่ที่ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ให้การทดลอง และปฏิบัติงานรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1

วัสดุ		หมายถึง วัสดุที่ใช้ในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 เป็นของที่มีอายุการใช้งานในระยะสั้น ที่ใช้แล้วหมดไป
อุปกรณ์	หมายถึง	อุปกรณ์ที่ใช้ในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 เป็นของที่ใช้แล้วยังเหลืออยู่ สามารถนำมาใช้ซ้ำได้
สารเคมี	หมายถึง	สารเคมีที่ใช้ในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1

บทที่ 2
บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

ในการปฏิบัติงานตามคู่มือการปฏิบัติงาน การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในบทนี้เป็นการกล่าวถึงบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ ซึ่งประกอบไปด้วยโครงสร้างการบริหารจัดการของหน่วยงาน บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ และลักษณะงานที่ปฏิบัติ โดยผู้ปฏิบัติงานควรทราบและเข้าใจรายละเอียดของบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตนเองอย่างชัดเจน เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนี้

2.1 โครงสร้างการบริหารจัดการของหน่วยงาน

2.1.1 ประวัติคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [2]

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 21 มิถุนายน พ.ศ.2538 ในสมัยของ รศ.ธรรมนูญ ฤทธิมณี เป็นอธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล โดยใช้ชื่อว่า “คณะวิทยาศาสตร์” โดยเริ่มก่อตั้งจากภาควิชาคณิตศาสตร์ และภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ ต่อมาได้โอนย้ายภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเคมี และภาควิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตรมาสังกัดคณะวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ และยังเป็นการแก้ปัญหาการขาดแคลนบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งสอดคล้องตามความจำเป็นเร่งด่วนของประเทศและเป็นไปตามนโยบายของรัฐบาลที่ต้องการผลิตบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เพียงพอต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ต่อมาในปี พ.ศ. 2549 ได้มีการตราพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และได้มีการเปลี่ยนชื่อเป็น “คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” เพื่อให้สอดคล้องกับภารกิจในการเรียนการสอนซึ่งจะเน้นด้านวิทยาศาสตร์ประยุกต์ โดยในปัจจุบันคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้มีการเปิดการเรียนการสอนทั้งหมด 9 ภาควิชา/สาขาวิชา ได้แก่ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ สาขาวิชาสถิติประยุกต์ สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ สาขาวิชาการวิเคราะห์การการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ ภาควิชาเคมี สาขาวิชาชีววิทยา สาขาวิชาฟิสิกส์ และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และการจัดการเทคโนโลยีอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดำเนินการจัดการศึกษา และมีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาการจัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษาให้ได้มาตรฐานและมีคุณภาพ โดยผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพ เป็นคนดี มีคุณธรรม และจริยธรรม นอกจากนี้คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เน้นการจัดการศึกษาและพัฒนากำลังคนให้มีความชำนาญในวิชาชีพ รวมทั้งการประยุกต์ใช้กลยุทธ์การสร้างเอกลักษณ์ของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่แตกต่าง โดยวางเป้าหมายให้เป็นคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สมบูรณ์แบบ เน้นการบูรณาการความรู้ท้องถิ่นเข้ากับนวัตกรรมระดับสูง มีการพัฒนางานวิจัยขั้นพื้นฐานและงานวิจัยขั้นสูง สามารถตอบสนองความต้องการของชุมชน ช่วยเหลือสังคมและเป็นที่ต้องการในทุกระดับวิชาชีพ ซึ่งคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้วางแนวทางในการสร้างความแตกต่างไว้หลายแนวทาง ดังนี้

1) ผลิตบัณฑิตด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความเชี่ยวชาญ มีคุณธรรมและมีคุณภาพสนองความต้องการของตลาดแรงงาน

2) สร้างคุณค่าความเป็นมนุษย์และความเป็นมืออาชีพของนักศึกษา เพื่อเตรียมความพร้อมไปสู่ตลาดแรงงาน โดยการพัฒนานักศึกษาให้มีคุณค่าความเป็นมนุษย์และมืออาชีพด้วยโครงการสหกิจศึกษาและฝึกงานวิชาชีพ

3) เน้นการเรียนการสอนโดยให้นักศึกษาคิดเป็น ทำเป็น วิเคราะห์เป็น เก่งทั้งในด้านวิชาการ และวิชาชีพโดยมีความเชี่ยวชาญในด้านเทคโนโลยี และภาษาต่างประเทศ ตลอดจนสำนึกในความรับผิดชอบต่อสังคม

4) เตรียมรับมือกับการแข่งขัน คณะฯ ได้จัดเตรียมด้านเครื่องมืออุปกรณ์ที่ทันสมัยและเพียงพอต่อการเรียนการสอน

5) เน้นการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการเรียนการสอนและบริหารจัดการ

6) พัฒนางานวิจัยขั้นพื้นฐานและงานวิจัยขั้นสูง ซึ่งนำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมใหม่ ๆ

7) พัฒนาเอกลักษณ์ของคณะฯ ให้ทันสมัยและมีเอกลักษณ์เป็นของตนเอง

8) สร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างองค์กร สถาบันวิชาการทั้งภายในและต่างประเทศ

2.1.2 นโยบายและวิสัยทัศน์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [3]

1) วิสัยทัศน์ (Vision)

เป็นคณะที่ผลิตนวัตกรชั้นนำด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีคุณค่าสู่สังคมและประเทศ

2) เป้าหมาย

เป็นคณะ 1 ใน 5 ของสถาบันอุดมศึกษากลุ่ม 2 กลุ่มพัฒนาเทคโนโลยีและส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมในปี พ.ศ. 2567

3) ปรัชญา (Philosophy)

นวัตกรรมสร้างชาติ บัณฑิตคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีพัฒนาและสร้างนวัตกรรม

4) ปณิธาน (Determination)

มุ่งมั่นจัดการศึกษาและวิจัยในการผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติมืออาชีพและนักนวัตกรที่ทรงคุณค่าต่อเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม เพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

5) เอกลักษณ์ (Uniqueness)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนักปฏิบัติ พัฒนา นวัตรกร และสร้างสรรค์นวัตกรรม

6) อัตลักษณ์ (Identity)

นักปฏิบัติมืออาชีพ นักคิด นักสร้างสรรค์นวัตกรรม

7) พันธกิจ (Mission)

7.1) ผลิตนักนวัตกรที่ปฏิบัติงานได้จริง สามารถประยุกต์ใช้ประโยชน์หรือพัฒนาเทคโนโลยีและสร้างนวัตกรรม

7.2) ผลิตผลงานวิจัย สร้างสรรค์เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาประเทศ

7.3) บริการวิชาการที่ตอบสนองต่อความต้องการ สร้างคุณค่า เป็นประโยชน์ เป็นที่ยอมรับและสร้างความเข้มแข็งให้ชุมชนและสังคมอย่างยั่งยืน

8) สมรรถนะหลัก

8.1) CC1 ผลิตนักนวัตกรที่มีสมรรถนะตามความต้องการของตลาดแรงงานบูรณาการข้ามศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ประยุกต์และดิจิทัล

8.2) CC2 สร้างนวัตกรรมและผลที่ตีพิมพ์ในฐานข้อมูลสากลที่ส่งผลกระทบสูงต่อชุมชนและสังคมและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

2.1.3 โครงสร้างการบริหารงานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [4]

การบริหารงานภายในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีโครงสร้างการบริหารงานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้

1) คณบดี
2) รองคณบดี ซึ่งแบ่งเป็น 4 ฝ่าย ได้แก่
   2.1) รองคณบดีฝ่ายบริหารและวางแผน
   2.2) รองคณบดีฝ่ายวิจัยพัฒนาและบริการวิชาการ
   2.3) รองคณบดีฝ่ายวิชาการ
   2.4) รองคณบดีฝ่ายพัฒนานักศึกษา
3) ผู้ช่วยคณบดี
4) คณะกรรมการประจำคณะ
5) หัวหน้าสำนักงานคณบดี
6) หัวหน้าภาควิชา/สาขาวิชา

ซึ่งโครงสร้างการบริหารงานของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีลักษณะดังนี้

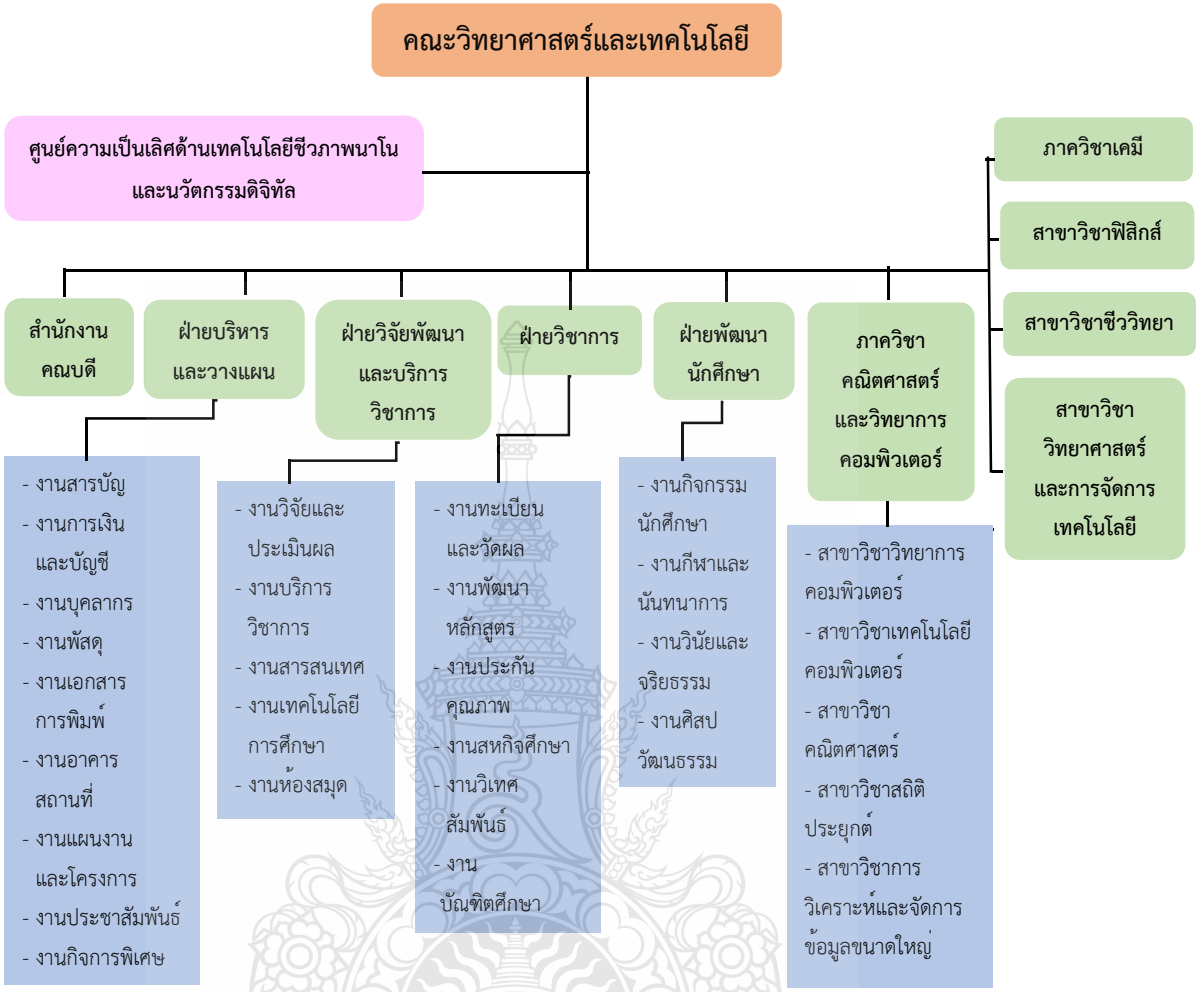
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างการบริหารงานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [4]

2.1.4 โครงสร้างหน่วยงานของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [5]

หน่วยงานภายในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีโครงสร้างหน่วยงานของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบไปด้วยหน่วยงานและภาควิชา/สาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังนี้

1) หน่วยงานของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   1.1) ฝ่ายบริหารและวางแผน
   1.2) ฝ่ายวิจัยพัฒนาและบริการวิชาการ
   1.3) ฝ่ายวิชาการ
   1.4) ฝ่ายพัฒนานักศึกษา
   1.5) ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพ-นาโน และนวัตกรรมดิจิทัล
2) ภาควิชา/สาขาวิชาของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
   2.1) ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
      2.1.1) สาขาวิชาคณิตศาสตร์
      2.2.2) สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์
      2.2.3) สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์
      2.2.4) สาขาวิชาสถิติประยุกต์
      2.2.5) สาขาวิชาการวิเคราะห์และจัดการข้อมูลขนาดใหญ่
   2.2) ภาควิชาเคมี
   2.3) สาขาวิชาฟิสิกส์
   2.4) สาขาวิชาชีววิทยา
   2.5) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และการจัดการเทคโนโลยีอาหาร

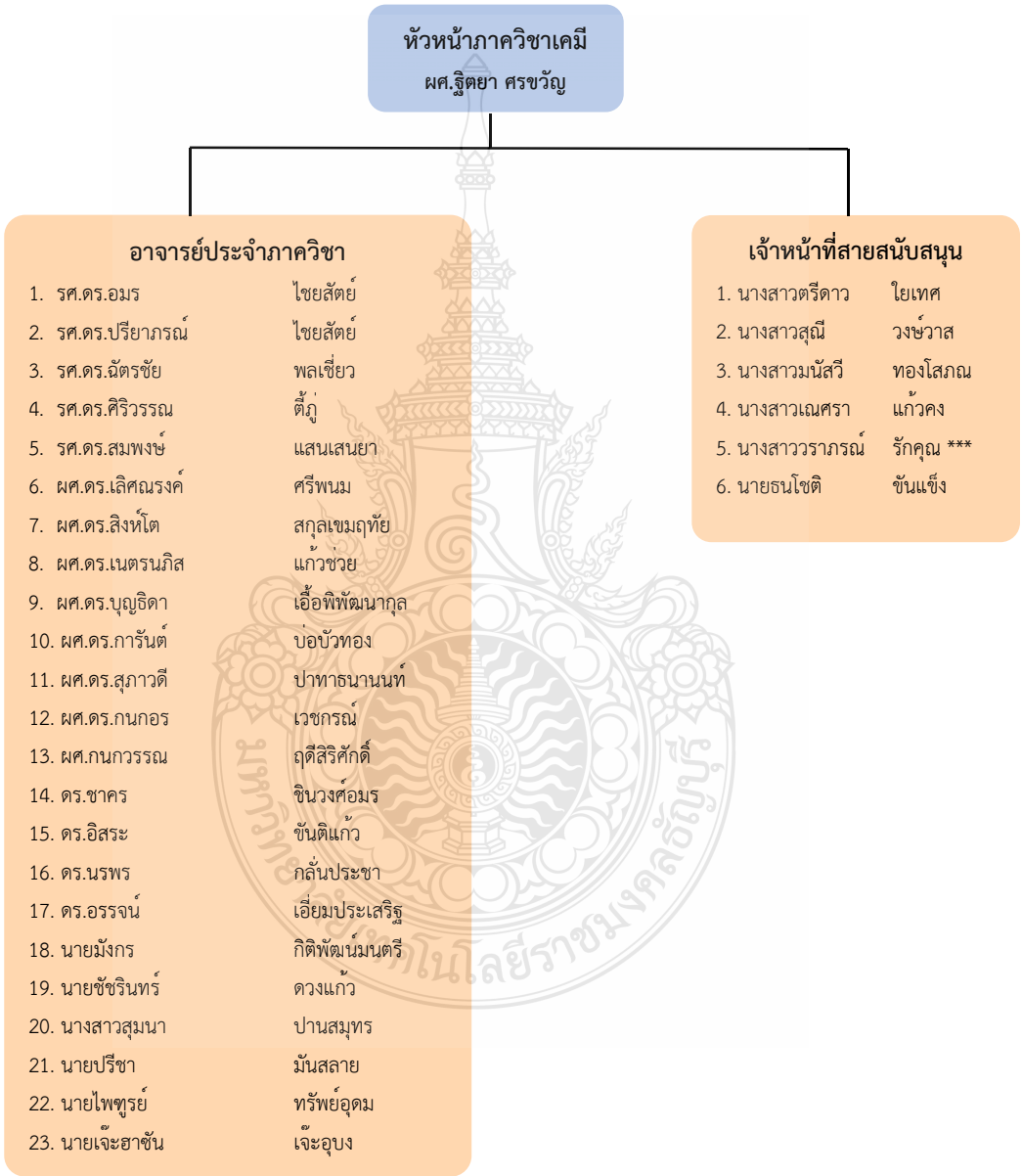
ซึ่งโครงสร้างหน่วยงานของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีลักษณะดังนี้



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างหน่วยงานของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [5]

2.1.5 โครงสร้างการปฏิบัติงานภาควิชาเคมี

โครงสร้างการปฏิบัติงานภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วยอาจารย์ประจำภาควิชาและเจ้าหน้าที่สายสนับสนุนดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างการปฏิบัติงานภาควิชาเคมี

2.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง

นักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานระดับต้น ที่ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางวิชาการในการทำงานปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้การกำกับแนะนำตรวจสอบและปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย โดยมีลักษณะงานที่ปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 ด้านการเตรียมปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอน

1) ดำเนินการจัดเตรียมปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอน โดยวางแผนดำเนินการจัดเตรียมสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือในรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ เคมีวิเคราะห์ทั่วไป เคมี 1 เคมี 2 และเคมีพื้นฐานให้เพียงพอต่อการใช้งานทุกกลุ่ม

2) วางแผนการประสานงานกับอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการจัดเตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และเอกสารในแต่ละการทดลอง การทดสอบปฏิบัติการก่อนทำปฏิบัติการ (Test Lab) เพื่อให้ผลการปฏิบัติงานบรรลุเป้าหมายตามที่กำหนด

3) ควบคุม กำกับ และดูแลนักศึกษาระหว่างทำการทดลอง ปฏิบัติงานขั้นต้นในการช่วยเหลือเกี่ยวกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ และทำการตรวจเช็คสภาพเครื่องมือ อุปกรณ์หลังจากการใช้งานเพื่อให้มีสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ

4) จัดทำระบบเบิกจ่าย เช็คสต็อกสารเคมีสำหรับทำปฏิบัติการด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.2.2 งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์

1) จัดทำประวัติการใช้ การบำรุงรักษา สรุป และรายงานผลการใช้ การซ่อมประจำทุกปีการศึกษาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.2.3 การจัดการสารเคมีและวัสดุวิทยาศาสตร์

1) วางแผนการใช้สารเคมี วัสดุวิทยาศาสตร์ตามปฏิบัติการ สรุปรายงานการจัดซื้อการใช้สารเคมีและวัสดุวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการที่รับผิดชอบอย่างมีประสิทธิภาพด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.2.4 งานจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ

1) รวบรวมข้อมูลของเสียในห้องปฏิบัติการ ทำการจัดแยกประเภทของเสียตามระบบการจัดการของเสียอันตรายของคณะ มีการจัดทำรายงานชนิดและปริมาณของเสียประจำปีด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.2.5 การจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

1) ประชุม วางแผน ทบทวนและมีการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาคู่มือ แนวปฏิบัติต่าง ๆ ให้เหมาะสม

2) วางแผนประเมินผลการดำเนินงาน นำผลการประเมินพัฒนามาปรับปรุง

2.2.6 การพัฒนาระบบฐานข้อมูล

1) วางแผนดำเนินการจัดทำระบบการเก็บฐานข้อมูลครุภัณฑ์ การติดตามและรายงานผลอย่างเป็นระบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีการนำผลการประเมินพัฒนามาปรับปรุง

2.2.7 งานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

1) คณะกรรมการดำเนินการต่าง ๆ ตามที่หัวหน้างานคณะและหน่วยงานมอบหมาย เช่น คณะกรรมการการดำเนินการจัดเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีในรายวิชาปฏิบัติการโรงเรียนสาธิตนวัตกรรม คณะกรรมการผู้รับผิดชอบการสอบสมรรถนะวิชาทางเคมี คณะกรรมการดำเนินการจัดการองค์ความรู้ (Knowledge Management : KM) เป็นต้น

2) คณะกรรมการการดำเนินการสอบ โดยควบคุม กำกับ และดูแลการสอบให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย

2.3 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ

2.3.1 จัดเตรียมสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองให้เพียงพอต่อการใช้งานทุกกลุ่ม

2.3.2 ประสานงานกับอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการจัดเตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และเอกสารในแต่ละการทดลอง

2.3.3 ควบคุม กำกับ ดูแลนักศึกษาระหว่างทำการทดลองและทำการตรวจเช็คสภาพเครื่องมืออุปกรณ์ เพื่อให้มีสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ

2.3.4 ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการบริการนักศึกษาและคณาจารย์ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ เช่น การเบิกจ่ายวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี แก่อาจารย์และนักศึกษา

2.3.5 ดูแลความสะอาดเครื่องมือ ครุภัณฑ์ในส่วนที่ได้รับผิดชอบ และตรวจสอบเครื่องมือครุภัณฑ์ให้มีความพร้อมในการใช้งานอยู่เสมอ

2.3.6 ติดต่อประสานงานตัวแทนจำหน่าย สารเคมีและอุปกรณ์ ในแต่ละภาคการศึกษา

2.2.7 ติดต่อประสานงานฝ่ายช่าง หากเครื่องมือครุภัณฑ์ที่ได้รับผิดชอบขัดข้องและทำบันทึกข้อความ

2.3.8 ดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ จัดเก็บ จัดแยกดามประเภท สรุปและรายงานผลการดำเนินงานด้านสารเคมี

2.3.9 รวบรวมข้อมูลของเสียในห้องปฏิบัติการ ทำการจัดแยกประเภทของเสียตามระบบการจัดการของเสียอันตรายของคณะ

2.3.10 ดำเนินการสำรวจ รวบรวม การพัฒนาคู่มือและแนวปฏิบัติต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ

2.3.11 งานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

จากบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ โครงสร้างการบริหารจัดการของหน่วยงาน และลักษณะงานที่ปฏิบัติดังที่กล่าวมาแล้วนั้น ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้ ความเข้าใจ และควรทราบรายละเอียดของบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตนเองอย่างชัดเจน เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3
หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข

การจัดทำคู่มือปฏิบัติงาน การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ทำให้สามารถปฏิบัติงานตามลำดับขั้นตอนได้อย่างถูกต้อง และช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานคนอื่น ๆ สามารถปฏิบัติงานแทนกันได้ รวมทั้งใช้เป็นแนวทางปฏิบัติงานให้เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งในการดำเนินงานในการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการเรียนการสอนรายวิชาเคมี 1 ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องรอบรู้ในงานที่ปฏิบัติ ทั้งหลักสูตรที่ใช้ในการเรียนการสอน ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ วิธีการปฏิบัติงานในด้านความรู้ในการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี รวมทั้งสิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงานได้

3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน

3.1.1 หลักสูตรที่ใช้ในการปฏิบัติงาน [1]

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีประยุกต์) และเริ่มใช้ในปีการศึกษา 2564 โดยเป็นหลักสูตรทางวิชาการ ระยะเวลาการศึกษา 4 ปี รับนักศึกษาไทยและต่างชาติที่สามารถสื่อสารภาษาไทยได้ โดยในแต่ละชั้นปีหลักสูตรฯ ทำการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติ ซึ่งเป็นพื้นฐานเดิมของภาควิชา รวมถึงจัดการเรียนการสอนกิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการเป็นผู้ประกอบการ และนวัตกร ตามนโยบายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยในกลุ่มผลิตบัณฑิตที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยี

1) ปรัชญาและความสำคัญของหลักสูตร

ผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติด้านเคมีสู่การเป็นนวัตกรที่มีคุณธรรม จริยธรรม รักษ์สิ่งแวดล้อม มีทักษะการเป็นผู้ประกอบการ และสามารถแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในวิชาชีพได้

2) วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

เพื่อผลิตบัณฑิตในหลักสูตรให้มีคุณลักษณะ ดังนี้

2.1) มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณในวิชาชีพ และมีความรับผิดชอบในหน้าที่สังคมและองค์กร รวมถึงความปลอดภัยด้านเคมี

2.2) มีความรู้ด้านทฤษฎีและทักษะด้านปฏิบัติทางเคมี และสามารถบูรณาการองค์ความรู้ด้านเคมีและนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานได้เป็นอย่างดี และสามารถนำความรู้ด้านเคมีไปใช้ในการแก้ไขปัญหาในการทำงานได้อย่างเหมาะสม

2.3) มีความสามารถในการจัดระบบความคิด คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์อย่างมีเหตุผล ตลอดจนสามารถจัดระบบพัฒนาความรู้ใหม่และนวัตกรรมด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.4) มีสมรรถนะทางด้านวิชาชีพ และความสามารถในการสื่อสารและใช้เทคโนโลยีได้ดี มีความสามารถในการวิเคราะห์นำเสนอข้อมูล มีความสามารถในการบริหารจัดการและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

3.1.2 หลักปฏิบัติและการใช้ห้องปฏิบัติการ [6]

การทำปฏิบัติการเคมีส่วนใหญ่ต้องมีความเกี่ยวข้องกับสารเคมีอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ซึ่งผู้ทำการปฏิบัติการต้องตระหนักถึงความปลอดภัยของตนเองและผู้อื่นและสิ่งแวดล้อม โดยผู้ทำการปฏิบัติการควรทราบเกี่ยวกับการปฏิบัติตนเบื้องต้น ดังต่อไปนี้

1) สวมเสื้อกาวน์ทุกครั้งเมื่ออยู่ในห้องปฏิบัติการ และเมื่อออกจากห้องปฏิบัติการควรถอดเสื้อกาวน์ออกทุกครั้ง เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของสารเคมี

2) ไม่รับประทานอาหาร เครื่องดื่ม หรือสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ

3) ห้ามชิมสารเคมีทุกชนิดที่อยู่ในห้องปฏิบัติการ

4) ศึกษาตำแหน่งและวิธีใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตราย เช่น เครื่องดับเพลิง ตู้ปฐมพยาบาล

5) ไม่ควรปล่อยผมรุงรัง สวมเสื้อผ้าที่หลวม หรือสวมรองเท้าแตะในห้องปฏิบัติการ

6) ไม่หยอกล้อกันหรือวิ่งเล่นในห้องปฏิบัติการ

7) อย่าสูดดมและสัมผัสสารเคมีโดยตรง ควรใช้มือโบกพัดกลิ่นสารเคมีเข้าหาตัวอย่าสูดดมกลิ่นสารเคมีแรง ๆ

8) ก่อนจะทำการทดลอง ถ้าสงสัยให้ถามอาจารย์หรือผู้ควบคุมปฏิบัติการ อย่าทำการทดลองโดยไม่แน่ใจในวิธีการทดลอง และห้ามทำการทดลองนอกเหนือจากที่กำหนดไว้

9) ห้ามทำงานในห้องปฏิบัติการโดยลำพัง เพราะเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้น จะไม่มีใครทราบ และไม่อาจช่วยได้ทันท่วงที

10) เมื่อพบเห็นอุบัติเหตุ ต้องรายงานให้อาจารย์หรือผู้ควบคุมปฏิบัติการทราบทันที

11) ควรล้างมือทุกครั้งหลังจากเสร็จสิ้นการทดลองให้สะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารเคมี

12) เมื่อเตรียมสารเคมีเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรติดฉลากขวดใส่สารเคมีทุกขวดให้ชัดเจน เช่น ชื่อสารเคมี วันที่เตรียม ความเข้มข้น ผู้เตรียม กำกับที่ขวดสารเคมีทุกขวดให้ชัดเจนทุกครั้ง

13) ควรอ่านฉลากภาชนะใส่สารเคมีให้ชัดเจนก่อนการใช้สารเคมี และก่อนนำมาใช้ควรรินหรือตักสารออกมาในปริมาณที่พอใช้เท่านั้น ไม่เทสารเคมีที่เหลือกลับขวดเดิม เมื่อใช้เสร็จต้องปิดฝาให้เรียบร้อย

14) ใช้สารเคมีด้วยความระมัดระวัง โดยเฉพาะกรดและเบสที่เข้มข้น สารเคมีที่เป็นตัวออกซิไดส์อย่างแรง สารเคมีที่มีกลิ่นเหม็น หรือไอที่เป็นพิษให้ทำการทดลองในตู้ควัน

15) ควรจัดอุปกรณ์สำหรับใช้ในการทดลองไว้บนโต๊ะปฏิบัติการให้ครบก่อนลงมือทำการทดลอง รวมทั้งรักษาความสะอาดโต๊ะและห้องปฏิบัติการตลอดเวลาการทดลอง และเสร็จการทดลอง

16) ไม่ใช้เครื่องแก้วที่ชำรุดหรือไม่สะอาด เพราะจะทำให้เกิดอุบัติเหตุขณะปฏิบัติการ

17) ปฏิบัติตามข้อห้าม ป้ายและคำเตือนต่าง ๆ ในการใช้ห้องปฏิบัติการ

3.1.3 อุปกรณ์ป้องกันอันตราย [7]

1) อุปกรณ์ป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการ

1.1) อ่างล้างตาและที่ล้างตัวฉุกเฉิน (Emergency Eyewash Fountain and Safety Shower)

อ่างล้างตาและที่ล้างตัวฉุกเฉิน เป็นอุปกรณ์จำเป็นสำหรับทุกห้องปฏิบัติการ ใช้ในกรณีเกิดอุบัติเหตุสารเคมีอันตรายหกราดตัว หรือกระเด็นเข้าตา สถานที่ติดตั้งอ่างล้างตาและที่ล้างตัว ควรอยู่ในระยะห่างไม่เกิน 10 วินาทีจากจุดปฏิบัติงาน ไม่ควรนำสิ่งของกีดขวางเส้นทาง ควรใช้ระยะเวลาการล้างตาหรือล้างตัวไม่ต่ำกว่า 15 นาที เพื่อให้แน่ใจว่าสารเคมีได้ถูกชะล้างจนหมด ดังแสดงในภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 อ่างล้างตาและที่ล้างตัวฉุกเฉิน (Emergency Eyewash Fountain and Safety Shower)

1.2) ตู้ดูดควัน (Hood)

เมื่อต้องทำงานกับสารเคมีที่เป็นอันตราย เช่น สารไวไฟ สารพิษ และสารกัดกร่อน จะต้องทำในตู้ดูดควัน ซึ่งได้ออกแบบให้ดูดเอาไอระเหยของสารเคมีต่าง ๆ ระหว่างทำการทดลองออกสู่ภายนอกห้องและอาคาร โดยมีข้อควรปฏิบัติ ดังนี้

1) ควรจัดตั้งอุปกรณ์และชุดการทดลองให้ลึกเข้าไปในตู้ดูดควัน ห่างจากด้านหน้าประมาณ 6-10 นิ้ว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดไอระเหยของตู้ดูดควัน

2) เมื่อจะเริ่มทำปฏิกิริยาจะต้องดึงหน้าต่างกระจกของตู้ดูดควันลงมาให้อยู่ในระดับที่สามารถสอดมือผ่านเข้าไปทำงานได้สะดวก และห้ามยื่นศีรษะเข้าไปในตู้ควัน

3) ควรเช็ดทำความสะอาดพื้นและหน้าต่างกระจกทันทีที่สารเคมีกระเด็นเปื้อน หลังจากใช้งานเสร็จทุกครั้งแล้วดึงหน้าต่างกระจกลงมาให้อยู่เหนือพื้นตู้ประมาณ 1-2 นิ้ว ดังแสดงในภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2 ตู้ดูดควัน (Hood)

1.3) เครื่องดับเพลิง (Fire Extinguisher)

เครื่องดับเพลิงเป็นอุปกรณ์สำหรับดับไฟที่เริ่มก่อตัวขึ้น ซึ่งยังเป็นไฟไหม้ขนาดเล็ก เพื่อป้องกันไม่ให้ไฟลุกลามต่อไป ผู้ปฏิบัติงานหรือผู้เกี่ยวข้องควรได้รับการฝึกฝนการใช้เครื่องดับเพลิง เพื่อจะได้มีความสามารถในการดับเพลิงอย่างทันท่วงที ดังแสดงในภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.3 เครื่องดับเพลิง (Fire Extinguisher)

1.4) สัญญาณเตือนภัย (Alarm and Sign)

เมื่อเกิดอุบัติเหตุหรือพบเห็นอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นอันตรายมาก และไม่สามารถจัดการด้วยตนเองได้ ต้องส่งสัญญาณเตือนภัยทันที โดยดึงสลักลง หลังจากนั้น ต้องรีบออกจากห้องปฏิบัติการและอาคารไปยังจุดรวมพล ดังแสดงในภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4 สัญญาณเตือนภัย (Alarm and Sign)

1.5) อุปกรณ์ปฐมพยาบาล (First Aids Kits)

ใช้สำหรับปฐมพยาบาลเมื่อได้รับบาดเจ็บเล็กน้อย เช่น ของมีคมบาด แผลถลอก น้ำร้อนลวก และผิวหนังไหม้เกรียม เป็นต้น อุปกรณ์ปฐมพยาบาลประกอบด้วย น้ำยาเช็ดแผล น้ำยาล้างแผล น้ำยาฆ่า เชื้อ พลาสเตอร์ยา ผ้าพันแผล เทปกาว เจลทาผิวหนังไหม้เกรียม หรือน้ำร้อนลวก สำลี ถุงมือแพทย์ คีมคีบและกรรไกร ดังแสดงในภาพที่ 3.5

ภาพที่ 3.5 อุปกรณ์ปฐมพยาบาล (First Aids Kits)

2) อุปกรณ์ป้องกันร่างกายส่วนบุคคล

2.1) อุปกรณ์ป้องกันตา (Eye Protection)

อุปกรณ์ป้องกันตา ควรสวมใส่เพื่อป้องกันดวงตาจากอนุภาค แก้วเศษเหล็ก และสารเคมี โดยแว่นตาที่ใช้ในห้องปฏิบัติการจะเป็นแว่นตากันไอระเหย ฝุ่น ลม ซึ่งจะสามารถป้องกันตาและพื้นที่บริเวณรอบดวงตาจากอนุภาคของเหลวติดเชื้อ สารเคมี หรือไอสารเคมี ลักษณะของแว่นตาจะคล้ายกับแว่นตาปกติที่มีเลนส์ซึ่งทนต่อการกระแทก มีกรอบแว่นตาที่แข็งแรงกว่าแว่นตาทั่วไป ดังแสดงในภาพที่ 3.6

ภาพที่ 3.6 อุปกรณ์ป้องกันตา (Eye Protection)

2.2) อุปกรณ์ป้องกันหน้า (Face Protection or Face Shield)

เมื่อทำงานกับสารเคมีอันตราย ต้องใส่หน้ากากป้องกันการกระเด็นของสารเคมีโดนใบหน้า ซึ่งสามารถใช้ร่วมกันกับแว่นตาได้ ดังแสดงในภาพที่ 3.7

ภาพที่ 3.7 อุปกรณ์ป้องกันหน้า (Face Protection or Face Shield)

2.3) อุปกรณ์ป้องกันร่างกาย (Body Protection)

อุปกรณ์ป้องกันร่างกาย ได้แก่ เสื้อกาวน์ โดยใช้สวมทับชุดปกติระหว่างปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันการปนเปื้อนจากฝุ่นผง ตลอดจนการหกกระเด็นของสารเคมี ควรมีการทำความสะอาดเสื้อกาวน์อย่างสม่ำเสมอ และเมื่อออกจากห้องปฏิบัติการควรถอดเสื้อกาวน์ออกทุกครั้ง เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของสารเคมี ดังแสดงในภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.8 อุปกรณ์ป้องกันร่างกาย (Body Protection)

2.4) อุปกรณ์ป้องกันเท้า (Foot Protection)

อุปกรณ์ป้องกันเท้า ได้แก่ รองเท้า โดยควรสวมรองเท้าตลอดเวลาที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ควรเป็นรองเท้าที่ปกปิดนิ้วเท้า ไม่ควรใส่รองเท้าแตะ รองเท้าผ้าหรือรองเท้าส้นสูง ดังแสดงในภาพที่ 3.9

ภาพที่ 3.9 อุปกรณ์ป้องกันเท้า (Foot Protection)

2.5) อุปกรณ์ป้องกันมือ (Hand Protection)

อุปกรณ์ป้องกันมือ ได้แก่ ถุงมือ โดยถุงมือที่ใช้กันสารเคมีควรทำจากยางธรรมชาติ หรือวัสดุประเภท Neoprene Polyvinyl chloride Nitrile ก่อนใช้ถุงมือทุกครั้งควรตรวจสอบสภาพของถุงมือก่อนใช้ เมื่อเลิกใช้ก่อนที่จะถอดถุงมือออกควรล้างมือ ถอดถุงมือทุกครั้งเมื่อออกจากห้องปฏิบัติการ และไม่ควรไปจับอุปกรณ์ต่าง ๆ ขณะที่ยังสวมใส่ถุงมือ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารเคมีไปยังอุปกรณ์อื่น ดังแสดงในภาพที่ 3.10

ภาพที่ 3.10 อุปกรณ์ป้องกันมือ (Hand Protection)

2.6) อุปกรณ์ช่วยหายใจและหน้ากากป้องกันไอระเหย (Respirator and Face Mask)

อุปกรณ์ช่วยหายใจและหน้ากากป้องกันไอระเหย เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เมื่อต้องปฏิบัติงานกับสารเคมีที่มีไอ หรือเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ เช่น สารละลายแอมโมเนีย สารละลายฟอร์มาลิน เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 3.11

ภาพที่ 3.11 อุปกรณ์ช่วยหายใจและหน้ากากป้องกันไอระเหย (Respirator and Face Mask)

3.1.4 วัสดุ อุปกรณ์เครื่องแก้ว และเครื่องมือพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ [8]

ก่อนที่จะเริ่มทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องรู้จัก วัสดุ อุปกรณ์เครื่องแก้ว และเครื่องมือพื้นฐานในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนวิธีการใช้อย่างเข้าใจ ซึ่งในห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 มีวัสดุ อุปกรณ์เครื่องแก้ว และเครื่องมือพื้นฐาน ดังนี้

