



คู่มือการเตรียมปฏิบัติการ รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี



MIME MATERIALS AND
METALLURGICAL
ENGINEERING
ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

นางสาวกัลยาณี ศรีวารินทร์
นักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ
ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ

คำนำ

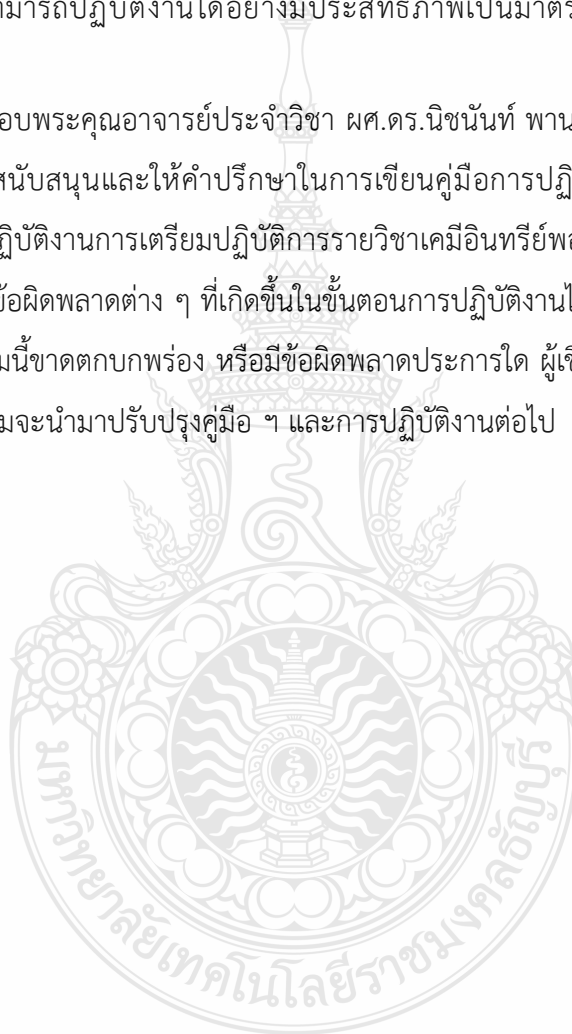
คู่มือการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (Organic Polymer Chemistry 2) เล่มนี้ หลักสูตรวิศวกรรมวัสดุ สาขาวิศวกรรมพอลิเมอร์ โดยมีเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการเตรียมปฏิบัติการ และช่วยสอน 15 ปฏิบัติการ เพื่อให้ทราบขั้นตอนการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นมาตรฐานเดียวกัน และสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้

ผู้เขียนขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำวิชา ผศ.ดร.นิพนธ์ พานสร้อย และ ผศ.ดร. สุชาลิณี มธุรสมนตรี ที่ให้การสนับสนุนและให้คำปรึกษาในการเขียนคู่มือการปฏิบัติงานฉบับนี้ ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 จะเป็นประโยชน์กับผู้ที่อ่านสามารถลดข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการปฏิบัติงานได้

หากคู่มือเล่มนี้ขาดตกบกพร่อง หรือมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนพร้อมรับฟังความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ พร้อมจะนำมาปรับปรุงคู่มือ ฯ และการปฏิบัติงานต่อไป

กัลยาณี ศรีวารินทร์

ตุลาคม พ.ศ. 2568



สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของคู่มือ	3
1.5 คำจำกัดความ	3
บทที่ 2 โครงสร้าง ภารกิจหน่วยงาน และบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	4
2.1 โครงสร้างการบริหารจัดการของหน่วยงาน	4
2.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งนักวิชาการศึกษา	11
บทที่ 3 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน	13
3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน	13
3.2 พื้นที่ปฏิบัติงานของรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2	64
3.3 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี ที่ใช้สำหรับการเรียนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2	69
3.4 วิธีการปฏิบัติงาน	83
3.5 ข้อปฏิบัติ แนวทางการป้องกัน อุปกรณ์และเทคนิคการทดลองในห้องปฏิบัติการ	84
3.6 จรรยาบรรณในการปฏิบัติงาน	91
บทที่ 4 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	93
4.1 แผนการปฏิบัติงาน	93
4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	93

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรคในการแก้ไขและพัฒนางาน	143
5.1 ปัญหาอุปสรรคในการแก้ไขและพัฒนางาน	143
5.2 ข้อเสนอแนะ	147
บรรณานุกรม	149
ภาคผนวก	150
ประวัติผู้เขียน	152



สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	โครงสร้างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	5
2.2	แผนภูมิโครงสร้างการบริหารงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	8
2.3	แผนภูมิแสดงโครงสร้างการบริหารงาน ของภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	9
2.4	แผนภูมิโครงสร้างการปฏิบัติงานของนักวิชาการศึกษาระดับ ปฏิบัติการ ภาควิชา วิศวกรรมวัสดุและโลหการ (ด้านห้องปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2)	10
3.1	อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล	22
3.2	ตัวอย่างการอ่านฉลาก	24
3.3	การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้จากการทดลอง	38
3.4	พอลิเมอร์ไรเซชันแบบ Interface พอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นระหว่างทั้งสองของ สารละลายสามารถดึงออกได้	52
3.5	ชุดอุปกรณ์การทดลอง	55
3.6	โครงสร้างห้องปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2	64
3.7	ห้องจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และเครื่องแก้ว	65
3.8	ห้องเก็บสารเคมี	66
3.9	พื้นที่ส่วนการทดลองแต่ละโต๊ะ	66
3.10	พื้นที่ส่วนการทดลองโดยรวม	67
3.11	พื้นที่ในส่วนการอธิบายใบงาน	68
3.12	ส่วนพื้นที่สำหรับเก็บสัมภาระนักศึกษา	69
3.13	อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล	87
3.14	ตัวอย่างการอ่านฉลาก	89
4.1	แผนการปฏิบัติงานการเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2	94
4.2	ตรวจรับวัสดุฝึก รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2	111
4.3	การจัดเตรียม วัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 1	113

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.4 การจัดเตรียม วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 3	114
4.5 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 4	115
4.6 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 4	116
4.7 การจัดเตรียม วัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 5	116
4.8 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 6	117
4.9 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 7	118
4.10 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 7	119
4.11 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 8	120
4.12 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 8	120
4.13 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 9	121
4.14 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 9	122
4.15 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 10	123
4.16 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 10	123
4.17 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 11	124
4.18 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 11	125
4.19 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 12	126
4.20 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 12	126
4.21 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 13	127
4.22 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 13	128
4.23 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 14	129
4.24 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 14	129
4.25 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 15	130
4.26 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 15	131
4.27 นักศึกษาสวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน	132
4.28 นักศึกษาจะต้องแต่งกายเตรียมพร้อมสำหรับทำปฏิบัติการ	133
4.29 นักศึกษาเตรียมสารเคมี	133
4.30 นักศึกษาจัดอุปกรณ์ทำปฏิบัติการ	134

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.31 นักศึกษาทำปฏิบัติการ	134
4.32 ใบเชื้ออุปกรณ์	135
4.33 รอยบินของเครื่องแก้ว	136
4.34 รอยร้าวของเครื่องแก้ว	137
4.35 สิ่งสกปรก คราบ หรือสารตกค้างของเครื่องแก้ว	137
4.36 การแตกของเครื่องแก้ว	138
4.37 ใบเชื้ออุปกรณ์หลังการเรียนรู้ปฏิบัติการ	139
4.38 การจัดเก็บวัสดุ และอุปกรณ์เข้าตู้	140
5.1 ข้อเสนอแนะ	147



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงแผนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ตาม มคอ.3	15
3.2 สัญลักษณ์แสดงอันตรายในระบบมาตรฐานของ UN และระบบ EEC	25
3.3 ผลการทดลองการเกิดพอลิเมอร์แบบเชื่อมขวาง	28
3.4 ผลการทดลองพอลิเมอร์ดูดซับอย่างยั้งยวด	31
3.5 ผลการทดลองความหนาแน่นและโครงสร้างของพอลิเมอร์	33
3.6 การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้จากการทดลอง	35
3.7 แสดงปริมาตรที่เติม อุณหภูมิขณะทดลองและเวลาการไหลของสารละลาย ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	39
3.8 แสดงค่าความหนืดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ	39
3.9 สภาวะการทดลองของ Polymerization Of Styrene (Bulk Polymerization)	43
3.10 ผลการทดลองการสังเคราะห์พอลิสไตรีนจากปฏิกิริยาฟรีแรดดิคัลด้วยกระบวนการ พอลิเมอไรเซชันแบบบัลค์	44
3.11 ผลการทดลองกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบแขวนลอยของสไตรีน	47
3.12 ผลการทดลองจลนศาสตร์ของพอลิเมอไรเซชันแบบลูกโซ่แรดิคัลของ พอลิเมทิลเมทาไครเลต (PMMA)	49
3.13 บันทึกผลการทดลองการสังเคราะห์ไนลอน 6, 10	53
3.14 บันทึกผลการทดลองกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบสารละลายของสไตรีน ในโทลูอีน	55
3.15 สารเคมีกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบอิมัลชันของสไตรีน	57
3.16 สารเคมีที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2	70
3.17 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องแก้ว ที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ พอลิเมอร์ 2	76
3.18 สัญลักษณ์แสดงอันตรายในระบบมาตรฐานของ UN และระบบ EEC	89
4.1 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2	96
4.2 แสดงแผนการทำปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2	97

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.3 แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2	98
4.4 ตัวอย่างใบแจ้งซ่อม	107
4.5 ตัวอย่างใบจัดซื้อวัสดุฝึกกรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2	109
4.6 วิธีติดตามและประเมินผล	141
5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข	143



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันมนุษย์มีการนำวัสดุหลากหลายประเภทมาใช้ เพื่อการดำรงชีวิตเพิ่มมากขึ้นทั้งนี้เพื่อตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐาน และเพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินชีวิต ตลอดจนเป็นส่วนประกอบสำคัญในการร่วมรักษาโรคและการดูแลสุขภาพ วัสดุที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายที่สุดคือพลาสติก โดยมีข้อมูลระบุว่าประชากรโลกหนึ่งคนมีการใช้พลาสติกในรูปแบบบรรจุภัณฑ์และเครื่องใช้ในครัวเรือนเฉลี่ยสูงถึง 35 กิโลกรัมต่อปี ทั้งนี้เนื่องจากพลาสติกเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติหลากหลาย สามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ที่ตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์ได้ เช่น สมบัติด้านความแข็งแรง สมบัติความยืดหด สมบัติด้านความใสความขุ่น สมบัติการนำไฟฟ้า สมบัติการดูดซับน้ำ สมบัติด้านความทนทานต่อความร้อนและการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน คุณสมบัติเหล่านี้เอื้อต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานในหลากหลายด้าน โดยพลาสติกเป็นส่วนหนึ่งของสารในกลุ่มพอลิเมอร์ ซึ่งมีทั้งพอลิเมอร์ที่ได้จากธรรมชาติและพอลิเมอร์สังเคราะห์ทางเคมี ตัวอย่างพอลิเมอร์ที่ได้จากธรรมชาติ เช่น พอลิแซ็กคาไรด์ ยางธรรมชาติ เป็นต้น พอลิเมอร์ที่ได้จากการสังเคราะห์ทางเคมีที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น พอลิเมอร์เพื่อการใช้งานที่ต้องทนการกัดกร่อนและทนต่อสารเคมีสำหรับอุตสาหกรรม หรือพอลิเมอร์ทางการแพทย์ที่สามารถขึ้นรูปได้ตามต้องการและทนต่ออุณหภูมิสูงเพื่อการฆ่าเชื้อ การทำความเข้าใจเกี่ยวกับเคมีพอลิเมอร์จึงมีความสำคัญ เพราะช่วยให้ทราบว่าพอลิเมอร์รอบตัวเราเกิดขึ้นได้อย่างไร เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาเคมีอินทรีย์ประเภทใด มีสมบัติอย่างไร และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบที่แตกต่างกันได้ [1]

ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้จัดการเรียนการสอนในสาขาวิศวกรรมวัสดุ แบ่งออกเป็น 2 แขนง คือ วิศวกรรมพอลิเมอร์ และวิศวกรรมพลาสติก โดยรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 อยู่ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมพอลิเมอร์ ทั้งนี้ทางภาควิชาได้มีการปรับปรุงและเพิ่มรายวิชาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทการศึกษาและสนองความต้องการของภาคอุตสาหกรรมในประเทศ วัตถุประสงค์ของหลักสูตรมุ่งผลิตบัณฑิตที่มีคุณธรรม จริยธรรม มีสัมมาคารวะ รู้จักกาลเทศะ เป็นพลเมืองดี มีความรับผิดชอบต่อตนเอง สังคม และวิชาชีพ สามารถปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพด้วยความซื่อสัตย์สุจริตและเสียสละ อีกทั้งมีความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติสามารถประยุกต์ใช้องค์ความรู้

ในงานอาชีพเฉพาะด้าน และบูรณาการเพื่อประกอบวิชาชีพวิศวกรรม หรือศึกษาต่อในระดับสูง ได้อย่างเหมาะสม [2] ในแต่ละภาคการศึกษามีนักศึกษาลงทะเบียนเรียนรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ประมาณ 30 – 40 คน หากมีจำนวนนักศึกษาเกินที่กำหนด จะมีการเปิดกลุ่มเรียนเพิ่ม เพื่อให้อาจารย์และผู้ปฏิบัติงานสามารถดูแลและให้คำแนะนำแก่นักศึกษาได้ทั่วถึง พร้อมจัดพื้นที่ปฏิบัติการให้เหมาะสมและปลอดภัย อย่างไรก็ตามปัญหาที่มักพบในการเรียนการสอนรายวิชานี้ ได้แก่ ขาดความรู้พื้นฐานทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การปฏิบัติงานที่ไม่เป็นระบบ อุปกรณ์ที่ไม่สะอาด ส่งผลให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อนหรือไม่บรรลุวัตถุประสงค์ ต้องทำซ้ำหลายครั้ง การดูแลควบคุมจากอาจารย์ หรือผู้ช่วยสอนไม่ทั่วถึง อาจเกิดความเสี่ยงที่คาดไม่ถึง เช่น เกิดการระเบิดระหว่างทำปฏิบัติการ

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้ปฏิบัติงานซึ่งมีหน้าที่สนับสนุนการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 จึงมีความประสงค์จะจัดทำคู่มือการเตรียมปฏิบัติงาน เพื่ออธิบายขั้นตอนการดำเนินงาน การช่วยสอน ตลอดจนการเก็บรักษาเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์อย่างถูกต้อง คู่มือนี้จะช่วยสร้างความเข้าใจและมาตรฐานการปฏิบัติงานร่วมกันระหว่างผู้ปฏิบัติงานและผู้ปฏิบัติงานแทน ทำให้ทุกฝ่ายทราบขั้นตอนและวัตถุประสงค์ของการทดลองก่อนลงมือจริง อันจะส่งผลให้การปฏิบัติเป็นไปอย่างสะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ คู่มือดังกล่าวจะครอบคลุมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานและการช่วยสอนทั้งหมด 15 ปฏิบัติการ อันเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน ผู้สอน และระบบการเรียนการสอนโดยรวม

1.2.วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่ออธิบายขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์ในการลงปฏิบัติการ สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

1.2.2 เพื่อให้การเตรียมอุปกรณ์สำหรับการปฏิบัติงาน รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 เป็นมาตรฐานเดียวกัน

1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1.3.1 ผู้ปฏิบัติงานมีความเข้าใจในการจัดเตรียมปฏิบัติการ สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 เป็นมาตรฐานเดียวกัน

1.3.2 สามารถลดข้อผิดพลาดในการปฏิบัติงาน ทำให้ปฏิบัติงานได้อย่างสะดวก รวดเร็ว มากขึ้น

1.4 ขอบเขตของคู่มือ

คู่มือการเตรียมปฏิบัติงานสำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 เป็นคู่มือการเตรียมปฏิบัติการสำหรับผู้ปฏิบัติงานในตำแหน่งนักวิชาการศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยมีขอบเขตครอบคลุมการจัดเตรียมปฏิบัติการดังนี้

1.4.1 ขอบเขตเนื้อหาครอบคลุมข้อควรปฏิบัติ ขั้นตอนและกระบวนการลงปฏิบัติงาน ซึ่งต้องจัดเตรียมก่อนลงมือทำปฏิบัติการตามแผนการสอน มคอ.3 ยึดถือแนวทางการปฏิบัติให้เกิดประโยชน์ ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและคอยสนับสนุนในระหว่างการเรียนรู้การสอน

1.4.2 ขอบเขตด้านหลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ความปลอดภัยของการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการเคมี ตามมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

1.4.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา ครอบคลุมรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ที่เปิดสอนในภาคการศึกษาที่ 2 ชั้นปีที่ 2 ของทุกปีการศึกษา มีผู้ที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการเรียนการสอน คือผู้ปฏิบัติงาน อาจารย์ผู้สอน และนักศึกษา ซึ่งมีระยะเวลาดำเนินการ 15 สัปดาห์ / ภาคการศึกษา

1.5 คำจำกัดความ

ห้องปฏิบัติการเคมี หมายถึง ห้องปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สำหรับเรียนปฏิบัติการในวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

การเตรียมปฏิบัติการ หมายถึง กระบวนการวางแผนและเตรียมความพร้อมก่อนลงมือทำปฏิบัติการ สำหรับเรียนปฏิบัติการในวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

วิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 หมายถึง รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ที่เปิดสอนให้กับหมวดวิชาเฉพาะ กลุ่มวิชาชีพบังคับ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต นักศึกษาวิศวกรรมพอลิเมอร์ ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

วัสดุอุปกรณ์ หมายถึง วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 เช่น เครื่องแก้ว เครื่องกรอง หน้ากากอนามัย ถุงมือ แวนตา เสื้อกาว เป็นต้น

อาจารย์ผู้สอน หมายถึง อาจารย์เจ้าของรายวิชาที่ทำการสอน รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

ผู้ปฏิบัติงาน หมายถึง นักวิชาการศึกษา (ด้านห้องปฏิบัติการ) ที่ดูแลรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

บทที่ 2

โครงสร้าง ภารกิจหน่วยงาน และบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

คู่มือปฏิบัติงาน การดำเนินงานและการช่วยสอนรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 เล่มนี้ ในบทที่ 2 จะกล่าวถึงโครงสร้างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และภารกิจหน่วยงานของ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นหน่วยงานต้นสังกัดของผู้ปฏิบัติงาน และจะกล่าวถึงบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 โครงสร้างการบริหารจัดการของหน่วยงาน

- 2.1.1 ประวัติคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- 2.1.2 พันธกิจ วิสัยทัศน์ ของคณะวิศวกรรมศาสตร์
- 2.1.3 โครงสร้างการบริหารงาน
- 2.1.4 โครงสร้างการบริหาร ของภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ
- 2.1.5 โครงสร้างการปฏิบัติงาน

2.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งนักวิชาการศึกษาเลขที่ตำแหน่ง เลขที่ 590128

2.1 โครงสร้างการบริหารจัดการของหน่วยงาน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้ชื่อว่าเป็นมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีเต็มตัว ทิศทางการพัฒนาสถาบันอุดมศึกษาแห่งนี้ จึงเน้นการบริหารจัดการให้มหาวิทยาลัยเป็นแหล่งรวม ของวิชาการหลายสาขา มีคณะหลากหลายให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ โดยมีโครงสร้าง ส่วนราชการในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังนี้



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [3]

2.1.1 ประวัติคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จัดตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2518 ใช้ชื่อว่า “คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี” วิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา ต่อมาปี พ.ศ. 2532 มีพระราชบัญญัติเปลี่ยนชื่อวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษาเป็นสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล โดยยกเลิก คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี และประกาศในพระราชกิจจานุเบกษา ใช้ชื่อใหม่ว่า “คณะวิศวกรรมศาสตร์” โดยมีผลตั้งแต่วันที่ 13 ตุลาคม 2537 ซึ่งได้ย้ายมาทำการเรียนการสอน ณ ถนนรังสิต - นครนายก กม.13 ตำบลคลองหก อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

ในปัจจุบันมีพระราชบัญญัติจัดตั้งเป็นมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เมื่อวันที่ 18 มกราคม 2548 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จึงอยู่ในการแบ่งส่วนราชการใหม่ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตั้งแต่บัดนั้นเป็นต้นมา [3]

2.1.2 พันธกิจ วิสัยทัศน์ ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ [4]

พันธกิจ (Mission)

M1: จัดการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมศาสตร์ให้ตอบสนองความต้องการของผู้ประกอบการ อุตสาหกรรมและชุมชน

M2: สร้างงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรม เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนผู้ประกอบการ อุตสาหกรรมและชุมชน

M3: ให้บริการทางวิชาการ ฝึกอบรม และทดสอบทางวิศวกรรมให้กับผู้ประกอบการ อุตสาหกรรมและชุมชน

M4: บ่มเพาะสนับสนุนบุคลากรให้มีความก้าวหน้าในอาชีพการทำงานด้วยหลักธรรมาภิบาล

วิสัยทัศน์ (Vision) เป็น 1 ใน 5 อันดับแรกของการจัดลำดับคณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยกลุ่มพัฒนาเทคโนโลยีและส่งเสริมการสร้างนวัตกรรมของประเทศ ด้านอากาศยาน ระบบรางและยานยนต์ไฟฟ้าภายในปี พ.ศ. 2570

ค่านิยม “KLONG6i”

- ความรู้ (K, Knowledge)
- การเป็นผู้นำ (L, Leadership)
- โอกาส (O, Opportunity)
- เครือข่าย (N, Network)
- การเติบโต (G, Growth)
- อุตสาหกรรม 4+2 (6i)

วัฒนธรรมองค์กร (Organization Working Culture) “รู้รับผิดชอบ คิดสร้างสรรค์ ก้าวทันโลก”

สมรรถนะหลักขององค์กร

- CC1: การบ่มเพาะวิศวกรให้เป็นนวัตกรรมเชิงปฏิบัติ
- CC2: เทคโนโลยีสู่การสร้างมูลค่าเพิ่มทางการค้า
- CC3: การมีส่วนร่วมของเครือข่ายเชิงกลยุทธ์ (สถานประกอบการ ศิษย์เก่า ชุมชน มหาวิทยาลัย)

ปรัชญา (Philosophy) “นวัตกรรมสร้างชาติ วิศวกรรมศาสตร์พัฒนานวัตกรรม”

ปณิธาน (Determination) “มุ่งมั่นผลิตวิศวกรนักปฏิบัติ สร้างงานวิจัยและนวัตกรรมที่เพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ ร่วมกับภาคอุตสาหกรรมและชุมชน”

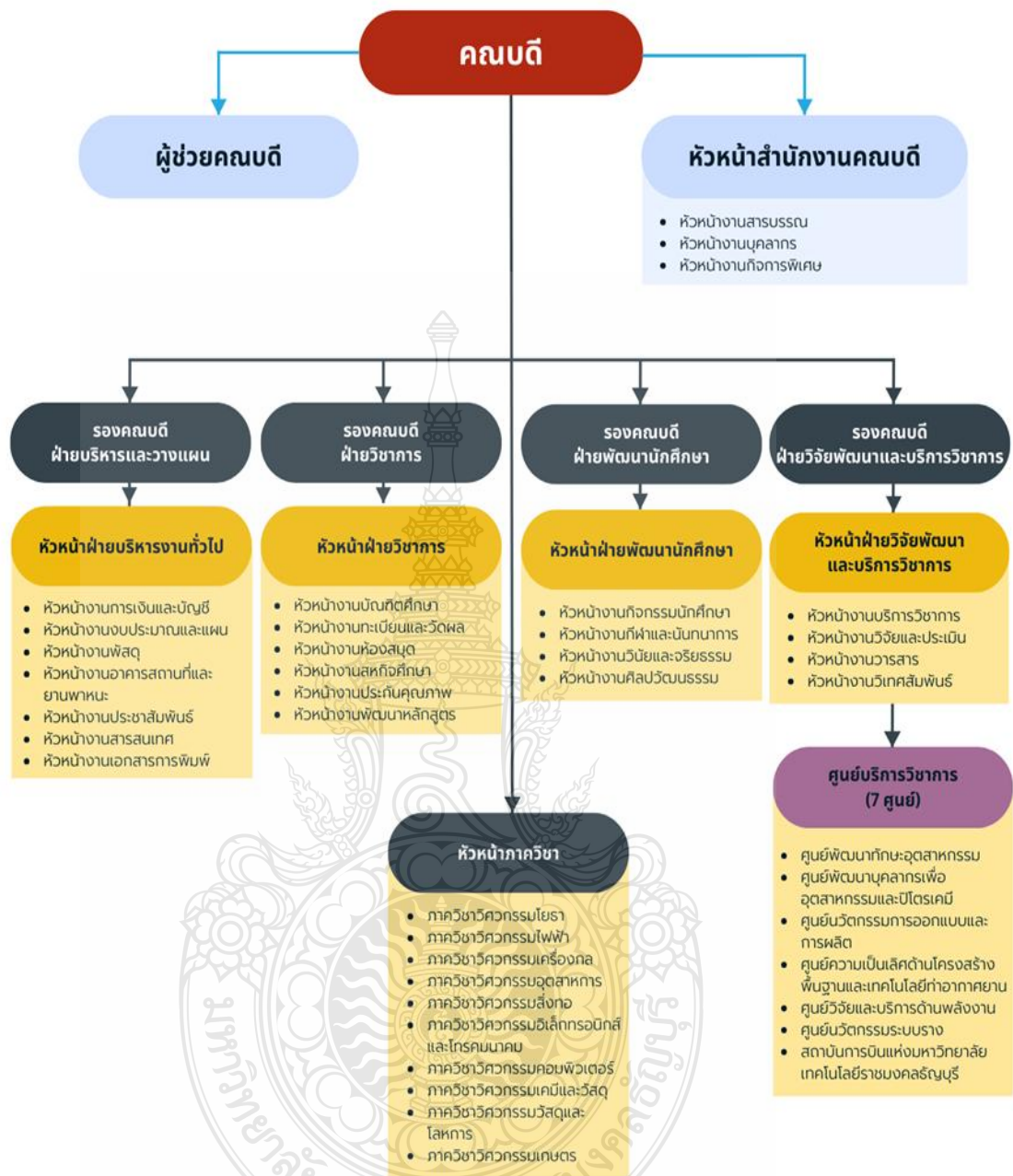
เอกลักษณ์ (Uniqueness) วิศวกรนักปฏิบัติ ต่อยอดเทคโนโลยี สร้างสรรค์นวัตกรรม

อัตลักษณ์ (Identity) “วิศวกรนักคิด นักปฏิบัติ มืออาชีพ”

คติพจน์ (Motto) “Engineering the Future”

2.1.3 โครงสร้างการบริหารงาน

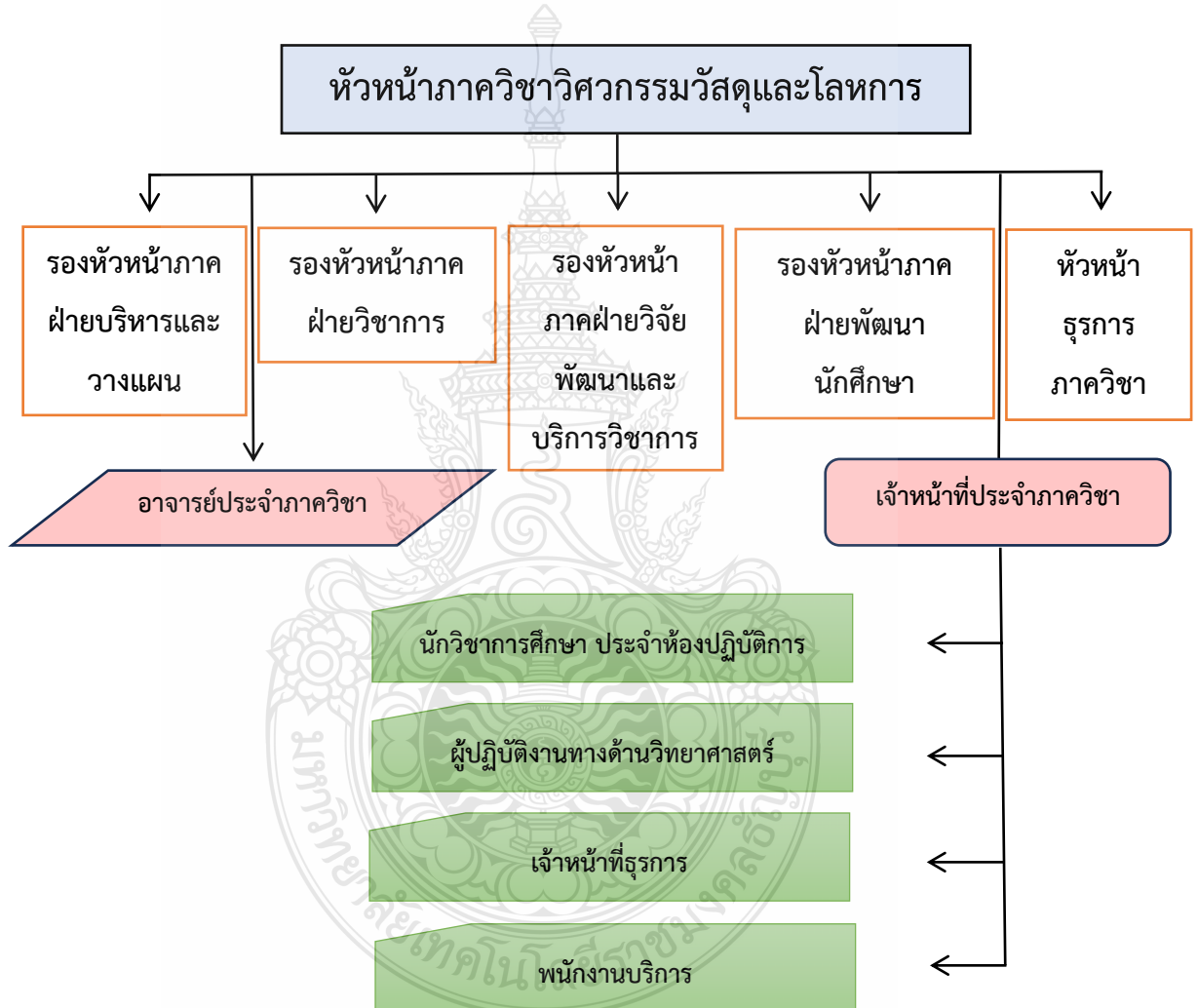
การบริหารงานภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีโครงสร้างการบริหารประกอบด้วย คณบดี ผู้ช่วยคณบดี หัวหน้าสำนักงานคณบดี ประกอบไปด้วย หัวหน้างานสารบรรณ หัวหน้างานบุคลากร และหัวหน้างานกิจการพิเศษ รองคณบดีแบ่งเป็น 4 ฝ่าย ได้แก่ รองคณบดีฝ่ายบริหารและวางแผน รองคณบดีฝ่ายวิชาการ รองคณบดีฝ่ายพัฒนานักศึกษาและ รองคณบดีฝ่ายวิจัยพัฒนาและบริการวิชาการ แต่ละรองคณบดีจะกำกับดูแลหัวหน้าฝ่ายและหน่วยงานย่อย หัวหน้าภาควิชาแยกได้ 10 ภาควิชา มีภาควิชาต่าง ๆ รวมทั้งหมด 10 ภาควิชา ดังนี้ 1. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา 2. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า 3. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล 4. ภาควิชาวิศวกรรมเคมีและวัสดุ 5. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ 6. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งทอ 7. ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม 8. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ 9. ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร และ 10. ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ ซึ่งโครงสร้างการบริหารงานของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ประกอบไปด้วย ศูนย์บริการวิชาการ (7 ศูนย์) ได้แก่ ศูนย์พัฒนาทักษะอุตสาหกรรม ศูนย์พัฒนาบุคลากรเพื่ออุตสาหกรรมและปิโตรเคมี ศูนย์วัดกรรมการออกแบบและการผลิต ศูนย์ความเป็นเลิศด้านโครงสร้างฐานและเทคโนโลยีท่าอากาศยาน ศูนย์วิจัยและบริการด้านพลังงาน ศูนย์นวัตกรรมระบบราง และสถาบันการบินแห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังแสดงแผนภูมิโครงสร้างแสดงสายงานบังคับบัญชา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีมีลักษณะ ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 แสดงแผนภูมิโครงสร้างแสดงสายงานบังคับบัญชา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [4]

2.1.4 โครงสร้างการบริหาร ของภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ [5]

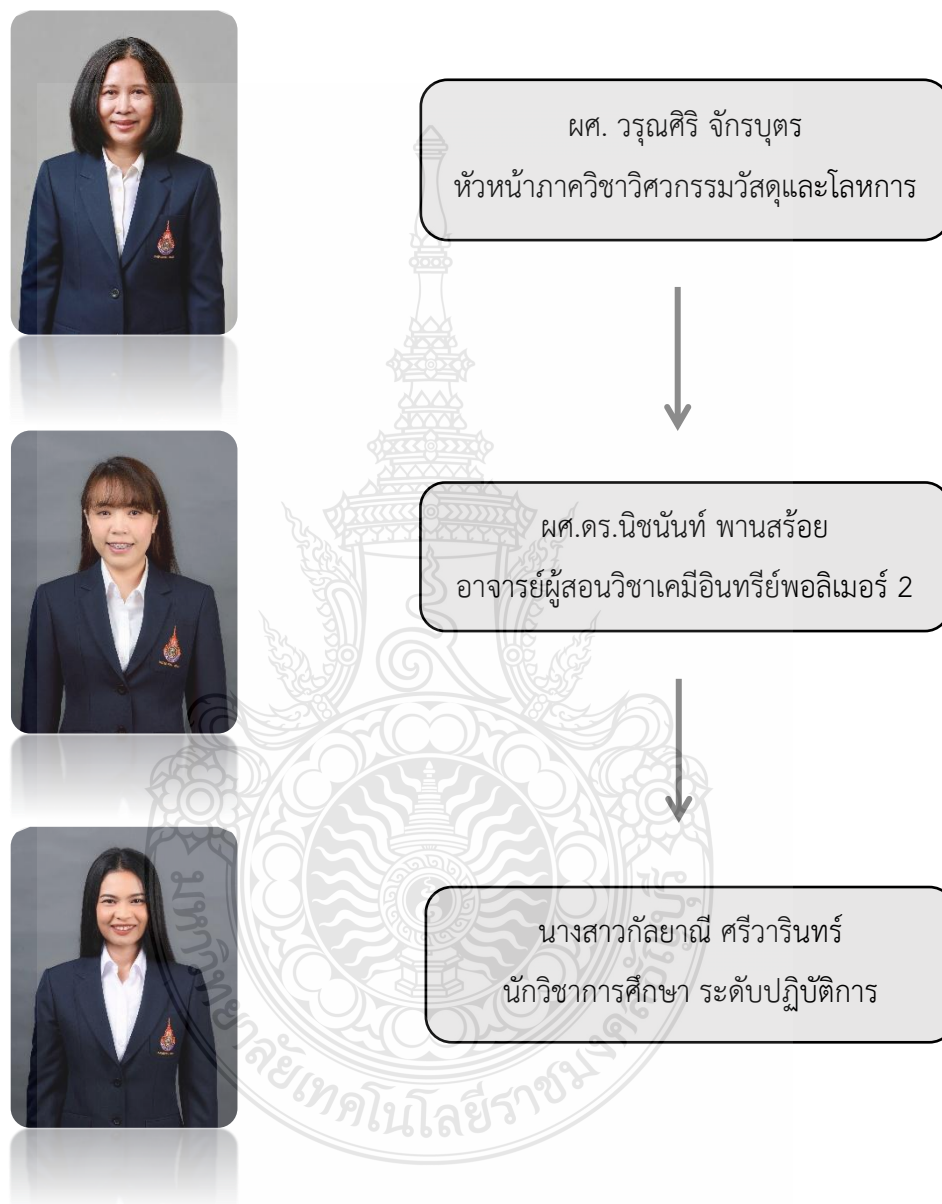
การบริหารงานภายในภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีโครงสร้างประกอบด้วย หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ รองหัวหน้าภาค ฝ่ายบริหารและวางแผน รองหัวหน้าภาคฝ่ายวิชาการ รองหัวหน้าภาคฝ่ายวิจัยพัฒนาและบริการวิชาการ รองหัวหน้าภาคฝ่ายพัฒนานักศึกษา หัวหน้าธุรการภาควิชา และหัวหน้าสาขา ซึ่งโครงสร้างการบริหารงานของภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีดังนี้



ภาพที่ 2.3 แผนภูมิแสดงโครงสร้างการบริหารงาน ของภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [5]

2.1.5 โครงสร้างการปฏิบัติงาน

โครงสร้างการปฏิบัติงานของนักวิชาการศึกษาระดับปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ (ด้านห้องทดสอบวัสดุ) มีลักษณะดังแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.4 แสดงแผนภูมิโครงสร้างการปฏิบัติงาน ของนักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ (ด้านห้องปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์)

2.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งนักวิชาการศึกษาระดับปริญญาโท (เลขที่ 590128)

ภาระงานของนางสาวกัลยาณี ศรีวารินทร์ ตำแหน่งนักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ มีลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานในระดับต้นที่ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางวิชาการ ในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับด้านวิชาการศึกษาภายใต้การกำกับแนะนำ ตรวจสอบ และปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย ตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่งนักวิชาการศึกษา (ระดับปฏิบัติการ) หน้าที่ความรับผิดชอบของนักวิชาการศึกษา มีดังนี้

2.2.1 หน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง

1) ด้านการปฏิบัติการ

1.1) ทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยอาจารย์ผู้สอนในรายวิชา

(1) รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 1 (Organic Polymer Chemistry 1) รหัสวิชา 04-720-102

(2) รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (Organic Polymer Chemistry 2) รหัสวิชา 04-720-103

(3) รายวิชาเคมีอินทรีย์สำหรับวิศวกรรมวัสดุ (Organic Chemistry For Materials Engineering) รหัสรายวิชา 04-720-105

(4) รายวิชาเคมีวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analytical Chemistry) รหัสวิชา 04-720-208

(5) รายวิชากระบวนการสังเคราะห์ (Polymerization Processing) รหัสรายวิชา 04-722-206

(6) รายวิชาปฏิบัติการเคมีสำหรับวิศวกร (Chemistry Laboratory For Engineers) รหัสรายวิชา 04-711-102

1.2) เตรียมสารเคมีและอุปกรณ์เครื่องแก้วตามที่ได้รับคำสั่งจากอาจารย์ประจำวิชา

1.3) ทำการอธิบาย ให้คำแนะนำและควบคุมดูแลการทดลองของนักศึกษา ตลอดชั่วโมงปฏิบัติการร่วมกับอาจารย์ประจำวิชา

1.4) ดูแลความสะอาดเครื่องแก้ว - อุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการ ให้พร้อมใช้งานตลอดเวลา

2.2.2 ด้านการวางแผน

- 1) ควบคุมและตรวจสอบระบบเบี่ยงจ่ายจากห้องเก็บ สารเคมี - เครื่องแก้ว - อุปกรณ์
- 2) จัดระบบการทิ้งของเสียที่เกิดจากการลงปฏิบัติ
- 3) ดำเนินการจัดหา จัดซื้อวัสดุที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

2.2.3 ด้านการประสานงาน

- 1) ตรวจสอบการใช้งานและแจ้งการชำรุดเสียหายของเครื่องแก้ว - อุปกรณ์ประจำห้องปฏิบัติการต่ออาจารย์ผู้รับผิดชอบห้องปฏิบัติการนั้น
- 2) ติดต่อประสานงานกับบริษัท เพื่อขอใบเสนอราคาประกอบการจัดซื้อวัสดุฝึกในรายวิชาต่าง ๆ

2.2.4 ด้านการบริการ

- 1) รับบริการการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีจากบุคคลภายนอกที่ขอความอนุเคราะห์ใช้อุปกรณ์และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทางเคมี
- 2) ดูแลและให้บริการใช้เครื่องทดสอบ Differential Scanning Calorimeter (DSC) และเครื่องทดสอบ Thermogravimetric Analysis (TGA)

2.2.5 งานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

- 1) เป็นคณะกรรมการปฏิบัติหน้าที่ในการคุมสอบปลายภาค
- 2) เป็นอนุกรรมการฝึกซ้อมย่อยบัณฑิต ณ ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ
- 3) ปฏิบัติหน้าที่กรรมการดำเนินงานโครงการเปิดบ้านราชมงคล คณะวิศวกรรมศาสตร์

จากภาระงานที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงาน เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนผู้เขียนได้นำภาระงานด้านการปฏิบัติงานในการจัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ และวัสดุต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการทำปฏิบัติการของนักศึกษา มาจัดทำคู่มือปฏิบัติงานเรื่อง “คู่มือการเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2” ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ปฏิบัติงาน ต้องมีความรู้ความเข้าใจในการดำเนินงานการจัดเตรียมทราบถึงวิธีการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และขั้นตอนการจัดเตรียมปฏิบัติการ เพื่อให้การเรียนการสอนของรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 เป็นไปตามวัตถุประสงค์ และผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความเข้าใจในหลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงาน ดังจะอธิบายในบทที่ 3 ต่อไป

บทที่ 3

หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน

การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน “คู่มือการเตรียมปฏิบัติการ รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2” รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (Organic Polymer Chemistry 2) รหัสวิชา 04-720-103 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จัดทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ให้ทราบขั้นตอนการดำเนินงาน การจัดเตรียมเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำปฏิบัติการ รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ให้มีความถูกต้องและปลอดภัยเป็นมาตรฐานเดียวกัน และให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้ ลดข้อผิดพลาดในการทำงานรวมถึงการป้องกันอันตรายในห้องปฏิบัติการเคมีที่จะเกิดขึ้นจากสารเคมี และเครื่องแก้วภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งในบทที่ 3 นี้เป็นการนำเสนอหลักเกณฑ์ วิธีการปฏิบัติงาน และเงื่อนไขที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน [2]

3.1.1 หลักสูตรที่ใช้ในการปฏิบัติงาน “คู่มือการเตรียมปฏิบัติการ รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2” เป็นคู่มือที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 หมวดวิชาเฉพาะ กลุ่มวิชาชีพบังคับ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ และโลหการ นักศึกษาพอลิเมอร์ ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2

1) ปรัชญาของหลักสูตร

หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมพลาสติก ช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีการปรับปรุงและเพิ่มรายวิชาที่จำเป็นอยู่เสมอ โดยให้สอดคล้องกับสภาพการศึกษาของชาติ และสนองต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรมภายในประเทศ และหน่วยงานต่าง ๆ

2) วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

1.1) เพื่อผลิตบัณฑิตสาขาวิศวกรรมวัสดุและโลหการให้มีคุณธรรมจริยธรรม มีสัมมาคารวะ รู้จักกาลเทศะ ทำหน้าที่เป็นพลเมืองดี รับผิดชอบต่อตนเอง สังคม วิชาชีพ และปฏิบัติตนภายใต้จรรยาบรรณวิชาชีพด้วยความซื่อสัตย์สุจริต และเสียสละ

1.2) เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ในศาสตร์ที่เกี่ยวข้องทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ สามารถประยุกต์ใช้ศาสตร์ดังกล่าวอย่างเหมาะสม เพื่อการประกอบวิชาชีพของตนเองและการศึกษาต่อ ในระดับสูงขึ้นไปได้

1.3) เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีความใฝ่รู้ในองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนาอย่างต่อเนื่อง สามารถพัฒนาองค์ความรู้ที่ตนเองมีอยู่ให้สูงขึ้น เพื่อพัฒนาตนเอง

พัฒนางานสังคมและประเทศชาติ และให้คิดเป็น ทำเป็น มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สามารถเลือกวิธีแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม

1.4) เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีมนุษยสัมพันธ์ และมีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีทักษะในด้านการทำงานเป็นหมู่คณะ สามารถบริหารจัดการการทำงานได้อย่างเหมาะสม และเป็นผู้มีทัศนคติที่ดีในการทำงาน

1.5) เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีทักษะทางด้านปฏิบัติในงานวิชาชีพเฉพาะ และสามารถไปบูรณาการเพื่อประกอบอาชีพทางด้านวิศวกรรม

3) จุดมุ่งหมายรายวิชา

รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 จัดอยู่ในหมวดเฉพาะ กลุ่มวิชาชีพ บัณฑิต มีจุดมุ่งหมาย และคำอธิบายรายวิชา ดังนี้

1) จุดมุ่งหมายรายวิชา

- 3.1) เข้าใจชนิดของพอลิเมอร์จากปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบต่าง ๆ
- 3.2) เข้าใจหลักการของกระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชัน
- 3.3) รู้จักศาสตร์ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันแบบต่าง ๆ ได้
- 3.4) รู้ปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมปฏิกิริยาได้
- 3.5) รู้และเข้าใจการเตรียมสารสังเคราะห์พอลิเมอร์ได้
- 3.6) เข้าใจความสัมพันธ์ของโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ได้
- 3.7) เข้าใจการใช้งานพอลิเมอร์ พลาสติก เส้นใย ยางได้
- 3.8) มีเจตนาที่ดีต่อการเรียนวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์

3.1.2 คำอธิบายรายวิชา

พอลิเมอร์และปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน โคพอลิเมอร์ กระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชันในอุตสาหกรรม โครงสร้างและน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์ การวิเคราะห์โครงสร้างและสมบัติทางกายภาพของพอลิเมอร์ พอลิเมอร์ย่อยสลายได้ทางชีวภาพ และปฏิบัติการให้สอดคล้องกับทฤษฎี

พอลิเมอร์ (Polymer) คือ สารประกอบโมเลกุลใหญ่ ที่เกิดจากการเชื่อมต่อของหน่วยเล็ก ๆ ซ้ำ ๆ กันที่เรียกว่า มอโนเมอร์ (Monomer) ด้วยพันธะโควาเลนต์ ลักษณะสำคัญของพอลิเมอร์มีน้ำหนักโมเลกุลสูงมาก (มักเป็นหมื่นถึงล้านกรัม / โมล) มีสมบัติแตกต่างจากมอโนเมอร์เดี่ยว ๆ อย่างสิ้นเชิง โครงสร้างอาจเป็นเส้นตรง กิ่งก้าน หรือร่างแห (cross-linked) การจำแนกพอลิเมอร์ ตามแหล่งที่มา พอลิเมอร์ธรรมชาติ : เช่น เซลลูโลส (cellulose), ยางธรรมชาติ (natural rubber), โปรตีน, DNA พอลิเมอร์สังเคราะห์ : เช่น โพลีเอทิลีน (PE), โพลีสไตรีน (PS), ไนลอน, พีวีซี (PVC) เป็นต้น

3.1.3 แผนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ตาม มคอ.3 [6]

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ตาม มคอ.3

หน่วย ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	เวลา (ชั่วโมง)		อาจารย์ ผู้สอน	ผู้ปฏิบัติงาน
		ท	ป		
1	1. พอลิเมอร์เบื้องต้น 1.1 แหล่งวัตถุดิบที่สำคัญของพอลิเมอร์ 1.2 พันธะเคมีและแรงระหว่างโมเลกุลของพอลิเมอร์ ปฏิบัติการที่ 1 แนะนำเครื่องมือ อุปกรณ์ และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	2	3	ผศ.ดร. นิชนันท์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์
	1.3 ฟังก์ชันแนลลิตี้ 1.4 การแบ่งประเภทของพอลิเมอร์ ปฏิบัติการที่ 2 การแบ่งประเภทของพอลิเมอร์	2	3	ผศ.ดร. นิชนันท์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์
2	2. ปฏิกริยาพอลิเมอไรเซชัน 2.1 ปฏิกริยาพอลิเมอไรเซชันแบบลูกโซ่ 2.2 การสังเคราะห์พอลิเมอร์โดยผ่านอนุมูลอิสระ 2.3 การสังเคราะห์พอลิเมอร์โดยผ่านไอออนบวก 2.4 การสังเคราะห์พอลิเมอร์โดยผ่านไอออนลบ ปฏิบัติการที่ 3 การเกิดพอลิเมอร์แบบเชื่อมขวาง	2	3	ผศ.ดร. นิชนันท์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์
	2.5 การสังเคราะห์พอลิเมอร์โดยผ่านกลไกโคออดิเนชัน 2.6 ปฏิกริยาพอลิเมอไรเซชันแบบขั้น 2.7 ปฏิกริยาโคพอลิเมอไรเซชัน	2	3	ผศ.ดร. นิชนันท์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์

หมายเหตุ : ท = ทฤษฎี ป = ปฏิบัติ

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ตาม มคอ.3 (ต่อ)

หน่วย ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	เวลา (ชั่วโมง)		อาจารย์ ผู้สอน	ผู้ปฏิบัติงาน
		ท	ป		
2	ปฏิบัติการที่ 4 พอลิเมอร์ดูดซับอย่างยั่งยืน	2	3	ผศ.ดร. นิชนันท์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์
3	3. โครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ 3.1 โครงสร้างโมเลกุลของพอลิเมอร์ 3.2 ไอโซเมอร์ 3.3 ความเป็นผลึกของพอลิเมอร์ ปฏิบัติการที่ 5 ความหนาแน่นและโครงสร้าง ของพอลิเมอร์	2	3	ผศ.ดร. นิชนันท์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์
	3.4 การเปลี่ยนแปลงสถานะของพอลิเมอร์ เมื่อได้รับความร้อน 3.5 สมบัติการละลายของพอลิเมอร์ 3.6 สมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์ ปฏิบัติการที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของพอลิเมอร์ เมื่อได้รับความร้อน	2	3	ผศ.ดร. นิชนันท์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์
4	4. น้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์ 4.1 น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยโดยจำนวน 4.2 น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยโดยน้ำหนัก 4.3 น้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์ที่มีอันดับ สูงขึ้น 4.4 น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยตามความหนืด 4.5 วิธีการหาน้ำหนักโมเลกุลของพอลิเมอร์ ปฏิบัติการที่ 7 การหาน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยตาม ความหนืดของพอลิเมอร์	2	3	ผศ.ดร. นิชนันท์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์

หมายเหตุ : ท = ทฤษฎี ป = ปฏิบัติ

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ตาม มคอ.3 (ต่อ)

หน่วย ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	เวลา (ชั่วโมง)		อาจารย์ ผู้สอน	ผู้ปฏิบัติงาน
		ท	ป		
5	5. กระบวนการพอลิเมอไรเซชัน 5.1 การสังเคราะห์พอลิเมอร์แบบบัลค์ 5.2 การสังเคราะห์พอลิเมอร์แบบสารละลาย ปฏิบัติการที่ 8 การสังเคราะห์พอลิสไตรีน จากปฏิกิริยาฟรีแรดิคัลด้วยกระบวนการ พอลิเมอไรเซชันแบบบัลค์	2	3	ผศ.ดร. นิชนันท์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์
	5.3 การสังเคราะห์พอลิเมอร์แบบแขวนลอย 5.4 การสังเคราะห์พอลิเมอร์แบบอิมัลชัน 5.5 ชนิดของเครื่องปฏิกรณ์ที่ใช้ในการเตรียม พอลิเมอร์ ปฏิบัติการที่ 9 กระบวนการพอลิเมอไรเซชัน แบบแขวนลอยของสไตรีน	2	3	ผศ.ดร. นิชนันท์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์
6	6. จลนศาสตร์และการควบคุมของปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน 6.1 จลนศาสตร์ของพอลิเมอไรเซชันแบบลูกโซ่ แรดิคัล ปฏิบัติการที่ 10 จลนศาสตร์ของ พอลิเมอไรเซชันแบบลูกโซ่แรดิคัลของ พอลิเมทิลเมทาไครเลต (PMMA)	2	3	ผศ.ดร. นิชนันท์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์
	6.2 จลนศาสตร์ของพอลิเมอไรเซชันแบบ ควบแน่น ปฏิบัติการที่ 11 การสังเคราะห์ในลอน 6, 10 ด้วยกระบวนการพอลิเมอไรเซชันระหว่างผิว	2	3	ผศ.ดร. นิชนันท์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์

หมายเหตุ : ท = ทฤษฎี ป = ปฏิบัติ

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ตาม มคอ.3 (ต่อ)

หน่วย ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	เวลา (ชั่วโมง)		อาจารย์ ผู้สอน	ผู้ปฏิบัติงาน
		ท	ป		
7	7. โคพอลิเมอร์ไฮเซน 7.1 โคพอลิเมอร์ 7.2 จลนศาสตร์และสมการโคพอลิเมอร์ 7.3 อัตราส่วนความว่องไวของโคพอลิเมอร์ ปฏิบัติการที่ 12 กระบวนการพอลิเมอร์ไฮเซน แบบสารละลายของสไตรีนในโทลูอีน	2	3	ผศ.ดร. นิพนธ์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์
	7.4 องค์ประกอบของพอลิเมอร์ร่วม 7.5 การหาอัตราส่วนความว่องไวของมอนอเมอร์ ปฏิบัติการที่ 13 กระบวนการพอลิเมอร์ไฮเซน แบบอิมัลชันของสไตรีน	2	3	ผศ.ดร. นิพนธ์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์
8	8. การเสื่อมสภาพและความเสถียรของพอลิเมอร์ 8.1 การเสื่อมสภาพจากความร้อน 8.2 การเสื่อมสภาพทางกล ปฏิบัติการที่ 14 การเตรียมพลาสติกซิลิเกต (Silicate Plastic)	2	3	ผศ.ดร. นิพนธ์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์
	8.3 การเสื่อมสภาพจากรังสี 8.4 การเสื่อมสภาพทางเคมี 8.5 สารเติมแต่งของพอลิเมอร์ ปฏิบัติการที่ 15 การทำถุงพลาสติกชีวภาพ	2	3	ผศ.ดร. นิพนธ์ พานสร้อย	นางสาว กัลยาณี ศรีวารินทร์

หมายเหตุ : แผนการสอนแต่ละสัปดาห์สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามอาจารย์ผู้สอนและสภาพสถานการณ์ปัจจุบัน

จากแผนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ที่กล่าวมา เป็นแผนการสอนที่ให้ผู้ปฏิบัติงานได้เตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ สารเคมี ให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการสอนรายสัปดาห์ตาม มคอ.3 โดยแต่ละสัปดาห์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ [7]

ปฏิบัติการที่ 1

แนะนำเครื่องมือ อุปกรณ์ และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

1. ข้อปฏิบัติ แนวทางการป้องกัน อุปกรณ์และเทคนิคการทดลองในห้องปฏิบัติการ

การทดลองในห้องปฏิบัติการ จะต้องเกี่ยวข้องกับสารเคมีหลายชนิด ซึ่งสารเคมีบางชนิดอาจจะทำให้เกิดอันตรายแก่ร่างกาย หรืออาจเกิดอุบัติเหตุในขณะที่ทำการทดลองได้ ดังนั้นผู้ทดลองจะต้องศึกษาข้อปฏิบัติ แนวทางการป้องกัน อุปกรณ์ และเทคนิคในห้องปฏิบัติการต่อไปเพื่อความปลอดภัยของผู้ทดลอง และเพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุดในการทดลอง

1.1 ข้อปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ

นักศึกษาต้องศึกษาข้อปฏิบัติก่อนการทดลองเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องและปลอดภัยต่อผู้ทดลองมีดังนี้

1.1.1 ห้ามนำอาหารและเครื่องดื่มเข้ามาภายในห้องปฏิบัติการ เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดจากสารเคมี เข้าไปปะปนกับอาหารหรือเครื่องดื่มที่จะนำเข้าสู่ร่างกายได้

1.1.2 ควรแต่งกายให้เหมาะสมกับการใช้ห้องปฏิบัติการ อาทิเช่น ใส่แว่นตานิรภัย รองเท้าหุ้มส้น และสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการ เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดจากสารเคมี ส่วนนักศึกษาที่ไว้ผมยาวควรมัดผมให้เรียบร้อยก่อนเข้าห้องปฏิบัติการ

1.1.3 ศึกษาตำแหน่งที่เก็บอุปกรณ์และการใช้งานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับความปลอดภัย เช่น ชุดปฐมพยาบาล และเครื่องดับเพลิง

1.1.4 อ่านคู่มือปฏิบัติการให้เข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติ หากไม่เข้าใจขั้นตอนหรือไม่รู้วิธีการใช้อุปกรณ์การทดลองให้ถามอาจารย์ผู้สอนให้เข้าใจก่อนลงมือทำการทดลอง

1.1.5 จัดอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดลอง วางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการให้ครบถ้วนก่อนลงมือทำการทดลอง

1.1.6 ทำการทดลองตามคู่มืออย่างเคร่งครัด ห้ามทำการทดลองนอกเหนือจากที่กำหนดลงในคู่มือ

1.1.7 ทำการทดลองอย่างระมัดระวังและตั้งใจ ห้ามหยอกล้อกันในห้องปฏิบัติการ

1.1.8 ห้ามสัมผัสหรือชิมสารเคมีทุกชนิดในห้องปฏิบัติการ การดมกลิ่นสารต้องได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ผู้สอนแล้วเท่านั้น และไม่อนุญาตให้นำสารเคมีใด ๆ ออกจากห้องปฏิบัติการ

1.1.9 ระหว่างการทดลองไม่ควรนำมือขึ้นมาสัมผัสใบหน้าและดวงตา

1.1.10 การใช้อุปกรณ์ที่ไม่สะอาด อาจจะทำให้ได้ผลการทดลองที่คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองต้องสะอาด

1.1.11 อุปกรณ์ในการทดลองที่ใช้เป็นส่วนกลางให้นำไปใช้ที่โต๊ะปฏิบัติการของนักศึกษากรณีมีการตก หรือดวงสารเคมีส่วนกลางให้ใช้อุปกรณ์ที่เจ้าหน้าที่เตรียมไว้เท่านั้น

1.1.12 ในการทดลองที่เกี่ยวกับสารเคมีที่เป็นแก๊สพิษหรือกรด – เบสเข้มข้น ต้องทำในตู้ดูดควัน (Hood)

1.1.13 การทิ้ง กระจายกรอง เศษโลหะ เครื่องแก้วที่แตกหรือสารเคมีที่เป็นของแข็ง ให้ทิ้งลงในภาชนะที่จัดไว้ในห้องปฏิบัติการเท่านั้น

1.1.14 ตรวจเช็ค ทำความสะอาดอุปกรณ์ และคืนอุปกรณ์ทดลองทุกครั้ง ทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการ ให้เรียบร้อยก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

1.1.15 ทำความสะอาดมือด้วยน้ำสบู่หรือน้ำสะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการทุกครั้ง

1.2 แนวทางการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ

1.2.1 อันตรายจากไฟ

สาเหตุการเกิดอันตรายจากไฟ อาทิเช่น การใช้เปลวไฟโดยตรง ให้ความร้อนกับภาชนะที่มีสารไวไฟ และการทำให้เกิดประกายไฟ เช่น จุดตะเกียง ไม้ขีด สบู่บู่ ในบริเวณที่มีสารไวไฟ การใช้สายยางชำรุดต่อกับท่อแก๊ส การใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วที่อยู่ในสภาพไม่ดี ทำให้เกิดการแตกในระหว่างการทดลอง การเทตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไวไฟลงในรางน้ำและอ่างน้ำ เนื่องจากสารเหล่านี้มีจุดเดือดต่ำระเหยง่าย ขณะที่เคลื่อนไปตามรางน้ำ อ่างน้ำสามารถติดไฟได้ถ้าบริเวณนั้นมีประกายไฟ การที่ไม่ปิดภาชนะที่บรรจุสารเคมีไวไฟ หรือสารเคมีที่ทำปฏิกิริยารุนแรงเมื่อสัมผัสกับอากาศหรือน้ำได้

แนวทางการป้องกันอันตรายจากไฟ มีดังนี้

1) ถ้าเกิดไฟไหม้ขึ้นที่โต๊ะ แจ้งให้อาจารย์ผู้ควบคุมทราบทันที ถ้าอยู่ในสถานการณ์ที่ทำได้ ให้ปิดแก๊สและย้ายภาชนะที่บรรจุสารติดไฟออกห่างจากไฟ

2) กรณีที่เกิดเปลวไฟขนาดเล็กในบีกเกอร์ (Beaker) หรือขวดรูปกรวย (Erlenmeyer Flask) ให้ใช้กระจกนาฬิกาปิดปากภาชนะนั้น ถ้าวิธีนี้ไม่สามารถควบคุมไฟได้ให้ดับไฟด้วยเครื่องมือดับเพลิงโดยฉีดน้ำยาไปที่ฐานเปลวไฟ

3) ถ้าเสื้อผ้าติดไฟ ให้รีบใช้ผ้าดับหรือกลิ้งไปกับพื้นหรือเดินไปที่ก๊อกน้ำที่ใกล้ที่สุด และใช้น้ำดับไฟอย่าวิ่ง

ข้อควรระวัง ไม่ควรใช้น้ำดับไฟที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้า เพราะจะเกิดอันตรายเนื่องจากการถูกไฟฟ้าดูด ควรใช้น้ำยาดับเพลิง อย่าใช้น้ำดับไฟซึ่งเกิดจากของเหลวที่ไวไฟ เพราะน้ำจะทำให้ของเหลวนั้นแผ่บริเวณกว้างออกไป ทำให้ไฟลามออกไปอีก

1.2.2 อันตรายจากเครื่องแก้ว

เนื่องจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องแก้ว ซึ่งอาจเกิดอุบัติเหตุจากการใช้เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการได้ โดยสาเหตุการเกิดอันตรายจากเครื่องแก้ว อาทิเช่น การใช้เครื่องแก้วที่ไม่สะอาดทำการทดลอง ซึ่งเมื่อใส่สารลงไปอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารที่หลงเหลืออยู่ หรืออันตรายจากการถูกแก้วบาด เนื่องจากการใช้แท่งแก้วหรือหลอดแก้วที่ไม่ได้ลบคม และการทดลองที่มีการให้ความร้อนสูง การทดลองที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงความดัน เช่น การเขย่าของผสมที่มีความดันไอสูง หรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้วมีแก๊สเกิดขึ้น สาเหตุเหล่านี้ทำให้แก้วแตกกระจาย และกระเด็นไปได้ไกล เป็นต้น

แนวทางการป้องกันอันตรายจากเครื่องแก้วมีดังนี้

- 1) รักษาเครื่องแก้วให้สะอาด เครื่องแก้วควรแห้งก่อนนำไปใช้ ควรล้างเครื่องแก้วทันทีที่เลิกใช้
- 2) ตรวจสอบเครื่องแก้วว่าอยู่ในสภาพดีก่อนใช้ทุกครั้ง
- 3) การตัดแก้ว ใช้มีดตัดแก้วฝนให้เป็นรอยรอบๆ แล้วใช้ผ้าจับดึงออกจากกัน แล้วฝนหรือลนไฟตรงปลายเพื่อให้หายคม
- 4) อย่าให้ความร้อนแก่เครื่องแก้วในระบบปิด การติดตั้งเครื่องแก้วเพื่อใช้ในการกลั่น ระวังอย่าเอาขวดรองรับไปเสียบกับจุกคอรั้งที่ปลายเครื่องควบแน่น เพราะไอจะออกไม่ได้ทำให้เกิดการระเบิด
- 5) การทดลองที่ต้องใช้ความดัน ต้องใช้เครื่องแก้วที่แข็งแรง ผู้ทำการทดลองควรสวมแว่นตานิรภัย ถ้าเป็นขวดแก้วหรือเดซิเคเตอร์ (Desiccator) ขนาดใหญ่ให้ใช้เทปปะขวางไปมา หากมีการระเบิดเศษจะได้ไม่กระเด็นไปไกลเมื่อเสร็จสิ้นการทดลองถ้าเครื่องแก้วยังร้อนอยู่ต้องทิ้งไว้ให้เย็นก่อน แล้วจึงค่อย ๆ ปรับความดันภายในเครื่องมือให้เท่ากับความดันข้างนอกอย่างช้า ๆ
- 6) การติดตั้งอุปกรณ์เครื่องแก้ว ควรติดตั้งจากล่างไปบน การยึดเครื่องแก้วด้วยที่ยึด (Clamp) ระวังอย่าให้แน่นจนเกินไป ทำให้เกิดความเครียด ตำแหน่งที่ยึดควรเหมาะสมเพื่อให้รับน้ำหนักเครื่องแก้วได้
- 7) แผลเล็กน้อยที่ถูกมีดหรือแก้วบาด ล้างด้วยน้ำเย็น เมื่อเลือดหยุดไหลให้ทำความสะอาดแผลด้วยแอลกอฮอล์ ใส่ยาปิดพลาสเตอร์ ถ้าเป็นแผลใหญ่และลึก รีบห้ามเลือด แล้วไปหาแพทย์

1.2.3 อันตรายจากสารเคมี

สารเคมีชนิดต่าง ๆ มีมากมายหลายชนิดด้วยกัน ทั้งไม่ก่อให้เกิดอันตราย และก่อให้เกิดอันตรายชนิดทำให้เกิดปัญหาสุขภาพอนามัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ในการทดลองที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี จึงต้องมีมาตรการระมัดระวังควบคุมอันตรายที่เกิดจากสารเคมี

แนวทางการป้องกันอันตรายจากสารเคมี มีดังนี้

- 1) ศึกษาสมบัติและอันตรายของสารเคมีก่อนใช้จากหนังสือคู่มือ หรือฉลากบนขวด ในกรณีที่หาข้อมูลของสารเคมีไม่ได้
- 2) หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีที่มีพิษโดยการเลือกใช้สารที่มีพิษน้อยกว่าทดแทนได้
- 3) ใช้สารเคมีอย่างระมัดระวัง หลีกเลี่ยงการสัมผัส สูดดมสาร และไอของสาร
- 4) ถ้าสารเคมีเข้าตาให้รีบล้างตาโดยเปิดน้ำผ่านสายยางซึ่งจะช่วยทำให้น้ำพุ่งตรงเข้าที่หน้า และล้างตาได้ ระวังอย่าเปิดน้ำให้แรงเกินไปเพราะจะเป็นอันตรายต่อตา ควรล้างตาประมาณ 15 นาที หรือกรณีสัมผัสโดยตรงกับสารเคมี ให้ล้างด้วยน้ำเป็นเวลา 15 นาทีขึ้นไปเช่นเดียวกัน
- 5) ถ้ากินสารเคมีเข้าไปโดยอุบัติเหตุรีบออกมาทันที ล้างปาก แล้วกินน้ำ หรือนม ปริมาณมากตามลงไป นำส่งสถานพยาบาลที่ใกล้ที่สุด แจ้งรายละเอียดของสารเคมีนั้นต่อแพทย์

1.3 อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment , PPE) อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล หรือเรียกสั้น ๆ ว่า PPE เป็นอุปกรณ์ที่มีไว้ให้ผู้ปฏิบัติงานสวมใส่ เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นในการปฏิบัติงาน พื้นที่ ที่มีความเสี่ยง เพื่อลดความสูญเสีย หรือลดความรุนแรงอุบัติเหตุ อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลมีหลายชนิด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับประเภทของงานและความเสี่ยงที่คาดว่าจะเกิดกับผู้ปฏิบัติงาน อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการมีดังนี้ และแสดงอยู่ในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล [7]

อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ได้แก่

- 1) อุปกรณ์ป้องกันดวงตา (Safety Glasses) ใช้สำหรับป้องกันสารเคมีหรืออุปกรณ์การทดลองเกิดการระเบิดกระเด็นใส่ดวงตาได้ เช่น แว่นตานิรภัย
- 2) อุปกรณ์ป้องกันมือ (Hand Protection) ใช้สำหรับป้องกันสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อนหรือซึมผ่านผิวหนังได้ เช่น ถุงมือยาง
- 3) อุปกรณ์ป้องกันเท้า (Safety Footwear) ใช้สำหรับป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นภายในห้องปฏิบัติการ เช่น สารเคมีหกใส่เท้า หรือเหยียบเศษของอุปกรณ์เครื่องแก้วที่แตก โดยอุปกรณ์ป้องกันเท้าที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ คือ รองเท้าผ้าใบ เป็นต้น
- 4) อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (Respirator Protection) ใช้สำหรับป้องกันจากสารเคมีหรือของเหลว มีพิษเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ เช่น หน้ากากอนามัย

1.4 การกำจัดของเสียหรือสารเคมีที่เหลือจากการทดลอง

ของเสียที่เกิดขึ้นจากระบวนการวิเคราะห์และการทดลองต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ มีทั้งของเสียที่เป็นอันตรายและของเสียที่ไม่เป็นอันตราย กำจัดของเสียที่เกิดขึ้นตามคำแนะนำที่ระบุไว้ใน การทดลอง หลักเกณฑ์ทั่วไปคือ ของเสียที่เป็นสารละลายในน้ำ หรือในตัวทำละลายที่รวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ และมีปริมาณเล็กน้อยประมาณ (3 - 10 มิลลิลิตร) ไม่มีเกลือโลหะหนัก สารประกอบไฮยาไนด์ เกลือไนเตรต หรือสารอันตรายอื่น ๆ ให้เทลงท่อน้ำทิ้งได้เลยโดยไม่ต้องเปิดน้ำตามปริมาณมากเป็นเวลา 1 - 2 นาที สารละลายกรดและสารละลายเบสที่มีความเข้มข้นมากกว่า 10 % ต้องทำให้เป็นกลางก่อนแล้วจึงเทลงท่อน้ำทิ้ง และเปิดน้ำตามปริมาณมากได้ ของเสียบางอย่างต้องบำบัดก่อนเทลงท่อน้ำทิ้ง ซึ่งต้องศึกษาหาวิธีการไว้ล่วงหน้าแล้ว แต่บางอย่างเทลงท่อน้ำทิ้งไม่ได้เลย เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีแฮโลเจน สารละลายหรือของผสมที่มีเกลือของโลหะหนักหรือสารเป็นพิษ ให้เทในภาชนะที่จัดแยกไว้สำหรับเก็บของเสียแต่ละประเภท เพื่อรวบรวมและนำส่งไปกำจัดต่อไป

1.5 เทคนิคการทดลองพื้นฐานที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

1.5.1 การใช้สารเคมี

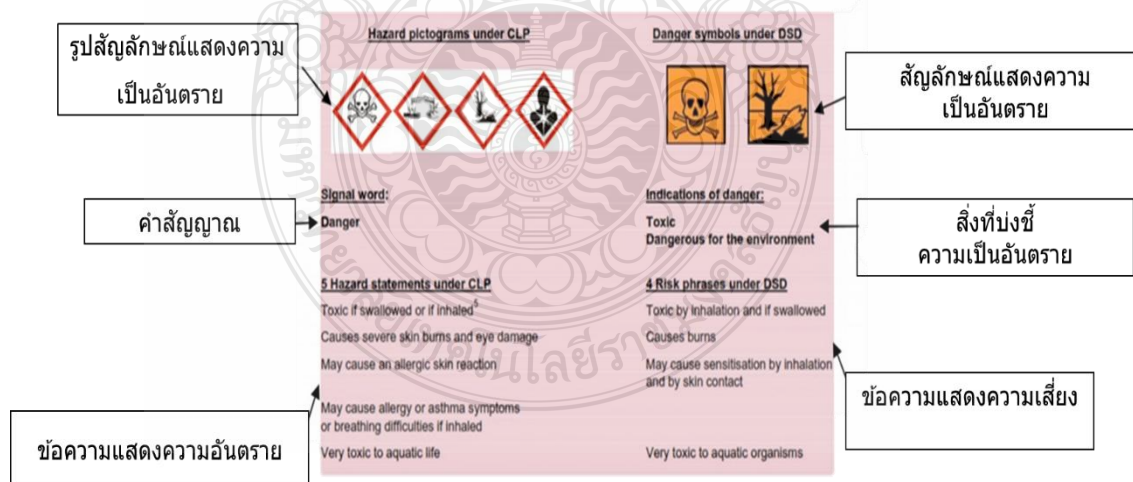
ตรวจสอบชื่อหรือสูตรของสารเคมีทุกครั้งก่อนนำมาใช้เพื่อให้ตรงกับความต้องการ และรินหรือตักสารเคมีมาใช้เท่าที่จำเป็น ถ้าสารเคมีเป็นของเหลวให้รินโดยหันฉลากเข้าด้านในฝ่ามือ เพื่อป้องกันฉลากเลอะเลือน การใช้อุปกรณ์ในการตักหรือตวงสารเคมีควรใช้เพียงชนิดเดียวเท่านั้น ห้ามนำไปตักหรือตวงสารเคมีชนิดอื่นเด็ดขาด เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารเคมี ถ้าต้องการไปใช้กับสารเคมีชนิดอื่นควรล้างให้สะอาดก่อน ห้ามเทสารเคมีที่เหลือกลับขวดเดิม เพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อนและการทดลองผิดพลาดได้