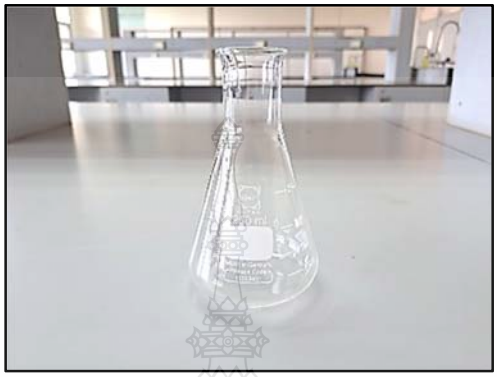
1) เครื่องชั่งไฟฟ้า (Precision Balance) เป็นเครื่องชั่งไฟฟ้าแบบชั่งด้านบน ชนิดตั้งโต๊ะ แสดงผลของน้ำหนักแบบตัวเลข หน้าจอของเครื่องเป็นลักษณะแบบกดสัมผัส ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักของสารเคมีในห้องปฏิบัติการ สามารถชั่งได้ทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง ดังแสดงในภาพที่ 3.12

ภาพที่ 3.12 เครื่องชั่งไฟฟ้า (Precision Balance)

2) บีกเกอร์ (Beaker) มีลักษณะเป็นแก้วใส ใช้สำหรับบรรจุสารที่มีปริมาณมาก เพื่อละลายสารหรือทำปฏิกิริยาเคมี และสามารถเทสารออกได้ง่ายทางปากบีกเกอร์ โดยจะมีขีดบอกปริมาตรซึ่งเป็นค่าโดยประมาณเท่านั้น ขนาดที่ใช้จะมีความจุ 5 - 5000 ml ดังแสดงในภาพที่ 3.13

ภาพที่ 3.13 บีกเกอร์ (Beaker)

3) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask) ทำด้วยแก้ว มีหลายขนาด ตั้งแต่ขนาด 5 มิลลิลิตร จนถึงขนาด 1000 มิลลิลิตร ใช้สำหรับใส่สารละลายในการทดลองไทเทรตชัน (Titration) และการทดลองอื่น ๆ ดังแสดงในภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask)

4) กระบอกตวง (Cylinder) เป็นอุปกรณ์รูปทรงกระบอก มีฐานสำหรับวางบนพื้นได้ ปากมีจงอยเพื่อให้ถ่ายของเหลวได้สะดวก ใช้ในการถ่ายของเหลวจากภาชนะหนึ่งไปยังอีกภาชนะหนึ่ง ในกรณีที่ไม่ต้องการความแม่นสูง ดังแสดงในภาพที่ 3.15

ภาพที่ 3.15 กระบอกตวง (Cylinder)

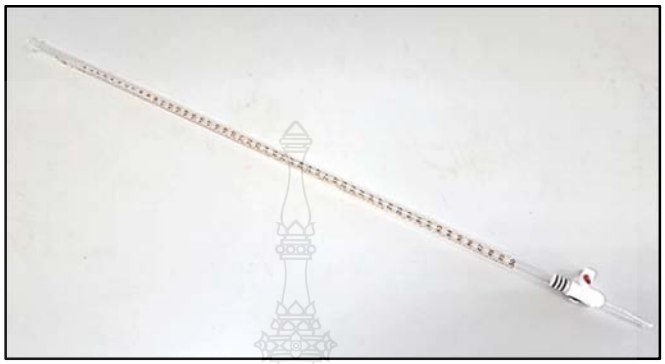
5) ปิเปต (Pipette) เป็นเป็นเครื่องแก้วที่ใช้วัดปริมาตรของของเหลวหรือสารละลายที่ต้องการปล่อยออกมาที่มีความถูกต้องแม่นยำสูง โดยทั่วไปที่มีใช้อยู่ในห้องปฏิบัติการมีอยู่ 2 แบบ คือ ปิเปตแบบใช้ตวงและปิเปตแบบปริมาตร ดังแสดงในภาพที่ 3.16

ภาพที่ 3.16 ปิเปต (Pipette)

6) ลูกยางปิเปต (Rubber Bulb) ใช้ร่วมกับปิเปตเพื่อใช้สำหรับดูดสารละลาย ส่วนใหญ่มี 3 ขนาดให้เลือกตามขนาดของปิเปตที่ใช้ และสามารถใช้ได้ทั้งปิเปตแบบใช้ตวงและปิเปตแบบปริมาตร ดังแสดงในภาพที่ 3.17

ภาพที่ 3.17 ลูกยางปิเปต (Rubber Bulb)

7) บิวเรต (Burette) เป็นอุปกรณ์วัดปริมาตรของเหลวที่มีความแม่นสูง มีสต๊อปค๊อกสำหรับปิด-เปิด เพื่อควบคุมปริมาตรของเหลวให้ไหลออกทางปลายท่อตามต้องการ ใช้ในการไทเทรต ดังแสดงในภาพที่ 3.18



ภาพที่ 3.18 บิวเรต (Burette)

8) หลอดทดลอง (Test Tube) ใช้สำหรับทดลองปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารต่าง ๆ ที่เป็นสารละลาย ใช้ต้มของเหลวที่มีปริมาตรน้อย ๆ โดยมี Test Tube Holder จับกันร้อนมือ มีหลายชนิดและหลายขนาด ชนิดที่มีปากและไม่มีปาก ชนิดธรรมดาและชนิดทนไฟ ดังแสดงในภาพที่ 3.19

ภาพที่ 3.19 หลอดทดลอง (Test Tube)

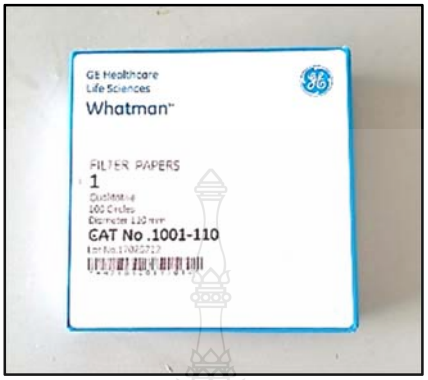
9) ชามระเหย (Evaporating Dish) ใช้สำหรับทำการระเหยตัวทำละลายออกจากของแข็งที่ผสมอยู่ในตัวทำละลาย นิยมใช้กับงานที่มีอุณหภูมิ เช่น งานอบตัวอย่าง ระเหยตัวอย่าง เช่น ระเหยน้ำออกจากตัวอย่าง ระเหยความชื้นสัมพัทธ์จากตัวอย่าง เป็นต้น ซึ่งชามระเหยจะต้องมีความแข็งแรงคงทนต่ออุณหภูมิ ดังแสดงในภาพที่ 3.20

ภาพที่ 3.20 ชามระเหย (Evaporating Dish)

10) เตาให้ความร้อน (Hotplate) เป็นเตาให้ความร้อนสำหรับต้มสารอุ่นสารละลาย หรือการทำตัวอย่างให้แห้ง ดังแสดงในภาพที่ 3.21

ภาพที่ 3.21 เตาให้ความร้อน (Hotplate)

11) กระดาษกรอง (Filter Paper) เป็นกระดาษที่กรองสารที่อนุภาคใหญ่ออกจากของเหลวซึ่งมีขนาดของอนุภาคที่เล็กกว่า ดังแสดงในภาพที่ 3.22

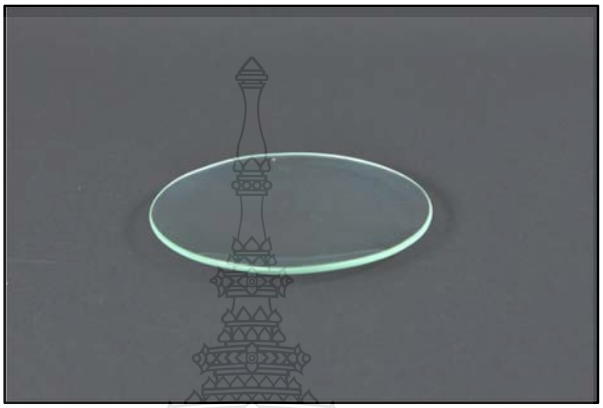


ภาพที่ 3.22 กระดาษกรอง (Filter Paper)

12) กรวยกรอง (Glass Funnel) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้คู่กับกระดาษกรองในการแยกของแข็งออกจากของเหลวและมักจะใช้สำหรับสวมบิวเรทเมื่อจะเทสารละลายลงในบิวเรท มีทั้งแบบก้านสั้นและก้านยาว กรวยก้านยาวจะกรองได้เร็วกว่ากรวยก้านสั้น ดังแสดงในภาพที่ 3.23

ภาพที่ 3.23 กรวยกรอง (Glass Funnel)

13) กระจกนาฬิกา (Watch Glass) ใช้สำหรับปิดบีกเกอร์หรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อป้องกันสารอื่น ๆ หรือฝุ่นละอองตกลงในสารละลายที่บรรจุอยู่ในบีกเกอร์และใช้ป้องกันสารละลายกระเด็นออกจากบีกเกอร์เมื่อทำการต้มหรือระเหยสารละลาย หรือใช้เป็นภาชนะในการใส่สารเคมีที่เป็นของแข็งเพื่อนำมาทดสอบ ดังแสดงในภาพที่ 3.24



ภาพที่ 3.24 กระจกนาฬิกา (Watch Glass)

14) แท่งแก้ว (Stirring rod) เป็นแท่งแก้วปลายที่ใช้คน จะมีลักษณะเป็นวงกลมแบน ใช้ในการคนสารละลายให้เข้ากัน นอกจากนี้ยังใช้ช่วยในการเทสารละลายไปยังภาชนะอื่น โดยเทสารละลายให้ไหลไปตามแท่งแก้วคน ดังแสดงในภาพที่ 3.25

ภาพที่ 3.25 แท่งแก้ว (Stirring rod)

15) ตู้อบ (Drying Oven) เป็นเครื่องมือในห้องปฏิบัติการที่ ใช้สำหรับการอบวัสดุ อุปกรณ์ ให้แห้งและใช้ในการรักษาอุณหภูมิของปฏิกิริยาในการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการบางชนิดให้คงที่ หรือใช้อบฆ่าทำลายเชื้อโรค เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 3.26

ภาพที่ 3.26 ตู้อบ (Drying Oven)

16) อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการต้มหรืออุ่นสารโดยการตั้งอุณหภูมิและเวลาในการทำงาน ดังแสดงในภาพที่ 3.27

ภาพที่ 3.27 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath)

17) ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol Burner) เป็นตะเกียงแบบที่ใช้แอลกอฮอล์เป็นเชื้อเพลิง โดยแอลกอฮอล์ที่ใช้จะมีความเข้มข้นร้อยละ 95 เพื่อให้ได้เปลวไฟ ใช้สำหรับให้ความร้อนแก่สารเคมี ดังแสดงในภาพที่ 3.28

ภาพที่ 3.28 ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol Burner)

18) หลอดหยด (Dropper) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับตวงของเหลวปริมาณน้อย ๆ ทำได้โดยการนับจำนวนหยดของของเหลวที่หยดลงไป การใช้งานโดยค่อย ๆ บีบจุกยางเพื่อไล่อากาศออกจากหลอดหยด จากนั้นจุ่มในสารละลายที่ต้องการจะดูด ค่อย ๆ ปล่อยจุกยางเพื่อดูดสารละลายเข้ามาในหลอดหยด โดยดูดเข้ามาให้ปริมาณของเหลวใกล้เคียงกับปริมาตรที่ต้องการใช้ ดังแสดงในภาพที่ 3.29

ภาพที่ 3.29 หลอดหยด (Dropper)

19) เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) เป็นเครื่องมือใช้วัดอุณหภูมิของสาร ภายในเทอร์โมมิเตอร์นั้นจะใส่สารพวกแอลกอฮอล์ผสมสีไว้ บางชนิดใส่ปรอทสีเงินเข้าไปภายในสเกลในเทอร์โมมิเตอร์จะมีตั้งแต่ช่วงอุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ถึง 100 องศาเซลเซียส เป็นต้น มีข้อควรระวัง คือ ไม่ควรนำเทอร์โมมิเตอร์ไปใช้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงเกิน 100 องศาเซลเซียส เนื่องจากเมื่อนำเทอร์โมมิเตอร์นั้นมาใช้ในอุณหภูมิที่เย็น จะทำให้สารในเทอร์โมมิเตอร์ขาดเป็นช่วง ๆ ได้ ดังแสดงในภาพที่ 3.30

ภาพที่ 3.30 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

20) มัลติมิเตอร์ (Multimeter) เครื่องมือวัดค่าปริมาณทางไฟฟ้าที่รวมทั้งแอมป์มิเตอร์ โวลท์มิเตอร์ โอห์มมิเตอร์ และมิเตอร์วัดค่าปริมาณทางไฟฟ้าอื่น ๆ ไว้ในเครื่องเดียวกัน ดังแสดงในภาพที่ 3.31

ภาพที่ 3.31 มัลติมิเตอร์ (Multimeter)

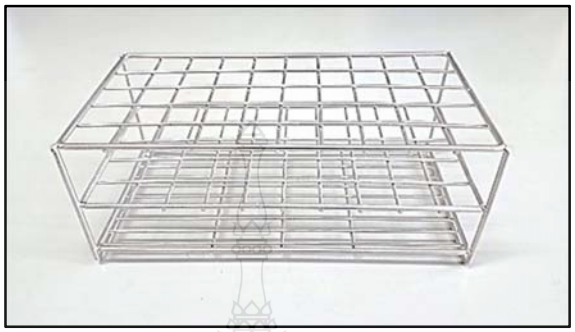
21) ตู้ดูดควัน (Hood) อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการที่ใช้ป้องกันผู้ปฏิบัติงานจากอันตรายของสารเคมีหรือสารระเหย ดังแสดงในภาพที่ 3.32

ภาพที่ 3.32 ตู้ดูดควัน (Hood)

22) ช้อนตักสาร (Spatula) มี 2 แบบคือ ช้อนตักสารแบบพลาสติก และช้อนตักสารแบบโลหะ มีปลายช้อนทั้งสองด้าน และแต่ละด้านขนาดจะไม่เท่ากัน มีขนาดเล็ก กลาง ใหญ่ ใช้ในการตักสารเคมีที่เป็นของแข็งเพื่อนำไปชั่ง ดังแสดงในภาพที่ 3.33

ภาพที่ 3.33 ช้อนตักสาร (Spatula)

23) ที่วางหลอดทดลอง (Test Tube Rack) เป็นภาชนะสำหรับรองรับหลอดทดลอง มักทำจากสแตนเลส สามารถนำเข้าเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) และตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) ได้ ดังแสดงในภาพที่ 3.34



ภาพที่ 3.34 ที่วางหลอดทดลอง (Test Tube Rack)

24) ขวดน้ำกลั่น (Wash Bottle) ใช้บรรจุน้ำกลั่น เป็นขวดที่สามารถฉีดหรือพ่นน้ำออกมาได้ผ่านทางปลายด้านบนที่มีขนาดเล็กคล้ายหัวฉีด ใช้เพื่อล้างทำความสะอาดเครื่องแก้ว ดังแสดงในภาพที่ 3.35

ภาพที่ 3.35 ขวดน้ำกลั่น (Wash Bottle)

25) กระดาษลิตมัส (Litmus Paper) เป็นกระดาษที่ใช้ทดสอบสมบัติความเป็นกรด-เบสของของเหลว กระดาษลิตมัสมีสองสี คือ สีแดงและสีน้ำเงิน วิธีใช้คือการสัมผัสของเหลวลงบนกระดาษ ถ้าหากของเหลวมีสภาพเป็นกรด กระดาษจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง และถ้าของเหลวมีสภาพเป็นเบส กระดาษจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน ถ้าหากเป็นกลาง กระดาษทั้งสองจะไม่เปลี่ยนสี ดังแสดงในภาพที่ 3.36

ภาพที่ 3.36 กระดาษลิตมัส (Litmus Paper)

26) กระดาษพีเอช (pH Paper) กระดาษสำหรับใช้วัดค่าความเป็นกรด-ด่างของของเหลว มีแถบสีสำหรับเทียบค่า pH สามารถใช้งานแทนกระดาษลิตมัสได้ การใช้งานสะดวกใช้งานง่าย ดังแสดงในภาพที่ 3.37

ภาพที่ 3.37 กระดาษพีเอช (pH Paper)

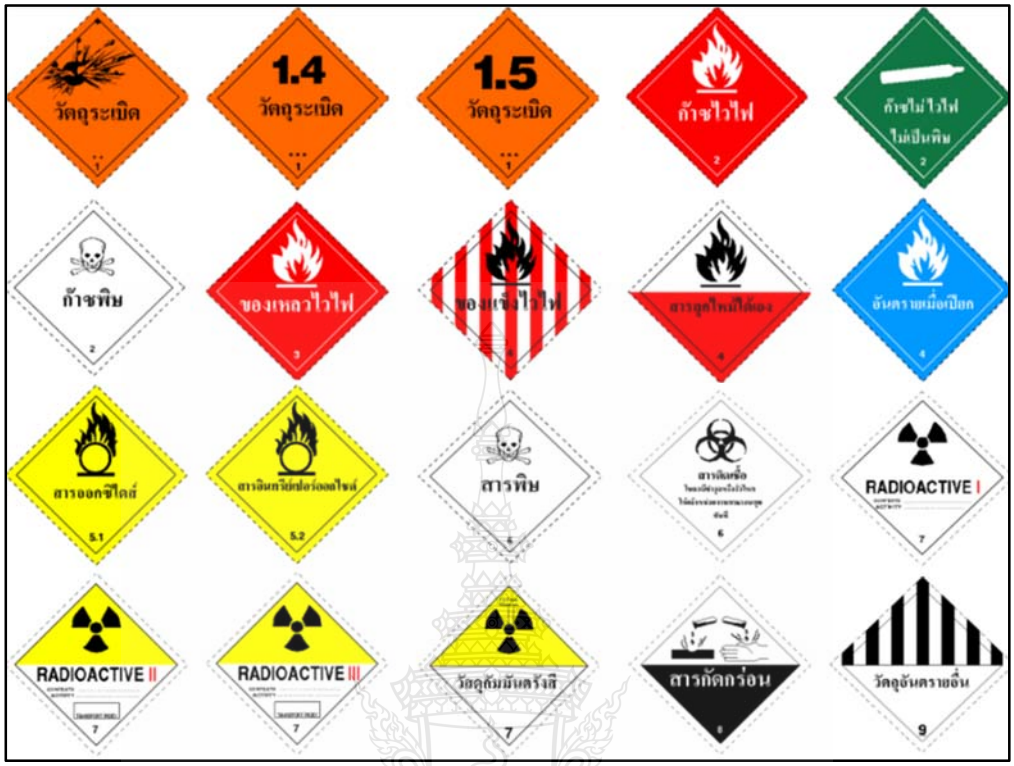
3.1.5 สารเคมี

1) สัญลักษณ์แสดงอันตรายของสารเคมี [9]

เป็นเครื่องหมายสากลที่เข้าใจง่าย อาจใช้สีพื้น หรือข้อความที่แตกต่างกัน เพื่อให้ทราบถึงอันตรายของสารเคมี ซึ่งระบบสัญลักษณ์แสดงอันตรายที่รู้จักและนิยมใช้มี 4 ระบบ ได้แก่

1.1) ระบบ UN (United Nations Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods) จำแนกสารที่เป็นอันตรายและเป็นเหตุให้ถึงแก่ความตายได้ หรือก่อให้เกิดความพินาศเสียหายออกเป็น 9 ประเภท (UN-Class) ตามลักษณะที่ก่อให้เกิดอันตราย หรือความเสี่ยงในการเกิดอันตราย ดังนี้

ประเภทที่ 1 วัตถุระเบิด
ประเภทที่ 2 ก๊าซ
ประเภทที่ 3 ของเหลวไวไฟ
ประเภทที่ 4 ของแข็งไวไฟ
ประเภทที่ 5 วัตถุออกซิไดส์และออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์
ประเภทที่ 6 วัตถุมีพิษและวัตถุติดเชื้อ
ประเภทที่ 7 วัตถุกัมมันตรังสี
ประเภทที่ 8 วัตถุกัดกร่อน
ประเภทที่ 9 วัตถุอื่น ๆ ที่เป็นอันตราย



ภาพที่ 3.38 สัญลักษณ์เตือนสารเคมีอันตรายของระบบ UN

1.2) ระบบ NFPA (The National Fire Protection Association) ของสหรัฐอเมริกา กำหนดสัญลักษณ์แสดงอันตรายเป็นรูปเพชร (Diamond-shape) เพื่อใช้ในการป้องกันและตอบโต้เหตุเพลิงไหม้สัญลักษณ์ดังกล่าวมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่วางตั้งตามแนวเส้นทแยงมุม ภายในแบ่งออกเป็นสี่เหลี่ยมย่อยขนาดเท่ากัน 4 รูป ใช้พื้นที่กำกับ 4 สี ได้แก่ สีแดง สีน้ำเงิน สีเหลือง และสีขาว และใช้ตัวเลข 0 ถึง 4 แสดงถึงระดับอันตราย ดังนี้

สีแดง แสดงอันตรายจากไฟ (Flammable)

สีน้ำเงิน แสดงอันตรายต่อสุขภาพ (Health)

สีเหลือง แสดงความไวต่อปฏิกิริยาของสาร (Reactivity)

สีขาว แสดงคุณสมบัติพิเศษของสาร (Special hazard)

โดยมีสัญลักษณ์ต่าง ๆ คือ

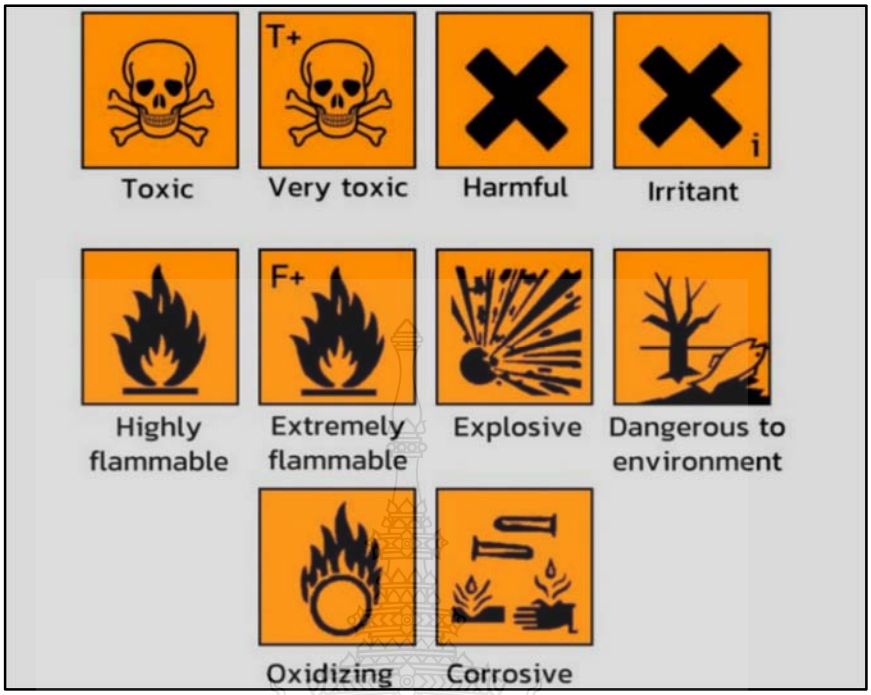
W หมายถึง สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับน้ำ (Water reactive)

Ox หมายถึง สารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นตัวออกซิไดซ์ (Oxidizer)

Cor หมายถึง สารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน (Corrosive)

ภาพที่ 3.39 สัญลักษณ์เตือนสารเคมีอันตรายของระบบ NFPA

1.3) ระบบ EEC (The European Economic Council) ตามข้อกำหนดของประชาคมยุโรปที่ 67/548/EEC สัญลักษณ์แสดงอันตรายจะแบ่งออกตามประเภทของอันตราย โดยใช้รูปภาพ สีดำเป็นสัญลักษณ์แสดงอันตรายบนพื้นสี่เหลี่ยมจัตุรัสสีส้ม และมีอักษรย่อกำกับที่มุมขวา ซึ่งสัญลักษณ์เหล่านี้ปรากฏอยู่ที่ฉลากของสารเคมีที่ใช้ในสหภาพยุโรป



ภาพที่ 3.40 สัญลักษณ์เตือนสารเคมีอันตรายของระบบ ECC

1.4) ระบบ GHS (The Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals) เป็นระบบการจัดกลุ่มผลิตภัณฑ์เคมีและการติดฉลากที่องค์การสหประชาชาติได้กำหนดขึ้น เพื่อให้เป็นระบบสากลในการจำแนกหรือการจัดกลุ่มความเป็นอันตรายและการสื่อสารความเป็นอันตรายของสารเคมีในรูปแบบของการแสดงฉลากและเอกสารข้อมูลความปลอดภัยในการทำงานกับสารเคมี (Safety Data Sheet, SDS) ที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก สัญลักษณ์แสดงอันตราย (Hazard Pictogram) ตามระบบสากล GHS ได้กำหนดไว้ 9 รูป

ภาพที่ 3.41 สัญลักษณ์เตือนสารเคมีอันตรายของระบบ GHS

2) การจัดเก็บสารเคมี

2.1) การแยกตามสถานะของแข็ง เช่น ของแข็งไวไฟ ของแข็งทำปฏิกิริยาว่องไวกับน้ำ ของเหลว เช่น ของเหลวออกซิไดส์ ของเหลวที่มีฤทธิ์เป็นกรด แก๊สบรรจุท่ออัดความดัน เช่น แก๊สพิษ แก๊สเฉื่อย

2.2) การแยกตามความเป็นอันตราย เช่น สารที่ไม่เสถียร สารที่ทำปฏิกิริยากับน้ำ สารกัดกร่อน สารเปอร์ออกไซด์ สารอินทรีย์

2.3) แยกตามความเข้ากันได้/ไม่ได้ โดยสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ ต้องจัดเก็บให้ห่างกัน เพราะหากสารสัมผัสกันจะเกิดอันตราย ทำให้เกิดความร้อนสูงจนลุกไหม้ หรือระเบิด หรือให้แก๊สพิษออกมาได้ เช่น Nitrate เข้าไม่ได้กับ Sulfuric Acid หรือ Arsenic Compounds เข้าไม่ได้กับ Reducing Agents

2.4) ระบบการจำแนกประเภท การติดฉลากและข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นอันตรายของสารเคมี (Globally Harmonized System, GHS) โดยใช้สัญลักษณ์แสดงความเป็นอันตรายและระดับความรุนแรงของอันตรายจากสารเคมี ซึ่งแบ่งความเป็นอันตรายเป็น 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ สุขภาพ และสิ่งแวดล้อม

3) การจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี [10]

ระบบการจำแนกของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี (Waste Track) จำแนกของเสียอันตรายเป็น 14 ประเภท ดังนี้

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

ประเภทที่ 2 ของเสียที่มีไซยาไนด์ (II : Cyanide Waste) หมายถึง ของเสียที่มีไซยาไนด์เป็นส่วนประกอบ เช่น โซเดียมไซยาไนด์หรือเป็นของเสียที่มีสารประกอบเชิงซ้อนไซยาไนด์หรือมีไซยาโนคอมเพล็กซ์เป็นองค์ประกอบ เช่น $Ni(CN)_4^{2-}$ เป็นต้น

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ประเภทที่ 13

(a) : ของแข็งที่เผาไหม้ได้ (XIII (a) : Combustible Solid)

(b) : ของแข็งที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ (XIII (b) : Incombustible Solid)

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

เมื่อแยกประเภทของเสียแล้ว ต้องมีการกำหนดพื้นที่บริเวณจัดเก็บของเสียที่แน่นอน โดยแยกของเสียออกจากสารเคมีชนิดอื่น ห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ อ่างน้ำ และบริเวณที่ตั้งของอุปกรณ์ฉุกเฉิน ของเสียที่มีลักษณะเป็นของเหลวควรมีภาชนะรองรับขวดของเสีย (Secondary Containment) ที่เหมาะสม สามารถรองรับปริมาณของเสียได้ทั้งหมดหากเกิดการรั่วไหล ห้องปฏิบัติการควรมีการกำหนดปริมาณของเสียสูงสุดที่อนุญาตให้เก็บ เช่น ไม่ควรเก็บของเสียประเภทของเหลวไวไฟไว้เกิน 50 ลิตร และจัดระบบการรวบรวมของเสียจากทุกห้องปฏิบัติการเพื่อส่งกำจัดเป็นระยะ ๆ โดยตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 ได้กำหนดให้สถานประกอบการที่เป็นโรงงานเก็บของเสียอันตรายไว้ไม่เกิน 90 วัน ดังนั้นห้องปฏิบัติการอื่นที่ไม่ใช่โรงงานและมีของเสียเกิดขึ้นเหมือนกัน ควรจะใช้แนวทางเดียวกัน

ภาชนะบรรจุของเสีย จะต้องมีฉลากที่ชัดเจน ข้อมูลบนฉลากติดภาชนะของเสียมีความสำคัญมากอย่างน้อยที่สุดควรประกอบด้วย ข้อมูลสำคัญต่อไปนี้

- ข้อความระบุชัดเจนว่าเป็น “ของเสีย”
- ชื่อห้องปฏิบัติการ/เจ้าของ
- ประเภทของเสีย/ประเภทความเป็นอันตราย
- ส่วนประกอบของของเสีย (เท่าที่ระบุได้)
- ปริมาณของเสีย (ไม่ควรเกิน 80 % ของความจุของภาชนะ)
- วันที่เริ่มบรรจุของเสีย
- วันที่หยุดบรรจุของเสีย

3.2 วิธีการปฏิบัติงาน

3.2.1 การเตรียมสารละลาย [11]

3.2.1.1 หน่วยความเข้มข้นในการเตรียมสารละลาย

1) ร้อยละความเข้มข้น

1.1) ร้อยละโดยมวล (Percent Weight by Weight : % w/w)

เป็นอัตราส่วนร้อยละของมวลของตัวถูกละลายต่อมวลของสารละลายในหน่วยเดียวกัน มีสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละโดยมวล (w/w)} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100$$

1.2) ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (Percent Weight by Volume : % w/v)

เป็นอัตราส่วนร้อยละของมวลของตัวถูกละลายต่อปริมาตรของสารละลายในหน่วยเดียวกัน มีสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (w/v)} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100$$

1.3) ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (Percent Volume by Volume: % v/v)

เป็นอัตราส่วนร้อยละของปริมาตรของตัวถูกละลายต่อปริมาตรของสารละลายในหน่วยเดียวกัน มีสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละปริมาตรต่อปริมาตร (v/v)} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100$$

2) โมลาริตี (Molarity : M)

โมลาริตีหรือโมลาร์ เป็นหน่วยความเข้มข้นที่เป็นอัตราส่วนของจำนวนโมลของตัวถูกละลายที่อยู่ในสารละลายปริมาตร 1 ลิตร (L) สามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\text{โมลาร์ (M)} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}}$$

3) โมแลล (Molality, m)

โมแลลิตี (m) หมายถึง จำนวนกรัมโมเลกุลของตัวละลายในตัวทำละลาย 1,000 กรัมหรือจำนวนโมลตัวละลายที่ละลายในตัวทำละลาย 1000 กรัมหรือ 1 กิโลกรัม

$$\text{โมแลล (m)} = \frac{\text{จำนวนโมลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของตัวทำละลาย}}$$

4) นอร์มาลิตี (Normality : N)

นอร์มาลิตีหรือนอร์มอล คือ จำนวนกรัมสมมูลของตัวถูกละลายอยู่ในสารละลายปริมาตร 1 ลิตร (L) สามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$\text{นอร์มอล (N)} = \frac{\text{จำนวนกรัมสมมูล}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}}$$

จำนวนกรัมสมมูล = น้ำหนัก (กรัม)/น้ำหนักกรัมสมมูล (กรัม)

ในการหาจำนวนกรัมสมมูล สามารถคำนวณได้ดังนี้

4.1) น้ำหนักกรัมสมมูลของกรด : น้ำหนักเป็นกรัมของกรดที่สามารถให้ H^+ ได้ 1 โมล

= มวลโมเลกุลของกรด/จำนวนโมลของ H^+ ที่แตกตัว

4.2) น้ำหนักกรัมสมมูลของเบส : น้ำหนักเป็นกรัมของเบสที่สามารถให้ OH^- หรือรับ H^+ 1 โมล

4.3) น้ำหนักกรัมสมมูลของเกลือ : น้ำหนักเป็นกรัมของเกลือที่สามารถให้ประจุบวกหรือลบ 1 โมล

5) ปริมาณตัวถูกละลายในสารละลาย 1 ล้านส่วน (Past Per Millions : ppm)

เป็นหน่วยความเข้มข้นของสารที่ใช้บอกความเข้มข้นของสารที่เจือจางมาก ๆ โดยเป็นการเปรียบเทียบปริมาณของสารที่เป็นตัวถูกละลาย 1 ส่วนในสารละลาย 1 ล้านส่วน สามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$ppm = \frac{\text{ปริมาณของตัวละลาย}}{\text{ปริมาณของสารละลาย}} \times 10^6$$

6) ปริมาณตัวถูกละลายในสารละลาย 1 พันล้านส่วน (Past Per Billions : ppb)

เป็นหน่วยความเข้มข้นของสารที่ใช้บอกความเข้มข้นของสารที่เจือจางมาก ๆ โดยเป็นการเปรียบเทียบปริมาณของสารที่เป็นตัวถูกละลาย 1 ส่วนในสารละลาย 1 พันล้านส่วน สามารถเขียนเป็นสูตรได้ดังนี้

$$ppb = \frac{\text{ปริมาณของตัวละลาย}}{\text{ปริมาณของสารละลาย}} \times 10^9$$

3.2.1.2 การคำนวณการเตรียมสารละลาย

1) การเตรียมสารละลายในหน่วยร้อยละความเข้มข้น

1.1) ร้อยละโดยมวล (Percent Weight by Weight : % w/w)

ตัวอย่าง น้ำตาลทราย ($C_{12}H_{22}O_{11}$) 50 g ละลายในน้ำ 200 g จงหาความเข้มข้นของสารละลายเป็นร้อยละโดยมวล

วิธีทำ มวลของน้ำตาลทราย = 50 g

มวลของสารละลาย = มวลของน้ำ + มวลของน้ำตาลทราย

= 200 g + 50 g = 250 g

$$\text{ร้อยละโดยมวล} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{มวลของสารละลาย}} \times 100$$

$$= \frac{50}{250} \times 100$$

$$= 20$$

ดังนั้น สารละลายน้ำตาลทรายมีความเข้มข้นร้อยละ 20 โดยมวล

1.2) ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร (Percent Weight by Volume : % w/v)

ตัวอย่าง น้ำส้มสายชู 50 กรัม มีกรดแอซีติกละลายอยู่ 4 กรัม ถ้าน้ำส้มสายชูมีความหนาแน่น 1.13 g/cm^3 น้ำส้มสายชูนี้เข้มข้นร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรเท่าใด

วิธีทำ น้ำส้มสายชูมีความหนาแน่น 1.13 g/cm^3 หมายความว่าน้ำส้มสายชู 1.13 g มีปริมาตร 1 cm^3

$$\text{น้ำส้มสายชู } 50 \text{ g} = \frac{50}{1.13} \text{ cm}^3$$

$$= 44.25 \text{ cm}^3$$

$$\text{ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร} = \frac{\text{มวลของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100$$

$$= \frac{4}{44.25} \times 100$$

$$= 9.04$$

ดังนั้น น้ำส้มสายชูเข้มข้นร้อยละ 9.04 โดยมวลต่อปริมาตร

1.3) ร้อยละโดยปริมาตรต่อปริมาตร (Percent Volume by Volume : % v/v)

ตัวอย่าง สายละลายกรดไนตริกเข้มข้นร้อยละ 0.2 โดยปริมาตร จำนวน 500 cm^3 จะมีกรดไนตริกปริมาตรเท่าใด

วิธีทำ สารละลายกรดไนตริก เข้มข้นร้อยละ 0.2 โดยปริมาตร

สารละลายกรดไนตริก ปริมาตร 500 cm^3

$$\text{ร้อยละปริมาตรต่อปริมาตร} = \frac{\text{ปริมาตรของตัวถูกละลาย}}{\text{ปริมาตรของสารละลาย}} \times 100$$

$$0.2 = \frac{\text{ปริมาตรของกรดไนตริก}}{500} \times 100$$

$$\text{ปริมาตรของกรดไนตริก} = \frac{0.2 \times 500}{100} \times 100$$

$$= 1 \text{ cm}^3$$

ดังนั้น สารละลายกรดไนตริกเข้มข้นร้อยละ 0.2 โดยปริมาตร จำนวน 500 cm^3 มีกรดไนตริกละลายอยู่ 1 cm^3

2) การเตรียมสารละลายในหน่วยโมลาริตี (Molarity : M)

ตัวอย่าง ต้องการเตรียมสารละลาย NaCl ความเข้มข้น 0.1 mol /cm^3 จำนวน 500 cm^3 มีวิธีการดังนี้

วิธีทำ

คำนวณหามวลของ NaCl ในสารละลาย 500 cm^3

สารละลาย NaCl 1000 cm^3 มีเนื้อ NaCL = 0.1 M

สารละลาย NaCl 500 cm^3 มีเนื้อ Nacl = (0.1x500)/100

= 0.05 M

หามวลของ NaCl 0.05 Mole

จำนวนโมล - มวลสาร / มวลโมเลกุล

NaCl (มีมวลสูตร (มวลโมเลกุล) = 23+35.5 = 58.5 g/mol

ดังนั้น มวลสาร = 0.05 M x 58.5 g/ mol

= 2.925 g

3) การเตรียมสารละลายในหน่วยโมแลล (Molality, m)

ตัวอย่าง น้ำตาล ($C_{12}H_{22}O_{11}$) หนัก 10 g ละลายน้ำ 125 g จะมีความเข้มข้นกี่โมแลล