1.5.2 การอ่านฉลากข้างขวดสารเคมี

ในการใช้สารเคมีควรอ่านฉลากสารที่จะใช้ให้เสียก่อนเพื่อป้องกันความผิดพลาดและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ ตัวอย่างการอ่านฉลากแสดงอยู่ในภาพที่ 3.2 โดยทั่วไปแล้วฉลากสารเคมีจะระบุถึงสิ่งต่อไปนี้

- 1) ชื่อสารเคมี (Chemical Name)
- 2) สูตรโมเลกุลหรือสูตรโครงสร้าง (Formula Weight, Formula Structure)
- 3) มวลโมเลกุล, น้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight- Mr, MT, M.W., F.W.)
- 4) เกรด (Grade- AR, Lab, Technical)
- 5) บริษัทผู้ผลิต (Company Suppliers)
- 6) ความบริสุทธิ์ (% Assay)
- 7) สิ่งเจือปน (Impurities)
- 8) เลขประจำสารเคมี (Catalog Number)
- 9) รหัสแสดงอันตราย (Risk Phrases) และรหัสความปลอดภัย (Safety Phrases)
- 10) ปริมาณสุทธิ
- 11) สัญลักษณ์แสดงอันตรายในระบบมาตรฐานของ UN และระบบ EEC ซึ่งแสดงอยู่ใน

ในตารางที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างการอ่านฉลาก [7]

ตารางที่ 3.2 สัญลักษณ์แสดงอันตรายในระบบมาตรฐานของ UN และระบบ EEC [7]

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
	วัตถุระเบิดได้ (E : Explosive) หมายถึง: สารเคมีที่เกิดปฏิกิริยาแล้วให้ความร้อนและแก๊สอย่างรวดเร็ว หรือ เมื่อได้รับความร้อนในสภาวะจำกัดจะเกิดการระเบิด หรือ เผาไหม้อย่างรุนแรง ข้อควรระวัง: หลีกเลี่ยงการกระแทกเสียดสี, แหล่งกำเนิดประกายไฟ และความร้อน ตัวอย่าง : Ammonium Dichromate
	วัตถุไวไฟสูงมาก (F+ : Extremely flammable) หมายถึง: ของเหลวที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียสและจุดเดือดไม่เกิน 35 องศาเซลเซียส แก๊ส และ แก๊สผสมซึ่งไวไฟในอากาศที่อุณหภูมิและความดันปกติ ข้อควรระวัง: ควรเก็บให้ห่างจากแหล่งที่มีเปลวไฟ, ประกายไฟ และความร้อน ตัวอย่าง : Diethyl Ether
	สารพิษ (T+/T : Toxic) หมายถึง: การสูดดม กลืนกิน หรือดูดซึมผ่านผิวหนังแม้เพียงปริมาณเล็กน้อยจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ หรืออาจถึงตายได้ ข้อควรระวัง: ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับร่างกายทุกรูปแบบ ถ้ารู้สึกไม่สบายให้ปรึกษาแพทย์ทันที
	สารอันตราย (Xn : Harmful) หมายถึง: การสูดดม การกลืนกิน หรือซึมผ่านผิวหนังอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพแบบเฉียบพลัน หรือ เรื้อรัง อาจเกิดผลเสียต่อสุขภาพ ถ้าใช้อย่างไม่เหมาะสม ข้อควรระวัง: ต้องหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับร่างกาย
	สารกัดกร่อน (C : Corrosive) หมายถึง: สารซึ่งโดยปฏิกิริยาเคมีจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อน้ำเยื่อของสิ่งมีชีวิตและกัดกร่อนอุปกรณ์ปฏิบัติการ ข้อควรระวัง: ป้องกันไม่ให้สารกัดกร่อนเข้าตา สัมผัสผิวหนังและเสื้อผ้าเป็นพิเศษ รวมทั้งอย่าสูดดมไอของสารกลุ่มนี้ ในกรณีอุบัติเหตุหรือเมื่อรู้สึกไม่สบาย ให้ปรึกษาแพทย์ทันที ตัวอย่าง : Sulfuric Acid, Nitric Acid
	สารระคายเคือง (Xi : Corrosive) หมายถึง: แม้จะไม่ได้มีคุณสมบัติกัดกร่อน หากผิวหนังหรือเนื้อเยื่อเมื่อสัมผัสสารนี้ ซ้ำ ๆ กันหรือเป็นเวลานาน อาจก่อให้เกิดอาการบวม หากสัมผัสกับผิวหนังอาจก่อให้เกิดอาการแพ้ ข้อควรระวัง: หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตา ผิวหนัง และการสูดดมไอของสาร ตัวอย่าง : Sulfuric Acid, Nitric Acid
	สารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (N : Dangerous for the environment) หมายถึง: การปล่อยสู่สภาพแวดล้อม จะทำให้เกิดความเสียหายต่อองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมทันที ข้อควรระวัง: อย่าปล่อยสู่ระบบสุขาภิบาล ดิน หรือสิ่งแวดล้อม ให้ปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ของการกำจัดพิเศษเฉพาะแต่ละสาร

ปฏิบัติการที่ 2

การแบ่งประเภทของพอลิเมอร์

คำสั่ง ให้นักศึกษาเลือกผลิตภัณฑ์ที่อยู่รอบตัวมา 1 ชนิด และทำการแบ่งประเภทของพอลิเมอร์ตามแบบต่าง ๆ



1. สัญลักษณ์รีไซเคิลของพลาสติก.....
2. การเกิด.....
3. ส่วนประกอบของอะตอมในสายโซ่พอลิเมอร์.....
4. สมบัติทางกายภาพ.....
5. การจัดเรียงตัวของมอนอเมอร์.....
6. ชนิดของโครงสร้าง.....
7. ลักษณะของหมู่ฟังก์ชัน.....
8. ลักษณะการใช้งาน.....

ปฏิบัติการที่ 3

การเกิดพอลิเมอร์แบบเชื่อมขวาง (Crosslinked polymer)

นอกจากการนำพอลิเมอร์มาใช้ผลิตเป็นของใช้และภาชนะพลาสติก ยาง และเส้นใยแล้ว พอลิเมอร์ยังถูกนำมาใช้ทำเป็นกาวยึดอีกด้วย ในการทดลองนี้จะใช้กาวยึด ซึ่งเป็นพอลิเมอร์แบบเส้นตรง ที่ละลายน้ำได้ มาทำการทดลองเพื่อให้เกิดพันธะเชื่อมขวางขึ้น เพื่อให้เห็นความแตกต่างระหว่าง พอลิเมอร์แบบเส้นตรง และพอลิเมอร์แบบเชื่อมขวาง

สารเคมีและอุปกรณ์

1. กาวยึดขาว (กาวยึดเหนี่ยว) (ทำจาก Poly (Vinyl Acetate), PVAc) หรือกาวยึดน้ำชนิดใส (ทำจาก Poly (Vinyl Alcohol), PVA) 30 กรัม
2. โซเดียมโบเรต (Sodium Borate)
3. น้ำอุ่น
4. แท่งแก้วคน (Stirring Rod)
5. บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50 มิลลิลิตร 1 ใบ
6. สีส้มอาหาร
7. บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 มิลลิลิตร 3 ใบ

วิธีการทดลอง

1. ละลายโซเดียมโบเรต 2.5 กรัม ด้วยน้ำอุ่น 10 มิลลิลิตรในบีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร
2. เทกาวยึด 10 กรัม ลงในบีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร หยดสีส้มอาหาร 1 หยด คนให้เข้ากัน
3. เติมน้ำ 10 มิลลิลิตร ลงในกาวยึด คนให้เข้ากัน
4. เทสารละลายโซเดียมโบเรตที่เตรียมไว้ลงในกาวยึด พร้อมคน สังเกตความเปลี่ยนแปลง
5. เติมน้ำ 10 มิลลิลิตร ลงในกาวยึด คนให้เข้ากัน
6. นำของแข็งที่ได้มานวดประมาณ 3 - 5 นาที จากนั้นปั้นเป็นก้อนทรงกลม ทดสอบการกระด้างบนพื้นโต๊ะที่สะอาด ทดลองดึงของแข็งที่ได้ออกเป็นเส้นยาว ๆ อย่างช้า ๆ เปรียบเทียบกับการดึงเร็ว
7. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 - 5 แต่เปลี่ยนเป็นใช้สารละลายโซเดียมโบเรตที่เตรียมจากการละลายโซเดียมโบเรต 1 กรัม และโซเดียมโบเรต 4 กรัม ตามลำดับ เปรียบเทียบสมบัติของวัสดุที่เตรียมได้จากการทดลอง

ข้อควรระวัง

1. ไม่ควรกรีดผิวโซเดียมบอเรต หรือหายใจเอาไอของสารโซเดียมบอเรตเข้าสู่ร่างกาย
2. สารละลายโซเดียมบอเรต และ PVA อาจทำให้เกิดการระคายเคืองได้ จึงต้องระวังอย่าให้สารละลายเข้าตา
3. พอลิเมอร์ที่เตรียมได้จะมีลักษณะเป็นเจลคล้ายเยลลี่ ควรเก็บไว้ในถุงติดป้ายบอกให้ชัดเจนว่าเป็นเจลจากกาว ห้ามรับประทาน
4. ล้างมือหลังการทดลองทุกครั้ง

ตารางที่ 3.3 ผลการทดลองการเกิดพอลิเมอร์แบบเชื่อมขวาง

ปริมาณ สารโซเดียมบอเรต (กรัม)	ลักษณะของพอลิเมอร์	สมบัติของพอลิเมอร์

จงแสดงปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมบอเรตเมื่อละลายน้ำ

[illegible]

ปฏิบัติการที่ 4

พอลิเมอร์ดูดซับอย่างยิ่งยวด (Superabsorbent Polymer)

พอลิเมอร์ดูดซับอย่างยิ่งยวด (Superabsorbent Polymer, SAP) เป็นพอลิเมอร์สังเคราะห์ที่มีความสามารถในการดูดซับและกักเก็บของเหลวจำนวนมาก มักพบในรูปของลูกปัดหรือเม็ดเล็ก ๆ เมื่อเม็ดปัดเหล่านี้สัมผัสกับของเหลว จะพองตัวและกลายเป็นสารคล้ายเจล สารคล้ายเจลนี้ช่วยให้ SAP สามารถดูดซับและกักเก็บของเหลวจำนวนมากได้

วัตถุดิบดูดซับยิ่งยวดที่ใช้กันทั่วไปในผลิตภัณฑ์ดูแลร่างกายคือโซเดียมพอลิอะคริเลต (Sodium Polyacrylate) เป็นเกลือโซเดียมของกรดอะคริลิก โซเดียมพอลิอะคริเลต เป็นสารที่ละลายน้ำได้ ซึ่งสามารถดูดซับน้ำได้มากถึง 300 เท่าของน้ำหนักตัวเอง ทำให้เป็นวัสดุที่สมบูรณ์แบบสำหรับใช้ในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น แผ่นรองสำหรับสตรีและแผ่นรองสำหรับกลั้นปัสสาวะไม่อยู่ ซึ่งจำเป็นต้องสามารถดูดซับของเหลวปริมาณมากได้

สารเคมีและอุปกรณ์

- | | |
|--|--------------------------|
| 1. กรดอะคริลิก (Acrylic Acid) | 7. น้ำ DI |
| 2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) | 8. ปีกเกอร์ (Beaker) |
| 3. กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid) | 9. หลอดทดลอง (Test Tube) |
| 4. เอ็น,เอ็น - เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ (N,N - Methylenebisacrylamid) | |
| 5. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen Peroxide, H_2O_2) | |
| 6. โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride) | |

วิธีการทดลอง

1. เตรียมหลอดทดลอง 2 หลอด และเติมกรดอะคริลิกลงไปในแต่ละหลอด 0.30 มิลลิลิตร
2. ใส่สารต่อไปนี้ในแต่ละหลอดตามลำดับ: 8 M NaOH 0.45 มิลลิลิตร, Ascorbic Acid 0.10 มิลลิลิตร, และสาร N,N'-Methylenebisacrylamide 0.20 มิลลิลิตร และทำการหมุนเบา ๆ
3. เมื่อผสมจนเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว นำหลอดทดลองไปวางในอ่างน้ำเพื่อเย็นตัว
4. หลังจากที่ย่นถึงอุณหภูมิห้อง เติม H_2O_2 0.10 มิลลิลิตร ลงไปในหลอดทดลอง เพื่อเริ่มปฏิกิริยาพอลิเมไรเซชัน โดยการกวนเป็นเวลากว่า 90 นาที
5. หลังจากปฏิกิริยาพอลิเมไรเซชันเสร็จสิ้นแล้ว นำพอลิเมอร์เจลที่ได้เทลงบนจานเพาะเชื้อแล้วเกลี่ยให้ทั่ว

6. วางจานเพาะเชื้อในเตาอบเพื่อทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 °C จนกระทั่งพอลิเมอร์แห้งและแข็ง
7. เมื่อพอลิเมอร์แห้งสนิทแล้ว ให้นำออกจากเตาอบ และปล่อยให้เย็นตัว
8. ประเมินความสามารถในการดูดซับ โดยเติมน้ำที่ทราบปริมาตรแน่นอนลงบนพอลิเมอร์ และนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อการคำนวณหาอัตราการบวมตัว (Swelling Ratio, SR) จากสมการนี้

$$SR = (\text{Mass Of Swollen Polymer} - \text{Mass Of Dry Polymer}) / \text{Mass Of Dry Polymer}$$

ตารางที่ 3.4 ผลการทดลองพอลิเมอร์ดูดซับอย่างยั่งยืน

Dry Mass (g)	Swollen Mass (g)	Swollen Ratio (SR)	ลักษณะทางกายภาพ	สมบัติทางกล

จงแสดงปฏิกิริยาพอลิเมอร์เซชันที่เกิดขึ้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จงแสดงวิธีการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

.....

วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

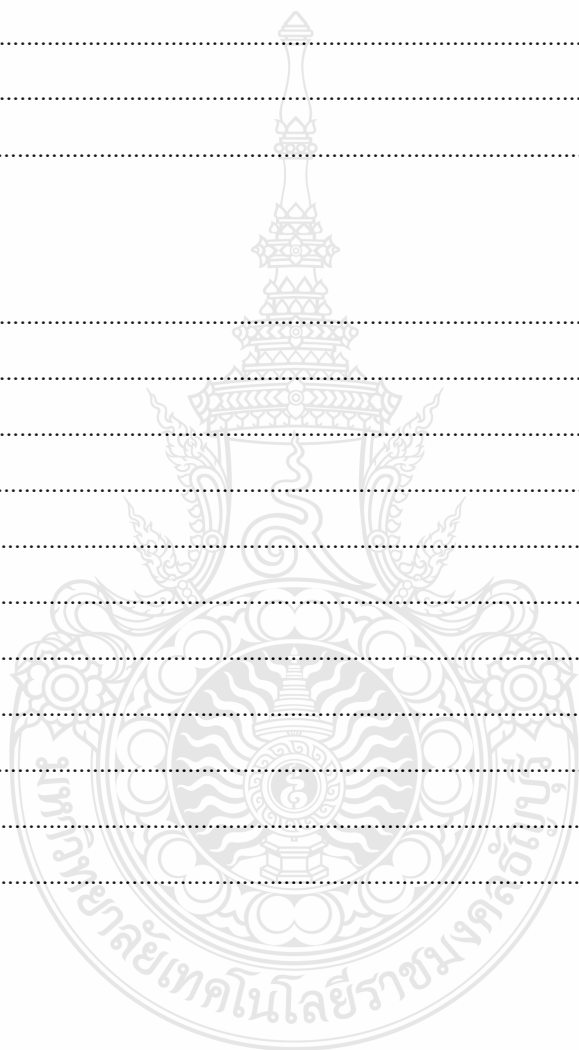
.....

.....

.....

.....

.....



ปฏิบัติการที่ 5

ความหนาแน่นและโครงสร้างของพอลิเมอร์

อุปกรณ์

1. ลวดก้ามเหยี่ยวยาวประมาณ 4.5 – 5.0 cm จำนวน 100 เส้น
2. ขวดน้ำ ขนาด 500 ml ความสูงประมาณ 18 cm ที่ตัดปากขวดแล้ว จำนวน 2 ขวด

วิธีการทดลอง

1. นำลวดก้ามเหยี่ยว จำนวน 5 เส้น มาต่อให้เป็นโครงสร้างแบบเส้นและโครงสร้างแบบกิ่ง
2. จากนั้น นำลวดก้ามเหยี่ยวที่ต่อแล้วมาหย่อนลงในขวดตามประเภทโครงสร้าง และหยุดเมื่อลวดก้ามเหยี่ยวเต็มขวด
3. นับจำนวนโครงสร้างที่อยู่ในแต่ละขวด

บันทึกผลการปฏิบัติการที่ 5

ตารางที่ 3.5 ผลการทดลองความหนาแน่นและโครงสร้างของพอลิเมอร์

โครงสร้าง	จำนวนลวดที่อยู่ในขวด (เส้น)

วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

ปฏิบัติการที่ 6

การเปลี่ยนแปลงของพอลิเมอร์เมื่อได้รับความร้อน

วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1. ชิ้นพอลิเมอร์จากผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ อย่างน้อย 4 ชนิด ขนาด 1 x 1 cm
2. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม
3. แผ่นกระเบื้อง
4. คีมหนีบ (Forceps)

วิธีการทดลอง

1. สังเกตลักษณะของชิ้นพอลิเมอร์ก่อนนำไปให้ความร้อน และบันทึกผล
2. คีบชิ้นพอลิเมอร์ แล้วนำไปไว้ในเนื้อเปลวไฟ ประมาณ 2 cm ประมาณ 3 - 5 วินาที สังเกตลักษณะของชิ้นพอลิเมอร์และบันทึกผล (ไม่ควรนำชิ้นงานพอลิเมอร์ใส่เข้าไปในเปลวไฟโดยตรง ให้นำไว้เหนือเปลวไฟเท่านั้น)
3. สังเกตและเปรียบเทียบลักษณะรูปร่างของชิ้นพอลิเมอร์ก่อนและหลังได้รับความร้อน
4. ทำการทดลองซ้ำ แต่เปลี่ยนชิ้นพอลิเมอร์ที่ต่างกัน

บันทึกผลการปฏิบัติการที่ 6

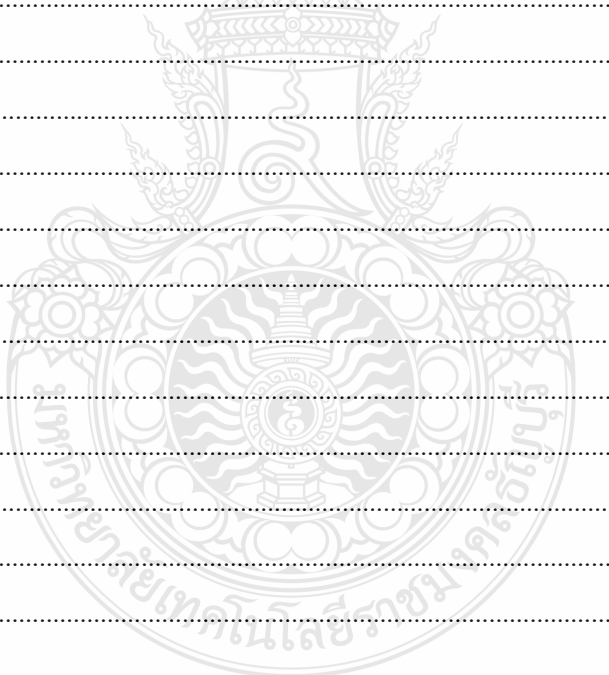
ตามรางที่ 3.6 การเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้จากการทดลอง

ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์	ลักษณะของชิ้นพอลิเมอร์		
	ก่อนได้รับความร้อน	ระหว่างได้รับความร้อน	หลังได้รับความร้อน

วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง

A vertical line of ten horizontal dotted lines for handwriting practice. At the bottom center, there is a small cartoon character with a round body, a pointed hat, and a small tuft of hair on top. The character is standing on the bottom-most dotted line.

สรุปผลการทดลอง



ปฏิบัติการที่ 7

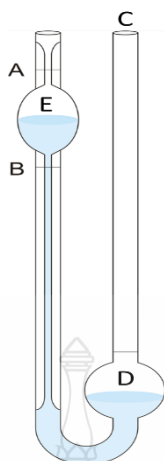
การหาน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยตามความหนืดของพอลิเมอร์

สารเคมีและอุปกรณ์

- | | |
|---|--------------------------------------|
| 1. เครื่องวัดความหนืดแบบ Ostwald Viscometer | 7. อ่างน้ำร้อน (Water Bath) |
| 2. พอลิสไตรีน (Polystyrene, PS) | 8. ขวดรูปชมพู่ (Conical Flask) |
| 3. โทลูอีน (Toluene) | 9. กรวยแก้วกรองสาร (Glass Funnel) |
| 4. อะซิโตน (Acetone) | 10. เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) |
| 5. นาฬิกาจับเวลา (Stop Clock) | 11. ปิเปต (Pipette) |
| 6. ขวดปริมาตร (Volumetric Flask) | |

วิธีการทดลอง:

1. ล้าง Ostwald Viscometer ด้วยน้ำกลั่น 2 - 3 ครั้งให้สะอาด
2. เช็ดผิวแก้วด้านนอกให้แห้ง แล้วทำให้ผิวด้านในแห้งโดยการล้างด้วยอะซิโตน ด้วยปริมาณครั้งละน้อย ๆ สองครั้ง จากนั้นเป่าด้วยอากาศเย็นเพื่อให้อะซิโตนระเหยออกจนหมด
3. เตรียมสารละลายพอลิสไตรีน ความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนี้ 1.6, 1.2, 0.8 และ 0.4 % w/v ในขวดปริมาตรขนาด 100 ml โดยมีโทลูอีนเป็นตัวทำละลาย
4. ยึด Ostwald Viscometer ให้อยู่ในแนวตั้ง ในอ่างน้ำ ควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ประมาณ 25 °C โดยให้ระดับน้ำในอ่างท่วมเลยระดับ A ของ Viscometer เล็กน้อย จากนั้นปิเปตโทลูอีน 10 ml หรือ 5 ml (ตามขนาดของ Viscometer ที่ใช้ในการทดลอง) ใส่ลงใน Viscometer ทางปลาย C แล้วดูดโทลูอีนขึ้นไปจนเลยระดับ A เล็กน้อย ถ้าระดับโทลูอีนที่ปลายอีกข้างหนึ่ง ยังไม่ถึงระดับล่างของกระเปาะ D ให้ปิเปตโทลูอีนที่ทราบปริมาตรแน่นอนลงไปอีก จนระดับของสารละลายอยู่ที่ระดับล่างของกระเปาะ D จดปริมาตรของโทลูอีนที่เติมลงไปทั้งหมด พร้อมทั้งจดอุณหภูมิของน้ำในอ่างน้ำที่ทำการทดลองด้วย



ภาพที่ 3.3 เครื่องวัดความหนืด [7]

5. จับเวลาที่โหลอินไหลจากระดับ A จนถึงระดับ B ของกระเปาะ E แล้วทำซ้ำอีก 2 ครั้ง เวลาโหลอินไหลจากระดับ A ถึงระดับ B เรียกว่า อัตราการไหล (Flow Time) ของของเหลว

6. ห้ออัตราการไหลของสารละลายพอลิสไตรีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ด้วยวิธีเดียวกันกับข้อ 4 และ 5 โดยใช้ปริมาตรของสารละลายพอลิสไตรีน ที่เติมลงไปใน Viscometer เท่ากับของโหลอินที่เติมลงไปทุกครั้ง และควรเริ่มจากสารละลายเจือจางที่สุด และอย่าลืมกล้ว Viscometer ด้วยสารละลายที่จะวัดก่อนที่จะทำการวัดจริง

7. ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ดังนี้

7.1 คำนวณหา η_r และ η_{sp} ของสารละลายพอลิสไตรีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยใช้ Flow Time ของสารละลายเทียบกับของโหลอิน

7.2 พล็อตกราฟระหว่าง η_{sp} / c และ $\ln \eta_r / c$ กับ C (% w/v) ลงบนกราฟเดียวกัน แล้วทำการต่อกราฟไปตัดแกนตั้งที่ C = 0 เพื่อหาค่า $[\eta]$

7.3 คำนวณหาน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ย ($\bar{M}_v$) โดยใช้ Mark-Houwink Equation โดยกำหนดให้ค่า $K = 3.8 \times 10^{-5}$ และ $\alpha = 0.63$

หมายเหตุ : 1. ถ้าสารละลายขุ่น ควรทำการกรองสารละลายก่อนที่จะปิเปตลงใน Viscometer

2. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองให้ทำการล้าง Viscometer ด้วยน้ำกลั่นหลาย ๆ ครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้สารละลายแห้งติดค้างอยู่ภายใน Viscometer ด้วยอะซิโตน

บันทึกผลการปฏิบัติการที่ 7

1. คำนวณหา η_r และ η_{sp} ของสารละลายพอลิสไตรีนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ โดยใช้ Flow Time ของสารละลายเทียบกับของไหลอื่น

ตารางที่ 3.7 แสดงปริมาตรที่เติม อุณหภูมิขณะทดลองและเวลาการไหลของสารละลายที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของ สารละลาย PS (%w/v)	ปริมาตรที่เติม ลงไป (ml)	อุณหภูมิของน้ำใน อ่าง (°C)	เวลาไหลจากระดับ A ถึงระดับ B (s)			
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย

ตารางที่ 3.8 แสดงค่าความหนืดที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

C (%w/v)	η_r	η_{sp}	η_{sp} / c	$\ln \eta_r / c$

สรุปผลการทดลอง:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

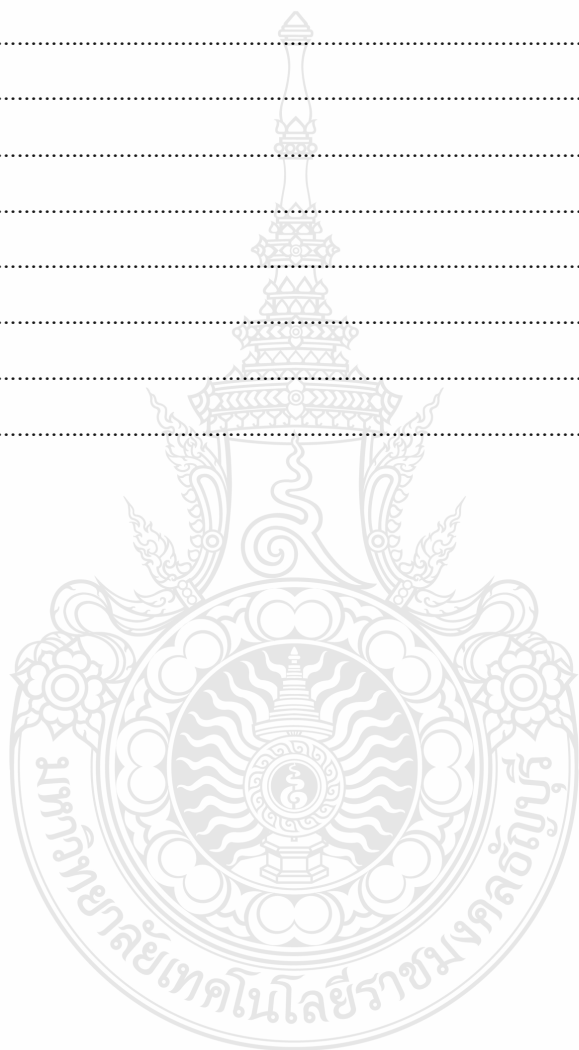
.....

.....

.....

.....

.....



ปฏิบัติการที่ 8

การสังเคราะห์พอลิสไตรีนจากปฏิกิริยาฟรีแรดิคัลด้วยกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบบัลค์ (Free-Radical Polymerization Of Polystyrene By Bulk Polymerization Process)

สารเคมีและอุปกรณ์:

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1. สไตรีน (Styrene) | 5. เครื่องให้ความร้อน (Hotplate) |
| 2. เบนโซอิลเพอร์ออกไซด์ (Benzoyl Peroxide) | 6. แม่พิมพ์ (Mold) |
| 3. ไซลีน (Xylene) | 7. ปีกเกอร์ (Beaker) |
| 4. แท่งแม่เหล็กกวนสาร (Magnetic Bar) | |

วิธีการทดลอง:

1. วางเครื่องให้ความร้อน (Hotplate) ในตู้ดูดควัน ชั่งสไตรีน 25 กรัม ในปีกเกอร์ ขนาด 150 - 250 มิลลิลิตร ให้ความร้อนสไตรีนจนกว่าจะถึงอุณหภูมิที่ต้องการ จากนั้นเติมเบนโซอิลเพอร์ออกไซด์ (0.1 - 0.4 กรัม) พร้อมกับกวนส่วนผสมของปฏิกิริยาและรักษาอุณหภูมิของปฏิกิริยาจนสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน

2. หากมีฟองอากาศเกิดขึ้นเนื่องจากมอนอเมอร์เดือด ให้นำปีกเกอร์ออกจาก Hotplate และปล่อยให้เย็นจนฟองอากาศหายไป จากนั้นให้ความร้อนกับปฏิกิริยาอีกครั้งจนสารละลายมีความหนืด

3. เทส่วนผสมในปีกเกอร์ลงในแม่พิมพ์ และปล่อยให้เย็นถึงอุณหภูมิห้อง ทำความสะอาดปีกเกอร์ทันทีด้วยไซลีนร้อน โดยให้ความร้อนบน Hotplate จนกระทั่งพอลิเมอร์ที่เหลือละลาย

ตารางที่ 3.9 สภาวะการทดลองของ Polymerization Of Styrene (Bulk Polymerization)

Entry	Monomer (g)	Initiator (g)	Temperature (°C)	Time (h)
1	25	-	90	1-2
2	25	0.1	90	1-2
3	25	0.2	90	1-2
4	25	0.3	90	1-2
5	25	0.4	90	1-2

ตารางที่ 3.9 สภาวะการทดลองของ Polymerization Of Styrene (Bulk Polymerization) (ต่อ)

Entry	Monomer (g)	Initiator (g)	Temperature (°C)	Time (h)
6	25	-	110	1-2
7	25	0.1	110	1-2
8	25	0.2	110	1-2
9	25	0.3	110	1-2
10	25	0.4	110	1-2

บันทึกผลการปฏิบัติการที่ 8

ตารางที่ 3.10 ผลการทดลองการสังเคราะห์พอลิสไตรีนจากปฏิกิริยาฟรีแรดิคัลด้วยกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบบัลค์

กลุ่ม	Monomer (g)	Initiator (g)	Temperature (°C)	Time (h)	Actual Yield	Theoretical Yield	%Yield
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

แสดงวิธีการคำนวณ

.....

.....

.....

ปฏิบัติการที่ 9
กระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบแขวนลอยของสไตรีน
(Suspension Polymerization Of Styrene)

สารเคมี

Reagent	Molecular Formula	Function
Styrene	$\text{CH}_2=\text{CH}$ Ph	Monomer
Water (distilled)	H_2O	Suspension medium
Poly(vinyl alcohol)	$\left[\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}} \right]_n$	Suspending agent
Benzoyl peroxide	$\text{C}_6\text{H}_5-\underset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{O}-\text{O}-\underset{\text{O}}{\underset{\text{ }}{\text{C}}}-\text{C}_6\text{H}_5$	Free-radical initiator

วิธีการทดลอง

1. ละลาย Poly (Vinyl Alcohol) 2.0 g ในน้ำกลั่น 300 ml ลงในขวดก้นกลม และให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90°C พร้อมกวนปั่นด้วยความเร็วคงที่
2. ระหว่างรอให้อุณหภูมิถึง 90°C ให้ละลาย Benzoyl Peroxide 1.0 g ใน Styrene 50 ml
3. เมื่อ Poly (Vinyl Alcohol) ละลายจนเป็นเนื้อเดียวกัน ให้ทำการเติมสารละลาย Styrene/ Benzoyl Peroxide โดยหยดผ่านกรวยกรองสาร
4. ปรับความเร็วของเครื่องกวนอย่างระมัดระวังเพื่อให้สไตรีนกระจายตัวเป็นหยดเล็ก ๆ ด้วยการกวนอย่างต่อเนื่อง และปล่อยให้ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันดำเนินต่อไปอีก 2 ชั่วโมง โดยคงอุณหภูมิคงที่ไว้ที่ 90 - 95 °C
5. เมื่อครบเวลาที่กำหนดแล้ว ให้นำพอลิเมอร์ที่ได้มากรอง และล้างด้วยน้ำกลั่น หลังจากนั้นนำไปอบเพื่อให้แห้ง และทำการชั่งน้ำหนักพอลิเมอร์ที่ได้และนำไปคำนวณร้อยละผลผลิต (Percentage Yield (%))

วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

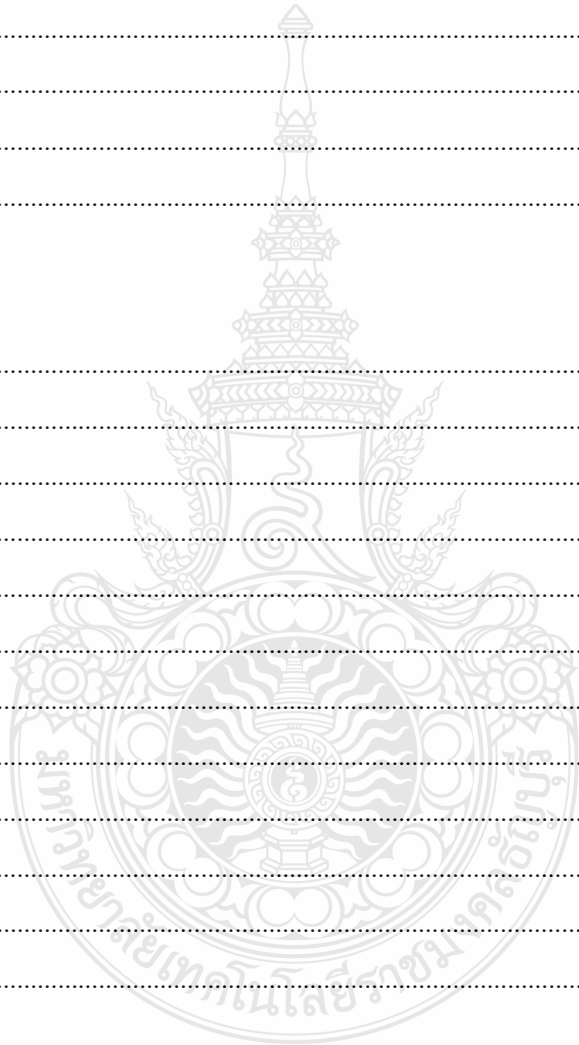
.....

.....

.....

.....

.....