วิธีทำ น้ำ 125 g มีน้ำตาลละลายอยู่ = $\frac{10}{342}$ mol

น้ำ 1000 g มีน้ำตาลละลายอยู่ = $\frac{10 \text{ x } 1000 \text{ g}}{342 \text{ g/mol x } 125 \text{ g}}$

= 0.23

ดังนั้น สารละลายเข้มข้น 0.23 โมแลล

4) การเตรียมสารละลายในหน่วยนอร์มาลิตี (Normality : N)

ตัวอย่าง ต้องใช้สารกี่กรัมในการเตรียมสารละลาย $Cr_2 (SO_4)_3$ 0.5 N จำนวน 1 ลิตร (M.W. = 392.3 g/mol)

วิธีทำ หาจำนวน n จากสูตรโมเลกุลของ $Cr_2 (SO_4)_3$

= (Cr x 2) + (-2 x3)

2 Cr = 6 Cr

= 6/2

= 3

ดังนั้น n = 3 x 2 (เนื่องจากในโมเลกุล มี Cr 2 อะตอม)

= 6

น้ำหนักสมมูล = น้ำหนักสูตร / n

= 392.3/6

= 65.4

จำนวนกรัมสมมูล = 0.5 x 1

= 0.5 (0.5 N ใน 1 ลิตร)

น้ำหนักสารที่ใช้ = 0.5 x 65.4

= 32.7 กรัม

ดังนั้น การเตรียม $Cr_2 (SO_4)_3$ 0.5 N จำนวน 1 ลิตร จะต้องชั่งสารมา 32.7 กรัม

5) การเตรียมสารละลายในหน่วยปริมาณตัวถูกละลายในสารละลาย 1 ล้านส่วน (Past Per Millions : ppm)

ตัวอย่าง น้ำตัวอย่างจากแหล่งน้ำแห่งหนึ่งจากการวิเคราะห์พบว่ามีสารตะกั่วปนเปื้อนอยู่ร้อยละ 2×10^{-4} โดยมวล จงคำนวณหาความเข้มข้นในหน่วย ppm

วิธีทำ จากสูตร $ppm = \frac{\text{ปริมาณของตัวละลาย}}{\text{ปริมาณของสารละลาย}} \times 10^6$

$ppm = (2 \times 10^{-4} / 100) \times 10^6$

= 2

ดังนั้น มีสารตะกั่วปนเปื้อนอยู่ 2 ppm

6) การเตรียมสารละลายในหน่วยปริมาณตัวถูกละลายในสารละลาย 1 พันล้านส่วน (Past Per Billions : ppb)

ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์น้ำตัวอย่างหนึ่งพบว่ามี Pb 3.5×10^{-3} กรัม ต่อสารละลาย 250 มิลลิลิตร จงคำนวณความเข้มข้นของสารละลาย Pb ในหน่วย ppb

วิธีทำ สารละลาย 250 cm^3 มี Pb = 3.5×10^{-3} กรัม

สารละลาย 10^9 cm^3 มี Pb = $(3.5 \times 10^{-3}) \times 10^9)/250$

= 14,000

ดังนั้น สารละลาย Pb นี้มีความเข้มข้น 14,000 ppb

3.2.1.3 วิธีการเตรียมสารละลาย

ในการเตรียมสารละลายต่าง ๆ ที่มีความเข้มข้นตามที่ต้องการ สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

1) การเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์

ทำได้โดยละลายสารบริสุทธิ์ตามปริมาณที่ต้องการในตัวทำละลายปริมาณเล็กน้อย แล้วปรับปริมาตรของสารละลายให้ได้ตามที่ต้องการเตรียม โดยมีการเตรียมดังนี้

(1) คำนวณสารเคมีและชั่งสารตามจำนวนที่กำหนดไว้

(2) ละลายสารเคมีในน้ำกลั่น

(3) เมื่อละลายสารเคมีผสมกันแล้ว ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนได้ตามปริมาตรตามที่กำหนดไว้ เขย่าให้สารละลายเข้าด้วยกัน

(4) บรรจุสารละลายในขวดเก็บสาร ปิดฉลากบอกชื่อสาร สูตรของสาร ความเข้มข้น และวันที่เตรียมสาร

2) การเตรียมสารละลายจากสารละลายเข้มข้น

เป็นการเตรียมสารละลายโดยใช้สารละลายเดิมซึ่งมีความเข้มข้นมากกว่าสารละลายที่จะเตรียม โดยนำมาเติมตัวทำละลายให้เจือจางลงจนมีความเข้มข้นตามที่ต้องการ โดยมีวิธีการเตรียมดังนี้

(1) คำนวณหาความเข้มข้นของสารตั้งต้น

(2) คำนวณหาปริมาณสารตั้งต้นที่จะนำมาใช้เตรียมสารละลายที่ต้องการ โดยใช้สูตรคำนวณ คือ

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

เมื่อ

C_1 = ความเข้มข้นของสารละลายตั้งต้น

V_1 = ปริมาตรของสารตั้งต้นที่ต้องใช้ในการเจือจาง

C_2 = ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการเจือจาง

V_2 = ปริมาตรของสารละลายที่ต้องการเจือจาง

(3) เตรียมสารละลายเข้มข้นด้วยวิธีการเจือจางตามปริมาตรที่คำนวณได้ โดยใช้ปิเปตหรือกระบอกตวง ตวงสารละลายเข้มข้น แล้วถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตร

(4) ปรับปริมาตรด้วยตัวทำละลายจนถึงขีดบอกปริมาตร และเขย่าให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

(5) บรรจุสารละลายในขวดเก็บสาร ปิดฉลากบอกชื่อสาร สูตรของสาร ความเข้มข้น และวันที่เตรียม

3.3 เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงาน

3.3.1 ข้อควรระวังในการใช้สารเคมี [12]

ในการเตรียมสารละลาย ควรมีการศึกษาถึงคุณสมบัติของสารเคมีให้ละเอียดก่อนนำมาใช้เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น ตัวอย่างการนำสารเคมีมาใช้เตรียมเป็นสารละลายที่ควรระมัดระวัง ได้แก่

1) การเตรียมสารละลายเจือจางของกรดต่าง ๆ ควรใช้กรดที่เข้มข้นเทลงในน้ำอย่างช้า ๆ ห้ามเทน้ำลงในกรด เพราะอาจเกิดปฏิกิริยาขึ้นอย่างรุนแรง

2) กรดอะซิติกเมื่อรวมกับกรดไนตริกเข้มข้น อาจเกิดระเบิดขึ้นได้ ดังนั้นไม่ควรผสมกรดไนตริกเข้มข้นกับกรดอะซิติก

3) กรดซัลฟูริกสามารถใช้ละลายโลหะได้ แต่ถ้าหากมีการเติมมากเกินไป จะทำให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) ซึ่งเป็นอันตรายมาก

4) โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต เป็นตัวออกซิไดซ์ที่ค่อนข้างแรง เมื่อผสมกับกรดซัลฟูริกเข้มข้นอาจเกิดระเบิดอย่างรุนแรงได้

5) กรดไนตริก เป็นตัวออกซิไดซ์ที่แรง สามารถละลายโลหะและสารประกอบของโลหะได้หลายตัว และจะให้เกิดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซึ่งเป็นก๊าซพิษ ดังนั้นควรเตรียมในตู้ดูดควัน

6) เกลือเปอร์คลอเรตของโลหะต่าง ๆ ถ้าใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ อาจเกิดปฏิกิริยาและมีการระเบิดอย่างรุนแรงขึ้นได้ ดังนั้นควรใช้ตัวทำละลายเป็นสารอนินทรีย์

7) การทดลองที่ทำให้เกิดคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ควรทำในตู้ดูดควัน เนื่องจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นก๊าซพิษ

8) เกลือของไซยาไนด์ เช่น NaCN หรือ KCN เมื่ออยู่ในสารละลายของกรดจะทำให้เกิดก๊าซ CN ซึ่งเป็นพิษมาก ดังนั้นในการทดลองที่ใช้เกลือไซยาไนด์ ต้องทำในสภาพที่สารละลายมีฤทธิ์เป็นเบส

9) สารเคมีไวไฟ เช่น ฟอสฟอรัส (Phosphorous) อะซิโตน (Acetone) และเมทานอล (Methanol) ควรเก็บห่างจากแหล่งกำเนิดเปลวไฟ สวิตช์ไฟที่ใช้ในห้องปฏิบัติการต้องไม่ทำให้เกิดประกายไฟ

3.3.2 ข้อควรระวัง ความเสี่ยง หรืออุบัติเหตุต่าง ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในห้องปฏิบัติการ [13]

สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ คือ ข้อควรระวัง ความเสี่ยง และอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ โดยอุบัติเหตุอาจเกิดขึ้นได้ในห้องปฏิบัติการ หากมีความประมาทหรือไม่ระมัดระวัง ซึ่งการเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการมีได้หลายกรณี พร้อมทั้งวิธีการแก้ไขดังนี้

1) เศษแก้วบาด

วิธีแก้ไข พยายามเขี่ยเศษแก้วที่มองเห็นชัดเจนออกจากบริเวณแผล ห้ามเลือด ทำความสะอาดแผลและใส่ยา ปิดปากแผลให้มิดชิด

2) ถูกของร้อน

วิธีแก้ไข ให้แช่น้ำเย็นจัดหรือปิดแผลด้วยผ้าชุบน้ำจนหายอาการปวดแสบปวดร้อน หลังจากนั้นทายาขี้ผึ้งสำหรับไฟไหม้ และน้ำร้อนลวก

3) สารเคมีหกรดผิวหนัง

วิธีแก้ไข ควรถอดเสื้อผ้าบริเวณที่เปื้อนสารเคมีออกโดยเร็ว รีบเช็ดหรือซับสารเคมีที่หกรดออกให้มากที่สุด แล้วล้างบริเวณที่สารหกรดด้วยน้ำไหลปริมาณมาก ๆ เป็นเวลาอย่างน้อย 10 นาที ถ้าหากเป็นกรด หลังจากล้างน้ำแล้วให้ชะล้างด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเจือจางส่วนเบส หลังจากล้างน้ำแล้วให้ชะล้างด้วยสารละลายกรดแอซิติกเจือจาง

4) สารเคมีกระเด็นเข้าตา

วิธีแก้ไข ควรล้างตาทันทีโดยใช้อ่างล้างตาฉุกเฉินหรือด้วยน้ำไหลปริมาณมาก

5) สูดแก๊สพิษ

วิธีแก้ไข ให้รีบออกจากบริเวณอันตรายทันที ปลดเสื้อผ้าให้หลวม ให้ออกซิเจนถ้าทำได้ ถ้าหยุดหายใจให้ผายปอด และนำส่งโรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุดโดยด่วน

6) สารเคมีเข้าปาก

วิธีแก้ไข ให้รีบถ่มน้ำลายออกทันที ถ้าสารเคมีเข้าปากในปริมาณมาก ให้กินน้ำหรือนมตามลงไปมาก ๆ เพื่อเจือจางและลดกรด แล้วรีบนำส่งแพทย์

7) คลื่นไส้และปวดศีรษะ

วิธีแก้ไข ให้ออกไปนอกห้องปฏิบัติการ เพื่อสูดอากาศบริสุทธิ์ ถ้าผู้ป่วยหมดสติให้รีบนำผู้ป่วยออกไปสูดอากาศบริสุทธิ์แล้วนำส่งแพทย์ กรณีผู้ป่วยหยุดหายใจ ให้ทำการผายปอดแล้วรีบนำส่งแพทย์ทันที

3.4 จริยธรรมและจรรณยาบรรณในการปฏิบัติงาน [14]

ในการปฏิบัติงานจะต้องมีหลักทางจริยธรรมและจรรยาบรรณในการปฏิบัติงาน โดยยึดหลักแนวทางการปฏิบัติตามประกาศของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เรื่องจรรยาวิชาชีพวิจัยและแนวทางปฏิบัติ ดังนี้

3.4.1 นักวิทยาศาสตร์พึงมีจริยธรรม และเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้ร่วมงานและบุคคลทั่วไป มีแนวทางดังนี้

1) มีความซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่น ให้เกียรติผู้อื่น รวมถึงรับผิดชอบต่องานวิจัยของตนเอง

2) มีใจเปิดกว้างทางความคิด ยินดีรับฟังข้อเสนอแนะจากเพื่อนร่วมงานและผู้อื่นด้วยใจที่เป็นกลาง

3) มีความยุติธรรม ให้น้ำหนักความรับผิดชอบต่อผู้ร่วมวิจัย รวมถึงสิทธิที่ได้รับในการเป็นผู้นิพนธ์ร่วมในงานวิจัยที่ตีพิมพ์

4) ปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ดีแก่ผู้ร่วมวิจัย

3.4.2 นักวิทยาศาสตร์พึงทำวิจัยอย่างเต็มความสามารถด้วยความเสียสละ ขยัน และอดทน มีแนวทางดังนี้

1) ทุ่มเทความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ในการทำงานวิจัยให้เกิด ความก้าวหน้า

2) อุทิศเวลาในการทำงานวิจัยอย่างต่อเนื่องเพียงพอ

3) ยินดีแลกเปลี่ยนความคิดเห็นแก่ผู้ร่วมงานและนักวิจัยอื่น ๆ

3.4.3 นักวิทยาศาสตร์ต้องมีอิสระทางวิชาการ โดยปราศจากอคติในทุกขั้นตอนของการทำวิจัย มีแนวทางดังนี้

1) มีอิสระทางความคิด และเสรีภาพทางวิชาการ เพื่อรักษามาตรฐานงานวิจัย

2) ไม่ยอมรับผลประโยชน์ทางการเงิน หรือผลประโยชน์อื่นใด มาทำให้สูญเสียเสรีภาพทางวิชาการ

3) รายงานข้อค้นพบจาการวิจัยตามความเป็นจริง

4) ไม่เผยแพร่ผลงานวิจัยโดยขยายผลเกินความเป็นจริงและต้องคำนึงถึงผลกระทบที่จะตามมา

3.4.4 นักวิทยาศาสตร์ต้องมีความรับผิดชอบต่อสิ่งที่ศึกษาวิจัย ไม่ว่าจะเป็นคน สัตว์ พืช สังคม ศิลปวัฒนธรรม ทรัพยากรธรรมชาติ หรือสิ่งแวดล้อม มีแนวทางดังนี้

1) พึงตระหนักว่าการใช้คน หรือสัตว์เป็นหน่วยทดลองต้องกระทำในกรณีไม่มีทางเลือกอื่นเท่านั้น

2) ดำเนินงานวิจัยด้วยสติ ปัญญา ความรอบคอบระมัดระวัง ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคน สัตว์ พืช สังคม ศิลปวัฒนธรรม ทรัพยากร หรือสิ่งแวดล้อม

3) มีมาตรการในการกำกับดูแล จัดเก็บ รักษาสิ่งที่ใช้ในการศึกษาหรือทดลอง มีมาตรการป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อโรค และการเกิดมลพิษ

จากหลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไขที่ผู้เขียนได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 นี้ เป็นการทบทวนความรู้และเทคนิคต่าง ๆ ซึ่งจะต้องนำไปใช้ในการเตรียมปฏิบัติการเคมี 1 เพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งแก่ตนเองและผู้อื่นที่กำลังใช้ห้องปฏิบัติการอยู่ในขณะนั้น และในบทต่อไป ผู้เขียนจะเขียนถึงรายละเอียดขั้นตอนในการปฏิบัติงานในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ต่อไป

บทที่ 4
เทคนิคการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานตามคู่มือการปฏิบัติงาน การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้ความสามารถในการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งมีความรู้และความชำนาญในการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้

4.1 แผนการปฏิบัติงาน

แผนการปฏิบัติงาน การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในภาคการศึกษาที่ 1 ของทุกปีการศึกษา ผู้ปฏิบัติงานได้เขียนแผนปฏิบัติงาน ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงแผนการปฏิบัติงาน การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1

กิจกรรม	**เวลาดำเนินการ**											
	ก่อนเปิดภาคเรียน	ระหว่างภาคเรียน (สัปดาห์)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. ศึกษาคู่มือปฏิบัติการ	←	→										
2.ประสานงานกับอาจารย์ผู้สอน	←	→										
3. ตรวจสอบรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี	←	→										
4. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี	←	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	→

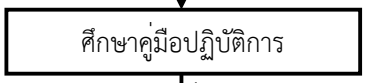
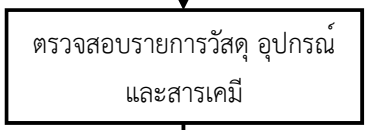
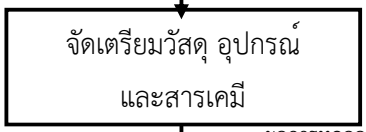
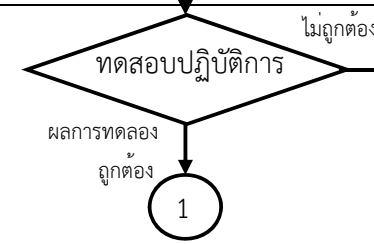
ตารางที่ 4.1 แสดงแผนการปฏิบัติงาน การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 (ต่อ)

กิจกรรม	เวลาดำเนินการ											
	ก่อนเปิดภาคเรียน	ระหว่างภาคเรียน (สัปดาห์)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5. ทดสอบปฏิบัติการ	←	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	→
6. ควบคุมและดูแลการทดลองของนักศึกษา		←	—	—	—	—	—	—	—	—	—	→
7. จัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี		←	—	—								→

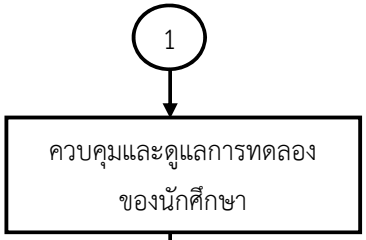
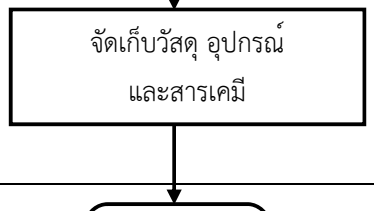
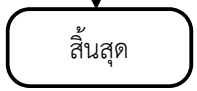
4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงาน การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเตรียมความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในการเรียนการสอนของรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ให้พร้อมสำหรับการปฏิบัติงานอยู่เสมอ โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงแผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Flow chart)

ผังกระบวนการ	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	เอกสาร	ระยะเวลา
	**ขั้นตอนที่ 1** ศึกษาคู่มือปฏิบัติการเคมี 1 และแผนการสอน เพื่อวางแผนการปฏิบัติงาน	ผู้ปฏิบัติงาน	บทปฏิบัติการเคมี 1	ก่อนเปิดภาคเรียน
	ขั้นตอนที่ 2 ประสานงานกับอาจารย์ผู้สอน เพื่อวางแผนการจัดปฏิบัติการ	ผู้ปฏิบัติงาน	บทปฏิบัติการเคมี 1	ก่อนเปิดภาคเรียน
	**ขั้นตอนที่ 3** ตรวจสอบรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ก่อนเปิดภาคเรียน อย่างน้อย 1 เดือน	ผู้ปฏิบัติงาน	บทปฏิบัติการเคมี 1 และรายการสารเคมี วัสดุ และอุปกรณ์วิทยาศาสตร์	ก่อนเปิดภาคเรียน
	**ขั้นตอนที่ 4** จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี รายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ในแต่ละหัวข้อปฏิบัติการ	ผู้ปฏิบัติงาน	บทปฏิบัติการเคมี 1	ก่อนเปิดภาคเรียน - ระหว่างภาคเรียน
	**ขั้นตอนที่ 5** ทดสอบปฏิบัติการ เพื่อทดสอบความใช้ได้ในการใช้งานของวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีที่เตรียมว่ามีผลการทดลองเป็นไปตามทฤษฎีหรือไม่	ผู้ปฏิบัติงาน	บทปฏิบัติการเคมี 1	ก่อนเปิดภาคเรียน - ระหว่างภาคเรียน

ตารางที่ 4.2 แสดงแผนผังขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Flow chart) (ต่อ)

ผังกระบวนการ	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	เอกสาร	ระยะเวลา
	**ขั้นตอนที่ 6** ควบคุมและดูแลการทดลองของนักศึกษาในห้องปฏิบัติการตามขั้นตอนในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1	ผู้ปฏิบัติงานและอาจารย์ผู้สอน	บทปฏิบัติการเคมี 1	ระหว่างภาคเรียน
	**ขั้นตอนที่ 7** จัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการเรียนการสอน หลังเสร็จสิ้นการทดลอง โดยล้างทำความสะอาดและจัดเก็บในห้องปฏิบัติการ	ผู้ปฏิบัติงาน	-	ระหว่างภาคเรียน
				

4.2.1 รายละเอียดกระบวนการและขั้นตอนการปฏิบัติงาน

จากขั้นตอนการปฏิบัติงานการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีสำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถอธิบายรายละเอียดของการปฏิบัติงานได้ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาคู่มือปฏิบัติการ

ผู้ปฏิบัติงานทำการศึกษาคู่มือปฏิบัติการเคมี 1 และแผนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ก่อนเปิดภาคเรียนที่ 1 ของทุกปีการศึกษา เพื่อวางแผนการปฏิบัติงานโดยมีรายละเอียดดังนี้

1) วางแผนการจัดการอุปกรณ์ เครื่องแก้ว โดยทำความสะอาดอุปกรณ์เครื่องแก้วที่จะใช้ในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 รวมทั้งอุปกรณ์ เครื่องแก้วภายในตะกร้านักศึกษาสำหรับให้นักศึกษาใช้ในการทำปฏิบัติการ ซึ่งต้องมีการจัดเตรียมล่วงหน้าก่อนเปิดภาคเรียน

2) วางแผนการเตรียมสารเคมีที่ต้องใช้เตรียมสารละลาย ซึ่งในบางปฏิบัติการ สารเคมีที่ต้องใช้อาจต้องเตรียมก่อนการใช้งาน เช่น การอบสารเคมีก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

3) วางแผนการเตรียมสารละลาย โดยคำนึงถึงอายุการใช้งานของสารละลายแต่ละชนิด เนื่องจากสารละลายแต่ละตัวอาจมีอายุการใช้งานต่างกัน หรือสารละลายบางตัวต้องเตรียมใหม่ ๆ ก่อนเริ่มปฏิบัติการ

4) วางแผนการจัดวางและการใช้งานของวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ต้องใช้ในปฏิบัติการ โดยศึกษาตามรายละเอียดขั้นตอนของแต่ละบทปฏิบัติการในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1

สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 เป็นวิชาเฉพาะทางด้านเคมี จัดอยู่ในหมวดกลุ่มพื้นฐานวิชาชีพเป็นรายวิชาที่ใช้ในการเรียนการของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาเคมี ระดับชั้นปีที่ 1 ในภาคการศึกษาที่ 1 เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในเรื่องปฏิบัติการเคมีและเทคนิคพื้นฐานสำหรับปฏิบัติการทางเคมี โดยแผนการสอนของรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4. 3 แผนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน
1	ชี้แจงเกี่ยวกับระเบียบ หลักเกณฑ์ ข้อปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ	3	ทำแบบทดสอบก่อนการทดลอง บรรยาย ปฏิบัติการทดลองในคู่มือปฏิบัติการเคมี 1 ทดลองและอภิปราย
2	การทดลองที่ 1 การชั่ง ตวง ทางวิทยาศาสตร์	3	ทำแบบทดสอบก่อนการทดลอง บรรยาย ปฏิบัติการทดลองในคู่มือปฏิบัติการเคมี 1 ทดลองและอภิปราย สอนเสริม การคำนวณ และมอบหมายงาน
3	การทดลองที่ 2 ปฏิกิริยาและกฎทรงมวลของสาร	3	
4	การทดลองที่ 3 ปริมาณสารสัมพันธ์	3	
5	การทดลองที่ 4 สมบัติของธาตุและสารประกอบ	3	
6	การทดลองที่ 5 สารละลายและคอลลอยด์	3	
7	การทดลองที่ 6 จลนศาสตร์เคมี	3	
8	การทดลองที่ 7 อัตราเร็วของปฏิกิริยา	3	
9	การทดลองที่ 8 สมดุลเคมี	3	
10	การทดลองที่ 9 สมบัติกรด เบส และเกลือ	3	
11	การทดลองที่ 10 การไทเทรตระหว่างกรด เบส	3	
12	การทดลองที่ 11 ไฟฟ้าเคมี	3	

ขั้นตอนที่ 2 ประสานงานกับอาจารย์ผู้สอน

ผู้ปฏิบัติงานประสานงานกับอาจารย์ผู้สอน เพื่อวางแผนการจัดปฏิบัติการให้สอดคล้องกับกำหนดการตามแผนการเรียนการสอน โดยผู้ปฏิบัติงานจะต้องสอบถามอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 เพื่อให้ทราบจำนวนกลุ่มที่เปิด วันเวลาที่เรียน จำนวนนักศึกษาที่เปิดรับ ห้องปฏิบัติการที่ใช้เรียน จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน และปฏิบัติการที่อาจารย์ผู้สอนอาจจะเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมเข้ามา รวมทั้งการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ ในการเรียนการสอน เพื่อใช้สำหรับการวางแผนในการปฏิบัติงานต่อไป

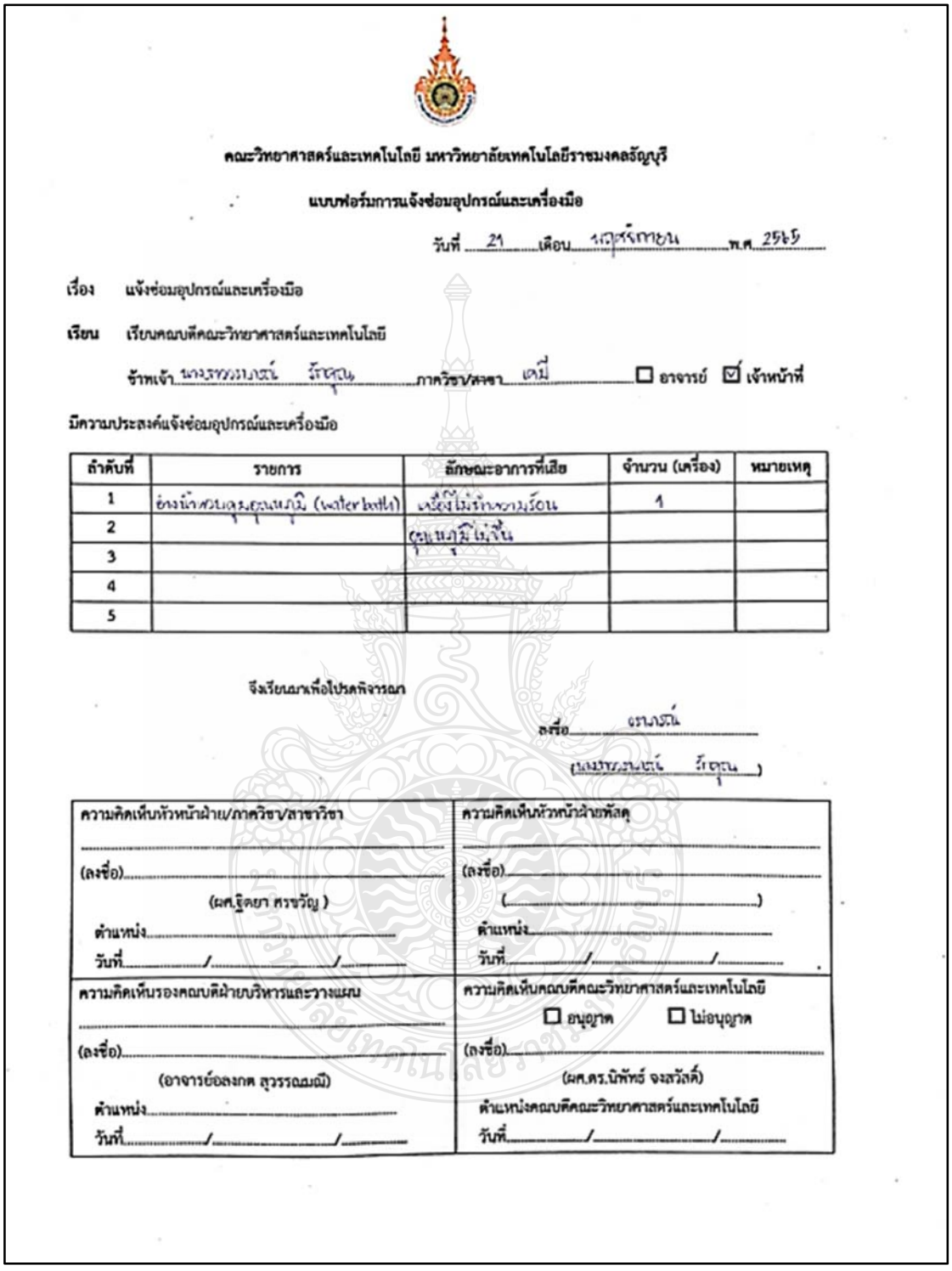
ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

ผู้ปฏิบัติงานต้องสำรวจรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ สำหรับใช้ในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ว่ามีเพียงพอกับจำนวนของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนหรือไม่ ก่อนเปิดภาคเรียนที่ 1 อย่างน้อยเป็นเวลา 1 เดือน เพื่อดำเนินการจัดซื้อ หากพบว่ามี วัสดุ อุปกรณ์ชำรุดเสียหาย หรือสารเคมีไม่เพียงพอต่อการปฏิบัติงาน โดยทำการสำรวจดังนี้

1) สำรวจความชำรุด เสียหายของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ทั้งหมดที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงาน หากพบว่ามีวัสดุ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือใดที่ชำรุด เสียหาย ต้องทำการซ่อมแซมและหากผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถซ่อมแซมเองได้ ให้ผู้ปฏิบัติงานเขียนรายงานลงแบบฟอร์มแจ้งซ่อมอุปกรณ์และเครื่องมือ (แสดงได้ดังภาพที่ 4.1 หน้าที่ 64) เพื่อเสนอแจ้งซ่อมแซมไปยังฝ่ายพัสดุของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่อไป

ข้อพึงระวัง

ในการแจ้งซ่อมวัสดุอุปกรณ์ไปยังฝ่ายพัสดุของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีการดำเนินการที่ต้องผ่านบุคลากรที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ได้แก่ ภาควิชา ฝ่ายพัสดุ รองคณบดีฝ่ายบริหารและวางแผน จึงมีความล่าช้า ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานจึงจำเป็นจะต้องสำเนาเอกสารใบแจ้งซ่อมเก็บไว้ 1 ฉบับ เพื่อไว้ใช้ในการติดตามการอนุมัติซ่อมอุปกรณ์นั้น ๆ หากการดำเนินงานซ่อมแซมล่าช้า ไม่ทันต่อการใช้งานในการปฏิบัติงานของนักศึกษา ผู้ปฏิบัติงานต้องติดต่อยืมวัสดุอุปกรณ์จากรายวิชาปฏิบัติการอื่นที่ใกล้เคียงกันมาใช้ในการปฏิบัติงานก่อนล่วงหน้า



คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แบบฟอร์มการแจ้งซ่อมอุปกรณ์และเครื่องมือ

วันที่ 21 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565

เรื่อง แจ้งซ่อมอุปกรณ์และเครื่องมือ

เรียน เรียนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข้าพเจ้า นางสาวมนต์ รัตนุน ภาควิชา/สาขา เคมี ☐ อาจารย์ ☑ เจ้าหน้าที่

มีความประสงค์แจ้งซ่อมอุปกรณ์และเครื่องมือ

ลำดับที่	รายการ	ลักษณะอาการที่เสีย	จำนวน (เครื่อง)	หมายเหตุ
1	อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)	เครื่องไม่ทำงานบางส่วน	1	
2		อุณหภูมิไม่ขึ้น		
3				
4				
5				

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ลงชื่อ มนต์

(นางสาวมนต์ รัตนุน)

ความคิดเห็นหัวหน้าฝ่าย/ภาควิชา/สาขาวิชา	ความคิดเห็นหัวหน้าฝ่ายพัสดุ
(ลงชื่อ)..... (ผศ.ฐิตยา ศรชวัญ) ตำแหน่ง..... วันที่...../...../.....	(ลงชื่อ)..... (.....) ตำแหน่ง..... วันที่...../...../.....
ความคิดเห็นรองคณบดีฝ่ายบริหารและวางแผน	**ความคิดเห็นคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**
(ลงชื่อ)..... (อาจารย์อลงกต สุวรรณมณี) ตำแหน่ง..... วันที่...../...../.....	☐ อนุญาต ☐ ไม่อนุญาต (ลงชื่อ)..... (ผศ.ดร.นิพัทธ์ จงสวัสดิ์) ตำแหน่งคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วันที่...../...../.....

ภาพที่ 4.1 แสดงตัวอย่างใบแจ้งซ่อมอุปกรณ์และเครื่องมือ

2) สำรวจจำนวนวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ว่ามีเพียงพอต่อจำนวนนักศึกษาหรือไม่ในระบบสารเคมี ภาควิชาเคมี ในแบบสำรวจรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี (แสดงได้ดังภาพที่ 4.2 หน้าที่ 66-71) หากวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีมีจำนวนคงเหลือน้อย ให้บันทึกรายการในใบแจ้งขออนุมัติซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีเบื้องต้น แล้วจึงดำเนินการขอใบเสนอราคา เพื่อทำเรื่องขออนุมัติซื้อต่อฝ่ายพัสดุ (แสดงได้ดังภาพที่ 4.3 หน้าที่ 72-73)

ข้อพึงระวัง

1) เนื่องจากรายการวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีในรายวิชาปฏิบัติการที่ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการสำรวจมีเป็นจำนวนมาก ผู้ปฏิบัติงานควรตรวจสอบรายการทั้งหมดตามบทปฏิบัติการที่ได้รับจากอาจารย์ผู้สอน และทำการบันทึกไว้เป็นไฟล์ในคอมพิวเตอร์เพื่อความสะดวก รวดเร็ว และง่ายต่อการสำรวจ

2) ในการขออนุมัติซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีพัสดุเบื้องต้นในรายวิชาปฏิบัติการจะอยู่ในช่วงก่อนเปิดภาคเรียน ดังนั้นในการขออนุมัติซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีจึงมีการดำเนินการขออนุมัติในช่วงเวลาเดียวกันหลายรายวิชาและจะมีรายการวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีที่คล้ายหรือเหมือนกับรายวิชาอื่น ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องสำเนาเอกสารขออนุมัติซื้อพัสดุเบื้องต้นของรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 เก็บไว้เพื่อใช้ตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีที่ได้รับการอนุมัติจัดซื้อ

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แบบสำรวจรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายวิชา ปฏิบัติการเคมี 1 **วันที่สำรวจ** 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565

ภาคเรียนที่ 1/2565 **ชื่อผู้สำรวจ** นางสาววราภรณ์ รักคุณ

ลำดับที่	รายการ	ปริมาตร/ขนาด	จำนวนคงเหลือ	หมายเหตุ
	สารเคมี			
1	กรดไฮโดรคลอริก (HCl)	2.5 L	5 L	-
2	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	1000 g	800 g	-
3	แคลเซียมออกไซด์ (CaO)	500 g	400 g	-
4	ผงแมกนิเซียม	100 g	50 g	สั่งเพิ่ม 1 กระปุก
5	โซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S)	500 g	900 g	-
6	แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH)	2.5 L	5 L	-
7	โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)	500 g	200 g	สั่งเพิ่ม 1 กระปุก
8	แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)	500 g	700 g	-
9	กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)	2.5 L	1 L	สั่งเพิ่ม 1 ขวด
10	ซิลเวอร์ไนเตรด ($AgNO_3$)	100 g	40 g	สั่งเพิ่ม 1 กระปุก
11	โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	500 g	1200 g	-
12	ผงสังกะสี	100 g	80 g	-
13	แบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2$)	500 g	600 g	-

ภาพที่ 4.2 แสดงแบบสำรวจรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แบบสำรวจรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายวิชา ปฏิบัติการเคมี 1 **วันที่สำรวจ** 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565

ภาคเรียนที่ 1/2565 **ชื่อผู้สำรวจ** นางสาววราภรณ์ รักคุณ

ลำดับที่	รายการ	ปริมาตร/ขนาด	จำนวนคงเหลือ	หมายเหตุ
	สารเคมี			
14	อะซิโตน (Acetone)	2.5 L	2 L	-
15	แมกนิเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$)	500 g	200 g	สั่งเพิ่ม 1 กระปุก
16	ลิเทียมคลอไรด์ (LiCl)	500 g	700 g	-
18	โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4)	500 g	400 g	-
20	โบรโมครีซอลกรีน	5 g	15 g	-
21	น้ำตาลทราย (ซูโครส ; $C_{12}H_{22}O_{11}$)	500 g	300g	-
22	แนพธาลีน ($C_{10}H_8$)	500 g	200 g	สั่งเพิ่ม 1 กระปุก
23	เฮกเซน (Hexane)	2.5 L	5 L	-
24	ไซโคลเฮกเซน (C_6H_{15})	2.5 L	5 L	-
25	คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$)	500 g	200 g	สั่งเพิ่ม 1 กระปุก
26	ไอโอดีน (I_2)	500 g	400 g	-
27	โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI)	500 g	600 g	-

ภาพที่ 4.2 แสดงแบบสำรวจรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 (ต่อ)

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แบบสำรวจรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายวิชา ปฏิบัติการเคมี 1 **วันที่สำรวจ** 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565

ภาคเรียนที่ 1/2565 **ชื่อผู้สำรวจ** นางสาววราภรณ์ รักคุณ

ลำดับที่	รายการ	ปริมาตร/ขนาด	จำนวนคงเหลือ	หมายเหตุ
	สารเคมี			
28	โซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$)	500 g	900 g	-
29	แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต ($(NH_4)_2S_2O_8$)	500 g	700 g	-
30	เลด (II) คลอไรด์ ($PbCl_2$)	500 g	400 g	-
33	เฟอร์ริกไนเตรด ($Fe(NO_3)_3$)	500 g	600 g	-
34	โพแทสเซียมไธโอไซยาเนต (KSCN)	500 g	400 g	-
35	โคบอลท์ (II) คลอไรด์ ($CoCl_2.6H_2O$)	500 g	600 g	-
36	เอทิลแอลกอฮอล์	2.5 L	5 L	-
37	กรดอะซีติก (CH_3COOH)	2.5 L	4 L	-
38	แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl)	500 g	900 g	-
39	แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$)	500 g	400 g	-

ภาพที่ 4.2 แสดงแบบสำรวจรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 (ต่อ)

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แบบสำรวจรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายวิชา ปฏิบัติการเคมี 1 **วันที่สำรวจ** 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565

ภาคเรียนที่ 1/2565 **ชื่อผู้สำรวจ** นางสาววราภรณ์ รักคุณ

ลำดับที่	รายการ	ปริมาตร/ขนาด	จำนวนคงเหลือ	หมายเหตุ
	สารเคมี			
40	ฟีนอล์ฟธาลีน	100 g	70 g	-
41	เมทิลออเรนจ์	25 g	20 g	-
42	บรอมไธมอลบลู	25 g	20 g	-
43	ครีซอลเรด	5 g	70 g	-
44	ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$)	500 g	800 g	-
45	เฟอร์ริกซัลเฟต ($FeSO_4$)	500 g	800 g	-
46	โซเดียมไนไตร์ด ($NaNO_2$)	500 g	400 g	-
	วัสดุ อุปกรณ์			
1	บีกเกอร์	600 ml	12	-
		250 ml	30	-
		100 ml	20	-
		50 ml	24	-

ภาพที่ 4.2 แสดงแบบสำรวจรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 (ต่อ)

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แบบสำรวจรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายวิชา ปฏิบัติการเคมี 1 **วันที่สำรวจ** 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565

ภาคเรียนที่ 1/2565 **ชื่อผู้สำรวจ** นางสาววราภรณ์ รักคุณ

ลำดับที่	รายการ	ปริมาตร/ขนาด	จำนวนคงเหลือ	หมายเหตุ
	วัสดุ อุปกรณ์			
2	ขวดรูปชมพู่	250 ml	30	-
		125 ml	30	-
		50 ml	20	-
3	กระบอกตวง	100 ml	30	-
		50 ml	40	สั่งเพิ่ม 20 อัน
		25 ml	60	-
4	ปิเปต	10 ml	30	-
		5 ml	25	-
5	บิวเรต	50 ml	15	-
6	หลอดทดลอง	25x250 mm.	80	-
7	กระดาษกรอง	NO 1.	1	สั่งเพิ่ม 2 กล่อง
8	โวลต์มิเตอร์	-	12 เครื่อง	สั่งเพิ่ม 5 เครื่อง
9	แบตเตอรี่	9 โวลต์	23 ก้อน	-
10	แผ่นโลหะทองแดง	-	3 แผ่น	-

ภาพที่ 4.2 แสดงแบบสำรวจรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 (ต่อ)

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แบบสำรวจรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

รายวิชา ปฏิบัติการเคมี 1 **วันที่สำรวจ** 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565

ภาคเรียนที่ 1/2565 **ชื่อผู้สำรวจ** นางสาววราภรณ์ รักคุณ

ลำดับที่	รายการ	ปริมาตร/ขนาด	จำนวนคงเหลือ	หมายเหตุ
	วัสดุ อุปกรณ์			
11	แผ่นโลหะสังกะสี	-	3 แผ่น	-
12	ตะปูเหล็ก	-	½ กก.	-
13	กระดาษทราย	-	5 แผ่น	-
14	กระดาษลิตมัส สีน้ำเงิน	-	5 กล่อง	-
15	กระดาษลิตมัส สีแดง	-	5 กล่อง	-
16	กระดาษพีเอช	-	5 กล่อง	-
17	จานเพาะเชื้อ	-	20 ชุด	-
18	หลอดทดลองแบบมีแขน	-	10 หลอด	-
19	เทอร์โมมิเตอร์	100 °C	20 อัน	สั่งเพิ่ม 10 อัน

ภาพที่ 4.2 แสดงแบบสำรวจรายการวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 (ต่อ)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ใบแจ้งขออนุมัติซื้อสารเคมีเบื้องต้น

เรียน เรียนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เนื่องด้วยข้าพเจ้านางสาววราภรณ์ รักคุณ ตำแหน่ง นักวิชาการศึกษา สังกัดภาควิชาเคมี มีความประสงค์แจ้งขออนุมัติซื้อสารเคมี รายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 สำหรับการเรียนการสอน ดังนี้

ลำดับที่	รายการ	ปริมาตร	จำนวน	ราคา (บาท)	บริษัท
1	ผงแมกนิเซียม	100 g	1 กระปุก	830	ซีทีแลบอราตอรี
2	โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)	500 g	1 กระปุก	340	
3	กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)	2.5 L	1 ขวด	390	
4	ซิลเวอร์ไนเตรด ($AgNO_3$)	100 g	1 กระปุก	5,520	
5	แมกนิเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$)	500 g	1 กระปุก	440	
6	แนพธาลีน ($C_{10}H_8$)	500 g	1 กระปุก	580	
7	คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$)	500 g	1 กระปุก	1,300	
8	กระบอกตวง	50 ml	20 อัน	112	
9	กระดาษกรอง	NO 1.	2 กล่อง	395	

ภาพที่ 4.3 แสดงตัวอย่างใบแจ้งขออนุมัติซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีเบื้องต้น

ลำดับที่	รายการ	ปริมาตร	จำนวน	ราคา (บาท)	บริษัท
10	โวลต์มิเตอร์		5 เครื่อง	350	ซีทีแลบอราตอรี
11	เทอร์โมมิเตอร์	100 ℃	10 อัน	45	
รวมราคาทั้งสิ้น				16,380.00	
จำนวนภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%				1,146.00	
จำนวนเงินรวมทั้งสิ้น				17,526.00	

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ลงชื่อ.....

(.....)

ความคิดเห็นหัวหน้าฝ่าย/ภาควิชา/สาขาวิชา ..... (ลงชื่อ)..... (ผศ.ฐิตยา ศรขวัญ) ตำแหน่ง..... วันที่...../...../.....	ความคิดเห็นหัวหน้าฝ่ายพัสดุ ..... (ลงชื่อ)..... (.....) ตำแหน่ง..... วันที่...../...../.....
ความคิดเห็นรองคณบดีฝ่ายบริหารและวางแผน ..... (ลงชื่อ)..... (อาจารย์อลงกต สุวรรณมณี) ตำแหน่ง..... วันที่...../...../.....	ความคิดเห็นคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ☐ อนุญาต ☐ ไม่อนุญาต (ลงชื่อ)..... (ผศ.ดร.นิพัทธ์ จงสวัสดิ์) ตำแหน่งคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วันที่...../...../.....

ภาพที่ 4.4 แสดงตัวอย่างใบแจ้งขออนุมัติซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีเบื้องต้น (ต่อ)

ขั้นตอนที่ 4 จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

ผู้ปฏิบัติงานทำการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีของรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 ตามหัวข้อที่อาจารย์ผู้สอนกำหนดให้นักศึกษาปฏิบัติในแต่ละสัปดาห์ ก่อนมีการเรียนการสอน 1 สัปดาห์ โดยจัดเตรียมให้ครบถ้วนและถูกต้อง เพื่อให้เพียงพอกับจำนวนนักศึกษาที่ต้องเรียนในบทปฏิบัติการแต่ละบท รายละเอียดเทคนิคการเตรียม การจัดวาง ข้อควรระวัง ในแต่ละบทปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดดังนี้ [15]

1) ปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การชั่ง ตวง ทางวิทยาศาสตร์

1.1) การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

ตารางที่ 4.4 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การชั่ง ตวง ทางวิทยาศาสตร์

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	ขนาด	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	หมายเหตุ
1	เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง
2	บีกเกอร์	50 ml	1	-
3	กระบอกตวง	25 และ 50 ml	1	-
4	ขวดรูปชมพู่	50 ml	1	-
5	ปิเปต (แบบวัดปริมาตร)	10 ml	1	-
6	ลูกยางปิเปต	-	1	-
7	บิวเรต	50 ml	1	-

1.2) การจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

1.2.1) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง จัดวางบนโต๊ะสำหรับจัดวางเครื่องชั่งห้องปฏิบัติการกลาง ST 1-604 จำนวน 2 เครื่อง

1.2.2) บีกเกอร์ขนาด 50 ml กระบอกตวงขนาด 25 ml และ 50 ml ขวดรูปชมพู่ขนาด 50 ml ปิเปตขนาด 10 ml ลูกยางปิเปต และบิวเรตขนาด 50 ml จัดใส่ตะกร้าวางไว้ในห้องปฏิบัติกลาง ST 1-604 สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติมกับผู้ปฏิบัติงาน โดยให้นักศึกษาเบิกกลุ่มละ 1 อัน

ภาพที่ 4.5 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การชั่ง ตวง ทางวิทยาศาสตร์

1.3) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

1.3.1) สำหรับบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การชั่ง ตวง ทางวิทยาศาสตร์ ในการทดลองส่วนมากเป็นการใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วทางวิทยาศาสตร์ ผู้ปฏิบัติงานจึงต้องแจ้งนักศึกษาให้มีความระมัดระวังในการทำปฏิบัติการ เพื่อไม่ให้อุปกรณ์เครื่องแก้วเกิดการแตกชำรุดเสียหาย

2) ปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาและกฎทรงมวลของสาร

2.1) การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

ตารางที่ 4.5 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี และกฎทรงมวลของสาร

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	ขนาด	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	หมายเหตุ
1	เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง
2	ขวดรูปชมพู่ พร้อมจุกปิด	125 ml	2	-
3	กระดาษลิตมัส สีแดงและสีน้ำเงิน	ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง

ตารางที่ 4.6 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและกฎทรงมวลของสาร

ลำดับ	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	จำนวนที่เตรียม
1	โซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S)	-	0.5 g	20 g
2	กรดไฮโดรคลอริก (HCl)	6 M	11 ml	500 ml
3	แคลเซียมออกไซด์ (CaO)	-	0.5 g	20 g
4	ผงแมกนีเซียม (Mg)	-	0.5 g	20 g
5	ผงสังกะสี (Zn)	-	0.5 g	20 g
6	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	2 M	5 ml	250 ml

ตารางที่ 4.7 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและกฎทรงมวลของสาร (ต่อ)

ลำดับ	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	จำนวนที่เตรียม
7	แอมโมเนียมเข้มข้น (Conc. NH_3)	(Conc.)	3 ml	100
8	ซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$)	0.01 M	3 ml	100 ml
9	โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	0.01 M	3 ml	250 ml
11	แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)	0.5 M	3 ml	100 ml
12	กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4)	3 M	3 ml	100 ml

2.1.1) วิธีการเตรียมสารเคมี

(1) โซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S)

ตักแบ่งโซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้

ภาพที่ 4.6 แสดงการเตรียมโซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S)

(2) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 6 โมลาร์

ตวง Conc. HCl ในตู้ดูดควัน จำนวน 250 ml ค่อย ๆ เทลงในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 500 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด

ภาพที่ 4.7 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 6 โมลาร์

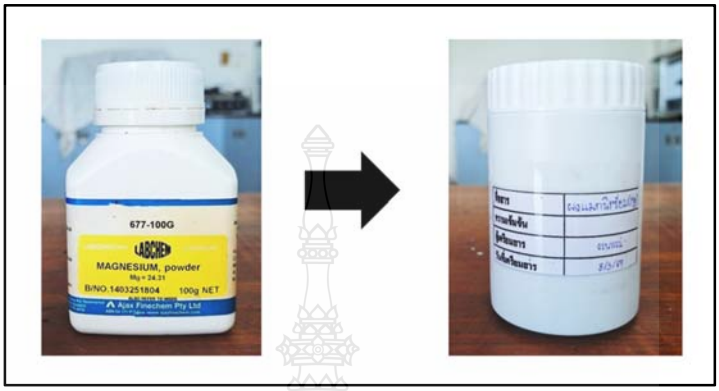
(3) แคลเซียมออกไซด์ (CaO)

ตักแบ่งแคลเซียมออกไซด์ (CaO) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้

ภาพที่ 4.8 แสดงการเตรียมแคลเซียมออกไซด์ (CaO)

(4) ผงแมกนีเซียม (Mg)

ตักแบ่งผงแมกนีเซียม (Mg) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้



ภาพที่ 4.9 แสดงการเตรียมผงแมกนีเซียม (Mg)

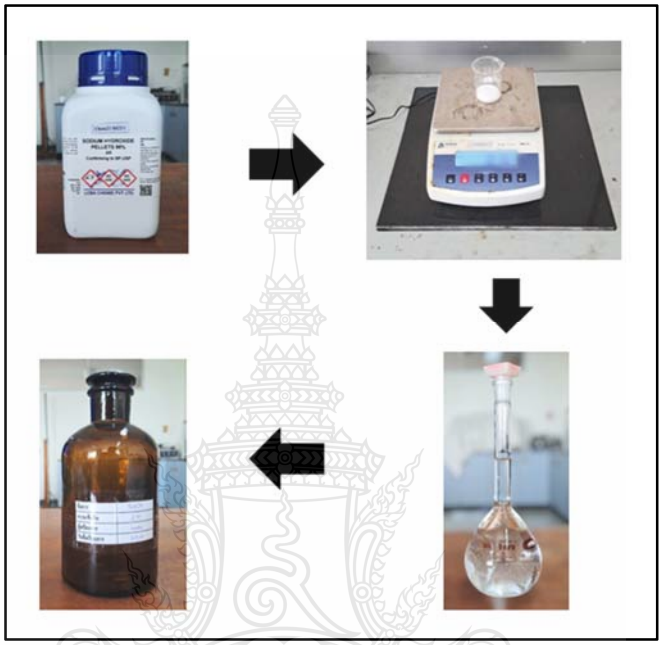
(5) ผงสังกะสี (Zn)

ตักแบ่งผงสังกะสี (Zn) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้

ภาพที่ 4.10 แสดงการเตรียมผงสังกะสี (Zn)

(6) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 2 โมลาร์

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 20.00 g ละลายด้วยน้ำกลั่นในตู้ดูดควัน ปรับปริมาตรจนครบ 250 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.11 แสดงการเตรียมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 2 โมลาร์

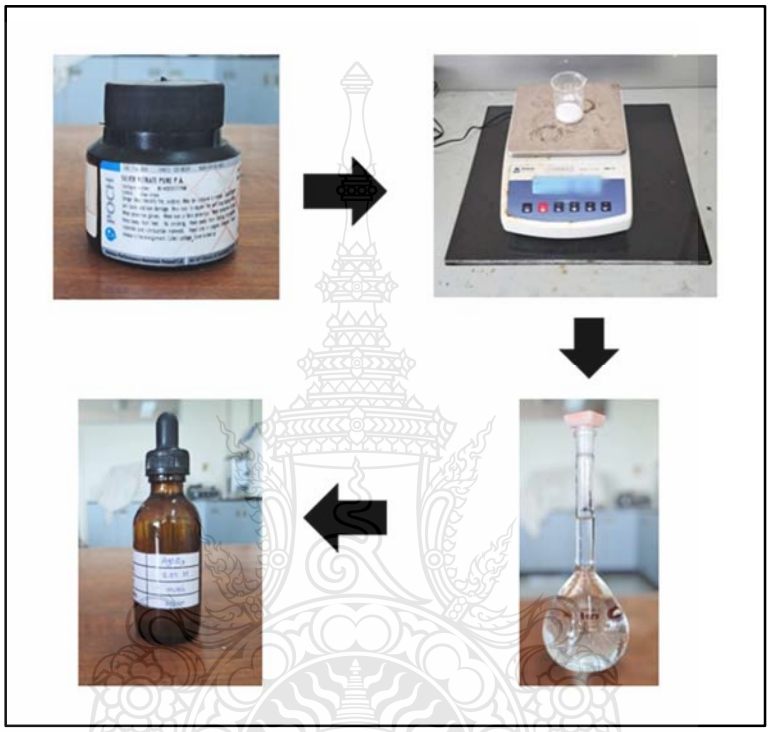
(7) แอมโมเนียมเข้มข้น (Conc. NH_3)

ตวงแอมโมเนียมเข้มข้น (Conc. NH_3) จำนวน 100 ml ใส่ลงในขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด

ภาพที่ 4.12 แสดงการเตรียมแอมโมเนียมเข้มข้น (Conc. NH_3)

(8) ซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

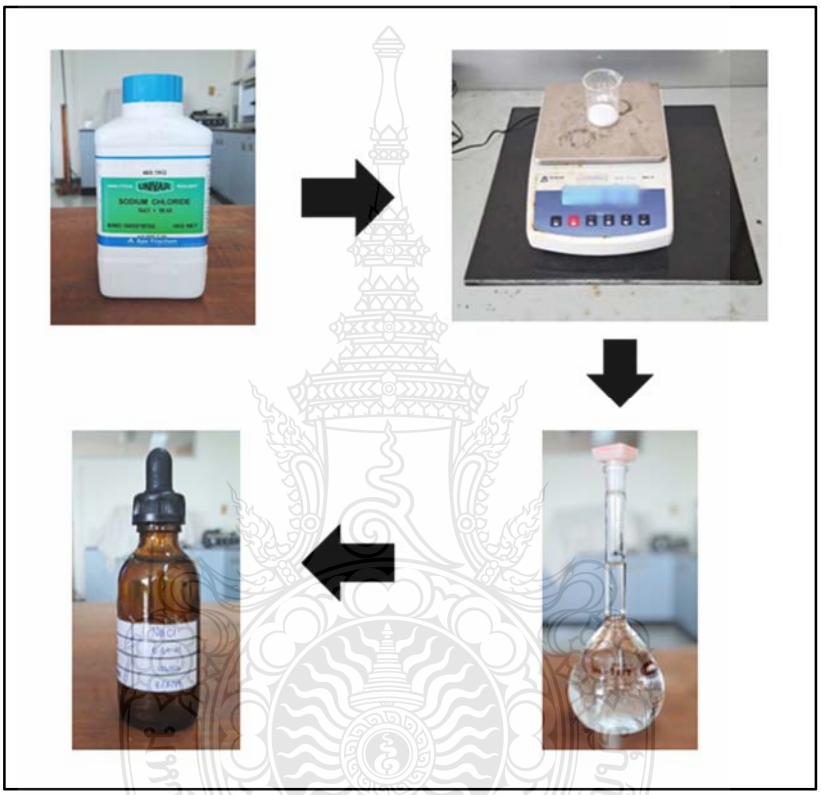
ชั่งซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) 0.17 g ละลายด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน ปรับปริมาตรจนครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.13 แสดงการเตรียมซิลเวอร์ไนเตรต ($AgNO_3$) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

(9) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

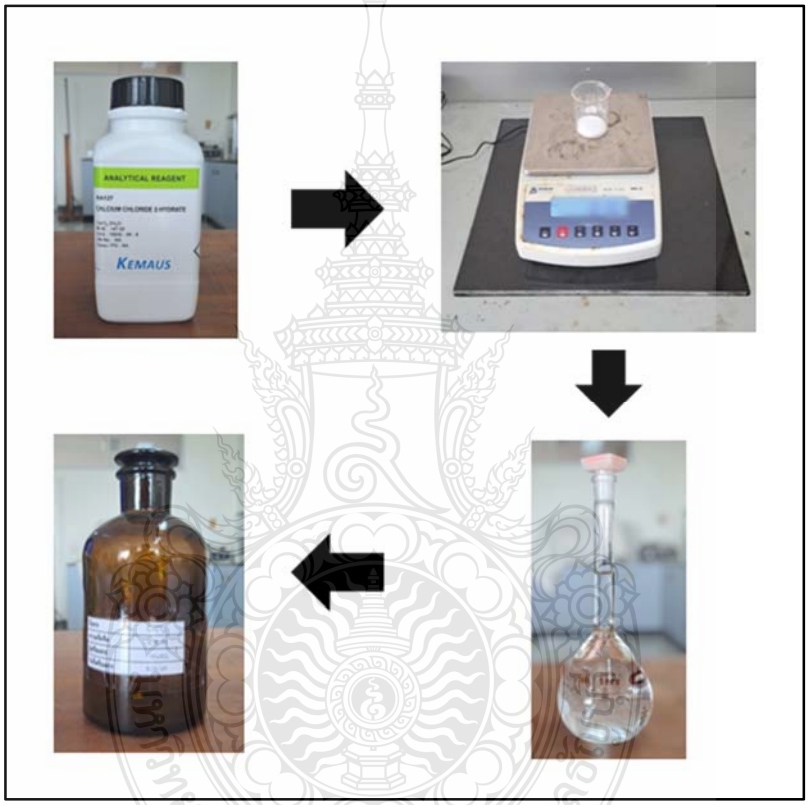
ชั่งโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 0.14 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตร จนครบ 250 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.14 แสดงการเตรียมโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

(10) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์

ชั่งแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) 5.09 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 250 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.15 แสดงการเตรียมแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์

(11) กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 3 โมลาร์

ตวง Conc. H_2SO_4 จำนวน 16.67 ml ในตู้ดูดควัน ค่อย ๆ เทลงในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด

ภาพที่ 4.16 แสดงการเตรียมกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 3 โมลาร์

2.2) การจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

2.2.1) การทดลองตอนที่ 1

(1) ขวดรูปชมพู่ 125 ml พร้อมจุกปิด จัดใส่ตะกร้าวางไว้ในห้องปฏิบัติกลาง ST 1-604 สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติมกับผู้ปฏิบัติงาน โดยให้นักศึกษาเบิกกลุ่มละ 2 อัน

(2) กระดาษลิตมัส สีแดงและสีน้ำเงิน จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ วางพร้อมปากคีบสแตนเลส

(3) โซเดียมซัลไฟด์ (Na_2S) แคลเซียมออกไซด์ (CaO) ผงแมกนิเซียม (Mg) และผงสังกะสี (Zn) วางพร้อมช้อนตักสาร จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

(4) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2 โมลาร์ (2 M NaOH) เทใส่บีกเกอร์ พร้อมเขียนฉลากบอกชัดเจน วางพร้อมกับหลอดหยด จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

(5) สารละลายซิลเวอร์ไนเตรด 0.01 โมลาร์ (0.01 M $AgNO_3$) และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.01 โมลาร์ (0.01 M NaCl) ใส่ขวดหยดสารสีชา พร้อมเขียนฉลากบอกชัดเจน จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

(6) สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 6 โมลาร์ (6 M HCl) และสารละลายแอมโมเนียมเข้มข้น (Conc. NH_3) ใส่ขวดสีชา พร้อมเขียนฉลากบอกชัดเจน วางพร้อมบีกเกอร์และหลอดหยด จัดวางไว้ในตู้ดูดควัน

ภาพที่ 4.17 แสดงขวดรูปชมพู่ 125 ml พร้อมจุกปิด สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและกฎทรงมวลของสาร

ภาพที่ 4.18 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีการทดลองตอนที่ 1 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและกฎทรงมวลของสาร

2.2.2) การทดลองตอนที่ 2

(1) สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.5 โมลาร์ (0.5 M Na_2CO_3) และสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.5 โมลาร์ (0.5 M $CaCl_2$) เทใส่บีกเกอร์เขียนฉลากบอกชัดเจนวางพร้อมกับหลอดหยดและกระบอกตวง 10 มิลลิลิตร จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

(2) สารละลายกรดซัลฟูริก 3 โมลาร์ (3 M H_2SO_4) ใส่ขวดสีชา พร้อมเขียนฉลากบอกชัดเจน วางพร้อมบีกเกอร์และหลอดหยด จัดวางไว้ในตู้ดูดควัน

ภาพที่ 4.19 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีการทดลองตอนที่ 2 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปฏิกิริยาเคมีและกฎทรงมวลของสาร

2.3) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

2.3.1) ในการเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 6 โมลาร์ (6 M HCl) และสารละลายกรดซัลฟูริก 3 โมลาร์ (3 M H_2SO_4) ผู้ปฏิบัติงานควรเตรียมสารละลายในตู้ดูดควัน และห้ามเทน้ำลงกรด

2.3.2) ในการทดลองตอนที่ 2 ขณะที่ทำการผสมสารละลายจะเกิดความร้อนและก๊าซขึ้น ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานควรแจ้งให้นักศึกษาปิดจุกขวดรูปชมพู่ให้แน่นเพื่อป้องกันไม่ให้จุกกระเด็น

2.3.3) ในการทดลอง เมื่อใช้สารละลายที่เป็นกรดเข้มข้น (Conc.) ควรให้นักศึกษาทำการทดลองในตู้ดูดควัน (Hood) และระมัดระวังขณะทำปฏิบัติการมากขึ้น

3) ปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

3.1) การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี

ตารางที่ 4.8 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	ขนาด	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	หมายเหตุ
1	เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง
2	กระดาษชั่งสาร	ตัดขนาด 10 x 12 cm	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง
3	กระดาษกรอง	เบอร์ 4	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง
4	ตู้อบ	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง

ตารางที่ 4.9 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ลำดับ	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	จำนวนที่เตรียม
1	แบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2.2H_2O$)	-	1 g	20 g
2	สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)	10 %	5 ml	250 ml
3	อะซิโตน (CH_3COCH_3)	-	5 ml	200 ml

3.2.1) วิธีการเตรียมสารเคมี

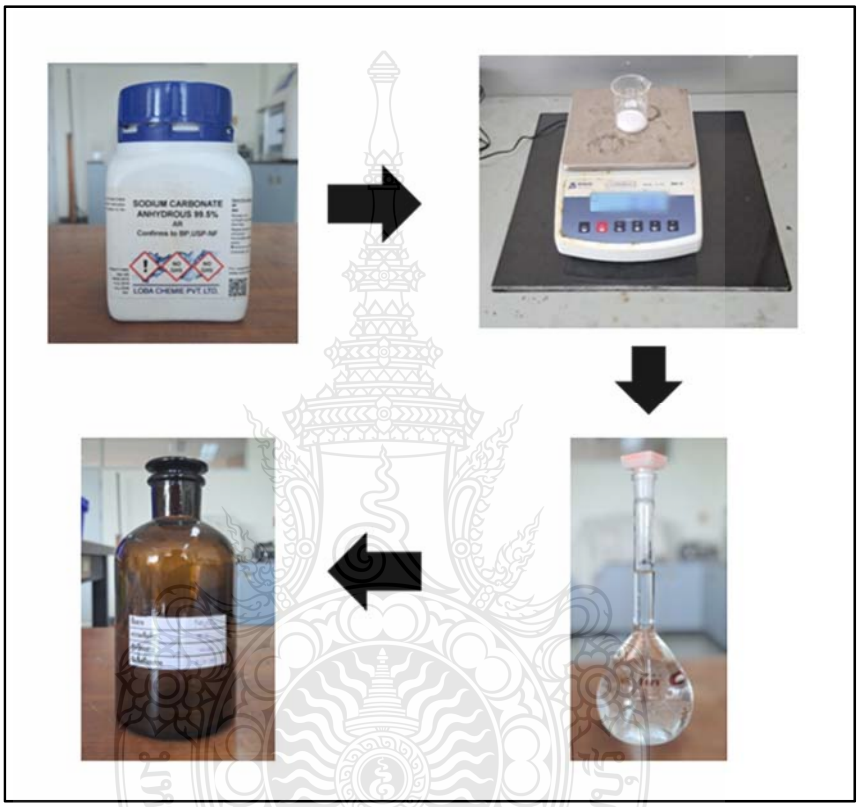
(1) แบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2.2H_2O$)

ตักแบ่งแบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2.2H_2O$) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้

ภาพที่ 4.20 แสดงการเตรียมแบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2.2H_2O$)

(2) โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 10 %

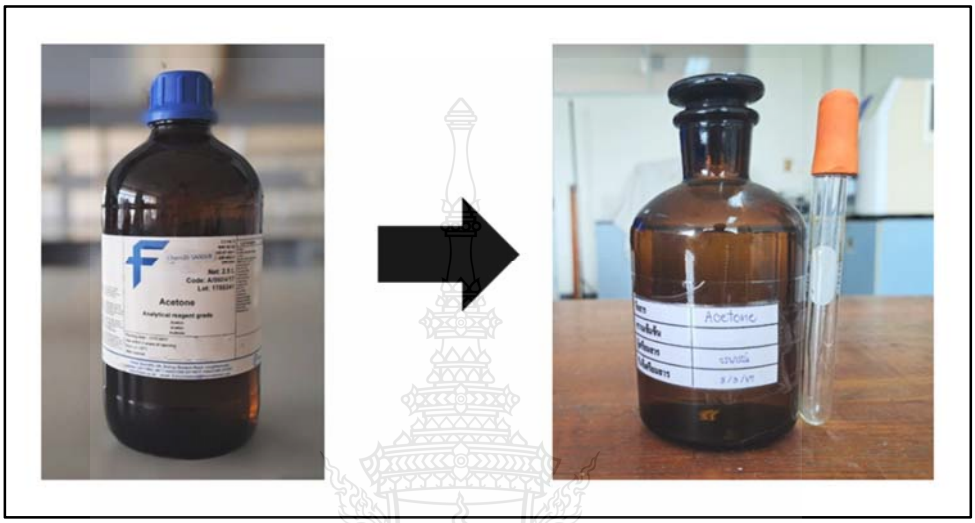
ชั่งโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 25.00 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 250 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.21 แสดงการเตรียมโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ความเข้มข้น 10 %

(3) อะซิโตน (CH_3COCH_3)

ตวงอะซิโตน (CH_3COCH_3) จำนวน 200 ml ในตู้ดูดควัน จากนั้นเทลงใส่ขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.22 แสดงการเตรียมอะซิโตน (CH_3COCH_3)

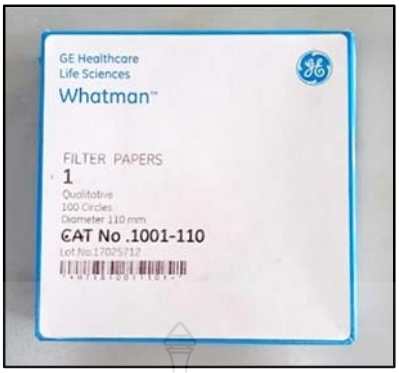
3.1) การจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

(1) กระดาษกรอง จัดวางไว้ในห้องปฏิบัติกลาง ST 1-604 สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติมกับผู้ปฏิบัติงาน โดยให้นักศึกษาเบิกกลุ่มละ 1 อัน

(2) แบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2.2H_2O$) วางที่ข้างเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง อย่างละ 1 ชุด ติดฉลากบอกน้ำหนักโมเลกุล วางพร้อมช้อนตักสาร และกระดาษชั่งสาร

(3) 10 % สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (10 % Na_2CO_3) แบ่งใส่บีกเกอร์ ติดฉลากให้ชัดเจน วางพร้อมกับหลอดหยด จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

(4) อะซิโตน (CH_3COCH_3) แบ่งใส่ขวดแก้วสีชา พร้อมติดฉลากวางพร้อมกับหลอดหยด จัดวางในตู้ดูดควัน



ภาพที่ 4.23 แสดงกระดาษกรอง สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

ภาพที่ 4.24 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์

3.3) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

3.3.1) ควรให้นักศึกษาใช้ดินสอในการเขียนชื่อกลุ่มปฏิบัติการที่กระดาษกรอง ห้ามใช้ปากกา เนื่องจากมีการล้างตะกอนด้วยอะซีโตน จะทำให้ปากกาที่เขียนลบหายไป

3.3.2) ขณะที่หยด 10 % สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (10 % Na_2CO_3) ลงในสารละลายแบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2.2H_2O$) ควรให้นักศึกษาใช้แท่งแก้วคนตลอดเวลาที่หยดและเมื่อหยด 10 % สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (10 % Na_2CO_3) จนหมดแล้วควรล้างตะกอนที่ติดแท่งแก้วด้วยน้ำกลั่นให้หมด

3.3.3) ขณะกรองสารละลายส่วนที่ใสผ่านกระดาษกรองควรให้นักศึกษาใช้แท่งแก้วช่วย และระวังอย่าให้สารละลายล้นเกินขอบของกระดาษกรอง

3.3.4) ควรให้นักศึกษาอบตะกอนจนแห้ง และต้องตั้งตะกอนทิ้งไว้ให้เย็น ก่อนที่จะนำตะกอนมาชั่ง

4) ปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

4.1) การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

ตารางที่ 4.10 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	ขนาด	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	หมายเหตุ
1	เครื่องตรวจวัดการนำไฟฟ้า	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง
2	จานเพาะเชื้อ	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง

ตารางที่ 4.11 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

ลำดับ	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	จำนวนที่เตรียม
1	ลิเทียมคลอไรด์ ($LiCl$)	-	1.5 g	30 g
2	โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)	-	1.5 g	30 g
3	โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4)	-	1.5 g	30 g
4	แมกนิเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$)	-	0.5 g	20 g
5	แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)	-	0.5 g	20 g

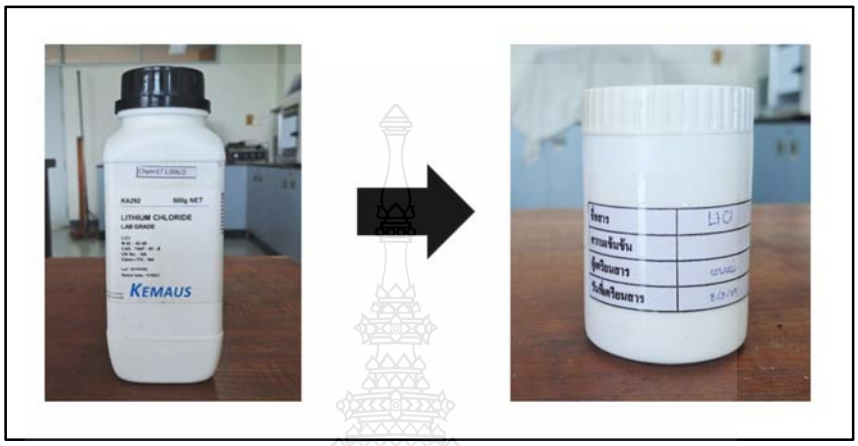
ตารางที่ 4.10 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ (ต่อ)

ลำดับ	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	จำนวนที่เตรียม
6	แบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2$)	-	0.5 g	20 g
7	โบรโมครีซอลกรีน	-	2 ml	50 ml
8	กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)	2 M	2 ml	50 ml
9	โซเดียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3)	0.5 M	2 ml	50 ml
10	แอมโมเนีย (NH_3)	2 M	2 ml	50 ml
11	โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	-	2 g	50 g
12	น้ำตาลทราย (ซูโครส ; $C_{12}H_{22}O_{11}$)	-	4 g	100 g
13	โพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3)	-	2 g	50 g
14	แนพธาลีน ($C_{10}H_8$)	-	2 g	50 g
15	โซเดียมไนไตร์ด ($NaNO_2$)	-	2 g	50 g
16	เฮกเซน (Hexane)	-	25 ml	500 ml

4.1.1) วิธีการเตรียมสารเคมี

(1) ลิเทียมคลอไรด์ (LiCl)

ตักแบ่งลิเทียมคลอไรด์ (LiCl) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้



ภาพที่ 4.25 แสดงการเตรียมลิเทียมคลอไรด์ (LiCl)

(2) โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)

ตักแบ่งโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้

ภาพที่ 4.26 แสดงการเตรียมโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)

(3) โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4)

ตักแบ่งโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) ใส่กระปุกแบ่งสาร ขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้

ภาพที่ 4.27 แสดงการเตรียมโซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4)

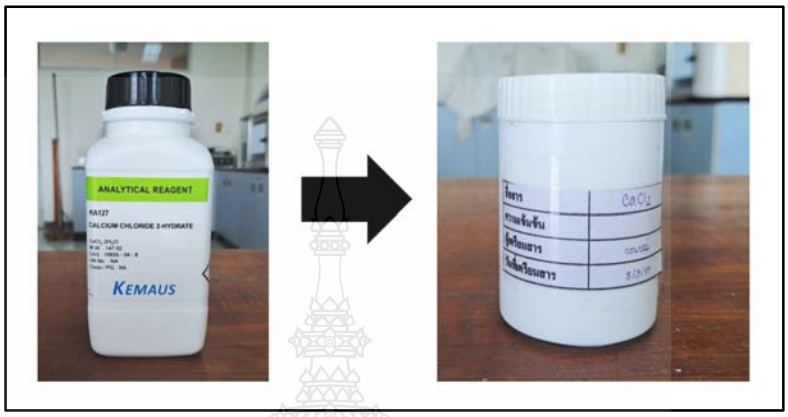
(4) แมกนิเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$)

ตักแบ่งแมกนิเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$) ใส่กระปุกแบ่งสาร ขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้

ภาพที่ 4.28 แสดงการเตรียมแมกนิเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$)

(5) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)

ตักแบ่งแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้



ภาพที่ 4.29 แสดงการเตรียมแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)