ปฏิบัติการที่ 10

จลนศาสตร์ของพอลิเมอร์ไรเซชันแบบลูกโซ่เรดิคัลของพอลิเมทิลเมทาไครเลต (PMMA)

สารเคมีและอุปกรณ์

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1. Methyl Methacrylate, MMA Solution | 7. แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod) |
| 2. Alumina (Al_2O_3) | 8. ปีกเกอร์ (Beaker) |
| 3. Benzoyl Peroxide Powder (BPO) | 9. กระดาษกรอง (Filter Paper) |
| 4. กระบอกตวง (Measuring Cylinder) | 10. อ่างน้ำร้อน (Water Bath) |
| 5. หลอดทดลอง (Test Tube) | 11. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Balance) |
| 6. หลอดหยด (Dropper) | |

วิธีการทดลอง

1. ชั่งสาร Alumina (Al_2O_3) 2 กรัม และตวงสารละลาย Methyl Methacrylate (MMA) 10 ml ใส่ลงในหลอดทดลอง แล้วคนด้วยแท่งแก้วเพื่อให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน
2. หลังจากนั้น นำหลอดทดลองไปวางในปีกเกอร์ และนำไปให้ความร้อนในอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 100°C เป็นเวลา 30 นาที
3. หลังจากครบ 30 นาที ให้นำปีกเกอร์ออกจากอ่างน้ำร้อน และสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในหลอดทดลอง และทำการบันทึกผล
4. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ ข้อ 1 - 3 แต่เปลี่ยนตัวเริ่มปฏิกิริยาเป็น Benzoyl Peroxide Powder (BPO) 0.05 กรัม แทน Alumina

บันทึกผลการปฏิบัติการที่ 10

ตารางที่ 3.12 ผลการทดลองจลนศาสตร์ของพอลิเมอร์ไรเซชันแบบลูกโซ่เรดิคัลของพอลิเมทิลเมทาไครเลต (PMMA)

ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น	ลักษณะของพอลิเมอร์ที่ได้

ปฏิบัติการที่ 11

การสังเคราะห์ไนลอน 6, 10 ด้วยกระบวนการพอลิเมอไรเซชันระหว่างผิว

Synthesis Of Nylon 6,10 By Interfacial Polymerization

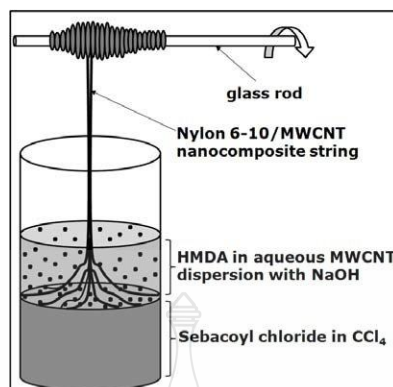
สารเคมีและอุปกรณ์:

1. ซีบาโคอิลคลอไรด์ (Sebacoyl Chloride) ในเตตระคลอโรเอทิลีน (Tetrachloroethylene)
2. เฮกซะเมทิลีนไดอะมีน (Hexamethylene Diamine)
3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide)
4. อะซิโตน (Acetone)
5. ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein)
6. ปีกเกอร์ (Beaker)
7. แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod)

วิธีการทดลอง:

1. ตวงสารละลายซีบาโคอิลคลอไรด์ในเตตระคลอโรเอทิลีนความเข้มข้น 0.1 mol/L ปริมาตร 15 ml ลงในปีกเกอร์ที่ 1
2. ตวงสารละลายเฮกซะเมทิลีนไดอะมีนในน้ำ ความเข้มข้น 0.1 mol/L ปริมาตร 15 ml ลงในปีกเกอร์ที่ 2
3. เติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.5 กรัม และหยดฟีนอล์ฟทาลีน 5 หยดในปีกเกอร์ที่ 2
4. ค่อย ๆ เทสารละลายในปีกเกอร์ที่ 2 ลงในปีกเกอร์ที่ 1
5. ม้วนพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นบริเวณผิวระหว่างสารละลายทั้ง 2 ชนิด โดยใช้แท่งแก้วและนำพอลิเมอร์ที่ม้วนได้มาใส่ในปีกเกอร์ที่มีอะซิโตน 50 มิลลิลิตร เพื่อล้างฟิล์มพอลิเมอร์ที่ได้จากการเกิดพอลิเมอไรเซชัน
6. ล้างพอลิเมอร์ด้วยขั้นตอนนี้ 2-3 ครั้ง
7. หลังจากนั้นนำพอลิเมอร์มารอง อบแห้ง และชั่งน้ำหนักพอลิเมอร์
8. คำนวณผลผลิตร้อยละ (% Yield)

$$\text{ผลผลิตร้อยละ} = \frac{\text{ผลผลิตจริง}}{\text{ผลผลิตทางทฤษฎี}} \times 100$$



ภาพที่ 3.4 พอลิเมอร์ไรเซชันแบบ Interface พอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นระหว่างทั้งสองของสารละลาย สามารถดึงออกได้ [7]

บันทึกผลการปฏิบัติการที่ 11

ผลการทดลอง:

ตอนที่ 1 การเตรียมสารละลายซีบาโคอิลคลอไรด์ในเตตระคลอโรเอทิลีนความเข้มข้น 0.1 mol/L ปริมาตร 15 ml ลงในปิกเกอร์ที่ 1 จงแสดงวิธีคำนวณ

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 การเตรียมสารละลายเฮกซะเมทิลีนไดอะมีนในน้ำ ความเข้มข้น 0.1 mol/L ปริมาตร 15 ml ลงในปิกเกอร์ที่ 2 จงแสดงวิธีคำนวณ

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 สมการแสดงปฏิกิริยาเคมี

.....

.....

ตารางที่ 3.13 บันทึกผลการทดลองการสังเคราะห์ไนลอน 6, 10

ลักษณะทางกายภาพ	
สารกำหนดปริมาณ	
ผลผลิตจริง	
ผลผลิตทางทฤษฎี	
% Yield	

แสดงวิธีการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง:

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง:

.....

.....

.....

.....

.....

ปฏิบัติการที่ 12

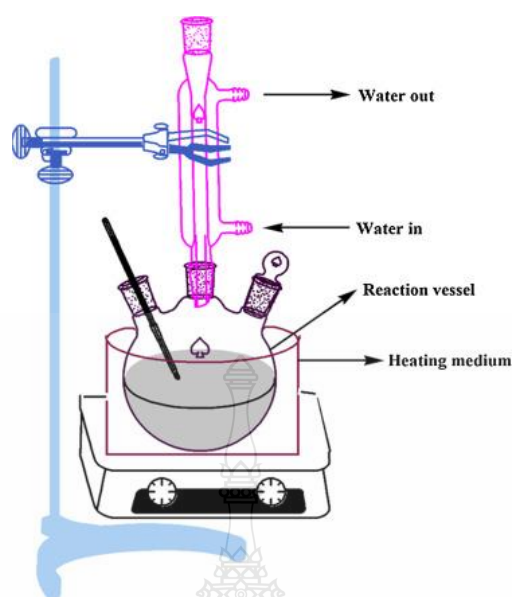
กระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบสารละลายของสไตรีนในโทลูอีน Solution Polymerization Of Styrene In Toluene

สารเคมีและอุปกรณ์

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. โทลูอีน (Toluene) | 10. อ่างน้ำร้อน (Oil Bath) |
| 2. เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ (Benzoyl Peroxide) | 11. แท่งแม่เหล็ก (Magnetic Bar) |
| 3. สไตรีนมอนอเมอร์ (Styrene Monomer) | 12. กรวยกรองบูชเนอร์ (Buchner Funnel) |
| 4. เมทานอล (Methanol) | 13. เครื่องให้ความร้อน (Hotplate) |
| 5. น้ำกลั่น (Distilled Water) | 14. เครื่องวัดอุณหภูมิ (Thermometer) |
| 6. เครื่องชั่ง (Balance) | 15. ขวดกรองสาร Suction Flask |
| 7. ปีกเกอร์ (Beaker) | 16. เครื่องควบแน่น (Condenser) |
| 8. กระบอกตวง (Graduate Cylinder) | |
| 9. ขวดก้นกลม 3 คอ (Three Neck Round Bottom Flask) | |

วิธีการทดลอง:

1. ชั่ง BPO 2 mol % และมอนอเมอร์สไตรีน 15.0 g
2. ต่อชุดการทดลองโดยใช้ขวดก้นกลมสามคอ ดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ชุดอุปกรณ์การทดลอง [7]

3. เติมโทลูอีน 20 มิลลิลิตร แล้วเขย่าให้เข้ากัน และให้ความร้อนที่ 80 °C แล้วปล่อยให้ทำปฏิกิริยาเป็นเวลา 3 ชั่วโมง
4. หลังจากนั้นนำการโคพอลิเมอร์มาตกตะกอนโดยเทสารละลายลงในปิកเกอร์ที่มี เมทานอลปริมาณ 50 มิลลิลิตร และสังเกตเห็นคราบสีขาว
5. จากนั้นกรองและล้างตะกอนด้วยเมทานอล
6. อบแห้งในเตาอบและชั่งน้ำหนักจากนั้นคำนวณ % Conversion

บันทึกผลการปฏิบัติการที่ 12

ตารางที่ 3.14 บันทึกผลการทดลองกระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชันแบบสารละลายของสไตรีนในโทลูอีน

Styrene (g)	
Toluene (g)	
BPO (g)	
น้ำหนักหลังอบ	
% Conversion	

แสดงวิธีการคำนวณ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

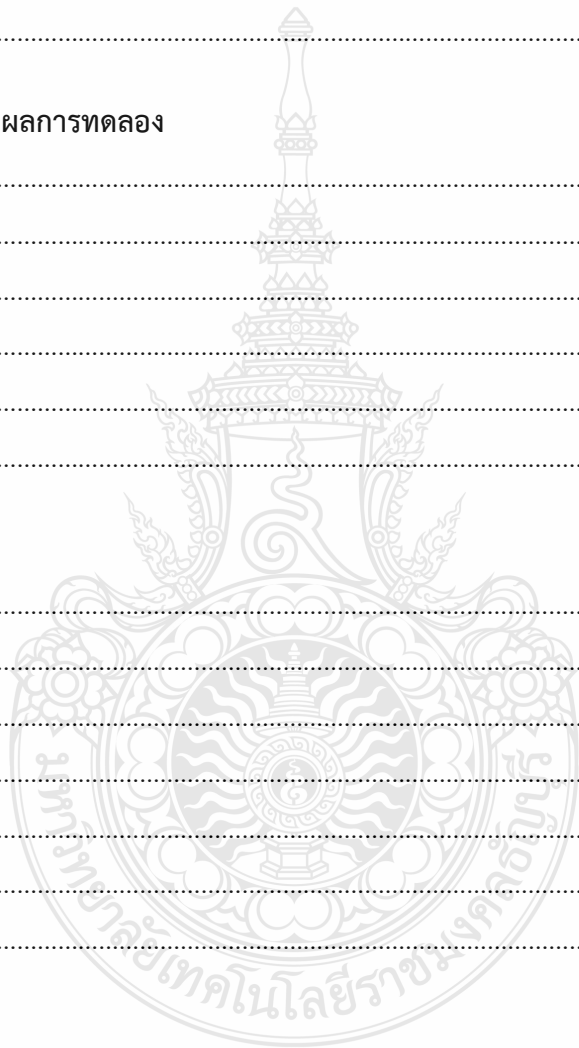
.....

.....

.....

.....

.....



ปฏิบัติการที่ 13

กระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบอิมัลชันของสไตรีน (Emulsion Polymerization of Styrene)

สารเคมีและอุปกรณ์:

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1. โซเดียมลอริลซัลเฟต (Sodium Lauryl Sulphate) | 11. บีกเกอร์ (Beaker) |
| 2. เมทานอล (Methanol) | 12. น้ำกลั่น (Distilled Water) |
| 3. สไตรีน มอนอเมอร์ (Styrene Monomer) | 13. ตู้อบ (Oven) |
| 4. โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต (Potassium Persulphate) | 14. ปิเปต (Pipette) |
| 5. ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Di – Sodium Hydrogen Orthophosphate) | |
| 6. กรวยกรองบุชเนอร์ (Buchner Funnel) | |
| 7. กระบอกตวง (Graduate Cylinder) | |
| 8. อ่างน้ำ (Water Bath) | |
| 9. ตาชั่ง (Balance) | |
| 10. ขวดก้นกลม 3 คอ (Three Neck Round Bottom Flask) | |

ตารางที่ 3.15 สารเคมีกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบอิมัลชันของสไตรีน

Reagent	Molecular Formula	Function
Styrene	$\begin{array}{c} \text{CH}_2=\text{CH} \\ \\ \text{Ph} \end{array}$	Monomer
Water (distilled)	H_2O	Dispersion medium
Sodium lauryl sulphate	$\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3^-\text{Na}^+$	Emulsifier (Surfactant)
Potassium persulphate	$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	Free-radical initiator
di-Sodium hydrogen orthophosphate	Na_2HPO_4	pH-buffer

วิธีการทดลอง:

1. ติดตั้งอุปกรณ์ โดยให้ขวดก้นกลมปฏิกิริยาจุ่มอยู่ในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 60 °C ตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ยึดอุปกรณ์ไว้อย่างแน่นหนาและเชื่อมต่อทั้งหมดมีการทาสหรือวาสลีนอย่างเพียงพอ
2. ในขวดปฏิกิริยาละลายโพแทสเซียมเปอร์ซัลเฟต 0.3 กรัม และ ไดโซเดียมไฮโดรเจนออร์โทฟอสเฟต 0.1 กรัม ในน้ำกลั่น 180 มิลลิลิตร พร้อมคนให้เข้ากัน ในเวลาเดียวกันให้ดวงสไตรีน 50 มิลลิลิตร ลงในกระบอกตวง และค่อย ๆ เติมฟองก๊าซไนโตรเจนเมื่อเวลาผ่านไป 10 นาที
3. ค่อย ๆ เทสไตรีนลงในช่องทางหยด (โดยปิดด้วยก๊อก) และปิดปากกรวย จากนั้นตีฟองไนโตรเจนผ่านสารละลายในขวดอีก 15 นาที (หมายเหตุ 1)
4. ปิดเครื่องกวนและเติมสไตรีนลงในขวดจากช่องทางหยด ยกท่อทางเข้าของแก๊สไนโตรเจนให้สูงกว่าระดับของเหลวให้แก๊สไหลอย่างช้า จากนั้นเติมโซเดียมลอริลซัลเฟต 2.0 กรัม ลงในขวดก้นกลมและเริ่มกวนใหม่ (เวลาเป็นศูนย์สำหรับปฏิกิริยา $t = 0$)
5. การกวนปานกลางมักจะเพียงพอที่จะรักษามัลชัน เมื่อผ่านปฏิกิริยาพอลิเมโรเซชัน ควรรักษาสภาพอุณหภูมิภายในขวดก้นกลมไว้ที่ 60 °C (± 1 °C)
6. ทุก ๆ ช่วงเวลาประมาณ 10 นาที จากเวลา $t = 0$ ให้ปิเปตตัวอย่างอิมัลชัน 2 - 5 มิลลิลิตร จากขวดก้นกลม (ต้องทราบปริมาตรที่แน่นอน) และตกตะกอนพอลิเมอร์ที่เกิดขึ้นในบีกเกอร์ที่มีเมทานอล 50 มิลลิลิตร เติมน้ำโซลิวโนลลงไป 0.5 % w/v (หมายเหตุ 3) เก็บตัวอย่างต่อไปจนกว่าจะได้ตัวอย่างประมาณ 12 ตัวอย่างในช่วงเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง
7. กรองพอลิเมอร์แต่ละตัวที่ตกตะกอนลงในกรวยแก้ว และชั่งน้ำหนักของตะกอน จากนั้นอบพอลิเมอร์ที่ตกตะกอนให้มียาน้ำหนักคงที่ในเตาอบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 80 °C จากนั้นชั่งน้ำหนักแห้งเพื่อคำนวณค่า Conversion (%) สำหรับแต่ละตัวอย่าง

หมายเหตุ:

1. เพื่อให้ได้พอลิเมโรเซชันที่น่าพอใจควรจะต้องควบคุมค่า pH บางส่วนไว้ ดังนั้นจึงมีการเติมไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Na_2HPO_4) เนื่องจากพบว่าสไตรีนสามารถพอลิเมโรไซ์ได้ง่ายในตัวกลางที่เป็นด่างเล็กน้อย
2. ก๊าซไนโตรเจนจะถูกตีให้เป็นฟองผ่านสไตรีนและตัวกลางในการกระจายตัวในน้ำเพื่อที่จะกำจัดอากาศออกและยังแทนที่อากาศในอุปกรณ์ด้วยก๊าซเฉื่อย สิ่งนี้มีความสำคัญเนื่องจากออกซิเจนที่มีอยู่ในระบบสามารถทำหน้าที่เป็น “ตัวยับยั้ง” (ตัวรับอนุมูลอิสระ) สำหรับปฏิกิริยาพอลิเมโรเซชัน

3. เบนโซควิโนน เป็นตัวรับอนุมูลที่มีประสิทธิภาพสูงถูกเติมเข้ามาเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดพอลิเมอร์ไรเซชันของมอนอเมอร์ที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยาในตัวอย่างเพิ่มหลังจากการตกตะกอน

$$\% \text{ Conversion} = \frac{\text{Amount Of Reactant Converted}}{\text{Amount Of Reactant Supplied}} \times 100$$

บันทึกผลการปฏิบัติการที่ 13

ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ปฏิบัติการที่ 14

การเตรียมพลาสติกซิลิเกต (Silicate Plastic)

สารเคมีและอุปกรณ์:

- | | |
|---|---------------------------------|
| 1. แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Calcium Hydroxide) | 4. น้ำกลั่น (Distilled Water) |
| 2. โซเดียมซิลิเกต (Sodium Silicate) | 5. แก้วพลาสติก (Plastic Cup) |
| 3. สีส้มอาหาร (Coloring) | 6. แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod) |

วิธีการทดลอง:

- ใส่แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 3 กรัม ลงในถ้วยพลาสติกใบที่ 1 และเติมน้ำกลั่น 15 ml พร้อมหยดสีผสมอาหารลงไป เมื่อเติมทุกอย่างครบแล้ว ให้ทำการคนให้เข้ากัน ประมาณ 30 วินาที
- ตวงโซเดียมซิลิเกต 10 ml ลงในถ้วยพลาสติกใบที่ 2
- จากนั้นเทสารละลายจาก ถ้วยพลาสติกใบที่ 2 ไปยังถ้วยพลาสติกใบที่ 1 อย่างรวดเร็ว สลับกันไปมา ประมาณ 20 วินาที หรือจนกระทั่งแห้งตัว

บันทึกผลการปฏิบัติการที่ 14

ผลการทดลอง

- สมการแสดงปฏิกิริยาเคมี

.....

.....

- ลักษณะทางกายภาพและสมบัติ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

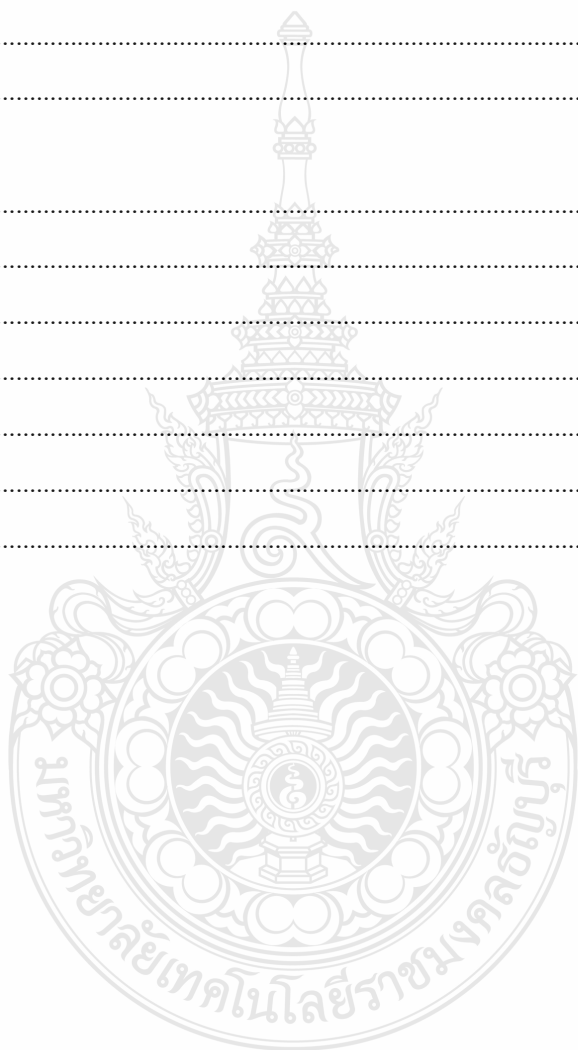
.....

.....

.....

.....

.....



ปฏิบัติการที่ 15

การทำถุงพลาสติกชีวภาพ (Bioplastic Bags)

สารเคมีและอุปกรณ์:

- | | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 1. เจลาติน (Gelatin) | 5. สีสผสมอาหาร (Coloring) |
| 2. น้ำกลั่น (Distilled Water) | 6. บีกเกอร์ (Beaker) |
| 3. เพคติน (Pectin) | 7. แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod) |
| 4. กลีเซอริน (Glycerin) | 8. แม่พิมพ์ซิลิโคน ขนาด 30 x 20 cm |

วิธีการทดลอง:

1. ชั่งเจลาติน 20 กรัม ลงในบีกเกอร์ขนาด 250 ml ที่มีน้ำกลั่นอยู่ 60 ml จากนั้นทำการคนให้เข้ากัน และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที
2. ในขณะเดียวกัน ทำการต้มน้ำปริมาตร 500 ml ในบีกเกอร์ขนาด 1000 ml ที่อุณหภูมิ 90 °C
3. เมื่อน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 90 °C แล้ว ให้ทำการปิดเครื่องให้ความร้อน และค่อย ๆ เติมเพคติน 5 g ลงไปอย่างช้า ๆ พร้อมคนสารละลายตลอดเวลา
4. จากนั้นเติมกลีเซอริน 5 ml ลงไปในสารละลายข้อ 3 และเติมสีผสมอาหาร คนสารละลายให้เข้ากัน
5. ให้ความร้อนกับสารละลายอีกครั้ง ที่อุณหภูมิ 90 °C และนำ Hydrated Gelatin ที่เตรียมไว้ในข้อที่ 1 ใส่ลงไปในสารละลาย พร้อมคนสารละลายตลอดเวลา
6. นำสารละลายข้อ 5 เทลงในแม่พิมพ์ซิลิโคน ขนาด 30 x 20 cm และทิ้งไว้แห้งที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน หรือนำไปอบที่อุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

บันทึกผลการปฏิบัติการที่ 15

ผลการทดลอง

- ลักษณะทางกายภาพและสมบัติ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

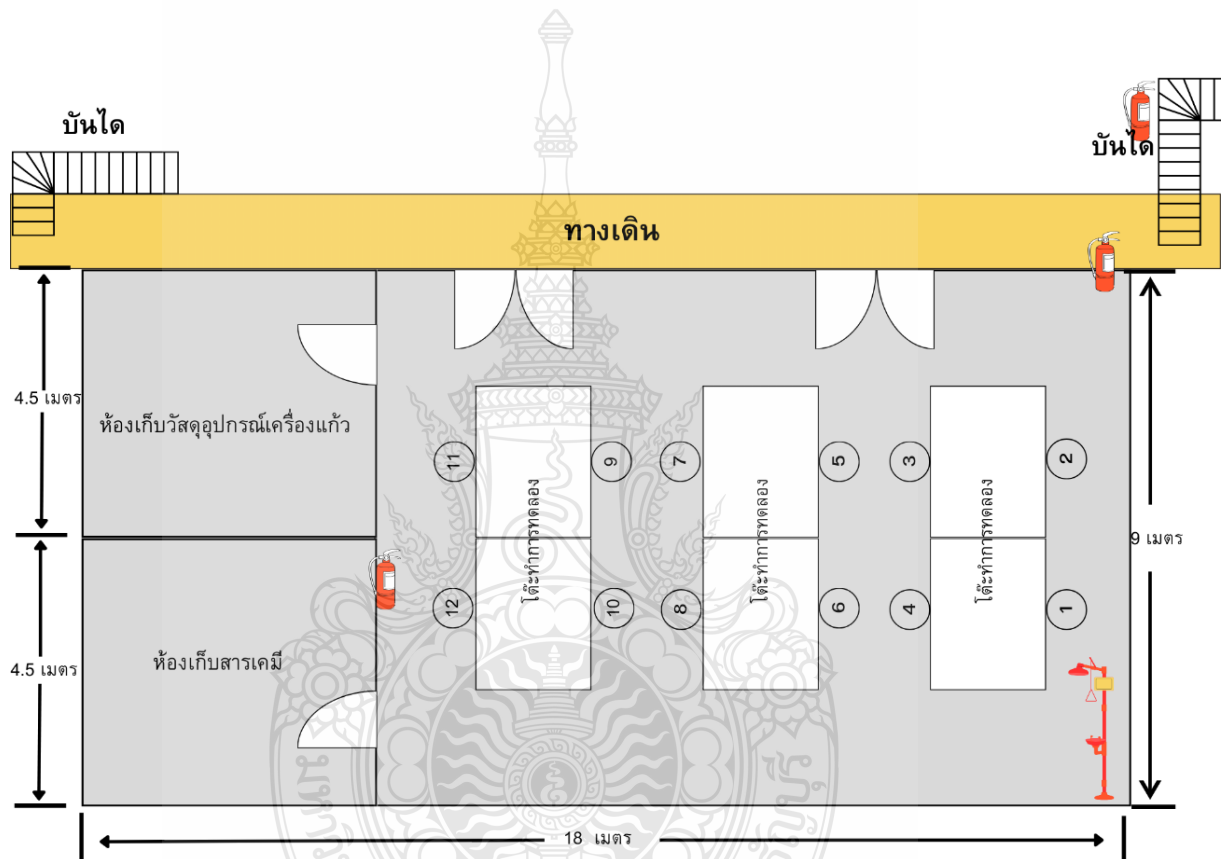
.....

.....

.....

3.2 พื้นที่ปฏิบัติงานของรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

ห้องปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ตั้งอยู่ชั้น 2 อาคารภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี การลงปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ต้องใช้ห้องปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ในการเรียนการสอน และมีการแบ่งพื้นที่ภายในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ตามภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 โครงสร้างห้องปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 [8]

3.2.1 ส่วนพื้นที่จัดเก็บอุปกรณ์

ภายในห้องปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 มีห้องจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และเครื่องแก้ว และห้องเก็บสารเคมีอยู่ในห้องบริเวณด้านหลัง เพื่ออำนวยความสะดวกการใช้งาน จึงแยกห้องจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และเครื่องแก้ว และห้องเก็บสารเคมี ดังภาพที่ 3.7 และ 3.8



ภาพที่ 3.7 ห้องจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และเครื่องแก้ว [8]



ภาพที่ 3.8 ห้องเก็บสารเคมี [8]

3.2.2) ส่วนพื้นที่การทดลอง

ส่วนของพื้นที่การทดลอง จะอยู่ภายในห้องปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ เป็นห้องพัดลม โดยจะจัดเรียงโต๊ะการทดลองทั้งหมด 3 โต๊ะ โดยมี Hood ครอบอยู่ด้านบน แต่ละโต๊ะสามารถทำปฏิบัติการได้ 4 กลุ่ม รวมทั้งหมดของห้องปฏิบัติการจะทำได้ทั้งหมด 12 กลุ่ม



ภาพที่ 3.9 พื้นที่ส่วนการทดลองแต่ละโต๊ะ [8]



ภาพที่ 3.10 พื้นที่ส่วนการทดลองโดยรวม [8]

3.2.3) ส่วนพื้นที่สำหรับอธิบายใบงาน

ส่วนของพื้นที่อธิบายใบงานจะอยู่ข้างห้องปฏิบัติการ เป็นห้องเรียนทฤษฎีไว้สำหรับอธิบายแต่ละใบงานการทดลอง และจะมีบางปฏิบัติการที่ต้องใช้ห้องนี้ทำปฏิบัติการ เนื่องจากไม่ต้องใช้สารเคมี และต้องใช้โปรเจคเตอร์ (Projector) อธิบายควบคู่ไปด้วย เพื่อช่วยให้นักศึกษาเห็นภาพและเข้าใจมากขึ้น อาทิเช่น ปฏิบัติการที่ 1 แนะนำเครื่องมือ อุปกรณ์ และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และปฏิบัติการที่ 2 การแบ่งประเภทของพอลิเมอร์



ภาพที่ 3.11 พื้นที่ในส่วนการอธิบายใบงาน [8]

3.2.4) ส่วนพื้นที่สำหรับเก็บสัมภาระนักศึกษา

ส่วนของพื้นที่เก็บสัมภาระจะอยู่หน้าห้องปฏิบัติการ เป็นตู้ล็อกเกอร์สำหรับให้นักศึกษาเก็บของพร้อมล็อกกุญแจ เพื่อความสะดวกต่อการทำปฏิบัติการ และป้องกันของมีค่าหายในระหว่างทำปฏิบัติการ



ภาพที่ 3.12 ส่วนพื้นที่สำหรับเก็บสัมภาระนักศึกษา [8]

3.3 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้สำหรับการเรียนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

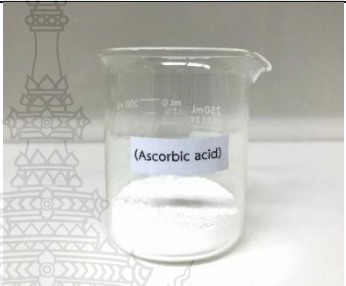
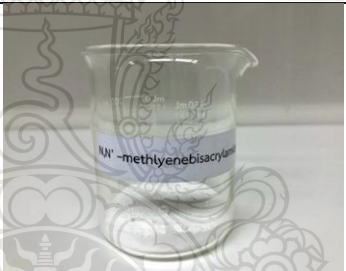
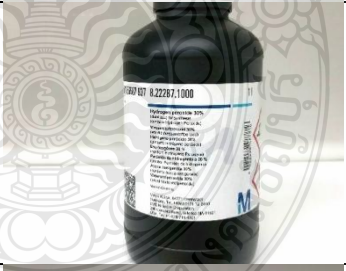
การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นอย่างมากของผู้ปฏิบัติงานสำหรับการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 มีการตรวจสอบความพร้อมสำหรับการใช้งานของวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี สำหรับปฏิบัติการของนักศึกษาอยู่เสมอ วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีที่จำเป็นต่อการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 มีดังต่อไปนี้

3.3.1 สารเคมีที่ใช้สำหรับการเรียนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

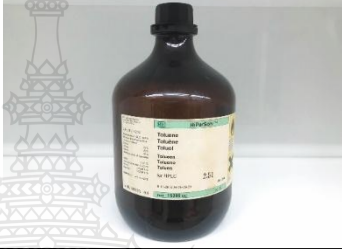
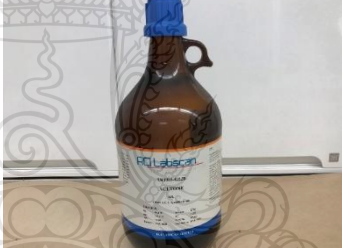
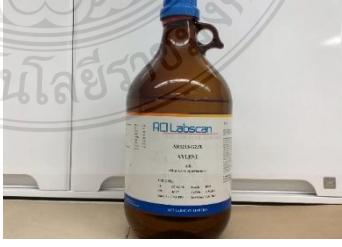
ตารางที่ 3.16 สารเคมีที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

ลำดับ ที่	รายการ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
1	กาวสีขาว (กาวลาเท็กซ์) (Poly (Vinyl Acetate))		ปฏิบัติการที่ 3 การเกิดพอลิเมอร์ แบบเชื่อมขวาง
2	โซเดียมบอเรต (Sodium Borate)		ปฏิบัติการที่ 3 การเกิดพอลิเมอร์ แบบเชื่อมขวาง
3	น้ำกลั่น (Distilled Water)		สารตัวกลาง
4	สีผสมอาหาร (Coloring)		แต่งสีเพิ่มความ สวยงาม
5	กรดอะคริลิก (Acrylic Acid)		ปฏิบัติการที่ 4 พอลิเมอร์ดูดซับ อย่างยั่งยืน

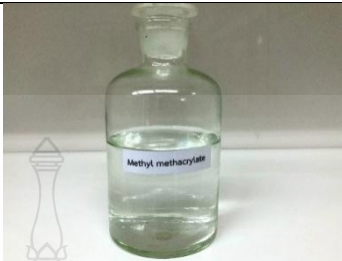
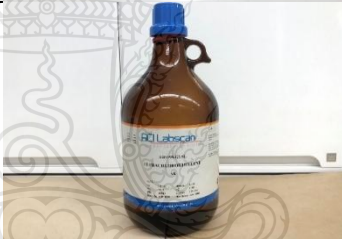
ตารางที่ 3.16 สารเคมีที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายการ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
6	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide)		ปฏิบัติการที่ 4 พอลิเมอร์ดูดซับ อย่างยั่งยืน
7	กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid)		ปฏิบัติการที่ 4 พอลิเมอร์ดูดซับ อย่างยั่งยืน
8	เอ็น,เอ็น- เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ (N,N-Methylenebisacrylamid)		ปฏิบัติการที่ 4 พอลิเมอร์ดูดซับ อย่างยั่งยืน
9	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen Peroxide)		ปฏิบัติการที่ 4 พอลิเมอร์ดูดซับ อย่างยั่งยืน
10	โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride)		ปฏิบัติการที่ 4 พอลิเมอร์ดูดซับ อย่างยั่งยืน

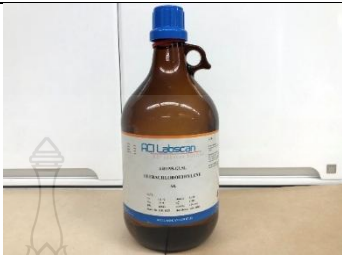
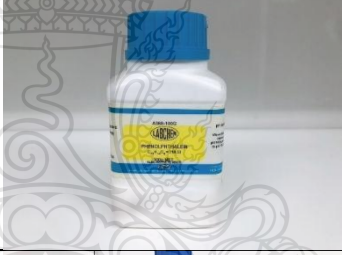
ตารางที่ 3.16 สารเคมีที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายการ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
11	สไตรีน มอนอเมอร์ (Styrene Monomer)		ปฏิบัติการที่ 7, 8, 9
12	โทลูอิน (Toluene)		ปฏิบัติการที่ 7
13	อะซิโตน (Acetone)		ปฏิบัติการที่ 7, 11
14	เบนโซอิลเพอร์ออกไซด์ (Benzoyl Peroxide)		ปฏิบัติการที่ 8, 9, 10
15	ไซลีน (Xylene)		ปฏิบัติการที่ 8 ล้างพอลิเมอร์ ที่ติดปีกเกอร์

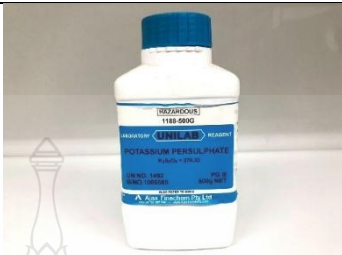
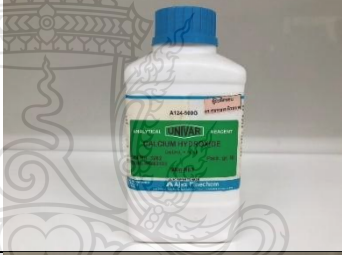
ตารางที่ 3.16 สารเคมีที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายการ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
16	เมทิลเมทาไครเลต (Methyl Methacrylate)		ปฏิบัติการที่ 10
17	อะลูมินา (Alumina)		ปฏิบัติการที่ 10
18	เตตระคลอโรเอทิลีน (Tetrachloroethylene)		ปฏิบัติการที่ 11 การสังเคราะห์ไนลอน 6, 10
19	พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (Poly Vinyl Alcohol)		ปฏิบัติการที่ 9 กระบวนการพอลิเมอร์ ไรเซชัน แบบแขวนลอย
20	ซีบาโคอิลคลอไรด์ (Sebacoyl Chloride)		ปฏิบัติการที่ 11 การสังเคราะห์ไนลอน 6, 10

ตารางที่ 3.16 สารเคมีที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายการ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
21	เตตระคลอโรเอทิลีน (Tetrachloroethylene)		ปฏิบัติการที่ 11 การสังเคราะห์ไนลอน 6, 10
22	เฮกซะเมทิลีนไดอะมีน (Hexamethylene Diamine)		ปฏิบัติการที่ 11 การสังเคราะห์ไนลอน 6, 10
23	ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein)		ปฏิบัติการที่ 11 การสังเคราะห์ไนลอน 6, 10
24	เมทานอล (Methanol)		ปฏิบัติการที่ 12, 13
25	โซเดียมลอริลซัลเฟต (Sodium Lauryl Sulphate)		ปฏิบัติการที่ 9 กระบวนการพอลิเมอร์ ไรเซชัน แบบแขวนลอย

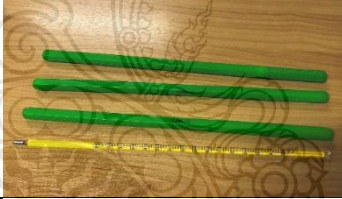
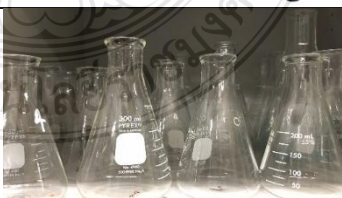
ตารางที่ 3.16 สารเคมีที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายการ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
26	โปแตสเซียมเพอร์ซัลเฟต (Potassium Persulphate)		ปฏิบัติการที่ 9 กระบวนการพอลิเมอไรเซชัน แบบแขวนลอย
27	ได - โซเดียมไฮโดรเจนออร์โทฟอสเฟต (Di - Sodium Hydrogen Orthophosphate)		ปฏิบัติการที่ 9 กระบวนการพอลิเมอไรเซชัน แบบแขวนลอย
28	แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Calcium Hydroxide)		ปฏิบัติการที่ 14 การเตรียมพลาสติกซิลิเกต
29	โซเดียมซิลิเกต (Sodium Silicate)		ปฏิบัติการที่ 14 การเตรียมพลาสติกซิลิเกต
30	เจลาติน (Gelatin)		ปฏิบัติการที่ 15 การทำถุงพลาสติกชีวภาพ
31	เพคติน (Pectin)		ปฏิบัติการที่ 15 การทำถุงพลาสติกชีวภาพ

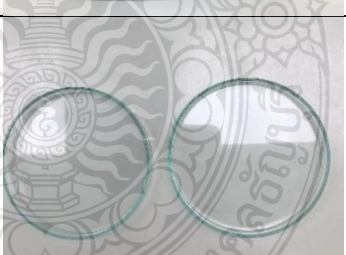
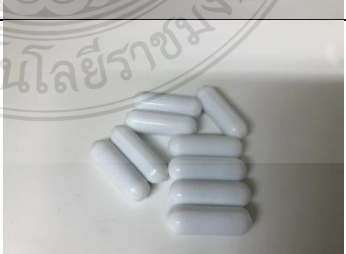
ตารางที่ 3.17 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ ที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

ลำดับ ที่	รายการ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
1	บีกเกอร์ (Beaker)		ภาชนะใส่สาร
2	ขวดน้ำกลั่น (Distilled Water Bottle)		ภาชนะใส่น้ำกลั่น
3	แท่งแก้วคน (Glass Stirring Rod)		คนสารให้เข้ากัน
4	หลอดทดลอง (Test Tube)		ใส่สารเคมี ในการทดลอง
5	ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol Burner)		ให้ความร้อน

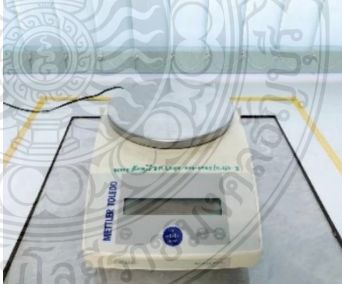
ตารางที่ 3.17 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องแก้ว ที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายการ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
6	คีมคีบ (Forceps)		คีบผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก การทดลอง จับชิ้นงาน ในการทำปฏิบัติการ
7	เครื่องวัดความหนืดแบบ (Ostwald Viscometer)		ทดสอบความหนืด ของสาร
8	นาฬิกาจับเวลา (Stop Clock)		จับเวลาในการทำ ปฏิบัติการ
9	เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)		ใช้วัดอุณหภูมิ
10	อ่างน้ำ (Water Bath)		ทำความร้อนให้น้ำ
11	ขวดรูปชมพู่ (Conical Flask)		ไทเทรตสาร
12	เครื่องกรองสาร (Filtration Apparatus)		ใช้ในการกรองสาร

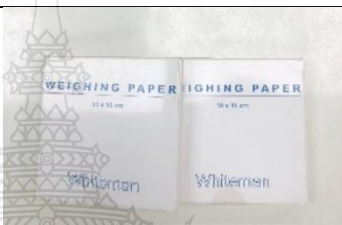
ตารางที่ 3.17 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องแก้ว ที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายการ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
13	ขวดปรับปริมาตร (Volumetric Flask)		เตรียมสารเคมี ในปริมาตรต่าง ๆ
14	ปิเปต (Pipette)		ใช้ในการตวง - วัด ปริมาณสาร ที่เป็นของเหลว
15	เครื่องให้ความร้อน (Hotplate)		ให้ความร้อนและ คนสารให้เข้ากัน
16	จานเพาะเชื้อ (Petri Dish)		ใส่ผลิตภัณฑ์ที่ได้ จากการทดลอง
17	แท่งแม่เหล็กกวนสาร (Magnetic Bar)		คนสารเคมี

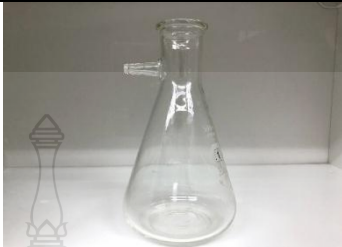
ตารางที่ 3.17 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ ที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายการ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
18	ขวดก้น 3 คอ (Three Neck Round Bottom Flask)		ภาชนะใส่สารสำหรับ สังเคราะห์พอลิเมอร์
19	หลอดหยด (Dropper)		ใช้สำหรับหยดสาร ที่เป็นของเหลว
20	ตู้อบ (Oven)		อบผลิตภัณฑ์ จากการทดลอง
21	เครื่องชั่งน้ำหนัก (Balance)		ชั่งสารเคมีในการทำ การทดลอง
22	กระบอกตวง(Graduate Cylinder)		ตวงสารเคมี ที่เป็นของเหลว

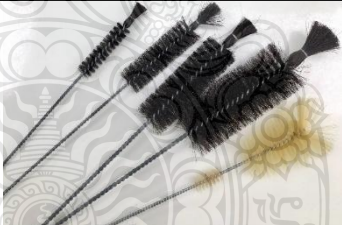
ตารางที่ 3.17 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องแก้ว ที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายการ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
23	กระดาษกรอง (Filter Paper)		กรองผลิตภัณฑ์ จากการทดลองใช้คู่กับ กรวยกรองเซรามิก (Buchner Funnel) และเครื่องกรองสาร
24	กระดาษชั่งสาร (Weighing Paper)		ชั่งสารเคมี ที่เป็นของแข็ง
25	กรวยกรองเซรามิก (Buchner Funnel)		กรองผลิตภัณฑ์ จากการทดลองใช้คู่กับ กระดาษกรองและ เครื่องกรองสาร
26	คอนเดนเซอร์ (Condenser)		หล่อเย็น
27	อ่างน้ำมัน (Oil Bath)		ทำความร้อน

ตารางที่ 3.17 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องแก้ว ที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายการ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
28	ขวดกรอง (Filtering Flask)		กรองสาร
29	กรวยแก้ว (Glass Funnel)		กรองสารใช้คู่กับ กระดาษกรอง
30	แก้วพลาสติก (Plastic Cup)		ใส่สารเคมี
31	แม่พิมพ์ซิลิโคน (Silicone Mold)		ใส่ผลิตภัณฑ์
32	ลูกยาง 3 ทาง (Three-Way Rubber Bulb)		ดูดสารใช้คู่กับปิเปต

ตารางที่ 3.17 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือ ที่ใช้สำหรับรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

ลำดับ ที่	รายการ	ภาพประกอบ	การใช้งาน
33	ช้อนตักสาร (Spatula)		ตักสารเคมี
34	หน้ากากอนามัย (Surgical Mask)		อุปกรณ์ป้องกัน ทางเดินหายใจ
35	ถุงมือ (Gloves)		อุปกรณ์ป้องกันมือ (Hand Protection)
36	แปรงล้างเครื่องแก้ว (Glassware Cleaning Brush)		ล้างเครื่องแก้ว
37	ขวดน้ำตัดฝา (Water bottle)		ปฏิบัติการที่ 5 ความหนาแน่นและ โครงสร้างของ พอลิเมอร์
38	ลวดกำมะหยี่ (Chenille stem)		ปฏิบัติการที่ 5 ความหนาแน่นและ โครงสร้างของ พอลิเมอร์

3.4 วิธีการปฏิบัติงาน

3.4.1 วิธีปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการ รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 สามารถแบ่งวิธีการปฏิบัติงานได้เป็น 3 ระยะ ได้แก่ 1) ก่อนการปฏิบัติงาน 2) ระหว่างปฏิบัติงาน และ 3) หลังการปฏิบัติงาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ก่อนการปฏิบัติงาน

1.1) จัดเตรียมห้องปฏิบัติการให้พร้อมสำหรับการใช้งาน ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ ตัวดูดควันทำงานได้ปกติ อ่างล้างเครื่องแก้วไม่อุดตัน หลอดไฟทุกหลอดปกติ ถึงดับเพลิงใช้งานได้ เป็นต้น ห้องทำความสะอาดพร้อมเรียนปฏิบัติการ

1.2) จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว ที่ใช้สำหรับทำปฏิบัติการในแต่ละสัปดาห์ ผู้ปฏิบัติงานจัดเตรียม วัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว โดยจัดตามปฏิบัติการของนักศึกษา หรือจัดตามที่ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ผู้สอน

1.3) จัดเตรียมสารเคมี ที่ใช้สำหรับทำปฏิบัติการในแต่ละสัปดาห์ ใช้สำหรับทำปฏิบัติการในแต่ละสัปดาห์ ผู้ปฏิบัติงานจัดเตรียม สารเคมี โดยจัดตามปฏิบัติการของนักศึกษา หรือจัดตามที่ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ผู้สอน

2) ระหว่างปฏิบัติงาน

ระหว่างการทำปฏิบัติการ อาจารย์ผู้สอนประจำรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 เป็นผู้สอนนักศึกษา และอธิบายขั้นตอนการทำปฏิบัติการอย่างละเอียด โดยผู้ปฏิบัติงานจะทำหน้าที่ช่วยอาจารย์ผู้สอนควบคุมดูแลการปฏิบัติงานของนักศึกษา ให้คำแนะนำในการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปด้วยความเรียบร้อยในเวลาที่กำหนดและมีประสิทธิภาพ โดยปฏิบัติดังนี้

2.1) ให้คำแนะนำนักศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการต่าง ๆ โดยยึดวิธีการตามหลักปฏิบัติการ กำกับดูแลนักศึกษาไม่ให้ยื่นไต่จนนอกเหนือจากที่ระบุไว้ เพื่อป้องกันความผิดพลาด หรืออาจเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ขณะทำปฏิบัติการ และในการทำปฏิบัติการที่มีการใช้เครื่องมือประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เตาให้ความร้อน เครื่องกรองสาร อ่างน้ำร้อน ตู้อบ เป็นต้น ผู้ปฏิบัติงานควรให้คำแนะนำการใช้งานอย่างถูกต้องตามคู่มือ รวมถึงการใช้สารเคมี ซึ่งสารเคมีทุกชนิดมีอันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม หากใช้ไม่ถูกวิธีอาจก่อให้เกิดอันตรายได้

2.2) การอำนวยความสะดวกระหว่างการทำปฏิบัติการ จัดหาอุปกรณ์หรือสารเคมีเพิ่มเติมให้เพียงพอต่อการใช้งาน แนะนำวิธีการแก้ไขหากเกิดปัญหาขณะทำปฏิบัติการ ดูแลนักศึกษาให้ปฏิบัติตามปฏิบัติการ ไม่เล่นหรือหยอกล้อกัน หรือนำของมากินขณะทำปฏิบัติการ

2.3) แก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าระหว่างการทำปฏิบัติการ เหตุที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทำปฏิบัติการ เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าเกิดการชำรุด ต้องหยุดใช้ทันที ผู้ปฏิบัติงานต้องคำนึงถึง

ความปลอดภัยของนักศึกษาเป็นสำคัญ และจัดหาเครื่องมือใหม่มาทดแทน โดยไม่ให้ส่งผลกระทบต่อการทำปฏิบัติการของนักศึกษา

ข้อพึงระวัง ในการดูแลการปฏิบัติงานของนักศึกษา ผู้ปฏิบัติงานต้องคอยสังเกตและดูแลการปฏิบัติงานของนักศึกษาอย่างใกล้ชิด เนื่องจากปฏิบัติการของนักศึกษายังไม่ชำนาญ อาจเกิดอันตรายกับนักศึกษา หรือเกิดความเสียหายกับวัสดุอุปกรณ์ได้

3) หลังการปฏิบัติงานเสร็จสิ้น ผู้ปฏิบัติงานควรปฏิบัติดังนี้

3.1) ดูแลนักศึกษาล้างอุปกรณ์เครื่องแก้ว และทำความสะอาดพื้นที่ที่ทำปฏิบัติการ

3.2) เช็กความสะอาดของเครื่องมือ และจำนวนของอุปกรณ์เครื่องแก้ว จัดเก็บเครื่องมือเข้าที่เดิมให้เรียบร้อย เพื่อความเป็นระเบียบพร้อมใช้งานอยู่เสมอ

3.5 ข้อปฏิบัติ แนวทางการป้องกัน อุปกรณ์และเทคนิคการทดลองในห้องปฏิบัติการ [7]

การทดลองในห้องปฏิบัติการ จะต้องเกี่ยวข้องกับสารเคมีหลายชนิด ซึ่งสารเคมีบางชนิดอาจจะทำให้เกิดอันตรายแก่ร่างกาย หรืออาจเกิดอุบัติเหตุในขณะที่ทำการทดลองได้ ดังนั้นผู้ทดลองจะต้องศึกษาข้อปฏิบัติ แนวทางการป้องกัน อุปกรณ์ และเทคนิคในห้องปฏิบัติการต่อไปนี้ เพื่อความปลอดภัยของผู้ทดลอง และเพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุดในการทดลอง

3.5.1 ข้อปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ นักศึกษาต้องศึกษาข้อปฏิบัติก่อนการทดลองเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องและปลอดภัยต่อผู้ทดลอง มีดังนี้

1) ห้ามนำอาหารและเครื่องดื่มเข้ามาภายในห้องปฏิบัติการ เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดจากสารเคมีเข้าไปปะปนกับอาหารหรือเครื่องดื่มที่จะนำเข้าสู่ร่างกายได้

2) ควรแต่งกายให้เหมาะสมกับการใช้ห้องปฏิบัติการ อาทิเช่น ใส่แว่นตานิรภัย รองเท้าหุ้มส้น และสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการ เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดจากสารเคมี ส่วนนักศึกษาที่ไว้ผมยาวควรมัดผมให้เรียบร้อยก่อนเข้าห้องปฏิบัติการ

3) ศึกษาตำแหน่งที่เก็บและการใช้งานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับความปลอดภัย เช่น ชุดปฐมพยาบาล และเครื่องดับเพลิง

4) อ่านคู่มือปฏิบัติการให้เข้าใจก่อนลงมือปฏิบัติ หากไม่เข้าใจขั้นตอนหรือไม่รู้วิธีการใช้อุปกรณ์การทดลองให้ถามอาจารย์ผู้สอนให้เข้าใจก่อนลงมือทำการทดลอง

5) จัดอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดลองวางไว้บนโต๊ะปฏิบัติการให้ครบก่อนลงมือทำการทดลอง

6) ทำการทดลองตามคู่มืออย่างเคร่งครัด ห้ามทำการทดลองนอกเหนือจากที่กำหนดในคู่มือ

7) ทำการทดลองอย่างระมัดระวังและตั้งใจ ห้ามหยอกล้อกันในห้องปฏิบัติการ

8) ห้ามสัมผัสหรือชิมสารเคมีทุกชนิดในห้องปฏิบัติการ การดมกลิ่นสารต้องได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ผู้สอนแล้วเท่านั้น และไม่อนุญาตให้นำสารเคมีใด ๆ ออกจากห้องปฏิบัติการ

9) ระหว่างการทดลองไม่ควรนำมือขึ้นมาสัมผัสใบหน้าและดวงตา

10) การใช้อุปกรณ์ที่ไม่สะอาด อาจจะทำให้ได้ผลการทดลองที่คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองต้องสะอาด

11) อุปกรณ์ในการทดลองที่ใช้เป็นส่วนกลางห้ามนำไปใช้ที่โต๊ะปฏิบัติการของนักศึกษา กรณีมีการตกหรือตวงสารเคมีส่วนกลางให้ใช้อุปกรณ์ที่เจ้าหน้าที่เตรียมไว้เท่านั้น

12) ในการทดลองเกี่ยวกับสารเคมีที่เป็นแก๊สพิษหรือกรด – เบสเข้มข้น ต้องทำในตู้ดูดควัน (Hood)

13) การทิ้ง กระจายกรอง เศษโลหะ เครื่องแก้วที่แตก หรือสารเคมีที่เป็นของแข็งให้ทิ้งลงในภาชนะที่จัดไว้ในห้องปฏิบัติการเท่านั้น

14) ตรวจเช็ค ทำความสะอาดอุปกรณ์ และคืนอุปกรณ์ทดลองทุกครั้ง ทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการ ให้เรียบร้อยก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

15) ทำความสะอาดมือด้วยน้ำสบู่ หรือน้ำสะอาดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการทุกครั้ง

3.5.2 แนวทางการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ

1) อันตรายจากไฟ

สาเหตุการเกิดอันตรายจากไฟ อาทิเช่น การใช้เปลวไฟโดยตรง ให้ความร้อนกับภาชนะที่มีสารไวไฟ และการทำให้เกิดประกายไฟ เช่น จุดตะเกียง ไม้ขีด สบู่บู่หรี ในบริเวณที่มีสารไวไฟ การใช้สายยางชำรุดต่อกับท่อแก๊ส การใช้อุปกรณ์เครื่องแก้วที่อยู่ในสภาพไม่ดี ทำให้เกิดการแตกในระหว่างการทดลอง การเทตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไวไฟลงในรางน้ำ และอ่างน้ำ เนื่องจากสารเหล่านี้มีจุดเดือดต่ำระเหยง่าย ขณะที่เคลื่อนไปตามรางน้ำ อ่างน้ำสามารถติดไฟได้ถ้าบริเวณนั้นมีประกายไฟ การที่ไม่ปิดภาชนะที่บรรจุสารเคมีไวไฟ หรือสารเคมีที่ทำปฏิกิริยารุนแรงเมื่อสัมผัสกับอากาศหรือน้ำได้ เป็นต้น

แนวทางการป้องกันอันตรายจากไฟ มีดังนี้

1.1) ถ้าเกิดไฟไหม้ขึ้นที่โต๊ะ แจ้งให้อาจารย์ผู้ควบคุมทราบทันที ถ้าอยู่ในสถานการณ์ที่ทำได้ ให้ปิดแก๊ส และย้ายภาชนะที่บรรจุสารติดไฟออกห่างจากไฟ

1.2) กรณีที่เกิดเปลวไฟขนาดเล็กในบีกเกอร์ (Beaker) หรือขวดรูปกรวย (Erlenmeyer Flask) ให้ใช้กระจกนาฬิกาปิดปากภาชนะนั้น ถ้าวิธีนี้ไม่สามารถควบคุมไฟได้ให้ดับไฟด้วยเครื่องมือดับเพลิงโดยฉีดน้ำยาไปที่ฐานเปลวไฟ

1.3) ถ้าเสื้อผ้าติดไฟ ให้รีบใช้ผ้าตบหรือกลิ้งไปกับพื้นหรือเดินไปที่ก้อนน้ำที่ใกล้ที่สุด และใช้น้ำดับไฟอย่าวิ่ง

ข้อควรระวัง ไม่ควรใช้น้ำดับไฟที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้า เพราะจะเกิดอันตรายเนื่องจากการถูกไฟฟ้าดูด ควรใช้น้ำยาดับเพลิง อย่าใช้น้ำดับไฟซึ่งเกิดจากของเหลวที่ไวไฟ เพราะน้ำจะทำให้ของเหลวนั้นแผ่บริเวณกว้างออกไป ทำให้ไฟลามออกไปอีก

2) อันตรายจากเครื่องแก้ว

เนื่องจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องแก้ว ซึ่งอาจเกิดอุบัติเหตุจากการใช้เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการได้ โดยสาเหตุการเกิดอันตรายจากเครื่องแก้ว อาทิเช่น การใช้เครื่องแก้วที่ไม่สะอาดทำการทดลอง ซึ่งเมื่อใส่สารลงไปอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรงกับสารที่หลงเหลืออยู่ หรืออันตรายจากการถูกแก้วบาด เนื่องจากการใช้แท่งแก้วหรือหลอดแก้วที่ไม่ได้ลบคม และการทดลองที่มีการให้ความร้อนสูง การทดลองที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงความดัน เช่น การเขย่าของผสมที่มีความดันไอสูง หรือการเกิดปฏิกิริยาเคมีแล้วมีแก๊สเกิดขึ้น สาเหตุเหล่านี้ทำให้แก้วแตกกระจาย และกระเด็นไปได้ไกล เป็นต้น

แนวทางการป้องกันอันตรายจากเครื่องแก้วมีดังนี้

2.1) ศึกษาสมบัติและอันตรายของสารเคมีก่อนใช้จากหนังสือคู่มือ หรือฉลากบนขวดในกรณีที่หาข้อมูลของสารเคมีไม่ได้

2.2) หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีที่มีพิษโดยการเลือกใช้สารที่มีพิษน้อยกว่าทดแทนได้

3.3) ใช้สารเคมีอย่างระมัดระวัง หลีกเลี่ยงการสัมผัส สูดดมสาร และไอของสาร

3.4) ถ้าสารเคมีเข้าตาให้รีบล้างตาโดยเปิดน้ำผ่านสายยาง ซึ่งจะช่วยให้ น้ำพุ่งตรงเข้าที่หน้าและล้างตาได้ ระวังอย่าเปิดน้ำให้แรงเกินไปเพราะจะเป็นอันตรายต่อตา ควรล้างตาประมาณ 15 นาที หรือกรณีสัมผัสโดยตรงกับสารเคมีให้ล้างด้วยน้ำเป็นเวลา 15 นาทีขึ้นไปเช่นเดียวกัน

3.5) ถ้ากินสารเคมีเข้าไปโดยอุบัติเหตุรีบถ่มออกทันที ล้างปากแล้วกินน้ำ หรือนมปริมาณมากตามลงไป นำส่งสถานพยาบาลที่ใกล้ที่สุด แจ้งรายละเอียดของสารเคมีนั้นต่อแพทย์

3.5.3 อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment , PPE)

อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล หรือเรียกสั้น ๆ ว่า PPE เป็นอุปกรณ์ที่มีไว้ให้ผู้ปฏิบัติงานสวมใส่ เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นในการปฏิบัติงาน พื้นที่ที่มีความเสี่ยงเพื่อลดความสูญเสีย หรือลดความรุนแรงอุบัติเหตุ อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลมีหลายชนิด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับประเภทของงาน และความเสี่ยงที่คาดว่าจะเกิดกับผู้ปฏิบัติงาน อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการมีดังนี้ และแสดงอยู่ในภาพที่ 3.13 อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ได้แก่



1) แว่นตานิรภัย



2) ถุงมือยาง



3) รองเท้าที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ



4) หน้ากากอนามัย

ภาพที่ 3.13 อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล [8]

1) อุปกรณ์ป้องกันดวงตา (Safety Glasses) ใช้สำหรับป้องกันสารเคมีหรืออุปกรณ์การทดลองเกิดการระเบิดกระเด็นใส่ดวงตาได้ เช่น แว่นตานิรภัย

2) อุปกรณ์ป้องกันมือ (Hand Protection) ใช้สำหรับป้องกันสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อนหรือซึมผ่านผิวหนังได้ เช่น ถุงมือยาง

3) อุปกรณ์ป้องกันเท้า (Safety Footwear) ใช้สำหรับป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นภายในห้องปฏิบัติการ เช่น สารเคมีหกใส่เท้า หรือเหยียบเศษของอุปกรณ์เครื่องแก้วที่แตกโดยอุปกรณ์ป้องกันเท้าที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ คือ รองเท้าผ้าใบ เป็นต้น

4) อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (Respirator Protection) ใช้สำหรับป้องกันจากสารเคมีหรือของเหลว มีพิษเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ เช่น หน้ากากอนามัย

3.5.4 เทคนิคการทดลองพื้นฐานที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

1) การใช้สารเคมี ตรวจสอบชื่อหรือสูตรของสารเคมีทุกครั้งก่อนนำมาใช้เพื่อให้ตรงกับความต้องการ และรินหรือตักสารเคมีมาใช้เท่าที่จำเป็น ถ้าสารเคมีเป็นของเหลวให้รินโดยหันฉลากเข้าด้านในฝ่ามือ เพื่อป้องกันฉลากเลอะเลือน การใช้อุปกรณ์ในการตักหรือตวงสารเคมีควรใช้เพียงชนิดเดียวเท่านั้น ห้ามนำไปตักหรือตวงสารเคมีชนิดอื่นเด็ดขาดเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารเคมีถ้าต้องการไปใช้กับสารเคมีชนิดอื่นควรล้างให้สะอาดก่อน ห้ามเทสารเคมีที่เหลือกลับขวดเดิม เพราะจะทำให้เกิดการปนเปื้อน และการทดลองผิดพลาดได้

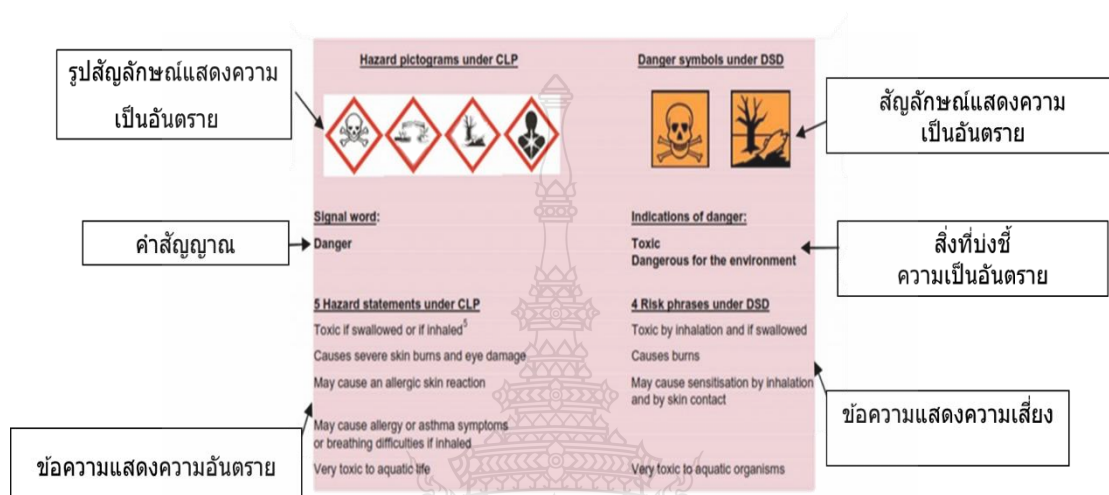
2) การอ่านฉลากข้างขวดสารเคมี ในการใช้สารเคมีควรจะอ่านฉลากสารที่จะใช้ให้ถี่เสียก่อนเพื่อป้องกันความผิดพลาด และอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ ตัวอย่างการอ่านฉลากแสดงอยู่ในภาพที่ 3.15 โดยทั่วไปแล้วฉลากสารเคมีจะระบุถึงสิ่งต่อไปนี้

- 2.1) ชื่อสารเคมี (Chemical Name)
- 2.2) สูตรโมเลกุลหรือสูตรโครงสร้าง (Formula Weight, Formula Structure)
- 2.3) มวลโมเลกุล, น้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight- Mr, MT, M.W., F.W.)
- 2.4) เกรด (Grade- AR, Lab, Technical)
- 2.5) บริษัทผู้ผลิต (Company Suppliers)
- 2.6) ความบริสุทธิ์ (% Assay)
- 2.7) สิ่งเจือปน (Impurities)
- 2.8) เลขประจำสารเคมี (Catalog Number)

2.9) รหัสแสดงอันตราย (Risk Phrases) และรหัสความปลอดภัย (Safety code)

2.10) ปริมาณสุทธิ (Net Weight)

2.11) สัญลักษณ์แสดงอันตรายในระบบมาตรฐานของ UN และระบบ EEC



ภาพที่ 3.14 ตัวอย่างการอ่านฉลาก [7]

ตารางที่ 3.18 สัญลักษณ์แสดงอันตรายในระบบมาตรฐานของ UN และระบบ EEC [7]

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
	วัตถุระเบิดได้ (E : Explosive) หมายถึง: สารเคมีที่เกิดปฏิกิริยาแล้วให้ความร้อนและแก๊สอย่างรวดเร็ว หรือ เมื่อได้รับความร้อนในสภาวะจำกัดจะเกิดการระเบิด หรือ เผาไหม้อย่างรุนแรง ข้อควรระวัง: หลีกเลี่ยงการกระแทกเสียดสี, แหล่งกำเนิดประกายไฟ และความร้อน ตัวอย่าง : Ammonium Dichromate
	วัตถุไวไฟสูงมาก (F+ : Extremely flammable) หมายถึง: ของเหลวที่มีจุดวาบไฟต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียสและจุดเดือดไม่เกิน 35 องศาเซลเซียส แก๊ส และแก๊สผสมซึ่งไวไฟในอากาศที่อุณหภูมิและความดันปกติ ข้อควรระวัง: ควรเก็บให้ห่างจากแหล่งที่มีเปลวไฟ, ประกายไฟ และความร้อน ตัวอย่าง : Diethyl Ether
	สารพิษ (T+/T : Toxic) หมายถึง: การสูดดม กลิ้งกิน หรือดูดซึมผ่านผิวหนังแม้เพียงปริมาณเล็กน้อยจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ หรืออาจถึงตายได้ ข้อควรระวัง: ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับร่างกายทุกรูปแบบ ถ้ารู้สึกไม่สบายให้ปรึกษาแพทย์ทันที

ตารางที่ 3.18 สัญลักษณ์แสดงอันตรายในระบบมาตรฐานของ UN และระบบ EEC (ต่อ) [7]

สัญลักษณ์	คำอธิบาย
	สารอันตราย (Xn : Harmful) หมายถึง: การสูดดม การกลืนกิน หรือซึมผ่านผิวหนังอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ แบบเฉียบพลัน หรือเรื้อรัง อาจเกิดผลเสียต่อสุขภาพ ถ้าใช้อย่างไม่เหมาะสม ข้อควรระวัง: ต้องหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับร่างกาย
	สารกัดกร่อน (C : Corrosive) หมายถึง: สารซึ่งโดยปฏิกิริยาเคมีจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อนเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตและกัดกร่อน อุปกรณ์ปฏิบัติการ ข้อควรระวัง: ป้องกันไม่ให้สารกัดกร่อนเข้าตา สัมผัสผิวหนังและเสื้อผ้าเป็นพิเศษ รวมทั้งอย่าสูดดม ไอของสารกลุ่มนี้ ในกรณีอุบัติเหตุหรือเมื่อรู้สึกไม่สบาย ให้ปรึกษาแพทย์ทันที ตัวอย่าง : Sulfuric Acid, Nitric Acid
	สารระคายเคือง (Xi : Corrosive) หมายถึง: แม้จะไม่ได้มีคุณสมบัติกัดกร่อน หากผิวหนังหรือเนื้อเยื่อเมื่อสัมผัสสารนี้ ซ้ำ ๆ กันหรือ เป็นเวลานาน อาจก่อให้เกิดอาการบวม หากสัมผัสกับผิวหนังอาจก่อให้เกิดอาการแพ้ ข้อควรระวัง: หลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตา ผิวหนัง และการสูดดมไอของสาร ตัวอย่าง : Sulfuric Acid, Nitric Acid
	สารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม (N : Dangerous for the environment) หมายถึง: การปล่อยสู่สภาพแวดล้อม จะทำให้เกิดความเสียหายต่อองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อม ทันที ข้อควรระวัง: อย่าปล่อยสู่ระบบสุขาภิบาล ดิน หรือสิ่งแวดล้อม ให้ปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ ของการกำจัดพิเศษเฉพาะแต่ละสาร
	สารกัมมันตรังสี (Radioactive) ข้อควรระวัง: หลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยไม่จำเป็น ทั้งคน เครื่องมือ และสิ่งแวดล้อม อย่าเก็บใกล้ บริเวณที่ทำงาน

หมายเหตุ ประเภทของสารเคมีที่ต้องขออนุญาตตามกฎหมายความปลอดภัย (เช่น พ.ร.บ.วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และกฎหมายเกี่ยวกับยาเสพติด/สารควบคุม) สารเคมีที่ ต้องขออนุญาต ได้แก่

1. วัตถุอันตรายตาม พ.ร.บ.วัตถุอันตราย เช่น กรดไนตริกเข้มข้น, โซเดียมไฮยาไนด์, ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ > 60%, เบนซีน, ฟอร์มาลดีไฮด์, เมทานอล, โทลูอิน ฯลฯ
2. สารเคมีควบคุมตามกฎหมายยาเสพติด เช่น อะซิโตน, อีเธอร์, กรดซัลฟิวริก, โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต (ใช้ในการสังเคราะห์สารเสพติดบางชนิด)

3. วัตถุอันตรายที่ใช้ในเกษตรหรืออุตสาหกรรม เช่น ยาฆ่าแมลงบางชนิด (พาราควอต, คลอร์ไพริฟอส), สารกำจัดวัชพืช, ปุ๋ยและสารประกอบปุ๋ย

4. สารกัมมันตรังสีและวัตถุระเบิด ต้องมีใบอนุญาตพิเศษ และมาตรการความปลอดภัยสูง ประเภทของสารเคมีที่ไม่ต้องขออนุญาต (ใช้ทั่วไปได้ แต่ยังคงมีมาตรการความปลอดภัย)

1. กรด-ด่างทั่วไปที่ความเข้มข้นไม่สูง (เช่น HCl 1 M, NaOH 1 M)

2. สารเคมีเบื้องต้นในการเรียนการสอน (เช่น เกลือแกง, น้ำตาล, ยูเรีย, โซเดียมคลอไรด์)

3. ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ไม่อยู่ในบัญชีควบคุม (เช่น เอทานอล 70%, ไอโซโพรพานอล)

4. สารเคมีสำหรับการทดลองพื้นฐาน เช่น แอมโมเนียมคลอไรด์, โซเดียมไบคาร์บอเนต, แคลเซียมคาร์บอเนต เป็นต้น

3.5.5 การกำจัดของเสียหรือสารเคมีที่เหลือจากการทดลอง

ของเสียที่เกิดขึ้นจากระบวนการวิเคราะห์และการทดลองต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ มีทั้งของเสียที่เป็นอันตรายและของเสียที่ไม่เป็นอันตราย กำจัดของเสียที่เกิดขึ้นตามคำแนะนำที่ระบุไว้ใน การทดลองหลักเกณฑ์ทั่วไป คือของเสียที่เป็นสารละลายในน้ำหรือในตัวทำละลายที่รวมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำ และมีปริมาณเล็กน้อยประมาณ (3 - 10 มิลลิลิตร) ไม่มีเกลือโลหะหนัก สารประกอบไซยาไนด์ เกลือไนเตรต หรือสารอันตรายอื่น ๆ ให้เทลงท่อน้ำทิ้งได้เลยโดยไม่ต้องเปิดน้ำตามปริมาณมากเป็นเวลา 1 - 2 นาที สารละลายกรดและสารละลายเบสที่มีความเข้มข้นมากกว่า 10 % ต้องทำให้เป็นกลางก่อน แล้วจึงเทลงท่อน้ำทิ้งและเปิดน้ำตามปริมาณมากได้ ของเสียบางอย่างต้องบำบัดก่อนเทลงท่อน้ำทิ้งซึ่งต้องศึกษาหาวิธีการไว้ล่วงหน้าแล้ว แต่บางอย่างเทลงท่อน้ำทิ้งไม่ได้เลย เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีแฮโลเจน สารละลายหรือของผสมที่มีเกลือของโลหะหนักหรือสารเป็นพิษ ให้เทในภาชนะที่จัดแยกไว้สำหรับเก็บของเสียแต่ละประเภท เพื่อรวบรวมและนำส่งไปกำจัดต่อไป