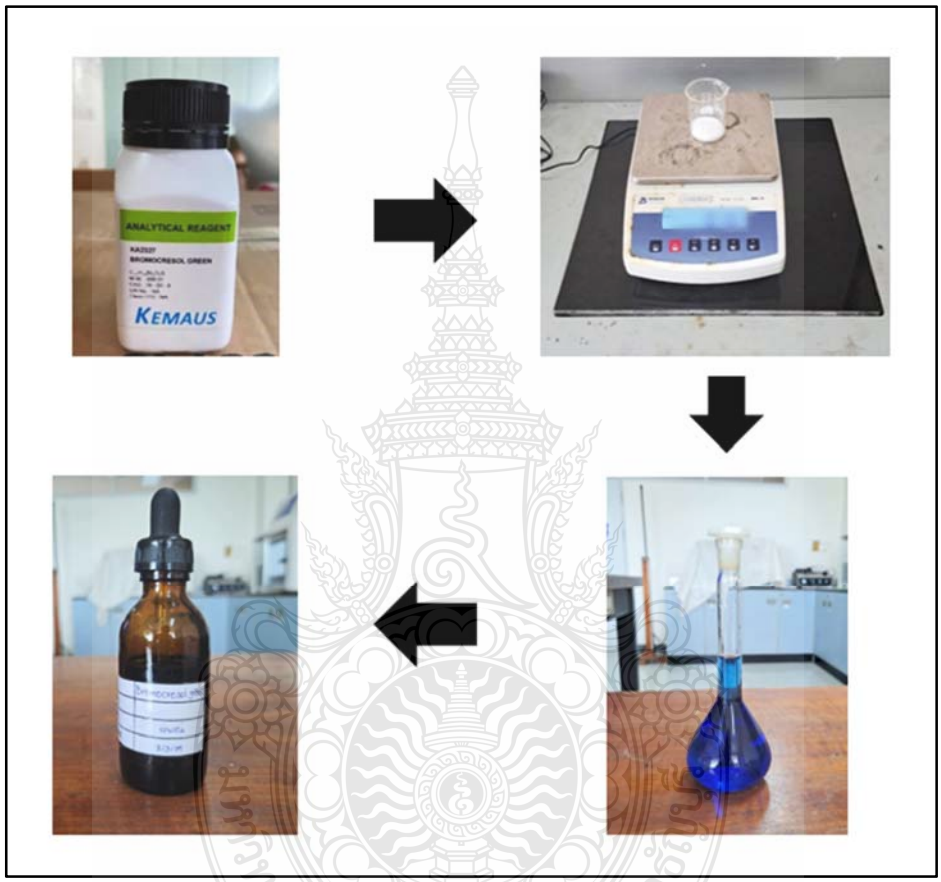
(6) แบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2$)

ตักแบ่งแบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2$) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้

ภาพที่ 4.30 แสดงการเตรียมแบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2$)

(7) โบรโมครีซอลกรีน

ชั่งโบรโมครีซอลกรีน 0.1 g ละลายในเอทิลแอลกอฮอล์ และปรับปริมาตรจนครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.31 แสดงการเตรียมโบรโมครีซอลกรีน

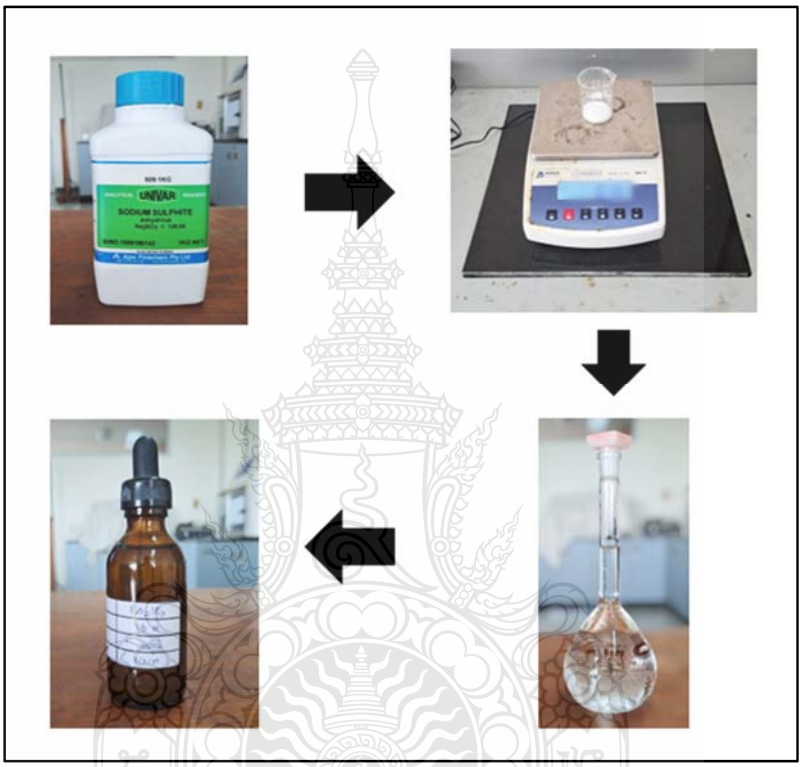
(8) กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 2 โมลาร์

ตวง Conc. H_2SO_4 จำนวน 5.56 ml ในตู้ดูดควัน ค่อย ๆ เทลงในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 50 ml ในขวดปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด

ภาพที่ 4.32 แสดงการเตรียมกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 2 โมลาร์

(9) โซเดียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3) ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์

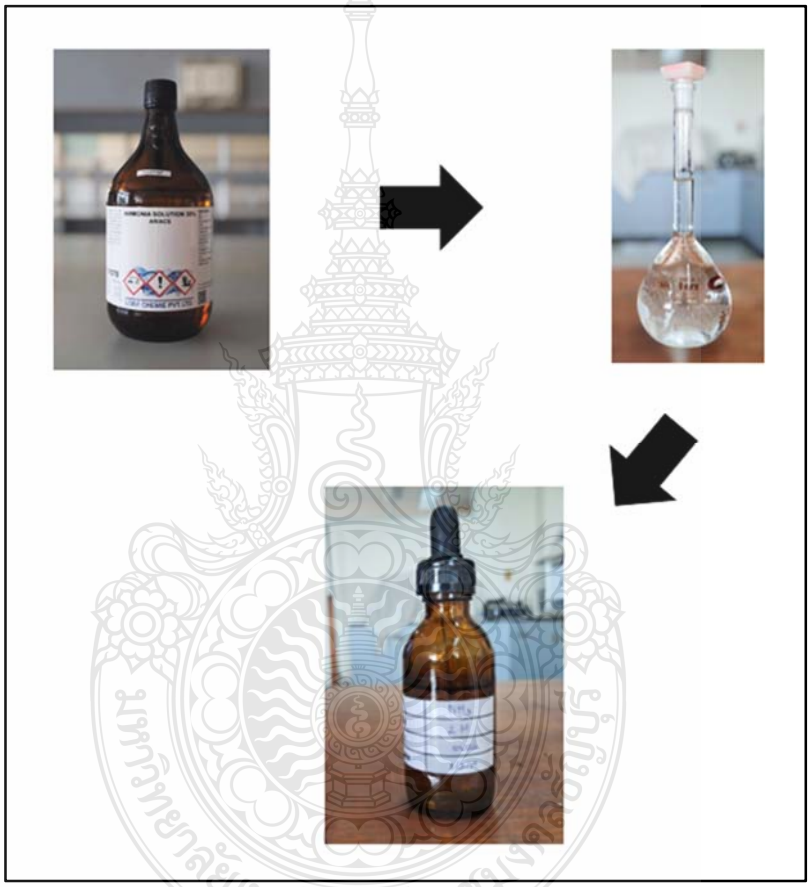
ชั่งโซเดียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3) 3.15 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตร จนครบ 50 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.33 แสดงการเตรียมโซเดียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3) ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์

(10) แอมโมเนีย (NH_3) ความเข้มข้น 2 โมลาร์

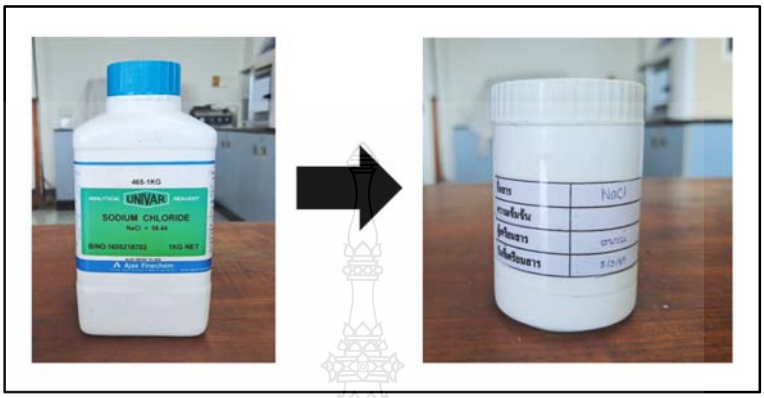
ตวงแอมโมเนีย (NH_3) จำนวน 6.38 ml ในตู้ดูดควัน แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 50 ml ในขวดปรับปริมาตร ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.34 แสดงการเตรียมแอมโมเนีย (NH_3) ความเข้มข้น 2 โมลาร์

(11) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

ตักแบ่งโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้



ภาพที่ 4.35 แสดงการเตรียมโซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

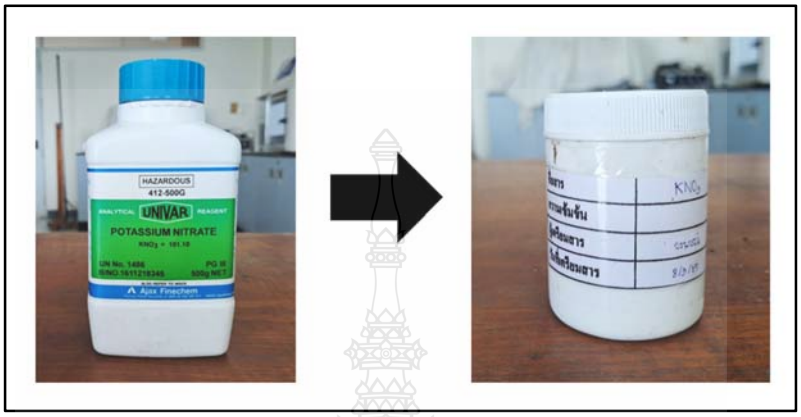
(12) น้ำตาลทราย (ซูโครส ; $C_{12}H_{22}O_{11}$)

ตักแบ่งน้ำตาลทราย (ซูโครส ; $C_{12}H_{22}O_{11}$) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้

ภาพที่ 4.36 แสดงการเตรียมน้ำตาลทราย (ซูโครส ; $C_{12}H_{22}O_{11}$)

(13) โพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3)

ตักแบ่งโพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้



ภาพที่ 4.37 แสดงการเตรียมโพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3)

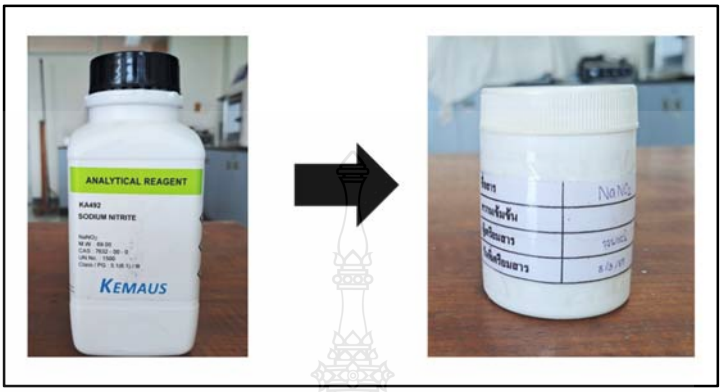
(14) แนพธาลีน ($C_{10}H_8$)

ตักแบ่งแนพธาลีน ($C_{10}H_8$) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้

ภาพที่ 4.38 แสดงการเตรียมแนพธาลีน ($C_{10}H_8$)

(15) โซเดียมไนไตร์ด ($NaNO_2$)

ตักแบ่งโซเดียมไนไตร์ด ($NaNO_2$) ใส่กระปุกแบ่งสาร ขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้



ภาพที่ 4.39 แสดงการเตรียมโซเดียมไนไตร์ด ($NaNO_2$)

(16) เฮกเซน (Hexane)

ตวงเฮกเซน (Hexane) จำนวน 500 ml ใส่ในขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด

ภาพที่ 4.40 แสดงการเตรียมเฮกเซน (Hexane)

4.2) การจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

4.2.1) ตอนที่ 1

ลิเทียมคลอไรด์ (LiCl) โซเดียมคาร์บอเนต(Na_2CO_3) โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) แมกนิเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) และแบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2$) วางพร้อมช้อนตักสาร จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

ภาพที่ 4.41 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 1 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

4.2.2) ตอนที่ 2

โบรโมครีซอลกรีน สารละลายกรดซัลฟูริก 2 โมลาร์ (2 M H_2SO_4) สารละลายโซเดียมซัลไฟต์ 0.5 โมลาร์ (0.5 M Na_2SO_3) สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 2 โมลาร์ (2 M NH_4OH) ใส่ขวดหยดสาร วางพร้อมภาพตัวอย่าง จานเพาะเชื้อและฝาปิด จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

ภาพที่ 4.42 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 2 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

4.2.3) ตอนที่ 3

(1) เครื่องวัดการนำไฟฟ้า วางพร้อมบีกเกอร์ที่ใส่น้ำกลั่น จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ โดยจัดให้ 1-2 เครื่อง/ห้อง

(2) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) น้ำตาลทราย (ซูโครส; $C_{12}H_{22}O_{11}$) โพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3) แนพธาลีน ($C_{10}H_8$) และโซเดียมไนไตร์ด ($NaNO_2$) วางพร้อมช้อนตักสาร จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

(3) เฮกเซน (Hexane) แบ่งใส่ขวดแก้วสีชาพร้อมติดฉลาก วางพร้อมกับหลอดหยด จัดวางในตู้ดูดควัน

ภาพที่ 4.43 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 3 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง สมบัติของธาตุและสารประกอบ

4.3) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

4.3.1) เมื่อนักศึกษาทำการทดลองที่มีการใช้สารเคมีที่แบ่งใส่กระปุกไว้ ได้แก่ ลิเทียมคลอไรด์ (LiCl) โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) แมกนิเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2$) แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$) แบเรียมคลอไรด์ ($BaCl_2$) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) น้ำตาลทราย (ซูโครส; $C_{12}H_{22}O_{11}$) โพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3) แนพธาลีน ($C_{10}H_8$) และโซเดียมไนไตร์ด ($NaNO_2$) ผู้ปฏิบัติงานควรแจ้งให้นักศึกษาปิดฝากระปุกสารเคมีหลังจากใช้งานเสร็จแล้ว เพื่อไม่ให้สารเคมีเกิดความชื้น

4.3.2) สารละลายโซเดียมซัลไฟต์ 0.5 โมลาร์ (0.5 M Na_2SO_3) ผู้ปฏิบัติงานควรเตรียมสารละลายใหม่ ๆ ไม่ควรเตรียมเก็บไว้นาน

5) ปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง สารละลายและคอลลอยด์

5.1) การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

ตารางที่ 4.12 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง สารละลายและคอลลอยด์

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	ขนาด	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	หมายเหตุ
1	เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง
2	หลอดทดลอง	25 × 250 ml	1	-
3	เทอร์โมมิเตอร์	100 ° C	1	-
4	บีกเกอร์	250 ml	1	-
5	กระดาษชั่งสาร	ตัดขนาด 10 × 12 cm	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง
6	อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง
7	ไฟฉาย	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง

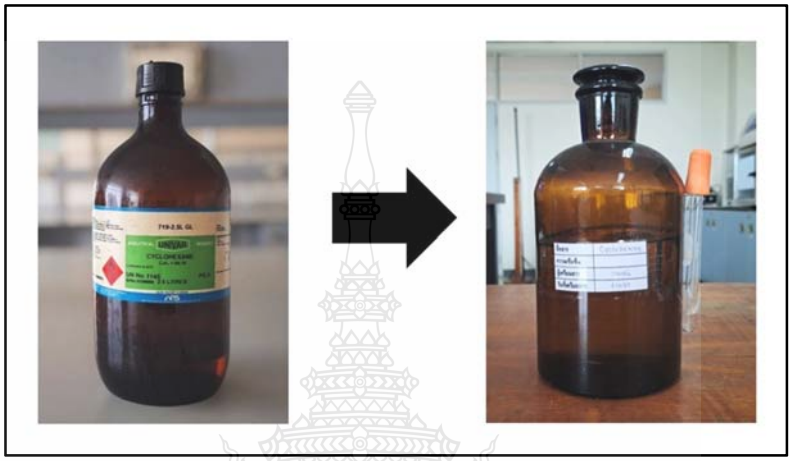
ตารางที่ 4.13 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง สารละลายและคอลลอยด์

ลำดับ	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	จำนวนที่เตรียม
1	ไซโคลเฮกเซน (C_6H_{15})	-	15 ml	500 ml
2	แนพธาลีน ($C_{10}H_8$)	-	0.2 g	20 g
3	น้ำแข็ง	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง	1 ถัง/ห้อง
4	คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$)	1 %	30 ml/ห้อง	50 ml
5	น้ำแป้งสุก	1 %	30 ml/ห้อง	50 ml

5.1.1) วิธีการเตรียมสารเคมี

(1) ไซโคลเฮกเซน (C_6H_{15})

ตวงไซโคลเฮกเซน (Hexane) จำนวน 500 ml จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.44 แสดงการเตรียมไซโคลเฮกเซน (C_6H_{15})

(2) แนพธาลีน ($C_{10}H_8$)

ตักแบ่งแนพธาลีน ($C_{10}H_8$) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้

ภาพที่ 4.45 แสดงการเตรียมแนพธาลีน ($C_{10}H_8$)

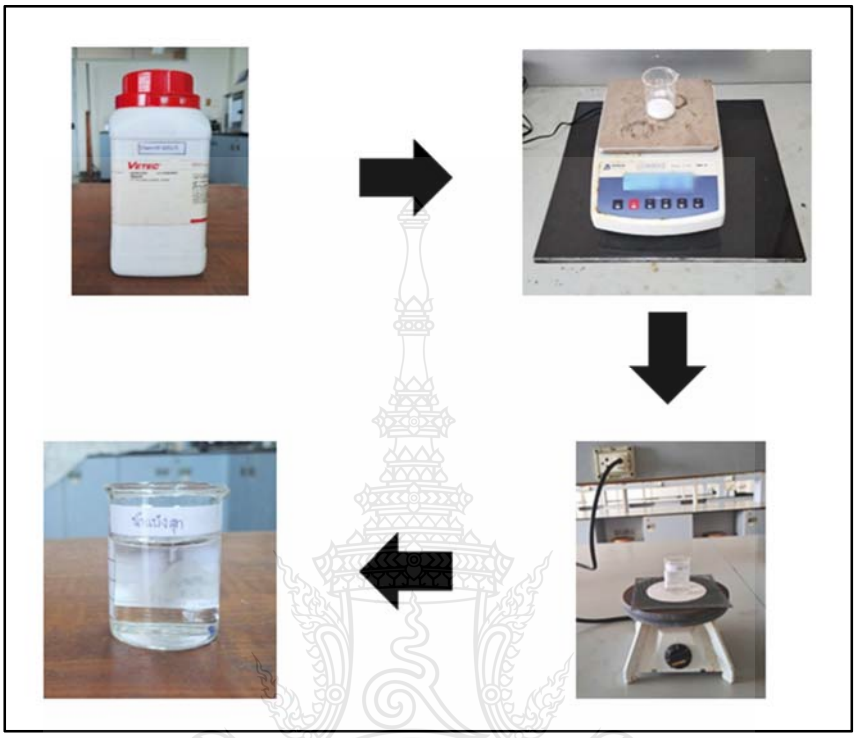
(3) คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) ความเข้มข้น 1 %

ชั่งคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) 0.50 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 50 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด

ภาพที่ 4.46 แสดงการเตรียมคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) ความเข้มข้น 1 %

(4) น้ำแป้งสุก ความเข้มข้น 1 %

ละลายแป้ง 0.50 g ในน้ำเดือด 50 ml



ภาพที่ 4.47 แสดงการเตรียมน้ำแป้งสุก ความเข้มข้น 1 %

5.2) การจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

5.2.1) ตอนที่ 1

(1) จัดเครื่องมือสำหรับหาจุดเยือกแข็งของสารละลาย ประกอบด้วยบีกเกอร์ 250 มิลลิลิตร หลอดทดลอง 25×250 ml และเทอร์โมมิเตอร์ จัดใส่ตะกร้าวางไว้ในห้องปฏิบัติกลาง ST 1-604 สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติมกับผู้ปฏิบัติงาน โดยให้นักศึกษาเบิกกลุ่มละ 1 ชุด

ภาพที่ 4.48 แสดงอุปกรณ์ สำหรับหาจุดเยือกแข็งของสารละลาย สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง สารละลายและคอลลอยด์

(2) แนพธาลีน ($C_{10}H_8$) วางที่ข้างเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง อย่างละ 1 ชุด ติดฉลากบอกน้ำหนักโมเลกุล วางพร้อมช้อนตักสาร และกระดาษชั่งสาร

(3) ไซโคลเฮกเซน (C_6H_{15}) ใส่ขวดสีชา พร้อมเขียนฉลากบอกชัดเจน วางบีกเกอร์สำหรับถ่ายโอนสาร พร้อมกับหลอดหยดและกระบอกตวง 25 ml จัดวางไว้ในตู้ดูดควัน

ภาพที่ 4.49 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 1 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง สารละลายและคอลลอยด์

5.2.2) ตอนที่ 2

ใส่คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) 1 % และน้ำแป้งสุก 1 % ชนิดละ 30 ml ในบีกเกอร์ 50 ml วางพร้อมไฟฉาย และฉากทึบแสง จัดวางไว้ที่โต๊ะปฏิบัติการ โดยจัดวางไว้ 1 ชุดต่อห้อง สำหรับให้นักศึกษาสังเกตผล

ภาพที่ 4.50 แสดงวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 2 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง สารละลายและคอลลอยด์

5.3) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

5.3.1) หลอดทดลองขนาด 25×250 ml ที่ใช้ในการทดลองต้องแห้งและสะอาด

5.3.2) ขณะทำการทดลอง เมื่อมีการคนของเหลวในหลอดทดลอง นักศึกษาควรคนอย่างระมัดระวัง เพื่อป้องกันไม่ให้หลอดทดลองทะลุเสียหาย

5.3.3) ในการทดลอง เมื่อใช้ไซโคลเฮกเซน (C_6H_{15}) ควรให้นักศึกษาทำการทดลองในตู้ดูดควัน (Hood) และระมัดระวังขณะทำปฏิบัติการมากขึ้น

6) ปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง จลนศาสตร์เคมี

6.1) การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี

ตารางที่ 4.14 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง จลนศาสตร์เคมี

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	ขนาด	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	หมายเหตุ
1	กระบอกตวง	25 ml	3	-
2	บีกเกอร์	100 ml	1	-

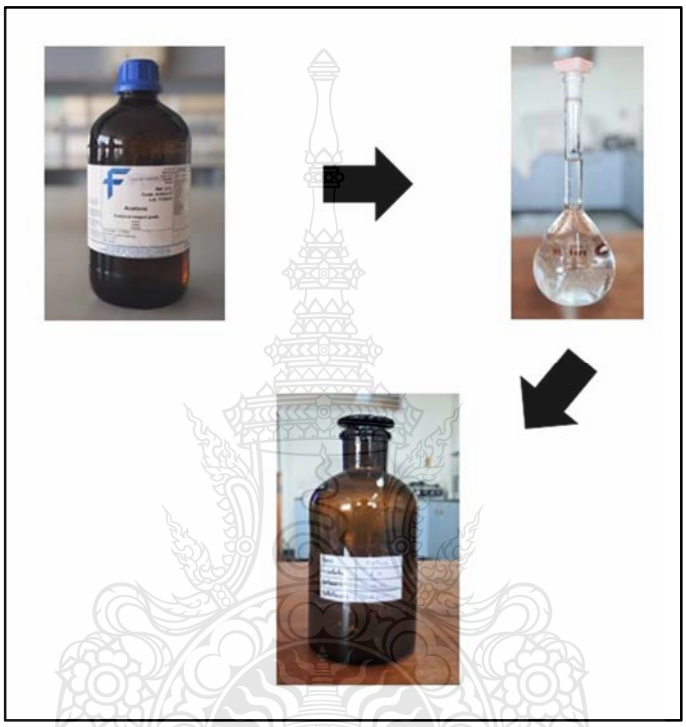
ตารางที่ 4.15 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง จลนศาสตร์เคมี

ลำดับ	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	จำนวนที่เตรียม
1	อะซิโตน (Acetone)	4 M	100 ml	2000 ml
2	กรดไฮโดรคลอริก (HCl)	0.5 M	100 ml	2000 ml
3	ไอโอดีน (I_2)	0.0015 M	100 ml	2000 ml
4	น้ำแป้ง	-	5 ml	200 ml

6.1.1) วิธีการเตรียมสารเคมี

(1) อะซิโตน (Acetone) ความเข้มข้น 4 โมลาร์

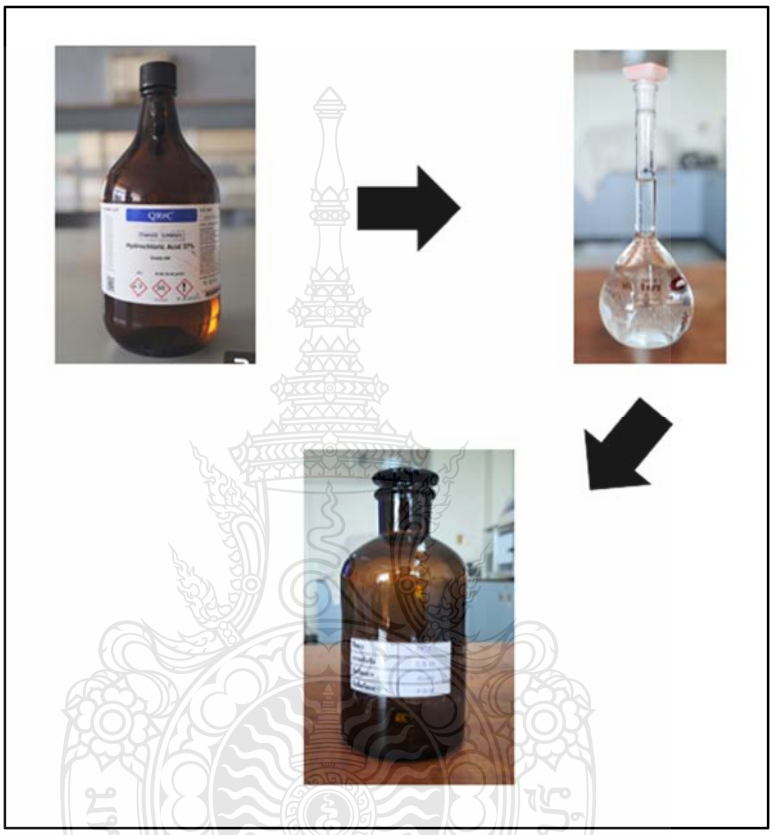
ตวงอะซิโตน (Acetone) จำนวน 590 ml ในตู้ดูดควัน ปรับปริมาตรให้ครบ 2000 ml ในขวดปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.51 แสดงการเตรียมอะซิโตน (Acetone) ความเข้มข้น 4 โมลาร์

(2) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์

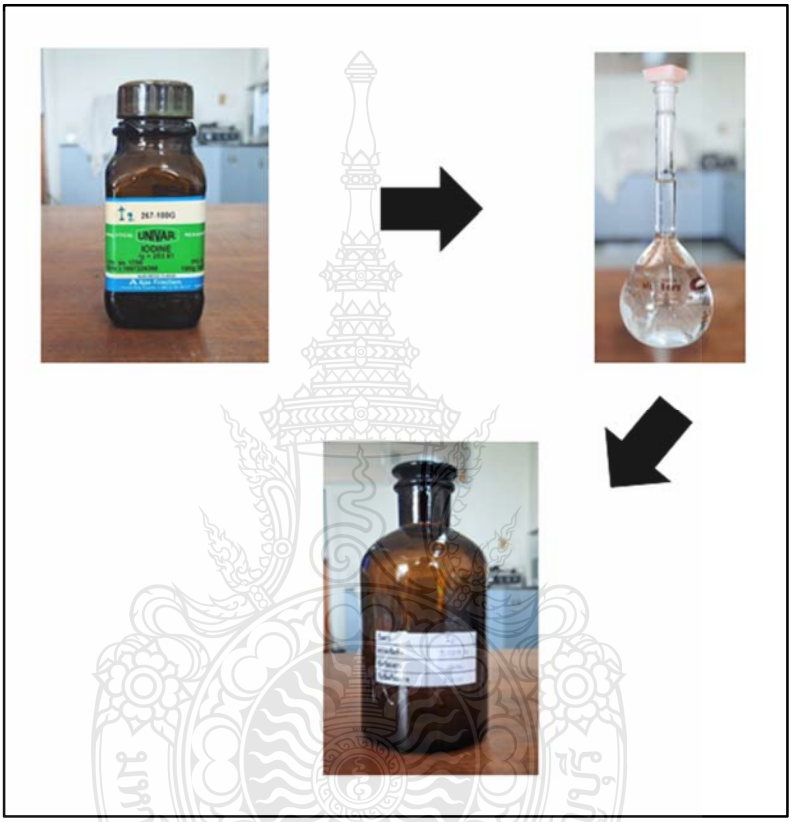
ตวง Conc. HCl จำนวน 85.8 ml ในตู้ดูดควัน ค่อย ๆ เทลงในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 2000 ml ในขวดปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.52 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์

(3) ไอโอดีน (I_2) ความเข้มข้น 0.0015 โมลาร์

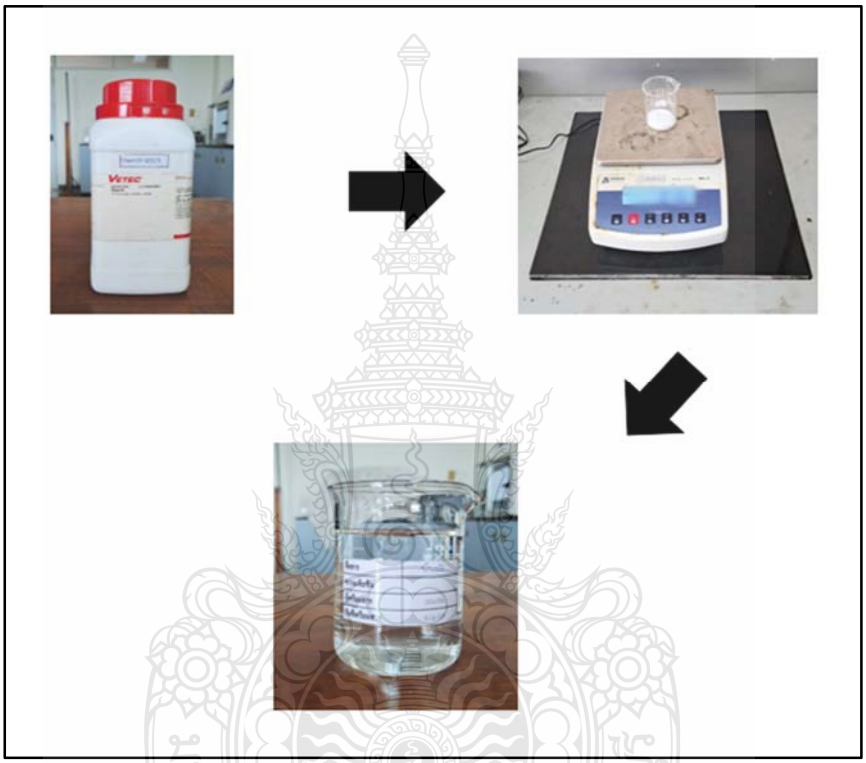
ชั่งไอโอดีน (I_2) 0.38 g ละลายด้วยโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) เล็กน้อย ปรับปริมาตรจนครบ 2000 ml ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.53 แสดงการเตรียมไอโอดีน (I_2) ความเข้มข้น 0.0015 โมลาร์

(4) น้ำแป้ง

ละลายแป้ง 1.00 g ในน้ำเดือด 200 ml จากนั้น เขียนฉลากติดข้างบีกเกอร์



ภาพที่ 4.54 แสดงการเตรียมน้ำแป้ง

6.2) การจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

6.1.1) กระบอกตวง 25 ml และบีกเกอร์ 100 ml จัดใส่ตะกร้าวางไว้ในห้องปฏิบัติกลาง ST 1-604 สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติมกับผู้ปฏิบัติงาน โดยให้นักศึกษาเบิกกระบอกตวง 25 ml กลุ่มละ 3 ชิ้นและบีกเกอร์ 100 ml กลุ่มละ 1 ชิ้น

6.2.1) สารละลายไอโอดีน (KI) 0.0015 M สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.5 M และสารละลายอะซิโตน (Acetone) 4 M ใส่ขวดสีชา เขียนฉลากบอกชัดเจน วางพร้อมบีกเกอร์สำหรับถ่ายโอนสาร จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

6.2.2) น้ำแป้ง ใส่บีกเกอร์ เขียนฉลากบอกชัดเจน วางพร้อมหลอดหยด จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

ภาพที่ 4.55 แสดงกระบอกตวง 25 ml และบีกเกอร์ 100 ml สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติมสำหรับบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง จลนศาสตร์เคมี

ภาพที่ 4.56 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง จลนศาสตร์เคมี

6.3) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

6.3.1) เมื่อนักศึกษาตวงสารละลาย Acetone ใส่บีกเกอร์ ควรให้นักศึกษาปิดบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา เพื่อป้องกันการระเหย

6.3.2) นักศึกษาควรเตรียมนาฬิกาจับเวลาให้พร้อม และเริ่มจับเวลาทันทีที่เติมสารละลาย Iodine

7) ปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง อัตราเร็วของปฏิกิริยา

7.1) การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

ตารางที่ 4.16 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง อัตราเร็วของปฏิกิริยา

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	ขนาด	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	หมายเหตุ
1	หลอดทดลอง	25×250 ml	3	-
2	อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง

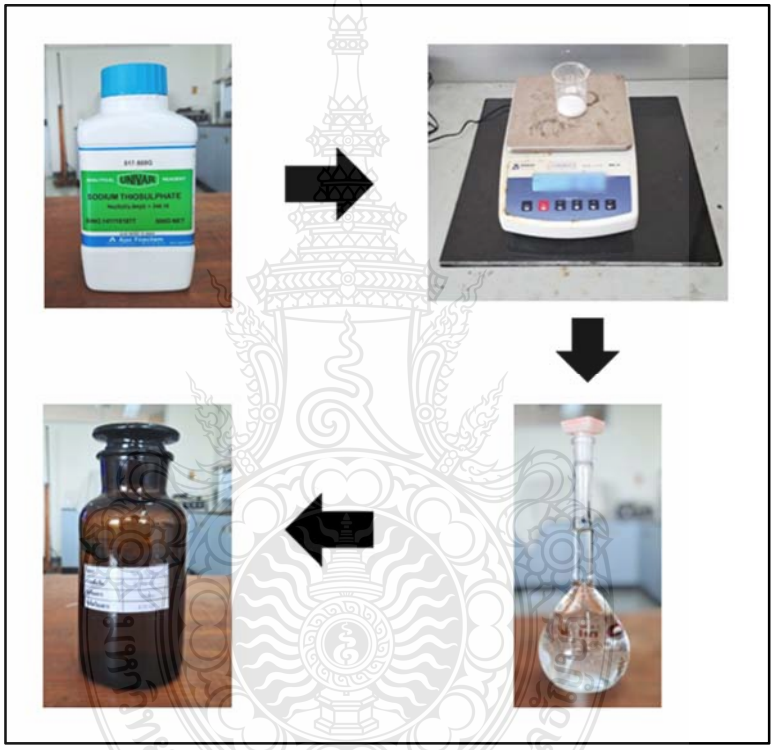
ตารางที่ 4.17 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง อัตราเร็วของปฏิกิริยา

ลำดับ	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	จำนวนที่เตรียม
1	โซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$)	0.01 M	8 ml	250 ml
2	โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI)	0.02 M	35 ml	1000 ml
3	แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต ($(NH_4)_2S_2O_8$)	0.1 M	30 ml	1000 ml
4	คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$)	0.1 M	2 ml	50 ml
5	น้ำแป้ง	-	3 ml	200 ml

7.1.1) วิธีการเตรียมสารเคมี

(1) โซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

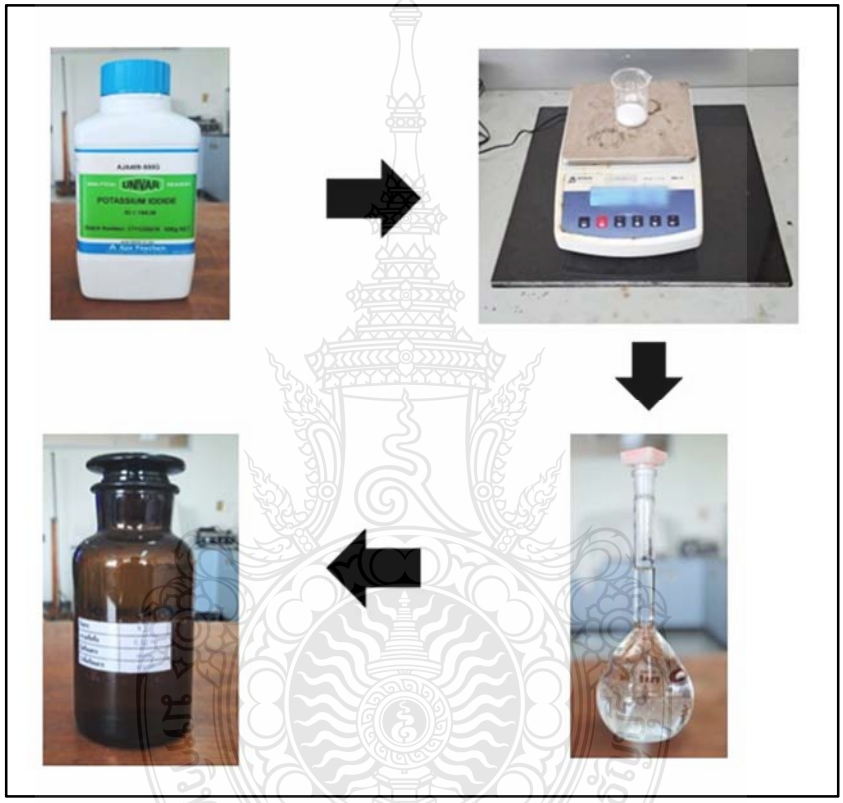
ชั่งโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) 0.62 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 250 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.57 แสดงการเตรียมโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

(2) โพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ความเข้มข้น 0.02 โมลาร์