3.6 จรรยาบรรณในการปฏิบัติงาน [8]

ในการปฏิบัติ ผู้ปฏิบัติต้องคำนึงถึงจรรยาบรรณที่พึงมีต่อสถานที่ปฏิบัติงานของตนเอง ทำตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ว่าด้วยจรรยาบรรณของข้าราชการและบุคลากรของมหาวิทยาลัย พ.ศ. 2552 ซึ่งมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับผู้ปฏิบัติงาน ดังนี้

3.6.1 จรรยาบรรณต่อตนเอง

1) มีศีลธรรมอันดีและประพฤติตนให้เหมาะสมกับการเป็นข้าราชการ

2) มีทัศนคติที่ดีและพัฒนาตนเองให้มีคุณธรรมจริยธรรม รวมทั้งเพิ่มพูนความรู้ความสามารถ และทักษะในการทำงาน เพื่อให้การปฏิบัติหน้าที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

3) ไม่นำผลงานทางวิชาการผู้อื่นเป็นของตนโดยมิชอบ

4) ไม่ละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาของผู้อื่น

3.6.2 จรรยาบรรณต่อวิชาชีพ

1) ใช้วิชาชีพปฏิบัติหน้าที่ด้วยความซื่อสัตย์สุจริต

2) ปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพที่กำหนดไว้

3.6.3 จรรยาบรรณต่อการปฏิบัติงาน

1) ไม่แสวงหาประโยชน์อันเป็นอามิสสินจ้างจากผู้อื่นในการปฏิบัติหน้าที่ และไม่กระทำการใดอันเป็นการหาประโยชน์ให้แก่ตนโดยมิชอบ

2) ปฏิบัติราชการด้วยความสุจริต เสมอภาค และปราศจากอคติ

3) ไม่ละทิ้งหน้าที่ราชการ และไม่ปฏิบัติหรือละเว้นการปฏิบัติหน้าที่โดยมิชอบเพื่อให้ตนเอง หรือผู้อื่นได้รับผลประโยชน์ที่มิควรได้

3.6.4 จรรยาบรรณต่อนักศึกษาและผู้รับบริการ

1) ไม่เรียกรับ หรือยอมรับทรัพย์สินหรือประโยชน์อื่นใดจากนักศึกษาและผู้รับบริการ เพื่อกระทำการหรือไม่กระทำการใด

2) ไม่เปิดเผยความลับของนักศึกษาและผู้รับบริการ ที่ได้มาจากการปฏิบัติหน้าที่หรือจากความไว้วางใจ และก่อให้เกิดความเสียหายแก่นักศึกษาและผู้รับบริการ

3) ไม่สอนหรืออบรมนักศึกษาให้กระทำการที่รู้ถือว่าผิดกฎหมาย หรือฝ่าฝืนศีลธรรมอันดีของประชาชน

บทที่ 4

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

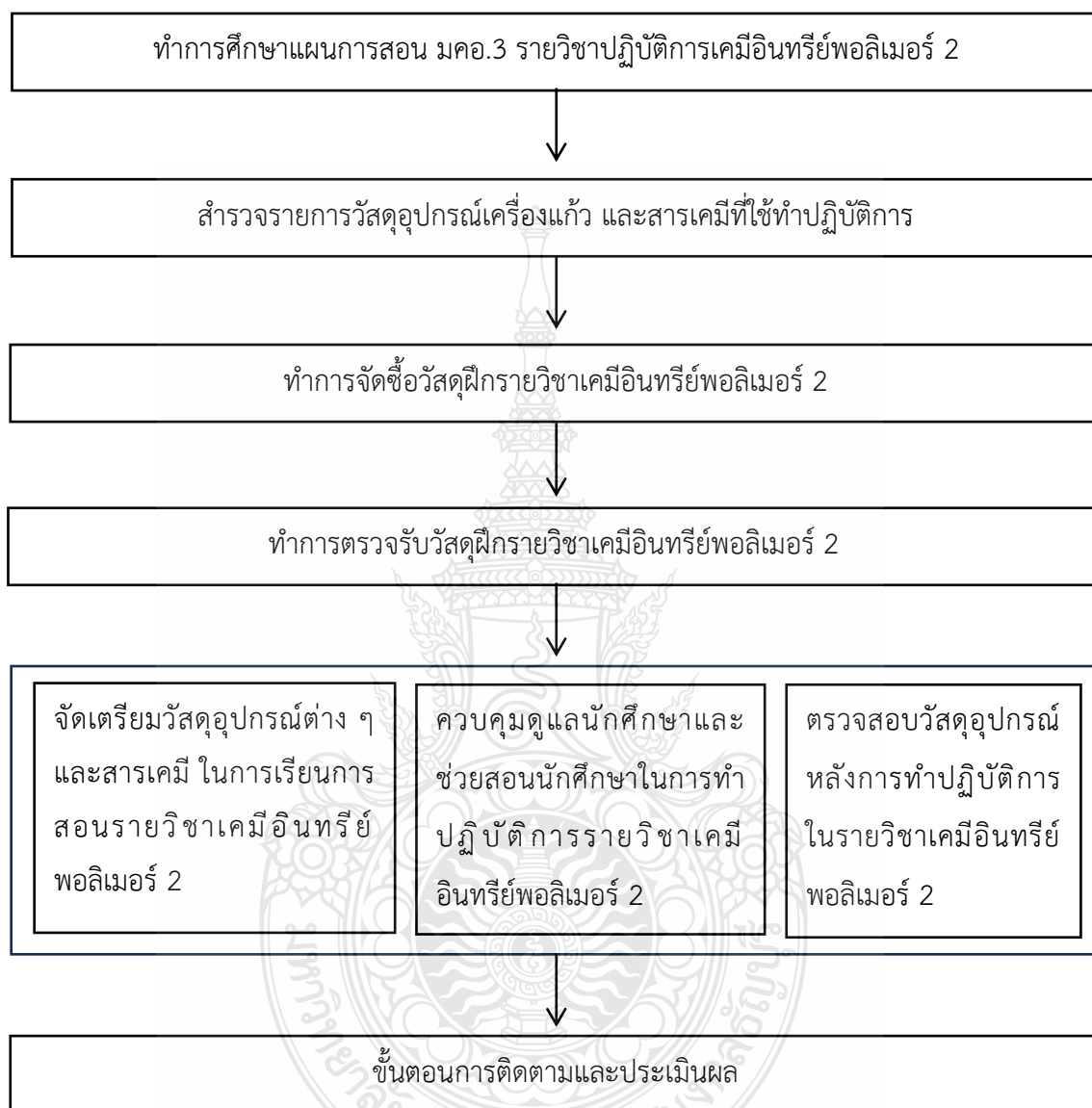
การจัดทำคู่มือเรื่อง “การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2” เล่มนี้ เขียนขึ้นเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน ในตำแหน่งนักวิชาการศึกษา (ระดับปฏิบัติการ) ที่ปฏิบัติหน้าที่ในห้องปฏิบัติการ ได้เตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการ เพื่อสนับสนุนต่อการเรียนการสอนของอาจารย์และนักศึกษา ในการจัดกระบวนการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ต้องมีการจัดเตรียม เครื่องแก้วและสารเคมี ให้พร้อมและเพียงพอต่อการเรียนการสอน เพื่อให้การเรียนการสอน ไม่มีข้อผิดพลาดขึ้นระหว่างการเรียนปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่ผู้เตรียมปฏิบัติการจะต้องดำเนินการ ตรวจสอบทุกอย่างให้ครบ สำหรับการเรียนการสอนในแต่ละสัปดาห์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 แผนการปฏิบัติงาน

แผนการปฏิบัติงาน การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมี สำหรับปฏิบัติการ รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ที่จัดทำขึ้นนี้ เป็นแผนการปฏิบัติงานที่ใช้เฉพาะรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (Organic Polymer Chemistry 2) รหัสวิชา (04-720-103) ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุ และโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยมีการจัดการเรียน การสอนให้กับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมพอลิเมอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ทำการศึกษาแผนการสอน มคอ.3 รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
2. สรุปรายการวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีที่ใช้ทำปฏิบัติการ
3. ทำการจัดซื้อวัสดุฝึกกรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
4. ทำการตรวจรับวัสดุฝึกกรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
5. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ และสารเคมี ในการเรียนการสอนรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
6. ควบคุมดูแลนักศึกษาและช่วยสอนนักศึกษาในการทำปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
7. ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์หลังการทำปฏิบัติการในรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
8. ขั้นตอนการติดตามและประเมินผล

ขั้นตอนการปฏิบัติงานการเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2



ภาพที่ 4.1 แผนการปฏิบัติงานการเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (Organic Polymer Chemistry 2) รหัสวิชา (04-720-103) สาขาวิศวกรรมพอลิเมอร์ ภาควิศวกรรมวัสดุและโลหะ การ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงานทั้งหมด 7 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาแผนการสอน มคอ.3 รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

ขั้นตอนที่ 2 สำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมี

ขั้นตอนที่ 3 จัดทำเอกสารจัดซื้อรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ทดแทนที่ชำรุด หรือไม่เพียงพอ

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจรับวัสดุฝึกที่สั่งซื้อในรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

ขั้นตอนที่ 5 จัดเตรียมเครื่องแก้วและสารเคมีในปฏิบัติการ รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ในแต่ละปฏิบัติการ (15 ปฏิบัติการ)

ขั้นตอนที่ 6 ควบคุมดูแลนักศึกษาในการทำปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบเครื่องมือ และเครื่องแก้ว ทำความสะอาดจัดเก็บเข้าที่หลังทำปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นตอนการติดตามและประเมินผล

ตารางที่ 4.1 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงานรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

ผังวิธีปฏิบัติงาน	ขั้นตอน	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา	เอกสาร
เริ่มต้น				
ศึกษาแผนการสอน มคอ.3	ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาแผนการสอน มคอ.3 รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2	ผู้ปฏิบัติงาน	1 สัปดาห์	แผนการสอน มคอ.3
สำรวจเครื่องมือที่ใช้ในการทำปฏิบัติการ	ขั้นตอนที่ 2 สำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมี	ผู้ปฏิบัติงาน	2 – 3 วัน	แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมี
จัดทำเอกสารจัดซื้อ	ขั้นตอนที่ 3 จัดทำเอกสารจัดซื้อรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ทดแทนที่ขาด หรือไม่เพียงพอ	1.อาจารย์ผู้สอน 2.ผู้ปฏิบัติงาน 3.ธุรการภาค ฯ	2 – 3 สัปดาห์	แบบฟอร์มขออนุมัติซื้อพัสดุที่คณะ
ตรวจรับวัสดุฝึกกรายวิชา	ขั้นตอนที่ 4 ตรวจรับวัสดุฝึกที่สั่งซื้อในรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2	1. อาจารย์ผู้สอน 2. ผู้ปฏิบัติงาน	30-45 นาที	ใบตรวจรับสินค้า
จัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีสำหรับปฏิบัติการ	ขั้นตอนที่ 5 จัดเตรียมเครื่องแก้วและสารเคมีในปฏิบัติการ รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ในแต่ละปฏิบัติการ (15 ปฏิบัติการ)	ผู้ปฏิบัติงาน	1 วัน ก่อนปฏิบัติการ	แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมี
ควบคุมดูแลนักศึกษาในการทำปฏิบัติการ	ขั้นตอนที่ 6 ควบคุมดูแลนักศึกษาในการทำปฏิบัติการรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ในแต่ละสัปดาห์ (15 สัปดาห์)	1. อาจารย์ผู้สอน 2. ผู้ปฏิบัติงาน	3 ชั่วโมง	แผนการสอนรายวิชา
ตรวจสอบเครื่องมือเช็คความสะอาดจัดเก็บ	ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบเครื่องมือ และเครื่องแก้ว ทำความสะอาดจัดเก็บเข้าที่หลังทำปฏิบัติการ	ผู้ปฏิบัติงาน	30 – 40 นาที	ใบเช็คอุปกรณ์
ขั้นตอนการติดตามและประเมินผล	ขั้นตอนที่ 8 ขั้นตอนการติดตามและประเมินผล	1. อาจารย์ผู้สอน 2. ผู้ปฏิบัติงาน	10 นาที	แบบฟอร์ม
สิ้นสุด				

จากตารางที่ 4.2 ผู้จัดทำคู่มืออธิบายรายละเอียดของกระบวนการ และแสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน การเตรียมวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมี รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจกระบวนการมากขึ้น โดยแบ่งเป็น 7 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษาแผนการสอนรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 จาก มคอ.3 ในบทที่ 3 เพื่อทำความเข้าใจถึงลักษณะของการเรียนการสอนรายวิชา ซึ่งปฏิบัติการในรายวิชานี้มีทั้งหมด 15 ปฏิบัติการ ในกรณีที่ไม่เข้าใจให้ปรึกษาอาจารย์ผู้สอน มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 แสดงแผนการทำปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

ปฏิบัติการที่	กิจกรรม	สัปดาห์ที่เรียน
1	ปฏิบัติการที่ 1 แนะนำเครื่องมือ อุปกรณ์ และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	1
2	ปฏิบัติการที่ 2 การแบ่งประเภทของพอลิเมอร์	2
3	ปฏิบัติการที่ 3 การเกิดพอลิเมอร์แบบเชื่อมขวาง	3
4	ปฏิบัติการที่ 4 พอลิเมอร์ดูดซับอย่างยั้งยวด	4
5	ปฏิบัติการที่ 5 ความหนาแน่นและโครงสร้างของพอลิเมอร์	5
6	ปฏิบัติการที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของพอลิเมอร์เมื่อได้รับความร้อน	6
7	ปฏิบัติการที่ 7 การหาน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยตามความหนืดของพอลิเมอร์	7
8	ปฏิบัติการที่ 8 การสังเคราะห์พอลิไสไตรีนจากปฏิกิริยาฟรีแรดิคัลด้วยกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบบัลค์	8
9	ปฏิบัติการที่ 9 กระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบแขวนลอยของสไตรีน	9
10	ปฏิบัติการที่ 10 จลนศาสตร์ของพอลิเมอไรเซชันแบบลูกโซ่แรดิคัลของพอลิเมทิลเมทาไครเลต (PMMA)	10
11	ปฏิบัติการที่ 11 สัปดาห์ที่ 11 ปฏิบัติการที่ 11 การสังเคราะห์ไนลอน 6, 10 ด้วยกระบวนการพอลิเมอไรเซชันระหว่างผิว	11
12	ปฏิบัติการที่ 12 กระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบสารละลายของสไตรีนในโทลูอีน	12

ตารางที่ 4.2 แสดงแผนการทำปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

ปฏิบัติการที่	กิจกรรม	สัปดาห์ที่เรียน
13	ปฏิบัติการที่ 13 กระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบอิมัลชันของสไตรีน	13
14	ปฏิบัติการที่ 14 การเตรียมพลาสติกซิลิเกต (Silicate Plastic)	14
15	ปฏิบัติการที่ 15 การทำถุงพลาสติกชีวภาพ	15

โดยผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำความเข้าใจและร่วมวางแผนการทำปฏิบัติการกับอาจารย์ผู้สอน เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของรายวิชา และถูกต้องตรงตามความต้องการของอาจารย์ผู้สอน ผู้ปฏิบัติงานควรขอรายชื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนในรายวิชา เพื่อทราบจำนวนนักศึกษาและเป็นผู้ประสานต่อการคำนวณการแบ่งกลุ่มปฏิบัติการ สามารถคำนวณวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมี ให้มีปริมาณเพียงพอต่อการใช้งาน

ข้อควรระวัง นักศึกษาอาจมีจำนวนมากขึ้น เนื่องจากมีนักศึกษาตกค้างมาลงเพิ่ม จำเป็นต้องมีการสำรองวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมี

ขั้นตอนที่ 2 ผู้ปฏิบัติงานต้องทำการสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมี ที่ใช้ในการทำปฏิบัติการก่อนเปิดภาคเรียนการศึกษาอย่างน้อย 1 เดือน เพื่อเป็นการตรวจสอบความพร้อม ความชำรุดเสียหาย และเพื่อที่จะได้ทราบว่าจำเป็นต้องมีการจัดซื้อเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมี อะไรบ้างให้เพียงพอต่อการใช้งาน โดยสามารถทำการสำรวจตามปฏิบัติการทั้ง 15 ปฏิบัติการ ซึ่งมีรายละเอียดตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2				
ลำดับ	รายการ	จำนวน/กลุ่ม	หน่วย	หมายเหตุ
ปฏิบัติการที่ 1 แนะนำเครื่องมือ อุปกรณ์ และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ				
1	บีกเกอร์ (Beaker)	1	ใบ	
2	แท่งแก้วคน (Stirring Rod)	1	อัน	
3	หลอดทดลอง (Test Tube)	1	หลอด	
4	คีมคีบ (Forceps)	1	อัน	

ตารางที่ 4.3 แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
(ต่อ)

แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2				
ลำดับ	รายการ	จำนวน/กลุ่ม	หน่วย	หมายเหตุ
ปฏิบัติการที่ 1 แนะนำเครื่องมือ อุปกรณ์ และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ				
5	จานเพาะเชื้อ (Petri Dish)	1	อัน	
6	คอนเดนเซอร์ (Condenser)	1	อัน	
7	กรวยแก้วกรองสาร (Glass Funnel)	1	อัน	
8	ปิเปต (Pipette)	1	อัน	
9	กระบอกตวง (Graduate Cylinder)	1	อัน	
10	ขวดรูปชมพู่ (Conical Flask)	1	ใบ	
11	ขวดก้นกลม 3 คอ (Three Neck Round Bottom Flask)	1	อัน	
12	ขวดปริมาตร (Volumetric flask)	1	ใบ	
13	แท่งแม่เหล็กกวนสาร (Magnetic Bar)	1	อัน	
14	หลอดหยด (Dropper)	1	อัน	
ปฏิบัติการที่ 2 การแบ่งประเภทของพอลิเมอร์				
1	พอลิเมอร์ตามแบบต่าง ๆ (นักศึกษาเตรียมมาเอง กลุ่มละ 1 แบบ)	1	แบบ	
ปฏิบัติการที่ 3 การเกิดพอลิเมอร์แบบเชื่อมขวาง				
1	กาวยสีขาว (กาวลาเท็กซ์) (ทำจาก Poly (Vinyl Acetate), PVAc) หรือกาวน้ำชนิดใส (ทำจาก Poly (Vinyl Alcohol), PVA)	30	กรัม	
2	โซเดียมบอเรต (Sodium Borate)	2.5	กรัม	
3	น้ำอุ่น (Warm water)	30	มิลลิลิตร	
4	สีผสมอาหาร (Coloring)	1	ถุง	
5	บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50 ml	1	ใบ	

ตารางที่ 4.3 แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
(ต่อ)

แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2				
ลำดับ	รายการ	จำนวน/กลุ่ม	หน่วย	หมายเหตุ
6	บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml	3	ใบ	
7	หลอดหยด (Dropper)	1	อัน	
8	แท่งแก้วคน (Glass Stirring Rod)	1	อัน	
ปฏิบัติการที่ 4 พอลิเมอร์ดูดซับอย่างยั้งยวด				
1	กรดอะคริลิก (Acrylic Acid)	0.30	มิลลิลิตร	
2	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 8 M	0.45	มิลลิลิตร	
3	กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid)	0.1	มิลลิลิตร	
4	สาร N,N'-Methylenebisacrylamide	0.2	มิลลิลิตร	
5	ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen Peroxide, H_2O_2)	0.1	มิลลิลิตร	
6	โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	10	กรัม	
7	น้ำกลั่น (Distilled Water)	250	มิลลิลิตร	
8	จานเพาะเชื้อ (Petri Dish)	1	อัน	
9	หลอดทดลอง (Test Tube)	2	หลอด	
10	บีกเกอร์ (Beaker)	1	ใบ	
ปฏิบัติการที่ 5 ความหนาแน่นและโครงสร้างของพอลิเมอร์				
1	ลวดกัมมะหยี่ยาวประมาณ 4.5 – 5.0 cm	100	เส้น	
2	ขวดน้ำ ขนาด 500 ml ความสูงประมาณ 18 cm ที่ตัดปากขวดแล้ว	2	ขวด	
ปฏิบัติการที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของพอลิเมอร์เมื่อได้รับความร้อน				
1	ชิ้นพอลิเมอร์จากผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ อย่างน้อย 4 ชนิด ขนาด 1 x 1 cm (นักศึกษาเตรียมมาเอง)	4	ชนิด	
2	ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol burner)	1	อัน	

ตารางที่ 4.3 แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2				
ลำดับ	รายการ	จำนวน/กลุ่ม	หน่วย	หมายเหตุ
3	แผ่นกระเบื้องหรือถาดรอง	1	อัน	
4	คีมคีบ (Forceps)	1	อัน	
ปฏิบัติการที่ 7 การหาน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยตามความหนืดของพอลิเมอร์				
1	เครื่องวัดความหนืดแบบ Ostwald Viscometer	1	เครื่อง	
2	พอลิสไตรีน (Polystyrene, PS)	5	มิลลิลิตร	
3	โทลูอีน (Toluene)	400	มิลลิลิตร	
4	อะซิโตน (Acetone)	10	มิลลิลิตร	
5	นาฬิกาจับเวลา (Stop Clock)	1	อัน	
6	เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)	1	อัน	
7	อ่างน้ำร้อน (Water Bath)	ใช้ด้วยกันทุกกลุ่ม	เครื่อง	
8	ขวดรูปชมพู่ (Conical Flask)	1	อัน	
9	กรวยแก้วกรองสาร (Glass Funnel)	1	อัน	
10	ขวดปริมาตร (Volumetric flask)	1	อัน	
11	ปิเปต (Pipette)	1	อัน	
ปฏิบัติการที่ 8 การสังเคราะห์พอลิสไตรีนจากปฏิกิริยาฟรีแรดิคัลด้วยกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบบัลค์				
1	สไตรีนมอนอเมอร์ (Styrene Monomer)	25	กรัม	
2	เบนโซอิลเพอร์ออกไซด์ (Benzoyl Peroxide, BPO)	1	กรัม	
3	ไซลีน (Xylene)	100	มิลลิลิตร	
4	บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml	1	อัน	
5	เครื่องให้ความร้อน (Hotplate)	1	อัน	

ตารางที่ 4.3 แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
(ต่อ)

แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2				
ลำดับ	รายการ	จำนวน/กลุ่ม	หน่วย	หมายเหตุ
6	แบบใส่ผลิตภัณฑ์ (Mold)	1	อัน	
7	เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)	1	อัน	
8	นาฬิกาจับเวลา (Stop Clock)	1	อัน	
9	แท่งแม่เหล็กกวนสาร (Magnetic Bar)	1	อัน	
ปฏิบัติการที่ 9 กระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบแขวนลอยของสไตรีน				
1	สไตรีนมอนอเมอร์ (Styrene Monomer)	50	มิลลิลิตร	
2	พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (Poly Vinyl Alcohol)	2.0	กรัม	
3	เบนโซอิลเพอร์ออกไซด์ (Benzoyl Peroxide)	1.0	กรัม	
4	น้ำกลั่น (Distilled Water)	300	มิลลิลิตร	
5	ขวดก้นกลม 3 คอ (Three Neck Round Bottom Flask)	1	อัน	
6	เครื่องให้ความร้อน (Hotplate)	1	อัน	
7	นาฬิกาจับเวลา (Stop Clock)	1	อัน	
8	แท่งแม่เหล็กกวนสาร (Magnetic Bar)	1	อัน	
9	บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100 ml	1	อัน	
10	คอนเดนเซอร์ (Condenser)	1	อัน	
11	แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod)	1	อัน	
ปฏิบัติการที่ 10 จลนศาสตร์ของพอลิเมอไรเซชันแบบลูกโซ่เรดิคัลของพอลิเมทิลเมทาไครเลต (PMMA)				
1	เมทิลเมทาไครเลต (Methyl Methacrylate)	10	มิลลิลิตร	
2	อะลูมินา (Alumina)	2	กรัม	
3	เบนโซอิลเพอร์ออกไซด์ (Benzoyl Peroxide)	0.05	กรัม	
4	กระบอกตวง (Graduate Cylinder)	1	อัน	
5	หลอดทดลอง (Test Tube)	1	อัน	

ตารางที่ 4.3 แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2				
ลำดับ	รายการ	จำนวน/กลุ่ม	หน่วย	หมายเหตุ
6	หลอดหยด (Dropper)	2	อัน	
7	แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod)	1	อัน	
8	ปิกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml	1	อัน	
9	กระดาษกรอง (Filter Paper)	1	แผ่น	
10	อ่างน้ำร้อน (Water Bath)	ใช้ด้วยกัน ทุกกลุ่ม	เครื่อง	
11	เครื่องชั่งน้ำหนัก (Balance)	ใช้ด้วยกัน ทุกกลุ่ม	เครื่อง	
ปฏิบัติการที่ 11 การสังเคราะห์ไนลอน 6, 10 ด้วยกระบวนการพอลิเมอไรเซชันระหว่างผิว				
1	บาโคอิลคลอไรด์ (Sebacoyl Chloride)	1	กรัม	
2	เตตระคลอโรเอทิลีน (Tetrachloroethylene)	1	กรัม	
3	น้ำกลั่น (Distilled Water)	15	มิลลิลิตร	
4	เฮกซะเมทิลีนไดอะมีน (Hexamethylene Diamine)	15	มิลลิลิตร	
5	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide)	0.5	กรัม	
6	อะซิโตน (Acetone)	50	มิลลิลิตร	
7	ฟีนอล์ฟทาเลอิน (Phenolphthalein)	5	หยด	
8	ปิกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50 ml	2	ใบ	
9	แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod)	1	อัน	
10	จานเพาะเชื้อ (Petri Dish)	1	อัน	
11	คีมคีบ (Forceps)	1	อัน	
ปฏิบัติการที่ 12 กระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบสารละลายของสไตรีนในโทลูอิน				
1	โทลูอิน (Toluene)	20	มิลลิลิตร	

ตารางที่ 4.3 แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2				
ลำดับ	รายการ	จำนวน/กลุ่ม	หน่วย	หมายเหตุ
2	เบนโซอิลเพอร์ออกไซด์ (Benzoyl Peroxide)	2	กรัม	
3	สไตรีนมอนอเมอร์ (Styrene Monomer)	15	กรัม	
4	เมทานอล (Methanol)	50	มิลลิลิตร	
5	น้ำกลั่น (Distilled Water)	100	มิลลิลิตร	
6	เครื่องชั่ง (Balance)	ใช้ด้วยกัน ทุกกลุ่ม	เครื่อง	
7	ปิกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50 ml	2	อัน	
8	ปิกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100 ml	1	อัน	
9	ปิกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml	2	อัน	
10	กระบอกตวง (Graduate Cylinder) ขนาด 50 ml	1	อัน	
11	กระบอกตวง (Graduate Cylinder) ขนาด 100 ml	1	อัน	
12	ขวดก้น 3 คอ (Three neck Round Bottom Flask)	1	ใบ	
13	อ่างน้ำมัน (Oil Bath)	1	ใบ	
14	แท่งแม่เหล็กกวนสาร (Magnetic Bar)	1	อัน	
15	กรวยกรองเซรามิก (Buchner Funnel)	1	อัน	
16	ขวดกรอง Filtering Flask	1	อัน	
17	เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)	1	อัน	
18	เครื่องกรองสาร (Filtration Apparatus)	1	อัน	
19	คอนเดนเซอร์ (Condenser)	1	อัน	
20	เครื่องให้ความร้อน (Hotplate)	1	อัน	

ตารางที่ 4.3 แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
(ต่อ)

แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2				
ลำดับ	รายการ	จำนวน/กลุ่ม	หน่วย	หมายเหตุ
ปฏิบัติการที่ 13 กระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบอิมัลชันของสไตรีน				
1	เมทานอล (Methanol)	50	มิลลิลิตร	
2	สไตรีนมอนอเมอร์ (Styrene Monomer)	50	กรัม	
3	น้ำกลั่น (Distilled Water)	180	มิลลิลิตร	
4	โซเดียมลอริลซัลเฟต (Sodium Lauryl Sulphate)	2.0	กรัม	
5	โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต (Potassium Persulphate)	0.3	กรัม	
6	ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Di – Sodium Hydrogen Orthophate)	0.1	กรัม	
7	ขวดก้น 3 คอ (Three Neck Round Bottom Flask)	1	อัน	
8	ตู้อบ (Oven)	ใช้ด้วยกัน	เครื่อง	
9	เครื่องชั่ง (Balance)	ใช้ด้วยกัน	เครื่อง	
10	ปิกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50 ml	1	อัน	
11	ปิกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100 ml	1	อัน	
12	ปิกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml	2	อัน	
13	กระบอกตวง (Graduate Cylinder) ขนาด 100 ml	1	อัน	
14	เครื่องกรอง (Filtration device)	ใช้ด้วยกัน	เครื่อง	
ปฏิบัติการที่ 14 การเตรียมพลาสติกซิลิเกต (Silicate Plastic)				
1	แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Calcium Hydroxide)	3	กรัม	
2	โซเดียมซิลิเกต (Sodium Silicate)	10	มิลลิลิตร	
3	สีผสมอาหาร (Coloring)	1	ถุง	

ตารางที่ 4.3 แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

แบบสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2				
ลำดับ	รายการ	จำนวน/กลุ่ม	หน่วย	หมายเหตุ
4	น้ำกลั่น (Distilled Water)	15	มิลลิลิตร	
5	แก้วพลาสติก (Plastic Cup)	2	ใบ	
6	แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod)	1	อัน	
ปฏิบัติการที่ 15 การทำถุงพลาสติกชีวภาพ				
1	เจลาติน (Gelatin)	20	กรัม	
2	น้ำกลั่น (Distilled Water)	560	มิลลิลิตร	
3	เพคติน (Pectin)	5	กรัม	
4	กลีเซอริน (Glycerin)	5	มิลลิลิตร	
5	สีผสมอาหาร (Coloring)	1	ถุง	
6	แม่พิมพ์ซิลิโคน (Silicone Mold)	1	อัน	
7	แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod)	1	อัน	
8	บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml	1	ใบ	
9	บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 1000 ml	1	ใบ	

ข้อควรระวัง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในรายวิชานี้ อาจจะต้องมีใช้ร่วมกับรายวิชาอื่น ๆ ภายในสาขา เช่น ตู้อบ เครื่องกรอง เครื่องชั่ง เป็นต้น ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องศึกษาตารางสอนรายวิชาอื่น ๆ เพื่อที่จะได้ทราบเวลาการทำปฏิบัติการในรายวิชาที่อาจทับซ้อนกับรายวิชานี้ หากผู้ปฏิบัติงานทำการสำรวจแล้วพบว่า มีตารางสอนที่จะต้องใช้เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์อะไรบ้างในการทำปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานจะได้วางแผนการจัดซื้อวัสดุฝึกกรรณรายวิชาล่วงหน้า เพื่อให้มีจำนวนเพียงพอต่อการใช้งานภายในงบประมาณของรายวิชาที่มีอยู่ และเพื่อผู้ปฏิบัติงานจะได้จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมี โดยไม่ส่งผลกระทบต่อรายวิชาอื่น

ในกรณีที่เครื่องมือเป็นประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า ผู้ปฏิบัติงานจำเป็นต้องทำการตรวจสอบสภาพภายนอกว่าเครื่องมือดังกล่าวอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ และจำเป็นที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำการทดสอบเครื่องมือ เช่น ทดสอบการเปิด - ปิดเครื่อง ทดสอบการใช้งานต่าง ๆ หากพบว่า

เครื่องมือการชำรุด ควรทำการแก้ไขทันที หรือแยกเครื่องมือและติดป้ายชำรุด ออกจากชั้นหรือตู้ที่จัดเก็บ แล้วทำการแจ้งซ่อม ผู้ปฏิบัติงานต้องกรอกข้อมูลรายละเอียดให้ครบถ้วนดังตารางที่ 4.5

- 1) ชื่องาน/โครงการจัดซื้อ/จ้าง/เช่า
- 2) ชื่อเครื่อง
- 3) ยี่ห้อ - รุ่น
- 4) ในกรณีที่แจ้งซ่อมเครื่องมือ/เครื่องจักร ที่มีเลขครุภัณฑ์ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องระบุชื่อครุภัณฑ์ และเลขครุภัณฑ์ไปด้วย เพื่อให้แผนกพัสดุ ทำการตรวจสอบระยะเวลาประกันของบริษัท
- 5) ลักษณะอาการที่ชำรุดหรือผิดปกติ (แสดงรายละเอียดความผิดปกติหรือชำรุดให้ชัดเจนดังตารางที่ 4.5)
- 6) จำนวน/ปริมาณ
- 7) หน่วยนับ
- 8) ชื่อผู้แจ้ง

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างใบแจ้งซ่อม

รายละเอียดคุณลักษณะพัสดุที่จะซื้อหรือจ้าง			
ชื่องาน/โครงการจัดซื้อ/จ้าง/เช่า			
ซ่อม เตาให้ความร้อนพร้อมชุดกวนสารละลาย ยี่ห้อ Dragon Lab รุ่น MS7-H550-S จำนวน 7 เครื่อง			
ลำดับที่	รายการคุณลักษณะพัสดุที่จะซื้อหรือจ้าง	จำนวน/ปริมาณ	หน่วยนับ
1	ซ่อมเตาให้ความร้อนพร้อมชุดกวนสารละลาย	1	เครื่อง
	ยี่ห้อ Dragon Lab รุ่น MS7-H550-S		
	หมายเลขครุภัณฑ์ 2-104-6640-016-0001/001-57		
	มีรายละเอียดดังนี้		
	- เปลี่ยนเมนบอร์ดควบคุมความร้อน	1	ชิ้น
2	ซ่อมเตาให้ความร้อนพร้อมชุดกวนสารละลาย	1	เครื่อง
	ยี่ห้อ Dragon Lab รุ่น MS7-H550-S		
	หมายเลขครุภัณฑ์ 2-104-6640-016-0001/008-57		
	มีรายละเอียดดังนี้		
	- เปลี่ยนเมนบอร์ดควบคุมความร้อน	1	ชิ้น
3	ซ่อมเตาให้ความร้อนพร้อมชุดกวนสารละลาย	1	เครื่อง

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างใบแจ้งซ่อม (ต่อ)

รายละเอียดคุณลักษณะพัสดุที่จะซื้อหรือจ้าง			
ชื่องาน/โครงการจัดซื้อ/จ้าง/เช่า			
ซ่อม เตาให้ความร้อนพร้อมชุดกวนสารละลาย ยี่ห้อ Dragon Lab รุ่น MS7-H550-S จำนวน 7 เครื่อง			
ลำดับที่	รายการคุณลักษณะพัสดุที่จะซื้อหรือจ้าง	จำนวน/ปริมาณ	หน่วยนับ
	ยี่ห้อ Dragon Lab รุ่น MS7-H550-S		
	หมายเลขครุภัณฑ์ 2-104-6640-016-0001/003-57		
	มีรายละเอียดดังนี้		
	- เปลี่ยนเมนบอร์ดควบคุมความร้อน	1	ชิ้น
4	ซ่อมเตาให้ความร้อนพร้อมชุดกวนสารละลาย	1	เครื่อง
	ยี่ห้อ Dragon Lab รุ่น MS7-H550-S		
	หมายเลขครุภัณฑ์ 2-104-6640-016-0001/013-57		
	มีรายละเอียดดังนี้		
	- เปลี่ยนเมนบอร์ดควบคุมความร้อน	1	ชิ้น
5	ซ่อมเตาให้ความร้อนพร้อมชุดกวนสารละลาย	1	เครื่อง
	ยี่ห้อ Dragon Lab รุ่น MS7-H550-S		
	หมายเลขครุภัณฑ์ 2-104-6640-016-0001/016-57		
	มีรายละเอียดดังนี้		
	- เปลี่ยนเมนบอร์ดควบคุมความร้อน	1	ชิ้น
6	ซ่อมเตาให้ความร้อนพร้อมชุดกวนสารละลาย	1	เครื่อง
	ยี่ห้อ Dragon Lab รุ่น MS7-H550-S		
	หมายเลขครุภัณฑ์ 2-104-6640-016-0001/019-57		
	มีรายละเอียดดังนี้		
	- เปลี่ยนชุดแผงวงจร	1	ชุด
7	ซ่อมเตาให้ความร้อนพร้อมชุดกวนสารละลาย	1	เครื่อง
	ยี่ห้อ Dragon Lab รุ่น MS7-H550-S		
	หมายเลขครุภัณฑ์ 2-104-6640-016-0001/009-57		
	มีรายละเอียดดังนี้		
	- เปลี่ยนเมนบอร์ดควบคุมความร้อน	1	ชิ้น
	เปลี่ยนมอเตอร์	1	ตัว

8



ขั้นตอนที่ 3 จัดทำเอกสารจัดซื้อวัสดุฝึก รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 หลังจากผู้ปฏิบัติงานทำการสำรวจวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีต่าง ๆ ในขั้นตอนที่ 2 เสร็จสิ้นแล้ว ผู้ปฏิบัติงานต้องรายงานการสำรวจและร่วมวางแผนการขออนุมัติจัดซื้อวัสดุฝึกกับอาจารย์ผู้สอน ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดทำใบจัดซื้อวัสดุฝึกกรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 โดยใช้แบบฟอร์มขออนุมัติซื้อพัสดุที่คณะขอใบเสนอราคา ซึ่งในแบบฟอร์มจะต้องมีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.6

1. ชื่องาน/โครงการจัดซื้อ/จ้าง/เช่า
2. ลำดับที่รายการ
3. รายการ/รายละเอียดวัสดุที่ซื้อ
4. จำนวน
5. หน่วย
6. ชื่อผู้แจ้ง

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างใบจัดซื้อวัสดุฝึกกรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

รายละเอียดคุณลักษณะพัสดุที่จะซื้อหรือจ้าง			
ชื่อ งาน/โครงการจัดซื้อ/จ้าง/เช่า			
ชื่อ วัสดุเพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอน วิชา เคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 20			
รายการ	1	3	4
2 ลำดับที่	รายการคุณลักษณะพัสดุที่จะซื้อหรือจ้าง		จำนวน/ ปริมาณ
			หน่วยนับ
1	อะซิโตน (Aceton), เกรดงานวิเคราะห์ (2.5ลิตร/ขวด)		2 ขวด
2	เอธานอล(เอธิลอัลกอฮอล์) Ethanol (absolute), เกรดงานวิเคราะห์ (2.5ลิตร/ขวด)		2 ขวด
3	เมทานอล (Methanol) เกรดงานวิเคราะห์ (2.5ลิตร/ขวด)		2 ขวด
4	ไอโซโพรพานอล (Propan-2-ol / Isopropanol), เกรดงานวิเคราะห์ (2.5ลิตร/ขวด)		2 ขวด
5	กรดอะซิติก (Acetic acid) 99% เกรดงานวิเคราะห์ (2.5ลิตร/ขวด)		2 ขวด
6	กรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric acid) 37%, เกรดงานวิเคราะห์ (2.5ลิตร/ขวด)		2 ขวด

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างใบจัดซื้อวัสดุฝึกการยววิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 (ต่อ)

รายละเอียดคุณลักษณะพัสดุที่จะซื้อหรือจ้าง			
ชื่องาน/โครงการจัดซื้อ/จ้าง/เช่า			
ชื่อ วัสดุเพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอน วิชา เคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 23 รายการ			
ลำดับที่	รายการคุณลักษณะพัสดุที่จะซื้อหรือจ้าง	จำนวน/ ปริมาณ	หน่วยนับ
7	กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (Sulfuric acid) 98%, เกรดงานวิเคราะห์ (2.5ลิตร/ขวด)	2	ขวด
8	โทลูอีน (Toluene), เกรดงานวิเคราะห์ (2.5ลิตร/ขวด)	2	ขวด
9	ไซลีน (Xylene) 98.5%, เกรดงานวิเคราะห์ (2.5ลิตร/ขวด)	2	ขวด
10	โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride), เกรดงานวิเคราะห์ (1000 กรัม/ขวด)	1	ขวด
11	กระบอกตวง ขนาด 10 มล.	5	อัน
12	กระบอกตวง ขนาด 50 มล.	5	อัน
13	กระบอกตวง ขนาด 100 มล.	5	อัน
14	ปิ๊กเกอร์แก้ว ขนาดจุ 50 มล.	12	ใบ
15	ปิ๊กเกอร์แก้ว ขนาดจุ 100 มล.	12	ใบ
16	ปิ๊กเกอร์แก้ว ขนาดจุ 250 มล.	12	ใบ
17	ปิ๊กเกอร์แก้ว ขนาดจุ 600 มล.	12	ใบ
18	ขวดรูปชมพู่ ขนาดจุ 250 มล. Class A	6	ใบ
19	แท่งแก้วคนสาร (Glass stirring rod) ขนาด ศก. 7-8 มม. ยาว 8 นิ้ว	10	อัน
20	ขวดหยดทรงกลม (สีชา) ขนาด 60 ml. (Dropping Bottle Amber) (100/pack)	50	ใบ

6 →

เมื่อผู้ปฏิบัติงานจัดทำใบเสนอราคาเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง รายการราคา หน่วย ให้อาจารย์ผู้สอนตรวจสอบและลงชื่อขอซื้อ จากนั้นส่งต่อไปฝ่ายพัสดุของคณะ รออนุมัติ

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจรับวัสดุฝึกกรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ที่บริษัทดำเนินการจัดส่ง ผู้ปฏิบัติงานต้องทำการตรวจรับ โดยผู้ปฏิบัติงานจะได้รับแจ้งล่วงหน้าจากฝ่ายพัสดุหรือจากตัวแทนบริษัทว่าจะเข้ามาจัดส่งวัสดุฝึกที่สั่งซื้อไปในวันและเวลาใด เมื่อผู้ปฏิบัติงานได้รับการแจ้งกำหนดการจัดส่งแล้ว ต้องดำเนินการเตรียมสถานที่เพื่อจัดวาง

การตรวจรับวัสดุฝึกกรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 เมื่อผู้ปฏิบัติงานได้รับใบส่งสินค้าจากบริษัทต้องตรวจสอบรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ชื่อบริษัทต้องตรงตามใบที่แจ้ง
2. ชื่อหน่วยงานเป็นภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์หรือไม่

3. วันที่ในการจัดส่ง

4. รายการและจำนวนวัสดุฝึกครบถ้วนหรือไม่

หากผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบความถูกต้องตามรายการดังกล่าวแล้ว ให้ลงชื่อรับสินค้า ลงวันที่รับสินค้า พร้อมใบสำเนาสินค้า 1 ฉบับ



ภาพที่ 4.2 ตรวจรับวัสดุฝึกกรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

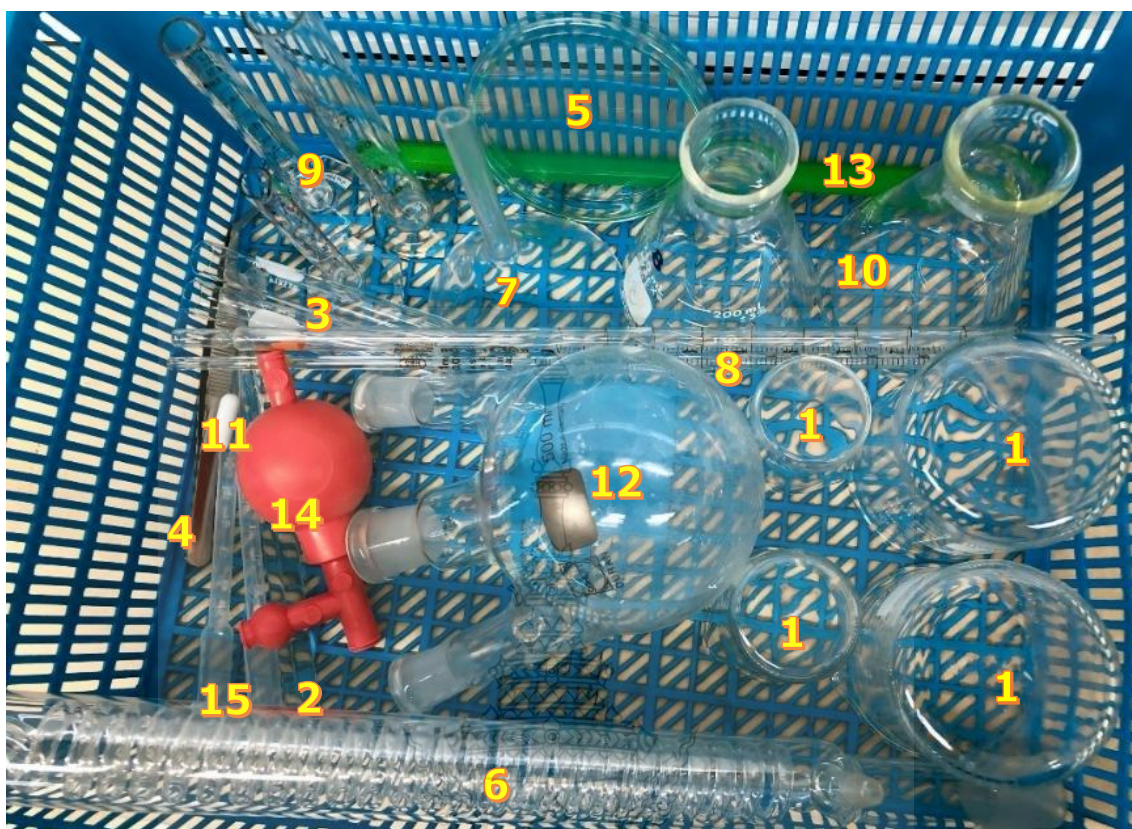
ขั้นตอนที่ 5 จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมี ก่อนทำปฏิบัติการ

ขั้นตอนการปฏิบัติงานของนักศึกษาสำหรับห้องปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ในแต่ละปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมี ที่ใช้ในการทำปฏิบัติการ หรือตามที่อาจารย์ผู้สอนมอบหมาย โดยให้มีปริมาณเพียงพอต่อการใช้งานของนักศึกษาในแต่ละปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีไว้ให้เรียบร้อย ดังนี้

ปฏิบัติการที่ 1 แนะนำเครื่องมือ อุปกรณ์ และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1. ปีกเกอร์ (Beaker)
2. แท่งแก้วคน (Stirring Rod)
3. หลอดทดลอง (Test Tube)
4. คีมคีบ (Forceps)
5. จานเพาะเชื้อ (Petri Dish)
6. คอนเดนเซอร์ (Condenser)
7. กรวยแก้วกรองสาร (Glass Funnel)
8. ปิเปต (Pipette)
9. กระบอกตวง (Graduate Cylinder)
10. ขวดรูปชมพู่ (Conical Flask)
11. แม่เหล็กคนสาร (Magnetic Bar)
12. ขวดก้นกลม 3 คอ (Three Neck Round Bottom Flask)
13. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
14. ลูกยาง 3 ทาง (Three-Way)
15. หลอดหยด (Dropper)



ภาพที่ 4.3 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 1

ปฏิบัติการที่ 2 การแบ่งประเภทของพอลิเมอร์

ปฏิบัติการที่ 2 ในปฏิบัติการนี้ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบว่านักศึกษาได้นำตัวอย่างมาหรือไม่ เนื่องจากให้นักศึกษาหาพอลิเมอร์มาเอง โดยให้นักศึกษาเลือกผลิตภัณฑ์ที่อยู่รอบตัวมา 1 ชนิด และทำการแบ่งประเภทของพอลิเมอร์ตามแบบต่าง ๆ และคอยดูนักศึกษาระหว่างทำปฏิบัติการ

1. สัญลักษณ์รีไซเคิลของพลาสติก.....
2. การเกิด.....
3. ส่วนประกอบของอะตอมในสายโซ่พอลิเมอร์.....
4. สมบัติทางกายภาพ.....
5. การจัดเรียงตัวของมอนอเมอร์.....
6. ชนิดของโครงสร้าง.....
7. ลักษณะของหมู่ฟังก์ชัน.....
8. ลักษณะการใช้งาน.....

ปฏิบัติการที่ 3 การเกิดพอลิเมอร์แบบเชื่อมขวาง

ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ดังต่อไปนี้

1. กาวสีขาว กาวลาเท็กซ์ (Poly (Vinyl Acetate)
2. โซเดียมบอเรต (Sodium Borate)
3. สีสผสมอาหาร (Coloring)
4. น้ำอุ่น (ไม่ต้องเตรียม ต้มวันที่ทำปฏิบัติการได้เลย)
5. ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50 มิลลิลิตร 1 ใบ
6. ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 มิลลิลิตร 3 ใบ
7. แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod)
8. หลอดหยด (Dropper)



ภาพที่ 4.4 การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 3

ปฏิบัติการที่ 4 พอลิเมอร์ดูดซับอย่างยั้งยวด

ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ดังต่อไปนี้

1. โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride)
2. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen Peroxide)
3. กรดอะคริลิก (Acrylic Acid)
4. กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid)
5. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide)
6. เอ็น,เอ็น- เมทิลีนบิสอะคริลาไมด์ (N,N-Methylenebisacrylamid)
7. น้ำ DI หมายถึง (ไม่ต้องเตรียม นักศึกษาเปิดใช้ในถังตอนทำปฏิบัติการได้เลย)
8. หลอดทดลอง (Test Tube)
9. ปีกเกอร์ (Beaker)
10. จานเพาะเชื้อ (Petri Dish)
11. หลอดหยด (Dropper)



ภาพที่ 4.5 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 4



ภาพที่ 4.6 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 4

ปฏิบัติการที่ 5 ความหนาแน่นและโครงสร้างของพอลิเมอร์

ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ดังต่อไปนี้ ดังต่อไปนี้

1. ลวดก้ามเหยี่ยวยาวประมาณ 4.5 – 5.0 cm จำนวน 100 เส้น
2. ขวดน้ำ ขนาด 500 ml ความสูงประมาณ 18 cm ที่ตัดปากขวดแล้ว จำนวน 2 ขวด



ภาพที่ 4.7 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 5

ปฏิบัติการที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของพอลิเมอร์เมื่อได้รับความร้อน

ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ดังต่อไปนี้

1. คีมคีบ (Forceps)
2. ตะเกียงแอลกอฮอล์ (Alcohol Burner)
3. แผ่นกระเบื้อง หรือถาดรอง
4. ชิ้นพอลิเมอร์จากผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ อย่างน้อย 4 ชนิด ขนาด 1 x 1 cm (นักศึกษาเตรียมมา)



ภาพที่ 4.8 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 6

ปฏิบัติการที่ 7 การหาน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยตามความหนืดของพอลิเมอร์

ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ดังต่อไปนี้

1. อะซิโตน (Acetone)
2. โทลูอิน (Toluene)
3. พอลิสไตรีน (Polystyrene)
4. เครื่องวัดความหนืดแบบ (Ostwald Viscometer)
5. นาฬิกาจับเวลา (Stop Clock)
6. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
7. อ่างน้ำร้อน (Water Bath)
8. ขวดรูปชมพู่ (Conical Flask)
9. กรวยแก้วกรองสาร (Glass Funnel)
10. ขวดปรับปริมาตร (Volumetric Flask)
11. ปิเปต (Pipette)
12. ลูกยาง 3 ทาง (Three-Way)



ภาพที่ 4.9 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 7



ภาพที่ 4.10 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 7

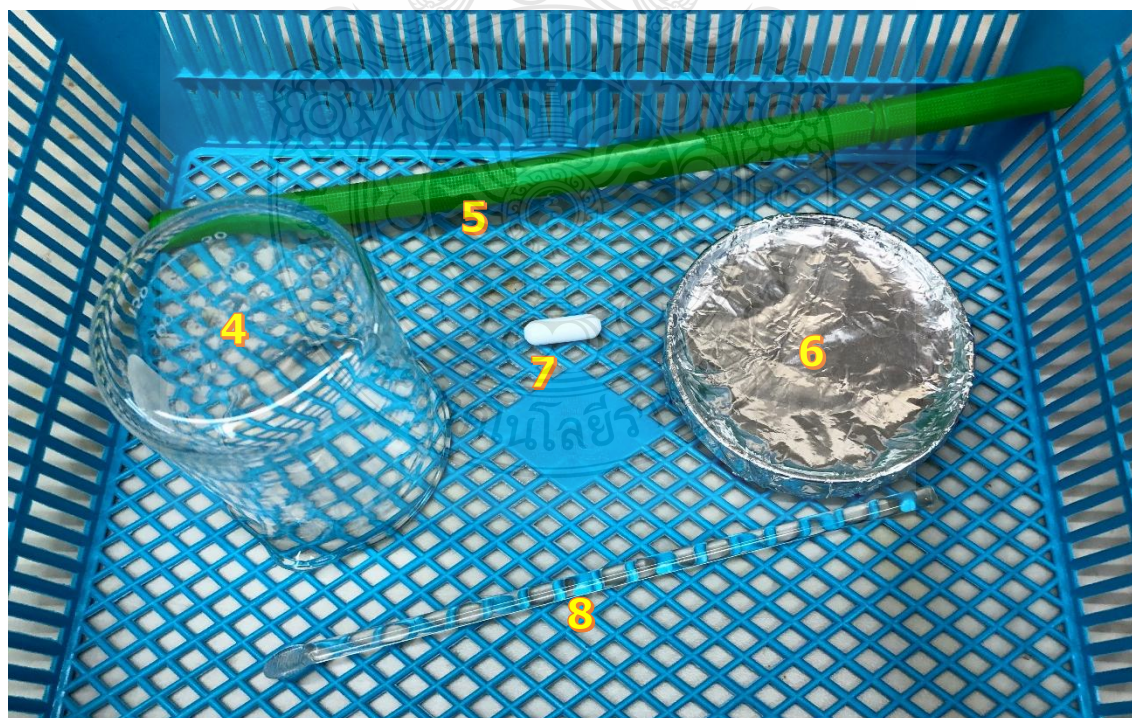
ปฏิบัติการที่ 8 การสังเคราะห์พอลิสไตรีนจากปฏิกิริยาฟรีแรดิคัลด้วยกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบบัลค์

ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ดังต่อไปนี้

- | | |
|--|----------------------------------|
| 1. ไซลีน (Xylene) | 9. เครื่องให้ความร้อน (Hotplate) |
| 2. เบนโซอิลเพอร์ออกไซด์ (Benzoyl Peroxide) | 10. ตู้อบ (Oven) |
| 3. สไตรีน (Styrene) | 11. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Balance) |
| 4. ปีกเกอร์ (Beaker) | |
| 5. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) | |
| 6. แบบใส่ผลิตภัณฑ์ (Mold) | |
| 7. แม่เหล็กคนสาร (Magnetic Bar) | |
| 8. แท่งแก้วคน (Stirring Rod) | |



ภาพที่ 4.11 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 8



ภาพที่ 4.12 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 8

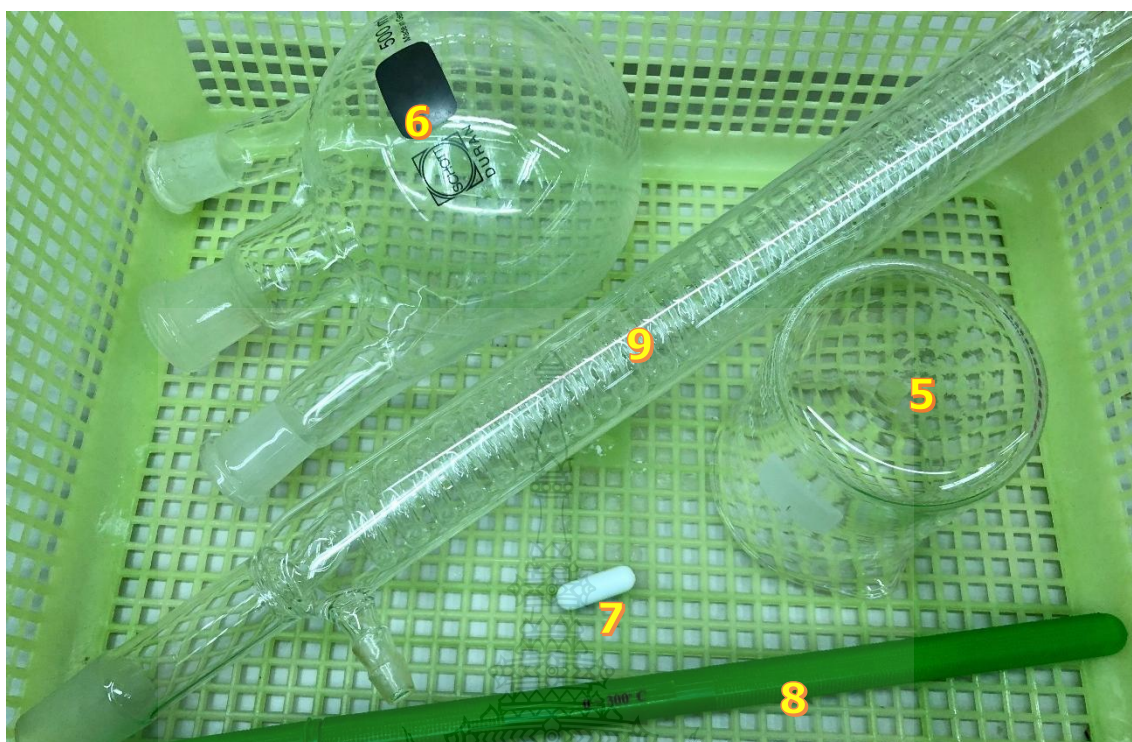
ปฏิบัติการที่ 9 กระบวนการพอลิเมโรเซชันแบบแขวนลอยของสไตรีน

ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ดังต่อไปนี้

1. สไตรีนมอนอเมอร์ (Styrene Monomer)
2. พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (Poly Vinyl Alcohol)
3. เบนโซอิลเพอร์ออกไซด์ (Benzoyl Peroxide)
4. น้ำกลั่น (Distilled Water)
5. ปีกเกอร์ (Beaker)
6. ขวดก้นกลม 3 คอ (Three Neck Round Bottom Flask)
7. แม่เหล็กคนสาร (Magnetic Bar)
8. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)
9. คอนเดนเซอร์ (Condenser)
10. เครื่องให้ความร้อน (Hotplate)



ภาพที่ 4.13 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 9



ภาพที่ 4.14 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 9

ปฏิบัติการที่ 10 จลนศาสตร์ของพอลิเมโรเลฟินแบบลูกโซ่เรดิคัลของพอลิเมทิลเมทาไครเลต (PMMA)

ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ดังต่อไปนี้

1. เบนโซอิลเพอร์ออกไซด์ (Benzoyl Peroxide)
2. เมทิลเมทาไครเลต (Methyl Methacrylate)
3. อะลูมินา (Alumina)
4. กระบอกตวง (Graduate Cylinder)
5. หลอดทดลอง (Test Tube)
6. หลอดหยด (Dropper)
7. แท่งแก้วคน (Stirring Rod)
8. ปีกเกอร์ (Beaker)
9. กระดาษกรอง (Filter Paper)
10. อ่างน้ำร้อน (Water Bath)
11. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Balance)



ภาพที่ 4.15 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 10



ภาพที่ 4.16 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 10

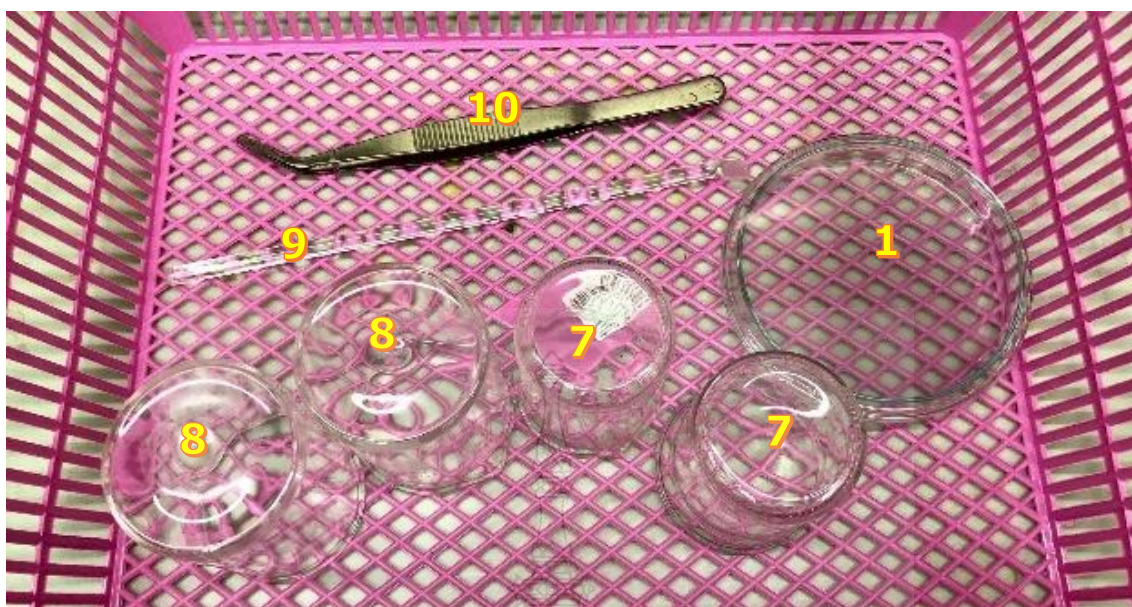
ปฏิบัติการที่ 11 การสังเคราะห์ไนลอน 6, 10 ด้วยกระบวนการพอลิเมอไรเซชันระหว่างผิว

ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ดังต่อไปนี้

1. ซีบาโคอิลคลอไรด์ (Sebacoyl Chloride)
2. เตตระคลอโรเอทิลีน (Tetrachloroethylene)
3. เฮกซะเมทิลีนไดอะมีน (Hexamethylene Diamine)
4. น้ำกลั่น (Distilled Water)
5. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide)
6. ฟีนอล์ฟทาลีน (Phenolphthalein)
7. ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50 ml 2 ใบ
8. ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 100 ml 2 ใบ
9. แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod)
10. คีมคีบ (Forceps)



ภาพที่ 4.17 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 11



ภาพที่ 4.18 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 11

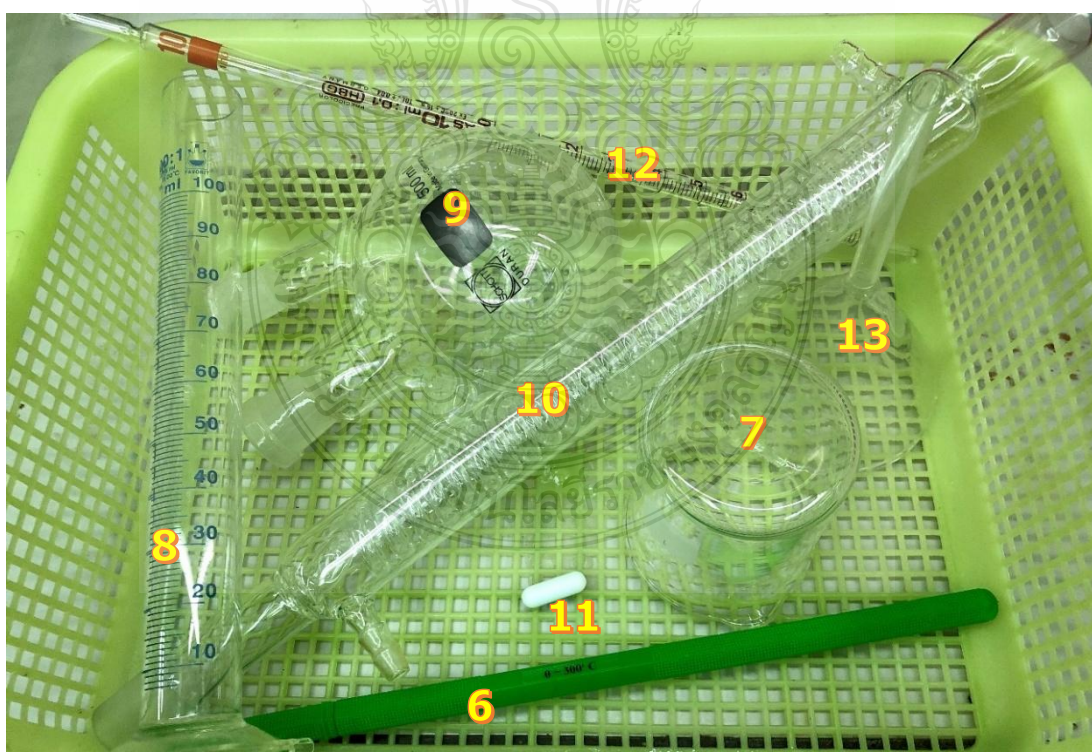
ปฏิบัติการที่ 12 กระบวนการพอลิเมไรเซชันแบบสารละลายของสไตรีนในโทลูอีน

ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ดังต่อไปนี้

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1. น้ำกลั่น (Distilled Water) | 11. แม่เหล็กคนสาร (Magnetic Bar) |
| 2. สไตรีนมอนอเมอร์ (Styrene Monomer) | 12. ปิเปต (Pipette) |
| 3. เบนโซอิลเพอร์ออกไซด์ (Benzoyl Peroxide) | 13. กรวยแก้วกรองสาร (Glass Funnel) |
| 4. โทลูอีน (Toluene) | 14. อ่างน้ำร้อน (Water Bath) |
| 5. เมทานอล (Methanol) | 15. เครื่องชั่ง (Balance) |
| 6. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) | |
| 7. ปีกเกอร์ (Beaker) | |
| 8. กระบอกตวง (Graduate Cylinder) | |
| 9. ขวดก้นกลม 3 คอ (Three Neck Round Bottom Flask) | |
| 10. คอนเดนเซอร์ (Condenser) | |



ภาพที่ 4.19 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 12



ภาพที่ 4.20 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 12

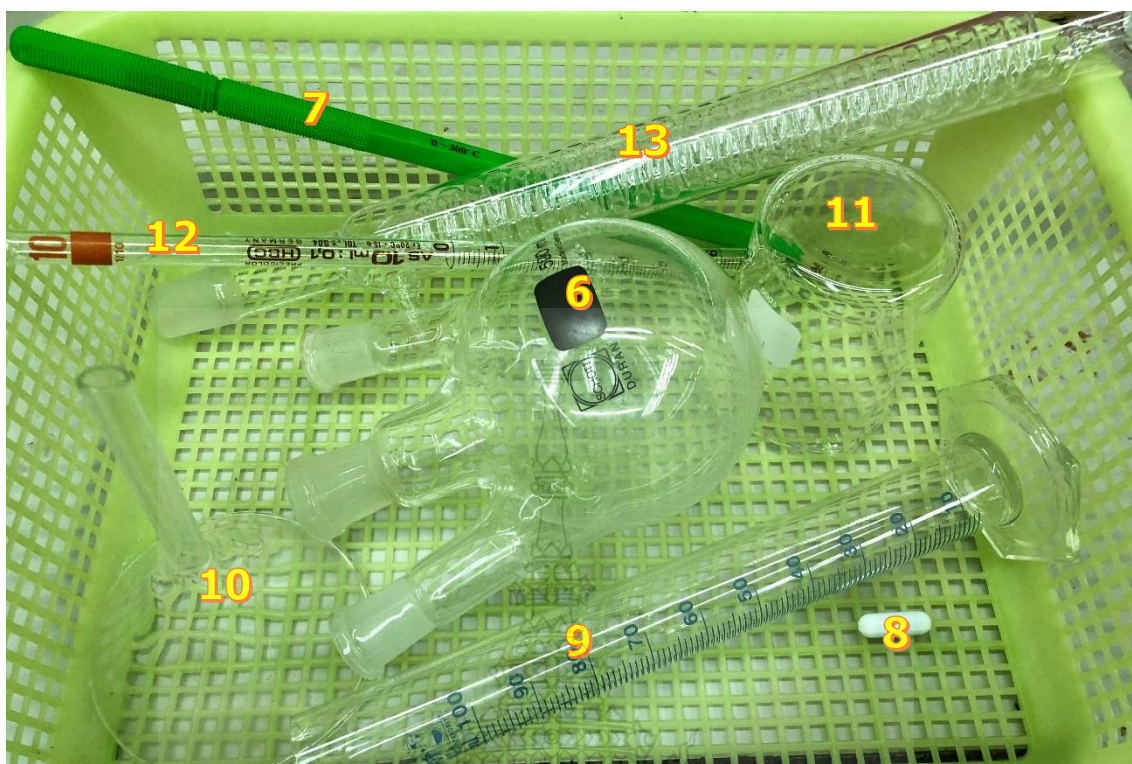
ปฏิบัติการที่ 13 กระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบอิมัลชันของสไตรีน

ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ดังต่อไปนี้

- | | |
|--|---------------------------|
| 1. สไตรีนมอนอเมอร์ (Styrene Monomer) | 14. เครื่องชั่ง (Balance) |
| 2. น้ำกลั่น (Distilled Water) | 15. ตู้อบ (Oven) |
| 3. โซเดียมลอริลซัลเฟต (Sodium Lauryl Sulphate) | 16. อ่างน้ำ (Water Bath) |
| 4. โพแทสเซียมเพอร์ซัลเฟต (Potassium Persulphate) | |
| 5. ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Di – Sodium Hydrogen Orthophosphate) | |
| 6. ขวดก้นกลม 3 คอ (Three Neck Round Bottom Flask) | |
| 7. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) | |
| 8. แม่เหล็กคนสาร (Magnetic Bar) | |
| 9. กระบอกตวง (Graduate Cylinder) | |
| 10. กรวยแก้วกรองสาร (Glass Funnel) | |
| 11. ปีกเกอร์ (Beaker) | |
| 12. ปิเปต (Pipette) | |
| 13. คอนเดนเซอร์ (Condenser) | |



ภาพที่ 4.21 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 13



ภาพที่ 4.22 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 13

ปฏิบัติการที่ 14 การเตรียมพลาสติกซิลิเกต (Silicate Plastic)

ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ดังต่อไปนี้

1. โซเดียมซิลิเกต (Sodium Silicate)
2. แคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Calcium Hydroxide)
3. สีย้อมอาหาร (Coloring)
4. น้ำกลั่น (Distilled Water)
5. แก้วพลาสติก (Plastic Cup)
6. แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod)