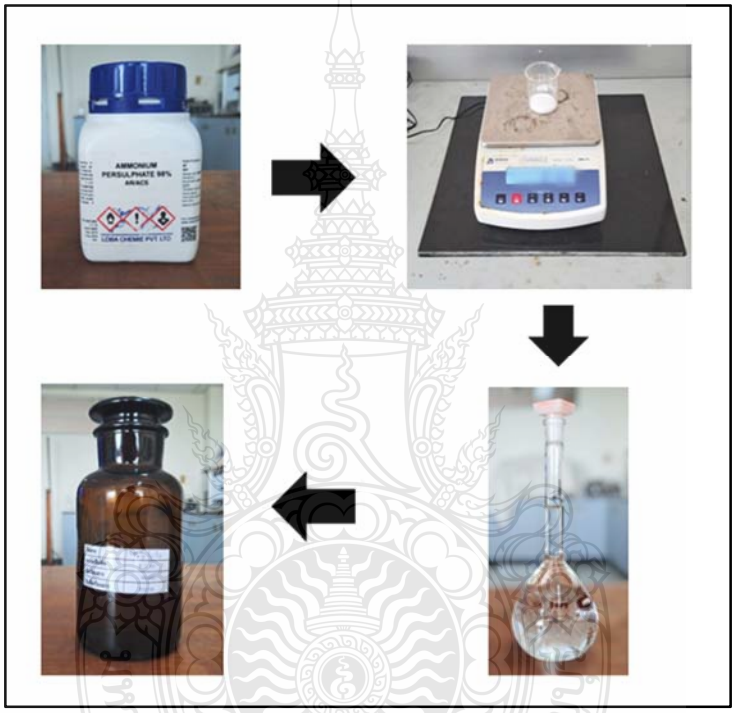
ชั่งโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 3.32 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตร จนครบ 1000 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.58 แสดงการเตรียมโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) ความเข้มข้น 0.02 โมลาร์

(3) แอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต ($(NH_4)_2S_2O_8$) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

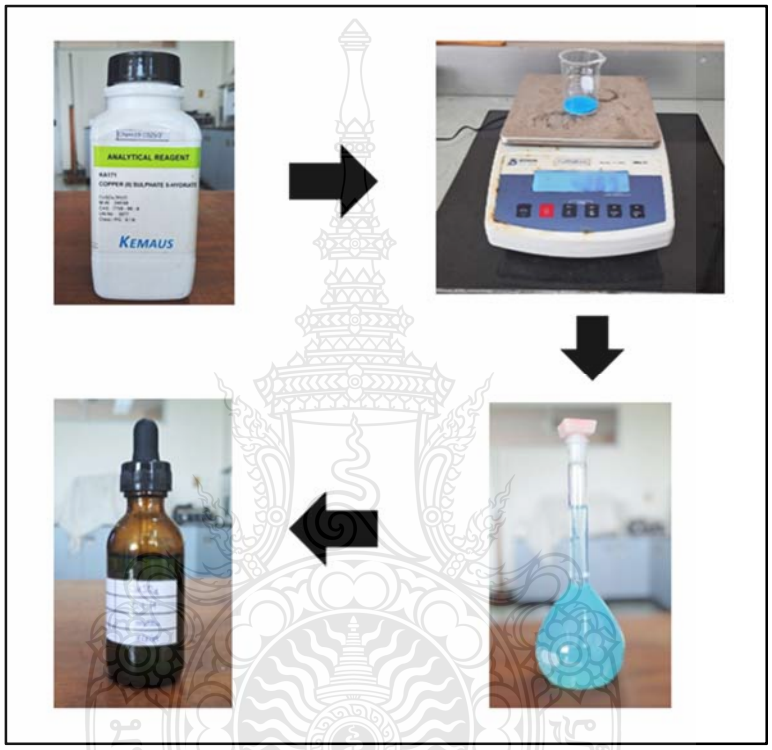
ชั่งแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต ($(NH_4)_2S_2O_8$) 22.8 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 1000 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.59 แสดงการเตรียมแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต ($(NH_4)_2S_2O_8$) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

(4) คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

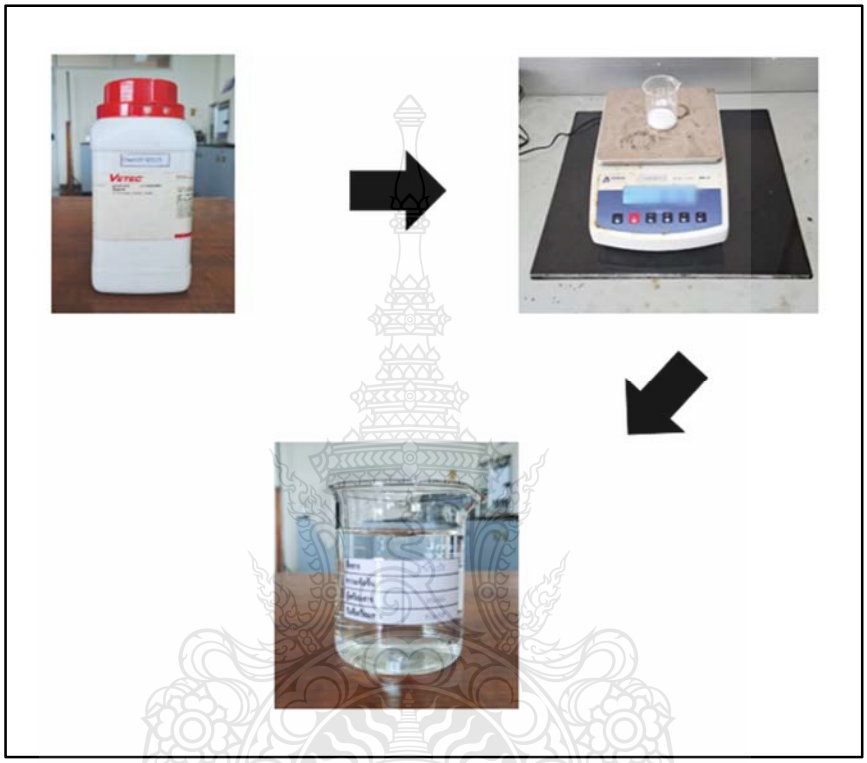
ชั่งคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$) 1.25 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 50 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.60 แสดงการเตรียมคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

(5) น้ำแป้ง

ละลายแป้ง 1.00 g ในน้ำเดือด 200 ml จากนั้น เขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.61 แสดงการเตรียมน้ำแป้ง

7.2) การจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

7.2.1) หลอดทดลอง 25×250 ml จัดใส่ตะกร้าวางไว้ในห้องปฏิบัติกลาง ST 1-604 สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติมกับผู้ปฏิบัติงาน โดยให้นักศึกษาเบิกกลุ่มละ 3 หลอด

ภาพที่ 4.62 แสดงหลอดทดลอง 25×250 ml สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง อัตราเร็วของปฏิกิริยา

7.2.2) สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) 0.01 M สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 0.02 และสารละลายแอมโมเนียมเปอร์ซัลเฟต ($(NH_4)_2S_2O_8$) 0.1 M ใส่ขวดสีชา เขียนฉลากบอกชัดเจน วางพร้อมบีกเกอร์สำหรับถ่ายโอนสารและกระบอกตวง 10 ml จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

7.2.3) น้ำแป้ง ใส่บีกเกอร์ เขียนฉลากบอกชัดเจน วางพร้อมหลอดหยด จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

7.2.4) สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$) 0.1 M ใส่ขวดหยดสาร จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

ภาพที่ 4.63 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง อัตราเร็วของปฏิกิริยา

7.3) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

7.3.1) หลอดทดลองขนาด 25×250 ml ที่ใช้ในการทดลองต้องแห้งและสะอาด

7.3.2) สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$) 0.01 M และน้ำแป้ง ผู้ปฏิบัติงานควรเตรียมสารละลายใหม่ ๆ ไม่ควรเตรียมเก็บไว้นาน

8) ปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง สมดุลเคมี

8.1) การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

ตารางที่ 4.18 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง สมดุลเคมี

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	ขนาด	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	หมายเหตุ
1	หลอดทดลอง	16 x 150 mm	-	ผู้ปฏิบัติงานจัดเตรียมไว้สำหรับเตรียมการทดลองในตอนที่ 1 และ ตอนที่ 3 จำนวน 7 หลอด
2	เทอร์โมมิเตอร์	100 °C	-	ผู้ปฏิบัติงานจัดเตรียมไว้สำหรับเตรียมการทดลองในตอนที่ 3 จำนวน 3 อัน
3	บีกเกอร์	250 ml	-	ผู้ปฏิบัติงานจัดเตรียมไว้สำหรับเตรียมการทดลองในตอนที่ 3 จำนวน 3 ใบ
4	เตาให้ความร้อน	-	-	ผู้ปฏิบัติงานจัดเตรียมไว้สำหรับเตรียมการทดลองในตอนที่ 3 จำนวน 1 เครื่อง

ตารางที่ 4.17 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง สมดุลเคมี (ต่อ)

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	ขนาด	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	หมายเหตุ
5	น้ำแข็ง	-		ผู้ปฏิบัติงานจัดเตรียมไว้สำหรับเตรียมการทดลองในตอนที่ 3 จำนวน 1 แก้ว

ตารางที่ 4.19 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง สมดุลเคมี

ลำดับ	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	จำนวนที่เตรียม
1	เลด (II) คลอไรด์อิ่มตัว (sat. $PbCl_2$)		3 ml	100 ml
2	เลด (II) อะซีเตด ($Pb(CH_3COO)_2$)	1 M	3 ml	100 ml
3	เฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3$)	0.1 M	3 ml	100 ml
4	เฟอร์ริกไนเตรด ($Fe(NO_3)_3$)	0.1 M	3 ml	100 ml
5	โพแทสเซียมไธโอไซยาเนต (KSCN)	0.1 M	3 ml	100 ml
6	แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH)	6 M	5 ml	200 ml

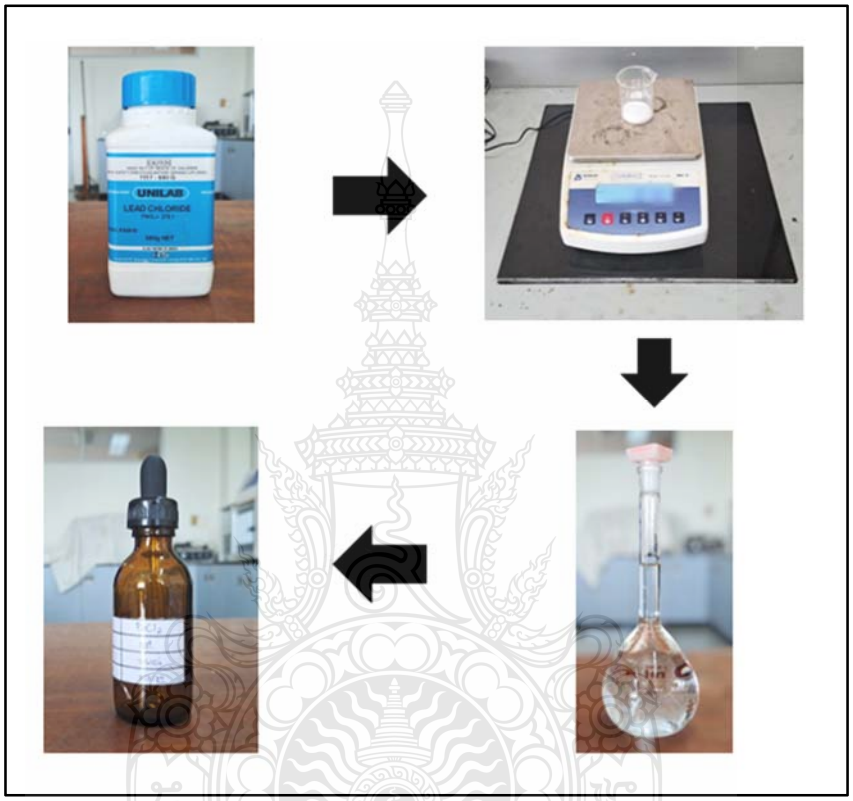
ตารางที่ 4.18 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง สมดุลเคมี (ต่อ)

ลำดับ	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	จำนวนที่เตรียม
7	กรดไฮโดรคลอริก (HCl)	6 M	3 ml	100 ml
8	โคบอลท์ (II) คลอไรด์ ($CoCl_2.6H_2O$)	-	5 g	20 g
9	เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol)	-	5 ml	50 ml
10	อะซิโตน (Acetone)	-	5 ml	50 ml
11	โคบอลท์คลอไรด์ ($CoCl_2.6H_2O$)	0.2 M	50 ml	100 ml
12	กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc. HCl)	Conc.	50 ml	100 ml

8.1.2) วิธีการเตรียมสารเคมี

(1) เลด (II) คลอไรด์อิ่มตัว (Sat. $PbCl_2$)

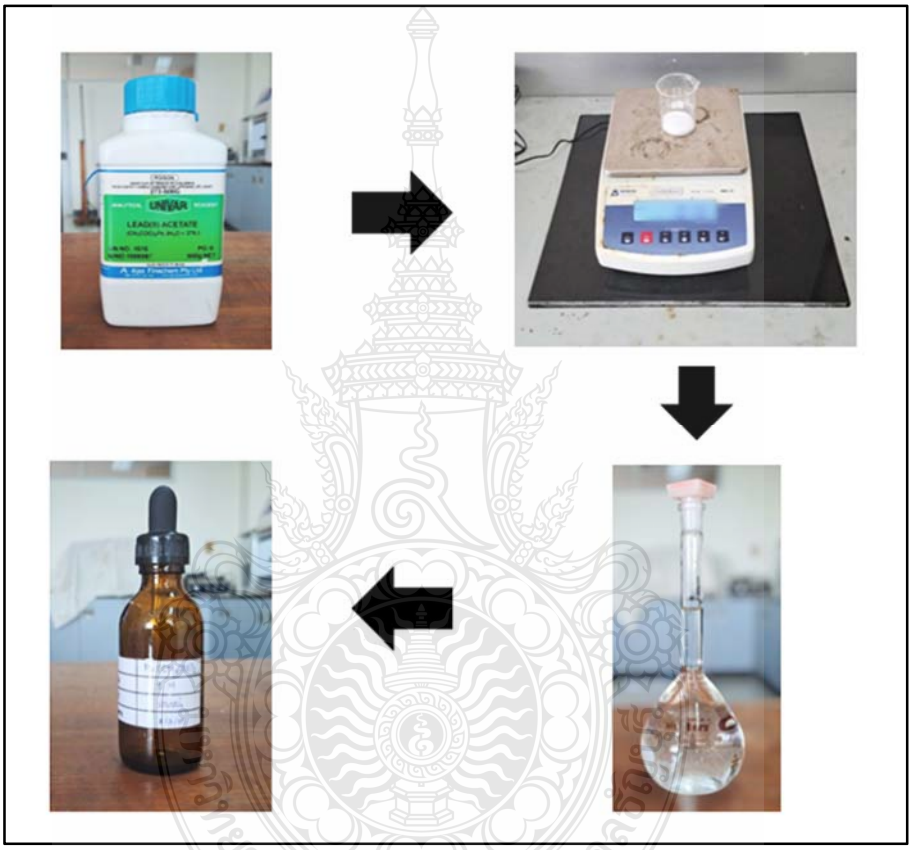
เติมเลด (II) คลอไรด์ ($PbCl_2$) ในน้ำกลั่น 100 ml จนไม่ละลาย จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.64 แสดงการเตรียมเลด (II) คลอไรด์อิ่มตัว (Sat. $PbCl_2$)

(2) เลด (II) อะซีเตด (Pb $(CH_3COO)_2$) ความเข้มข้น 1 โมลาร์

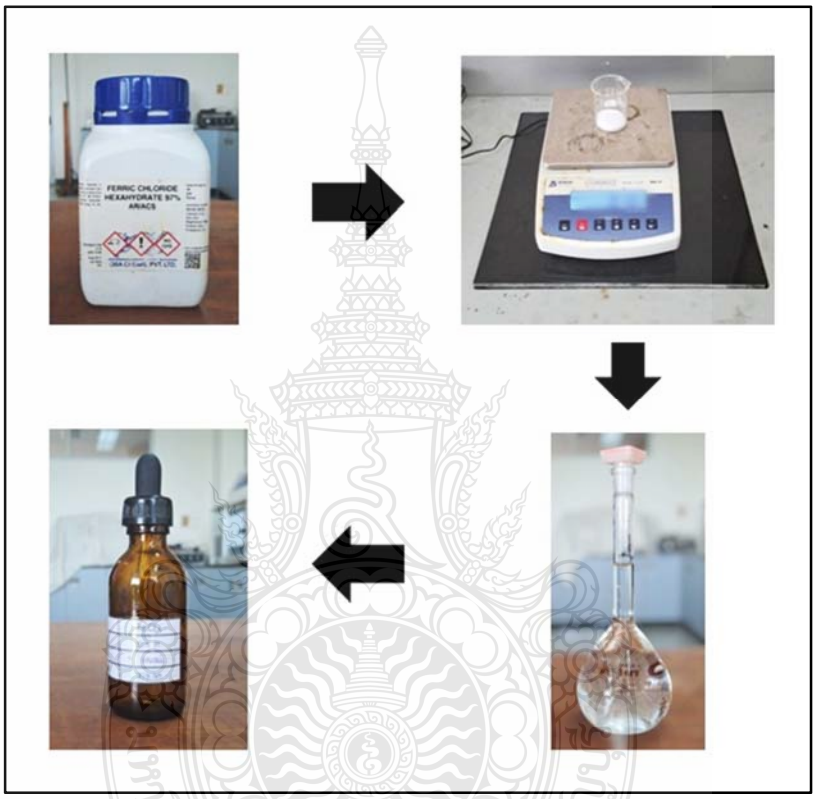
ชั่งเลด (II) อะซีเตด ($Pb(CH_3COO)_2$) 37.93 g ละลายด้วยน้ำกลั่นปรับปริมาตรจนครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.65 แสดงการเตรียมเลด (II) อะซีเตด (Pb $(CH_3COO)_2$) ความเข้มข้น 1 โมลาร์

(3) เฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

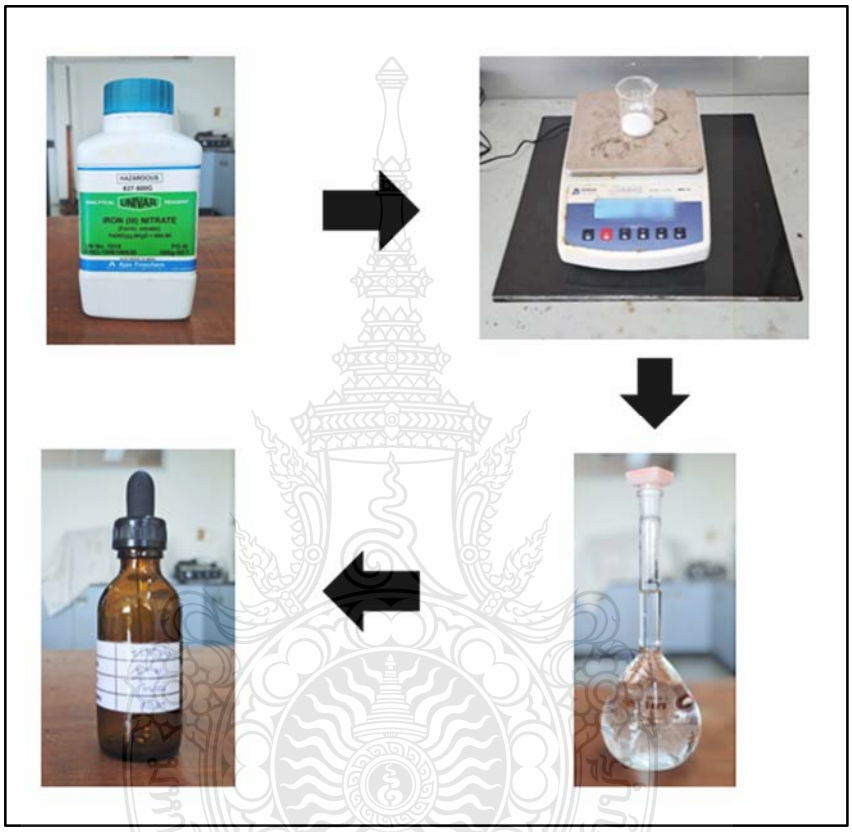
ชั่งเฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) 1.62 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.66 แสดงการเตรียมเฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

(4) เฟอร์ริกไนเตรด ($Fe(NO_3)_3$) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

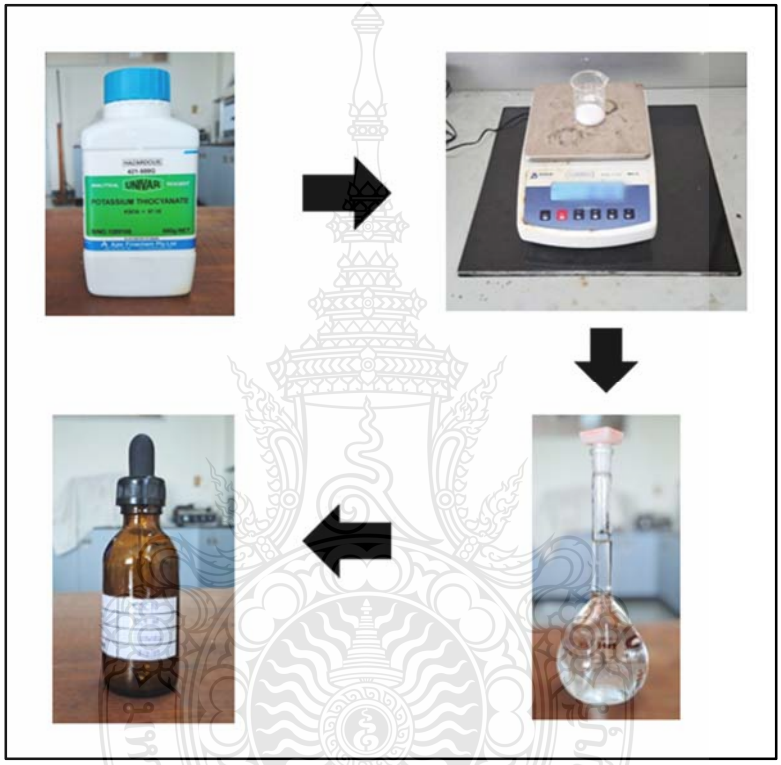
ชั่งเฟอร์ริกไนเตรด ($Fe(NO_3)_3$) 4.04 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตร จนครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.67 แสดงการเตรียมเฟอร์ริกไนเตรด ($Fe(NO_3)_3$) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

(5) โพแทสเซียมไธโอไซยาเนต (KSCN) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

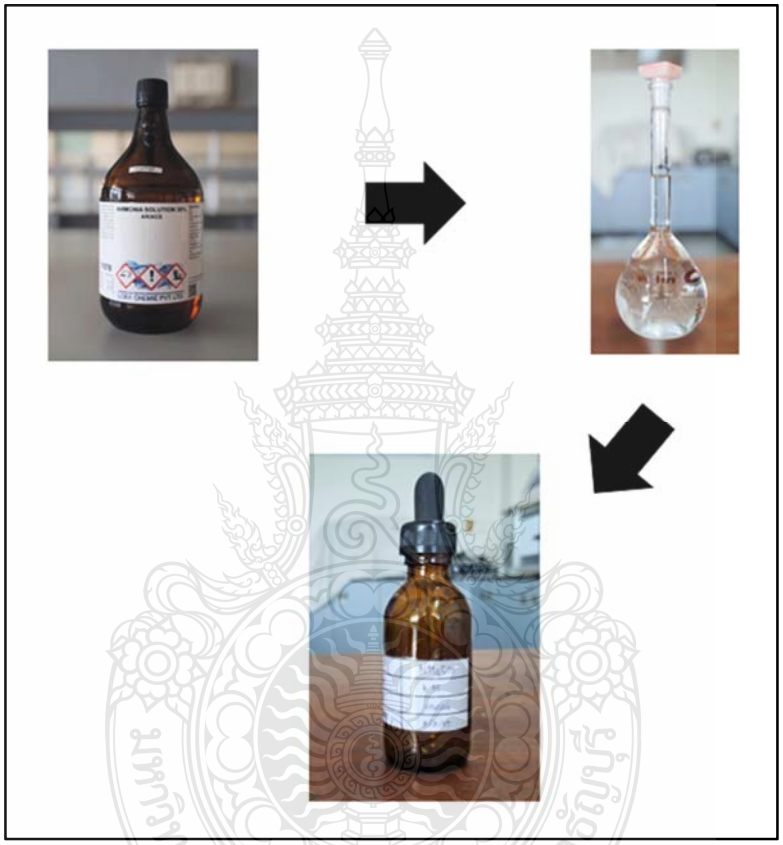
ชั่งโพแทสเซียมไธโอไซยาเนต (KSCN) 0.97 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.68 แสดงการเตรียมโพแทสเซียมไธโอไซยาเนต (KSCN) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

(6) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ความเข้มข้น 6 โมลาร์

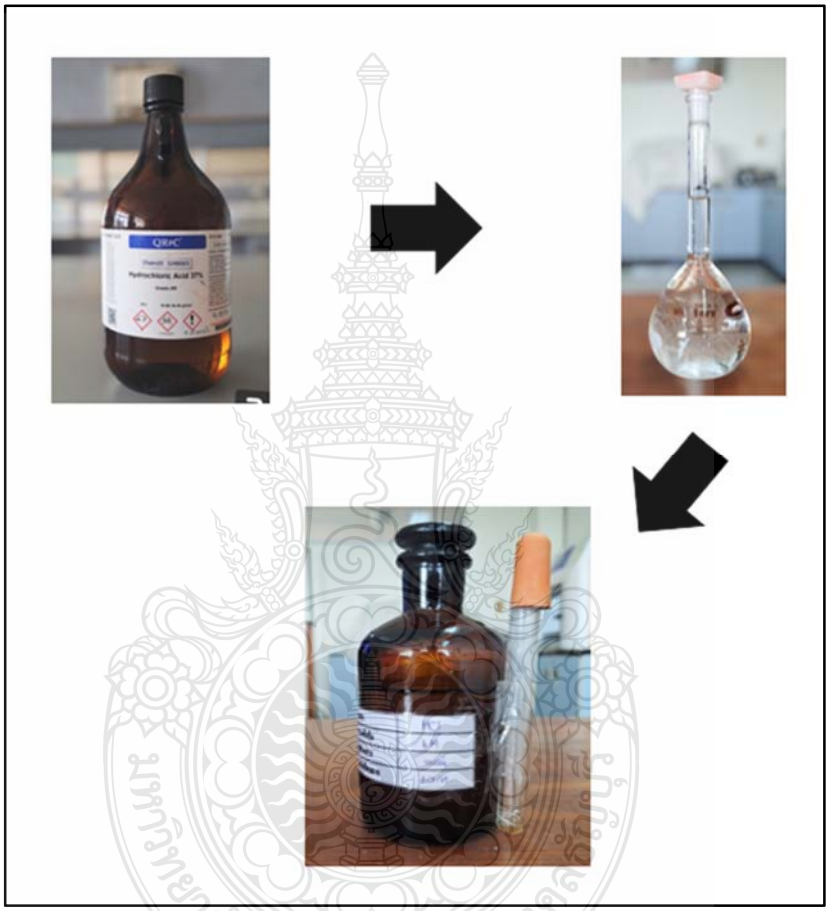
ตวงแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) จำนวน 1.28 ml ในตู้ดูดควันปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 200 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงในขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.69 แสดงการเตรียมแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ความเข้มข้น 6 โมลาร์

(7) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 6 โมลาร์

ตวง Conc. HCl จำนวน 50 ml ในตู้ดูดควัน ค่อย ๆ เทลงในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.70 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 6 โมลาร์

(8) โคบอลท์ (II) คลอไรด์ ($CoCl_2.6H_2O$)

ตักแบ่งโคบอลท์ (II) คลอไรด์ ($CoCl_2.6H_2O$) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้

ภาพที่ 4.71 แสดงการเตรียมโคบอลท์ (II) คลอไรด์ ($CoCl_2.6H_2O$)

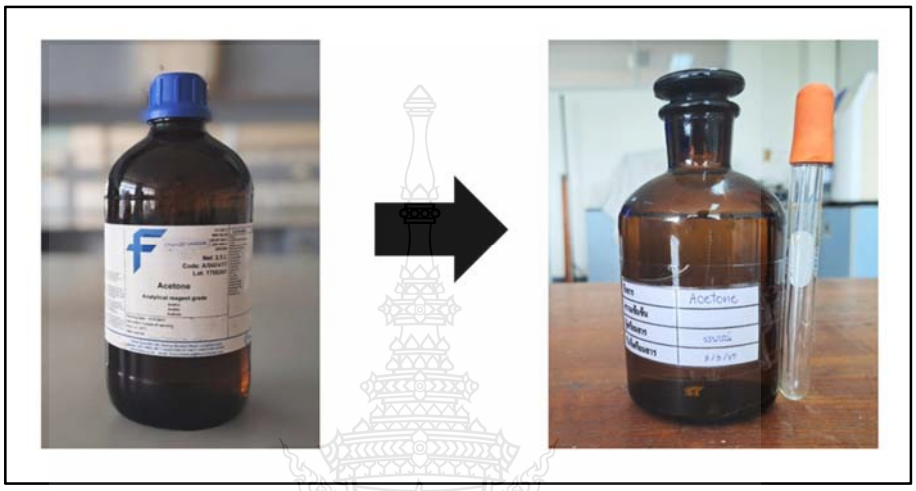
(9) เอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol)

ตวงเอทิลแอลกอฮอล์ จำนวน 50 ml ใส่ขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด

ภาพที่ 4.72 แสดงการเตรียมเอทิลแอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol)

(10) อะซิโตน (Acetone)

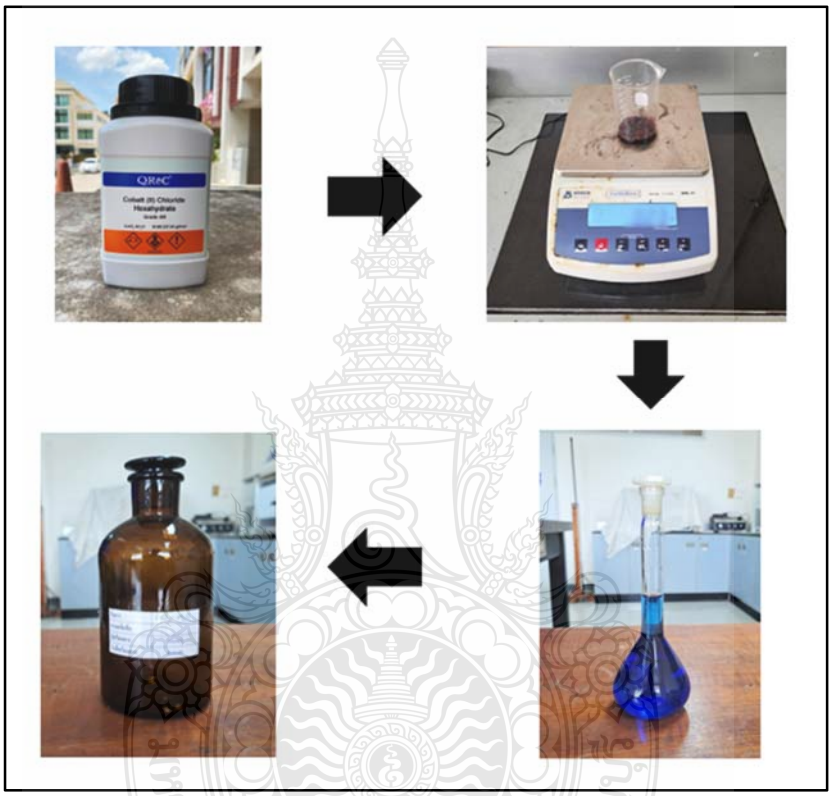
ตวงอะซิโตน (Acetone) จำนวน 50 ml ใส่ในขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.73 แสดงการเตรียมอะซิโตน (Acetone)

(11) โคบอลท์คลอไรด์ ($CoCl_2.6H_2O$)

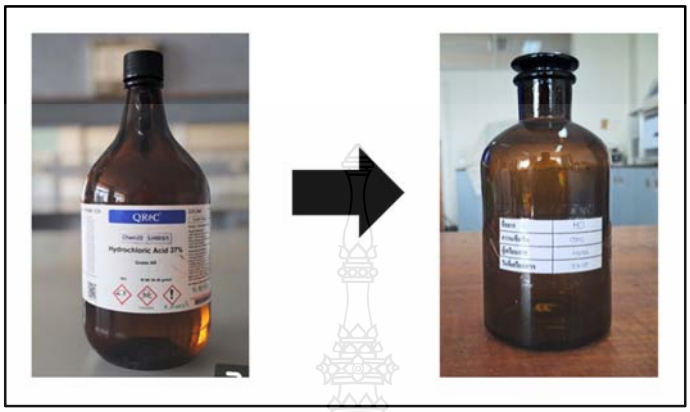
ชั่งโคบอลท์คลอไรด์ ($CoCl_2.6H_2O$) 4.76 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.74 แสดงการเตรียมโคบอลท์คลอไรด์ ($CoCl_2.6H_2O$)

(12) กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc. HCl)

ตวงกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc. HCl) จำนวน 500 ml ในขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.75 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc. HCl)

8.2) การจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และงสารเคมี

8.2.1) ตอนที่ 1

(1) โคบอลท์ (II) คลอไรด์ ($CoCl_2.6H_2O$) วางพร้อมช้อนตักสาร จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

(2) เอธิลแอลกอฮอล์และอะซิโตน แบ่งใส่ขวดแก้วสีชาพร้อมติดฉลาก วางพร้อมกับหลอดหยด จัดวางในตู้ดูดควัน

ภาพที่ 4.76 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 1 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง สมดุลเคมี

8.2.2) ตอนที่ 2

สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) 0.1 M สารละลายโพแทสเซียมไธโอไซยาเนต (KSCN) 0.1 M สารละลายเฟอร์ริกไนเตรด ($Fe(NO_3)_3$) 1 M และสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) 6 M ใส่ขวดหยดสาร จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

ภาพที่ 4.77 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 2 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง สมดุลเคมี

8.2.3) ตอนที่ 3

ผสมสารละลายโคบอลท์คลอไรด์ ($CoCl_2$) 0.2 M และสารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc. HCl) ผสมให้เข้ากันสารละลายที่ได้มีสีม่วง (ถ้าไม่เป็นสีม่วงให้เติมกรดกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (Conc. HCl) ทีละหยดจนกว่าจะได้สีม่วง) แบ่งสารละลายออกเป็น 3 หลอด หลอดละเท่า ๆ กัน โดย

หลอดที่ 1 แช่ในบีกเกอร์ที่ใส่น้ำ วางบนเตาให้ความร้อน (อุณหภูมิ 70-90 องศาเซลเซียส)

หลอดที่ 2 แช่ในบีกเกอร์ที่ใส่น้ำแข็งไว้

หลอดที่ 3 วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง

จัดวางหลอดที่ใส่สารทั้ง 3 หลอดไว้ในในบีกเกอร์เสียบเทอร์โมมิเตอร์ไว้สำหรับอ่านอุณหภูมิ พร้อมเขียนฉลากบอกแต่ละหลอดการทดลองให้ชัดเจน จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ สำหรับให้นักศึกษาสังเกตการเปลี่ยนแปลงของสี

ภาพที่ 4.78 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 3 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง สมดุลเคมี

8.2.4) ตอนที่ 4

สารละลายเลด (II) คลอไรด์อิ่มตัว (Sat. $PbCl_2$) สารละลายเลด (II) อะซีเตด ($Pb(CH_3COO)_2$) 1 M และสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 6 M ใส่ขวดหยดสาร จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

ภาพที่ 4.79 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 4 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง สมดุลเคมี

8.3) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

ในการเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 6 โมลาร์ (6 M HCl) ผู้ปฏิบัติงานควรเตรียมสารละลายในตู้ดูดควัน และห้ามเทน้ำลงกรด

9) ปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง สมบัติกรด เบส และเกลือ

9.1) การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

ตารางที่ 4.20 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง สมบัติกรดเบสและเกลือ

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	ขนาด	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	หมายเหตุ
1	หลอดทดลองแบบมีแขน	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง
2	เครื่องวัดการนำไฟฟ้า	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง
3	ตะเกียงแอลกอฮอล์	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง
4	ลวดแมกนิเซียม	ยาว 3 เซนติเมตร	1	-
5	ชิ้นแมกนิเซียม	ชิ้นเล็ก ๆ	2	-
6	เตาให้ความร้อน	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง
7	กระดาษลิตมัส สีแดงและน้ำเงิน	ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง
8	อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง

ตารางที่ 4.21 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง สมบัติกรด เบสและเกลือ (ต่อ)

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	ขนาด	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	หมายเหตุ
9	กระดาษ pH	ตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง

ตารางที่ 4.22 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง สมบัติกรด เบส และเกลือ

ลำดับ	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	จำนวนที่เตรียม
1	กรดไฮโดรคลอริก (HCl)	1 M	5 ml	100 ml
2	โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	1 M	5 ml	100 ml
3	กรดอะซีติก (CH_3COOH)	1 M	5 ml	100 ml
4	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	1 M	5 ml	100 ml
5	แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH)	1 M	5 ml	100 ml
6	กรดไฮโดรคลอริก (HCl)	0.001 M	5 ml	500 ml
7	แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl)	1 M	2 ml	50 ml
8	กรดไฮโดรคลอริก (HCl)	3 M	2 ml	50 ml

ตารางที่ 4.20 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง สมบัติกรด เบส และเกลือ (ต่อ)