ภาพที่ 4.23 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 14



ภาพที่ 4.24 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 14

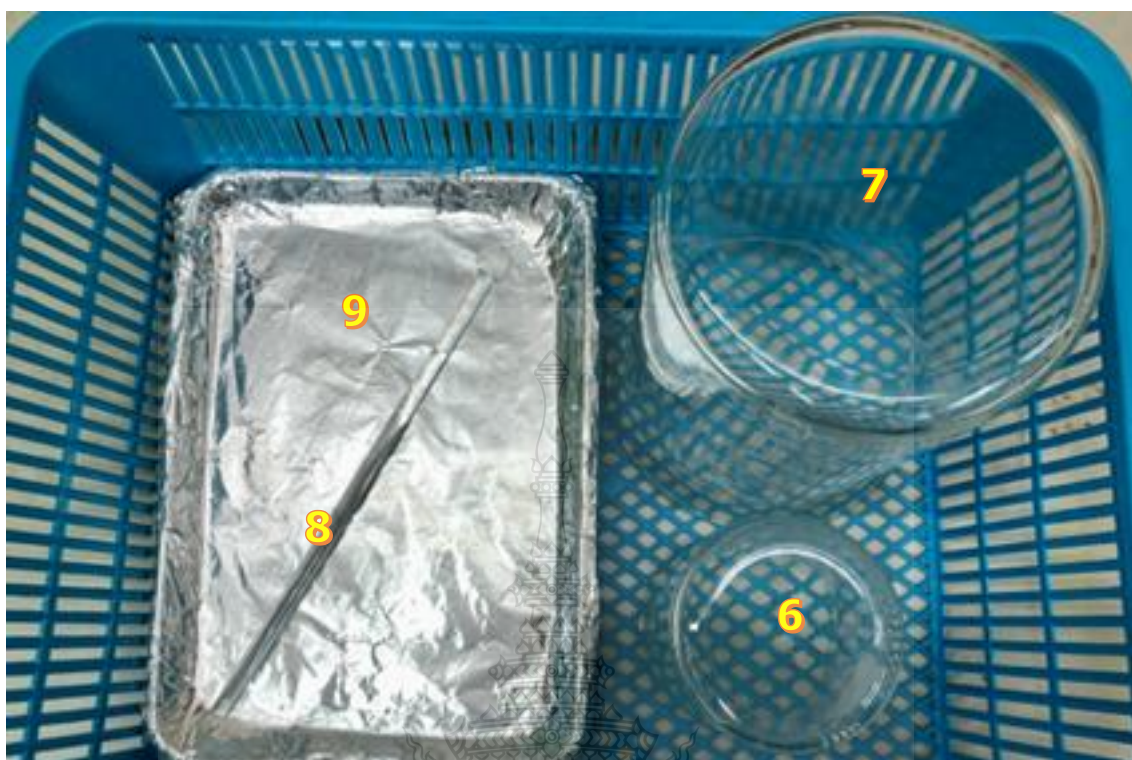
ปฏิบัติการที่ 15 การทำถุงพลาสติกชีวภาพ

ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ดังต่อไปนี้

1. เจลาติน (Gelatin)
2. กลีเซอริน (Glycerin)
3. น้ำกลั่น (Distilled Water)
4. เพคติน (Pectin)
5. สีสผสมอาหาร (Coloring)
6. ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 50 ml
7. ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 600 ml
8. แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod)
9. แม่พิมพ์ซิลิโคน (Silicone Mold)



ภาพที่ 4.25 การจัดเตรียมสารเคมี ในการทำปฏิบัติการที่ 15



ภาพที่ 4.26 การจัดเตรียมวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทำปฏิบัติการที่ 15

ขั้นตอนที่ 6 ควบคุมดูแลนักศึกษาและช่วยสอน ปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

โดยสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 การจัดเตรียมพื้นที่ห้องปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานต้องวางแผนการจัดเตรียมห้องปฏิบัติการ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี มีความเหมาะสมต่อการทำปฏิบัติการของนักศึกษา ขั้นตอนนี้ต้องทำการจัดเตรียมล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์ ก่อนที่จะทำปฏิบัติการนั้น ๆ ทั้งนี้ เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย ผู้ปฏิบัติงานร่วมวางแผนกับอาจารย์ผู้สอน ถึงขั้นตอนการทำปฏิบัติการของนักศึกษา

ระยะที่ 2 การกำกับดูแลระหว่างการทำปฏิบัติการหรือช่วยสอน ผู้ปฏิบัติงานต้องศึกษาทำความเข้าใจการทำปฏิบัติการ และทำความเข้าใจเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานแต่ละปฏิบัติการ หากผู้ปฏิบัติงานไม่เข้าใจหรือมีข้อสงสัย ให้ปรึกษาหรือซักถามกับอาจารย์ผู้สอนก่อนที่ทำการ

ควบคุมดูแลนักศึกษา ผู้ปฏิบัติงานต้องชี้แนะอธิบายและทำความเข้าใจกับนักศึกษาระหว่างที่นักศึกษาทำปฏิบัติการ หรือเมื่อนักศึกษาซักถามการทำปฏิบัติการ 15 ปฏิบัติการนั้น นอกจากนั้นผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับปฏิบัติการเคมี และต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของนักศึกษา โดยขั้นตอนการสอนทำปฏิบัติการ มีดังนี้

ก่อนที่นักศึกษาจะทำปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 นักศึกษาจะต้องแต่งกายเตรียมพร้อมสำหรับทำปฏิบัติการเคมี โดยต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน

1. หน้ากากอนามัย
2. แว่นตา
3. ถุงมือ
4. เสื้อกาว
5. รองเท้าผ้าใบ



ภาพที่ 4.27 นักศึกษาสวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน [8]



ภาพที่ 4.28 นักศึกษาจะต้องแต่งกายเตรียมพร้อมสำหรับทำปฏิบัติการ [8]



ภาพที่ 4.29 นักศึกษาเตรียมสารเคมี [8]



ภาพที่ 4.30 นักศึกษาจัดอุปกรณ์ทำปฏิบัติการ [8]



ภาพที่ 4.31 นักศึกษาทำปฏิบัติการ [8]

ขั้นตอนที่ 7 ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้วและสารเคมี หลังการใช้งาน ตรวจสอบเช็ค
ความสะอาดจัดเก็บเข้าที่

ใบเช็คอุปกรณ์
รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

วันที่ _____ นักศึกษา _____ กลุ่มที่ _____
 สมาชิกในกลุ่ม _____ กลุ่ม _____

1. _____
 2. _____
 3. _____
 4. _____

รายการเครื่องแก้ว

	ก่อนใช้	หลังใช้	ความสะอาด	รอยร้าว	แตก
1. บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร	☐	☐	☐	☐	☐
2. บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร	☐	☐	☐	☐	☐
3. คีมหนีบ	☐	☐	☐	☐	☐
4. นาฬิกาจับเวลา	☐	☐	☐	☐	☐
5. จานเพาะเชื้อ	☐	☐	☐	☐	☐
6. แท่งแก้ว	☐	☐	☐	☐	☐
7. Thermometer	☐	☐	☐	☐	☐
8. ขวดรูปชมพู่	☐	☐	☐	☐	☐
9. กรวยแก้วกรองสาร	☐	☐	☐	☐	☐
10. ขวดปรับปริมาตร	☐	☐	☐	☐	☐
11. ปิเปต	☐	☐	☐	☐	☐
12. แท่งแม่เหล็กกวนสาร	☐	☐	☐	☐	☐
13. เครื่องให้ความร้อน(Hotplate)	☐	☐	☐	☐	☐
14. Condenser	☐	☐	☐	☐	☐
15. ขวดก้น 3 คอ	☐	☐	☐	☐	☐
16. กระบอกตวง	☐	☐	☐	☐	☐
17. กระจกทรง	☐	☐	☐	☐	☐
18. ตะเกียงแอลกอฮอล์	☐	☐	☐	☐	☐

หมายเหตุ

ภาพที่ 4.32 ใบเช็คอุปกรณ์

ผู้ปฏิบัติงานต้องทำการตรวจสอบขณะที่นักศึกษาคืนของ รายละเอียดต่าง ๆ ได้แก่

1. สภาพโดยทั่วไป ความสะอาด และจำนวนของวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว รวมไปถึงจนถึงสารเคมี
 - ตรวจสอบรอยแตกร้าวหรือรอยบิ่น หากมีรอยแตกหรือรอยบิ่นให้แยกออกมา อาจทำให้เครื่องแก้วเสียหายมากขึ้นและเป็นอันตรายเมื่อใช้งาน
 - ดูความสะอาด เครื่องแก้วต้องสะอาดปราศจากสิ่งสกปรก คราบ หรือสารตกค้าง ซึ่งอาจส่งผลในการทำปฏิบัติการครั้งต่อไป
 - ตรวจสอบเครื่องแก้วว่ามีจำนวนครบตามที่ได้จัดไว้
2. การชำรุด การสูญหาย แตกหัก หากมีการชำรุดให้ผู้ปฏิบัติงานทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อยเพื่อใช้ในการเรียนการสอนครั้งต่อไป หากผู้ปฏิบัติงานซ่อมแซมไม่ได้ ให้แยกเอาไว้ทำการแจ้งซ่อม ถ้าหากมีเครื่องแก้วแตกให้แยกใส่ถังขยะเครื่องแก้วแตก ถึงแม้ว่าจะมีแค่รอยร้าวหรือแตกเล็กน้อยก็ไม่ให้ใช้ครั้งต่อไป เพราะจะทำให้บาดเจ็บนักศึกษาหรือผู้ที่ปฏิบัติงานได้



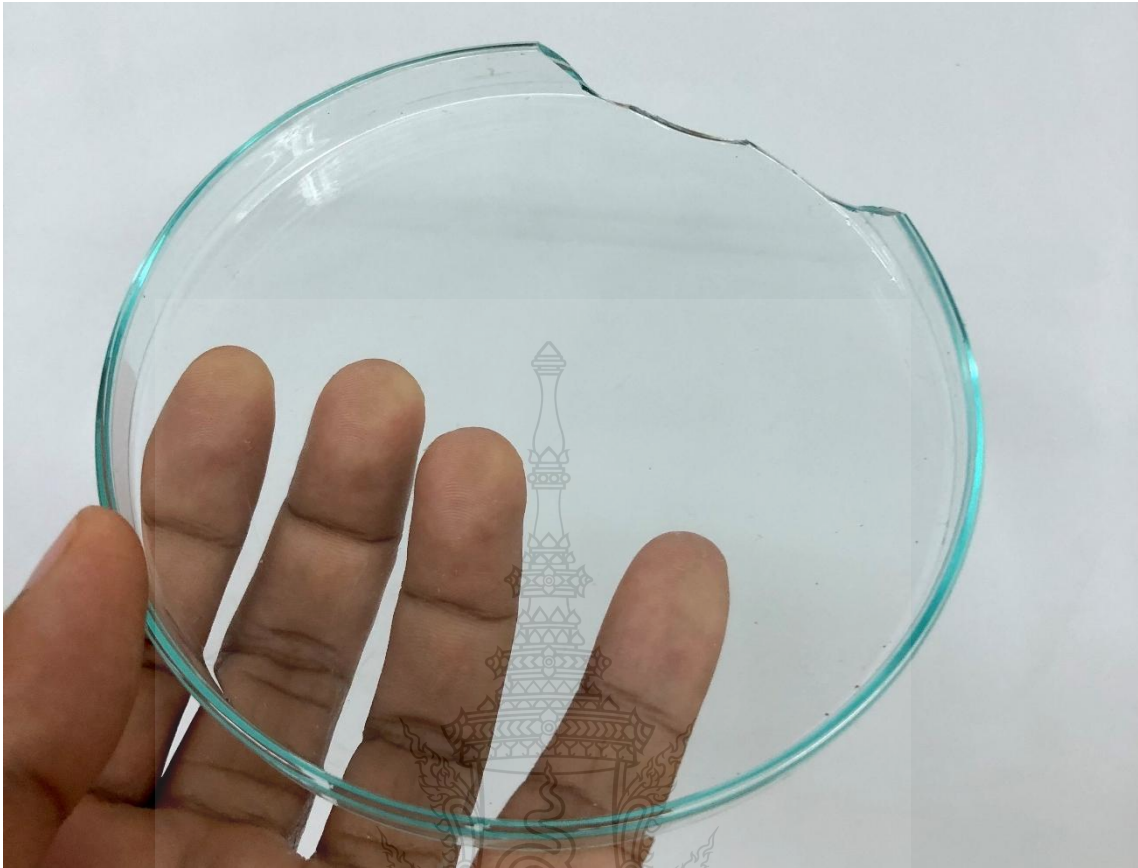
ภาพที่ 4.33 รอยบิ่นของเครื่องแก้ว [8]



ภาพที่ 4.34 รอยร้าวของเครื่องแก้ว [8]



ภาพที่ 4.35 สิ่งสกปรก คราบ หรือสารตกค้างของเครื่องแก้ว [8]



ภาพที่ 4.36 การแตกของเครื่องแก้ว [8]



ใบเช็คอุปกรณ์

รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2

วันที่ 16/9/56 บัณฑิตศึกษา วิชาเอกพหุวิทยา 66/47 POE กลุ่มที่ 1

สมาชิกในกลุ่ม

ลำดับ	ชื่อ	นามสกุล	รหัสนักศึกษา	เลขที่
1.	สมชาย	สมชาย	116310473012	-7
2.	สมชาย	สมชาย	116310473014	-3
3.	สมชาย	สมชาย	116310473085	-8
4.				

รายการเครื่องแก้ว

ชื่อผู้ตรวจ 9

ตรวจสอบเครื่องมือแก้ว 16 ชิ้น

รายการ	ก่อนใช้	หลังใช้	ความสะอาด	รอยร้าว	แตก
1. บีกเกอร์ ขนาด 50 มิลลิลิตร	☒	☒	☒	☐	☐
2. บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร	☒	☒	☒	☐	☐
3. คีมหนีบ	☒	☒	☒	☐	☐
4. นาฬิกาจับเวลา	☒	☒	☒	☐	☐
5. จานเพาะเชื้อ	☒	☒	☒	☐	☐
6. แก้วแก้ว	☒	☒	☒	☐	☐
7. Thermometer	☒	☒	☒	☐	☐
8. ขวดรูปชมพู่	☒	☒	☒	☐	☐
9. กรวยแก้วกรองสาร	☒	☒	☒	☐	☐
10. ขวดปริมาตร	☒	☒	☒	☐	☐
11. ปีเปต	☒	☒	☒	☐	☐
12. แก้วแม่เหล็กกวนสาร	☒	☒	☒	☐	☐
13. เครื่องให้ความร้อน (Hotplate)	☒	☒	☒	☐	☐
14. Condenser	☒	☒	☒	☐	☐
15. ขวดกัน 3 คอ	☒	☒	☒	☐	☐
16. กระบอกตวง	☒	☒	☒	☐	☐
17. กระดาษกรอง	☒	☒	☒	☐	☐
18. ตะเกียงแอลกอฮอล์	☒	☒	☒	☐	☐

หมายเหตุ

ไม่มีข้อ

ภาพที่ 4.37 ใบเช็คอุปกรณ์หลังการเรียนปฏิบัติการ

3. หลังจากคืนอุปกรณ์ ก็ทำการตรวจเช็คบริเวณพื้นที่ ที่นักศึกษาทำปฏิบัติการ ได้แก่ สภาพโดยทั่วไป ความสะอาด ขยะ ถังมือทิ้งในที่ให้ทิ้ง ผู้ปฏิบัติงานจะทำการตรวจอุปกรณ์ทั้งหมด ก่อนที่นักศึกษาจะออกจากห้องปฏิบัติการ

ก่อนนักศึกษากลับ ให้นักศึกษาเก็บของออกจากล็อกเกอร์ของตัวเอง และนำกุญแจล็อกเกอร์มาคืน ที่ผู้ปฏิบัติงานให้เรียบร้อย

เมื่อเสร็จสิ้นการเรียนปฏิบัติการของนักศึกษาในรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ในแต่ละครั้ง ผู้ปฏิบัติงานจะจัดเก็บอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ให้เป็นระเบียบเรียบร้อย



ภาพที่ 4.38 จัดเก็บวัสดุ และอุปกรณ์เข้าตู้

ขั้นตอนที่ 8 ขั้นตอนการติดตามและประเมินผล

1. การติดตามระหว่างดำเนินงาน (Monitoring)

- การสังเกตการณ์ (Observation) ผู้สอน / ผู้ช่วยสอนสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักศึกษา เช่น ความถูกต้องตามขั้นตอน ความปลอดภัย และการทำงานเป็นทีม
- การตรวจสอบความพร้อม (Checklist) ใช้แบบฟอร์มตรวจสอบอุปกรณ์ สารเคมี และขั้นตอนการเตรียมงานว่าถูกต้องครบถ้วนหรือไม่
- การซักถาม / อภิปราย (Q&A) ซักถามนักศึกษาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อประเมินความเข้าใจในเชิงเนื้อหา
- การบันทึกเหตุการณ์ (Logbook/Record) ผู้ปฏิบัติงานบันทึกปัญหาและข้อสังเกตที่เกิดขึ้นในแต่ละรอบการทดลอง

2. การประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการปฏิบัติการ (Evaluation of Lab Session)

- การตรวจผลการทดลอง เปรียบเทียบผลที่ได้กับวัตถุประสงค์ / ค่ามาตรฐานว่าถูกต้องหรือไม่
- การตรวจสมุดบันทึก / รายงาน ประเมินจากความครบถ้วน ถูกต้องของข้อมูล วิธีการคำนวณ การวิเคราะห์ และการอภิปรายผล
- การประเมินความพึงพอใจ ใช้แบบสอบถามจากนักศึกษา

ตารางที่ 4.6 วิธีติดตามและประเมินผล

ตัวชี้วัด (Indicator)	วิธีประเมิน (Method)	ผู้รับผิดชอบ (Responsible)	ระยะเวลา (Timeline)
ความพร้อมของอุปกรณ์และสารเคมี	ตรวจสอบด้วยแบบฟอร์ม Checklist ก่อนการทดลอง	ผู้ปฏิบัติงาน	ก่อนเริ่มปฏิบัติการทุกครั้ง
ความถูกต้องของขั้นตอนการปฏิบัติ	การสังเกตโดยตรง (Observation) และการซักถาม (Q&A)	อาจารย์ผู้สอน / ผู้ปฏิบัติงาน	ระหว่างการทดลอง
ความเข้าใจในทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	แบบทดสอบสั้น (Quiz) หรือการอภิปรายผล	อาจารย์ผู้สอน	หลังการทดลองแต่ละครั้ง

ตารางที่ 4.7 วิธีติดตามและประเมินผล (ต่อ)

ตัวชี้วัด (Indicator)	วิธีประเมิน (Method)	ผู้รับผิดชอบ (Responsible)	ระยะเวลา (Timeline)
ผลลัพธ์ของการทดลอง	การตรวจสอบค่าที่ได้เทียบกับวัตถุประสงค์ / ค่ามาตรฐาน	อาจารย์ผู้สอน / ผู้ปฏิบัติงาน	สิ้นสุดการทดลอง
การบันทึกผลและรายงาน	ประเมินความครบถ้วนและความถูกต้องของสมุดบันทึก / รายงาน	อาจารย์ผู้สอน	หลังส่งรายงานทุกครั้ง
การปฏิบัติตามความปลอดภัย	การสังเกตพฤติกรรมและการใช้เครื่องมือป้องกัน (PPE)	ผู้ช่วยสอน / ผู้ปฏิบัติงาน	ตลอดระยะเวลาการทดลอง
ความพึงพอใจและข้อเสนอแนะของนักศึกษา	แบบสอบถามความพึงพอใจ (Questionnaire)	ภาควิชา / อาจารย์ผู้สอน	สิ้นสุดภาคการศึกษา

บทที่ 5

ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน

จากการจัดทำคู่มือ การเตรียมปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ผู้เขียนได้รวบรวม ปัญหาอุปสรรค แนวทางในการแก้ไข และข้อเสนอแนะจากการปฏิบัติงาน โดยวิเคราะห์ปัญหากับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง คือ อาจารย์ผู้สอน นักศึกษา และผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งสามารถสรุปปัญหาและแนวทางแก้ไขได้ดังนี้

5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข

ตารางที่ 5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข

ที่	ขั้นตอนในการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
1	ศึกษาแผนการสอน มคอ.3 รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 เพื่อนำหัวข้อการปฏิบัติการมาวางแผนการปฏิบัติงาน	แต่ละภาคการศึกษาผู้ปฏิบัติงานจะได้รับแผนการสอน (มคอ.3) หลายรายวิชา อีกทั้งบางรายวิชา มีการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีต่อเนื่องติดต่อกัน ส่งผลให้มีเวลาสำหรับการศึกษารายละเอียด และเตรียมการปฏิบัติการได้น้อยลง	1) ผู้ปฏิบัติงานได้มีการจัดตารางเวลาการใช้ให้มีช่วงว่างระหว่างการใช้ห้องปฏิบัติการ โดยกำหนดช่วงเวลาการใช้งานอย่างเหมาะสม เพื่อให้แต่ละรายวิชา มีเวลาเพียงพอสำหรับการเตรียมอุปกรณ์และสารเคมี ก่อนเริ่มปฏิบัติการครั้งถัดไป 2) ผู้ปฏิบัติงานเพิ่มช่องทางในการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ เช่น จัดเตรียมนอกเวลางาน 3) ปรึกษาวางแผนปฏิบัติงานร่วมกับอาจารย์ผู้สอนจนถึงปัญหาที่เกิดขึ้นอยู่และร่วมกันหาทางออก

ตารางที่ 5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข (ต่อ)

ที่	ขั้นตอนในการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
2	จัดซื้อวัสดุฝึก รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 เพื่อทดแทนวัสดุที่ชำรุดเสียหาย หรือมีปริมาณไม่เพียงพอต่อการเรียนการสอนปฏิบัติการ	1) ด้วยราคาวัสดุอุปกรณ์ และสารเคมีที่เพิ่มขึ้นในทุกปีนั้น ทำให้งบประมาณในการจัดซื้อวัสดุอุปกรณ์ไม่เพียงพอต่อการเรียนการสอน	ผู้ปฏิบัติงานเพิ่มทางเลือกในการจัดซื้อ หาผู้จำหน่ายหลายราย เพื่อลดความเสี่ยงจากการที่พึงพาผู้จำหน่ายเพียงรายเดียวและเพื่อจะได้เปรียบเทียบคุณภาพและราคาให้คุ้มค่าที่สุด
		2) ปัญหาด้านกฎหมายและข้อบังคับ การจัดซื้อบางประเภทอาจมีข้อกำหนดทางกฎหมายหรือระเบียบที่ต้องปฏิบัติตาม เช่น การจัดซื้อวัสดุสารเคมีประเภทอันตราย ต้องได้รับใบอนุญาตการจัดซื้อ ส่งผลให้กระบวนการจัดซื้อมีความซับซ้อน ใช้เวลานานขึ้น และกระทบต่อความต่อเนื่องในการดำเนินการหรือการจัดเตรียมการปฏิบัติการ	1) ผู้ปฏิบัติงานขอใบอนุญาตล่วงหน้า หากต้องใช้สารเคมีที่ต้องมีใบอนุญาตนั้นต้องดำเนินการขออนุญาตแต่เนิ่น ๆ เพื่อเลี่ยงการล่าช้าในการจัดซื้อ 2) ปรึกษากับอาจารย์ผู้สอนประจำวิชา เพื่อเปลี่ยนไปใช้สารเคมีชนิดอื่น
3	ตรวจรับวัสดุฝึก รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ที่ขอซื้อ	1) วัสดุไม่ตรงตามข้อกำหนดสินค้าที่ได้รับไม่ตรงตามข้อมูลรายละเอียดที่ระบุไว้ในใบสั่งซื้อ เช่น ขนาด คุณภาพ หรือคุณสมบัติที่จำเป็น ส่งผลให้ไม่สามารถนำไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ ต้องเสียเวลาในการดำเนินการเปลี่ยนคืน	1) ให้ผู้ปฏิบัติงานกำหนดมาตรฐานสินค้าอย่างชัดเจน ระบุข้อกำหนดวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการในใบสั่งซื้อให้มีรายละเอียดที่ชัดเจน เช่น รุ่น ขนาดวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ และคุณสมบัติอื่น ๆ เพื่อคั่นหากไม่เป็นตามที่กำหนดไว้

ตารางที่ 5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข (ต่อ)

ที่	ขั้นตอนในการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
		หรือจัดซื้อใหม่ ซึ่งอาจทำให้แผนการเรียนปฏิบัติการล่าช้า และกระทบต่อความต่อเนื่องของการเรียนการสอน	2) ผู้ปฏิบัติงาน কিনสินค้า หรือ ครุภัณฑ์ในสัญญา กับบริษัทผู้จำหน่าย ในกรณีที่สินค้าส่งมาไม่ตรงกับที่ระบุในคำสั่งซื้อ เพื่อให้สามารถคืนหรือเปลี่ยนสินค้าได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม
		2) วัสดุเสียหายหรือชำรุด การขนส่งหรือการจัดเก็บทำให้วัสดุได้รับความเสียหาย หรือมีสินค้าชำรุดไม่สามารถใช้งานได้ส่งผลให้ต้องเสียเวลาในการจัดหาทดแทน รวมถึงส่งผลกระทบต่อกำหนดการเรียนการสอนและสิ้นเปลืองงบประมาณเพิ่มเติม	ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบสินค้าทันทีที่ได้รับของ หากพบว่า มีสินค้าหรือวัสดุเสียหาย สามารถแจ้ง ครุภัณฑ์ได้ในเวลาที่กำหนด
4	ควบคุมดูแลนักศึกษาและช่วยสอน การทำปฏิบัติการเคมีรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2	1) นักศึกษาไม่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัย นักศึกษามีการละเลยการสวมอุปกรณ์ป้องกัน เช่น แวนตา หรือถุงมือ ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่ออันตรายทั้งต่อตัวนักศึกษาเอง และผู้ร่วมปฏิบัติการ อีกทั้งยังอาจกระทบต่อความปลอดภัยโดยรวมของห้องปฏิบัติการ	อาจารย์และผู้ปฏิบัติงาน กำหนดกฎระเบียบที่เข้มงวด ควบคุมการสวมอุปกรณ์ป้องกัน และกำหนดโทษสำหรับการละเมิดมาตรฐานความปลอดภัย เช่น การหักคะแนนนักศึกษา

ตารางที่ 5.1 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข (ต่อ)

ที่	ขั้นตอนในการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางการแก้ไข
		2) นักศึกษาใช้เครื่องมืออย่างไม่ระมัดระวัง และยังขาดความชำนาญในการใช้งาน อาจส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นระหว่างการปฏิบัติการ อีกทั้งยังส่งผลทำให้ผลของการทดลองคลาดเคลื่อนและขาดความน่าเชื่อถือ	ให้การดูแลนักศึกษาอย่างใกล้ชิดโดยมีอาจารย์และผู้ปฏิบัติงานคอยตรวจสอบและให้คำแนะนำตลอดของการทำปฏิบัติการ เพื่อช่วยป้องกันการเกิดอุบัติเหตุและลดความผิดพลาดในการใช้เครื่องมือ รวมทั้งช่วยให้นักศึกษาเกิดความเข้าใจที่ถูกต้องและปฏิบัติการได้อย่างปลอดภัย
		3) ระหว่างการทำปฏิบัติการ อาจเกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่คาดไม่ถึง เกิดการระเบิดจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากอุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนด เนื่องจากการละลายปฏิบัติการ	3) หากเกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่คาดไม่ถึง เกิดการระเบิดหรือไม่สามารถที่จะดำเนินปฏิบัติการต่อไปได้แล้ว ให้นักศึกษากลุ่มนั้นยุติการทำปฏิบัติการ แล้วมาทำใหม่ในครั้งถัดไป
5	ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีหลังการทำปฏิบัติการ เช็ควัสดุสะอาดเก็บเข้าที่	ปัญหาจากเครื่องมือประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า ชำรุดเสียหาย ความเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน ให้ไม่สามารถใช้งานได้ตามปกติ ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถแก้ไขได้หรือซ่อมเองได้ ทำให้เครื่องมือไม่เพียงพอในการใช้งานครั้งต่อไป	1) ผู้ปฏิบัติงานทำการแจ้งซ่อมและจัดหาเครื่องมือทดแทน เพื่อให้ปฏิบัติการดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง และรักษาความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติการ 2) ให้ผู้ปฏิบัติงานหยิบยืมเครื่องมือจากห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่ใช้เหมือนกัน

5.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนางาน



ภาพที่ 5.1 ข้อเสนอแนะ

1. การใช้ภาพ Intrographic ประกอบช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจวิธีการทำปฏิบัติการได้รวดเร็วและชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น ภาพขั้นตอนการสังเคราะห์พอลิเมอร์ ซึ่งช่วยให้เห็นลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ได้ชัดเจน ลดความสับสน และทำความเข้าใจได้ดีกว่าการอ่านคำอธิบายเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังช่วยให้นักศึกษาสามารถเตรียมอุปกรณ์และสารเคมีได้ถูกต้องตามขั้นตอน ลดความผิดพลาด และเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน

2. ผู้ปฏิบัติงานทำการตรวจสอบและอัปเดตคู่มือเป็นระยะ เพื่อให้ทันต่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ ทำให้เนื้อหาของคู่มือมีความถูกต้อง ทันสมัย และสอดคล้องกับองค์ความรู้หรือเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในวิชานั้น ๆ

3. ผู้ปฏิบัติงานแสดงสัญลักษณ์รูปภาพความปลอดภัยและข้อควรระวังเกี่ยวกับสารเคมี เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถรับรู้ถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากสารเคมีแต่ละชนิด เข้าใจลักษณะความเสี่ยง เช่น การกัดกร่อน การติดไฟ หรือความเป็นพิษ รวมทั้งสามารถปฏิบัติตามมาตรการป้องกันอย่างเหมาะสม เช่น การสวมอุปกรณ์ป้องกัน การจัดเก็บอย่างปลอดภัย และการจัดการกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน ทำให้การใช้งานสารเคมีเป็นไปอย่างปลอดภัย ลดความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุ และเพิ่มความมั่นใจในการปฏิบัติการ

4. จัดทำคลิป แนะนำการทดลอง อธิบายอุปกรณ์ และสาริตขั้นตอนในการทำปฏิบัติการ เป็นการผลิตสื่อวีดีโอ แนะนำการทดลอง อธิบายวัตถุประสงค์ แนะนำอุปกรณ์การใช้และแสดงขั้นตอนการปฏิบัติการจริงหรือจำลอง เพื่อให้ผู้เรียนหรือผู้ดูแลเข้าใจขั้นตอนการทำงานและสามารถทำตามได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

5. เน้นข้อควรระวัง และมาตรการด้านความปลอดภัยอย่างละเอียดในการทำปฏิบัติการ รวมถึงการปฐมพยาบาล กรณีเกิดเหตุฉุกเฉินเกี่ยวกับสารเคมี

บรรณานุกรม

- [1] รองศาสตราจารย์ ดร.เมธา รัตนกรพิทักษ์. **เคมีอินทรีย์ของพอลิเมอร์**. พิมพ์ครั้งที่ 3 (ฉบับปรับปรุง). สำนักพิมพ์ ; มหาวิทยาลัยนเรศวร. ปีพิมพ์. 2564
- [2] **ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ หลักสูตรปรับปรุง 2563 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี**.
- [3] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (2565). **ประวัติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <https://www.ac.th/history-of-rmutt/> (2568,พฤษภาคม 17)
- [4] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (2568). **วิสัยทัศน์ คณะวิศวกรรมศาสตร์**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก [https://engineer.rmutt.ac.th/คณะวิศวกรรมศ/\(2568,พฤษภาคม17](https://engineer.rmutt.ac.th/คณะวิศวกรรมศ/(2568,พฤษภาคม17)
- [5] ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ. (2568). **โครงสร้างภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ**. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก [https://engineer.rmutt.ac.th/materials/\(2568,พฤษภาคม17](https://engineer.rmutt.ac.th/materials/(2568,พฤษภาคม17)
- [6] สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มทร. ธัญบุรี. **มคอ.3** [ออนไลน์]. สืบค้นจาก <https://oreg3.rmutt.ac.th/registrar/login.asp?avs657094340=3> (2568,พฤษภาคม17)
- [7] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพนธ์ พานสร้อย. (2566). **เอกสารประกอบการสอนเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2. ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี**.
- [8] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (2552). **ข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีว่าด้วยจรรยาบรรณของข้าราชการและบุคลากรของมหาวิทยาลัย พ.ศ. 2552** [ออนไลน์]. สืบค้นจาก https://www.ped.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=121 (2568,พฤษภาคม 17)
- [9] ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ (2568). **ที่มาได้ภาพ.คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี**.

ภาคผนวก



บทสรุปย่อคู่มือการเตรียมปฏิบัติการ รายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2



จุดมุ่งหมายรายวิชา

1. จุดมุ่งหมายรายวิชา
2. เข้าใจชนิดของพอลิเมอร์จากปฏิกิริยาพอลิเมไรเซชันแบบต่าง ๆ
3. เข้าใจหลักการของกระบวนการพอลิเมไรเซชัน
4. รู้กลไกปฏิกิริยาพอลิเมไรเซชันแบบต่าง ๆ ได้
5. รู้ปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมปฏิกิริยาได้
6. รู้และเข้าใจการเตรียมสารสังเคราะห์พอลิเมอร์ได้
7. เข้าใจความสัมพันธ์ของโครงสร้างกับสมบัติของพอลิเมอร์ได้
8. เข้าใจการใช้งานพอลิเมอร์ พลาสติก เส้นใย ยาง ได้มีเจตนาที่ดีต่อการเรียนวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์



หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. แผนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ตาม มคอ.3
2. พื้นที่ปฏิบัติงานของรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ พอลิเมอร์ 2
3. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้สำหรับการเรียนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
4. วิธีการปฏิบัติงาน
5. ข้อปฏิบัติ แนวทางการป้องกัน อุปกรณ์และเทคนิคการทดลองในห้องปฏิบัติการ
6. จรรยาบรรณในการปฏิบัติงาน



แผนการปฏิบัติงาน

1. ทำการศึกษาแผนการสอน มคอ.3 รายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
2. สรรวจรายการวัสดุอุปกรณ์เครื่องแก้ว และสารเคมีที่ใช้ทำปฏิบัติการ
3. ทำการจัดซื้อวัสดุฝึกกรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
4. ทำการตรวจรับวัสดุฝึกกรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
5. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ และสารเคมี ในการเรียนการสอนรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
6. ควบคุมดูแลนักศึกษาและช่วยสอนนักศึกษาในการทำปฏิบัติการรายวิชาเคมีอินทรีย์ พอลิเมอร์ 2
7. ตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์หลังการทำปฏิบัติการในรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2
8. รายงานอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2



ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน

แผนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีอินทรีย์พอลิเมอร์ 2 ตาม มคอ.3

- ปฏิบัติการที่ 1** แนะนำเครื่องมือ อุปกรณ์ และความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
- ปฏิบัติการที่ 2** การแบ่งประเภทของพอลิเมอร์
- ปฏิบัติการที่ 3** การเกิดพอลิเมอร์แบบเชื่อมขวาง
- ปฏิบัติการที่ 4** พอลิเมอร์ดูดซับอย่างยั้งยวด
- ปฏิบัติการที่ 5** ความหนาแน่นและโครงสร้างของพอลิเมอร์
- ปฏิบัติการที่ 6** การเปลี่ยนแปลงของพอลิเมอร์เมื่อได้รับความร้อน
- ปฏิบัติการที่ 7** การหาน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยตามความหนืดของพอลิเมอร์
- ปฏิบัติการที่ 8** การสังเคราะห์พอลิซิสไตรีนจากปฏิกิริยาฟรีแรดิคัลด้วยกระบวนการพอลิเมไรเซชันแบบบัลค์
- ปฏิบัติการที่ 9** กระบวนการพอลิเมไรเซชันแบบแขวนลอยของสไตรีน
- ปฏิบัติการที่ 10** จลนศาสตร์ของพอลิเมไรเซชันแบบลูกโซ่แรดิคัลของพอลิเมทิลเมทาไครเลต (PMMA)
- ปฏิบัติการที่ 11** การสังเคราะห์ไนลอน 6, 10 ด้วยกระบวนการพอลิเมไรเซชันระหว่างผิว
- ปฏิบัติการที่ 12** กระบวนการพอลิเมไรเซชันแบบสารละลายของสไตรีนในโทลูอีน
- ปฏิบัติการที่ 13** กระบวนการพอลิเมไรเซชันแบบอิมัลชันของสไตรีน
- ปฏิบัติการที่ 14** การเตรียมพลาสติกซิลิเกต (Silicate Plastic)
- ปฏิบัติการที่ 15** การทำถุงพลาสติกชีวภาพ

รายละเอียดใบงานปฏิบัติการ

- สารเคมีและอุปกรณ์
- วิธีการทดลอง
- บันทึกผลปฏิบัติงาน
- แสดงวิธีการคำนวณ
- วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง
- สรุปผลการทดลอง



ประวัติผู้เขียน



ชื่อ - นามสกุล	นางสาวกัลยาณี ศรีวารินทร์ Miss Kanlayanee Sriwarin
วัน/เดือน/ปี เกิด	15 ตุลาคม 2530
วัน/เดือน/ปี บรรจุ	1 กันยายน 2559
ตำแหน่งปัจจุบัน	นักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ
หน่วยงาน	ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ประวัติการศึกษา	จบการศึกษาระดับปริญญาตรี (วศ.บ) วิศวกรรมพลาสติก ภาควิชาวิศวกรรมวัสดุและโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
เบอร์โทร	025493487
Email	Kanlayanee_s@rmutt.ac.th