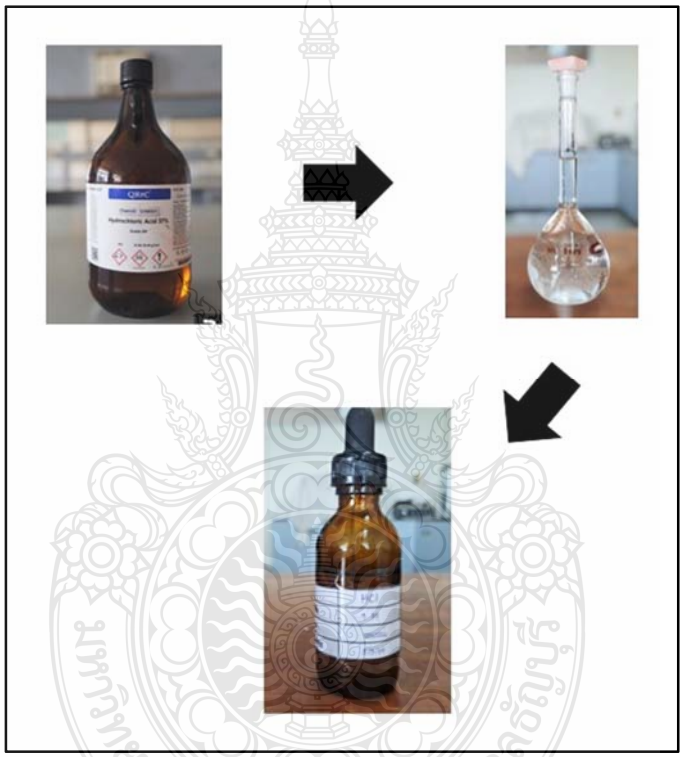
ลำดับ	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	จำนวนที่เตรียม
9	แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$)	-	3 g	20 g
10	ฟีนอล์ฟธาลีน		5 ml	100 ml
11	เมทิลออเรนจ์		5 ml	100 ml
12	บรอมไธมอลบลู		5 ml	100 ml
13	ครีซอลเรด		5 ml	200 ml

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

9.1.1) วิธีการเตรียมสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง สมบัติกรด เบส และเกลือ

(1) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 1 โมลาร์

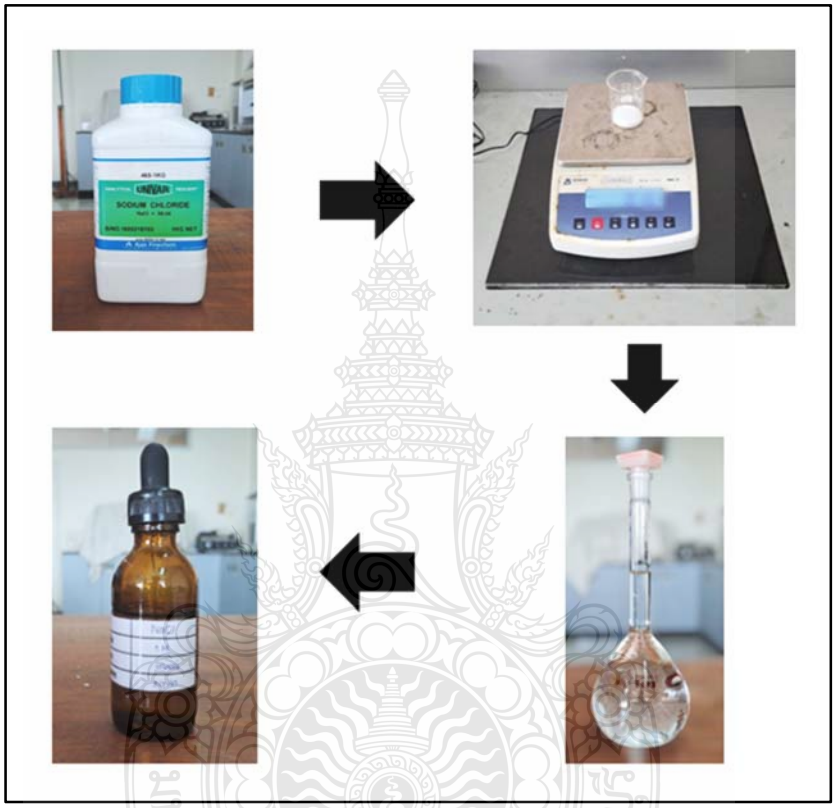
ตวงกรดไฮโดรคลอริก (Conc. HCl) จำนวน 8.58 ml ในตู้ดูดควัน ค่อย ๆ เทลงในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.80 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 1 โมลาร์

(2) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 1 โมลาร์

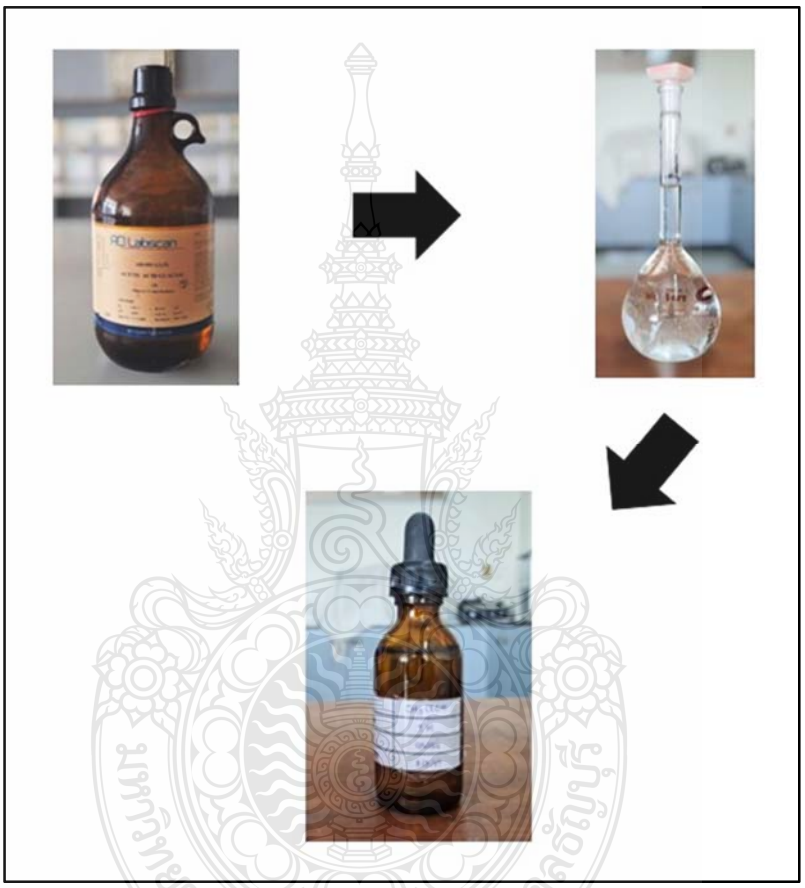
ชั่งโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) 5.84 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตร จนครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.81 แสดงการเตรียมโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ความเข้มข้น 1 โมลาร์

(3) กรดอะซีติก (CH_3COOH) ความเข้มข้น 1 โมลาร์

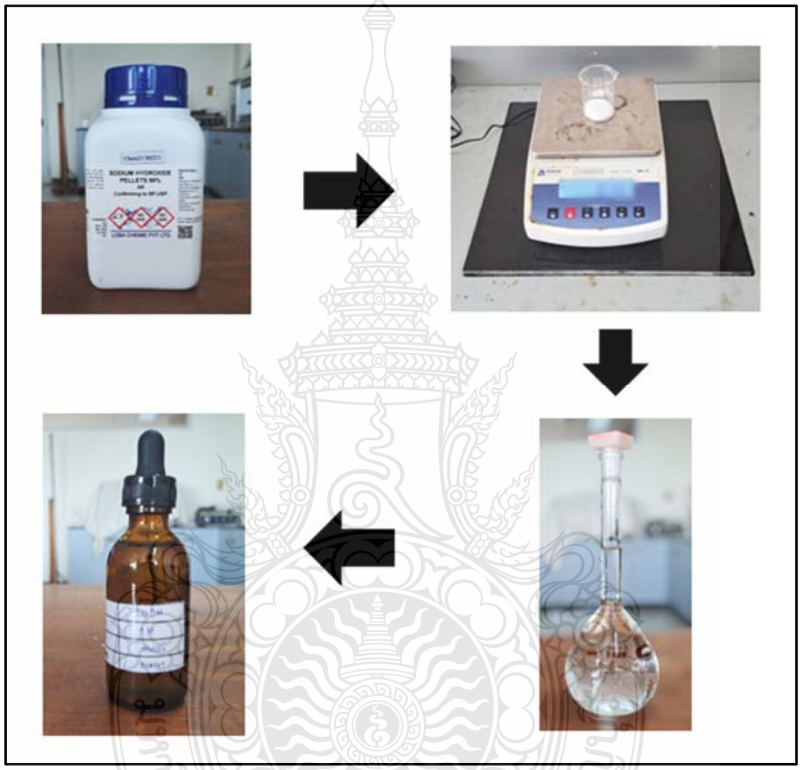
ตวงกรดอะซีติก (Conc. CH_3COOH) จำนวน 5.74 ml ในตู้ดูดควัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.82 แสดงการเตรียมกรดอะซีติก (CH_3COOH) ความเข้มข้น 1 โมลาร์

(4) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 1 โมลาร์

ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 4.00 g ในตู้ดูดควัน ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.83 แสดงการเตรียมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 1 โมลาร์

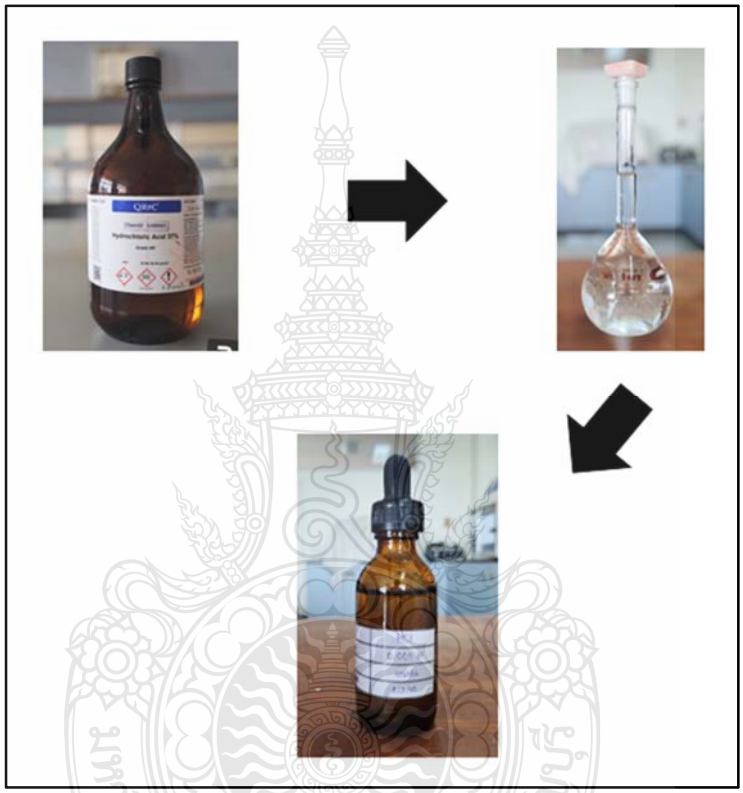
(5) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ความเข้มข้น 1 โมลาร์

ตวงแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (Conc. NH_4OH) จำนวน 16.85 ml ในตู้ดูดควัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด

ภาพที่ 4.84 แสดงการเตรียมแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ความเข้มข้น 1 โมลาร์

(6) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.001 โมลาร์

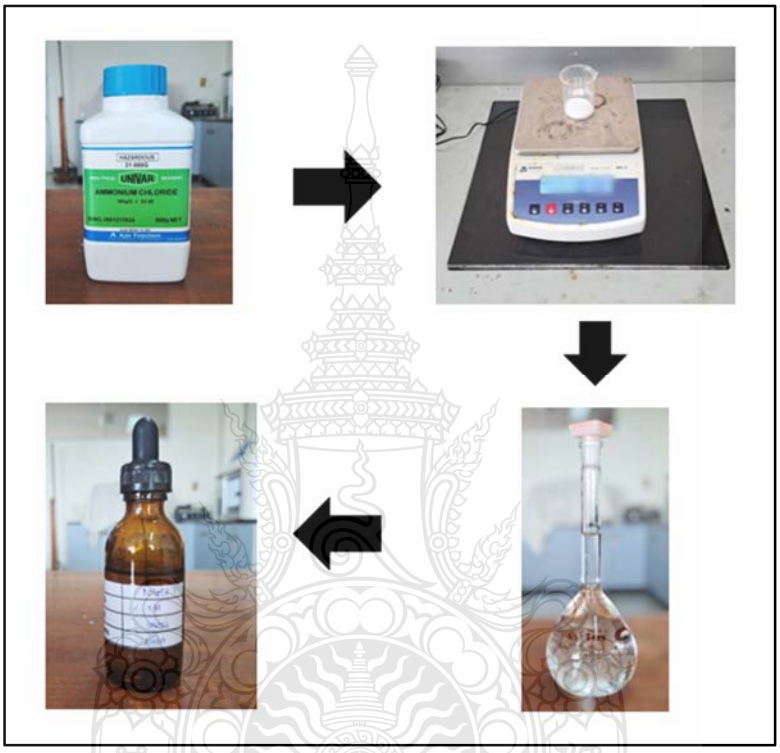
เจือจางจากกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 1 โมลาร์ เป็น 0.001 โมลาร์ โดยปิเปต 1 M HCl มา 0.5 ml ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 500 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.85 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.001 โมลาร์

(7) แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) ความเข้มข้น 1 โมลาร์

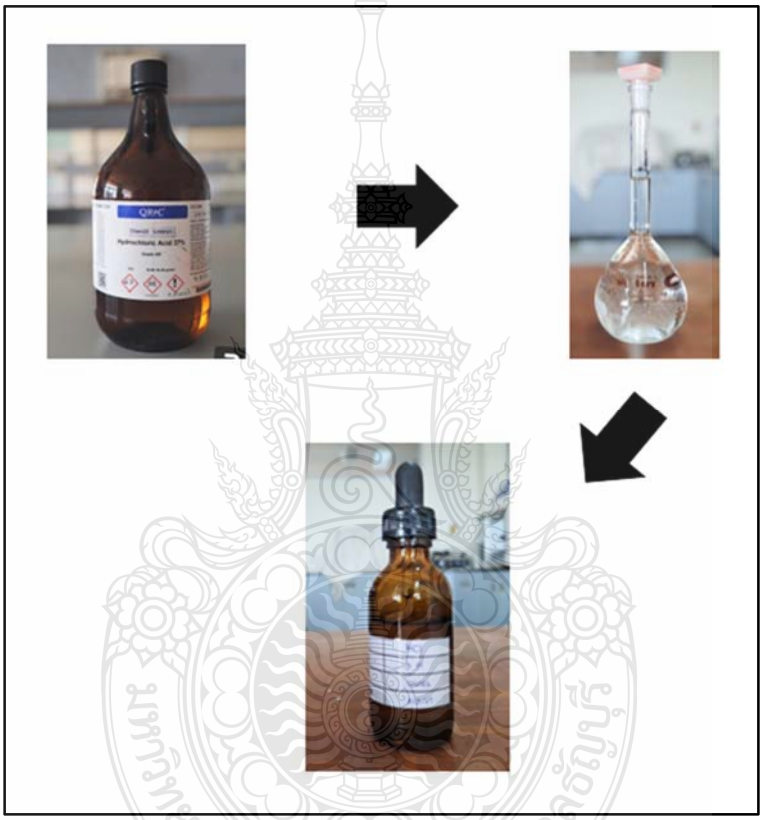
ชั่งแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) 2.67 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 50 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.86 แสดงการเตรียมแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) ความเข้มข้น 1 โมลาร์

(8) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 3 โมลาร์

ตวงกรดไฮโดรคลอริก (Conc. HCl) จำนวน 12.88 ml ในตู้ดูดควัน ค่อย ๆ เทลงในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.87 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 3 โมลาร์

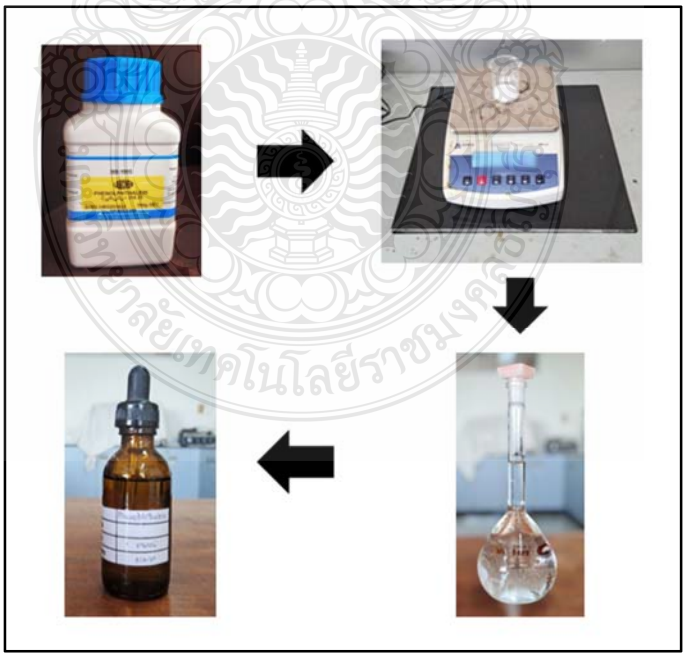
(9) แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$)

ตักแบ่งแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้

ภาพที่ 4.88 แสดงการเตรียมแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$)

(20) ฟีนอล์ฟธาลีน

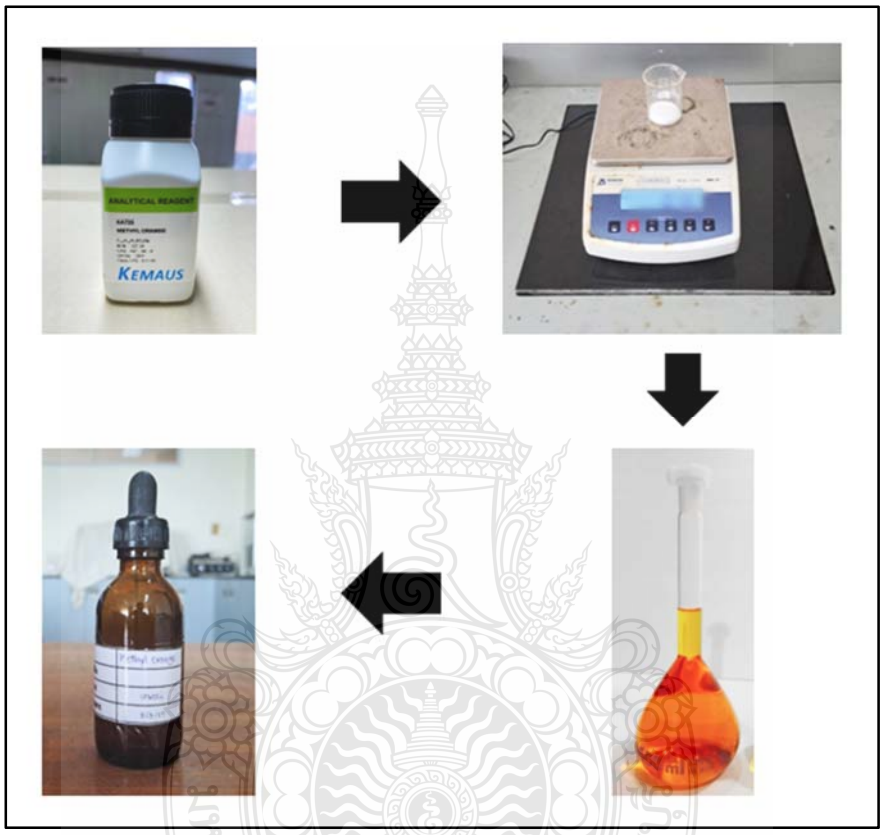
ชั่งฟีนอล์ฟธาลีน 1 g ละลายในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 % ปริมาตร 60 ml และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.89 แสดงการเตรียมฟีนอล์ฟธาลีน

(21) เมทิลออเรนจ์

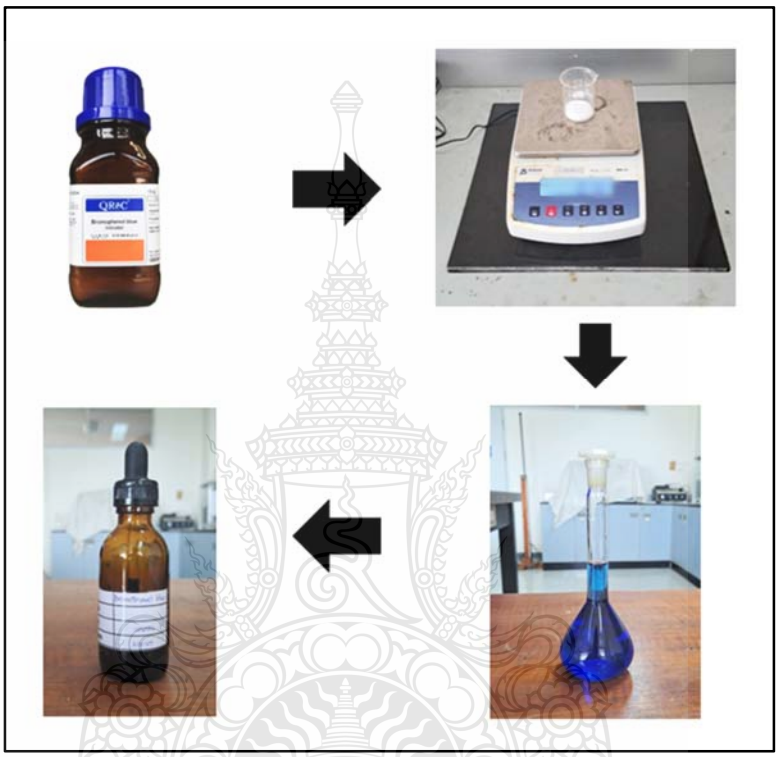
ชั่งเมทิลออเรนจ์ 0.1 g ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.90 แสดงการเตรียมเมทิลออเรนจ์

(22) บรอมไธมอลบลู

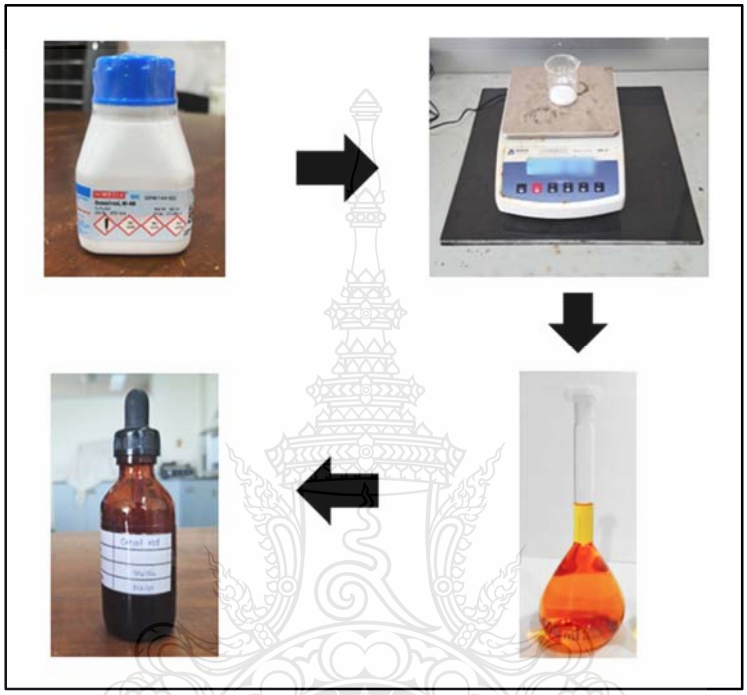
ชั่งบรอมไธมอลบลู 0.1 g ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 M จำนวน 1.6 ml และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.91 แสดงการเตรียมบรอมไธมอลบลู

9.1.23) ครีซอลเรด

ชั่งครีซอลเรด 0.1 g ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 M จำนวน 2.6 ml และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 200 ml จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.92 แสดงการเตรียมครีซอลเรด

9.2) การจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

9.2.1) ตอนที่ 1

(1) ใส่สารละลาย 1 M ของกรดไฮโดรคลอริก (HCl) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) กรดอะซีติก (CH_3COOH) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) น้ำกลั่น และสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.001 M ในหลอดทดลองหลอดละ 3 ml และจัดวางไว้ในที่วางหลอดทดลอง ทั้งหมด 5 ชุด พร้อมเขียนฉลากในแต่ละหลอดทดลองและที่วางหลอดทดลองให้ชัดเจน โดยในแต่ละที่วางหลอดทดลอง ให้เขียนฉลากที่วางหลอดทดลองเป็นการนำไฟฟ้า ฟีนอฟล์ธาลีน เมธิลออเรนท์ บรอมไธมอลบลู และครีซอลเรด จัดวางบริเวณ

จุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการพร้อมกับเครื่องวัดการนำไฟฟ้า สำหรับให้นักศึกษาตรวจสอบการนำไฟฟ้า สังเกตการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ฟีนอฟล์ธาลีน เมธิลออเรนท์ บรอมไธมอลบลู และครีซอลเรด

ภาพที่ 4.93 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับการทดสอบตรวจสอบการนำไฟฟ้า และการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง สมบัติกรด เบส และเกลือ

(2) ใส่สารละลาย 1 M ของกรดไฮโดรคลอริก (HCl) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) กรดอะซีติก (CH_3COOH) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) น้ำกลั่น และสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.001 M ไว้ในขวดหยดสาร เขียนฉลากบอกให้ชัดเจน จัดวางพร้อมกับกระจกนาฬิกาที่วางกระดาษพีเอช กระดาษลิตมัสสีแดงและน้ำเงิน วางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ สำหรับให้นักศึกษาหยดแต่ละสารละลายแล้วสังเกตการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์

9.2.2) ตอนที่ 2

สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) 1 M ใส่ไว้ในขวดหยดสาร เขียนฉลากบอกให้ชัดเจน วางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

9.2.3) ตอนที่ 3

(1) แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) พร้อมช้อนตักสาร วางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

(2) สารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 3 M และฟีนอล์ฟธาลีนใส่ไว้ในขวดหยดสาร เขียนฉลากบอกให้ชัดเจน วางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

ภาพที่ 4.94 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี การทดลองตอนที่ 1-3 สำหรับบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง สมบัติกรด เบสและเกลือ

9.3) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

ในการเตรียมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 3 โมลาร์ (3 M HCl) ผู้ปฏิบัติงานควรเตรียมสารละลายในตู้ดูดควัน และห้ามเทน้ำลงกรด

10) ปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง การไทเทรตระหว่างกรดเบส

10.1) การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

ตารางที่ 4. 23 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง การไทเทรตระหว่างกรดเบส

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	ขนาด	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	หมายเหตุ
1	เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 2 ตำแหน่ง	-	-	นักศึกษาใช้ร่วมกันทั้งห้อง

ตารางที่ 4. 24 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง การไทเทรตระหว่างกรดเบส (ต่อ)

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	ขนาด	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	หมายเหตุ
2	บิวเรต	50 ml	1	-
3	ขาตั้งและที่ยึดบิวเรต	-	1	-
4	ปิเปต	10 ml	-	ผู้ปฏิบัติงานจัดเตรียมไว้ที่โต๊ะปฏิบัติการ สำหรับให้นักศึกษาปิเปตสาร จำนวน 6 อัน
5	ลูกยาง	-	-	ผู้ปฏิบัติงานจัดเตรียมไว้ที่โต๊ะปฏิบัติการ สำหรับให้นักศึกษาปิเปตสาร จำนวน 6 อัน
6	บีกเกอร์	250 ml	1	-

ตารางที่ 4.25 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง การไทเทรตระหว่างกรดเบส

ลำดับ	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	จำนวนที่เตรียม
1	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	-	0.2 g	20 g
2	กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)	0.01 M	20 ml	1000 ml
3	กรดอะซีติก (CH_3COOH)	0.01 M	20 ml	1000 ml
4	กรดไฮโดรคลอริก (HCl)	0.05 M	20 ml	1000 ml
5	ฟีนอล์ฟธาลีน		5 ml	100 ml

10.1.1) วิธีการเตรียมสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง การไทเทรตระหว่างกรดเบส

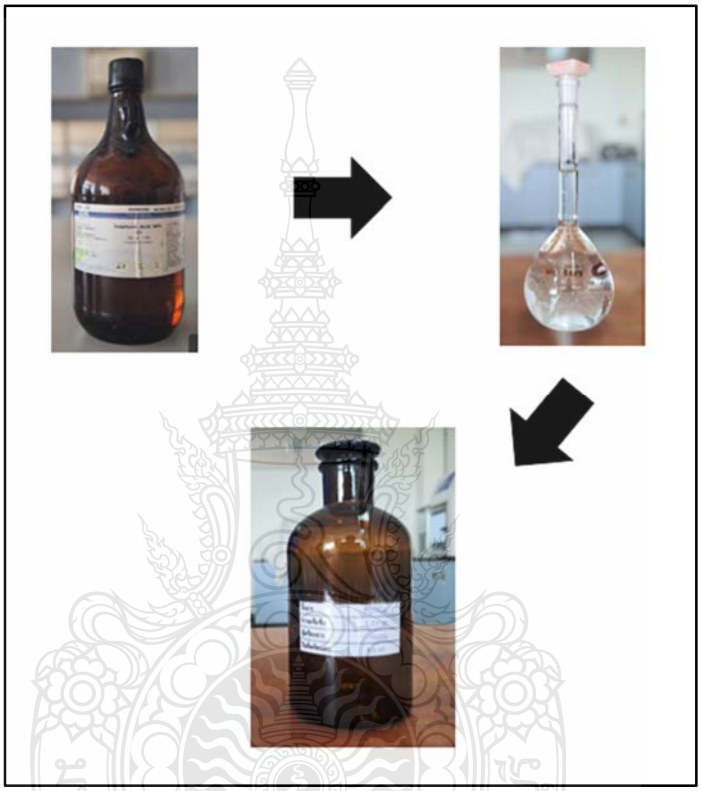
(1) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

ตักแบ่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ใส่กระปุกแบ่งสารขนาดเล็ก พร้อมติดฉลากไว้

ภาพที่ 4.95 แสดงการเตรียมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

(2) กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

เจือจางจากกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) 3 M เป็น 0.01 M โดยปิเปต 3 M H_2SO_4 มา 3.33 ml ในตู้ดูดควัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 1000 ml ด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.96 แสดงการเตรียมกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

(3) กรดอะซีติก (CH_3COOH) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

ตวงกรดอะซีติก (Conc. CH_3COOH) จำนวน 2.94 ml ในตู้ดูดควัน ค่อย ๆ เทลงในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1000 ml ในขวดปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด

ภาพที่ 4.97 แสดงการเตรียมกรดอะซีติก (CH_3COOH) ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

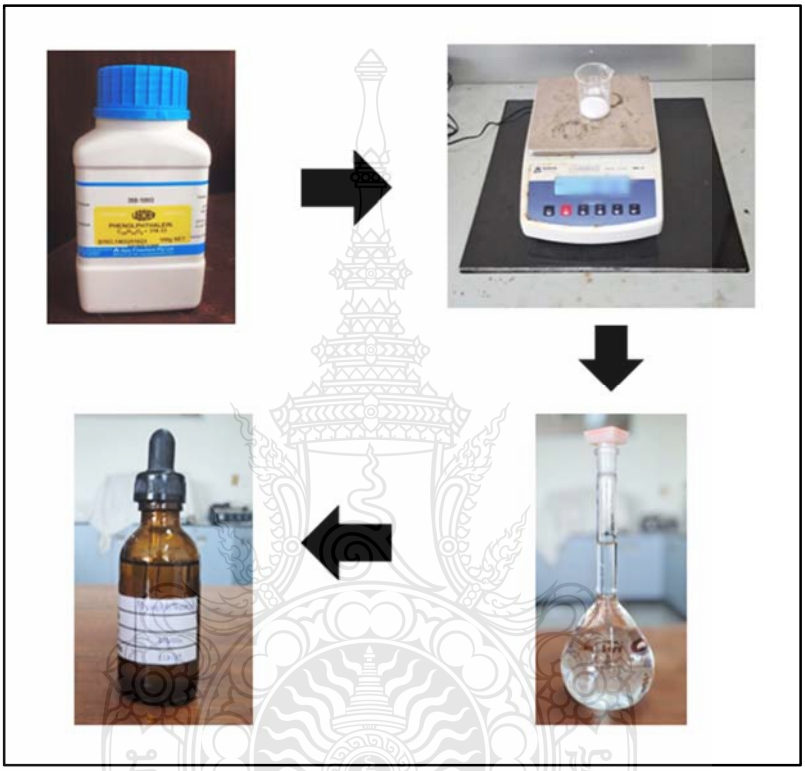
(4) กรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์

ตวงกรดไฮโดรคลอริก (Conc. HCl) จำนวน 4.17 ml ในตู้ดูดควัน ค่อย ๆ เทลงในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1000 ml ในขวดปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด

ภาพที่ 4.98 แสดงการเตรียมกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์

(5) ฟีนอล์ฟธาลีน

ชั่งฟีนอล์ฟธาลีน 1 g ละลายในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 % ปริมาตร 60 ml และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.99 แสดงการเตรียมฟีนอล์ฟธาลีน

10.2) การจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

10.2.1) โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) วางที่ข้างเครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง ติดฉลากบอกน้ำหนักโมเลกุล วางพร้อมช้อนตักสาร

10.2.2) สารละลายกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) 0.01 M ใส่บีกเกอร์ เขียนฉลากบอกชัดเจน วางพร้อมปิเปตและลูกยาง จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

10.2.3) สารละลายตัวอย่างกรดอะซีติก (CH_3COOH) 0.01 M และสารละลายตัวอย่างกรดไฮโดรคลอริก (HCl) 0.05 M ใส่บีกเกอร์ เขียนฉลากโดยไม่ต้องระบุความเข้มข้น วางพร้อมปิเปตและลูกยาง จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

10.2.4) ฟีนอล์ฟธาลีน ใส่ไว้ในขวดหยดสาร เขียนฉลากบอกให้ชัดเจนวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

ภาพที่ 4.100 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง การไทเทรตระหว่างกรดเบส

10.3) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

10.3.1) ในการเตรียมสารละลายของกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) 0.01 M กรดอะซีติก (CH_3COOH) 0.01 M และกรดไฮโดรคลอริก 0.05 โมลาร์ (0.05 M HCl) ผู้ปฏิบัติงานควรเตรียมสารละลายในตู้ดูดควัน และห้ามเทน้ำลงกรด

10.3.2) เมื่อนักศึกษาใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่แบ่งใส่กระปุกไว้ ผู้ปฏิบัติงานควรแจ้งให้นักศึกษาปิดฝากระปุกสารเคมีหลังจากใช้งานเสร็จแล้ว เพื่อไม่ให้สารเคมีเกิดความชื้น

11) ปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

11.1) การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

ตารางที่ 4.26 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	ขนาด	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	หมายเหตุ
1	โวลต์มิเตอร์ พร้อมสายไฟ	-	1	-
2	แบตเตอรี่	9 โวลต์	1	-
3	บีกเกอร์	50 ml	3	-
4	แผ่นโลหะทองแดง	-	1	
5	แผ่นโลหะสังกะสี	-	1	
6	ตะปูเหล็ก	-	1	
7	ดินสอ	-	2	
8	กระดาษทราย	-	1	

ตารางที่ 4.27 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับบทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี (ต่อ)

ลำดับ	รายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	ขนาด	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	หมายเหตุ
9	สายไฟปากคีบสีดำ และสีแดง	-	1	
10	กระดาษกรอง	ตัดเป็นชิ้นยาว 1 x 15 cm	3	สำหรับใช้เป็นสะพานไอออน
11	จานเพาะเชื้อ	-	1	-
12	ปากคีบสแตนเลส	-	-	ผู้ปฏิบัติงานจัดเตรียมไว้ที่โต๊ะปฏิบัติการ วางพร้อมกับกระดาษกรอง (ใช้เป็นสะพานไอออน) ที่โต๊ะปฏิบัติการ

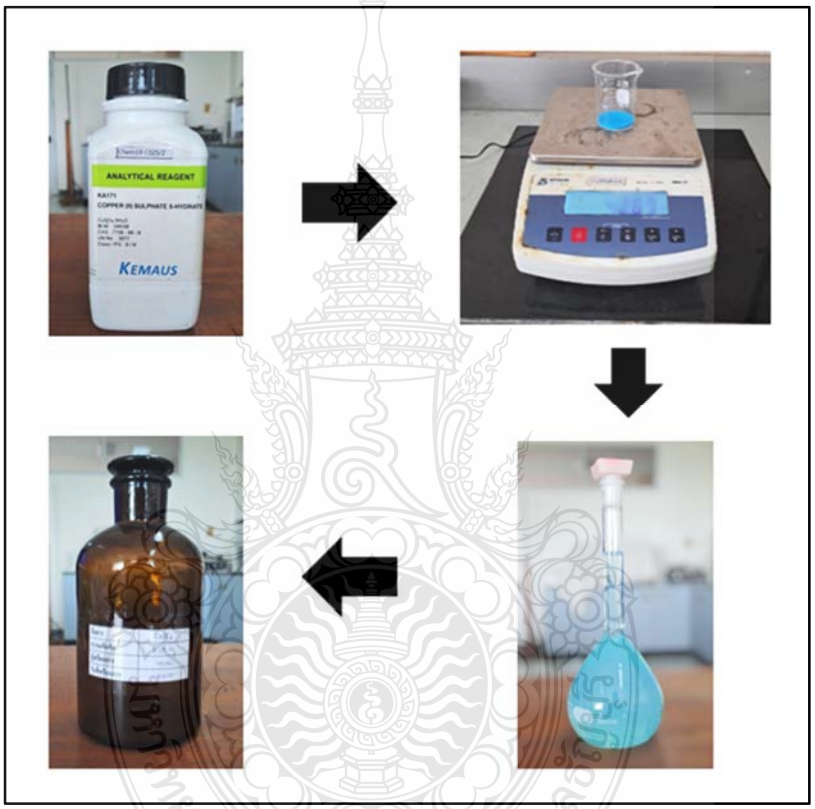
ตารางที่ 4.28 แสดงรายการสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

ลำดับ	รายการสารเคมี	ความเข้มข้น	จำนวน (ต่อกลุ่ม)	จำนวนที่เตรียม
1	คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$)	0.25 M	20 ml	500 ml
2	ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$)	0.25 M	20 ml	500 ml
3	เฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4$)	0.25 M	20 ml	500 ml
4	โพแทสเซียมไอโอไดด์ในน้ำแป้ง (1% KI ในน้ำแป้ง)	1 %	5 ml	100 ml
5	โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3)	0.25 M	ใช้จุ่มสะพานไอออน	200 ml
6	ฟีนอล์ฟธาลีน		5 ml	100 ml

11.1.1) วิธีการเตรียมสารเคมี

(1) คอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$) ความเข้มข้น 0.25 โมลาร์

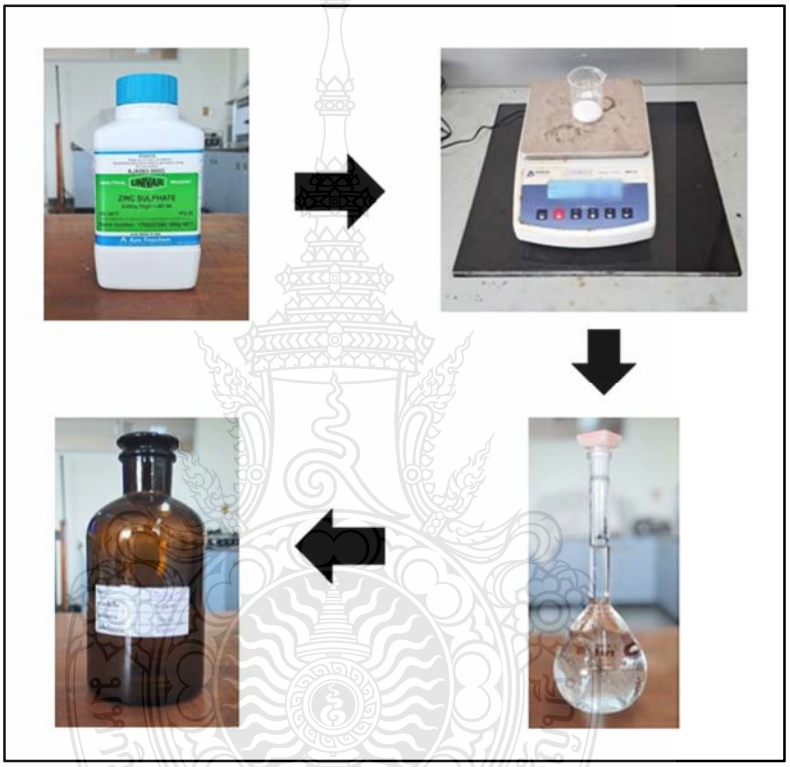
ชั่งคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$) 31.25 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 500 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.101 แสดงการเตรียมคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$) ความเข้มข้น 0.25 โมลาร์

(2) ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$) ความเข้มข้น 0.25 โมลาร์

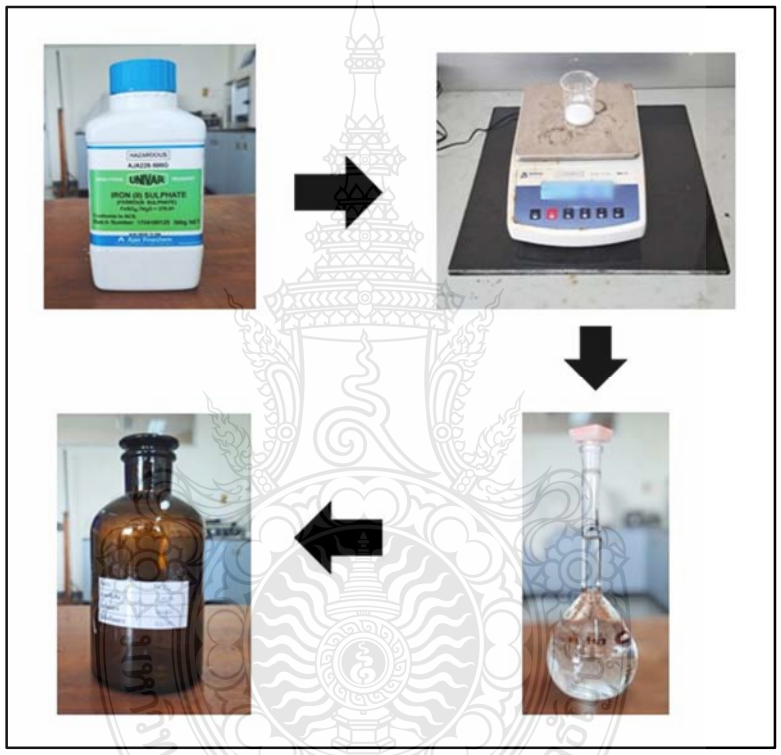
ชั่งซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$) 36.00 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 500 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.102 แสดงการเตรียมซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$) ความเข้มข้น 0.25 โมลาร์

(3) เฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4$) ความเข้มข้น 0.25 โมลาร์

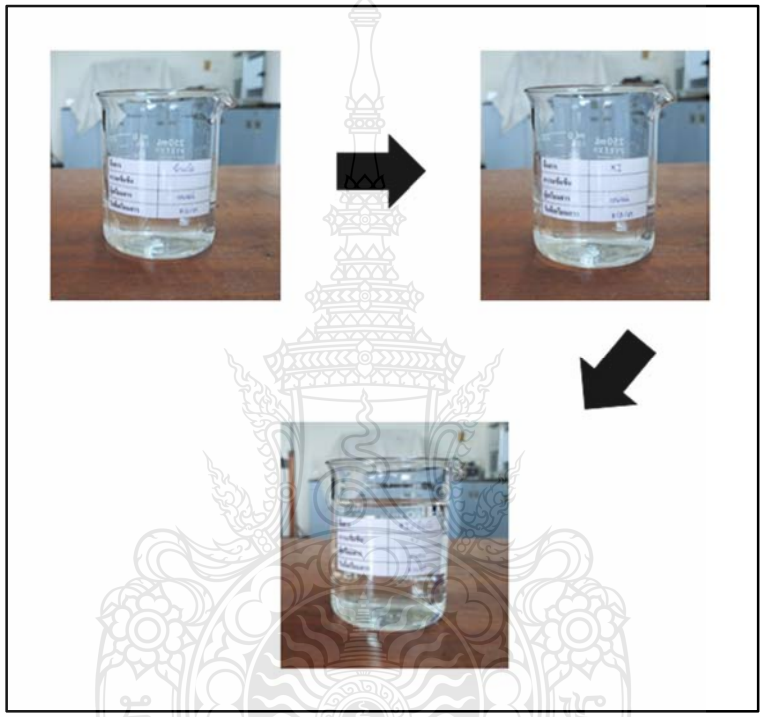
ชั่งเฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4$) 34.75 g ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนครบ 500 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมีและเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.103 แสดงการเตรียมเฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4$) ความเข้มข้น 0.25 โมลาร์

(4) โพแทสเซียมไอโอไดด์ในน้ำแป้ง (1% KI ในน้ำแป้ง) 1%

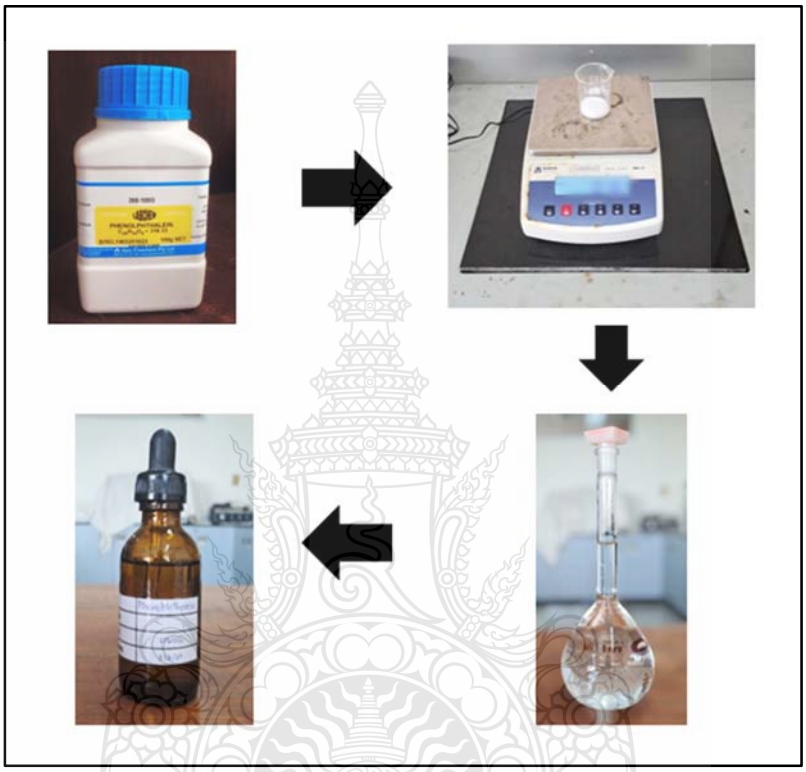
ละลายแป้ง 0.25 g ในน้ำเดือด ทิ้งไว้ให้เย็น เตรียมโพแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 0.5 g ในน้ำกลั่น นำสารละลายทั้งสองตัวผสมกัน ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 200 ml และเขียนฉลากติดข้างบีกเกอร์



ภาพที่ 4.104 แสดงการเตรียมโพแทสเซียมไอโอไดด์ในน้ำแป้ง (1% KI ในน้ำแป้ง) 1%

(5) ฟีนอล์ฟธาลีน

ชั่งฟีนอล์ฟธาลีน 1 g ละลายในเอทิลแอลกอฮอล์ 95 % ปริมาตร 60 ml และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 ml ในขวดปรับปริมาตร จากนั้นเทลงขวดเก็บสารเคมี และเขียนฉลากติดข้างขวด



ภาพที่ 4.105 แสดงการเตรียมฟีนอล์ฟธาลีน

11.2) การจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

11.2.1) โวลต์มิเตอร์ พร้อมสายไฟ จัดใส่ตะกร้าวางไว้ในห้องปฏิบัติกลาง ST 1-604 สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติมกับผู้ปฏิบัติงาน โดยให้นักศึกษาเบิกกลุ่มละ 1 ชุด

11.2.2) จัดชุดการทดลอง โดยจัดอุปกรณ์ใส่ไว้บีกเกอร์ 50 ml ทั้งหมด 3 ใบ โดย

บีกเกอร์ที่ 1 ใส่แบตเตอรี่ 9 โวลต์

บีกเกอร์ที่ 2 ใส่แผ่นโลหะทองแดง แผ่นโลหะสังกะสี ตะปูเหล็ก ดินสอ และกระดาษทราย

บีกเกอร์ที่ 3 ใส่สายไฟปากคีบสีดำและสีแดง

นำบีกเกอร์ 50 ml ที่ใส่อุปกรณ์ทั้ง 3 ใบ วางบนจานเพาะเชื้อ จัดใส่ตะกร้าวางไว้ในห้องปฏิบัติกลาง ST 1-604 สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติมกับผู้ปฏิบัติงาน โดยให้นักศึกษาเบิกกลุ่มละ 1 ชุด

11.2.3) สารละลายคอปเปอร์ (II) ซัลเฟต ($CuSO_4$) 0.25 M สารละลายซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4$) 0.25 M และสารละลายเฟอร์ริกซัลเฟต ($FeSO_4$) 0.25 M ใส่ขวดสีชาเขียนฉลากบอกชัดเจน วางพร้อมบีกเกอร์สำหรับถ่ายโอนสาร จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

11.2.4) สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ในน้ำแป้ง (1% KI ในน้ำแป้ง) 1% ใส่บีกเกอร์ วางพร้อมหลอดหยด เขียนฉลากบอกชัดเจน จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

11.2.5) สารละลายโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) 0.25 M ใส่บีกเกอร์ เขียนฉลากบอกชัดเจน จัดวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการใกล้กับกระดาษกรอง (ใช้เป็นสะพานไอออน) พร้อมกับปากคีบสแตนเลส

11.2.6) ฟีนอล์ฟธาลีน ใส่ไว้ในขวดหยดสาร เขียนฉลากบอกให้ชัดเจนวางบริเวณจุดวางสารที่โต๊ะปฏิบัติการ

ภาพที่ 4.106 แสดงชุดการทดลอง สำหรับให้นักศึกษามาเบิกเพิ่มเติม สำหรับบทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

ภาพที่ 4.107 แสดงการจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับบทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง ไฟฟ้าเคมี

11.3) ข้อควรระวังในการทำปฏิบัติการ

ในการเตรียมสารละลายเฟอร์ริกซัลเฟต ($FeSO_4$) 0.25 M ผู้ปฏิบัติงานควรหยดกรดไนตริก (HNO_3) ลงในสารละลายเล็กน้อย เพื่อเป็นการรักษาสภาพของสารละลาย

ข้อพึงระวัง

1) ขณะปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานต้องสวมเสื้อกาวน์ สวมถุงมือ ผ้าปิดปาก ขณะเตรียมสารเคมี

2) สารละลายที่เตรียมแล้วมีการจัดเก็บไม่เหมือนกัน ควรศึกษาวิธีการจัดเก็บสารละลายที่ถูกต้อง สารละลายส่วนกลางที่เป็นกรด ควรวางไว้ในตู้ดูดควันเท่านั้น และควรเตรียมอุปกรณ์และเครื่องแก้วที่ต้องใช้ร่วมกันไว้ด้วย เช่น บีกเกอร์ หลอดหยด

3) หากสารเคมีที่เตรียมไว้ไม่เพียงพอ เนื่องจากนักศึกษาทำการทดลองผิด หรือใช้สารมากกว่าปริมาณที่ระบุในคู่มือปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องคำนวณปริมาณสารที่ต้องเตรียมมากขึ้นกว่าเดิมของปริมาณสารที่ต้องใช้ในคู่มือปฏิบัติการ และวางแผนการในการเตรียมแต่ละปฏิบัติการก่อนเปิดภาคเรียน เพื่อให้ทราบถึงปริมาณสารเคมีที่ต้องใช้ หากไม่เพียงพอต้องแจ้งอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาทราบ เพื่อขออนุมัติสั่งซื้อสารเคมี

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบปฏิบัติการ

ผู้ปฏิบัติงานทำการทดลองตามบทปฏิบัติการ เพื่อดูประสิทธิภาพของสารเคมีที่เตรียมว่าใช้งานได้หรือไม่ หรือมีการเตรียมที่ถูกต้องหรือไม่ ถ้าตรวจสอบแล้วได้ผลการทดลองไม่เป็นไปตามทฤษฎีให้ย้อนกลับไปที่ขั้นตอนที่ 2 โดยปรึกษาอาจารย์ผู้รับผิดชอบเพื่อทำการแก้ไข หรือหากได้ผลตามทฤษฎีแล้ว ก็สามารถจัดวางวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีสำหรับให้นักศึกษาพร้อมเข้าเรียนปฏิบัติการ

ข้อพึงระวัง

หากผลการทดลองไม่เป็นไปตามทฤษฎี เนื่องจากเกิดการเสื่อมสภาพของสารเคมีควรสั่งซื้อสารที่มีขนาดบรรจุภัณฑ์ปริมาณน้อยแทนการสั่งซื้อสารที่มีขนาดบรรจุภัณฑ์ปริมาณมาก เพราะสารเคมีบางชนิดเกิดการเสื่อมสภาพได้ง่ายหลังจากเปิดใช้

ขั้นตอนที่ 6 ควบคุมและดูแลการทดลองของนักศึกษา

ผู้ปฏิบัติงานช่วยสนับสนุนการเรียนการสอนบทปฏิบัติการขณะที่มีการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการ โดยควบคุม ดูแล และระวังในการใช้สารเคมีในแต่ละบทปฏิบัติการ รวมถึงช่วยในการอำนวยความสะดวกในการเติมสารเคมี หยิบวัสดุ อุปกรณ์ กรณีที่จัดวางไว้แล้วไม่เพียงพอ

ข้อพึงระวัง

1) ผู้ปฏิบัติงานจัดวางเครื่องมือ อุปกรณ์สารเคมีสำหรับการเรียนการสอนปฏิบัติการไม่ครบ ควรทำทวนสอบการจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมีที่จัดเตรียมเรียบร้อยแล้วกับบทปฏิบัติการ

2) การวางสารเคมีส่วนกลางหากเป็นของแข็งเตรียมช้อนตักสารวางไว้ร่วมด้วย หากเป็นของเหลววางกระบอกตวงและบีกเกอร์ไว้ร่วมด้วย โดยเลือกขนาดที่เหมาะสมกับปริมาณที่ใช้

3) นักศึกษาขาดความรู้ ความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์และเครื่องมือ ผู้ปฏิบัติงานให้นักศึกษา ศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือเบื้องต้นอย่างเข้าใจก่อนการใช้งาน หากยังไม่เข้าใจให้ถามอาจารย์หรือผู้ปฏิบัติงาน

4) นักศึกษาขาดระมัดระวังในการใช้สารเคมี ควรให้นักศึกษาศึกษาทำความเข้าใจเรื่องอันตราย และความปลอดภัยจากการใช้สารเคมีให้มากขึ้น

ขั้นตอนที่ 7 จัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

หลังจากเสร็จสิ้นการเรียนการสอนแต่ละบทปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานทำความสะอาดวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และจัดเก็บเข้าตู้ปฏิบัติการตามเดิมให้เรียบร้อย รวมทั้งดูแลทำความสะอาดพื้นที่ที่ใช้ในการเรียนการสอน สำหรับสารเคมีที่เหลือจากการทดลอง กรณีที่สามารถนำไปใช้ต่อได้ให้ทำการจัดเก็บเพื่อใช้งานในบทปฏิบัติการอื่นที่เกี่ยวข้อง นอกจากนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องตรวจสอบการคืนตะกร้าอุปกรณ์และเครื่องแก้วของนักศึกษา โดยให้ตัวแทนกลุ่มตรวจสอบจำนวนอุปกรณ์ในตะกร้าว่ามีครบตามจำนวนที่ยืมมาหรือไม่ ก่อนลงลายมือชื่อการคืนเครื่องแก้วและอุปกรณ์ตามแบบฟอร์มใบสำคัญยืม-คืนอุปกรณ์ (แสดงได้ดังภาพที่ 4.107 หน้าที่ 179) เมื่อผู้ปฏิบัติงานได้ตรวจสอบจำนวนเครื่องแก้วและอุปกรณ์เป็นที่เรียบร้อยแล้วและครบตามจำนวน จึงให้ตัวแทนกลุ่มยกตะกร้าอุปกรณ์ไปเก็บที่ชั้นวาง

ข้อพึงระวัง

1) ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์และห้องเรียนหลังการใช้งานหลังการเรียนปฏิบัติการทุกครั้ง ควรตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์และห้องเรียนหลังการใช้งานเพื่อให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน หากพบการชำรุดเสียหายควรมีการแจ้งซ่อมในทันที

2) เมื่อนักศึกษานำวัสดุ อุปกรณ์มาคืน ควรตรวจสอบความเรียบร้อยและครบตามจำนวนตามใบยืม - คืน อุปกรณ์ของห้องปฏิบัติการ

3) การล้างเครื่องแก้ว ไม่ควรใช้แปรงถูแรงเกินไป เนื่องจากก้านแปรงเป็นโลหะ เมื่อไปกระทบกับแก้วอาจทำให้แตกและเกิดอันตรายได้ และในขั้นตอนสุดท้ายควรล้างด้วยน้ำกลั่นอีก 1-2 ครั้ง

ใบยืม – คืน อุปกรณ์ รายวิชาปฏิบัติการเคมี 1

กลุ่มที่.....

ผู้เบิก ..... วันที่.....

ผู้คืน ..... วันที่.....

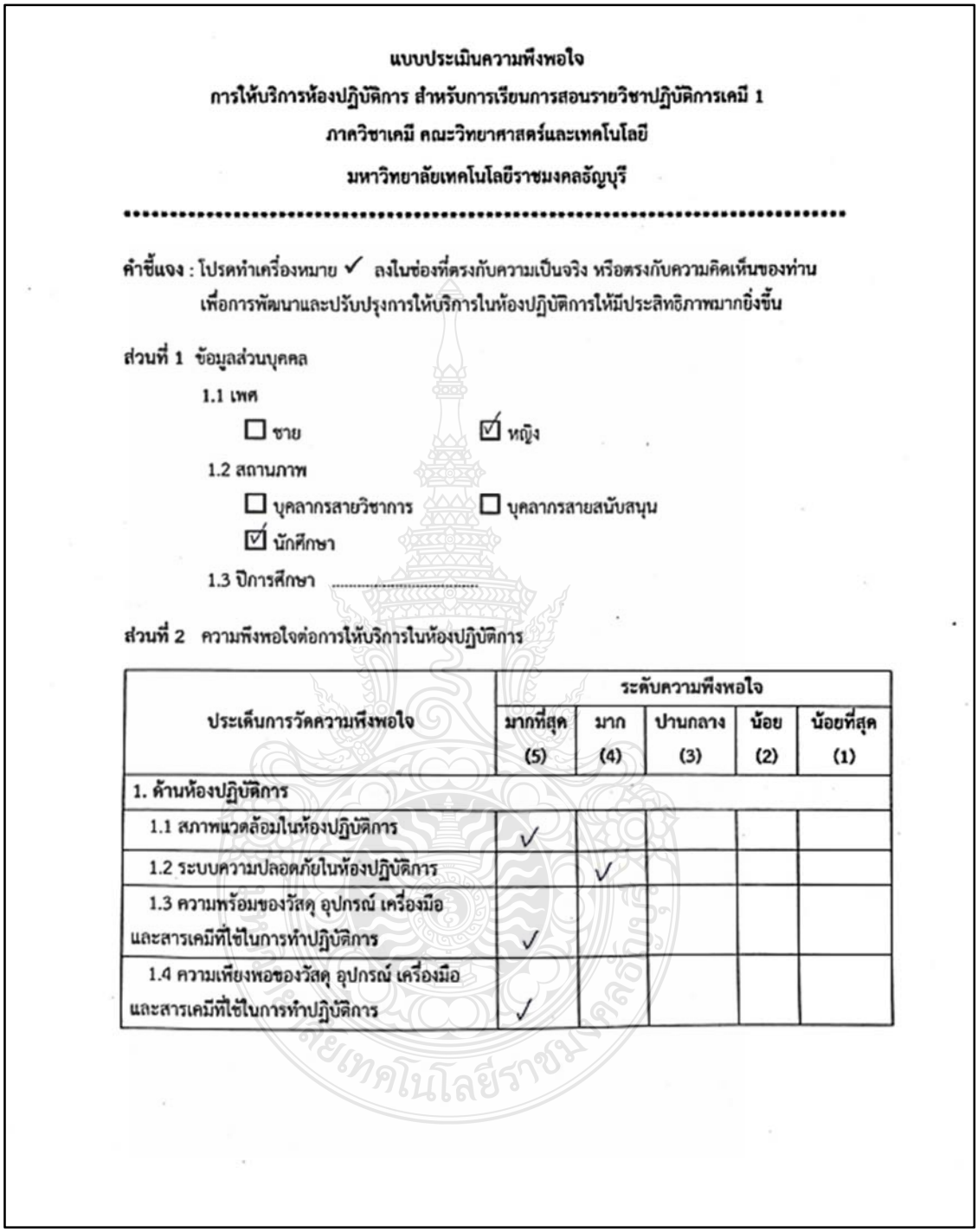
ลำดับที่	รายการ	ขนาด	จำนวน	การส่งคืน	
				ครบ	ไม่ครบ
1	บีกเกอร์	100 ml	2		
2	ขวดรูปชมพู่	250 ml	2		
3	หลอดทดลองขนาดกลาง	16x150 mm	10		
4	หลอดทดลองขนาดเล็ก	13x100 mm	10		
5	ที่วางหลอดทดลอง		1		
6	แท่งแก้วคนสาร		1		
8	กระบอกตวง	10 ml	1		
9	ขวดน้ำกลั่น		1		
10	กระจกนาฬิกา		1		
11	ช้อนตักสาร		1		
12	กรวยกรอง		1		
13	หลอดหยด		1		

ผู้รับคืน ..... วันที่.....

ภาพที่ 4.108 แสดงตัวอย่างใบสำคัญยืม-คืนอุปกรณ์

4.3 วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน

การติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานเป็นกลไกและเครื่องมือที่สำคัญในการปรับปรุงและพัฒนางานให้บรรลุเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้ปฏิบัติงานได้มีการติดตามการประเมินผลการปฏิบัติงาน โดยแบบประเมินความพึงพอใจต่อการให้บริการห้องปฏิบัติการ สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 หลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนทุกภาคการศึกษาที่ 1 เพื่อนำความพึงพอใจมาพัฒนาและปรับปรุงการให้บริการในห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยได้จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้บริการในห้องปฏิบัติการ (แสดงได้ดังภาพที่ 4.108 หน้าที่ 181-182)



แบบประเมินความพึงพอใจ

การให้บริการห้องปฏิบัติการ สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเป็นจริง หรือตรงกับความคิดเห็นของท่าน เพื่อการพัฒนาและปรับปรุงการให้บริการในห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

1.1 เพศ

☐ ชาย ☑ หญิง

1.2 สถานภาพ

☐ บุคลากรสายวิชาการ ☐ บุคลากรสายสนับสนุน

☑ นักศึกษา

1.3 ปีการศึกษา .....

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อการให้บริการในห้องปฏิบัติการ

ประเด็นการวัดความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1. ด้านห้องปฏิบัติการ					
1.1 สภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ	✓				
1.2 ระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ		✓			
1.3 ความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการทำปฏิบัติการ	✓				
1.4 ความเพียงพอของวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีที่ใช้ในการทำปฏิบัติการ	✓				

ภาพที่ 4.109 แสดงแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้บริการห้องปฏิบัติการ

ส่วนที่ 2 ความพึงพอใจต่อการให้บริการในห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

ประเด็นการวัดความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
2 .ด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ					
2.1 เจ้าหน้าที่เอาใจใส่ในการบริการ	✓				
2.2 เจ้าหน้าที่พูดจาสุภาพ ยิ้มแย้มแจ่มใส		✓			
2.3 เจ้าหน้าที่แต่งกายสุภาพ เหมาะสมกับการทำงาน	✓				
2.4 เจ้าหน้าที่มีความรู้และสามารถให้คำแนะนำได้อย่างถูกต้อง	✓				
2.5 เจ้าหน้ามีไหวพริบและสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้	✓				

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

3.1 สิ่งที่ควรปรับปรุง

-

.....

.....

.....

3.2 ข้อเสนอแนะ

-

.....

.....

.....

********** ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ **********

ภาพที่ 4.108 แสดงแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้บริการห้องปฏิบัติการ (ต่อ)

บทที่ 5

ปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไขและพัฒนางาน

ในการเขียนคู่มือการปฏิบัติงานเล่มนี้ ผู้เขียนได้รวบรวมมาจากประสบการณ์ในการทำงานของผู้เขียนเพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้รวบรวมปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไขและข้อเสนอแนะจากการปฏิบัติงานจริง โดยสรุปไว้ดังนี้

5.1 ปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน

ตารางที่ 5. 1 แสดงปัญหาอุปสรรค และแนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน
1. ตรวจสอบรายการวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี	- อุปกรณ์สำหรับทำปฏิบัติการชำรุด เสียหาย และไม่สามารถซ่อมแซมได้ทันเวลา ทำให้นักศึกษาไม่สามารถทำปฏิบัติการได้พร้อมกัน	- ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการยืมอุปกรณ์ในรายวิชาปฏิบัติการอื่นที่ใช้อุปกรณ์เดียวกันมาใช้ปฏิบัติงานก่อน - ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการเสนอซ่อมอุปกรณ์หรือจัดซื้อเพิ่มเติม
2. การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี	- วัสดุ อุปกรณ์หรือเครื่องมือไม่เพียงพอต่อความต้องการของนักศึกษา เนื่องจากจำนวนนักศึกษาเพิ่มขึ้น	- ผู้ปฏิบัติงานทำการแบ่งนักศึกษาต่อกลุ่มในจำนวนมากขึ้น เช่น จาก 2 คนต่อกลุ่มเป็น 3 คนต่อกลุ่ม หรือจัดให้มีการสาธิตการทำปฏิบัติการเพื่อให้นักศึกษามีวัสดุ อุปกรณ์หรือเครื่องมือเพียงพอในการทำปฏิบัติการ

ตารางที่ 5.1 แสดงปัญหาอุปสรรค และแนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน
2. การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี (ต่อ)	- อาจารย์ต้องการให้เตรียมเครื่องมือ สารเคมี วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยไม่มีการแจ้งล่วงหน้า ทำให้ไม่สามารถเตรียมเครื่องมือ สารเคมี วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของแต่ละบทปฏิบัติการนั้น ๆ ให้ทันเวลาได้	- ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการประสานงานอาจารย์ล่วงหน้าก่อน 3 วัน โดยแจ้งรายละเอียดของแต่ละบทปฏิบัติการนั้น ๆ หากมีการเปลี่ยนแปลงวันสอนก่อนมีบทปฏิบัติการอย่างน้อย 1 สัปดาห์
	- สารเคมีที่เตรียมไว้ไม่เพียงพอ เนื่องจากนักศึกษาทำการทดลองผิด หรือใช้สารเคมีมากกว่าปริมาณที่ระบุในคู่มือปฏิบัติการ	- ผู้ปฏิบัติงานต้องคำนวณปริมาณสารที่ต้องเตรียมมากขึ้นกว่าเดิมของปริมาณสารที่ต้องใช้ในคู่มือปฏิบัติการ เพื่อให้เพียงพอต่อการทดลอง
3. ควบคุมและดูแลการทดลองของนักศึกษา	- นักศึกษาทำอุปกรณ์เครื่องแก้วต่าง ๆ แตก ชำรุด เสียหาย ระหว่างทำปฏิบัติการ ทำให้นักศึกษามีอุปกรณ์เครื่องแก้วไม่เพียงพอในการทำปฏิบัติการ	- ภาควิชาเคมีควรออกกฎระเบียบหรือข้อควรปฏิบัติให้เป็นที่ทราบโดยทั่วกัน ในกรณีอุปกรณ์เครื่องแก้วแตกชำรุดเสียหาย นักศึกษาต้องรับผิดชอบโดยชำระเป็นเงินสด เพื่อเป็นการเพิ่มความรอบคอบและระมัดระวังในการใช้งานของนักศึกษา - หากในระหว่างชั่วโมงการเรียนนักศึกษาได้ทำอุปกรณ์แตกเสียหาย ผู้ปฏิบัติงานควรเบิกอุปกรณ์ไว้สำรองเพื่อจะได้มีสำหรับปฏิบัติเพียงพอระหว่างชั่วโมงการเรียน

ตารางที่ 5.1 แสดงปัญหาอุปสรรค และแนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน
4. จัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมี	- นักศึกษาคืนวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องแก้วไม่ตรงตามกำหนด หรือไม่ครบจำนวน ทำให้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องแก้วไม่เพียงพอต่อการใช้งาน	- ผู้ปฏิบัติงานจัดทำแบบฟอร์มการเบิก-จ่าย เพื่อให้นักศึกษาตรวจสอบวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องแก้วในการยืม หากในกรณีที่นักศึกษาคืนวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องแก้วไม่ตรงตามกำหนด หรือแตก ชำรุดเสียหาย นักศึกษาต้องรับผิดชอบค่าวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องแก้ว

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 หน่วยงานควรมีการจัดตั้งงบประมาณในการจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ ให้เพียงพอ โดยต้องประมาณการจากการรวบรวมข้อมูลรายละเอียดวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ที่ชำรุดเสียหาย

5.2.2 ผู้ปฏิบัติงานควรมีการจัดทำการประเมินความเสี่ยงของแต่ละปฏิบัติการ เพื่อที่จะได้ทราบสาเหตุของปัญหาที่อาจเกิดขึ้น ระดับความรุนแรง และแนวทางการแก้ไขปัญหานั้นได้อย่างทันท่วงทีและมีประสิทธิภาพ

5.2.3 ผู้ปฏิบัติงานควรนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการตรวจสอบจำนวนวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีต่าง ๆ ในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 เช่น การใช้ระบบคิวอาร์โค้ดในการสำรวจจำนวนวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีที่คงเหลือในรายวิชาปฏิบัติการเคมี 1 เพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการปฏิบัติงาน

บรรณานุกรม

[1] ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566, *หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีประยุกต์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ออนไลน์)*, แหล่งที่มา : https://chem.rmutt.ac.th/?page_id=2770 (1 มีนาคม 2567).

[2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2565, *ประวัติและความเป็นมาของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ออนไลน์)*, แหล่งที่มา : https://www.sci.rmutt.ac.th/sci-history/ (15 พฤษภาคม 2566).

[3] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2565, *นโยบายและวิสัยทัศน์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ออนไลน์)*, แหล่งที่มา : https://www.sci.rmutt.ac.th/sci-vision/ (15 พฤษภาคม 2566).

[4] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2565, *โครงสร้างการบริหารงานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ออนไลน์)*, แหล่งที่มา : https://www.sci.rmutt.ac.th/sci-structure/ (15 พฤษภาคม 2566).

[5] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2565, *โครงสร้างคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ออนไลน์)*, แหล่งที่มา : https://www.sci.rmutt.ac.th/personnel/ (15 พฤษภาคม 2566).

[6] ยุพิน ฤทธิ์อ่อน, *"คู่มือการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมี"*, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, 2562.

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

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

[9] สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2562, *ฐานความรู้เรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมี. (ออนไลน์)*, แหล่งที่มา : http://www.chemtrack.org/ (17 ตุลาคม 2566)

บรรณานุกรม (ต่อ)

[10] ศูนย์ความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2564 *คู่มือความปลอดภัย ในการทำงานกับสารเคมี สำหรับนิสิตที่ทำวิจัยและนักวิจัย (ออนไลน์)*, แหล่งที่มา : https://www.shecu.chula.ac.t (28 ธันวาคม 2566).

[11] วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ, 2562, *การคำนวณและวิธีการเตรียมสารละลาย (ออนไลน์)*, แหล่งที่มา : https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=8623 (25 มกราคม 2567).

[12] บุษยา รัตนสุภา และอมรรัตน์ สุนทรพงศ์, *"อันตรายที่อาจเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ"*, วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ , 2555.

[13] ลาวัลย์ เอียวสวัสดิ์, *"ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ"*, ส่วนวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี), 2556.

[14] สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2555, *จรรยาวิชาชีพและแนวทางปฏิบัติ (ออนไลน์)*, แหล่งที่มา: https://op.mahidol.ac.th/ra/contents/research_ethics/RESEARCHER/ETHICS_RESEARCHER_NRCT.pdf (15 กรกฎาคม 2566).

[15] ฐิตยา ศรขวัญและคณะ. *"ปฏิบัติการเคมี 1"*, ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2560.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

กฎระเบียบและหลักเกณฑ์ในการปฏิบัติงาน
ตามคู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ESPReL

คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ESPReL

ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 2

ภาคผนวก ข

มคอ. 3 รายวิชาปฏิบัติการเคมี 1

มคอ. 3 รายวิชาปฏิบัติการเคมี 1

ภาคผนวก ค

การจำแนกประเภทของเสีย

การจำแนกประเภทของเสีย

รหัสขวด **W001**	**ประเภทของเสีย** **Special Waste**	**Ex.** azide, peroxides, Ethidium Bromide
รหัสขวด **W002**	**ประเภทของเสีย** **Cyanide Waste**	**Ex.** Sodium cyanide, $Ni(CN)4^{2-}$
รหัสขวด **W003**	**ประเภทของเสีย** **Oxidizing Waste**	**Ex.** Potassium Permanganate, Sodium Chlorate, Sodium Per iodate, Sodium Persulfate
รหัสขวด **W004**	**ประเภทของเสีย** **Mercury Waste**	**Ex.** Mercury(I) Chloride, Mercury (II) Nitrate
รหัสขวด **W005**	**ประเภทของเสีย** **Chromate Waste**	**Ex.** Potassium Chromate, Chromic acid, Chromium (III) Nitrate
รหัสขวด **W006**	**ประเภทของเสีย** **Heavy Metal Waste**	**Ex.** Barium, Cadmium, Lead, Copper, Iron, Manganese, Zinc, Cobalt, Nickel, Silver, Tin, Tungsten, Vanadium
รหัสขวด **W007**	**ประเภทของเสีย** **Acid Waste**	**Ex.** Sulfuric acid, Nitric acid, Hydrochloric acid
รหัสขวด **W008**	**ประเภทของเสีย** **Alkaline Waste**	**Ex.** Carbonate, Hydroxide, Ammonia
รหัสขวด **W009**	**ประเภทของเสีย** **Petroleum Products**	**Ex.** น้ำมันเบนซิน, น้ำมันดีเซล, น้ำมันก๊าด, น้ำมันเครื่อง, น้ำมันหล่อลื่น
รหัสขวด **W0010**	**ประเภทของเสีย** **Oxygenated**	**Ex.** Ethyl Acetate, Acetone, Ester, Alcohol, Ketone, Ethers
รหัสขวด **W011**	**ประเภทของเสีย** **NPS Containing**	**Ex.** Dimethyl formamide (DMF), Dimethyl sulfoxide (DMSO), Acetonitrile, Amines, Amide

การจำแนกประเภทของเสีย (ต่อ)

รหัสขวด **W012**	**ประเภทของเสีย** **Halogenated**	**Ex.** Carbon tetrachloride, chloroethylene
รหัสขวด **W013**	**ประเภทของเสีย**	**Ex.** ของแข็งที่เผาไหม้ได้และของแข็งที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้
รหัสขวด **W014**	**ประเภทของเสีย** **Miscellaneous Aqueous Waste**	**Ex.** ของเสียที่มีสารประกอบน้อยกว่า 5% ที่เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่มีพิษ

รูปภาพการจำแนกประเภทของเสียห้องปฏิบัติการเคมี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาววราภรณ์ รักคุณ

ตำแหน่ง นักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ (ภาควิชาเคมี)

สังกัด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โทรศัพท์ 02-5494168

E-mail waraporn_r@rmutt.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อ/ชื่อปริญญา	สาขาวิชา	สถานที่จบการศึกษา
2554	ปริญญาตรี	วท.บ.	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2565	ปริญญาโท	วท.ม.	เคมีประยุกต์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2559-ปัจจุบัน นักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี