คู่มือปฏิบัติงาน

การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน

ในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

จัดทำโดย

นางสาวเณศรา แก้วคง

นักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ ภาควิชาเคมี

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คำนำ

คู่มือการปฏิบัติงานเรื่องการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นคู่มือในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เพื่อให้การเตรียมสารละลายที่ได้มีความเข้มข้นและได้ปริมาตรตามที่ต้องการอย่างถูกต้อง และเตรียมอุปกรณ์ที่เพียงพอต่อการใช้งาน เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปตามมาตรฐานเดียวกันและสามารถทำงานแทนกันได้

ผู้เขียนคู่มือฉบับนี้ขอขอบคุณอาจารย์ผู้สอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้การสนับสนุนในการเขียนคู่มือในครั้งนี้ และผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือฉบับนี้มีประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานในการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนที่ก่อให้เกิดประโยชน์ และประสิทธิผลในการปฏิบัติงานและสามารถลดข้อผิดพลาดในขั้นตอนของการปฏิบัติงานได้

นางสาวเณศรา แก้วคง

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	ข
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของคู่มือ	2
1.5 คำจำกัดความเบื้องต้น	3
บทที่ 2 โครงสร้าง ภารกิจหน่วยงานและหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง	5
2.1 โครงสร้างการบริหารจัดการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	5
2.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งนักวิชาการศึกษาเลขที่ตำแหน่ง 5607211	13
บทที่ 3 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน	15
3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน	15
3.2 ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน	93
3.3 การจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี	94
3.4 จรรยาบรรณ คุณธรรม และจริยธรรมในการปฏิบัติงาน	96
บทที่ 4 เทคนิคการปฏิบัติงาน	102
4.1 แผนการปฏิบัติงาน	102

สารบัญ (ต่อ)

4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน 103

4.3 ขั้นตอนของการดำเนินงาน 107

บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน และข้อเสนอแนะ 194

5.1 ปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไข และการพัฒนางาน 194

5.2 ข้อเสนอแนะ 197

บรรณานุกรม 198

ภาคผนวก ก 207

คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ 209

ภาคผนวก ข 210

รายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3) 211

ภาคผนวก ค 212

การจำแนกประเภทของเสียห้องปฏิบัติการเคมี 213

ประวัติผู้เขียน 216

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 แสดงหมวดที่ 5. แผนการสอนและการประเมินผล รายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 18

4.1 แสดงแผนการปฏิบัติงานการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออน และแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 102

4.2 แสดงขั้นตอนปฏิบัติงานการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออน และแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 104

5.1 แสดงปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไข และการพัฒนางาน 194

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงแผนภูมิโครงสร้างการบริหารงานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	8
2.2 แสดงแผนภูมิโครงสร้างการบริหารงานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	9
2.3 แสดงแผนภูมิโครงสร้างบุคลากร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	10
2.4 แสดงโครงสร้างคณาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	11
2.5 แสดงแผนภูมิโครงสร้างบุคลากรเจ้าหน้าที่ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	12
3.1 แสดงแผนผังห้อง ST2105	50
3.2 แสดงภาชนะบรรจุ น้ำกลั่น	51
3.3 แสดงภาชนะบรรจุ กรดอะซิติก	51
3.4 แสดงภาชนะบรรจุ อะลูมิเนียมไนเตรต	52
3.5 แสดงภาชนะบรรจุ กรดออรินทริคาร์บอกซิลิก	52
3.6 แสดงภาชนะบรรจุ แอมโมเนีย	53
3.7 แสดงภาชนะบรรจุ แอมโมเนียมอะซิเตต	53
3.8 แสดงภาชนะบรรจุ แอมโมเนียมคลอไรด์	54
3.9 แสดงภาชนะบรรจุ แอมโมเนียมโมลิบเดต	54
3.10 แสดงภาชนะบรรจุ แอมโมเนียมไนเตรต	55
3.11 แสดงภาชนะบรรจุ แบเรียมคลอไรด์	55
3.12 แสดงภาชนะบรรจุ แบเรียมไนเตรต	56

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.13 แสดงภาชนะบรรจุ แบเรียมไฮดรอกไซด์ 56

3.14 แสดงภาชนะบรรจุ บิสมัท(III) ไนเตรต 57

3.15 แสดงภาชนะบรรจุ แคลเซียมคลอไรด์ 57

3.16 แสดงภาชนะบรรจุ แคลเซียมไนเตรต 58

3.17 แสดงภาชนะบรรจุ คอปเปอร์(II) ไนเตรต 58

3.18 แสดงภาชนะบรรจุ คลอโรฟอร์ม 59

3.19 แสดงภาชนะบรรจุ ไดเมทิลไกลออกซีม 59

3.20 แสดงภาชนะบรรจุ ไดเอทิลอีเทอร์ 60

3.21 แสดงภาชนะบรรจุ เอทานอล 60

3.22 แสดงภาชนะบรรจุ กรดไฮโดรคลอริก 61

3.23 แสดงภาชนะบรรจุ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 61

3.24 แสดงภาชนะบรรจุ ไอเอิร์น(III) คลอไรด์ 62

3.25 แสดงภาชนะบรรจุ เฟอร์ริกไนเตรต 62

3.26 แสดงภาชนะบรรจุ เหล็ก(III) ซัลเฟต 63

3.27 แสดงภาชนะบรรจุ เลด(II) แอซิเตต 63

3.28 แสดงภาชนะบรรจุ เลด(II) ไนเตรต 64

3.29 แสดงภาชนะบรรจุ แมงกานีส(II) คลอไรด์ 64

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.30 แสดงภาชนะบรรจุ แมงกานีส(II) ไนเตรต 65

3.31 แสดงภาชนะบรรจุ แมงกานีส(II) ซัลเฟต 65

3.32 แสดงภาชนะบรรจุ เมอร์คิวริก(II) อะซิเตต 66

3.33 แสดงภาชนะบรรจุ เมอร์คิวรี(I) ไนเตรต 66

3.34 แสดงภาชนะบรรจุ เมอร์คิวรี(II) คลอไรด์ 67

3.35 แสดงภาชนะบรรจุ นิกเกิลไนเตรต 67

3.36 แสดงภาชนะบรรจุ กรดไนตริก 68

3.76 แสดงภาชนะบรรจุ โพแทสเซียมโครเมต 68

3.38 แสดงภาชนะบรรจุ โพแทสเซียมออกซาเลท 69

3.39 แสดงภาชนะบรรจุ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 69

3.40 แสดงภาชนะบรรจุ โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต 70

3.41 แสดงภาชนะบรรจุ ซิลเวอร์ไนเตรต 70

3.42 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมบิสมัทเตต 71

3.43 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมโบรไมด์ 71

3.44 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมคาร์บอเนต 72

3.45 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมคลอไรด์ 72

3.46 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมไอโอไดด์ 73

3.47 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 73

3.48 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมไนไตรท์ 74

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.49 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมไนเตรต 74

3.50 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมเปอร์ออกไซด์ 75

3.51 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมซัลเฟต 75

3.52 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมซัลไฟด์ 76

3.53 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมซัลไฟต์ 76

3.54 แสดงภาชนะบรรจุ ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต 77

3.55 แสดงภาชนะบรรจุ กรดซัลฟิวริก 77

3.56 แสดงภาชนะบรรจุ ทิน (II) คลอไรด์ 78

3.57 แสดงภาชนะบรรจุ ไธโออะซีตาไมด์ 78

3.58 แสดงเครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง 79

3.59 แสดงเครื่องเซนตริฟิวจ์ 79

3.60 แสดงเตาให้ความร้อน 80

3.61 แสดงตู้ดูดควัน 80

3.62 แสดงกระดาษลิตมัสสีแดงและน้ำเงิน 81

3.63 แสดงหลอดทดลองแก้วขนาด 16x100 มิลลิลิตร 81

3.64 แสดงหลอดทดลองพลาสติกขนาด 16x100 มิลลิลิตร 82

3.65 แสดงแท่งแก้วคนสาร 82

3.66 แสดงที่หนีบหลอดทดลองโลหะ 83

3.67 แสดงบิกเกอร์ขนาด 50,100 และ 250 มิลลิลิตร 83

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.68 แสดงช้อนตักสาร 84

3.69 แสดงกระดาษชั่งสาร 84

3.70 แสดงตะแกรงหลอดทดลอง 85

3.71 แสดงขวดแก้วใส่สารเคมีขนาด 60 มิลลิลิตร และขนาด 250 มิลลิลิตร 85

3.72 แสดงกระจกนาฬิกา 86

3.73 แสดงขวดปรับปริมาตรขนาด 50, 100 และ 250 มิลลิลิตร 86

3.74 แสดงหลอดหยด 87

3.75 แสดงถุงมือแพทย์ 87

3.76 แสดงแว่นตานิรภัย 88

3.77 แสดงเสื้อกาวน์ 88

3.78 แสดงหน้ากากอนามัย 89

3.79 แสดงอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 89

3.80 แสดงชามระเหย 90

3.81 แสดงกระดาษกรอง ตัดขนาด 0.5 x 5 เซนติเมตร 90

4.1 แสดงแบบฟอร์มแจ้งซ่อมอุปกรณ์และเครื่องมือ 109

4.2 แสดงแบบสำรวจรายการสารเคมีการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน 110

4.3 แสดงใบแจ้งขออนุมัติซื้อสารเคมีเบื้องต้น 112

4.4 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดอะซิติก ความเข้มข้น 6 โมลาร์ 113

4.5 แสดงการเตรียมสารละลาย อะลูมิเนียมไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 114

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.6 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดออรินทริคาร์บอกซิลิก ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 115

4.7 แสดงการเตรียมสารละลาย แอมโมเนีย ความเข้มข้น 15 โมลาร์ 116

4.8 แสดงการเตรียมสารละลาย แอมโมเนีย ความเข้มข้น 6 โมลาร์ 117

4.9 แสดงการเตรียมสารละลาย แอมโมเนียมอะซิเตต ความเข้มข้น 1 โมลาร์ 118

4.10 แสดงการเตรียมสารละลาย แอมโมเนียมอะซิเตต ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ 119

4.11 แสดงการเตรียมสารละลาย แอมโมเนียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 โมลาร์ 120

4.12 แสดงการเตรียมสารละลาย แอมโมเนียมไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 121

4.13 แสดงการเตรียมสารละลาย แบเรียมไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 122

4.14 แสดงการเตรียมสารละลาย บิสมัท(III) ไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 123

4.15 แสดงการเตรียมสารละลาย แคลเซียมไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 124

4.16 แสดงการเตรียมสารละลาย คอปเปอร์(II) ไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 125

4.17 แสดงการเตรียมสารละลาย ไดเมทิลไกลออกซีม ความเข้มข้น 1% w/v 126

4.18 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 12 โมลาร์ 127

4.19 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 6 โมลาร์ 128

4.20 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 2 โมลาร์ 129

4.21 แสดงการเตรียมสารละลาย เฟอร์ริกไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 130

4.22 แสดงการเตรียมสารละลาย เลด(II) ไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 131

4.23 แสดงการเตรียมสารละลาย แมงกานีส(II) ไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 132

4.24 แสดงการเตรียมสารละลาย เมอร์คิวรี(I) ไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 133

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.25 แสดงการเตรียมสารละลาย เมอร์คิวรี(II) คลอไรด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ 134

4.26 แสดงการเตรียมสารละลาย นิกเกิลไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 135

4.27 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดไนตริก ความเข้มข้น 16 โมลาร์ 136

4.28 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดไนตริก ความเข้มข้น 6 โมลาร์ 137

4.29 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดไนตริก ความเข้มข้น 3 โมลาร์ 138

4.30 แสดงการเตรียมสารละลาย โพแทสเซียมโครเมต ความเข้มข้น 1 โมลาร์ 139

4.31 แสดงการเตรียมสารละลาย โพแทสเซียมออกซาเลท ความเข้มข้น 1 โมลาร์ 140

4.32 แสดงการเตรียมสารละลาย โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 141

4.33 แสดงการเตรียมสารละลาย ซิลเวอร์ไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 142

4.34 แสดงการเตรียมสาร โซเดียมบิสมัทเตต 143

4.35 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 144

4.36 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 6 โมลาร์ 145

4.37 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 146

4.38 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 18 โมลาร์ 147

4.39 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 6 โมลาร์ 148

4.40 แสดงการเตรียมสารละลาย ทิน(II) คลอไรด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 149

4.41 แสดงการเตรียมสารละลาย ไธโออะซีตาไมด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 150

4.42 แสดงการเตรียมสารละลาย Unknown Cation หมู่ 1-2 152

4.43 แสดงการเตรียมสารละลาย Unknown Cation หมู่ 3-4 154

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.44 แสดงการเตรียมสารละลาย Unknown Cation หมู่ 1-4 156

4.45 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดอะซิติก ความเข้มข้น 6 โมลาร์ 157

4.46 แสดงการเตรียมสารละลาย แอมโมเนียมโมลิบเดต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 158

4.47 แสดงการเตรียมสารละลาย แบเรียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 159

4.48 แสดงการเตรียมสารละลาย แบเรียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 160

4.49 แสดงการเตรียมสารละลาย ไดเอทิลอีเทอร์ 161

4.50 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 6 โมลาร์ 162

4.51 แสดงการเตรียมสารละลาย ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 3% w/v 163

4.52 แสดงการเตรียมสารละลาย เหล็ก(III) ซัลเฟต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 164

4.53 แสดงการเตรียมสารละลาย เลด(II) แอซิเตต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 165

4.54 แสดงการเตรียมสารละลาย คลอโรฟอร์ม 166

4.55 แสดงการเตรียมสารละลาย เมอร์คิวริก(II) อะซิเตต ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ 167

4.56 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดไนตริก ความเข้มข้น 3 โมลาร์ 168

4.57 แสดงการเตรียมสารละลาย โพแทสเซียมโครเมต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 169

4.58 แสดงการเตรียมสารละลาย โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ 170

4.59 แสดงการเตรียมสารละลาย ซิลเวอร์ไนเตรต ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ 171

4.60 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมโบรไมด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 172

4.61 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 173

4.62 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 174

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.63 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมไอโอไดด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 175

4.64 แสดงการเตรียมสาร โซเดียมเปอร์ออกไซด์ 176

4.65 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมไนไตรท์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 177

4.66 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 178

4.67 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 6 โมลาร์ 179

4.68 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมซัลเฟต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 180

4.69 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมซัลไฟด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 181

4.70 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมซัลไฟต์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 182

4.71 แสดงการเตรียมสารละลาย ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ 183

4.72 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 18 โมลาร์ 184

4.73 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 6 โมลาร์ 185

4.74 แสดงวิธีการเตรียม Unknown Anion 187

4.75 แสดงวิธีการเตรียม Unknown Anion ที่เป็นของแข็ง 189

4.76 แสดงแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้บริการห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี 192

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนเป็นการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ เป็นการวิเคราะห์เพื่อพิสูจน์ชนิดของสารที่มีอยู่ในตัวอย่างว่าเป็นสารชนิดใด โดยแคตไอออนคือ อะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่มีประจุบวกเนื่องจากการเสียอิเล็กตรอน และแอนไอออนคือ อะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่มีประจุลบเนื่องจากการรับอิเล็กตรอน ซึ่งเป็นบทปฏิบัติการในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ที่เปิดสอนให้นักศึกษาภาควิชาเคมี ชั้นปีที่ 2 ในปีการศึกษาที่ 2 การจัดการเรียนการสอนในรายวิชานี้นักศึกษาจะได้ทำการทดลองโดยมีการนำสารละลายหลายชนิดมาทำการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ และสามารถใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำการทดลองวิเคราะห์เชิงคุณภาพหลายชนิด เพื่อฝึกให้นักศึกษาได้มีการสังเกตและบันทึกผลการทดลองได้อย่างถูกต้อง ซึ่งสารละลายและอุปกรณ์ที่นักศึกษาใช้ในการทดลองนี้ จะมีเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเตรียมไว้ให้ เพื่อความสะดวกเวลานักศึกษานำไปใช้งานในการทดลอง

การปฏิบัติงานในตำแหน่งนักวิชาการศึกษา ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ มีหน้าที่คอยสนับสนุนการเรียนการสอนและติดต่อประสานงานกับอาจารย์ผู้สอน รวมถึงต้องดูแลและจัดเตรียมวัสดุ สารละลายและอุปกรณ์ที่ใช้ในรายวิชาที่เปิดสอน ให้มีความถูกต้องและแม่นยำเพื่อให้ผลการทดลองของนักศึกษาสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ดังนั้นในการจัดเตรียมสารละลายต้องคำนึงถึงความเข้มข้นที่ถูกต้องและปริมาณสารเคมีที่ใช้ ต้องให้เพียงพอต่อการปฏิบัติการทดลองของนักศึกษา โดยการเตรียมสารละลายแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันออกไปตามลักษณะของสารละลาย ซึ่งปัญหาที่เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการพบบ่อยจากประสบการณ์ที่ผ่านมา คือการทดลองเรื่องการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน ในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ประกอบไปด้วยสารละลายหลายชนิดและมีความเข้มข้นหลายความเข้มข้น โดยมีเทคนิคในการเตรียมสารละลาย เช่นสารละลายบางชนิดที่ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน ประเภทที่เป็นกรดเข้มข้นข้อสำคัญเตรียมสารละลายต้องเทกรดลงในน้ำเพื่อทำการเจือจาง จึงต้องใช้ความระมัดระวังเป็นอย่างมาก ซึ่งวิธีและเทคนิคตรงนี้เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการผู้เตรียมสารละลายได้เขียนขั้นตอนลงในคู่มือฉบับนี้

ดังนั้นคู่มือปฏิบัติงานฉบับนี้จึงเป็นคู่มือที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการทำงานของผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เพื่อให้การปฏิบัติการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ สะดวกต่อผู้ปฏิบัติงานและเพื่อให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ ตลอดจนผู้ที่เข้ามาทำงานใหม่สามารถปฏิบัติงานตามได้สะดวกมากยิ่งขึ้น ในคู่มือฉบับนี้ประกอบด้วยข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เพื่อวิเคราะห์หาแคตไอออนและแอนไอออนเท่านั้น

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อให้ทราบขั้นตอนและวิธีการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

1.2.2 เพื่อจัดทำคู่มือการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีคู่มือและแนวทางการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

1.3.2 เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการสามารถเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ที่ถูกต้อง

1.3.3 เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการสามารถเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ และทำงานแทนกันได้

1.4 ขอบเขตของคู่มือ

คู่มือการปฏิบัติงาน การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี โดยการวิเคราะห์แคตไอออนเป็นบทปฏิบัติการที่ 1 และการวิเคราะห์แอนไอออนเป็นบทปฏิบัติการที่ 2 ในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คู่มือฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน มีเทคนิคในการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นที่ถูกต้อง และทำงานแทนกันได้ เพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอนเท่านั้น

โดยมีขอบเขตเนื้อหาครอบคลุมขั้นตอนของการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องใช้ในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ให้พร้อม ถูกต้อง และเพียงพอต่อการการเรียนการสอน ขอบเขตด้านหลักเกณฑ์ และวิธีการปฏิบัติงานครอบคลุมหลักสูตรที่ใช้ในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ จรรยารรณของข้าราชการและบุคลากรมหาวิทยาลัย พ.ศ. 2552

ขอบเขตด้านระยะเวลาครอบคลุมในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ที่เปิดสอนในภาคการศึกษาที่ 2 ของทุกปีการศึกษา มีผู้เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนการสอน คือ เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการ อาจารย์ผู้สอน และนักศึกษา ซึ่งมีระยะเวลา ในการดำเนินงาน 1 เดือน ก่อนเปิดภาคเรียนในการจัดเตรียมสารละลายและอุปกรณ์ และคอยสนับสนุนประสานงานกับอาจารย์ผู้สอน ในระหว่างการเรียนการสอนโดยใช้ระยะเวลาอีกประมาณ 5 สัปดาห์

1.5 คำจำกัดความเบื้องต้น

คู่มือการปฏิบัติงาน การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีคำจำกัดความ ดังนี้

แคตไอออน	หมายถึง	อะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่มีประจุบวกเนื่องจากการเสียอิเล็กตรอน
แอนไอออน	หมายถึง	อะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่มีประจุลบเนื่องจากการรับอิเล็กตรอน
สารละลาย	หมายถึง	สารผสมเนื้อเดียวของสารตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ประกอบด้วยตัวทำละลาย และตัวถูกละลาย
อุปกรณ์	หมายถึง	วัสดุและเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่เป็นอุปกรณ์พื้นฐานในห้องปฏิบัติการ
เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ	หมายถึง	ผู้ที่ติดต่อประสานงานกับอาจารย์ผู้สอน รวมถึงเตรียมสารละลายและอุปกรณ์ในการทดลอง และควบคุมดูแลการทดลองในห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการ	หมายถึง	ห้อง ST2105 เป็นสถานที่ ที่ใช้ในการเรียนการสอนด้านวิชาปฏิบัติการและการทดลอง โดยมีสารละลายและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ที่พร้อมสามารถใช้งานได้
นักศึกษา	หมายถึง	ผู้ที่กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ในระดับชั้นปีที่ 2 ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์	หมายถึง	วิชาปฏิบัติการเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก การไทเทรตแบบกรด-เบส การไทเทรตแบบรีดอกซ์ การไทเทรตแบบเกิดไอออนเชิงซ้อน การไทเทรตแบบเกิดตะกอนและการวิเคราะห์โดยเทคนิคคัลเลอร์ริเมตรี

บทที่ 2
โครงสร้าง ภารกิจหน่วยงาน และหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดำเนินการจัดการศึกษา และมีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาการจัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษาให้ได้มาตรฐานและมีคุณภาพ โดยผลิตบัณฑิตที่มีคุณภาพเป็นคนดี มีคุณธรรม และจริยธรรม นอกจากนี้ คณะ ฯ เน้นการจัดการศึกษาและพัฒนากำลังคนให้มีความชำนาญในวิชาชีพ รวมทั้งการประยุกต์ใช้กลยุทธ์การสร้างเอกลักษณ์ของคณะ ฯ ที่แตกต่าง โดยวางเป้าหมายให้เป็นคณะ ฯ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สมบูรณ์แบบ เน้นการบูรณาการความรู้ท้องถิ่น เข้ากับนวัตกรรมระดับสูง

2.1 โครงสร้างการบริหารจัดการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.1 ประวัติคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [1]

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นส่วนราชการสังกัดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีเดิมชื่อคณะวิทยาศาสตร์ ได้ก่อตั้งขึ้นตั้งแต่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ใช้ชื่อสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล โดยได้จัดตั้งคณะวิทยาศาสตร์ขึ้นที่ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลเมื่อวันที่ 21 มิถุนายน 2538 โดยรองศาสตราจารย์ธรรมนูญ ฤทธิมณี อธิการบดีสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลในขณะนั้น ซึ่งได้เห็นความสำคัญของการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อันเป็นฐานความรู้ในการศึกษาทุกสาขาวิชาชีพและเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อีกทั้งในขณะนั้นประเทศกำลังขาดแคลนบุคลากรทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมาก ดังนั้นการจัดตั้ง คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลจึงสอดคล้องตามความจำเป็นเร่งด่วนของประเทศและเป็นไปตามนโยบายของรัฐบาลที่ต้องการผลิตบุคลากรด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้เพียงพอต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ภายใต้การบริหารของคณบดีคณะวิทยาศาสตร์ในการดำเนินการตามภารกิจหลักของคณะฯ ในระดับอุดมศึกษาสังกัดสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ดังนี้

(คณบดีคนแรก)

ปี พ.ศ.2542-พ.ศ.2546	รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยยุทธ ช่างสาร
ปี พ.ศ.2546-พ.ศ.2550	รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ ดวงเดือน
ปี พ.ศ.2550-พ.ศ.2554	รองศาสตราจารย์ ดร.สมหมาย ผิวสะอาด
ปี พ.ศ.2554-พ.ศ.2559	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริแข พงษ์สวัสดิ์
ปี พ.ศ.2559-ปัจจุบัน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพัทธ์ จงสวัสดิ์

2.1.2 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มียุทธศาสตร์ในการพัฒนาคณะฯ ดังต่อไปนี้

1) ปรัชญา (Philosophy)

มุ่งเน้นการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีทักษะและความชำนาญด้านวิชาชีพ เสริมสร้าง ทุนมนุษย์ที่มีมูลค่าเพิ่มให้กับประเทศไทยและภูมิภาค

2) ปณิธาน (Determination)

มุ่งมั่นจัดการศึกษาวิชาชีพด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีคุณภาพด้วยการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

3) ค่านิยมองค์กร (Core values)

- กล้ายืนหยัดทำในสิ่งที่ถูกต้อง
- ซื่อสัตย์และรับผิดชอบ
- โปร่งใสและตรวจสอบได้
- ไม่เลือกปฏิบัติ
- มุ่งภักดีต่อองค์กร

4) วัฒนธรรมองค์กร (Corporate Culture)

- วัฒนธรรมมุ่งผลงาน (Result Based Culture)
- วัฒนธรรมทีมงาน (Team Culture)
- วัฒนธรรมสมรรถนะ (Competency Culture)
- วัฒนธรรมมุ่งเรียนรู้และปรับตัว (Learning & Adaptive Culture)

5) อัตลักษณ์ (Identity)

“บัณฑิตนักปฏิบัติมืออาชีพ”

6) เอกลักษณ์ (Uniqueness)

“บัณฑิตนักปฏิบัติมืออาชีพด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม”

7) วิสัยทัศน์ (Vision)

“คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นคณะที่ผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติมืออาชีพชั้นนำด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมในระดับประเทศ และก้าวสู่ระดับสากล”

8) พันธกิจ (Mission)

- จัดการศึกษาวิชาชีพระดับอุดมศึกษาบนพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรมอย่างมีคุณภาพรองรับประเทศไทย 4.0

♦ สร้างงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรม สู่การผลิตเชิงพาณิชย์และการถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ

♦ การพัฒนาภารกิจของคณะฯ เพื่อก้าวสู่ความเป็นสากล

♦ ให้บริการวิชาการที่มีแนวคิดเชิงสร้างสรรค์ เพื่อการมีอาชีพอิสระและพัฒนาอาชีพสู่การเพิ่มศักยภาพและยกระดับคุณภาพชีวิตอย่างยั่งยืน

♦ ทำนุบำรุงศาสนา ศิลปะ วัฒนธรรม และอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

♦ พัฒนาการบริหารจัดการเพื่อการพัฒนาบุคลากรและองค์กรที่มีคุณภาพ โดยใช้หลักธรรมาภิบาลบนพื้นฐานความสุขและความก้าวหน้าในวิชาชีพ

9) ประเด็นยุทธศาสตร์ (Strategic Issue)

♦ การผลิตและพัฒนากำลังคนด้านวิชาชีพและเทคโนโลยีชั้นสูงรองรับยุทธศาสตร์ชาติ

♦ การพัฒนางานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ และนวัตกรรม ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์และช่วยพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

♦ การพัฒนาความเป็นนานาชาติ

♦ การเสริมสร้างความแข็งแกร่งให้กับชุมชนสังคม บนพื้นฐานองค์ความรู้

♦ การอนุรักษ์ สร้างสรรค์ศิลปวัฒนธรรมภูมิปัญญาท้องถิ่น และสิ่งแวดล้อม

♦ การพัฒนาบุคลากรและผู้บริหารทุกระดับ เพื่อรักษาคนดี คนเก่ง เพื่อรองรับการเป็นมหาวิทยาลัย 4.0 และการบริหารจัดการโดยใช้หลักธรรมาภิบาล

10) เป้าประสงค์

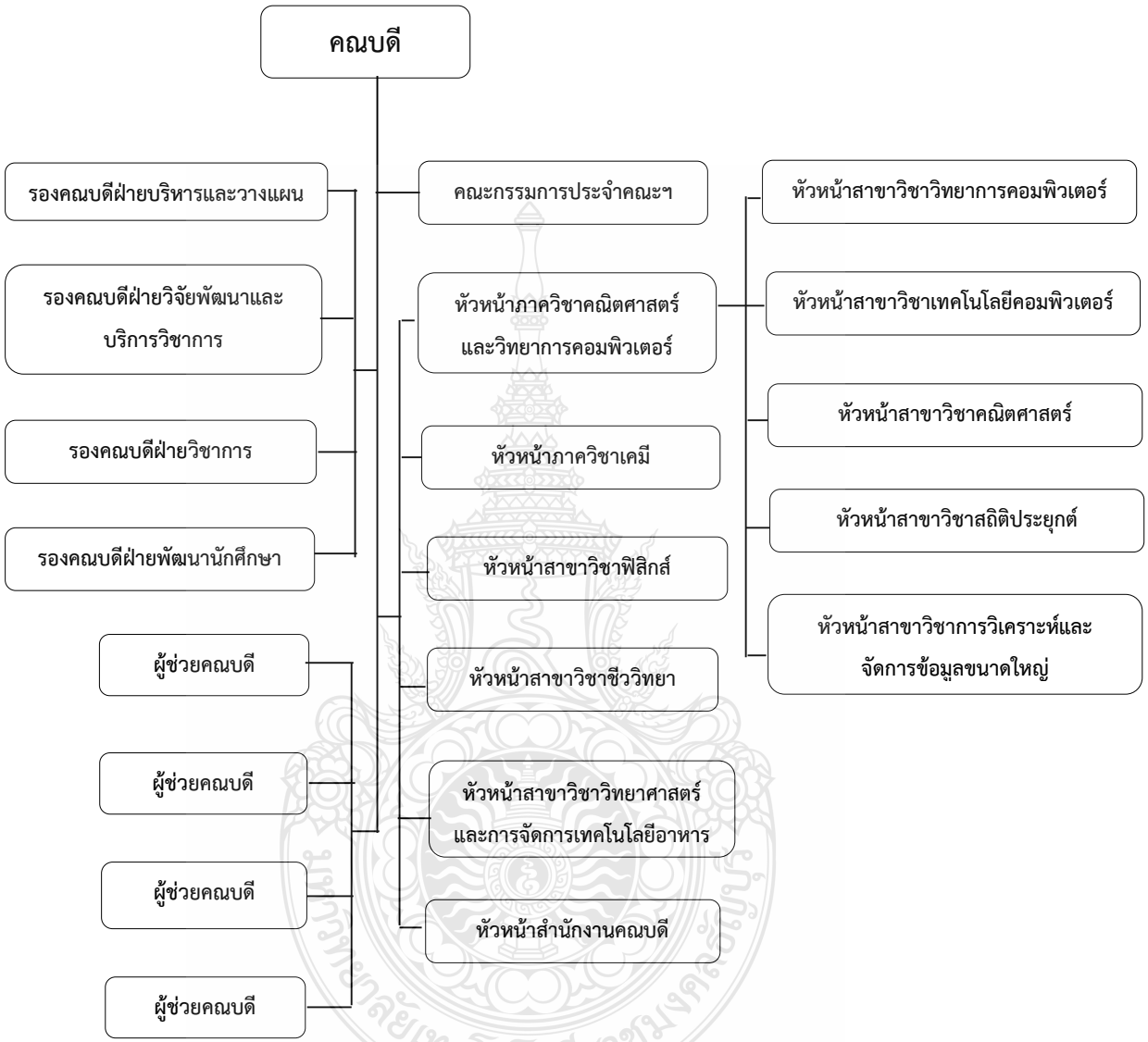
♦ บัณฑิตมีความรู้ความสามารถ สอดคล้องกับอัตลักษณ์ “บัณฑิตนักปฏิบัติมืออาชีพ” และมีคุณภาพตามความต้องการกำลังคนตามยุทธศาสตร์ชาติ

♦ มีงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์ นวัตกรรมและงานสร้างสรรค์ ที่ตอบโจทย์ภาคอุตสาหกรรมเป็นที่ยอมรับในระดับชาติและนานาชาติ

♦ คณะฯ เป็นที่ยอมรับในระดับชาติและนานาชาติ

♦ ชุมชนและสังคมได้รับการเสริมสร้างศักยภาพ ยกระดับความเข้มแข็ง และสามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน

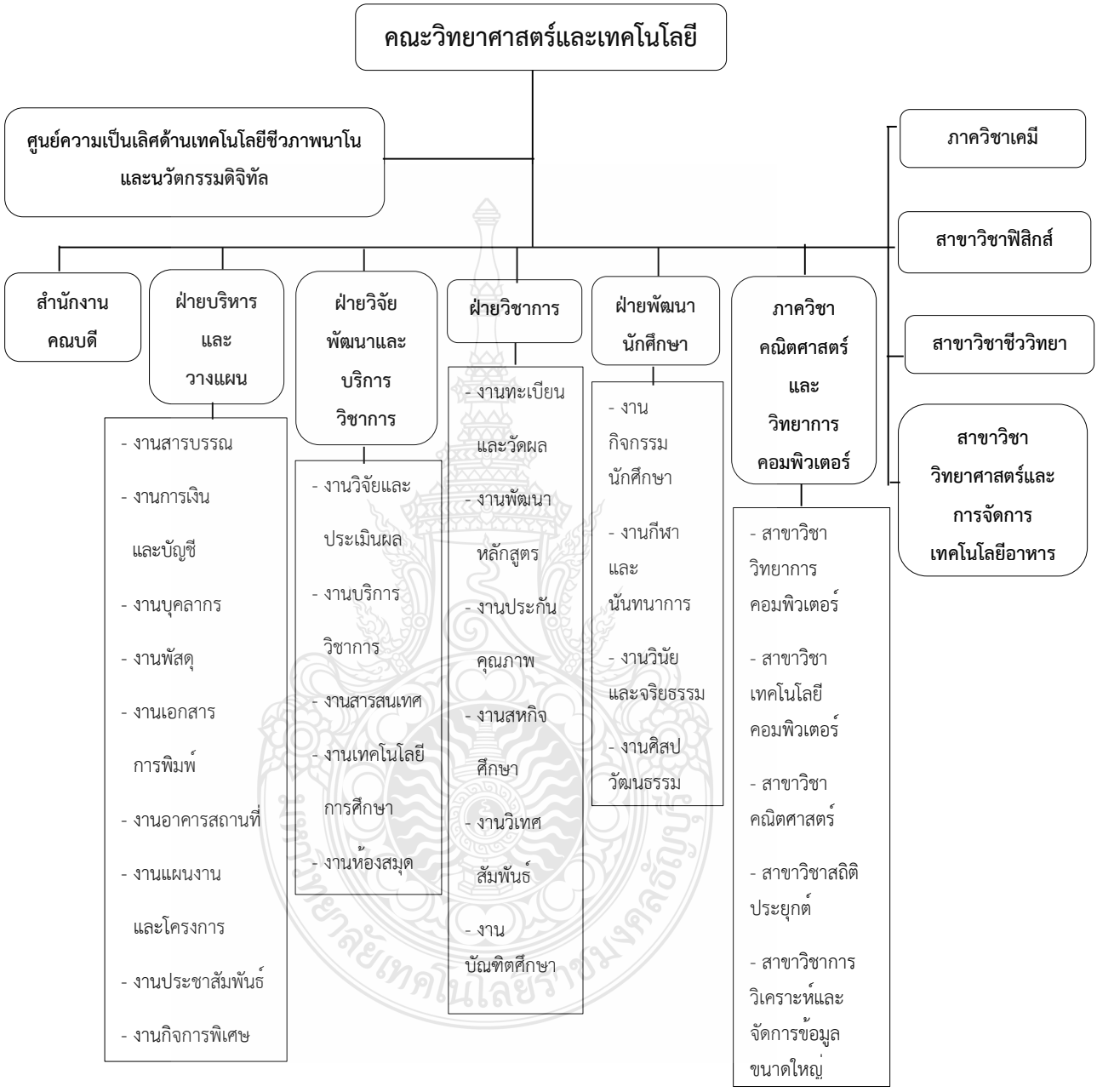
2.1.3 โครงสร้างการบริหารงานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ภาพที่ 2.1 แสดงแผนภูมิโครงสร้างการบริหารงานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี พ.ศ. 2567

ที่มา : https://www.sci.rmutt.ac.th/sci-structure/

2.1.4 โครงสร้างคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ภาพที่ 2.2 แสดงแผนภูมิโครงสร้างคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี พ.ศ. 2567

ที่มา : https://www.sci.rmutt.ac.th/sci-structure/

2.1.5 โครงสร้างบุคลากรคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ภาควิชา/สาขาวิชา	หน่วยงาน
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ - สาขาวิชาคณิตศาสตร์ - สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ - สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ - สาขาวิชาสถิติประยุกต์ - สาขาวิชาการวิเคราะห์และจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ ภาควิชาเคมี สาขาวิชาฟิสิกส์ สาขาวิชาชีววิทยา สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และการจัดการเทคโนโลยีอาหาร	- ฝ่ายบริหารและวางแผน - ฝ่ายวิชาการ - ฝ่ายวิจัยพัฒนาและบริการวิชาการ - ฝ่ายพัฒนานักศึกษา - ศูนย์เครื่องมือคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี - ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีชีวภาพนาโนและดิจิทัล

ภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างบุคลากรคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปี พ.ศ. 2567

ที่มา : https://www.sci.rmutt.ac.th/personnel/

โครงสร้างคณาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผศ.ฐิตยา ศรขวัญ (หัวหน้าภาควิชาเคมี)
ผศ.ดร เนตรนภิส แก้วช่วย
ผศ.ดร.สิงห์โต สกุลเขมฤทัย
รศ.ดร.อมร ไชยสัตย์
รศ.ดร.ปรียาภรณ์ ไชยสัตย์
รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่
รศ.ดร.ฉัตรชัย พลเชี่ยว
ผศ.กนกวรรณ ฤดีสิริศักดิ์
ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร
ดร.นรพร กลั่นประชา
ดร.อิสระ ขันติแก้ว
อาจารย์สุมนา ปานสมุทร
อาจารย์มังกร กิติพัฒน์มนตรี
อาจารย์ชัชรินทร์ ดวงแก้ว
อาจารย์ไพฑูรย์ ทรัพย์อุดม
อาจารย์ปรีชา มันสลาย
รศ.ดร.สมพงษ์ แสนเสนยา
ผศ.ดร.การันต์ บ่อบัวทอง
รศ.ดร.บุญธิดา เอื้อพิพัฒนากูล
ผศ.ดร.สุภาวดี ปาทาธนานนท์
ดร.อรรจน์ เอี่ยมประเสริฐ
ผศ.ดร.กนกอร เวชกรณ์
ดร.เจ๊ะฮาซัน เจ๊ะอุบง
ดร.ฟาติมา คล่องดี

ภาพที่ 2.4 แสดงโครงสร้างคณาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปี พ.ศ. 2567
ที่มา : https://chem.rmutt.ac.th/?page_id=2965

บุคลากรเจ้าหน้าที่ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

นางสาวสุณี วงษ์วาส	ตำแหน่งเจ้าหน้าที่ธุรการ
นางสาวมนัสวี ทองโสภณ	ตำแหน่งนักวิชาการศึกษา
นางสาวตรีดาว ใยเทศ	ตำแหน่งนักวิชาการศึกษา
นางสาวเณศรา แก้วคง***	ตำแหน่งนักวิชาการศึกษา
นางสาววราภรณ์ รักคุณ	ตำแหน่งนักวิชาการศึกษา
นายธนโชติ ขันแข็ง	ตำแหน่งนักวิชาการศึกษา

ภาพที่ 2.5 แสดงแผนภูมิโครงสร้างบุคลากรเจ้าหน้าที่ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีปี พ.ศ. 2567
ที่มา : https://chem.rmutt.ac.th/?page_id=2966

2.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่งนักวิชาการศึกษา เลขที่ตำแหน่ง 5607211

ภาระงานที่ได้รับมอบหมายของ นางสาวเณศรา แก้วคง ตำแหน่งนักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ คืองานห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นงานที่เกี่ยวกับการจัดเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์ในรายวิชาที่รับผิดชอบ ติดต่อประสานงานกับอาจารย์ผู้สอนประจำรายวิชา รวมถึงให้การสนับสนุนอาจารย์ผู้สอนในระหว่างมีการเรียนการสอนตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง และงานที่ได้รับมอบหมายอื่น ๆ มีดังนี้

2.2.1 งานด้านห้องปฏิบัติการ

1) ดำเนินการจัดเตรียมปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอน โดยมีการเตรียมสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ปฏิบัติการชีวเคมี ปฏิบัติการชีวเคมีทั่วไป ปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ และปฏิบัติการเคมีเชิงฟิสิกส์ทั่วไป ให้เพียงพอต่อการใช้งานตามที่กำหนด

2) ประสานงานกับอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาต่างๆที่เกี่ยวข้องในการจัดเตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และเอกสารในแต่ละการทดลอง มีการทดสอบปฏิบัติการก่อนมีปฏิบัติการ (Test Lab) เพื่อให้ผลการปฏิบัติงานบรรลุเป้าหมายตามที่กำหนด

3) ควบคุม กำกับ ดูแลนักศึกษาระหว่างทำการทดลอง ปฏิบัติงานขั้นต้นในการช่วยเหลือเกี่ยวกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ และทำการตรวจเช็คสภาพเครื่องมือ อุปกรณ์หลังจากการใช้งานเพื่อให้มีสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ

4) จัดทำระบบเบิกจ่าย เช็คสต็อกสารเคมีสำหรับทำปฏิบัติการด้วยโปรแกรมในคอมพิวเตอร์

2.2.2 งานครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์

จัดทำประวัติการใช้ การบำรุงรักษา สรุป และรายงานผลการใช้ การซ่อมประจำทุกปีการศึกษาด้วยโปรแกรมในคอมพิวเตอร์

2.2.3 การจัดการสารเคมีและวัสดุวิทยาศาสตร์

จัดทำประวัติการใช้ การบำรุงรักษา สรุป และรายงานผลการใช้งาน การซ่อมประจำทุกปีการศึกษาด้วยโปรแกรมในคอมพิวเตอร์

2.2.4 งานจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ

รวบรวมข้อมูลของเสียในห้องปฏิบัติการ ทำการจัดแยกประเภทของเสียตามระบบการจัดการของเสียอันตราย มีการจัดทำรายงานชนิดและปริมาณของเสียประจำปีด้วยโปรแกรมในคอมพิวเตอร์

2.2.5 การจัดการความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

1) ประชุม วางแผน ทบทวนและมีการปรับปรุงแก้ไขพัฒนาคู่มือ แนวปฏิบัติต่าง ๆ ให้เหมาะสม

2) ประเมินผลการดำเนินงาน นำผลการประเมินพัฒนามาปรับปรุง

2.2.6 การพัฒนาระบบฐานข้อมูล

ดำเนินการจัดทำระบบการเก็บฐานข้อมูลครุภัณฑ์ การติดตามและรายงานผลอย่างเป็นระบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีการนำผลการประเมินพัฒนามาปรับปรุง

2.2.7 งานอื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

1) ดำเนินการจัดเตรียมสถานที่ลงทะเบียนการจัดงานต่าง ๆ ตามที่หัวหน้างานและผู้บริหารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหน่วยงานต่างๆมอบหมายเพื่อให้ผลการปฏิบัติงานบรรลุเป้าหมายตามที่กำหนด

2) ดูแลการสอบกลางภาคและปลายภาคของนักศึกษา ให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยเพื่อให้ผลการปฏิบัติงานบรรลุเป้าหมายตามที่กำหนด

ดังนั้นภาระงานที่ได้รับมอบหมายในการปฏิบัติงานสายสนับสนุนด้านการเรียนการสอนรายวิชาปฏิบัติการนั้น ผู้เขียนได้นำภาระงานในการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์ ในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์เรื่องการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน นั้นมาจัดทำคู่มือเพื่อเป็นประโยชน์ให้ผู้มาปฏิบัติงานแทนสามารถจัดเตรียมสารละลายและอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 3

หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน

การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานเรื่อง การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นคู่มือในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เพื่อให้การเตรียมสารละลายมีความเข้มข้นและได้ปริมาตรตามที่ต้องการที่ถูกต้อง และเตรียมอุปกรณ์ที่พร้อมใช้งานได้อย่างเพื่อพอ และเพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปตามมาตรฐานเดียวกันและสามารถทำงานแทนกันได้

3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน

3.1.1 หลักสูตรที่ใช้ในการปฏิบัติงาน

หลักสูตรระดับปริญญาตรีในสาขาเคมีเป็นหลักสูตรสำหรับเตรียมบุคลากรเพื่อทำงานในภาคอุตสาหกรรม รวมถึงภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับงานควบคุมคุณภาพ งานวิจัย และการศึกษา โดยภาควิชาเคมีได้ดำเนินการปรับปรุงหลักสูตรระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีประยุกต์) และเริ่มใช้ในปีการศึกษา 2564 โดยเป็นหลักสูตรทางวิชาการ ระยะเวลาการศึกษา 4 ปี รับนักศึกษาไทยและต่างชาติที่สามารถสื่อสารภาษาไทยได้ ในแต่ละชั้นปีหลักสูตรฯ ทำการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับการผลิตบัณฑิตนักปฏิบัติซึ่งเป็นพื้นฐานเดิมของภาควิชา รวมถึงจัดการเรียนการสอน กิจกรรมเพื่อส่งเสริมทักษะการเป็นผู้ประกอบการ และนวัตกร ตามนโยบายมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยในกลุ่มผลิตบัณฑิตที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเทคโนโลยี [2]

3.1.2 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร มีดังนี้

ชั้นปีที่ 1 เน้นพื้นฐานความรู้และปฏิบัติการทางด้านวิทยาศาสตร์ (เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา) คณิตศาสตร์ และภาษาอังกฤษพื้นฐาน รวมถึงพื้นฐานด้านการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)

ชั้นปีที่ 2 และ 3 ในช่วงต้นจะเน้นวิชาพื้นฐานที่เป็นวิชาเฉพาะทางด้านเคมี เช่น เคมีอินทรีย์ (Organic Chemistry) เคมีอนินทรีย์ (Inorganic Chemistry) เคมีวิเคราะห์ (Analytical Chemistry) เคมีเชิงฟิสิกส์ (Physical Chemistry) ชีวเคมี (Biochemistry) จากนั้นจึงให้นักศึกษาเลือกรายวิชาเพื่อให้

สอดคล้องกับการทำโครงงาน (Project in Applied Chemistry 1) โดยในหลักสูตรเคมีประยุกต์ได้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มรายวิชา คือ กลุ่มเคมีวัสดุ และกลุ่มเคมีสิ่งแวดล้อม

ชั้นปีที่ 4 นักศึกษาจะได้ออกสหกิจศึกษาในสถานประกอบการ ตลอดภาคการศึกษาที่ 1 และทำวิจัยในรายวิชาโครงงาน (Project in Applied Chemistry 2) ร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา นอกจากนี้ หลักสูตรได้บรรจุวิชาบังคับ 2 รายวิชา คือ ความเป็นผู้ประกอบการ (Entrepreneurship) และแนวคิดธุรกิจสำหรับนักเคมี (Business Mindset for Chemists) เพื่อให้บัณฑิตจากหลักสูตรฯ เห็นแนวโน้มและแนวคิดในการทำธุรกิจในปัจจุบัน โดยเสริมสร้างความเข้าใจด้านสำคัญ เช่น การจัดการองค์การ การตลาด การจัดการด้านการเงิน และเห็นตัวอย่างการเป็นผู้ประกอบการที่ประสบความสำเร็จ และการจัดทำแบบจำลองธุรกิจ

สำหรับคู่มือการปฏิบัติงานเรื่องการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เป็นคู่มือสำหรับการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์ในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ (Analytical Chemistry) ของหลักสูตรระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีประยุกต์) เริ่มใช้ในปีการศึกษา 2564

3.1.3 แผนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

รายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์เป็นวิชาเฉพาะทางด้านเคมี จัดอยู่ในหมวดวิชาชีพเป็นรายวิชาที่ใช้ในการเรียนการของนักศึกษาระดับปริญญาตรีภาควิชาเคมีระดับชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2 เพื่อให้นักศึกษาได้ใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาของสารเคมีได้

1) จุดมุ่งหมายของรายวิชา

1.1) รู้และเข้าใจ

(1) เข้าใจหลักการการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

(2) เข้าใจหลักการการวิเคราะห์โดยน้ำหนัก

(3) เข้าใจหลักการการไทเทรตประเภทต่าง ๆ ได้แก่ การไทเทรตแบบกรด-เบส การไทเทรตแบบรีดอกซ์ การไทเทรตแบบเกิดไอออนเชิงซ้อน และการไทเทรตแบบเกิดตะกอน

(4) เข้าใจหลักการการวิเคราะห์โดยเทคนิคคัลเลอร์ลิเมตรีเบื้องต้น

(5) เข้าใจหลักการการวิเคราะห์โดยเทคนิคโวลแทมเมตรี

1.2) ปฏิบัติการ

(1) มีทักษะในการใช้อุปกรณ์ และเครื่องมือในการปฏิบัติการทางเคมี

(2) มีทักษะในการปฏิบัติการเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

(3) มีทักษะในการปฏิบัติการเกี่ยวกับการวิเคราะห์โดยน้ำหนัก

(4) มีทักษะในการปฏิบัติการเกี่ยวกับการไทเทรตประเภทต่าง ๆ ได้แก่ การไทเทรตแบบกรด-เบส การไทเทรตแบบรีดอกซ์ การไทเทรตแบบเกิดไอออนเชิงซ้อน และการไทเทรตแบบเกิดตะกอน

(5) มีทักษะในการปฏิบัติการเกี่ยวกับการวิเคราะห์โดยเทคนิคคัลเลอร์ลิเมตรี

(6) มีทักษะในการปฏิบัติการเกี่ยวกับการวิเคราะห์โดยเทคนิคโวลแทมเมตรี

2) คำอธิบายรายวิชา

ปฏิบัติการเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก การไทเทรตแบบกรด-เบส การไทเทรตแบบรีดอกซ์ การไทเทรตแบบเกิดไอออนเชิงซ้อน การไทเทรตแบบเกิดตะกอนและการวิเคราะห์โดยเทคนิคคัลเลอร์ริเมตรี

Experiments in qualitative analysis, gravimetric analysis, acid- base titration, redox titration, complexation titration, precipitation titration and colorimetric analysis.

ตารางที่ 3.1 แสดงหมวดที่ 5. แผนการสอนและการประเมินผล รายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ [3]

1 แผนการสอน

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)	ผู้สอน
		จำนวนชั่วโมงทฤษฎี	จำนวนชั่วโมงปฏิบัติ		
1	1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับความปลอดภัยและการใช้อุปกรณ์เคมี 1.1 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ 1.1.1 ข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ 1.1.2 ประเภทของสารเคมีและการกำจัด 1.2 การใช้อุปกรณ์เคมี 1.2.1 การเลือกใช้อุปกรณ์ให้เหมาะกับการใช้งาน 1.2.2 วิธีการใช้อุปกรณ์ 2. การเตรียมสารละลายสำหรับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ 2.1 การเตรียม	0	3	บรรยาย ถาม ตอบ ปฏิบัติการทดลอง / คู่มือปฏิบัติการ	1. ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร / 2. รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)	ผู้สอน
		จำนวนชั่วโมงทฤษฎี	จำนวนชั่วโมงปฏิบัติ		
	สารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ จากสารที่เป็นของเหลว 2.2 การเตรียมสารละลายในหน่วยความเข้มข้นต่าง ๆ จากสารที่เป็นของแข็ง				
2	3. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ 3.1 การวิเคราะห์แคตไอออน 3.1 การแยกแคตไอออนและปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง 3.2 การทดสอบแคตไอออนและปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง	0	3	ทำแผนการทดลอง บรรยาย ถามตอบ ปฏิบัติการทดลอง และมอบหมายงาน / คู่มือปฏิบัติการ	1. ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร / 2. รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่
3	3. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (ต่อ) 3.3 การ	0	3	ทำแผนการทดลอง บรรยาย ถาม	1. ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร / 2. รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)	ผู้สอน
		จำนวนชั่วโมงทฤษฎี	จำนวนชั่วโมงปฏิบัติ		
	วิเคราะห์ตัวอย่างแคตไอออน			ตอบปฏิบัติการ ทดลองและมอบหมายงาน / คู่มือปฏิบัติการ	
4	3. การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (ต่อ) 3.2 การวิเคราะห์แอนไอออน 3.1 การแยกแอนไอออนและปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง 3.2 การทดสอบแอนไอออนและปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง	0	3	ทำแผนการทดลอง บรรยาย ถามตอบ ปฏิบัติการทดลองและมอบหมายงาน / คู่มือปฏิบัติการ	1. ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร / 2. รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่
5	4. การไทเทรตแบบกรด-เบส 4.1 เทคนิคการทดลองและอุปกรณ์ที่ใช้ในการไทเทรต	0	3	ทำแผนการทดลอง บรรยาย ถามตอบ ปฏิบัติการ	1. ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร / 2. รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)	ผู้สอน
		จำนวนชั่วโมงทฤษฎี	จำนวนชั่วโมงปฏิบัติ		
	4.2 อินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรตแบบกรด-เบส 4.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน 4.4 การหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐาน 4.5 การหาสภาพความเป็นด่างรวมของน้ำตัวอย่าง			ทดลองและมอบหมายงาน / คู่มือปฏิบัติการ	
6	4. การไทเทรตแบบกรด-เบส (ต่อ) 4.6 การหาปริมาณคาร์บอเนตและไฮโดรเจนคาร์บอเนตในของผสม 4.7 การหาปริมาณคาร์บอเนตและไฮดรอกไซด์ในของผสม	0	3	ทำแผนการทดลอง บรรยาย ถาม ตอบ ปฏิบัติการทดลอง และมอบหมายงาน / คู่มือปฏิบัติการ	1. ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร / 2. รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)	ผู้สอน
		จำนวนชั่วโมงทฤษฎี	จำนวนชั่วโมงปฏิบัติ		
7	5.1.1 อินดิเคเตอร์ 5.1.2 การเตรียมและการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต 5.1.3 การหาปริมาณเหล็กในตัวอย่างแร่ 5.2 การไทเทรตด้วยโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 5.2.1 อินดิเคเตอร์ 5.2.2 การเตรียมและการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 5.2.3 การหาปริมาณเหล็กในตัวอย่างแร่	0	3	ทำแผนการทดลอง บรรยาย ถาม ตอบ ปฏิบัติการทดลอง และมอบหมายงาน / คู่มือปฏิบัติการ	1. ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร / 2. รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)	ผู้สอน
		จำนวนชั่วโมงทฤษฎี	จำนวนชั่วโมงปฏิบัติ		
8	5. การไทเทรตแบบรีดอกซ์ (ต่อ) 5.3 ไอโอดิเมตรี 5.3.1 การเตรียมและการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 5.3.2 การหาปริมาณทองแดงในตัวอย่างลวดทองแดง	0	3	ทำแผนการทดลอง บรรยาย ถาม ตอบ ปฏิบัติการทดลองและมอบหมายงาน / คู่มือปฏิบัติการ	1. ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร / 2. รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่
9	6. การไทเทรตแบบเกิดไอออนเชิงซ้อน 6.1 สารเชิงซ้อนที่เกิดจาก EDTA กับไอออนโลหะ 6.2 การไทเทรตด้วย EDTA 6.2.1 การเตรียมและการหาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลาย EDTA 6.2.2 การหาปริมาณแคลเซียมใน	0	3	ทำแผนการทดลอง บรรยาย ถาม ตอบ ปฏิบัติการทดลองและมอบหมายงาน/ คู่มือปฏิบัติการ	1. ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร / 2. รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)	ผู้สอน
		จำนวนชั่วโมงทฤษฎี	จำนวนชั่วโมงปฏิบัติ		
	สารตัวอย่าง 6.2.3 การหาความกระด้างของน้ำ				
10	7. การไทเทรตแบบเกิดตะกอน 7.1 ตะกอนที่เกิดจากซิลเวอร์ไอออนกับแอนไอออน 7.2 การไทเทรตด้วยซิลเวอร์ไอออน 7.2.1 การหาปริมาณคลอไรด์โดยวิธีของโมฮร์ 7.2.2 การหาปริมาณคลอไรด์โดยวิธีของโวลฮาร์ด	0	3	ทำแผนการทดลอง บรรยาย ถามตอบ ปฏิบัติการทดลอง และมอบหมายงาน / คู่มือปฏิบัติการ	1. ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร / 2. รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่
11	8. การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก 8.1 เทคนิคการทดลองที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์โดยน้ำหนัก	0	3	ทำแผนการทดลอง บรรยาย ถามตอบ ปฏิบัติการทดลองและมอบหมายงาน	1. ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร / 2. รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)	ผู้สอน
		จำนวนชั่วโมงทฤษฎี	จำนวนชั่วโมงปฏิบัติ		
	8.2 การวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสในปุ๋ย			/ คู่มือปฏิบัติการ	
12	9. การหาปริมาณเหล็กโดยเทคนิคคัลเลอร์ริเมตรี	0	3	ทำแผนการทดลอง บรรยาย ถามตอบ ปฏิบัติการทดลอง และมอบหมายงาน/ คู่มือปฏิบัติการ	1. ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร / 2. รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่
13	10. การวิเคราะห์โดยเทคนิคโวลแทมเมตรี 10.1 เทคนิคไซคลิกโวลแทมเมตรี	0	3	ทำแผนการทดลอง บรรยาย ถามตอบ ปฏิบัติการทดลอง และมอบหมายงาน / คู่มือปฏิบัติการ	1. ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร / 2. รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง		กิจกรรมการเรียน การสอน สื่อที่ใช้ (ถ้ามี)	ผู้สอน
		จำนวนชั่วโมงทฤษฎี	จำนวนชั่วโมงปฏิบัติ		
14	10. การวิเคราะห์โดยเทคนิคโวลแทมเมตรี (ต่อ) 10.2 เทคนิคดิฟเฟอร์เรนเชียลพัลส์โวลแทมเมตรี	0	3	ทำแผนการทดลอง บรรยาย ถามตอบ ปฏิบัติการทดลองและมอบหมายงาน / คู่มือปฏิบัติการ	1. ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร / 2. รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่
15	สอบปฏิบัติ	0	3	ปฏิบัติการทดลองและมอบหมายงาน / คู่มือปฏิบัติการ	1. ดร.ชาคร ชินวงศ์อมร / 2. รศ.ดร.ศิริวรรณ ตี้ภู่

ในคู่มือปฏิบัติงานฉบับนี้ เลือกเฉพาะปฏิบัติการเกี่ยวกับการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ วิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน แคตไอออนคืออะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่มีประจุบวกเนื่องจากการเสียอิเล็กตรอน ในการทดลองนี้จะทำการวิเคราะห์แคตไอออนทั้งหมด 14 ชนิด คือ ซิลเวอร์ (Ag^{+}), เมอร์คิวรี่ (I) (Hg_2^{2+}), เลด (Pb^{2+}), บิสมัท (Bi^{3+}), คอปเปอร์ (II)(Cu^{2+}), ทิน(IV)(Sn^{4+}), ไอรอน(III) (Fe^{3+}), แมงกานีส (II)(Mn^{2+}), นิกเกิล (Ni^{2+}), อะลูมิเนียม (Al^{3+}), แบเรี่ยม (Ba^{2+}), แคลเซี่ยม (Ca^{2+}), โซเดียม (Na^{+}) และแอมโมเนี่ยม (NH_4^{+})

และแอนไอออนคืออะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่มีประจุลบเนื่องจากการรับอิเล็กตรอน ในการทดลองนี้จะทำการวิเคราะห์แอนไอออน ทั้งหมด 10 ชนิด คือ ซัลเฟต (SO_4^{2-}), ซัลไฟต์ (SO_3^{2-}), โครเมต (CrO_4^{2-}), ไอโอไดด์ (I^{-}), โบรไมด์ (Br^{-}), ไนเตรต (NO_3^{-}), คาร์บอเนต (CO_3^{2-}), ซัลไฟด์ (S^{2-}), คลอไรด์ (Cl^{-}) และฟอตเฟต (PO_4^{3-})

3) บทปฏิบัติวิธีการทดลองการวิเคราะห์แคตไอออน [4]

แคตไอออนคืออะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่มีประจุบวกเนื่องจากการเสียอิเล็กตรอน ในการทดลองนี้จะทำการวิเคราะห์แคตไอออนทั้งหมด 14 ชนิด คือ ซิลเวอร์ (Ag+), เมอร์คิวรี่ (I) (Hg22+), เลด (Pb2+), บิสมัท (Bi3+), คอปเปอร์ (II)(Cu2+), ทิน(IV)(Sn4+), ไอรอน(III) (Fe3+), แมงกานีส (II)(Mn2+), นิกเกิล (Ni2+), อะลูมิเนียม (Al3+), แบเรี่ยม (Ba2+), แคลเซี่ยม (Ca2+), โซเดียม (Na+) และ แอมโมเนี่ยม (NH4+)

เทคนิคสำคัญที่จะต้องใช้ในการทดลองครั้งนี้คือ การใช้เครื่องเซนตริฟิวจ์ (Centrifugation) ในการเซนตริฟิวจ์ต้องใช้ทดลองพลาสติกที่มีขนาดเดียวกันใส่สารตัวอย่างปริมาตรเท่ากันในตำแหน่งที่ตรงกันข้ามเพื่อให้เครื่องมีความสมดุลขณะที่เครื่องกำลังทำงาน สารที่นอนก้นเรียกว่าตะกอน สารละลายใสซึ่งมีสีหรือไม่มีสีก็ได้เรียกว่าเซนตริฟิวเกต โดยการวิเคราะห์เชิงคุณภาพแคตไอออนในการทดลองครั้งนี้ ต้องทำการแยกแคตไอออนออกเป็นกลุ่มต่างๆ การแยกและทดสอบแคตไอออนแต่ละชนิดในกลุ่มนั้นๆ โดยใช้อุปกรณ์และสารเคมีทั้งกรดและเบสเข้มข้นหลายชนิดซึ่งมีอันตรายมาก ดังนั้นนักศึกษาทุกคนต้องใส่แว่นตานิรภัยในการทดลองตลอดเวลา และต้องเทสารอย่างระมัดระวัง

3.1) การตกตะกอนแคตไอออนหมู่ 1 (Ag^+, Hg_2^{2+}, Pb^{2+})

ใส่สารละลายตัวอย่าง 10 หยด (0.5 มิลลิลิตร) ในหลอดทดลองขนาดเล็ก หยด 6 M HCl จำนวน 4 หยด นำไปเซนตริฟิวจ์ ทดสอบว่าแคตไอออนหมู่1 ตกตะกอนสมบูรณ์หรือไม่โดยการเติม 6 M HCl จำนวน 1 หยด ถ้ามีตะกอนเกิดขึ้นอีกแสดงว่ายังตกตะกอนไม่สมบูรณ์ ให้เติม 6 M HCl จำนวน 2 หยด คนให้ทั่วแล้วนำไปเซนตริฟิวจ์ ทำขั้นตอนนี้ซ้ำจนกระทั่งเมื่อเติม 6 M HCl จำนวน 1 หยด ในสารละลายหลังเซนตริฟิวจ์แล้วไม่มีตะกอนเกิดขึ้นอีก แสดงว่าแคตไอออนหมู่ 1 ตกตะกอนสมบูรณ์แล้ว (ถ้าตกตะกอนไม่สมบูรณ์แตคไอออนหมู่ 1 จะไปรบกวนการวิเคราะห์แคตไอออนหมู่ 2-4) ถ้าสารละลายตัวอย่างมีแคตไอออน หมู่ 2-4 ให้สารละลายส่วนใสในหลอดทดลองขนาดเล็กที่สะอาด แล้วเก็บไว้วิเคราะห์แคตไอออนหมู่ 2–4 ต่อไป สำหรับหลอดทดลองที่มีตะกอนของแคตไอออนหมู่ 1 ให้ล้างตะกอน โดยเติมน้ำกลั่นที่เย็น 5 หยด คนสารให้ทั่วแล้วนำไปเซนตริฟิวจ์ เทสารละลายส่วนใสรวมกับสารละลายที่ได้ก่อนหน้านี้ แล้วเก็บไว้ทดสอบตามข้อ 4) สำหรับตะกอนของแคตไอออนหมู่1 เก็บไว้ทดสอบตามข้อ 3.2)

$Ag^+(aq) + Cl^-(aq) \longrightarrow AgCl(s)$ ตะกอนสีขาว

$Hg_2^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) \longrightarrow Hg_2Cl_2(s)$ ตะกอนสีขาว

$Pb^{2+}(aq) + 2Cl^{-}(aq) \longrightarrow PbCl_2(s)$ ตะกอนสีขาว

หมายเหตุ 1 ในการตกตะกอน AgCl และ $PbCl_2$ ถ้าเติม 6 M HCl มากเกินไป ตะกอน AgCl และ $PbCl_2$ จะละลายอยู่ในรูปสารเชิงซ้อน $PbCl_4^{2-}$ และ $AgCl_2^{-}$ ตามลำดับ

$PbCl_2(s) + 2Cl^{-}(aq) \longrightarrow PbCl_4^{2-}(aq)$

$AgCl(s) + Cl^{-}(aq) \longrightarrow AgCl_2^{-}(aq)$

3.2) การแยกและการทดสอบ Pb^{2+}

เติมน้ำกลัน 15 หยดลงในตะกอน แคตไอออนหมู่ 1 ที่ได้ในข้อ 3.1) นำไปแช่ในน้ำร้อน ใช้แท่งแก้วคนสารเป็นเวลา 1 นาที รีบนำไปเซนตริฟิวจ์ เทสารละลายส่วนที่ใสซึ่งยังร้อนอยู่ใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็กที่สะอาด ทำขั้นตอนนี้ซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยเก็บสารละลายส่วนที่ใสไว้รวมกัน ซึ่งจะมี Pb^{2+} อยู่ (ถ้ามีอยู่ในสารละลายตัวอย่าง)

$PbCl_2(s) \xrightarrow{\triangle} Pb^{2+}(aq) + 2Cl^{-}(aq)$

เก็บตะกอนไว้ทดลองตามข้อ 3.3) สำหรับสารละลายส่วนที่ใสให้เติม 1 M K_2CrO_4 3 หยด ถ้าเกิดตะกอนสีเหลืองของ $PbCrO_4$ แสดงว่ามี Pb^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง

$Pb^{2+}(aq) + CrO_4^{2-}(aq) \longrightarrow PbCrO_4(s)$ ตะกอนสีเหลือง

3.3) การแยกและการทดสอบ Ag^{+} และ Hg^{2+}

เติม 6 M NH_3 10 หยด ลงในตะกอนที่ได้ในข้อ 3.2) ถ้าเกิดตะกอนสีเทาดำแสดงว่ามี Hg_2^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง (ตะกอน $HgNH_2Cl$ สีขาวกระจายตัวเป็นคอลลอยด์อยู่ใน Hg

$Hg_2Cl_2(s) + 2NH_3(aq) \longrightarrow HgNH_2Cl(s) + Hg(\ell) + NH_4^{+}(aq) + Cl^{-}(aq)$

$AgCl(s) + 2NH_3(aq) \longrightarrow Ag(NH_3)^{2+}(aq) + Cl^{-}(aq)$

นำไปเซนตริฟิวจ์ เทสารละลายส่วนที่ใสในหลอดทดลองขนาดเล็กที่สะอาด เติม 6 M HNO_3 20 หยด ลงในสารละลายส่วนที่ใส คนสาร ถ้ายังไม่เป็นกรดให้เติม 6 M HNO_3 ทีละหยดจนเป็นกรด ถ้าเกิดตะกอนสีขาวของ AgCl แสดงว่ามี Ag^{+} ในสารละลายตัวอย่าง

$Ag(NH_3)^{2+}(aq) + Cl^{-}(aq) + 2H^{+}(aq) \longrightarrow AgCl(s) + 2NH_4^{+}(aq)$

3.4) ออกซิเดชั่นของ Sn^{2+} และการตกตะกอนแคตไอออนหมู่ 2 (Pb^{2+}, Cu^{2+}, Bi^{3+}, Sn^{4+})

นำสารละลายส่วนที่ใสที่ได้จากการทดลองข้อ 3.1) ใส่ในชามระเหย เติม 3% w/v H_2O_2 4 หยด และ 2 M HCl 4 หยด นำไปให้ความร้อนด้วยเปลวไฟโดยการเลื่อนชามระเหยไปและกลับด้านหลัง ถ้าบริเวณก้นชามระเหยมีสีน้ำตาล แสดงว่าความร้อนมากเกินไป ให้นำชามระเหยออกห่างจากเปลวไฟ แล้วหมุนชามระเหยจนกระทั่งสีน้ำตาลหายไป เมื่อปริมาตรของสารละลายที่เหลือประมาณ 5 หยด หยุดให้ความร้อน ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น จะเหลือสารปริมาณ 3หยด

$$Sn^{2+} + 2H^+ (aq) + H_2O_2 (aq) \longrightarrow Sn^{4+} (aq) + 2H_2O (\ell)$$

เติม 6 M HCl 10 หยด ลงในชามระเหย นำไประเหยในตู้ดูดควันจนข้นโดยระวังอย่าให้ความร้อนมากเกินไป ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น เติม 2 M HCl 5 หยด และน้ำกลั่น 5 หยด คนให้ละลายแล้วถ่ายใส่หลอดทดลองขนาดเล็ก เติม 1 M Thioacetamide 10 หยด คนแล้วนำไปแช่ในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที คนบ้างขณะให้ความร้อน (ถ้าเกิดฟองมาก ให้ยกหลอดออกจากน้ำเดือดแล้วค่อยแช่ใหม่) หลัง 10 นาที นำหลอดทดลองออกมาเติมน้ำร้อน 10 หยด และ เติม 1 M Thioacetamide 10 หยด และ 1 M $NH_4C_2H_3O_2$ 2 หยด คนแล้วนำไปแช่ในน้ำเดือดเป็นเวลา 10 นาที คนบ้างขณะให้ความร้อน ทิ้งให้เย็นแล้วนำไปเซนตริฟิวจ์ ใช้หลอดหยดดูดสารละลายส่วนที่ใสใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็ก ซึ่งอาจมีแคตไอออนหมู่ 3-4 ส่วนตะกอนเป็นตะกอนซัลไฟด์ของแคตไอออนหมู่ 2

$$CH_3CSNH_2 (aq) + 2H_2O (\ell) \longrightarrow H_2S (aq) + C_2H_3O_2^- (aq) + NH_4^+ (aq)$$

$$H_2S (aq) \longleftrightarrow 2H^+ (aq) + S^{2-} (aq)$$

$$Pb^{2+} (aq) + S^{2-} (aq) \longrightarrow PbS (s) \quad \text{สีดำ}$$

$$Cu^{2+} (aq) + S^{2-} (aq) \longrightarrow CuS (s) \quad \text{สีดำ}$$

$$2Bi^{3+} (aq) + 3S^{2-} (aq) \longrightarrow Bi_2S_3 (s) \text{ สีน้ำตาล}$$

$$Sn^{4+} (aq) + 2S^{2-} (aq) \longrightarrow SnS_2 (s) \text{ สีเหลือง}$$

ทดสอบสารละลายส่วนที่ใสว่าแคตไอออนหมู่ 2 ตกตะกอนสมบูรณ์หรือไม่โดยการเติมน้ำ 3 หยด เติม1 M $NH_4C_2H_3O_2$ 1 หยด และ 1 M Thioacetamide 2 หยด คนแล้วนำไปแช่ในน้ำเดือดเป็นเวลา 1 นาที ถ้ามีตะกอนที่มีสีเกิดขึ้น ให้ความร้อนต่อไปอีก 3 นาที แล้วนำไปเซนตริฟิวจ์ (อาจเกิด

คอลลอยด์สีขาวของ S) ทำขั้นตอนนี้ซ้ำจนกระทั่งแคตไอออนหมู่ 2 ตกตะกอนสมบูรณ์ แยกสารละลายส่วนที่ใสซึ่งอาจมีแคตไอออนหมู่ 3-4 ใส่ในชามระเหย นำไปให้ความร้อนโดยใช้เปลวไฟจนกระทั่งปริมาตรของสารละลายลดลงเหลือ 0.5 มิลลิลิตร ถ่ายสารลงในหลอดทดลองขนาดเล็ก ล้างชามระเหยด้วยน้ำกลั่น 6 หยด เทน้ำล้างรวมกับสารละลายก่อนหน้านี้ ปิดปากหลอดด้วยจุกยาง แล้วเก็บไว้ทดสอบตามข้อ 3.9)

สำหรับตะกอนของแคตไอออนหมู่ 2 ให้นำมารวมกันโดยถ่ายใส่หลอดทดลองขนาดเล็ก (ใช้น้ำ 2-3 หยด ช่วยถ่ายตะกอน) ล้างตะกอน 3 ครั้ง ครั้งที่ 1 ใช้น้ำร้อน 10 หยด ครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ใช้สารละลายที่ร้อน 0.5 M $NH_4C_2H_3O_2$ 20 หยด การล้างตะกอนแต่ละครั้งให้ใช้แท่งแก้วคน แล้วนำไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งน้ำล้าง (ถ้าตะกอนเปลี่ยนเป็นคอลลอยด์ระหว่างการล้างตะกอนให้เติม 1 M $NH_4C_2H_3O_2$ 10 หยด แล้วนำไปแช่ในน้ำเดือด) เก็บตะกอนไว้ทดสอบตามข้อ 3.5)

3.5) การแยก Sn^{4+} ออกจากตะกอน PbS, CuS และ Bi_2S_3

นำตะกอนที่ได้จากการทดลองข้อ 3.4) มาเติมสารละลาย $(NH_4)_2S$ 10 หยด คนแล้วนำไปแช่ในน้ำเดือดเป็นเวลา 3-4 นาที (ถ้าเกิดฟองมาก ให้ยกหลอดออกจากน้ำเดือดแล้วค่อยแช่ใหม่) นำไปเซนตริฟิวจ์ เทสารละลายส่วนที่ใสเก็บไว้ในหลอดทดลองขนาดเล็ก ทำขั้นตอนนี้ซ้ำอีกครั้งโดยใช้สารละลาย $(NH_4)_2S$ 7 หยดนำไปเซนตริฟิวจ์ เทสารละลายส่วนที่ใสรวมกับที่เก็บไว้ในครั้งแรก ปิดปากหลอดทดลองด้วยจุกยาง แล้วเก็บไว้ทดสอบ Sn^{4+} ตามข้อ 3.8)

$$SnS_2\ (s) + S^{2-}\ (aq) \longrightarrow SnS_3^{2-}\ (aq)$$

ล้างตะกอน 2 ครั้ง ด้วยสารละลายที่ร้อน 0.5 M $NH_4C_2H_3O_2$ ครั้งละ 20 หยด การล้างตะกอนแต่ละครั้งให้ใช้แท่งแก้วคน แล้วนำไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งน้ำล้าง สำหรับตะกอนซึ่งอาจเป็น PbS, CuS และ Bi_2S_3 ให้เก็บไว้ทดสอบตามข้อ 3.6)

3.6) การแยกและการทดสอบ Pb^{2+}

นำตะกอนที่ได้จากการทดลองข้อ 3.5) มาเติม 3 M HNO_3 1 มิลลิลิตร (20 หยด) คนให้ทั่ว แล้วถ่ายตะกอนใส่ชามระเหย นำไปให้ความร้อนด้วยเปลวไฟ (อย่าให้ร้อนมาก) 1 นาที ระหว่างให้ความร้อนเติม 3 M HNO_3 เพื่อเพิ่มรักษาปริมาตรของสารละลายให้คงที่

$$3PbS\ (s) + 8H^+\ (aq) + 2NO_3^-\ (aq) \longrightarrow 3Pb^{2+}\ (aq) + 3S\ (s) + 2NO\ (g) + 4H_2O\ (\ell)$$

$$3CuS\ (s) + 8H^+\ (aq) + 2NO_3^-\ (aq) \longrightarrow 3Cu^{2+}\ (aq) + 3S\ (s) + 2NO\ (g) + 4H_2O\ (\ell)$$

$$Bi_2S_3\ (s) + 8H^+\ (aq) + 2NO_3^-\ (aq) \longrightarrow 2Bi^{3+}\ (aq) + 3S\ (s) + 2NO\ (g) + 4H_2O\ (\ell)$$

ทิ้งให้เย็นถ่ายใส่หลอดทดลองขนาดเล็ก นำไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งตะกอนของ S ถ่ายสารละลายส่วนที่ใส ใส่ในชามระเหย เติม 18 M H_2SO_4 6 หยด นำไประเหยในตู้ดูดควันจนกระทั่งสารละลายมีปริมาตรลดลงเหลือประมาณ 1 หยด และเกิดควันสีขาวของ SO_3 จนมองไม่เห็นก้นชามระเหย ซึ่งแสดงว่า HNO_3 ถูกกำจัดหมดแล้ว ทิ้งให้เย็น เติมน้ำ 20 หยด คนแล้วรีบถ่ายใส่หลอดทดลองขนาดเล็กก่อนที่สารละลายจะขุ่น ทิ้งไว้ให้เย็น ถ้าเกิดตะกอนสีขาวของ $PbSO_4$ แสดงว่ามี Pb^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง

$$Pb^{2+}\ (aq) + SO_4^{2-}\ (aq) \longrightarrow PbSO_4\ (s)$$

นำไปเซนตริฟิวจ์ เก็บสารละลายส่วนที่ใสไว้ทดสอบตามข้อ 3.7) สำหรับตะกอนนำไปล้างด้วยน้ำเย็น 2 ครั้งๆละ 10 หยด แต่ละครั้งนำหลอดทดลองไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งน้ำล้าง นำตะกอนไปเติม 1 M $NH_4C_2H_3O_2$ 6 หยด คนประมาณ 15 วินาที เติม 1 M K_2CrO_4 1 หยด ถ้ามี Pb^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง จะเกิดตะกอนสีเหลืองของ $PbCrO_4$

$$PbSO_4\ (s) + 4C_2H_3O_2^-\ (aq) \longrightarrow Pb(C_2H_3O_2)_4^{2-}\ (aq) + SO_4^{2-}\ (aq)$$

$$Pb(C_2H_3O_2)_4^{2-}\ (aq) + CrO_4^{2-}\ (aq) \longrightarrow 4C_2H_3O_2^-\ (aq) + PbCrO_4\ (s)$$

3.7) การแยก Bi^{3+} และการทดสอบ Bi^{3+} และ Cu^{2+}

นำสารละลายส่วนที่ใสที่ได้จากการทดลองข้อ 3.6) มาเติม 15 M NH_3 ทีละหยด พร้อมคน จนกระทั่งสารละลายเป็นเบส (ระวังอย่าให้ถูกผิวหนังและอย่าสูดไอ 15 M NH_3) ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้มของ $Cu(NH_3)_4^{2+}$ แสดงว่ามี Cu^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง

$$Cu^{2+}\ (aq) + 4NH_3\ (aq) \longrightarrow Cu(NH_3)_4^{2+}\ (aq)$$

$$Bi^{3+}\ (aq) + 3NH_3\ (aq) + 3H_2O\ (\ell) \longrightarrow 3NH_4^+\ (aq) + Bi(OH)_3\ (s)$$

นำไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งสารละลายส่วนที่ใส เก็บตะกอนสีขาวที่มีลักษณะคล้ายเจลลาตินซึ่งอาจจะเป็น $Bi(OH)_3$ ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน 10 หยด นำไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งน้ำล้าง นำตะกอนไปเติม 6 M NaOH 6 หยด และเติม 0.2 M $SnCl_2$ ที่เพิ่งเตรียม 4 หยด ถ้าเกิดตะกอนสีดำของ Bi แสดงว่ามี Bi^{3+} ในสารละลายตัวอย่าง

$$2Bi(OH)_3\ (s) + 3Sn(OH)_4^{2-}\ (aq) \longrightarrow 3Sn(OH)_6^{2-}\ (aq) + 2Bi\ (s)$$

3.8) การทดสอบ Sn^{4+}

ถ่ายสารละลายส่วนที่ใสที่ได้จากการทดลองข้อ 3.5) ใส่ในชามระเหย นำไปให้ความร้อนด้วยเปลวไฟเป็นเวลา 1 นาที เพื่อไล่ H_2S แล้วเติมน้ำเย็น 4 หยด นำไปให้ความร้อนด้วยเปลวไฟ (อย่าให้ร้อนมาก)

จนละลาย แล้วให้ความร้อนต่อไปอีก 2 นาที ระหว่างที่ให้ความร้อนรักษาปริมาตรของสารละลายให้เท่าเดิม โดยเติม 6 M HCl (ถ้ายังมีตะกอนเหลืออยู่ ให้ความร้อนต่อไปจนตะกอนละลายหมด) รีบถ่ายสารละลายใส่หลอดทดลองขนาดเล็ก ทำให้เย็นโดยใช้น้ำผ่าน รีบเติม 0.1 M $HgCl_2$ 3 หยด คนสาร ตั้งทิ้งไว้ 1 นาที ถ้าเกิดตะกอนสีขาวหรือสีเทาแสดงว่ามี Sn^{4+} ในสารละลายตัวอย่าง

SnS_3^{2-} (aq) + $2H^+$ (aq) ⟶ SnS_2 (s) + H_2S (g)

SnS_2 (s) + $4H^+$ (aq) + $6Cl^-$ (aq) ⟶ $SnCl_6^{2-}$ (aq) + $2H_2S$ (g)

$SnCl_6^{2-}$ (aq) + 2Al (s) ⟶ $2SnCl_4^{2-}$ (aq) + $2AlCl_3$ (aq)

$2SnCl_4^{2-}$ (aq) + $3Hg_2Cl_2$ (aq) ⟶ $2SnCl_6^{2-}$ (aq) + Hg_2Cl_2 (s) + Hg (ℓ)

3.9) การตกตะกอนแคตไอออนหมู่ 3

นำสารละลายส่วนที่ใสใส่ในหลอดทดลองที่ได้จากการทดลองข้อ 3.4) (ถ้ามีตะกอนให้นำไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งตะกอน) ไปเติม 2 M NH_4Cl 5 หยด เติม 15 M NH_3 ที่ละหยดพร้อมคนจนกระทั่งสารละลายเป็นเบส (ใช้ประมาณ 2-3 หยด) แล้วเติม 15 M NH_3 เพิ่มอีก 2 หยด เติมน้ำ 1 มิลลิลิตร (20 หยด) คนสาร เติมสารละลาย $(NH_4)_2S$ 10 หยด นำไปแช่ในน้ำเดือดประมาณ 5 นาที (ถ้าเกิดฟองมาก ให้ยกหลอดออกจากน้ำเดือดแล้วค่อยแช่ใหม่) นำไปเซนตริฟิวจ์แล้วทดสอบว่าแคตไอออนหมู่ 3 ตกตะกอนสมบูรณ์หรือไม่ โดยเติมสารละลาย $(NH_4)_2S$ 1 หยด ถ้ามีตะกอนเกิดขึ้นให้เติมสารละลาย $(NH_4)_2S$ เพิ่มทำขั้นตอนนี้ซ้ำจนกระทั่งไม่มีตะกอนเกิดขึ้นอีก สังเกตสีของตะกอน เทสารละลายส่วนที่ใสใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็ก แล้วเก็บไว้ทดสอบแคตไอออนหมู่ 4 ตามข้อ 3.16)

H_2S (aq) ⟷ $2H^+$ (aq) + S^{2-} (aq)

NH_3 (aq) + H_2O (ℓ) ⟷ NH_4^+ (aq) + OH^- (aq)

Fe^{3+} (aq) + $3OH^-$ (aq) ⟶ $Fe(OH)_3$ (s) ตะกอนสีน้ำตาลแดง

$2Fe(OH)_3$ (s) บางส่วน + $3S^{2-}$ (aq) ⟶ $6OH^-$ (aq) + 2FeS (s) + S (s) ตะกอน FeS สีดำ

Al^{3+} (aq) + $3OH^-$ (aq) ⟶ $Al(OH)_3$ (s) ตะกอนไม่มีสี

$Ni(NH_3)_6^{2+}$ (aq) + S^{2-} (aq) ⟶ $6NH_3$ (aq) + NiS (s) ตะกอนสีดำ

Mn^{2+} (aq) + S^{2-} (aq) ⟶ MnS (s) ตะกอนสีน้ำตาล

สำหรับตะกอนของแคตไอออนหมู่ 3 ให้นำไปล้างตะกอน 2 ครั้ง ด้วย 0.5 M $NH_4C_2H_3O_2$ ครั้งละ 20 หยด การล้างตะกอนแต่ละครั้งให้ใช้แท่งแก้วคน นำไปให้ความร้อน แล้วนำไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งน้ำล้าง เก็บตะกอนไว้ทดลองตามข้อ 3.10)

3.10) การละลายตะกอนของแคตไอออนหมู่ 3

นำตะกอนของแคตไอออนหมู่ 3 ในหลอดทดลองที่ได้จากการทดลองข้อ 3.9) ไปเติม 12 M HCl 12 หยด แล้วเติม 16 M HNO_3 5 หยด อย่างระมัดระวัง (ถ้าสัมผัส 16 M HNO_3 ให้รีบล้างด้วยน้ำมากๆ) นำไปให้ความร้อนจนกระทั่งตกตะกอน เติมน้ำกลั่น 10 หยด ถ้ามีตะกอนของ S ให้นำไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งตะกอน เทสารละลายส่วนที่ใสใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็กที่สะอาด แล้วเก็บไว้ทดลองตามข้อ 3.10) สังเกตสีของสารละลาย

$Fe(OH)_3\ (s) + 3H^+\ (aq) \longrightarrow Fe^{3+}\ (aq) + 3H_2O\ (\ell)$

$FeS\ (s) + 2H^+\ (aq) \longrightarrow Fe^{2+}\ (aq) + H_2S\ (g)$

$3Fe^{2+}\ (aq) + NO_3^-\ (aq) + 4H^+\ (aq) \longrightarrow 3Fe^{3+}\ (aq) + NO\ (g) + 2H_2O\ (\ell)$

$Al(OH)_3\ (s) + 3H^+\ (aq) \longrightarrow Al^{3+}\ (aq) + 3H_2O\ (\ell)$

$3NiS\ (s) + 2NO_3^-\ (aq) + 8H^+\ (aq) \longrightarrow 3Ni^{2+}\ (aq) + 3S\ (s) + 2NO\ (g) + 4H_2O\ (\ell)$

$MnS\ (s) + 2H^+\ (aq) \longrightarrow Mn^{2+}\ (aq) + H_2S\ (g)$

3.11) การแยก Fe^{3+}, Ni^{2+} และ Mn^{2+} ออกจาก Al^{3+}

นำสารละลายในหลอดทดลองที่ได้จากการทดลองข้อ 3.10) มาเติม 6 M NaOH ทีละหยดพร้อมคนจนเป็นเบส (ถ้าสารในหลอดทดลองข้นมาก ให้เติมน้ำกลั่น 12 หยด) สังเกตสีของตะกอน นำไปเซนตริฟิวจ์ เทสารละลายส่วนที่ใสใส่หลอดทดลองขนาดเล็ก ซึ่งอาจมี Al^{3+} ไว้ทดสอบตามข้อ 3.15

$Fe^{3+}\ (aq) + 3OH^-\ (aq) \longrightarrow Fe(OH)_3\ (s)$ ตะกอนสีน้ำตาลแดง

$Ni^{2+}\ (aq) + 2OH^-\ (aq) \longrightarrow Ni(OH)_3\ (s)$ ตะกอนสีเขียว

$Mn^{2+}\ (aq) + 2OH^-\ (aq) \longrightarrow Mn(OH)_3\ (s)$ ตะกอนสีน้ำตาล

$Al^{3+}\ (aq) + 4OH^-\ (aq) \longrightarrow Al(OH)_4^-\ (aq)$

สำหรับตะกอน นำมาเติมน้ำกลั่น 20 หยด และ 6 M H_2SO_4 10 หยด คนสาร นำไปแช่น้ำร้อน 3 นาที จนตะกอนละลาย เติมน้ำกลั่น 12 หยด แบ่งสารละลายใสใส่หลอดทดลองขนาดเล็ก 3 หลอด ให้แต่ละหลอดมีปริมาตรใกล้เคียงกัน

$$Fe(OH)_3\ (s) + 3H^+\ (aq) \longrightarrow Fe^{3+}\ (aq) + 3H_2O\ (\ell)$$

$$Ni((OH)_2\ (s) + 2H^+\ (aq) \longrightarrow Ni^{2+}\ (aq) + 2H_2O\ (\ell)$$

$$Mn(OH)_2\ (s) + 2H^+\ (aq) \longrightarrow Mn^{2+}\ (aq)\ 2H_2O\ (\ell)$$

3.12) การทดสอบ Fe^{3+}

นำสารละลายในหลอดทดลองที่ 1 ที่แบ่งไว้จากการทดลองข้อ 3.11) มาเติม 0.2 M KSCN 2 หยด ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีแดงคล้ายเลือดของ $Fe(SCN)_6^{3+}$ แสดงว่ามี Fe^{3+} ในสารละลายตัวอย่าง ถ้าได้สีส้มอ่อนแล้วสงสัยว่าเป็น Fe^{3+} จากสารละลายตัวอย่างหรือเป็นสารปนเปื้อนจากรีเอเจนต์ที่ใช้ ให้ทำการทดสอบนี้โดยใช้สารละลายตัวอย่างที่ได้รับมาตอนเริ่มต้น 10 หยด

$$Fe^{3+}\ (aq) + 6SCN^-\ (aq) \longrightarrow Fe(SCN)_6^{3+}\ (aq)$$

3.13) การทดสอบ Mn^{2+}

นำสารละลายในหลอดทดลองที่ 2 ที่แบ่งไว้จากการทดลองข้อ 3.11) มาเติมน้ำกลั่นปริมาตรเท่ากับปริมาตรของสารละลายในหลอด เติม 3 M HNO_3 4 หยด แล้วเติมของแข็ง $NaBiO_3$ ลงไป 2-3 เม็ด นำไปเซนตริฟิวจ์ ถ้าสารละลายที่ใสมีสีชมพูหรือสีม่วงของ MnO_4^- แสดงว่ามี Mn^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง

$$2Mn^{2+}(aq) + 5NaBiO_3\ (s) + 14H^+(aq) \longrightarrow 5Bi^{3+}(aq) + 5Na^+\ (aq) + 7H_2O\ (\ell) + 2MnO_4^-\ (aq)$$

3.14) การทดสอบ Ni^{2+}

นำสารละลายในหลอดทดสอบที่ 3 ที่แบ่งไว้จากการทดลองข้อ 3.11) มาเติม 6 M NH_3 จนกระทั่งสารละลายเป็นเบส ถ้ามีตะกอนเกิดขึ้นให้นำไปเซนตริฟิว ทิ้งตะกอน นำสารละลายส่วนที่ใสไปเติมสารละลาย Dimethylglyoxime 4 หยด คนสาร แล้วตั้งทิ้งไว้ ถ้าเกิดตะกอนสีแดงของ $Ni(HDMG)_2$ แสดงว่ามี Ni^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง

$$Ni(NH_3)_6^{2+}\ (aq) + 2H_2DMG\ (aq) \longrightarrow 4NH_3\ (aq) + 2NH_4^+\ (aq) + Ni(HDMG)_2\ (s)$$

3.15) การทดสอบ Al^{3+}

แบ่งสารละลายส่วนที่ใสจากการทดลองข้อ 3.11) มาครึ่งหนึ่งใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็ก เติม 16 M HNO_3 จนกระทั่งสารละลายเป็นกรด (ถ้าสัมผัส 16 M HNO_3 ให้รีบล้างด้วยน้ำมากๆ)

$$Al(OH)_4^- (aq) + 6H^+ (aq) \longrightarrow Al^{3+} (aq) + 4H_2O (\ell)$$

เติม 15 M NH_3 พร้อมคนสาร จนกระทั่งสารละลายเป็นเบส ตั้งทิ้งไว้ 1 นาที ถ้าสารละลายตัวอย่างมี Al^{3+} จะเกิดตะกอนของ $Al(OH)_3$ คล้ายเจลลติน นำไปเซนตริฟิวจ์ ใช้หลอดหยดค่อยๆดูดสารละลายส่วนที่ใสทิ้งไป นำตะกอนไปล้างด้วยน้ำร้อน 2 ครั้งๆละ 20 หยด (การล้างตะกอนแต่ละครั้งให้ใช้แท่งแก้วคนสารแล้วนำไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งน้ำล้าง) นำตะกอนไปเติม 3 M HNO_3 7 หยด เพื่อละลายตะกอน จะได้สารละลาย Al^{3+} นำสารละลายไปเติม Aluminon Reagent 3 หยด เติม 6 M NH_3 ทีละหยด จนสารละลายเป็นเบสคนสาร แล้วนำไปเซนตริฟิวจ์ ถ้ามีตะกอนสีแดงของ $Al(OH)_3$ ที่ดูดซับ dye แสดงว่ามี Al^{3+} ในสารละลายตัวอย่าง

$$Al^{3+} (aq) + 3NH_3 (aq) + 3H_2O (\ell) \longrightarrow 3NH_4^+ (aq) + Al(OH)_3 (s)$$

3.16) การแยกและการทดสอบ Bi^{2+}

นำสารละลายส่วนที่ใสทั้งหมดในหลอดทดลองที่ได้จากการทดลองข้อ 3.9) มาเติม 6 M CH_3COOH จำนวน 8 หยด และเติม 1 M K_2CrO_4 1 หยด แล้วคนสาร ถ้าเกิดตะกอนสีเหลืองของ $BaCrO_4$ แสดงว่ามี Bi^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง นำไปเซนตริฟิวจ์ เก็บสารละลายส่วนที่ใสไว้ทดสอบ Ca^{2+} ตามการทดลองข้อ 17) สำหรับตะกอนนำไปละลายด้วย 6 M HCl แล้วนำไปทดสอบเปลวไฟ ตามวิธีต่อไปนี้

$$Ba^{2+} (aq) + CrO_4^{2-} (aq) \longrightarrow BaCrO_4 (s)$$

การทดสอบเปลวไฟทำได้โดยวางบนเตาให้ความร้อน ถ้าสารละลายตัวอย่างมี Ba^{2+} จะได้เปลวไฟสีเขียว (ถ้าความเข้มข้นของ Ba^{2+} ต่ำมาก จะสังเกตไม่เห็นสีเขียว) การยืนยันว่ามี Ba^{2+} อยู่ในสารละลายตัวอย่าง ทำได้โดยการเติม 6 M H_2SO_4 10 หยด ลงในสารละลายที่นำไปทดสอบ ถ้าสารละลายตัวอย่างมี Ba^{2+} จะได้ตะกอนสีขาวของ $BaSO_4$

$$Ba^{2+} (aq) + SO_4^{2-} (aq) \longrightarrow BaSO_4 (s)$$

3.17) การทดสอบ Ca^{2+}

นำสารละลายส่วนที่ใสใส่ในหลอดทดลองที่ได้จากการทดลองข้อ 3.16) มาเติม 15 M NH_3 จนกระทั่งสารละลายเป็นเบส ถ้ามีตะกอนเกิดขึ้น นำไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งตะกอน นำสารละลายส่วนที่ใสไปเติม 1 M $K_2C_2O_7$ 7 หยด แล้วคน ถ้าเกิดตะกอนสีขาวของ CaC_2O_4 แสดงว่ามี Ca^{2+} ในสารละลายตัวอย่าง (ถ้าตะกอนไม่เกิดขึ้นทันที ให้นำไปอุ่นโดยแช่ในน้ำร้อน แล้ววางไว้ให้เย็น)

$$Ca^{2+}\,(aq) + C_2O_4^{2-}\,(aq) \longrightarrow CaC_2O_4\,(s)$$

การยืนยันว่ามี Ca^{2+} อยู่ในสารละลายตัวอย่าง ทำได้โดยการทดสอบเปลวไฟ ซึ่งทำได้โดยนำหลอดทดลองที่มีตะกอนของ CaC_2O_4 ไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งสารละลายส่วนที่ใส นำตะกอนไปละลายใน 6 M HCl แล้วนำสารละลายที่ได้ไปทดสอบ ถ้าสารละลายตัวอย่างมี Ca^{2+} จะได้เปลวไฟสีส้มแดง และต่อมาสีแดงจะเข้มขึ้น (ถ้าความเข้มข้นของ Ca^{2+} ต่ำมากจะสังเกตไม่เห็นสีแดง)

3.18) การทดสอบ Na^+

การทดสอบ Na^+ โดยใช้เปลวไฟให้ผลสังเกตเห็นได้ชัดเจนมาก โดยนำสารละลายตัวอย่างที่ได้รับมาตั้งแต่แรกมาทดสอบเปลวไฟ ถ้าสังเกตเห็นเปลวไฟสีเหลืองเป็นบริเวณกว้างและเกิดขึ้นอยู่เป็นเวลานาน แสดงว่ามี Na^+ อยู่ในสารละลายตัวอย่าง ถ้าได้เปลวไฟสีเหลืองแต่เกิดขึ้นไม่นานแสดงว่าเป็น Na^+ ที่ปนเปื้อนอยู่ในสารละลายตัวอย่าง

3.19) การทดสอบ NH_4^+

ตวงสารละลายตัวอย่างที่ได้รับมาตั้งแต่แรก 10 มิลลิลิตร ใส่ในบิกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติม 6 M NaOH 2 มิลลิลิตร รีบปิดด้วยกระจกนาฬิกาที่มีกระดาษลิตมัสสีแดงที่ชื้นติดไว้ด้านล่างตรงกลางของกระจกนาฬิกา (ระวังอย่าให้กระดาษลิตมัสสัมผัสกับ NaOH) นำไปอุ่นโดยใช้เปลวไฟ (อย่าต้มให้เดือด) 3 นาที ถ้ากระดาษลิตมัสเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน แสดงว่ามี NH_4^+ อยู่ในสารละลายตัวอย่าง

$$NH_4^+\,(aq) + OH^-\,(aq) \longleftrightarrow NH_3\,(g) + H_2O\,(\ell)$$

$$NH_3\,(g) + H_2O\,(\ell) \longleftrightarrow NH_4^+\,(aq) + OH^-\,(aq)$$

4) บทปฏิบัติการวิธีการทดลองการวิเคราะห์แอนไอออน

แอนไอออนคืออะตอมหรือกลุ่มอะตอมที่มีประจุลบเนื่องจากการรับอิเล็กตรอน ในการทดลองนี้จะทำการวิเคราะห์แอนไอออนทั้งหมด 10 ชนิด คือ ซัลเฟต (SO_4^{2-}), ซัลไฟต์ (SO_3^{2-}), โครเมต (CrO_4^{2-}), ไอโอไดด์ (I^-), โบรไมด์ (Br^-), ไนเตรต (NO_3^-), คาร์บอเนต (CO_3^{2-}), ซัลไฟด์ (S^{2-}), คลอไรด์ (Cl^-) และฟอตเฟต (PO_4^{3-})

เทคนิคการวิเคราะห์เชิงคุณภาพแอนไอออนในการทดลองนี้ไม่ต้องทำการแยกแอนไอออนออกเป็นกลุ่มต่างๆ สามารถทดสอบแอนไอออนแต่ละชนิดได้โดยตรง แต่ถ้ามีแอนไอออนชนิดอื่นปนอยู่และรบกวนการวิเคราะห์ต้องกำจัดแอนไอออนที่เป็นตัวรบกวนก่อน สำหรับปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องทั้งหมดแสดงไว้ในวิธีการทดลองแอนไอออนหลายชนิดทำปฏิริยากับ Conc.H_2SO_4 เกิดเป็นก๊าซได้ ดังตารางที่ 1 ดังนั้นการทดสอบแอนไอออนเบื้องต้นโดยนำสารตัวอย่างที่เป็นของแข็งไปเติม Conc.H_2SO_4 จึงทำให้คาดได้ว่าน่าจะมีแอนไอออนชนิดใดอยู่ในสารตัวอย่าง

ตารางที่ 1 ปฏิริยาระหว่างแอนไอออนกับ Conc.H_2SO_4

Conc.H_2SO_4 ที่เย็น	
SO_4^{2-}	No Reaction
NO_3^-	No Reaction
PO_4^{3-}	No Reaction
CO_3^{2-}	เกิดก๊าซ CO_2 ที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น $CO_3^{2-} + 2H^+ \longrightarrow H_2O + CO_2$
Cl^-	เกิดก๊าซ HCl ที่ไม่มีสี แต่มีกลิ่นฉุน เปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงและเห็นเป็นควันไอ ในอากาศที่ชื้น $Cl^- + H^+ \longrightarrow HCl$
Br^-	เกิดก๊าซ Br_2 ที่มีสีแดงอมน้ำตาล มีกลิ่นฉุน เปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดงและเห็นเป็นควันไอ ในอากาศที่ชื้น อาจได้กลิ่นของก๊าซ SO_2 $Br^- + H_2SO_4 \longrightarrow HSO_4^- + HBr$ $H_2SO_4 + 2HBr \longrightarrow 2H_2O + SO_2 + Br_2$

ตารางที่ 1 ปฏิริยาระหว่างแอนไอออนกับ Conc.H_2SO_4 (ต่อ)

Conc.H_2SO_4 ที่เย็น	
I^-	สารตัวอย่างของแข็งเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเข้มของ I_2 ทันที และเกิดควันไอสีม่วงเล็กน้อย เกิดก๊าซไข่เน่าของ H_2S เปลี่ยนกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง และเห็นเป็นควันไอ ในอากาศที่ชื้น $I^- + H_2SO_4 \longrightarrow HSO_4^- + HI$ $H_2SO_4 + 8HI \longrightarrow H_2S + 4H_2O + 4I_2$ $H_2SO_4 + 2HI \longrightarrow SO_2 + 2H_2O + I_2$
S^{2-}	เกิดก๊าซ H_2S ที่ไม่มีสี มีกลิ่นไข่เน่า และเกิด S สีขาว $S^{2-} + H_2SO_4 \longrightarrow SO_4^{2-} + H_2S$ $H_2SO_4 + H_2S \longrightarrow SO_2 + 2H_2O + S$
SO_3^{2-}	เกิดก๊าซ SO_2 ที่ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน ทำให้หายใจติดขัดหรือสำลัก $SO_3^{2-} + H_2SO_4 \longrightarrow SO_4^{2-} + H_2O + SO_2$
CrO_4^{2-}	สารเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีส้ม – แดง ของ $Cr_2O_7^{2-}$ $2CrO_4^{2-} + H_2SO_4 \longrightarrow SO_4^{2-} + H_2O + Cr_2O_7^{2-}$
Conc.H_2SO_4 ที่ร้อน	
เมื่อนำสารตัวอย่างของแข็งที่เติม Conc.H_2SO_4 ที่เย็น (สังเกตสีและกลิ่นแล้ว) ไปให้ความร้อน NO_3^- เท่านั้นที่จะเกิดปฏิกิริยาได้ควันไอสีน้ำตาลของ NO_2 $4NO_3^- + 4H^+ \longrightarrow 4NO_2 + O_2 + 2H_2O$	

การทดสอบแอนไอออนเบื้องต้นสำหรับสารตัวอย่างที่ละลายในน้ำทำได้โดยแบ่งสารละลายตัวอย่างมาส่วนหนึ่งทดสอบด้วยสารละลาย $AgNO_3$ และแบ่งสารละลายมาอีกส่วนหนึ่งทดสอบด้วยสารละลาย $BaCl_2$ ผลการทดสอบแสดงไว้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบ

แอนไอออน	$AgNO_3$		$BaCl_2$	
	สารละลายเป็นกลาง	สารละลายเป็นกรด	สารละลายเป็นกลาง	สารละลายเป็นกรด
NO_3^-	No Reaction		No Reaction	
Cl^-	AgCl(s) สีขาว	ไม่ละลาย	No Reaction	
Br^-	AgBr(s) สีครีม	ไม่ละลาย	No Reaction	
I^-	AgI(s) สีเหลือง	ไม่ละลาย	No Reaction	
S^{2-}	Ag_2S(s) สีดำ	ไม่ละลาย	No Reaction	
SO_4^{2-}	No Reaction		$BaSO_4$(s) สีขาว	ไม่ละลาย
SO_3^{2-}	Ag_2SO_3(s) สีขาว	ละลาย	$BaSO_3$(s) สีขาว	ละลาย
CO_3^{2-}	Ag_2CO_3(s) สีขาวจนสีดำ	ละลาย	$BaCO_3$(s) สีขาว	ละลาย
PO_4^{3-}	Ag_3PO_4(s) สีเหลือง	ละลาย	$Ba_3(PO_4)_2$(s) สีขาว	ละลาย
CrO_4^{2-}	Ag_2CrO_4(s) สีน้ำตาลแดง	ละลาย	$BaCrO_4$(s) สีเหลือง	ละลาย

ข้อควรระวัง ในการทดลองนี้ต้องใช้สารเคมี กรดและเบสเข้มข้นหลายชนิดซึ่งมีอันตรายมาก นักศึกษาทุกคนต้องใส่แว่นตานิรภัยตลอดเวลาและเทสารอย่างระมัดระวัง

4.1) การทดสอบแอนไอออนเบื้องต้นสำหรับสารตัวอย่างที่เป็นของแข็งด้วย Conc.H_2SO_4

ใส่ตัวอย่างของแข็งเล็กน้อย (ปริมาณเท่าเม็ดถั่วเขียว) ในหลอดทดลองขนาดเล็กที่แห้ง เติม Conc.H_2SO_4 จำนวน 1-2 หยด (ระวังอย่าให้ถูก Conc.H_2SO_4 เพราะกรดจะกัดผิวหนังจนไหม้ ถ้าถูก Conc.H_2SO_4 ต้องรีบล้างด้วยน้ำมากๆทันที) สังเกตผลที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะสีและกลิ่นของก๊าซที่เกิดขึ้น หลังจากนั้นนำหลอดทดลองไปให้ความร้อนด้วยเปลวไฟ (ระวังอย่าให้เดือดเพราะกรดจะกระเด็นออกจากหลอดทดลอง) สังเกตว่ามีควันไอสีน้ำตาลของ NO_2 เกิดขึ้นหรือไม่

4.2) การทดลองแอนไอออนเบื้องต้นสำหรับสารตัวอย่างที่ละลายน้ำ

(1) การทดสอบด้วยสารละลาย $AgNO_3$

ใส่ตัวอย่างของแข็งเล็กน้อย (ปริมาณเท่าเม็ดถั่วเขียว) ในบิกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อย คนให้ละลาย เติม 0.1 M $AgNO_3$ 4 หยด คนสาร สังเกตและบันทึกผลว่ามีตะกอนเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามีตะกอนเกิดขึ้นให้บันทึกสีของตะกอนด้วย ใส่ตัวอย่างของแข็งเล็กน้อย (ปริมาณเท่าเม็ดถั่วเขียว) ในบิกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อย คนให้ละลาย เติม 6 M HNO_3 จนสารละลายเป็นกรด (2-3 หยด) เติม 0.1 M $AgNO_3$ 4 หยด คนสาร สังเกตและบันทึกผลว่ามีตะกอนเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามีตะกอนเกิดขึ้นให้บันทึกสีของตะกอนด้วย

(2) การทดสอบด้วยสารละลาย $BaCl_2$

ใส่ตัวอย่างของแข็งเล็กน้อย (ปริมาณเท่าเม็ดถั่วเขียว) ในบิกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นลงไปเล็กน้อย คนให้ละลาย เติม 0.2 M $BaCl_2$ 2-3 หยด สังเกตและบันทึกผลว่ามีตะกอนเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามีตะกอนเกิดขึ้นให้บันทึกสีของตะกอนด้วย เติม 6 M HNO_3 ลงในบิกเกอร์ข้อที่ (1) จนสารละลายเป็นกรด (2-3 หยด) สังเกตและบันทึกผลว่ายังมีตะกอนเหลืออยู่ในบิกเกอร์หรือไม่ ถ้ามีตะกอนเหลืออยู่ให้บันทึกสีของตะกอนด้วย

4.3) การทดสอบเฉพาะสำหรับแอนไอออน

ทดสอบ CO_3^{2-} และ S^{2-} โดยใช้สารละลายตัวอย่างโดยตรง ส่วนแอนไอออนที่เหลือต้องทำสารละลายตัวอย่างให้เป็น Soda-Solution เพื่อกำจัดแคตไอออนที่อาจรบกวนการทดสอบให้ตกตะกอนเป็นเกลือ คาร์บอเนต โดยนำสารละลายตัวอย่างใส่หลอดทดลอง 2 มิลลิลิตร เติม 1 M Na_2CO_3 2 มิลลิลิตร นำไปต้ม 2 นาที เซนตริฟิวจ์ แยกสารละลายส่วนที่ใสใส่ในหลอดทดลอง เติม 6 M CH_3COOH จนเป็นกรด นำไปต้ม 2 นาที (เติม 6 M CH_3COOH เพิ่ม ถ้าสารละลายไม่เป็นกรด)

(1) ซัลเฟต (SO_4^{2-})

ใส่สารละลายตัวอย่าง 10 หยด ในหลอดทดลองขนาดเล็ก หยด 6 M HCl ลงไปจนสารละลายเป็นกรด เติม 0.2 M $BaCl_2$ 1 หยด ถ้าเกิดตะกอนสีขาวของ $BaSO_4$ แสดงว่ามี SO_4^{2-} ในสารละลายตัวอย่าง

$$Ba^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) \longrightarrow BaSO_4(s)$$

หมายเหตุ 1 : ถ้าสารละลายตัวอย่างมี SO_3^{2-} ก็มักวิเคราะห์พบ SO_4^{2-} ด้วย เพราะ SO_3^{2-} ถูกออกซิไดซ์โดยออกซิเจนในอากาศเป็น SO_4^{2-} ได้อย่างช้าๆ

$$2SO_3^{2-}\ (aq) + O_2\ (g) \longrightarrow 2SO_4^{2-}\ (aq)$$

$$Ba^{2+}\ (aq) + SO_4^{2-}\ (aq) \longrightarrow BaSO_4\ (s)$$

(2) ซัลไฟต์ (SO_3^{2-})

ใส่สารละลายตัวอย่าง 10 หยด ในหลอดทดลองขนาดเล็ก หยด 6 M HCl ลงไปจนสารละลายเป็นกรด เติม 0.2 M $BaCl_2$ ลงไป 2-3 หยด เขย่าให้เข้ากัน (ถ้าสารละลายตัวอย่างมี SO_4^{2-} จะเกิดตะกอนสีขาวของ $BaSO_4$ ให้นำไปเซนตริฟิวจ์ แยกสารละลายส่วนที่ใสออกจากตะกอนโดยใช้หลอดหยดดูดออกไปใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็กอีกหลอดหนึ่ง) เติม 3% w/v H_2O_2 1 หยด ลงในสารละลาย ถ้าเกิดตะกอนสีขาวของ $BaSO_4$ แสดงว่ามี SO_3^{2-} ในสารละลายตัวอย่าง

หมายเหตุ 2 : H_2O_2 ออกซิไดซ์ SO_3^{2-} เป็น SO_4^{2-}

$$SO_3^{2-}\ (aq) + H_2O_2\ (aq) \longrightarrow SO_4^{2-}\ (aq) + H_2O\ (\ell)$$

$$Ba^{2+}\ (aq) + SO_4^{2-}\ (aq) \longrightarrow BaSO_4\ (s)$$

(3) โครเมต (CrO_4^{2-})

ใส่สารละลายตัวอย่าง 2 หยด ในหลอดทดลองขนาดเล็ก เติมน้ำกลั่น 10 หยด แล้วหยด 3 M HCl 1 หยด ลงไปจนสารละลายเป็นกรด เติม Diethyl Ether ลงไป 5-6 หยด (อย่าตั้ง Diethyl Ether ไว้ใกล้เปลวไฟ) เติม 3% w/v H_2O_2 1 หยด คนสารผสมแล้วตั้งทิ้งไว้ ถ้าชั้น Diethyl Ether ซึ่งอยู่ชั้นบนมีสีน้ำเงินแสดงว่ามี CrO_4^{2-} ในสารละลายตัวอย่าง

หมายเหตุ 3 : ในสารละลายที่เป็นกรด CrO_4^{2-} จะกลายเป็น $Cr_2O_7^{2-}$ และจะถูกออกซิไดซ์โดย H_2O_2 เป็น Chromium Peroxide (CrO_5)

$$2CrO_4^{2-}\ (aq) + 2H^+\ (aq) \longrightarrow Cr_2O_7^{2-}\ (aq) + H_2O\ (\ell)$$

$$Cr_2O_7^{2-}\ (aq) + 4H_2O_2\ (aq) + 2H^+\ (aq) \longrightarrow 2CrO_5\ (aq) + 5H_2O\ (\ell)$$

หมายเหตุ 4 : ถ้าสารตัวอย่างไม่มีสี ไม่ต้องทดสอบ CrO_4^{2-} (CrO_4^{2-} ในน้ำมีสีเหลือง)

(4) ไอโอไดด์ (I^-)

ใส่สารละลายตัวอย่าง 5 หยด ในหลอดทดลองขนาดเล็ก เติม 6 M CH_3COOH 5 หยด เติม 0.2 M $NaNO_2$ 2 หยด ถ้าสารละลายมีสีน้ำตาลแดงของ I_2 แสดงว่ามี I^- ในสารละลายตัวอย่าง กรณีที่สารละลายมีสีน้ำตาลอ่อนมากไม่ชัดเจน ให้เติม Chloroform 2-3 หยด เขย่าผสมแล้วตั้งทิ้งไว้ ถ้าชั้น Chloroform ซึ่งอยู่ชั้นบนมีสีม่วงแสดงว่ามี I^- ในสารละลายตัวอย่าง

$$NO_2^- (aq) + H^+ (aq) \longrightarrow HNO_2 (aq)$$

$$2HNO_2 (aq) + 2I^- (aq) + 2H^+ (aq) \longrightarrow 2NO (g) + I_2 (aq) + 2H_2O (\ell)$$

(5) โบรไมด์ (Br^-)

I^- รบกวนการทดสอบ Br^- ดังนั้นถ้าสารละลายตัวอย่างมี I^- ต้องกำจัด I^- ออกจากสารตัวอย่างก่อนการทดสอบ (ดูหมายเหตุ 5) ใส่สารละลายตัวอย่าง 5 หยด ในหลอดทดลองขนาดเล็ก (หรือใช้สารละลายตัวอย่างทั้งหมดที่กำจัด I^- ออกแล้ว) ถ้าสารละลายมีสีน้ำตาลของ Br_2 แสดงว่ามี Br^- ในสารละลายตัวอย่าง เมื่อเติม Chloroform 2-3 หยด เขย่าของผสมแล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ 20 วินาที ชั้น Chloroform ซึ่งอยู่ชั้นบนจะมีสีน้ำตาลเข้ม

$$Cl_2 (aq) + 2Br^- (aq) \longrightarrow 2Cl^- (aq) + Br_2 (aq)$$

หมายเหตุ 5 : การกำจัด I^- ออกจากสารละลายตัวอย่างก่อนการทดสอบ Br^- ทำได้โดยการนำสารละลายตัวอย่างมา 5 หยด หยด 3 M HNO_3 ลงไปจนสารละลายเป็นกรด เติม $NaNO_2$ ทีละหยดพร้อมคนสาร จนกระทั่งสารละลายมีสีน้ำตาลเข้มคงที่ เติม Chloroform 5 หยด เขย่าของผสมแล้วตั้งทิ้งไว้ ใช้หลอดหยดดูดชั้น Chloroform ทิ้งไป นำชั้นน้ำไปต้มจนกระทั่ง I_2 ถูกไล่ออกจนหมดหรือเกือบหมด (สารละลายไม่มีสีหรือเกือบไม่มีสี) นำสารละลายตัวอย่างที่กำจัด I^- ออกแล้วไปทดสอบ Br^- ต่อไป

(6) ไนเตรต (NO_3^-)

I^-, Br^- และ CrO_4^{2-} รบกวนการทดสอบ NO_3^- ดังนั้นถ้าสารละลายตัวอย่างมี I^-, Br^- และ CrO_4^{2-} ต้องกำจัดไอออนเหล่านี้ออกจากสารละลายตัวอย่างก่อนการทดสอบ NO_3^- (ดูหมายเหตุ 6) ใส่สารละลายตัวอย่าง 10 หยด ในหลอดทดลองขนาดเล็ก (หรือใช้สารละลายตัวอย่างทั้งหมดที่กำจัด I^-, Br^- และ CrO_4^{2-} ออกแล้ว) เติมสารละลาย 0.2 M $FeSO_4$ 5 หยด เขย่าสารละลายให้เข้ากัน เอียงหลอดทดลองแล้วหยด Conc.H_2SO_4 ลงไป 10 หยด โดยให้ Conc.H_2SO_4 ไหลไปตามข้างๆหลอด ซึ่งจะทำให้สารละลายแยกชั้นกัน (ระวังอย่าให้ถูก Conc.H_2SO_4 ถ้าถูก Conc.H_2SO_4 ต้องรีบล้างด้วยน้ำมากๆ) ตั้งทิ้งไว้ 1-2 นาที ถ้าเกิดวงแหวนสีน้ำตาลระหว่างชั้นแสดงว่ามี NO_3^- ในสารละลายตัวอย่าง

$3Fe^{2+}(aq) + NO_3^-(aq) + 4H^+(aq) \longrightarrow 3Fe^{2+}(aq) + NO(aq) + 2H_2O(\ell)$

$NO(aq) + Fe^{2+}(aq) \longrightarrow Fe(NO)^{2+}(aq)$ (excess) (สีน้ำตาล)

หมายเหตุ 6 : I^- และ Br^- จะทำปฏิกิริยากับ conc.H_2SO_4 เกิดเป็น I^- และ Br^- ดังสมการ

$SO_4^{2-}(aq) + 8I^-(aq) + 10H^+(aq) \longrightarrow H_2S(g) + 4I_2(aq) + 4H_2O(\ell)$

$SO_4^{2-}(aq) + 2I^-(aq) + 4H^+(aq) \longrightarrow SO_2(g) + I_2(aq) + 2H_2O(\ell)$

$SO_4^{2-}(aq) + 2Br^-(aq) + 4H^+(aq) \longrightarrow SO_2(g) + Br_2^-(aq) + 2H_2O(\ell)$

ส่วน CrO_4^{2-} จะถูกรีดิวซ์โดย Fe^{2+} กลายเป็น Cr^{3+} ซึ่งมีสีเขียว ดังสมการ

$2CrO_4^{2-}(aq) + 2H^+(aq) \longrightarrow Cr_2O_7^{2-}(aq) + H_2O(\ell)$

$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 6Fe^{2+}(aq) + 14H^+(aq) \longrightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 6Fe^{3+}(aq) + 7H_2O(\ell)$

สีของ I_2, Br_2 และ Cr^{3+} จะรบกวนการสังเกตสีน้ำตาลของ $Fe(NO)^{2+}$ ดังนั้นถ้าสารละลายตัวอย่างมี I^-, Br^- หรือ CrO_4^{2-} ต้องกำจัดไอออนเหล่านี้ออกจากสารละลายตัวอย่างก่อนทำการทดสอบ NO_3^- โดยนำสารละลายตัวอย่างมา 4 หยด เติม 0.2 M $Pb(C_2H_3O_2)_2$ ทีละหยดจนกระทั่งเกิดการตกตะกอนสมบูรณ์ นำไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งตะกอน ($PbCrO_4$) นำสารละลายส่วนที่ใสไปเติม 0.1 M $Hg(C_2H_3O_2)_2$ ทีละหยดจนกระทั่งเกิดการตกตะกอนสมบูรณ์ นำไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งตะกอน (HgI_2 และ $HgBr_2$) นำสารละลายส่วนที่ใสไปทดสอบ NO_3^- ต่อไป

(7) คาร์บอเนต (CO_3^{2-})

SO_3^{2-} รบกวนการทดสอบ CO_3^{2-} ดังนั้นถ้าสารละลายตัวอย่างมี SO_3^{2-} ต้องกำจัด SO_3^{2-} ออกสารละลายตัวอย่างก่อนการทดสอบ CO_3^{2-} (ดูหมายเหตุ 7) ใส่สารละลายตัวอย่าง 10 หยด ในหลอดทดลองขนาดเล็ก (หรือใช้สารละลายตัวอย่างทั้งหมดที่กำจัด SO_3^{2-} ออกแล้ว) เติม 6 M H_2SO_4 2-3 หยด รีบใช้หลอดหยดดูดสารละลาย $Ba(OH)_2$ อิ่มตัวโดยให้มีหยดของสารละลายค้างอยู่ที่ปลายของหลอดหยด แล้วนำหลอดหยดไปวางเหนือสารละลายตัวอย่าง (อย่าให้หยดสารละลาย $Ba(OH)_2$ อิ่มตัวตกลงไปในสารละลายตัวอย่าง) ถ้าหยดสารละลาย $Ba(OH)_2$ อิ่มตัวเปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่นของ $Ba(OH)_2$ แสดงว่ามี CO_3^{2-} ในสารละลายตัวอย่าง

$2H^+(aq) + CO_3^{2-}(aq) \longrightarrow CO_2(g) + H_2O(\ell)$

$$CO_2\ (g) + Ba(OH)_2\ (aq) \longrightarrow BaCO_3\ (s) + H_2O\ (\ell)$$

หมายเหตุ 7 : การกำจัด SO_3^{2-} ออกจากสารละลายตัวอย่างก่อนการทดสอบ CO_3^{2-} ทำได้โดยนำสารละลายตัวอย่างมา 5 หยด เติมของแข็ง Na_2O_2 ลงไปเล็กน้อย (Na_2O_2 เป็นตัวออกซิไดซ์ที่แรงมาก ถ้าสัมผัสผิวหนังต้องรีบล้างด้วยน้ำมากๆ) ผสมให้เข้ากัน แล้วนำสารละลายตัวอย่างที่กำจัด SO_3^{2-} ออกแล้วไปทดสอบ CO_3^{2-} ต่อไป

(8) ซัลไฟด์ (S^{2-})

ใส่สารละลายตัวอย่าง 10 หยด ในหลอดทดลองขนาดเล็ก เติม 6 M HCl 10 หยด นำไปแช่น้ำร้อนแล้ว รีบใช้กระดาษกรองที่ชุบสารละลาย 0.2 M $Pb(C_2H_3O_2)_2$ อังไว้ที่ปากหลอดทดลอง ถ้ากระดาษกรองเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำของ PbS แสดงว่ามี S^{2-} ในสารละลายตัวอย่าง

$$2H^+\ (aq) + S^{2-}\ (aq) \longrightarrow H_2S\ (g)$$

$$Pb^{2+}\ (aq) + H_2S\ (g) \longrightarrow PbS\ (s) + 2H^+\ (aq)$$

(9) คลอไรด์ (Cl^-)

S^{2-}, Br^- และ I^- รบกวนการทดสอบ Cl^- ดังนั้นถ้าสารละลายตัวอย่างมี S^{2-}, Br^- หรือ I^- ต้องกำจัดไอออนเหล่านี้ออกจากสารละลายตัวอย่างก่อนการทดสอบ Cl^- (ดูหมายเหตุ 8) ใส่สารละลายตัวอย่าง 10 หยด ในหลอดทดลองขนาดเล็ก (หรือใช้สารละลายตัวอย่างทั้งหมดที่กำจัด S^{2-}, Br^- และ I^- ออกแล้ว) เติมสารละลาย 0.1 M $AgNO_3$ 1 หยด ถ้าเกิดตะกอนสีขาวของ AgCl แสดงว่ามี Cl^- ในสารละลายตัวอย่าง

$$Ag^+\ (aq) + Cl^-\ (aq) \longrightarrow AgCl\ (s)$$

หมายเหตุ 8 : S^{2-}, Br^- และ I^- ทำปฏิกิริยากับ Ag^+ เกิดเป็นตะกอน Ag_2S, AgBr และ AgI ซึ่งไม่ละลายในสารละลายกรดเช่นกัน จึงรบกวนการสังเกตตะกอนสีขาวของ AgCl นอกจากนี้ถ้ามี CrO_4^{2-} อยู่มากก็จะรบกวนการทดสอบ Cl^- เช่นกัน

การกำจัดการรบกวนจาก CrO_4^{2-} ทำได้โดยการเจือจางสารละลายตัวอย่างด้วย 3 M HNO_3 การกำจัด S^{2-} ออกจากสารละลายตัวอย่างทำได้โดยเติม 6 M H_2SO_4 2 หยด นำไปต้มจนเมื่อใช้กระดาษกรองที่ชุบสารละลาย 0.2 M $Pb(C_2H_3O_2)_2$ อังไว้ที่ปากหลอดทดลองแล้วกระดาษกรองไม่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลดำ

ถ้าสงสัยว่าสารละลายตัวอย่างมี Cl^- หรือ Br^- หรือ I^- หรือมีไอออนเหล่านี้ผสมกันอยู่หรือไม่ สามารถทดสอบยืนยันได้โดยทำการทดลองดังนี้

ใส่สารละลายตัวอย่าง 10 หยด ในหลอดทดลองขนาดเล็ก เติมสารละลาย 0.1 M $AgNO_3$ 5 หยด คนสาร นำไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งสารละลายส่วนที่ใส สำหรับตะกอนของ AgCl, AgBr หรือ AgI ให้นำไปเติม Conc.NH_3 10 หยด และสารละลาย $(NH_4)_2S$ 3 หยด คนสาร แล้วนำไปอุ่นจนกระทั่งเกิดตะกอนสีดำของ Ag_2S นำไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งตะกอน

$$AgCl\ (s) + 2NH_3\ (aq) \longrightarrow Ag(NH_3)_2^+\ (aq) + Cl^-\ (aq)$$

$$AgBr\ (s) + 2NH_3\ (aq) \longrightarrow Ag(NH_3)_2^+\ (aq) + Br^-\ (aq)$$

$$AgI\ (s) + 2NH_3\ (aq) \longrightarrow Ag(NH_3)_2^+\ (aq) + I^-\ (aq)$$

$$2Ag(NH_3)_2^+\ (aq) + (NH_4)_2S\ (aq) \longrightarrow Ag_2S\ (s) + 2NH_4^+\ (aq) + 4NH_3\ (g)$$

นำสารละลายส่วนที่ใสของ Cl^- หรือ Br^- หรือ I^- ใส่ในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร นำไปต้มเพื่อไล่ NH_3 เมื่อสารละลายเริ่มขุ่น เติม 6 M HNO_3 5-6 หยด และต้มต่อไปจนกระทั่ง H_2S ถูกกำจัดออกหมด แล้วนำสารละลายที่ได้ไปทดสอบตามวิธีต่อไปนี้

(9.1) หยดสารละลายจากบิกเกอร์ 1 หยด ลงบนกระดาษกรองหยดน้ำแป้ง 1 หยด และ 0.2 M $NaNO_2$ 1 หยด ถ้ามีสีน้ำเงินเกิดขึ้น แสดงว่ามี I^- ในสารละลายตัวอย่าง

$$I^-\ (aq) + HNO_2\ (aq) + 2H^+\ (aq) \longrightarrow 2NO_2\ (g) + I_2\ (aq) + 2H_2O\ (\ell)$$

(9.2) ถ้ามี I^- ในสารละลายตัวอย่าง เติม 0.2 M $NaNO_2$ 3-4 หยด ลงในสารละลายในบิกเกอร์ นำไปต้มจนกระทั่งควันไอสีน้ำตาลของ I_2 ที่เกิดขึ้นหมดไป จากนั้นทำสารละลายให้เย็นโดยใช้น้ำผ่านบิกเกอร์ นำสารละลายที่ได้ไปทดสอบ Br^- โดยวิธีเดียวกันกับกรณีที่ไม่มี I^- ในสารละลายตัวอย่าง โดยเติม 3 M HNO_3 4-5 หยด และเติม Na_2O_2 เล็กน้อย (ปริมาณเท่าเมล็ดถั่วเขียว) ถ้ามีสีน้ำตาลของ Br_2 เกิดขึ้น แสดงว่ามี Br^- ในสารละลายตัวอย่าง

$$2Br^-\ (aq) + O_2^{2-}\ (aq) + 4H^+\ (aq) \longrightarrow Br_2\ (aq) + 2H_2O\ (\ell)$$

(9.3) ถ้ามี Br^- ในสารละลายตัวอย่าง นำบิกเกอร์ในข้อ 2) ไปต้ม 30 วินาที เพื่อไล่ Br_2 ที่เกิดขึ้นให้หมด ตั้งทิ้งไว้ 30 วินาที เทสารละลายใส่ในหลอดทดลองขนาดเล็ก

(ถ้ามีตะกอนให้นำไปเซนตริฟิวจ์ ทิ้งตะกอน) เติมสารละลาย 0.1 M $AgNO_3$ 5 หยด ถ้าเกิดตะกอนสีขาวของ AgCl แสดงว่ามี Cl^- ในสารละลายตัวอย่าง

(10) ฟอสเฟต (PO_4^{3-})

I^- รบกวนการทดสอบ PO_4^{3-} ทำให้ได้สารละลายสีเขียว ดังนั้นถ้าสารละลายตัวอย่างมี I^- ต้องกำจัด I^- ออกจากสารละลายตัวอย่างก่อนการทดสอบ PO_4^{3-} (ดูหมายเหตุ 9)

3.1.4 ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี

ข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ ในการเรียนวิชาปฏิบัติการเพื่อให้การทดลองได้ผลดีหรือมีความผิดพลาดน้อยที่สุดและเกิดความปลอดภัยต่อผู้ชีวิตและทรัพย์สินของผู้ทดลอง มีดังต่อไปนี้ [5]

1. แต่งตัวถูกต้อง สวมแว่นนิรภัย ใส่เสื้อกาวน์ ใส่ถุงมือยาง รวบผมให้เรียบร้อยขณะทำงานภายในห้องปฏิบัติการ

2. ไม่หยอกล้อเล่นกันขณะปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

3. ต้องรักษาระเบียบบนโต๊ะปฏิบัติการ หากทำสารหกจะต้องรีบทำความสะอาดทันที

4. ต้องไม่ทำการทดลองใด ๆ ที่นอกเหนือไปจากการทดลองที่มีไว้ในคู่มือปฏิบัติการ หรือ ที่ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ผู้ควบคุมเท่านั้น

5. ถ้ากรดหรือด่างหรือสารเคมีที่เป็นอันตรายถูกผิวหนังหรือเสื้อผ้าต้องรีบล้างออกด้วยน้ำทันที เพราะมีสารเคมีหลายชนิดซึมผ่านเข้าไปในผิวหนังได้อย่างรวดเร็ว และเกิดเป็นพิษขึ้นมาได้ ซึ่งแต่ละคนจะมีความรู้สึกหรือเกิดพิษแตกต่างกัน

6. อย่าเทน้ำลงบนกรดเข้มข้นใด ๆ แต่ค่อย ๆ เทกรดเข้มข้นลงในน้ำอย่างช้า ๆ พร้อมกับกวนสารตลอดเวลา

7. เมื่อต้องการจะดมกลิ่นสารเคมี อย่านำสารเคมีมาดมโดยตรง ควรใช้มือพัดกลิ่นสาร เคมีนั้นเข้าจมูกเพียงเล็กน้อย (อย่าสูดแรง ๆ) โดยถือหลอดที่ใส่สารเคมีไว้ห่าง ๆ

8. หากผู้ทดลองเกิดอุบัติเหตุในขณะทำการทดลอง ต้องรายงานอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทุกครั้งต่ออาจารย์ผู้ควบคุม ไม่ว่าจะเกิดมากหรือน้อยเพียงใดก็ตาม

9. ก่อนนำเอาสารละลายในขวดไปใช้ จะต้องดูชื่อสารบนฉลากติดขวดสารละลายอย่างน้อยสองครั้งเพื่อให้แน่ใจว่าใช้สารที่ต้องการไม่ผิด

10. ขณะต้มสารละลายหรือให้สารทำปฏิกิริยากันในหลอดทดลอง จะต้องหันปากหลอดทดลองออกห่างจากตัวเองและห่างจากคนอื่น ๆ ด้วย

11. พึงระลึกอยู่เสมอว่า ต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวังที่สุด ความประมาท เลินเล่ออาจทำให้เกิดอันตรายต่อตัวเองได้

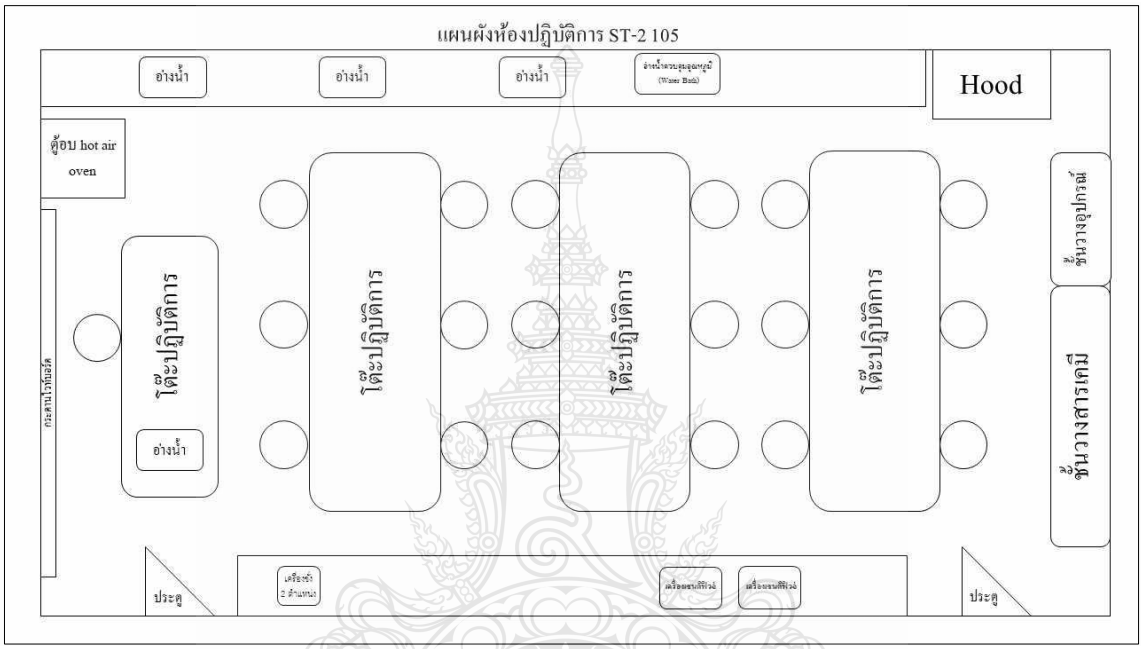
การป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ [6] อุบัติเหตุเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่ได้วางแผนไว้ หรือไม่คาดคิดมาก่อนว่าจะเกิดขึ้น และเมื่อเกิดขึ้นแล้วมักจะก่อให้เกิดความเสียหายตามมา บางครั้งเป็นความเสียหายร้ายแรงถึงเสียชีวิต อาคารบ้านเรือนพังทลาย สูญเสียเครื่องจักรและ อุปกรณ์ และสิ่งแวดล้อมถูกทำลาย นอกจากนี้แล้ว ยังมีความเสียหายที่มองไม่เห็นในทันที ได้แก่ การสูญเสียเวลาในการทำงาน เนื่องจากไม่สามารถทำงานได้ ต้องเสียเวลาฝึกหัดผู้อื่นให้ทำหน้าที่แทนผู้ที่ประสบอุบัติเหตุ เสียเวลาในการสืบสวนและ วิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุ โดยคณะกรรมการทั้งภายในองค์กรและหน่วยงานภายนอกเช่น ตำรวจและบริษัทประกันภัย เป็นต้น รวมทั้งเสียเวลาที่ต้องไปศาล แล้วยังต้องเสียค่าใช้จ่ายจ้างทนายว่าความ เสียค่าใช้จ่ายซ่อมแซมอาคารและเครื่องมือ อุปกรณ์ ต้องจ่ายเงินเดือนให้กับพนักงานโดยไม่ได้งาน สูญเสียลูกค้า เสียภาพพจน์และชื่อเสียง ดังนั้นความเสียหายทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากอุบัติเหตุจึงเป็นมูลค่ามหาศาลและควรหาทางป้องกัน ไม่ให้อุบัติเหตุเกิดขึ้นอีก

การทำงานไม่ว่าจะเป็นเรื่องใด ณ สถานที่ใด ๆ ย่อมมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นได้เสมอ แต่ถ้ามีมาตรการความปลอดภัยที่บังคับ ใช้อย่างจริงจัง อุบัติเหตุจะมีโอกาสเกิดขึ้นน้อยมากและจะเป็นอุบัติเหตุที่ไม่ร้ายแรง การเกิดอุบัติเหตุไม่ได้ขึ้นกับเคราะห์กรรม หรือโชคชะตาของผู้หนึ่งผู้ใด แต่การเกิดอุบัติเหตุมักเกิดขึ้นเมื่อการเลือกและตัดสินใจทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งผิดพลาดไป หรือผู้ปฏิบัติงานขาดความเอาใจใส่ในงานที่ทำหรือละเลยเรื่องความปลอดภัย ดังนั้นก่อนจะทำการใด ๆ จึงจำเป็นต้องศึกษาหาข้อมูลของงานที่จะทำทั้งหมด เพื่อเตรียมความพร้อมและการป้องกันอันตราย และต้องทำงานด้วยความระมัดระวัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการ ทำงานในห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี เพราะนอกจากอันตรายทั่วไปที่อาจเกิดขึ้นได้แล้วยังมีอันตรายอันเนื่องมาจาก ธรรมชาติของสารเคมี รวมทั้งอุปกรณ์เครื่องแก้วและการทำงานบางอย่างที่มีลักษณะเฉพาะ ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ซึ่งรวมถึงนักศึกษาทุกคน ต้องเพิ่มความระมัดระวังมากขึ้นกว่าปกติ อันตรายของสารเคมีมีหลายรูปแบบ บางชนิดเป็นอันตรายน้อย บางชนิดก่อให้เกิดอันตรายรุนแรงมาก ดังนั้นจึงต้องทำงานกับสารเคมีด้วยความเอาใจใส่ และคำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยเป็นอันดับแรกเสมอ

ดังนั้นประเด็นแรกที่ทุกคนสามารถทำได้อย่างง่าย ๆ เพื่อหลีกเลี่ยง อันตรายคือ การช่วยกันลดไอของสารเคมีในบรรยากาศของห้องปฏิบัติการ เช่น ถ่ายเทสารเคมีในปริมาณเท่าที่ต้องการใช้ ปิดฝาขวดหรือภาชนะให้สนิททันที อย่าปล่อยสารเคมีไว้ในภาชนะเปิด ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้หรือสารเป็นพิษสูง ต้องทำในตู้ดูดควันเป็นต้น อีกประเด็นหนึ่งคือการระมัดระวังอย่าให้ส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายสัมผัสกับสารเคมีเป็นเวลานาน ควรรีบล้างด้วยน้ำเปล่าทันที

3.1.5 พื้นที่ปฏิบัติงานของรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

การปฏิบัติงานของการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คือ ห้อง ST2105 ชั้น 1 อาคารศูนย์เครื่องมือ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (แสดงได้ดังภาพที่ 3.1)



ภาพที่ 3.1 แสดงแผนผังห้อง ST2105

3.1.6 สารเคมีและอุปกรณ์เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในการทดลองการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน

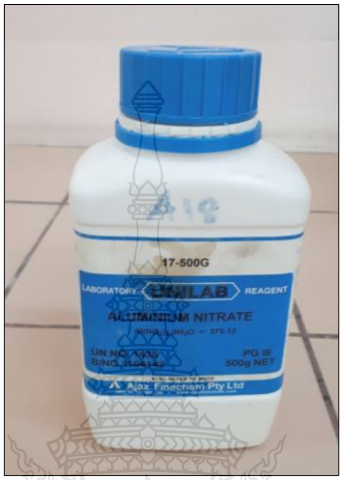
1) น้ำกลั่นบริสุทธิ์ [7] เป็นน้ำที่ได้จากการควบแน่นด้วยเครื่องกลั่นน้ำ ควบแน่นก็คือการต้มน้ำให้กลายเป็นไอแล้วทำให้ไอน้ำเย็นลงจนกลายเป็นหยด เป็นน้ำที่สะอาดใช้ในการละลายสารเคมี ให้สารเคมีอยู่ในรูปสารละลาย เพื่อความสะดวกในการใช้งานจึงได้แบ่งน้ำกลั่นใส่ในขวดน้ำกลั่น (แสดงได้ดังภาพที่ 3.2)

ภาพที่ 3.2 แสดงภาชนะบรรจุน้ำกลั่น

2) กรดอะซิติก, (CH_3COOH) [8] เป็นสารประกอบอินทรีย์ในสถานะของเหลวไร้สี มีกลิ่นฉุนเฉพาะตัว เป็นกรดเข้มข้น ถ้าโดนผิวหนังจะก่อให้เกิดผิวหนังไหม้รุนแรง ถ้าสูดดมจะมีอาการระคายเคืองทางเดินหายใจ เป็นสาเหตุทำลายทางเดินหายใจ ต้องใช้สารเคมีอย่างระมัดระวัง ดังนั้นเวลาเตรียมสารต้องเตรียมในตู้ดูดควันเท่านั้น (แสดงได้ดังภาพที่ 3.3)

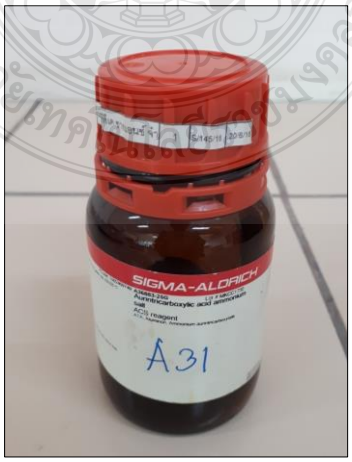
ภาพที่ 3.3 แสดงภาชนะบรรจุ กรดอะซิติก

3) อะลูมิเนียมไนเตรต, $Al(NO_3)$ [9] มีลักษณะเป็นของแข็ง ไม่มีสี เป็นเกลือสีขาว ที่ละลายน้ำได้ดี มีกลิ่นของกรดไนตริก อาจติดไฟหรือระเบิดได้ ดังนั้นเมื่อใช้งานเสร็จแล้วจึงควรนำสารแช่ตู้เย็น และหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง ทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก ดังนั้นต้องใช้สารเคมีอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.4)



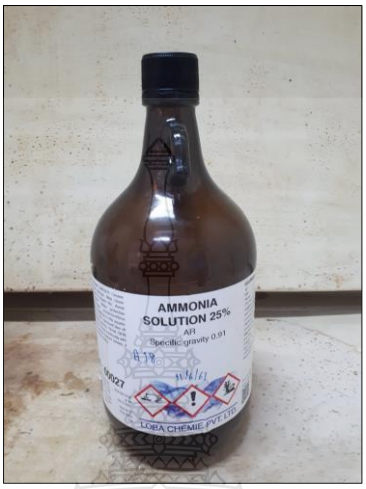
ภาพที่ 3.4 แสดงภาชนะบรรจุ อะลูมิเนียมไนเตรต

4) กรดออรินทริคาร์บอกซิลิก, ($C_{22}H_{14}O_9$) [10] เป็นสารประกอบทางเคมี มีสีน้ำตาล ใช้ในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ไม่มีสารพิษอันตราย หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างทำความสะอาด เมื่อใช้งานเสร็จควรปิดฝาให้สนิท ควรจัดเก็บในบริเวณที่มีการระบายอากาศเพียงพอ ดังนั้นต้องใช้สารเคมีอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.5)



ภาพที่ 3.5 แสดงภาชนะบรรจุ กรดออรินทริคาร์บอกซิลิก

5) แอมโมเนีย, NH_3 [11] เป็นสารประกอบเคมี ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนรุนแรง เป็นสารอันตราย เมื่อสัมผัสถูกจะรู้สึกคันระคายเคือง หรือสูดดมโดยตรง มีสภาพเป็นด่าง สามารถติดไฟได้และกัดกร่อนวัสดุบางชนิด ต้องใช้สารเคมีอย่างระมัดระวัง ดังนั้นเวลาเตรียมสารต้องเตรียมในตู้ดูดควัน (แสดงได้ดังภาพที่ 3.6)



ภาพที่ 3.6 แสดงภาชนะบรรจุ แอมโมเนีย

6) แอมโมเนียมอะซิเตต, $NH_4CH_3CO_2$ [12] เป็นสารของแข็งสีขาวดูดความชื้นง่าย เมื่อสัมผัสถูกผิวหนังอาจระคายเคือง หากสูดดมจะระคายเคืองต่อทางการหายใจ ดังนั้นต้องใช้สารเคมีอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.7)

ภาพที่ 3.7 แสดงภาชนะบรรจุ แอมโมเนียมอะซิเตต

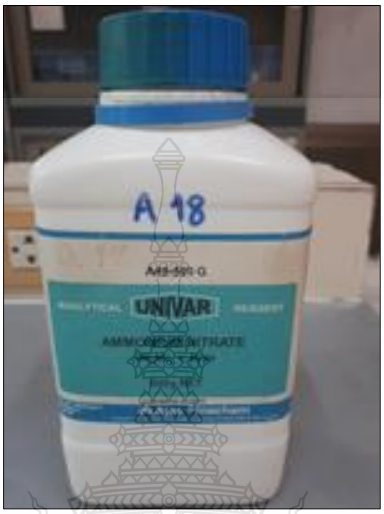
7) แอมโมเนียมคลอไรด์, NH_4Cl [13] เป็นผลึกไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีรสเค็ม ดูดความชื้น หากสัมผัสถูกตาจะก่อให้เกิดการระคายเคือง เป็นสารเคมีอันตรายก่อมะเร็ง ทำลายปอด หัวใจ และทรวงอก ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.8)

ภาพที่ 3.8 แสดงภาชนะบรรจุ แอมโมเนียมคลอไรด์

8) แอมโมเนียมโมลิบเดต, $(NH_4)_2MoO_4$ [14] เป็นผงสีขาว เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา หากสูดดมอาจระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ หรือหากสัมผัสโดนผิวหนังทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังต้องรีบล้างน้ำให้สะอาด ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.9)

ภาพที่ 3.9 แสดงภาชนะบรรจุ แอมโมเนียมโมลิบเดต

9) แอมโมเนียมไนเตรต, NH_4NO_3 [15] มีลักษณ์เป็นผลึกใส ไม่มีกลิ่น สามารถดูดความชื้นเป็นปุ๋ยที่มีไนโตรเจนสูง เป็นสารก่อระเบิด และทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ เมื่อใช้สารเคมีเสร็จควรนำสารแช่ตู้เย็น ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.10)



ภาพที่ 3.10 แสดงภาชนะบรรจุ แอมโมเนียมไนเตรต

10) แบเรียมคลอไรด์, $BaCl_2$ [16] เป็นสารของแข็ง สีขาว ไม่มีกลิ่น เป็นสารเคมีที่เป็นพิษและกัดกร่อน หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.11)

ภาพที่ 3.11 แสดงภาชนะบรรจุ แบเรียมคลอไรด์

11) แบเรียมไนเตรต, $Ba(NO_3)_2$ [17] มีลักษณะเป็นผงของแข็งสีขาว ไม่มีกลิ่น สลายตัวเมื่อโดนความร้อน สารนี้มีความเสถียร สารนี้ไม่ไวไฟ แต่จะติดไฟเมื่อสัมผัสกับสารไวไฟ ควรจัดเก็บในบริเวณที่มีการระบายอากาศเพียงพอ ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.12)

ภาพที่ 3.12 แสดงภาชนะบรรจุ แบเรียมไนเตรต

12) แบเรียมไฮดรอกไซด์, $Ba(OH)_2$ [18] เป็นผงของแข็งสีขาว ไม่มีกลิ่น มีความเป็นพิษกัดกร่อนหากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.13)

ภาพที่ 3.13 แสดงภาชนะบรรจุ แบเรียมไฮดรอกไซด์

13) บิสมัท(III) ไนเตรต, $Bi(NO_3)_3$ [19] เป็นผงสีขาว มีรสเปรี้ยว หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.14)

ภาพที่ 3.14 แสดงภาชนะบรรจุ บิสมัท(III) ไนเตรต

14) แคลเซียมคลอไรด์, $CaCl_2$ [20] มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว เป็นสารที่ดูดซับความชื้นและละลายได้ดีในน้ำ เป็นสารที่มีความเป็นพิษต่ำ หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.15)

ภาพที่ 3.15 แสดงภาชนะบรรจุ แคลเซียมคลอไรด์

15) แคลเซียมไนเตรต, $Ca(NO_3)_2$ [21] เป็นสารประกอบอนินทรีย์ เป็นผงของแข็งสีขาว ไม่มีกลิ่น ดูดความชื้นง่าย ควรเก็บในตู้เย็น หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.16)

ภาพที่ 3.16 แสดงภาชนะบรรจุ แคลเซียมไนเตรต

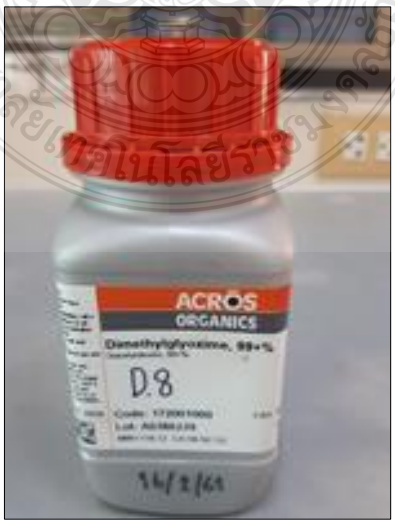
16) คอปเปอร์(II) ไนเตรต, $Cu(NO_3)_2$ [22] เป็นสารประกอบอนินทรีย์ เป็นของแข็งสีน้ำเงิน ดูดความชื้นง่าย ควรเก็บในตู้เย็น หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.17)

ภาพที่ 3.17 แสดงภาชนะบรรจุ คอปเปอร์(II) ไนเตรต

17) คลอโรฟอร์ม, $CHCl_3$ [23] เป็นของเหลว ไม่มีสี กลิ่นอีเทอร์ เป็นสารประกอบใช้เป็นตัวทำละลายสกัดสาร ไม่เกิดการเผาไหม้ในบรรยากาศปกติ ยกเว้นเมื่อผสมกับสารที่ไวไฟมากกว่า เป็นสารเคมีอันตรายหากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที เก็บในที่เย็น แห้งและมีการระบายอากาศที่ดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.18)

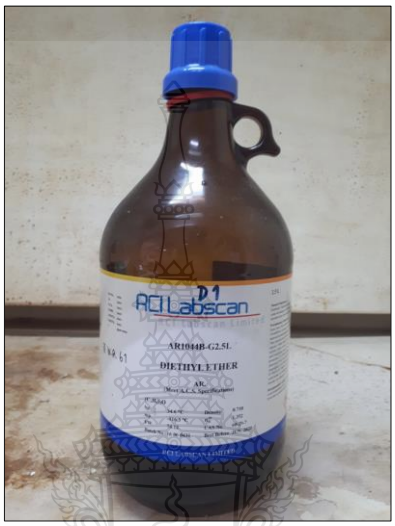
ภาพที่ 3.18 แสดงภาชนะบรรจุ คลอโรฟอร์ม

18) ไดเมทิลไกลออกซีม, $C_4H_8N_2O_2$ [24] เป็นผงผลึกสีขาว ไม่ละลายในน้ำ ละลายใน Ethanol เป็นสารเคมีอันตราย หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.19)



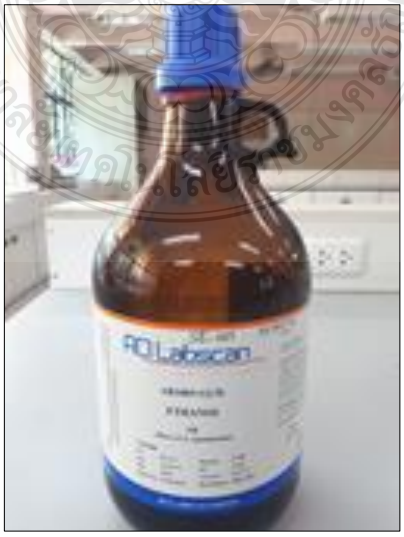
ภาพที่ 3.19 แสดงภาชนะบรรจุ ไดเมทิลไกลออกซีม

19) ไดเอทิลอีเทอร์, $(C_2H_5)_2O$ [25] เป็นสารประกอบอินทรีย์ในกลุ่มอีเทอร์ เป็นของเหลวไม่มีสี ระเหยง่าย มีกลิ่นหวาน เป็นสารไวไฟสูงมาก ติดไฟง่าย ควรปิดฝาให้สนิทเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.20)



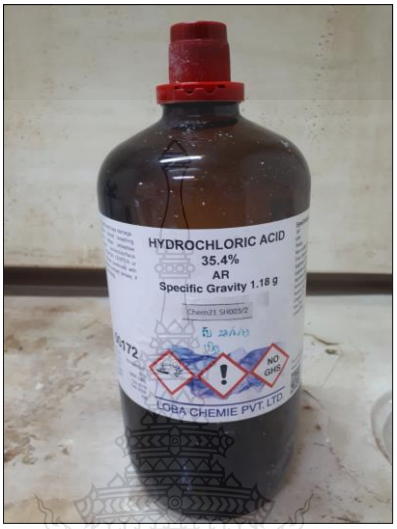
ภาพที่ 3.20 แสดงภาชนะบรรจุ ไดเอทิลอีเทอร์

20) เอทานอล, C_2H_6O [26] เป็นแอลกอฮอล์ชนิดหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการนำเอาพืชมาหมักเพื่อเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาล เป็นของเหลวใส ไม่มีสี เป็นสารไวไฟสูงมาก ติดไฟง่าย ควรปิดฝาให้สนิทเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.21)



ภาพที่ 3.21 แสดงภาชนะบรรจุ เอทานอล

21) กรดไฮโดรคลอริก, HCl [27] เป็นของเหลว ใส ไม่มีสี เป็นกรดแก่ เป็นของเหลวที่มีพลังการกัดกร่อนสูง หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรปิดฝาให้สนิทเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.22)

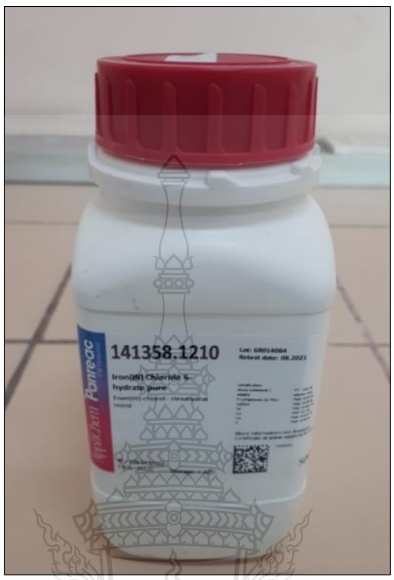


ภาพที่ 3.22 แสดงภาชนะบรรจุ กรดไฮโดรคลอริก

22) ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์, H_2O_2 [28] เป็นของเหลวใส ไม่มีสี หนืดกว่าน้ำเล็กน้อย มีรสขม สลายตัวเป็นน้ำได้เมื่อถูกแสงและความร้อน เป็นสารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคที่ผิวหนัง ควรปิดฝาให้สนิทเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.23)

ภาพที่ 3.23 แสดงภาชนะบรรจุ ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์

23) ไอเอิร์น(III) คลอไรด์, $FeCl_3$ [29] เป็นผลึกสีเขียวน้ำตาล มีความเสถียร ดูดความชื้น ไม่ติดไฟ ควรเก็บในตู้เย็น หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ดังนั้น ควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.24)

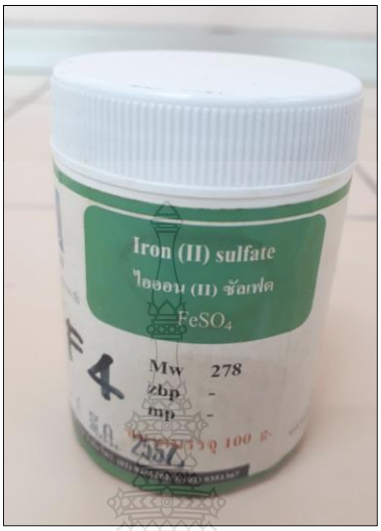


ภาพที่ 3.24 แสดงภาชนะบรรจุ ไอเอิร์น(III) คลอไรด์

24) เฟอร์ริกไนเตรต, $Fe(NO_3)_3$ [30] เป็นผลึกสีม่วงแดง ดูดความชื้น ละลายน้ำได้ดี ติดไฟง่าย ควรเก็บในตู้เย็น หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.25)

ภาพที่ 3.25 แสดงภาชนะบรรจุ เฟอร์ริกไนเตรต

25) เหล็ก(III) ซัลเฟต, $FeSO_4$ [31] เป็นผลึกของแข็งสีเขียวอ่อน ไม่มีกลิ่น หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.26)



ภาพที่ 3.26 แสดงภาชนะบรรจุ เหล็ก(III) ซัลเฟต

26) เลด(II) แอซิเตต, $PbC_4H_6O_4$ [32] เป็นสารประกอบเคมีสีขาว ละลายในน้ำได้ ไม่มีกลิ่น เป็นสารไวไฟ ควรปิดฝาให้สนิท เก็บในที่อากาศถ่ายเทดี หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.26)

ภาพที่ 3.27 แสดงภาชนะบรรจุ เลด(II) แอซิเตต

27) เลด(II) ไนเตรต, $Pb(NO_3)_2$ [33] เป็นสารประกอบเคมี เป็นผงสีขาว สามารถละลายน้ำได้และมีพิษเพราะมีตะกั่ว หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที หากสูดดมทำให้ระคายเคืองโพรงจมูก เก็บในที่อากาศถ่ายเทดีดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง(แสดงได้ดังภาพที่ 3.28)

ภาพที่ 3.28 แสดงภาชนะบรรจุ เลด(II) ไนเตรต

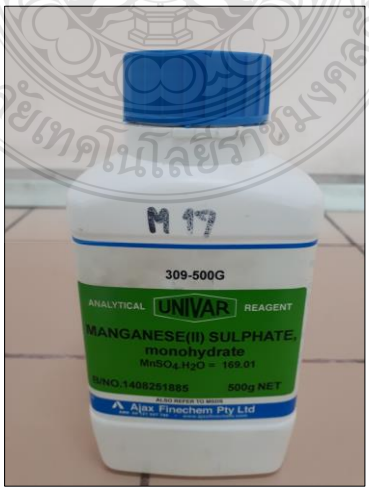
28) แมงกานีส(II) คลอไรด์, $MnCl_2$ [34] เป็นสารเคมีอินทรีย์ เป็นผลึกสีชมพู ดูดความชื้นละลายน้ำได้ดี ควรเก็บในตู้เย็น หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันทีดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.29)

ภาพที่ 3.29 แสดงภาชนะบรรจุ แมงกานีส(II) คลอไรด์

29) แมงกานีส(II) ไนเตรต, $Mn(NO_3)_2$ [35] เป็นสารประกอบอนินทรีย์ สีขาว ไม่มีกลิ่น ดูดความชื้น ละลายน้ำได้ดี ควรเก็บในตู้เย็น หากสัมผัสโดนระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนทำให้เกิดอาการไอและหายใจไม่ออก ระคายเคืองต่อดวงตาและผิวหนัง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.30)

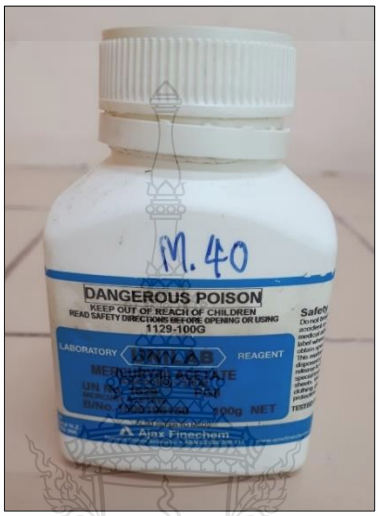
ภาพที่ 3.30 แสดงภาชนะบรรจุ แมงกานีส(II) ไนเตรต

30) แมงกานีส(II) ซัลเฟต, $MnSO_4$ [36] เป็นสารของแข็งที่มีลักษณะเป็นสีชมพูอ่อน เป็นสารอันตราย เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม หากสัมผัสโดนระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนทำให้เกิดอาการไอและหายใจไม่ออก ระคายเคืองต่อดวงตาและผิวหนัง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.31)



ภาพที่ 3.31 แสดงภาชนะบรรจุ แมงกานีส(II) ซัลเฟต

31) เมอร์คิวริก(II) อะซิเตต, $Hg(C_4H_6O_4)$ [37] เป็นสารประกอบทางเคมี เป็นผงของแข็งสีขาว ละลายน้ำได้ เป็นสารอันตราย เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม หากสัมผัสโดนระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนทำให้เกิดอาการไอและหายใจไม่ออก ระคายเคืองต่อดวงตาและผิวหนัง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.32)



ภาพที่ 3.32 แสดงภาชนะบรรจุ เมอร์คิวริก(II) อะซิเตต

32) เมอร์คิวรี(I) ไนเตรต, $Hg_2(NO_3)_2$ [38] เป็นสารประกอบอนินทรีย์ เป็นผลึกสีขาว ดูดความชื้นละลายน้ำได้ เป็นสารอันตราย เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม หากสัมผัสโดนระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนทำให้เกิดอาการไอและหายใจไม่ออก ระคายเคืองต่อดวงตาและผิวหนัง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในตู้เย็น ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.33)

ภาพที่ 3.33 แสดงภาชนะบรรจุ เมอร์คิวรี(I) ไนเตรต

33) เมอร์คิวรี(II) คลอไรด์, $HgCl_2$ [39] เป็นผลึกสีขาว ดูดความชื้น ละลายน้ำได้ เป็นสารอันตราย เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม หากสัมผัสโดนระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนทำให้เกิดอาการไอและหายใจไม่ออก ระคายเคืองต่อดวงตาและผิวหนัง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.34)

ภาพที่ 3.34 แสดงภาชนะบรรจุ เมอร์คิวรี(II) คลอไรด์

34) นิกเกิลไนเตรต, $Ni(NO_3)_2$ [40] เป็นสารประกอบอนินทรีย์ เป็นผลึกสีเขียวอ่อน ดูดความชื้น ละลายน้ำได้ เป็นสารอันตราย ประเภทกัดกร่อน เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เป็นสารไวไฟ หากสัมผัสจะระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนทำให้เกิดอาการไอและหายใจไม่ออก ระคายเคืองต่อดวงตาและผิวหนัง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในตู้เย็น ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.35)

ภาพที่ 3.35 แสดงภาชนะบรรจุ นิกเกิลไนเตรต

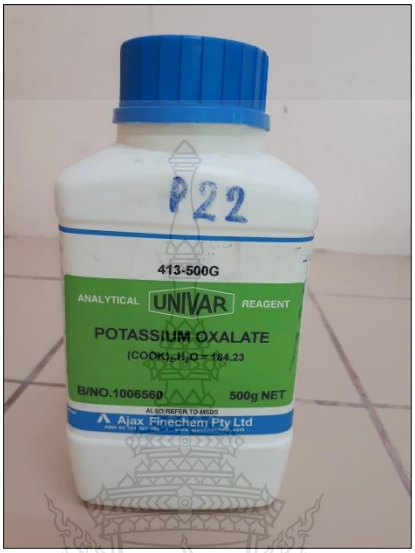
35) กรดไนตริก, HNO_3 [41] เป็นของเหลว ใส ไม่มีสี เป็นกรดที่มีความอันตรายไวไฟ กัดกร่อนหากสัมผัสโดนระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนทำให้เกิดอาการไอและหายใจไม่ออก ระคายเคืองต่อดวงตาและผิวหนัง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเตรียมสารในตู้ดูดควันเท่านั้น ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.36)

ภาพที่ 3.36 แสดงภาชนะบรรจุ กรดไนตริก

36) โพแทสเซียมโครเมต, K_2CrO_4 [42] เป็นสารประกอบอนินทรีย์ เป็นของแข็งสีเหลืองไม่มีกลิ่น มีความสเถียร หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.37)

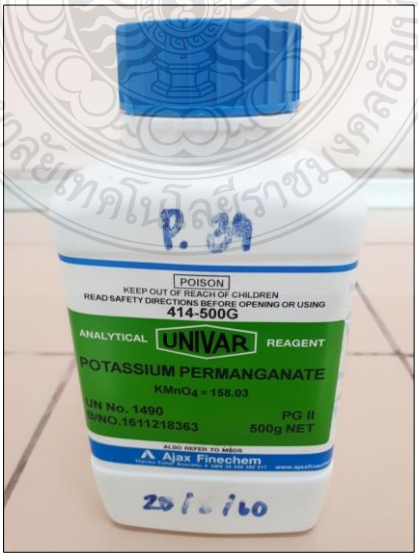
ภาพที่ 3.37 แสดงภาชนะบรรจุ โพแทสเซียมโครเมต

37) โพแทสเซียมออกซาเลท, $K_2C_2O_4$ [43] เป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.38)



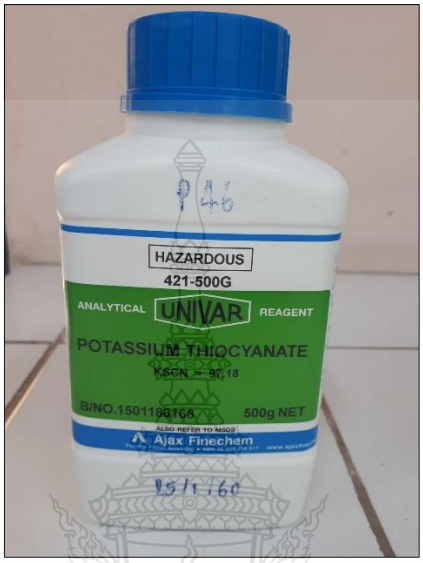
ภาพที่ 3.38 แสดงภาชนะบรรจุ โพแทสเซียมออกซาเลท

38) โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต, $KMnO_4$ [44] เป็นผลึกสีม่วง ไม่มีกลิ่น คงตัวในอากาศ เป็นสารออกซิไดส์ ใช้ในการวิเคราะห์เหล็ก ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.39)



ภาพที่ 3.39 แสดงภาชนะบรรจุ โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต

39) โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต, KSCN [45] เป็นสารประกอบทางเคมี เป็นผลึกใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ดูดความชื้น เป็นสารไวไฟ หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในตู้เย็น ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.40)

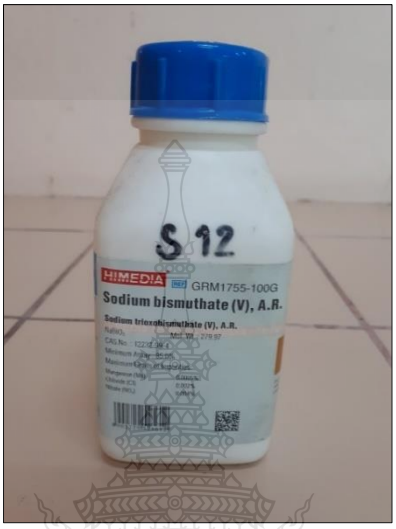


ภาพที่ 3.40 แสดงภาชนะบรรจุ โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต

40) ซิลเวอร์ไนเตรต, $AgNO_3$ [46] เป็นสารประกอบอนินทรีย์ที่ เป็นผลึกของแข็ง สีขาว ไม่มีกลิ่น ใช้ในงานการเคลือบเงินและการทำกระจก ใช้เป็นยาฆ่าเชื้อโรค มีความสเถียร ไวไฟ กัดกร่อน หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.41)

ภาพที่ 3.41 แสดงภาชนะบรรจุ ซิลเวอร์ไนเตรต

41) โซเดียมบิสมัทเตต, $NaBiO_3$ [47] เป็นสารประกอบอนินทรีย์ และเป็นสารออกซิไดซ์ เป็นผงสีน้ำตาลอ่อน ไม่มีกลิ่น ดูดความชื้น ไม่ละลายในน้ำเย็น หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.42)

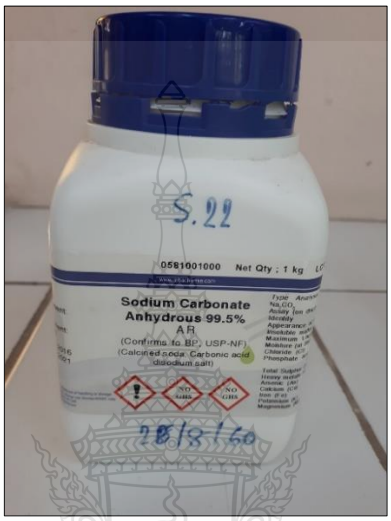


ภาพที่ 3.42 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมบิสมัทเตต

42) โซเดียมโบรไมด์, NaBr [48] ลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น มีความสเถียร หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.43)

ภาพที่ 3.43 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมโบรไมด์

43) โซเดียมคาร์บอเนต, Na_2CO_3 [49] เป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น ดูดความชื้น ละลายได้ในน้ำ มีฤทธิ์เป็นด่างแก่เมื่อละลายน้ำ ละลายได้เล็กน้อยในแอลกอฮอล์ สารนี้มีผลต่ออวัยวะเจริญพันธุ์ หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.44)

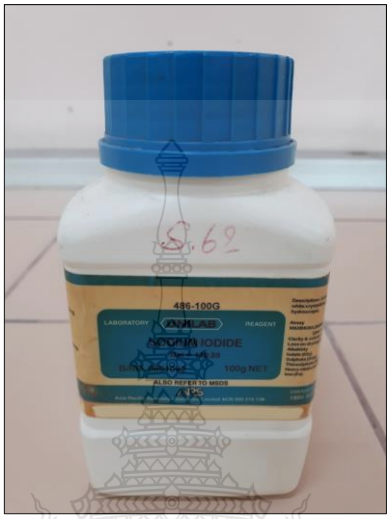


ภาพที่ 3.44 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมคาร์บอเนต

44) โซเดียมคลอไรด์, NaCl [50] เป็นสารประกอบเคมี เป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น หากหายใจเข้าไปจะทำให้เกิดการระคายเคืองจมูกและ คอ ปอด หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.45)

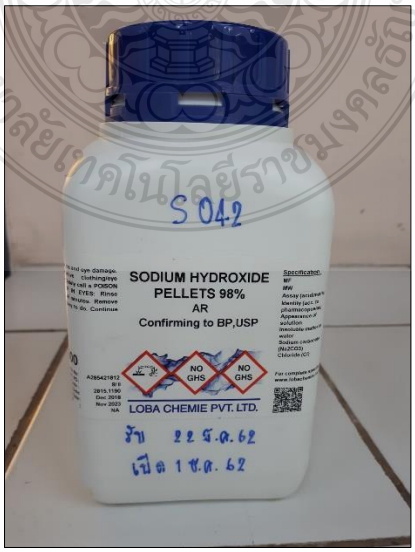
ภาพที่ 3.45 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมคลอไรด์

45) โซเดียมไอโอไดด์, NaI [51] เป็นผลึกเกลือสีขาว ไม่มีกลิ่น หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที เป็นสารที่พิษต่อสิ่งแวดล้อม ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.46)



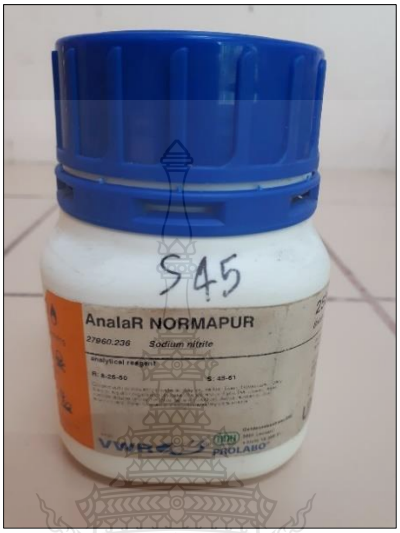
ภาพที่ 3.46 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมไอโอไดด์

46) โซเดียมไฮดรอกไซด์, NaOH [52] เป็นของแข็งสีขาว ดูดความชื้นดีมาก ละลายน้ำได้ดี ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมทำสบู่ เส้นใยเรยอน เป็นสารอันตรายกัดกร่อน หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ต้องเตรียมสารในตู้ดูดควันเท่านั้น ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.47)



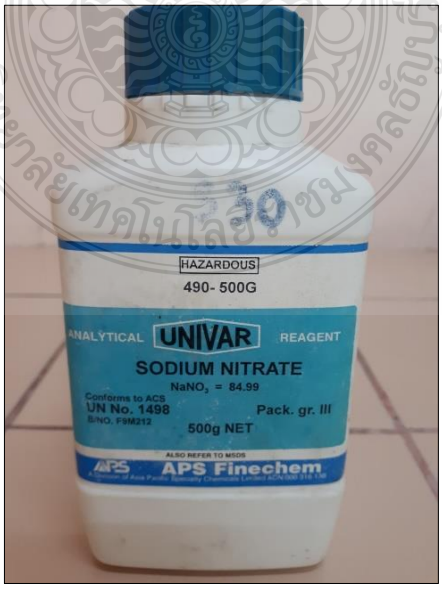
ภาพที่ 3.47 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมไฮดรอกไซด์

47) โซเดียมไนไตรท์, $NaNO_2$ [53] เป็นสารประกอบอนินทรีย์ เป็นผงผลึกสีเหลืองอ่อน ละลายได้ดีในน้ำ ดูดความชื้น หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.48)



ภาพที่ 3.48 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมไนไตรท์

48) โซเดียมไนเตรต, $NaNO_3$ [54] เป็นสารประกอบทางเคมี เป็นของแข็ง ใส ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น หากสูดดมจะมีอาการระคายเคืองต่อเยื่อบุทางเดินหายใจ เป็นสารไวไฟ ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.49)



ภาพที่ 3.49 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมไนเตรต

49) โซเดียมเปอร์ออกไซด์, Na_2O_2 [55] เป็นสารประกอบอนินทรีย์ เป็นของแข็งสีเหลือง ดูดความชื้น เป็นสารไวไฟ และกัดกร่อน หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.50)

ภาพที่ 3.50 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมเปอร์ออกไซด์

50) โซเดียมซัลเฟต , Na_2SO_4 [56] เป็นเกลือโซเดียมของกรดกำมะถัน เป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.51)

ภาพที่ 3.51 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมซัลเฟต

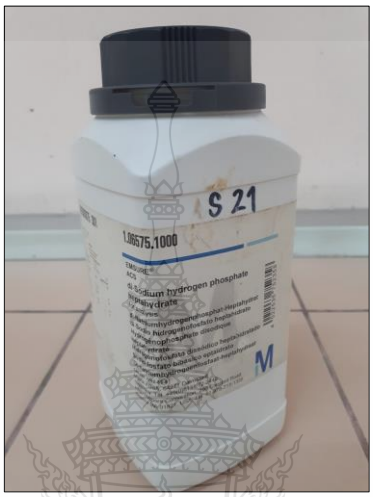
51) โซเดียมซัลไฟด์, Na_2S [57] เป็นแผ่นสีเหลืองอ่อน ดูดความชื้น เมื่อโดนน้ำมีกลิ่นคล้ายไข่เน่า หากสูดดมอาจเป็นอันตราย สารนี้ทำให้เนื้อเยื่อของเยื่อเมือกและบริเวณทางเดินหายใจส่วนบนถูกทำลาย หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในตู้เย็น ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.52)

ภาพที่ 3.52 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมซัลไฟด์

52) โซเดียมซัลไฟต์, Na_2SO_3 [58] เป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น เป็นเกลือโซเดียมที่ละลายน้ำได้ หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.53)

ภาพที่ 3.53 แสดงภาชนะบรรจุ โซเดียมซัลไฟต์

53) ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต, Na_2HPO_4 [59] เป็นสารประกอบอนินทรีย์ เป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น ดูดความชื้น หากสูดดมจะระคายเคืองเล็กน้อยต่อเยื่อบุทางเดินหายใจ หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.54)

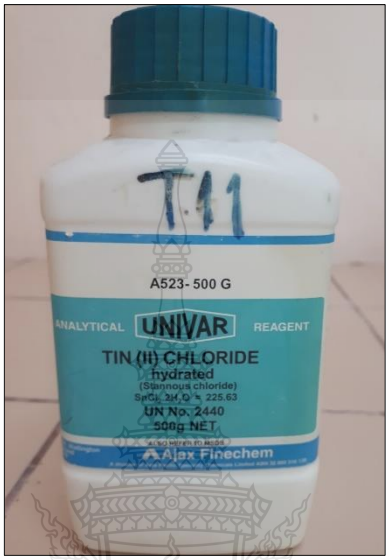


ภาพที่ 3.54 แสดงภาชนะบรรจุ ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต

54) กรดซัลฟิวริก, H_2SO_4 [60] เป็นของเหลว ใสไม่มีสี เป็นกรดแก่ ละลายได้ในน้ำ เป็นสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ต้องเตรียมสารเคมีจากตู้ดูดควันเท่านั้น ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.55)

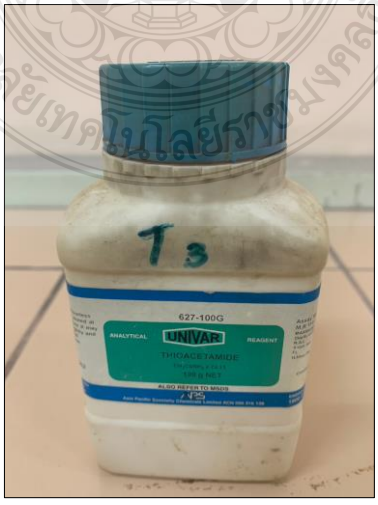
ภาพที่ 3.55 แสดงภาชนะบรรจุ กรดซัลฟิวริก

55) ทิน(II) คลอไรด์, $SnCl_2$ [61] ลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น เป็นสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.56)



ภาพที่ 3.56 แสดงภาชนะบรรจุ ทิน(II) คลอไรด์

56) ไธโออะซีตาไมด์, (CH_3CSNH_2) [62] เป็นสารอินทรีย์ เป็นผงสีขาว เป็นสารที่เป็นอันตรายหากสูดดมจะมีอาการระคายเคืองต่อเยื่อบุทางเดินหายใจ ทำให้เวียนศรีษะ หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที ควรเก็บในที่อากาศถ่ายเทดี ดังนั้นควรใช้สารอย่างระมัดระวัง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.57)



ภาพที่ 3.57 แสดงภาชนะบรรจุ ไธโออะซีตาไมด์

57) เครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง [63] เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดน้ำหนักของสิ่งของต่างๆ สามารถแสดงหน่วยวัดได้หลากหลายเช่น กรัม / กิโลกรัม เพื่อให้มีน้ำหนักที่แน่นอน แสดงผลน้ำหนักเป็นตัวเลข ใช้ชั่งสารเคมี ตามที่คำนวณไว้ เมื่อใช้งานเสร็จต้องทำความสะอาดทุกครั้ง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.58)

ภาพที่ 3.58 แสดงเครื่องชั่งดิจิตอล 2 ตำแหน่ง

58) เครื่องเซนตริฟิวจ์ [64] เป็นเครื่องมือใช้แยกตัวอย่างของเหลวออกจากของแข็งที่มีขนาดเล็กหรือใช้เพื่อแยกของเหลวหลายๆชนิดที่มีความถ่วงจำเพาะต่างกันให้เกิดการแยกชั้น โดยอาศัยหลักการเร่งให้อนุภาคตกตะกอนเร็วขึ้น เมื่อใช้งานเสร็จต้องทำความสะอาดทุกครั้ง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.59)

ภาพที่ 3.59 แสดงเครื่องเซนตริฟิวจ์

59) เตาให้ความร้อน [65] ใช้สำหรับต้มสาร หรือ อุ่นสารละลาย มีปุ่มปรับระดับความร้อนได้ เมื่อใช้งานเสร็จต้องทำความสะอาดทุกครั้ง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.60)

ภาพที่ 3.60 แสดงเตาให้ความร้อน

60) ตู้ดูดควัน [66] เป็นเครื่องมือพื้นฐานสำหรับห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ในการดูดไอสารเคมีในขณะทำการทดลองทางเคมี หรือเตรียมสารละลาย หรือการปฏิบัติงานใดๆ ที่ก่อให้เกิดกลิ่นหรือไอระเหยหรือควันของสารเคมีที่เกิดขึ้นในขณะทำการเพื่อป้องกันอันตรายต่างๆ เมื่อใช้งานเสร็จต้องทำความสะอาดทุกครั้ง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.61)

ภาพที่ 3.61 แสดงตู้ดูดควัน

61) กระดาษลิตมัสสีแดงและน้ำเงิน [67] เป็นกระดาษที่ใช้ทดสอบสมบัติความเป็นกรดและเบสในตัวอย่างที่เป็นของเหลว กระดาษลิตมัสมีสองสีคือสีแดงหรือสีชมพู และสีน้ำเงินหรือสีฟ้า วิธีใช้คือการสัมผัสของเหลวลงบนกระดาษ ถ้าหากของเหลวมีสภาพเป็นกรด (pH < 4.5) กระดาษจะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีแดง และในทางกลับกันถ้าของเหลวมีสภาพเป็นเบส (pH > 8.3) กระดาษจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีน้ำเงิน ถ้าหากเป็นกลาง (4.5 ≤ pH ≤ 8.3) (แสดงได้ดังภาพที่ 3.21)

ภาพที่ 3.62 แสดงกระดาษลิตมัสสีแดงและน้ำเงิน

62) หลอดทดลองแก้วขนาด 16x100 มิลลิลิตร [68] ใช้สำหรับบรรจุสารเคมีเพื่อให้ความร้อนผสมสาร หรือทำปฏิกิริยาทางเคมีกัน และใช้สำหรับเก็บสารตัวอย่างเพื่อทำการทดลอง รูปร่างเป็นทรงกระบอก มีทั้งแบบก้นกลมมน ก้นแบน หรือแบบทรงกรวย มีปากเปิดด้านบน และมีคุณสมบัติทนทานต่อความร้อนและทนต่อสารเคมีได้เป็นอย่างดี เมื่อใช้งานเสร็จต้องล้างทำความสะอาดทุกครั้ง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.63)

ภาพที่ 3.63 แสดงหลอดทดลองแก้วขนาด 16x100 มิลลิลิตร

63) หลอดทดลองพลาสติกขนาด 16x100 มิลลิลิตร [69] ทำจากพลาสติก PPCO เนื้อใส ขาวขุ่น ก้น กลม มีขีดบอกปริมาตรที่ชัดเจน สามารถทำความสะอาดโดยการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส นาน 20 นาทีโดยไม่เสียรูปทรง ใช้สำหรับใส่ตัวอย่างเพื่อปั่นเหวี่ยงความเร็วสูง แยกตะกอนออกจากน้ำ เมื่อใช้งานเสร็จต้องล้างทำความสะอาดทุกครั้ง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.64)

ภาพที่ 3.64 แสดงหลอดทดลองพลาสติกขนาด 16x100 มิลลิลิตร

64) แท่งแก้วคนสาร [70] มีลักษณะเป็นแท่งแก้วยาวปลายแบน มีขนาดความยาว 10 – 15 นิ้ว ใช้สำหรับคนสารละลายให้ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน นอกจากนี้ยังใช้ช่วยในการเทสารละลายไปยังภาชนะอื่น โดยเทสารละลายให้ไหลไปตามแท่งแก้วคน วิธีนี้จะทำให้สามารถควบคุมทิศทางการไหลของสารละลายได้ดีขึ้นอีกด้วย เมื่อใช้งานเสร็จต้องล้างทำความสะอาดทุกครั้ง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.65)

ภาพที่ 3.65 แสดงแท่งแก้วคนสาร

65) ที่หนีบหลอดทดลองโลหะ [71] ทำจากลวดชุบโลหะ ใช้จับหลอดทดลองขณะที่ยังมีความร้อน หรือมีสารที่มีอุณหภูมิสูงอยู่ภายใน (แสดงได้ดังภาพที่ 3.66)

ภาพที่ 3.66 แสดงที่หนีบหลอดทดลอง

66) บิกเกอร์ขนาด 50, 100 และ 250 มิลลิลิตร [72] ที่ข้างบิกเกอร์แต่ละขนาดจะมีตัวเลขระบุความจุ ใช้สำหรับบรรจุสารที่มีปริมาณมาก เพื่อละลายสารเคมีหรือทำปฏิกิริยาเคมี และสามารถเทสารออกได้ง่ายทางปากบีกเกอร์ เมื่อใช้งานเสร็จต้องล้างทำความสะอาดทุกครั้ง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.67)

ภาพที่ 3.67 แสดงบิกเกอร์ขนาด 50,100 และ 250 มิลลิลิตร

67) ช้อนตักสาร [73] ทำจากพลาสติกสีดำ สำหรับใช้ตักสารเคมี แข็งไม่งอ ตักสารได้ทั้งเกล็ดขนาดใหญ่และเล็ก มีปลายใช้งานได้ทั้ง 2 ด้าน เมื่อใช้งานเสร็จต้องล้างทำความสะอาดทุกครั้ง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.68)

ภาพที่ 3.68 แสดงช้อนตักสาร

68) กระดาษชั่งสาร [74] ใช้สำหรับเป็นภาชนะรองรับสารเคมี โดยเฉพาะสารที่มีลักษณะเป็นผง เพื่อใช้ชั่งบนเครื่องชั่งน้ำหนัก โดยต้องการชั่งสารที่มีน้ำหนักน้อย ซึ่งกระดาษมีน้ำหนักเบาสามารถใช้กับเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่งได้ โดยสามารถพับให้เป็นรูปทรงต่างๆ ตามความเหมาะสมกับสารที่จะชั่งได้ (แสดงได้ดังภาพที่ 3.69)

ภาพที่ 3.69 แสดงกระดาษชั่งสาร

69) ตะแกรงหลอดทดลอง [75] ใช้สำหรับตั้งวางหลอดทดลอง มีลักษณะเป็นทรงเตี้ยที่มีช่องใส่หลอดทดลอง 50 ช่อง แบบตะแกรงสำหรับวางหลอดทดลองขนาดต่างๆ ทำมาจากวัสดุเหล็กกล้าไร้สนิม มีคุณสมบัติแข็งแรงทนทาน ทนทานต่อสารเคมี ความร้อน และความเย็นได้ดี (แสดงได้ดังภาพที่ 3.70)

ภาพที่ 3.70 แสดงตะแกรงหลอดทดลอง

70) ขวดแก้วใส่สารละลายขนาด 60 มิลลิลตร และ 250 มิลลิตร [76] เป็นขวดแก้วสีชา ใช้สำหรับใส่สารละลายที่เตรียมเสร็จแล้ว เพื่อใช้ในการทดลองในบทปฏิบัติการ ขวดใส่สารขนาด 60 มิลลิลิตร เป็นขวดหยดสารเพื่อความสะดวกในการใช้งาน ขวดใส่สารขนาด 250 มิลลิตร ใส่สารได้ปริมาณมาก เวลาใช้งานจะต้องติดฉลากชื่อสารละลายทุกครั้ง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.71)

ภาพที่ 3.71 แสดงขวดแก้วใส่สารละลาย60 มิลลิลตร และ 250 มิลลิตร

71) กระจกนาฬิกา [77] เป็นชิ้นกระจกเว้า ซึ่งใช้วางเพื่อให้ของเหลวระเหย บางครั้งใช้ใส่ของแข็งเวลาชั่งน้ำหนัก ใช้เป็นที่ปิดบีกเกอร์ และใช้ใส่เพื่อให้ความร้อนแก่สารจำนวนน้อย ใช่ใส่กระดาษพีเอช กระดาษลิตมัส เมื่อใช้งานเสร็จต้องล้างทำความสะอาดทุกครั้ง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.72)

ภาพที่ 3.72 แสดงกระจกนาฬิกา

72) ขวดปรับปริมาตรขนาด 50, 100 และ 250 มิลลิลิตร [78] ใช้สำหรับการเตรียมสารละลายเพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่แน่นอน โดยใส่น้ำกลั่นและสารเคมีตามที่คำนวณไว้ แล้วปรับปริมาตรให้ถึงขีดที่คอขวด แล้วปิดฝาขวดจากนั้นคว่ำและหงายขวดเพื่อให้สารผสมกันดี เมื่อใช้งานเสร็จต้องล้างทำความสะอาดทุกครั้ง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.73)

ภาพที่ 3.73 แสดงขวดปรับปริมาตรขนาด 50, 100 และ 250 มิลลิลิตร

73) หลอดหยด [79] เวลาใช้ต้องบีบจุกยางแล้วจุ่มในสารละลาย แล้วค่อยๆปล่อยจุกยางเพื่อดูดสารละลายเข้ามาในหลอดหยด เพื่อนำไปปรับปริมาตร หรือหยดสารละลายในการทดลองตามปริมาตรที่ต้องการใช้ เมื่อใช้งานเสร็จต้องล้างทำความสะอาดทุกครั้ง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.74)

ภาพที่ 3.74 แสดงหลอดหยด

74) ถุงมือแพทย์ [80] เป็นถุงมือแบบใช้แล้วทิ้ง เพื่อช่วยป้องกันการปนเปื้อน ทำจากโพลีเมอร์หลายชนิด เช่น ลาเท็กซ์ ยางไนไตรล์ โพลีไวนิลคลอไรด์ และนีโอพรีน ใช้สวมมือเพื่อป้องกันอันตรายจากสารเคมีขณะทำการทดลอง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.75)

ภาพที่ 3.75 แสดงถุงมือแพทย์

75) แว่นตานิรภัย [81] เลนส์ส่วนใหญ่ผลิตจากโพลีคาร์บอเนต เคลือบสารกันฝ้า ใช้สวมเพื่อป้องกันอันตรายจากสารเคมีกระเด็นขณะทำการทดลอง ป้องกันเศษชิ้นงานหรือเศษโลหะ รวมทั้งวัตถุที่สามารถกระเด็นเข้าจากทางด้านหน้า (แสดงได้ดังภาพที่ 3.76)

ภาพที่ 3.76 แสดงแว่นตานิรภัย

76) เสื้อกาวน์ [82] เป็นผ้าที่ผสมจาก polyester fiber กับ rayon รีดง่ายไม่ยับ มีความแข็งแรงทนทาน สีไม่ตก ดูแลทำความสะอาดง่าย มีความบางกว่าคอมบ์ทวิลเล็กน้อย สวมใส่เสื้อกราวเพื่อป้องกันอันตรายจากสารเคมีกระเด็นขณะทำการทดลอง ไม่ให้สารเคมีโดนเสื้อผ้าข้างในได้ (แสดงได้ดังภาพที่ 3.77)

ภาพที่ 3.77 แสดงเสื้อกาวน์

77) หน้ากากอนามัย [83] แบบใช้แล้วทิ้ง ผลิตขึ้นจากผ้าหรือพอลิโพรไพลีน ซึ่งเป็นพลาสติกที่มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ ช่วยป้องกันโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ควรสวมหน้ากากอนามัยให้คลุมทั้งจมูกและปาก โดยให้ขอบที่มีลวดอยู่ด้านบนสันจมูกและบีบให้พอดีกับวันจมูก เพื่อป้องกันอันตรายจากสารเคมีกระเด็นขณะทำการทดลอง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.78)

ภาพที่ 3.78 แสดงหน้ากากอนามัย

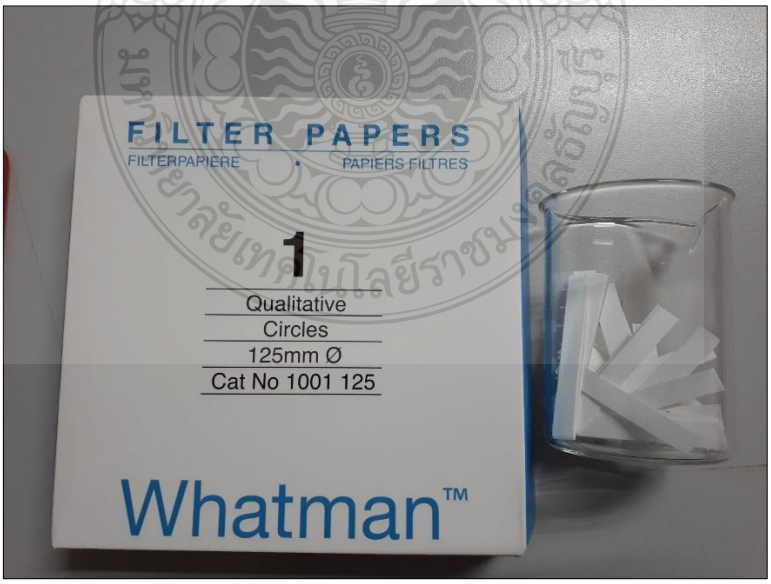
78) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ [84] มีปุ่มปรับระดับอุณหภูมิ เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมอุณภูมิของสารละลายให้คงที่ เพราะต้องการควบคุมอุณหภูมิของสภาวะการทำงานเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาที่สมบูรณ์ เมื่อใช้งานเสร็จควรเติมน้ำตามขีดปริมาตร หรือทำความสะอาดตามความเหมาะสม (แสดงได้ดังภาพที่ 3.79)

ภาพที่ 3.79 แสดงอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ

79) ชามระเหย [85] ทำมาจากเซรามิค ใช้ระเหยตัวทำละลายที่เป็นของเหลวออกจากของแข็ง สามารถทนความร้อนได้สูง (แสดงได้ดังภาพที่ 3.80)

ภาพที่ 3.80 แสดงชามระเหย

80) กระดาษกรอง [86] กระดาษกรองมักใช้ในการจำแนกของเหลว รวมถึงใช้แยกตะกอนของสารเคมีต่างๆ สำหรับงานวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ในการทดลองนี้ใช้ขนาด 0.5 x 5 เซนติเมตร (แสดงได้ดังภาพที่ 3.81)



ภาพที่ 3.81 แสดงกระดาษกรอง ตัดขนาด 0.5 x 5 เซนติเมตร

3.1.7 การเตรียมสารละลายจากสารเคมีเข้มข้น [87]

การเตรียมสารละลายจากสารเคมีที่มีความเข้มข้น เป็นการเตรียมสารละลายโดยใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นมากกว่า มาเจือจางกับน้ำ หรือตัวทำละลายจนได้ความเข้มข้นตามที่ต้องการ ความเข้มข้นของสารละลายจะมีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับการชั่งน้ำหนัก การวัดปริมาตร และอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปริมาตร เช่น บิกเกอร์ กระบอกตวง ขวดปรับปริมาตร อุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาตรจะใช้ประเภทไหน ขนาดเท่าไหร่ ขึ้นอยู่กับปริมาตรของสารละลายที่ต้องการเตรียม และจะต้องสอดคล้องกับขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้ เพื่อให้การเตรียมสารละลายมีความถูกต้องแม่นยำ

การคำนวณความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการเตรียมต้องเป็นหน่วยเดียวกับสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่า โดยปิเปตสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าตามปริมาตรที่คำนวณได้ แล้วเจือจางด้วยน้ำจนมีปริมาตรตามที่ต้องการเตรียมการเตรียมสารละลาย

1) ตัวอย่างการคำนวณการเตรียมสารละลายเจือจางจากสารละลายเข้มข้น

จากสารละลาย HCl เข้มข้น 11.7 โมลาร์ โดยเตรียมสารละลาย HCl เข้มข้น 6 โมลาร์ จำนวน 100 มิลลิลิตร

วิธีคำนวณ ที่ 1 สารละลายเข้มข้น 6 โมลาร์ หมายความว่า

ในสารละลาย 1,000 มิลลิลิตร จะมีเนื้อสาร HCl อยู่ = 6 โมลาร์

ถ้าสารละลาย 100 มิลลิลิตร จะมีเนื้อสาร HCl อยู่ $= \frac{100 \times 6}{1,000}$ โมลาร์

$= 0.6$ โมลาร์

หมายความว่า ในสารละลาย 1,000 มิลลิลิตร จะมีเนื้อสารอยู่ = 11.7 โมลาร์ ถ้าต้องการสาร 0.6 โมลาร์ อยู่ในสารละลาย $= \frac{1,000 \times 0.6}{11.7} = 51.28$ มิลลิลิตร

ดังนั้นตวงสารละลาย HCl เข้มข้น 11.7 มิลลิลิตร จำนวน 51.28 มิลลิลิตร แล้วเทลงในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตรที่มีน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นจนถึงขีดบอกปริมาตร จะไดสารละลาย HCl ที่ความเข้มข้น 6 โมลาร์ จำนวน 100 มิลลิลิตร ตามต้องการ

วิธีคำนวณ ที่ 2

ใช้สูตร $M_1V_1 = M_2V_2$

เมื่อ M_1 = ความเข้มข้นของสารละลายที่มีอยู่ (11.7 มิลลิลิตร)

V_1 = ปริมาตรของสารละลายที่มีอยู่ซึ่งต้องตวงมา (มิลลิลิตร)

M_2 = ความเข้มข้นของสารละลายที่ต้องการ (6 โมลาร์)

V_2 = ปริมาตรของสารละลายที่ต้องการ (100 มิลลิลิตร)

แทนค่าในสูตร $11.7 \times V_1 = 6 \times 100$ ดังนั้น $V_1 = \frac{6 \times 100}{11.7}$ โมลาร์ = 51.28 มิลลิลิตร

2) ตัวอย่างการคำนวณการเตรียมสารละลายจากสารที่เป็นของแข็ง

การเตรียมสารละลาย NaOH เข้มข้น 6 โมลาร์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

วิธีคำนวณ สารละลาย NaOH เข้มข้น 6 โมลาร์ หมายความว่า

ในสารละลาย 1,000 มิลลิลิตร มีเนื้อสาร NaOH อยู่ = 6 โมลาร์

ถ้าสารละลาย 100 มิลลิลิตร มีเนื้อสาร NaOH อยู่ = $\frac{6 \times 100}{1,000}$ โมลาร์ = 0.6 โมลาร์

หรือ = 0.6 × 40 กรัม x 0.1 = 2.4 กรัม (น้ำหนักโมเลกุลของ NaOH คือ Na = 23, O = 16, H = 1 รวม 40) นั่นคือ ชั่ง NaOH มา 2.4 กรัม ใส่ในบิกเกอร์ จากนั้นเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนสารจนสารละลายหมด จากนั้นนำไปใส่ในขวดปรับปริมาตร แล้วเติมในน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

3.2 ข้อควรระวังในการปฏิบัติงาน

กระบวนการในการดำเนินงาน การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการปฏิบัติงานหลายขั้นตอน มีข้อควรระวังในการปฏิบัติงานดังนี้

3.2.1 ข้อควรระวังในการการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

3.2.1.1 ข้อควรปฏิบัติในการเตรียมสารละลาย [88]

1) ควรชั่งสารเคมีให้ได้ปริมาตรน้ำหนักที่แน่นอน และใช้น้ำกลั่นที่เป็นตัวทำละลายในปริมาณที่เหมาะสม ไม่ใช้ฟุ่ยเฟือยจนเกินไป เพราะจำทำให้เกิดการสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายได้

2) เมื่อเตรียมสารละลายที่เป็นกรดหรือเบส ควรเตรียมในตู้ดูดควัน เพื่อป้องกันอันตรายจากไอกรดต่างๆ

3) เมื่อเตรียมสารละลายตามความเข้มข้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว เทใส่ขวดแบ่งสารและติดฉลากระบุรายละเอียดข้างขวดให้ชัดเจนทุกครั้ง

3.2.1.2 ข้อควรปฏิบัติในการวางสารเคมีเพื่อใช้ในการเรียนการสอน

1) ต้องวางสารเคมีตามขั้นตอนการปฏิบัติการ เรียงจากตอนที่ 1 จนถึงตอนสุดท้าย

2) สารละลายประเภทกรดหรือเบสเข้มข้น ควรวางในตู้ดูดควัน

3.3 การจำแนกประเภทของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี [89]

ระบบการจำแนกของเสียในห้องปฏิบัติการเคมี (WasteTrack) จำแนกของเสียอันตรายเป็น 14 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 ของเสียพิเศษ (I : Special Waste) หมายถึง ของเสียที่มีปฏิกิริยาต่อน้ำหรืออากาศ ของเสียที่อาจมีการระเบิด (เช่น azide, peroxides) สารอินทรีย์ ของเสียที่ไม่ทราบที่มาของเสียที่เป็นชีวพิษ และของเสียที่เป็นสารก่อมะเร็ง เช่น เอทธิเดียมโบรไมด์

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

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

ประเภทที่ 4 ของเสียที่มีปรอท (IV : Mercury Waste) หมายถึง ของเสียชนิดที่มีปรอทเป็น องค์ประกอบ เชน เมอร์คิวรี (II) คลอไรด์, อัลคิลเมอร์คิวรี เป็นต้น

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

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

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

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

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

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

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

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

ประเภทที่ 13 (a) : ของแข็งที่เผาไหม้ได้ (XIII (a) : Combustible Solid)

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

ประเภทที่ 14 ของเสียที่มีน้ำเป็นตัวทำละลายอื่นๆ (XIV : Miscellaneous Aqueous Waste หมายถึง ของเสียที่มีสารประกอบน้อยกว่า 5% ที่เป็นสารอินทรีย์ที่ไม่เป็นพิษ หากเป็นสารมีพิษให้พิจารณาเสมือนว่าเป็นของเสียพิเศษ (I : Special Waste)

เมื่อแยกประเภทของเสียแล้ว ต้องมีการกำหนดพื้นที่บริเวณจัดเก็บของเสียที่แน่นอน โดยแยกของเสียออกจากสารเคมีชนิดอื่น ห่างจากความร้อน แหล่งกำเนิดไฟ อ่างน้ำ และบริเวณที่ตั้งของอุปกรณ์ฉุกเฉิน ของเสียที่มีลักษณะเป็นของเหลวควรมีภาชนะรองรับขวดของเสีย (secondary containment) ที่เหมาะสมสามารถรองรับปริมาณของเสียได้ทั้งหมดหากเกิดการรั่วไหล ห้องปฏิบัติการควรมีการกำหนดปริมาณของเสียสูงสุดที่อนุญาตให้เก็บ เช่น ไม่ควรเก็บของเสียประเภทของเหลวไวไฟไว้เกิน 50 ลิตร และจัดระบบการรวบรวมของเสียจากทุกห้องปฏิบัติการ เพื่อส่งกำจัดเป็นระยะๆ โดยตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 ได้กำหนดให้สถานประกอบการที่เป็นโรงงานเก็บของเสียอันตรายไว้ไม่เกิน 90 วัน ดังนั้นห้องปฏิบัติการอื่นที่ไม่ใช่โรงงานและมีของเสียเกิดขึ้นเหมือนกันควรจะใช้แนวทางเดียวกันภาชนะบรรจุของเสีย จะต้องมีฉลากที่ชัดเจน ข้อมูลบนฉลากติดภาชนะของเสียมีความสำคัญมากอย่างน้อยที่สุดควรประกอบด้วย ข้อมูลสำคัญต่อไปนี้

- ข้อความระบุชัดเจนว่าเป็น “ของเสีย”

- ชื่อห้องปฏิบัติการ/เจ้าของ

- ประเภทของเสีย/ประเภทความเป็นอันตราย

- ส่วนประกอบของของเสีย (เท่าที่ระบุได้)

- ปริมาณของเสีย (ไม่ควรเกิน 80% ของความจุของภาชนะ)

- วันที่เริ่มบรรจุของเสีย

- วันที่หยุดบรรจุของเสีย

3.4 จรรยาบรรณ คุณธรรม และจริยธรรมในการทำงาน

ในการปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงาน และอาจารย์ผู้สอน ต้องคำนึงถึงจรรยาบรรณที่พึงมีในสถาบันอุดมศึกษา ตามประกาศ ก.พ.อ. เรื่องมาตรฐานของจรรยาบรรณที่พึงมีในสถาบันอุดมศึกษา ดังนี้ [90]

แนวทางการปฏิบัติตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีว่าด้วยจรรยาบรรณของข้าราชการและบุคลากรมหาวิทยาลัย พ.ศ. 2552 มีความมุ่งมั่นที่จะพัฒนาบุคลากรสายสนับสนุนให้มีความสามารถปฏิบัติงานได้อย่างเต็มศักยภาพ อย่างมีคุณธรรมและจริยธรรมโดยอยู่บนพื้นฐานของจิตสำนึกแห่งจรรยาบรรณที่เป็นกรอบแนวทาง เพื่อส่งเสริมให้เกิดระเบียบวินัยศีลธรรม และวัฒนธรรมที่ดีงามต่อการปฏิบัติงานเพื่อประโยชน์สุขของสังคมส่วนรวม ซึ่งถือเป็นหน้าที่สำคัญที่บุคลากรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีทุกท่านจะต้องยึดถือปฏิบัติงานด้วยจิตสำนึก อย่างมีจรรยารรณ โดยเห็นสมควรประกาศแนวปฏิบัติตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ว่าด้วยจรรยาบรรณของข้าราชการและบุคลากรมหาวิทยาลัย พ.ศ. 2552 เพื่อให้บุคลากรได้ยึดถือเป็นแนวทางปฏิบัติดังต่อไปนี้

1) จรรยาบรรณต่อตนเอง ต่อวิชาชีพ ต่อการปฏิบัติงาน และต่อหน่วยงาน

จรรยาบรรณตามข้อบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
1. เป็นผู้มีคุณธรรมและจริยธรรมอันดีงาม	1. ดำรงตนเป็นผู้มีความรู้คู่คุณธรรมที่เป็นที่เชื่อถือของคนทั่วไป
	2. เป็นแบบอย่างที่ดีของสังคมสอดคล้องกับวัฒนธรรมและขนบธรรมเนียมที่ดี
	3. ดำเนินชีวิตโดยยึดมั่นในความซื่อสัตย์สุจริต
	4. ไม่แสวงหาผลประโยชน์ใด ๆ จากนักศึกษา บุคคลทั่วไป หรือสังคม
	5. ไม่ใช้ชื่อและทรัพยากรของมหาวิทยาลัยเพื่อประโยชน์ส่วนตัวหรือหมู่คณะ
2. เพิ่มพูนความรู้ความสามารถและทักษะในการทำงานเพื่อให้การปฏิบัติหน้าที่มีประสิทธิภาพและประสิทธิผล	1. พัฒนาตนเอง พัฒนางานให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงตามยุคสมัย
	2. ปฏิบัติตนและพัฒนาตนเองให้เป็นผู้ยึดมั่น อยู่ในคุณงามความดีความถูกต้องและความชอบธรรม
3. ละเว้นจากการลอกเลียนผลงานทางวิชาการของผู้อื่นไปใช้ โดยอ้างว่าเป็นผลงานของตัวเอง	1. สร้างผลงานทางวิชาการด้วยความรู้ความสามารถทางวิชาการด้วยตัวเอง
	2. อ้างอิงทุกครั้งเมื่อนำผลงานของผู้อื่นไปใช้
	3. ซื่อสัตย์และมีคุณธรรมไม่คัดลอกผลงานของผู้อื่น ไม่จ้างวานผู้อื่นให้ทำผลงาน หรือไม่รับจ้างทำผลงานให้ผู้อื่น
4. ใช้วิชาชีพในการปฏิบัติหน้าที่ด้วยความซื่อสัตย์สุจริต เสมอภาคและปราศจากอคติ	1. ปฏิบัติหน้าที่ราชการโดยไม่มุ่งหวังหรือแสวงหาผลประโยชน์จากการปฏิบัติหน้าที่ และไม่ละทิ้งหน้าที่ราชการ ในกรณีที่วิชาชีพใดมีจรรยาบรรณกำหนดไว้ ก็พึงปฏิบัติตามที่กำหนดไว้นั้นด้วย
	2. ตรงต่อเวลา รักษาเวลา และอุทิศเวลาในการปฏิบัติราชการอย่างเสมอต้นเสมอปลาย

1) จรรยาบรรณต่อตนเอง ต่อวิชาชีพ ต่อการปฏิบัติงาน และต่อหน่วยงาน (ต่อ)

จรรยาบรรณตามข้อบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
	3. มีความเข้าใจและภูมิใจในวิชาชีพว่าเป็นวิชาชีพที่มีเกียรติและมีความสำคัญต่อการดำรงอยู่และความเจริญรุ่งเรืองของมหาลัยและประเทศชาติ
	4. ปฏิบัติตามจรรยาบรรณวิชาชีพในสาขาวิชาชีพของตนเอง
5. ยึดมั่นในเกียรติภูมิของมหาวิทยาลัย มีส่วนร่วมและเสียสละในการพัฒนามหาวิทยาลัย	1. เชื่อมั่นศรัทธาและภูมิใจในการเป็นบุคคลของมหาวิทยาลัย
	2. ปกป้องเกียรติของตนเองและมหาวิทยาลัย
	3. ประสานความร่วมมือและสร้างผลงาน ที่สร้างชื่อเสียงให้แก่มหาวิทยาลัยและประเทศชาติ
	4. เสียสละและมีส่วนร่วมในกิจกรรมเพื่อพัฒนามหาวิทยาลัยให้มีความเจริญก้าวหน้า
6. ดูแลรักษาและใช้ทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยอย่างประหยัดและคุ้มค่าด้วยความระมัดระวังมิให้เสียหายหรือสิ้นเปลือง	1. ใช้ทรัพย์สินของข้าราชการอย่างประหยัดและคุ้มค่า
	2. ให้ความร่วมมือในการอนุรักษ์พลังงานในมหาวิทยาลัย จรรยาบรรณตามข้อบังคับแนวทางการปฏิบัติ
	3. รักษาชื่อเสียงและประโยชน์อันชอบธรรมของมหาวิทยาลัย
	4. ไม่ใช้ชื่อและทรัพยากรของมหาวิทยาลัยเพื่อประโยชน์ส่วนตนหรือเพื่อหมู่คณะโดยมิชอบ

2) จรรยาบรรณต่อผู้บังคับบัญชา ผู้ใต้บังคับบัญชา และผู้ร่วมงาน

จรรยาบรรณตามข้อบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
1. ผู้บังคับบัญชาต้องมีความสุภาพเรียบร้อย เหมาะสม และประพฤติตนเป็นตัวอย่างที่ดีแก่ผู้ใต้บังคับบัญชา	1. ปฏิบัติต่อผู้ใต้บังคับบัญชาด้วยความสุภาพ มีน้ำใจไมตรีเอื้ออาทร และให้เกียรติต่อกัน
	2. รักษาปกป้องสมบัติทางราชการ
	3. อภัยในความบกพร่องของผู้ไม่รู้
	4. ปฏิบัติหน้าที่ราชการโดยคำนึงถึงผลประโยชน์สาธารณะและผลกระทบที่มีต่อบุคลากรมหาวิทยาลัยรวมทั้งรับฟังความคิดเห็น
2. ผู้บังคับบัญชาต้องดูแลเอาใจใส่ผู้ใต้บังคับบัญชาทั้งในด้านการปฏิบัติงาน ขวัญกำลังใจ สวัสดิการ การแต่งตั้งการเลื่อนขั้นเงินเดือน และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้ใต้บังคับบัญชา ตลอดจนปกครองผู้ใต้บังคับบัญชาด้วยหลักการและเหตุผลที่ถูกต้อง ตามทำนองคลองธรรม	1. ให้คำปรึกษา แนะนำ กำกับดูแล และช่วยเหลือผู้ใต้บังคับบัญชา ให้มีความสามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
	2. ปกครองผู้ใต้บังคับบัญชาด้วยหลักการและเหตุผลที่ถูกต้องตามระบบคุณธรรม พร้อมรับฟังความคิดเห็น เอาใจใส่ดูแลทุกข์สุขของผู้ใต้บังคับบัญชา
3. ผู้ใต้บังคับบัญชาต้องรับฟังคำแนะนำและให้ความเคารพต่อผู้บังคับบัญชา ให้ความคิดเห็นและเสนอแนะต่อผู้บังคับบัญชาโดยสุจริตในสิ่งที่เห็นว่าจะมีประโยชน์ต่อการพัฒนางานในความรับผิดชอบของตนและหลีกเลี่ยงการปฏิบัติงานที่ข้ามขั้นตอนการบังคับบัญชา	1. ทำความเข้าใจและปฏิบัติตามคำสั่งของผู้บังคับบัญชาที่สั่งการโดยชอบด้วยกฎหมาย พร้อมทั้งตั้งใจปฏิบัติโดยมิให้ขาดตกบกพร่อง
	2. ให้ความร่วมมือร่วมใจสามัคคีปรองดองและช่วยกันปฏิบัติงานเพื่อความสำเร็จร่วมกัน จรรยาบรรณตามข้อบังคับ แนวทางการปฏิบัติ
	3. ร่วมกันศึกษาวิเคราะห์และเสนอแนะ แนวทางปรับปรุงและการพัฒนางาน ในความรับผิดชอบให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผล

2) จรรยาบรรณต่อผู้บังคับบัญชา ผู้ใต้บังคับบัญชา และผู้ร่วมงาน (ต่อ)

จรรยาบรรณตามข้อบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
4.ปฏิบัติต่อผู้ร่วมงานและผู้เกี่ยวข้องอย่างกัลยาณมิตร ช่วยเหลือเกื้อกูลซึ่งกันและกัน ส่งเสริมความสามัคคีในหมู่คณะ	1. ให้เกียรติแสดงความมีน้ำใจ และให้ความเป็นมิตร
	2. เคารพสิทธิส่วนบุคคลของผู้ร่วมงาน และให้การยอมรับในความแตกต่างด้านอายุ เพศ เชื้อชาติ ศาสนา และกายภาพ
	3. รักษาความสามัคคีและช่วยเหลือเกื้อกูลในหมู่คณะในทางสร้างสรรค์

3) จรรยาบรรณต่อนักศึกษา ผู้รับบริการ ประชาชน และสังคม

จรรยาบรรณตามข้อบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
1. บริการนักศึกษาผู้รับบริการ ประชาชน และผู้มาติดต่องาน ด้วยความมีน้ำใจ เอื้อเฟื้อ และใช้กิริยาวาจาที่สุภาพอ่อนโยน เมื่อเห็นว่าเรื่องใดไม่สามารถปฏิบัติได้หรือไม่อยู่ในอำนาจของตนจะต้องปฏิบัติ ควรชี้แจงเหตุและผล หรือแนะนำให้ติดต่อยังหน่วยงานหรือบุคลากรซึ่งตนทราบว่ามีอำนาจหน้าที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนั้น ๆ	1. มีจิตสำนึกในการให้บริการที่ดีแสดงออกด้วยกิริยาที่สุภาพเรียบร้อย ในการให้บริการกับผู้มาติดต่อ
	2. ปฏิบัติต่อนักศึกษาผู้รับบริการ ประชาชน และผู้มาติดต่อด้วยความเสมอภาค สุภาพและไม่เลือกปฏิบัติ
	3. พึงกระทำตนให้เป็นผู้มีความน่าเชื่อถือและความไว้วางใจจากนักศึกษาผู้รับบริการและประชาชน
2. ละเว้นการรับทรัพย์สินหรือประโยชน์อื่นใดที่มีมูลค่าเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดหรือเกินกว่าปกติที่จะพึงให้กันโดยเสน่หาจากนักศึกษาผู้รับบริการ ประชาชน และผู้มาติดต่องาน	1. ไม่รับทรัพย์สินหรือผลประโยชน์อื่นใด ซึ่งมีมูลค่าเกินปกติจากนักศึกษาผู้รับบริการ ประชาชน และผู้มาติดต่อ
	2. ปฏิบัติหน้าที่โดยไม่มุ่งหวัง หรือแสวงหาผลประโยชน์ จรรยาบรรณตามข้อบังคับแนวทางการปฏิบัติ
	3. ประพฤติปฏิบัติตนตามกฎเกณฑ์ของสังคมด้วยความเต็มใจ

3) จรรยาบรรณต่อนักศึกษา ผู้รับบริการ ประชาชน และสังคม (ต่อ)

จรรณยาบรรณตามขอบังคับ	แนวทางการปฏิบัติ
	4. ละเว้นการแสวงหาผลประโยชน์โดยชอบจากนักศึกษาผู้รับบริการ ประชาชน และผู้มาติดต่องาน

บทที่4

เทคนิคการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานตามคู่มือการปฏิบัติงาน การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้และความสามารถในการจัดเตรียมสารละลายและอุปกรณ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ต่างๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติงาน ดังนี้

4.1 กิจกรรมการปฏิบัติงาน

กิจกรรมการปฏิบัติงาน การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในภาคการศึกษาที่ 2 ของทุกปีการศึกษา ผู้ปฏิบัติงานได้เขียนแผนปฏิบัติงานดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงกิจกรรมการปฏิบัติงาน การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

สัปดาห์ที่	กิจกรรม	เวลาดำเนินการ
1	ศึกษาแผนการสอนของรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ การทดลองเรื่องการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน	1 วัน
2	เช็คสำรวจรายการสารเคมี และอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเตรียมสารละลายในการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน	2 วัน
3	การจัดเตรียมสารละลาย ในการทดลองเรื่องการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน	2 วัน
4	การตรวจความพร้อมของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดลองเรื่องการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน	1 ชั่วโมง
5	การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ วิเคราะห์แคตไอออน การแยกแคตไอออนและปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง	3 ชั่วโมง/สัปดาห์

ตารางที่ 4.1 แสดงกิจกรรมการปฏิบัติงาน การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (ต่อ)

สัปดาห์ที่	กิจกรรม	เวลาดำเนินการ
6	การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ วิเคราะห์แคตไอออน การแยกแคตไอออน และปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง (ต่อ)	3 ชั่วโมง/สัปดาห์
7	การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ วิเคราะห์แอนไอออน การแยกแอนไอออน และปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง	3 ชั่วโมง/สัปดาห์
8	จัดเก็บสารละลายและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน หลังเสร็จสิ้นการทดลอง	1 ชั่วโมง

4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงาน การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ผู้ปฏิบัติงานต้องเตรียมความพร้อมของสารละลายและอุปกรณ์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการเรียนการสอน ในเรื่องการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ โดยขั้นตอนการปฏิบัติงานจะเริ่มต้นตั้งแต่การศึกษาแผนการสอนตาม มคอ.3 ของรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ในการทดลองเรื่องการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน โดยดำเนินการประสานงานกับอาจารย์ผู้สอน การวางแผนการปฏิบัติการ และการเช็คสำรวจรายการสารเคมีที่ต้องใช้ในการเตรียมสารละลาย และอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดลอง ซึ่งขั้นตอนดังกล่าวผู้ปฏิบัติงานจะปฏิบัติงานทั้งหมด 1 ครั้ง / 8 สัปดาห์ ในส่วนของขั้นตอนการจัดเตรียมสารละลายและอุปกรณ์ ต้องมีการทดสอบก่อนมีปฏิบัติการเรียนการสอน โดยมีการจัดเตรียมสารละลายวางไว้ที่โต๊ะปฏิบัติการ ขั้นตอนในการวางสารละลายต้องวางเรียงตั้งแต่การทดลองที่ 1 จนถึงขั้นตอนสุดท้าย โดยมีการบอกอธิบายตั้งแต่การเบิกตระกร้าอุปกรณ์ การเช็กรายการอุปกรณ์ในตะกร้า การอธิบายขั้นตอนในการทดลอง การควบคุมและดูแลการปฏิบัติการทดลองของนักศึกษา รวมถึงควบคุมการจัดการของเสียและการตรวจสอบการคืนตระกร้าอุปกรณ์ ผู้ปฏิบัติงานจะปฏิบัติ 1 ครั้ง / 1 สัปดาห์ ทั้งนี้ผู้จัดทำคู่มือได้นำเสนอขั้นตอนในการปฏิบัติงานในรูปแผนผังงาน (Flowchart) แสดงลำดับการปฏิบัติงาน พร้อมรายละเอียดงานโดยสังเขป ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แผนผังการปฏิบัติงาน	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา
เริ่มต้น	-	-	-
ศึกษาแผนการสอน	**ขั้นตอนที่ 1** ศึกษาแผนการสอน จาก มคอ.3 ของรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เรื่อง การวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน และวางแผนการปฏิบัติงาน	- ผู้ปฏิบัติงาน	1 วัน
เช็คสำรวจรายการสารเคมี และอุปกรณ์	**ขั้นตอนที่ 2** เช็คสำรวจรายการสารเคมี และอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องใช้ในการเตรียมสารละลายในการทดลองเรื่องการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนก่อนเปิดภาคเรียนอย่างน้อย 1 เดือน	- ผู้ปฏิบัติงาน	2 วัน
จัดเตรียมสารเคมีและอุปกรณ์	**ขั้นตอนที่ 3** เตรียมสารสารละลายและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน	- ผู้ปฏิบัติงาน	2 วัน
A	-	-	-

ตารางที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (ต่อ)

แผนผังการปฏิบัติงาน	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา
A	-	-	-
ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์	**ขั้นตอนที่ 4** การตรวจความพร้อมของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดลองเรื่องการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน ก่อนนำไปให้นักศึกษาใช้ในการทดลอง	- ผู้ปฏิบัติงาน	1 ชั่วโมง
จัดวางสารละลายและอุปกรณ์	**ขั้นตอนที่ 5** จัดวางสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน ห้อง ST2-105	- ผู้ปฏิบัติงาน	1 ชั่วโมง/สัปดาห์
ควบคุมและดูแลการทดลองของนักศึกษา	**ขั้นตอนที่ 6** ควบคุมและดูแลการทดลองของนักศึกษาในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพวิเคราะห์แคตไอออน และแอนไอออน และปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง	- ผู้ปฏิบัติงาน	3 ชั่วโมง/สัปดาห์ รวม 9 ชั่วโมง/3 สัปดาห์
B	-	-	-

ตารางที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการปฏิบัติงาน การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (ต่อ)

แผนผังการปฏิบัติงาน	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา
B	-	-	-
ตรวจสอบ การจัดเก็บสารละลายและอุปกรณ์	**ขั้นตอนที่ 7** ตรวจสอบ หลังเสร็จสิ้นการทดลอง การจัดเก็บสารละลายและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน หลังเสร็จสิ้นการทดลอง	- ผู้ปฏิบัติงาน	1 ชั่วโมง
ประเมินความพึงพอใจ	**ขั้นตอนที่ 8** การประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	- ผู้ปฏิบัติงาน	5 นาที
สิ้นสุด	-	-	-

4.3 ขั้นตอนของการดำเนินงาน

จากขั้นตอนการปฏิบัติงานการเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สามารถอธิบายรายละเอียดของการปฏิบัติงานได้ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาแผนการสอน มคอ.3 รายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

ผู้ปฏิบัติงานทำการศึกษาแผนการสอนที่ได้จากอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ ก่อนเปิดภาคเรียนที่ 2 ของทุกปีการศึกษา โดยผู้ปฏิบัติงานจะต้องสอบถามอาจารย์ผู้สอนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เพื่อให้ทราบจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชานี้ และรายละเอียดกิจกรรมต่างๆของบทปฏิบัติการ ตารางการทดลองการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมในบทปฏิบัติการ

ในการศึกษาบทปฏิบัติการผู้ปฏิบัติงานควรสอบถามอาจารย์ผู้สอนในเรื่องของการจัดเตรียมสารละลายและอุปกรณ์ ที่ทำเป็นต้องใช้ในการเรียนการสอน เพื่อใช้สำหรับการวางแผนในการปฏิบัติงานต่อไปสำหรับแผนการสอนของรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์เรื่องการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน มีจำนวน 4 สัปดาห์ มีหัวข้อและรายละเอียด จำนวนชั่วโมง ปฏิบัติ กิจกรรมการเรียนการสอนและรายชื่ออาจารย์ผู้สอน (แสดงแผนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์เรื่องการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน) หน้าที่ 18

สำหรับแผนการสอนตาม มคอ.3 ของรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ นั้นมีจำนวนทั้งหมด 15 สัปดาห์ มีหัวข้อ/รายละเอียด จำนวนชั่วโมงทฤษฎี ปฏิบัติ กิจกรรมการเรียนการสอน และรายชื่ออาจารย์ผู้สอน

ขั้นตอนที่ 2 สำรวจรายการสารเคมีและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเตรียมสารละลายรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

หลังจากผู้ปฏิบัติงานทราบจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ และทราบถึงรายละเอียดกิจกรรมต่าง ๆ ในบทปฏิบัติการเรื่อง การวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนจากแผนการสอน และศึกษาจากหนังสือประกอบการสอน ผู้ปฏิบัติงานจึงต้องสำรวจรายการสารเคมีและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการเตรียมสารละลาย ในการทดลองปฏิบัติการว่ามีเพียงพอกับจำนวนของนักศึกษาหรือไม่ ให้สำรวจล่วงหน้าก่อนเปิดภาคเรียนที่ 1 อย่างน้อยเป็นเวลา 1 เดือน

1) สำรวจความชำรุด เสียหายของอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงาน จากประสบการณ์ที่ผ่านมา ถ้าหากพบว่าเครื่องมือชนิดใดมีความชำรุดเสียหาย ผู้ปฏิบัติงานต้องทำการซ่อมแซมทันที และหากผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถซ่อมแซมเองได้ ให้ผู้ปฏิบัติงานเขียนรายงานลงแบบฟอร์มแจ้งซ่อมอุปกรณ์และเครื่องมือ เช่นจากประสบการณ์พบว่าตู้ดูดควัน ห้อง ST2105 มีสภาพไม่พร้อมใช้งาน เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน จึงได้เขียนแบบฟอร์มการแจ้งซ่อม เพื่อเสนอแจ้งซ่อมแซมไปยังฝ่ายพัสดุของคณะวิทยาศาสตร์ต่อไป และผู้ปฏิบัติงานต้องทำความสะอาดบำรุงรักษาให้เครื่องมือพร้อมใช้งานอยู่เสมอ (แสดงได้ดังภาพที่ 4.1) หน้า 109

2) สำรวจจำนวนของสารเคมี สารละลายเข้มข้นทั้งหมด ที่ใช้ในบทปฏิบัติการเรื่องการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน ในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เพื่อสำรวจดูจำนวนสารเคมีคงเหลือที่ต้องใช้ในการเรียนการสอน ในระบบสารเคมี ภาควิชาเคมี ในแบบสำรวจรายการสารเคมี โดยมีการเขียนชื่อสารเคมี และจำนวนปริมาตรที่เหลือ จากประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่าบางครั้งสารเคมีใกล้หมดจึงได้ทำรายการสารเคมีในการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนเอาไว้ (แสดงได้ดังภาพที่ 4.2) หน้า 110

และถ้าหากสารเคมีชนิดไหนใกล้หมด หรือไม่เพียงพอต่อการใช้เตรียมสารละลายเพื่อการเรียนการสอนเรื่องการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานต้องเขียนบันทึกรายการในใบแจ้งขออนุมัติซื้อสารเคมีเบื้องต้น แล้วจึงดำเนินการขอใบเสนอราคา เพื่อทำเรื่องขออนุมัติซื้อต่อฝ่ายพัสดุ เมื่อผู้ปฏิบัติงานสำรวจสารเคมีอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้ในการเรียนการสอนของรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์เรื่อง การวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน เรียบร้อยแล้ว นำข้อมูลทั้งหมดมาเทียบกับจำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชานี้ ว่ามีความเพียงพอต่อการนำไปทดลองของนักศึกษาหรือไม่ หากไม่เพียงพอให้ลงบันทึกข้อมูลพร้อมจำนวนที่ต้องจัดซื้อต่อไป (แสดงได้ดังภาพที่ 4.3) หน้า 112

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอัญบุรี

แบบฟอร์มการแจ้งซ่อมอุปกรณ์และเครื่องมือ

วันที่ 14 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2565

เรื่อง แจ้งซ่อมอุปกรณ์และเครื่องมือ

เรียน เรียนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ข้าพเจ้า นางสาว เณศรา แก้วคง ภาควิชา/สาขา เคมี ☐ อาจารย์ ☑ เจ้าหน้าที่

มีความประสงค์แจ้งซ่อมอุปกรณ์และเครื่องมือ

ลำดับที่	รายการ	อักษณะอาการที่เสีย	จำนวน (เครื่อง)	หมายเหตุ
1	ตู้ดูดควัน	ไฟวิ่งทีละช่องไม่ทำงาน	1	ST2105
2				
3				
4				
5				

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ลงชื่อ เณศรา ผู้แจ้งซ่อม

(นางสาว เณศรา แก้วคง)

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

ภาพที่ 4.1 แสดงแบบฟอร์มแจ้งซ่อมอุปกรณ์และเครื่องมือ

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แบบสำรวจรายการสารเคมี

วิชา ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ (การวิเคราะห์แอนไอออนและแคตไอออน) วันที่สำรวจ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565

ภาคเรียนที่ 2/2565 รายชื่อผู้สำรวจ เณศรา แก้วคง

ลำดับที่	รายการ	ปริมาตรบรรจุ	จำนวนคงเหลือ	หมายเหตุ
1	Acetic acid, (CH_3COOH)	2.5 ลิตร	5 ลิตร	-
2	Aluminium nitrate, $Al(NO_3)$	500 กรัม	300 กรัม	-
3	Aurintricarboxylic acid, ($C_{22}H_{14}O_9$)	100 กรัม	60 กรัม	-
4	Ammonia, NH_3	2.5 ลิตร	5 ลิตร	-
5	Ammonium acetate, $NH_4CH_3CO_2$	500 กรัม	400 กรัม	-
6	Ammonium chloride, NH_4Cl	500 กรัม	300 กรัม	-
7	Ammonium molybdate, $(NH_4)_2MoO_4$	500 กรัม	200 กรัม	สั่งเพิ่ม 1กระปุก
8	Ammonium nitrate, NH_4NO_3	500 กรัม	300 กรัม	-
9	Barium chloride, $BaCl_2$	500 กรัม	400 กรัม	-
10	Barium nitrate, $Ba(NO_3)_2$	500 กรัม	300 กรัม	-
11	Barium hydroxide, $Ba(OH)_2$	250 กรัม	150 กรัม	สั่งเพิ่ม 1กระปุก
12	Bismuth nitrate, $Bi(NO_3)_3$	100 กรัม	50 กรัม	สั่งเพิ่ม 1กระปุก
16	Calcium chloride, $CaCl_2$	500 กรัม	400 กรัม	-
14	Calcium nitrate, $Ca(NO_3)_2$	500 กรัม	300 กรัม	-
15	Copper nitrate, $Cu(NO_3)_2$	500 กรัม	400 กรัม	-
16	Chloroform, $CHCl_3$	2.5 ลิตร	2.5 ลิตร	สั่งเพิ่ม 1ขวด
17	Dimethylglyoxime, $C_4H_8N_2O_2$	100 กรัม	60 กรัม	-
18	Diethyl ether, $(C_2H_5)_2O$	2.5 ลิตร	2.5 ลิตร	สั่งเพิ่ม 1ขวด
19	Ethanol, C_2H_6O	2.5 ลิตร	2.5 ลิตร	สั่งเพิ่ม 1ขวด
20	Hydrochlooric acid, HCl	2.5 ลิตร	2.5 ลิตร	สั่งเพิ่ม 1ขวด
21	Hydrogen peroxide, H_2O_2	4 ลิตร	3 ลิตร	-
22	Iron (III) chloride, $FeCl_3$	500 กรัม	300 กรัม	-
23	Iron (III) nitrate, $Fe(NO_3)_3$	500 กรัม	400 กรัม	-
24	Iron (III) sulfate, $FeSO_4$	250 กรัม	200 กรัม	-
25	Lead acetate, $PbC_4H_6O_4$	500 กรัม	400 กรัม	-
26	Lead nitrate, $Pb(NO_3)_2$	500 กรัม	300 กรัม	-
27	Manganese(II) chloride, $MnCl_2$	500 กรัม	300 กรัม	-
28	Manganese (II) nitrate, $Mn(NO_3)_2$	500 กรัม	400 กรัม	-

ภาพที่ 4.2 แสดงแบบสำรวจรายการสารเคมีการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

แบบสำรวจรายการสารเคมี

วิชา ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ (การวิเคราะห์แอนไอออนและแคตไอออน) วันที่สำรวจ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565

ภาคเรียนที่ 2/2565 รายชื่อผู้สำรวจ เณศรา แก้วคง

ลำดับที่	รายการ	ปริมาตรบรรจุ	จำนวนคงเหลือ	หมายเหตุ
29	Manganese (II) sulfate, $MnSO_4$	500 กรัม	400 กรัม	-
30	Mercury (II) acetate, $Hg(C_4H_6O_4)$	100 กรัม	60 กรัม	-
31	Mercury (I) nitrate, $Hg_2(NO_3)_2$	100 กรัม	50 กรัม	-
32	Mercury (II) chloride, $HgCl_2$	500 กรัม	400 กรัม	-
33	Nickel nitrate, $Ni(NO_3)_2$	500 กรัม	400 กรัม	-
34	Nitric acid, HNO_3	2.5 ลิตร	2.5 ลิตร	สั่งเพิ่ม 1ขวด
35	Potassium chromate, K_2CrO_4	500 กรัม	400 กรัม	-
36	Potassium oxalate, $K_2C_2O_4$	500 กรัม	400 กรัม	-
37	Potassium permanganate, $KMnO_4$	500 กรัม	400 กรัม	-
38	Potassium thiocyanate, KSCN	500 กรัม	300 กรัม	สั่งเพิ่ม 1กระปุก
39	Silver nitrate, $AgNO_3$	100 กรัม	50 กรัม	สั่งเพิ่ม 1ขวด
40	Sodium bismuthate, $NaBiO_3$	500 กรัม	300 กรัม	-
41	Sodium bromide, NaBr	500 กรัม	400 กรัม	-
42	Sodium carbonate, Na_2CO_3	500 กรัม	300 กรัม	-
43	Sodium chloride, NaCl	500 กรัม	400 กรัม	-
44	Sodium iodide, NaI	100 กรัม	60 กรัม	-
45	Sodium hydroxide, NaOH	1,000 กรัม	500 กรัม	-
46	Sodium nitrite, $NaNO_2$	250 กรัม	100 กรัม	-
47	Sodium nitrate, $NaNO_3$	500 กรัม	300 กรัม	-
48	Sodium peroxide, Na_2O_2	100 กรัม	60 กรัม	-
49	Sodium sulfate, Na_2SO_4	500 กรัม	400 กรัม	-
50	Sodiun sulfide, Na_2S	250 กรัม	200 กรัม	-
51	Sodium sulphite, Na_2SO_3	500 กรัม	400 กรัม	-
52	di-Sodium hydrogen phosphate, Na_2HPO_4	500 กรัม	400 กรัม	-
53	Sulfuric acid, H_2SO_4	2.5 ลิตร	2.5 ลิตร	สั่งเพิ่ม 1ขวด
54	Tin (II) chloride, $SnCl_2$	500 กรัม	400 กรัม	-
55	Thioacetamide, (CH_3CSNH_2)	100 กรัม	50 กรัม	-

ภาพที่ 4.2 แสดงแบบสำรวจรายการสารเคมีการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน (ต่อ)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ใบแจ้งขออนุมัติซื้อสารเคมีเบื้องต้น

เรียน เรียนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เนื่องด้วยข้าพเจ้านางสาวเณศรา แก้วคง นักวิชาการศึกษา สังกัดภาควิชาเคมี มีความประสงค์แจ้งขออนุมัติซื้อสารเคมี รายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน

ลำดับที่	รายการ	ปริมาตร	จำนวน	ราคา (บาท)	บริษัท
1	Ammonium molybdate, $(NH_4)_2MoO_4$	500 กรัม	1 กระปุก	2,300	ซีทีแลบอราตอรี เลขที่ 13/95 ซอย แจ้งวัฒนะ 14 แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่กรุงเทพ 10210 โทร 0-25739883
2	Barium hydroxide, $Ba(OH)_2$	250 กรัม	1 กระปุก	650	
3	Bismuth nitrate, $Bi(NO_3)_3$	100 กรัม	1 กระปุก	890	
4	Chloroform, $CHCl_3$	2.5 ลิตร	1 ขวด	900	
5	Diethyl ether, $(C_2H_5)_2O$	2.5 ลิตร	1 ขวด	1,450	
6	Ethanol, C_2H_6O	2.5 ลิตร	1 ขวด	900	
7	Hydrochlooric acid, HCl	2.5 ลิตร	1 ขวด	400	
8	Nitric acid, HNO_3	2.5 ลิตร	1 ขวด	460	
9	Potassium thiocyanate, KSCN	500 กรัม	1 กระปุก	1,380	
10	Silver nitrate, $AgNO_3$	100 กรัม	1 กระปุก	5,520	
11	Sulfuric acid, H_2SO_4	2.5 ลิตร	1 ขวด	390	
	รวมราคาทั้งสิ้น			15,240	
	จำนวนภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%			1,066.80	
	จำนวนเงินรวมทั้งสิ้น			16,306.80	

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ลงชื่อ.....

(นางสาว เณศรา แก้วคง)

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

ภาพที่ 4.3 แสดงใบแจ้งขออนุมัติซื้อสารเคมีเบื้องต้น

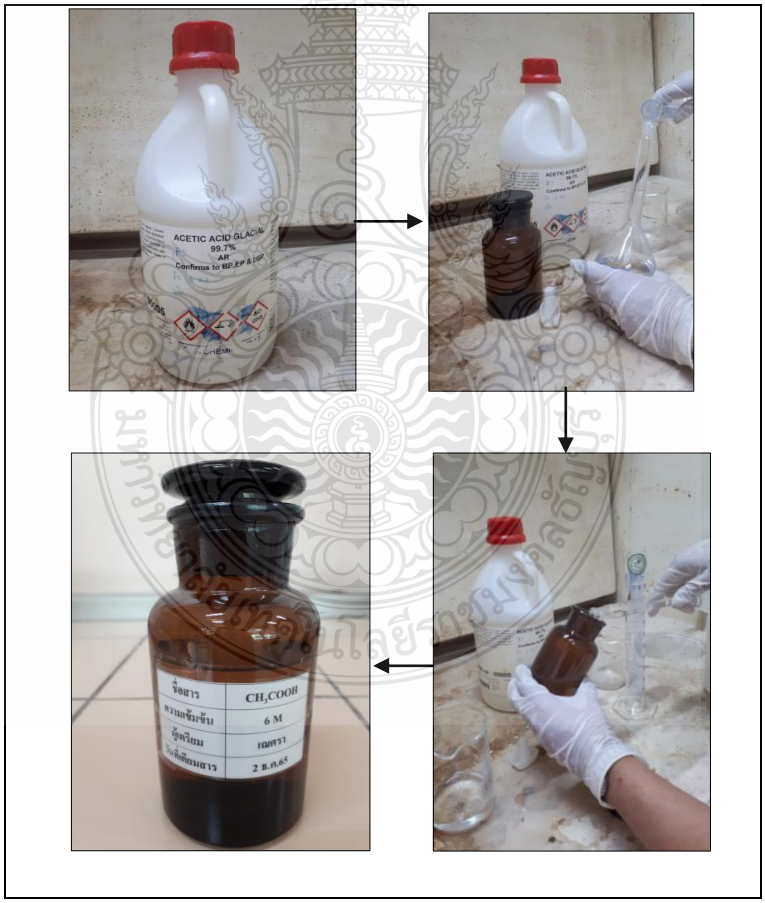
ขั้นตอนที่ 3 จัดเตรียมสารละลายและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการเตรียมสารละลายการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน

1. การเตรียมสารละลายการวิเคราะห์แคตไอออน

1) กรดอะซิติก, CH_3COOH ความเข้มข้น 6 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารกรดอะซิติกเข้มข้น 17 โมลาร์ ในตู้ดูดควัน จำนวน 88.23 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นประมาณ 100 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อสารละลาย ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.4)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควันเท่านั้น เพราะกรดอะซิติกเข้มข้นถ้าโดนผิวหนังจะก่อให้เกิดผิวหนังไหม้รุนแรง ถ้าสูดดมจะมีอาการระคายเคืองทางเดินหายใจ เป็นสาเหตุทำลายทางเดินหายใจ หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที



ภาพที่ 4.4 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดอะซิติก ความเข้มข้น 6 โมลาร์

2) อะลูมิเนียมไนเตรต, $Al(NO_3)$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารอะลูมิเนียมไนเตรต จำนวน 3.75 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.5)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.5 แสดงการเตรียมสารละลาย อะลูมิเนียมไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

3) กรดออรินทริคาร์บอกซิลิก ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารกรดออรินทริคาร์บอกซิลิก จำนวน 0.21 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.6)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.6 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดออรินทริคาร์บอกซิลิก ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

4) แอมโมเนีย, NH_3 ความเข้มข้น 15 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารละลายแอมโมเนีย จากขวดเดิมที่มีความเข้มข้น 15 โมลาร์ ในตู้ดูดควัน ลงในขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.7)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะสารละลายแอมโมเนียมีกลิ่นฉุนรุนแรง เป็นสารอันตรายเมื่อสัมผัสถูกจะรู้สึกคันระคายเคือง หรือสูดดมโดยตรง มีสภาพเป็นด่าง สามารถติดไฟได้และกัดกร่อนได้ หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.7 แสดงการเตรียมสารละลาย แอมโมเนีย ความเข้มข้น 15 โมลาร์

5) แอมโมเนีย, NH_3 ความเข้มข้น 6 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารแอมโมเนีย เข้มข้น 15 โมลาร์ ในตู้ดูดควัน จำนวน 100 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นประมาณ 100 มิลลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.8)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะสารละลายแอมโมเนียมีกลิ่นฉุนรุนแรง เป็นสารอันตรายเมื่อสัมผัสถูกจะรู้สึกคันระคายเคือง หรือสูดดมโดยตรง มีสภาพเป็นด่าง สามารถติดไฟได้และกัดกร่อนได้ หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.8 แสดงการเตรียมสารละลาย แอมโมเนีย ความเข้มข้น 6 โมลาร์

6) แอมโมเนียมอะซิเตต, $NH_4CH_3CO_2$ ความเข้มข้น 1 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารแอมโมเนียมอะซิเตต จำนวน 3.85 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.9)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.9 แสดงการเตรียมสารละลาย แอมโมเนียมอะซิเตต ความเข้มข้น 1 โมลาร์

7) แอมโมเนียมอะซิเตต, $NH_4CH_3CO_2$ ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารแอมโมเนียมอะซิเตต จำนวน 1.92 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.10)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.10 แสดงการเตรียมสารละลาย แอมโมเนียมอะซิเตต ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์

8) แอมโมเนียมคลอไรด์, NH_4Cl ความเข้มข้น 2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งแอมโมเนียมคลอไรด์ จำนวน 5.34 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.11)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.11 แสดงการเตรียมสารละลาย แอมโมเนียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 2 โมลาร์

9) แอมโมเนียมไนเตรต, NH_4NO_3 ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารแอมโมเนียมไนเตรต จำนวน 0.80 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.12)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.12 แสดงการเตรียมสารละลาย แอมโมเนียมไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

10) แบเรียมไนเตรต, $Ba(NO_3)_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารแบเรียมไนเตรต จำนวน 2.61 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.13)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.13 แสดงการเตรียมสารละลาย แบเรียมไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

11) บิสมัท(III) ไนเตรต, $Bi(NO_3)_3$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารบิสมัท(III) ไนเตรต จำนวน 4.85 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.14)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.14 แสดงการเตรียมสารละลาย บิสมัท(III) ไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

12) แคลเซียมไนเตรต, $Ca(NO_3)_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารแคลเซียมไนเตรต จำนวน 2.36 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.15)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.15 แสดงการเตรียมสารละลาย แคลเซียมไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

13) คอปเปอร์(II) ไนเตรต, $Cu(NO_3)_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารคอปเปอร์(II) ไนเตรต จำนวน 2.41 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.16)

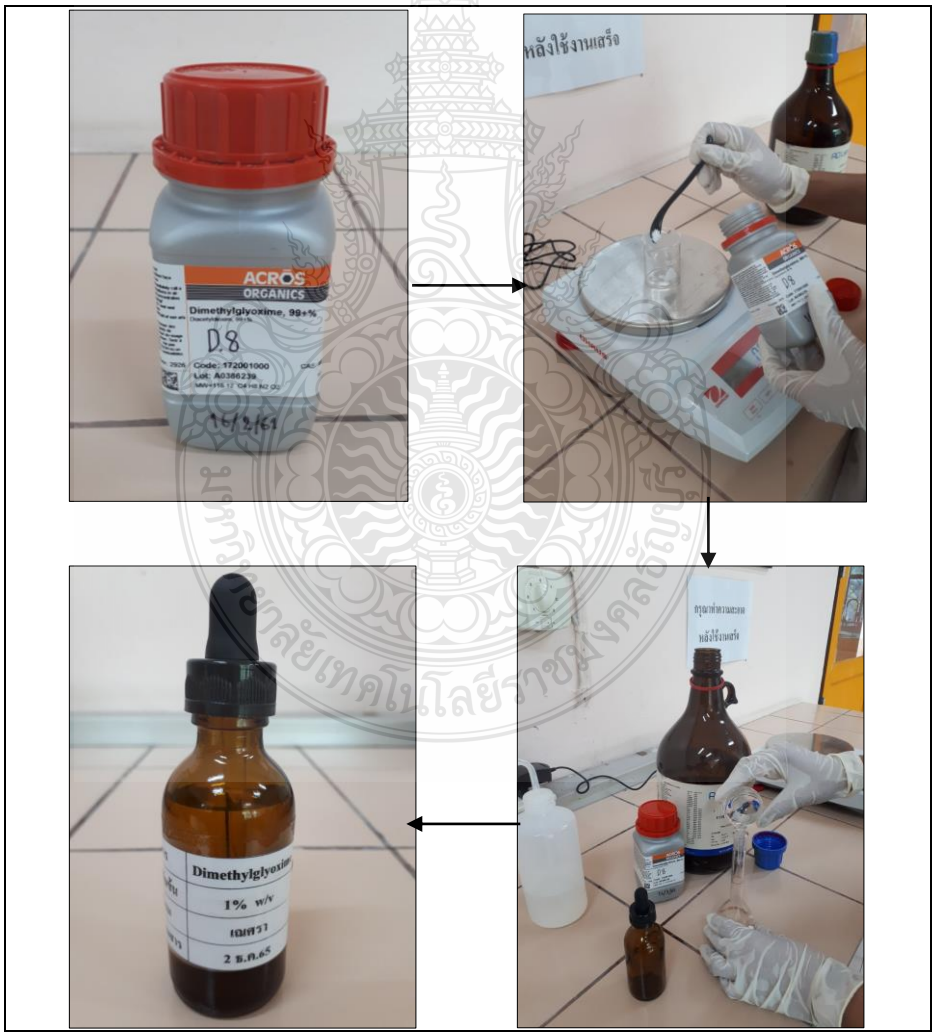
ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.16 แสดงการเตรียมสารละลาย คอปเปอร์(II) ไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

14) ไดเมทิลไกลออกซีม, $C_4H_8N_2O_2$ ความเข้มข้น 1% w/v

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารไดเมทิลไกลออกซีม จำนวน 0.5 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ริน 95% เอทานอล ใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารด้วย 95% เอทานอล ออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้ว ให้หมดจากนั้นปรับปริมาตรด้วยจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.17)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที



ภาพที่ 4.17 แสดงการเตรียมสารละลาย ไดเมทิลไกลออกซีม ความเข้มข้น 1% w/v

15) กรดไฮโดรคลอริก, HCl ความเข้มข้น 12 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารกรดไฮโดรคลอริก จากขวดเดิมที่มีความเข้มข้น 12 โมลาร์ ในตู้ดูดควัน ลงในขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.18)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะกรดไฮโดรคลอริกเป็นกรดแก่ เป็นของเหลวที่มีพลังการกัดกร่อนสูง หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.18 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 12 โมลาร์

16) กรดไฮโดรคลอริก, HCl ความเข้มข้น 6 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 12 โมลาร์ ในตู้ดูดควัน จำนวน 125 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นประมาณ 100 มิลลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.19)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะกรดไฮโดรคลอริกเป็นกรดแก่ เป็นของเหลวที่มีพลังการกัดกร่อนสูง หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.19 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 6 โมลาร์

17) กรดไฮโดรคลอริก, HCl ความเข้มข้น 2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 12 โมลาร์ ในตู้ดูดควัน จำนวน 41.66 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นประมาณ 100 มิลลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.20)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะกรดไฮโดรคลอริกเป็นกรดแก่ เป็นของเหลวที่มีพลังการกัดกร่อนสูง หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.20 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 2 โมลาร์

18) เฟอร์ริกไนเตรต, $Fe(NO_3)_3$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารเฟอร์ริกไนเตรต จำนวน 4.04 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.21)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.21 แสดงการเตรียมสารละลาย เฟอร์ริกไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

19) เลด(II) ไนเตรต, $Pb(NO_3)_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารเลด(II) ไนเตรต จำนวน 3.31 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.22)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.22 แสดงการเตรียมสารละลาย เลด(II) ไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

20) แมงกานีส(II) ไนเตรต, $Mn(NO_3)_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารแมงกานีส(II) ไนเตรตจำนวน 2.51 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.23)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.23 แสดงการเตรียมสารละลาย แมงกานีส(II) ไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

21) เมอร์คิวรี(I) ไนเตรต, $Hg_2(NO_3)_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารเมอร์คิวรี(I) ไนเตรต จำนวน 3.43 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รีบปิดด้วยพาราฟิล์ม จากนั้นนำไปเตรียมสารละลายที่ตู้ดูดควัน รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.24)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูควัน เพราะเป็นสารอันตรายและเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม หากสัมผัสโดนระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนทำให้เกิดอาการไอและหายใจไม่ออก ระคายเคืองต่อดวงตาและผิวหนัง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.24 แสดงการเตรียมสารละลาย เมอร์คิวรี(I) ไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

22) เมอร์คิวรี(II) คลอไรด์, $HgCl_2$ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารเมอร์คิวรี (II) คลอไรด์ จำนวน 1.35 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รีบปิดด้วยพาราฟิล์ม จากนั้นนำไปเตรียมสารละลายที่ตู้ดูดควัน รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.25)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะเป็นสารอันตราย เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม หากสัมผัสโดนระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนทำให้เกิดอาการไอและหายใจไม่ออก ระคายเคืองต่อดวงตาและผิวหนัง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.25 แสดงการเตรียมสารละลาย เมอร์คิวรี(II) คลอไรด์ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

23) นิกเกิลไนเตรต, $Ni(NO_3)_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสาร นิกเกิลไนเตรต จำนวน 2.90 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.26)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.26 แสดงการเตรียมสารละลาย นิกเกิลไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

24) กรดไนตริก, HNO_3 ความเข้มข้น 16 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารกรดไนตริก จากขวดเดิมที่มีความเข้มข้น 16 โมลาร์ ในตู้ดูดควัน ลงในขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.27)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะกรดไนตริก เป็นกรดที่มีความอันตราย ไวไฟ กัดกร่อนหากสัมผัสโดนระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนทำให้เกิดอาการไอและหายใจไม่ออก ระคายเคืองต่อดวงตาและผิวหนัง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.27 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดไนตริก ความเข้มข้น 16 โมลาร์

25) กรดไนตริก, HNO_3 ความเข้มข้น 6 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารกรดไนตริก เข้มข้น 16 โมลาร์ ในตู้ดูดควัน จำนวน 93.75 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นประมาณ 100 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.28)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะกรดไนตริก เป็นกรดที่มีความอันตราย ไวไฟ กัดกร่อนหากสัมผัสโดนระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนทำให้เกิดอาการไอและหายใจไม่ออก ระคายเคืองต่อดวงตาและผิวหนัง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.28 แสดงการเตรียมสารละลาย Nitric acid ความเข้มข้น 6 โมลาร์

26) กรดไนตริก, HNO_3 ความเข้มข้น 3 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารกรดไนตริก เข้มข้น 16 โมลาร์ ในตู้ดูดควัน จำนวน 46.87 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นประมาณ 150 มิลลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.29)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะกรดไนตริกเป็นกรดที่มีความอันตราย ไวไฟ กัดกร่อนหากสัมผัสโดนระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนทำให้เกิดอาการไอและหายใจไม่ออก ระคายเคืองต่อดวงตาและผิวหนัง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.29 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดไนตริก ความเข้มข้น 3 โมลาร์

27) โพแทสเซียมโครเมต, K_2CrO_4 ความเข้มข้น 1 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโพแทสเซียมโครเมต จำนวน 9.70 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.30)

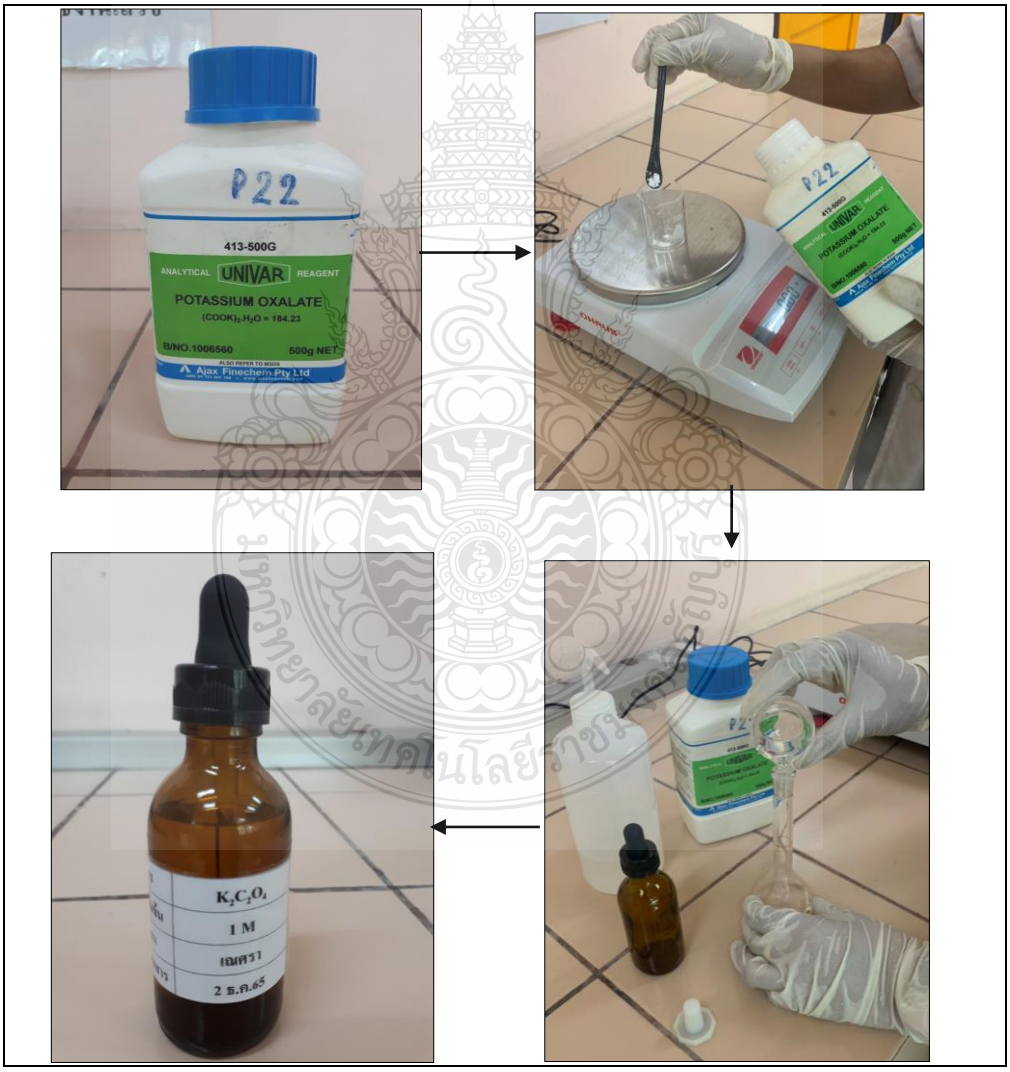
ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.30 แสดงการเตรียมสารละลาย โพแทสเซียมโครเมต ความเข้มข้น 1 โมลาร์

28) โพแทสเซียมออกซาเลท, $K_2C_2O_4$ ความเข้มข้น 1 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโพแทสเซียมออกซาเลท จำนวน 9.21 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.31)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที



ภาพที่ 4.31 แสดงการเตรียมสารละลาย โพแทสเซียมออกซาเลท ความเข้มข้น 1 โมลาร์

29) โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต, KSCN ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโพแทสเซียมไทโอไซยาเนต จำนวน 0.97 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.32)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.32 แสดงการเตรียมสารละลาย โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

30) ซิลเวอร์ไนเตรต, $AgNO_3$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารซิลเวอร์ไนเตรต จำนวน 1.69 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.33)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.33 แสดงการเตรียมสารละลาย ซิลเวอร์ไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

31) โซเดียมบิสมัทเตต, $NaBiO_3$

ขั้นตอนการใช้สารเคมีในรูปของแข็ง โดยใช้ช้อนตักสารตักในปริมาณเล็กน้อยเท่าเม็ดถั่วเขียว ใส่ลงในหลอดทดลอง เพื่อทำการทดลอง (แสดงได้ดังภาพที่ 4.34)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ควรหลีกเลี่ยงการสูดดม จะระคายเคืองต่อทางการหายใจ หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.34 แสดงการเตรียมสาร โซเดียมบิสมัทเตต

32) โซเดียมคลอไรด์, NaCl ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโซเดียมคลอไรด์ จำนวน 0.58 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.35)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.35 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

33) โซเดียมไฮดรอกไซด์, NaOH ความเข้มข้น 6 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 60 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร รีบปิดด้วยพาราฟิล์ม จากนั้นนำไปเตรียมสารละลายที่ตู้ดูดควัน รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 100 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 250 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมดจากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.36)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นสารอันตรายกัดกร่อน หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.36 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 6 โมลาร์

34) โซเดียมไนเตรต, $NaNO_3$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโซเดียมไนเตรต จำนวน 0.85 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.37)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.37 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

35) กรดซัลฟิวริก, H_2SO_4 ความเข้มข้น 18 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารกรดซัลฟิวริก จากขวดเดิมที่มีความเข้มข้น 18 โมลาร์ ในตู้ดูดควัน ลงในขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.38)

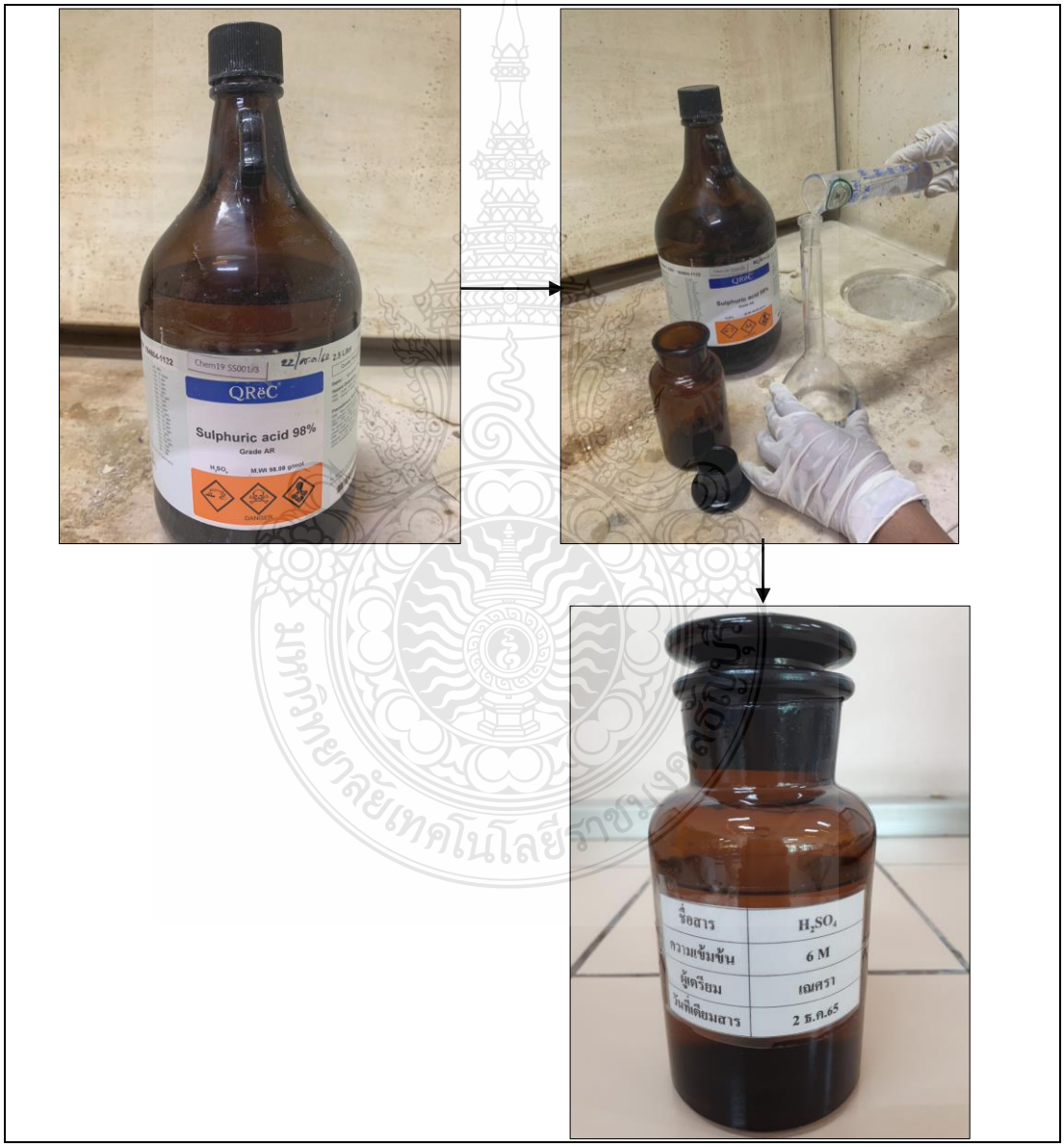
ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะกรดซัลฟิวริกเข้มข้นเป็นสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.38 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 18 โมลาร์

36) กรดซัลฟิวริก, H_2SO_4 ความเข้มข้น 6 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารกรดซัลฟิวริก เข้นข้น 18 โมลาร์ ในตู้ดูดควัน จำนวน 83.33 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นประมาณ 100 มิลลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.39)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะกรดซัลฟิวริกเข้มข้นเป็นสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที



ภาพที่ 4.39 แสดงการเตรียมสารละลาย Sulfuric acid ความเข้มข้น 6 โมลาร์

37) ทิน(II) คลอไรด์, $SnCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารทิน(II) คลอไรด์ จำนวน 2.25 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.40)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.40 แสดงการเตรียมสารละลาย ทิน(II) คลอไรด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

38) ไธโออะซีตาไมด์, CH_3CSNH_2 ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารไธโออะซีตาไมด์ จำนวน 0.75 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.41)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.41 แสดงการเตรียมสารละลาย ไธโออะซีตาไมด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ตารางที่ 4.5 แสดง Unknown Cation หมู่ 1-2

Group 1 Ag^{+} Pb^{2+}

Group 2 Cu^{2+} Bi^{3+}

No.	Cation หมู่ 1-2	
1	Ag^{+}	Cu^{2+}
2	Pb^{2+}	Bi^{3+}
3	Pb^{2+}	Cu^{2+}
4	Ag^{+}	Bi^{3+}
5	Pb^{2+}	Bi^{3+}
6	Ag^{+}	Cu^{2+}
7	Ag^{+}	Cu^{2+}
8	Pb^{2+}	Bi^{3+}
9	Pb^{2+}	Bi^{3+}
10	Ag^{+}	Cu^{2+}
11	Pb^{2+}	Bi^{3+}
12	Ag^{+}	Cu^{2+}
13	Ag^{+}	Bi^{3+}
14	Pb^{2+}	Cu^{2+}
15	Ag^{+}	Cu^{2+}
16	Pb^{2+}	Bi^{3+}

40) วิธีการเตรียม Unknown Cation หมู่ 1-2

โดยการนำสารละลายมาผสมกันอย่างละ 1 มิลลิลิตร เช่น กลุ่มที่ 1 จะได้สาร $Ag^{+} + Cu^{2+}$ ในหลอดเดียวกัน (ตามตาราง) แล้วให้นักศึกษามาเบิกตามหมายเลขกลุ่มเพื่อทำการทดลองและวิเคราะห์ว่า Unknown ที่ได้คือสารชนิดใด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.42)

ภาพที่ 4.42 แสดงการเตรียมสารละลาย Unknown Cation หมู่ 1-2

ตารางที่ 4.6 แสดง Unknown Cation หมู่ 3-4

Group 3 Fe^{3+} Al^{3+} Ni^{2+} Mn^{2+}

Group 4 Ba^{2+} Ca^{2+}

No.	Cation หมู่ 3-4		
1	Al^{3+}	Mn^{2+}	Ba^{2+}
2	Ni^{2+}	Mn^{2+}	Ca^{2+}
3	Al^{3+}	Ni^{2+}	Ba^{2+}
4	Fe^{3+}	Al^{3+}	Ba^{2+}
5	Fe^{3+}	Mn^{2+}	Ca^{2+}
6	Al^{3+}	Mn^{2+}	Ba^{2+}
7	Ni^{2+}	Mn^{2+}	Ca^{2+}
8	Fe^{3+}	Ni^{2+}	Ca^{2+}
9	Ni^{2+}	Mn^{2+}	Ba^{2+}
10	Fe^{3+}	Al^{3+}	Ba^{2+}
11	Fe^{3+}	Mn^{2+}	Ca^{2+}
12	Al^{3+}	Ni^{2+}	Ba^{2+}
13	Fe^{3+}	Mn^{2+}	Ca^{2+}
14	Al^{3+}	Mn^{2+}	Ca^{2+}
15	Fe^{3+}	Ni^{2+}	Ba^{2+}
16	Al^{3+}	Ni^{2+}	Ca^{2+}

41) วิธีการเตรียม Unknown Cation หมู่ 3-4

โดยการนำสารละลายมาผสมกันอย่างละ 1 มิลลิลิตร เช่น กลุ่มที่ 1 จะได้สาร Al^{3+} + Mn^{2+} และ Ba^{2+} ในหลอดเดียวกัน (ตามตาราง) แล้วให้นักศึกษามาเบิกตามหมายเลขกลุ่มเพื่อทำการทดลองและวิเคราะห์ว่า Unknown คือสารชนิดใด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.43)

ภาพที่ 4.43 แสดงการเตรียมสารละลาย Unknown Cation หมู่ 3-4

ตารางที่ 4.7 แสดง Unknown Cation หมู่ 1-4

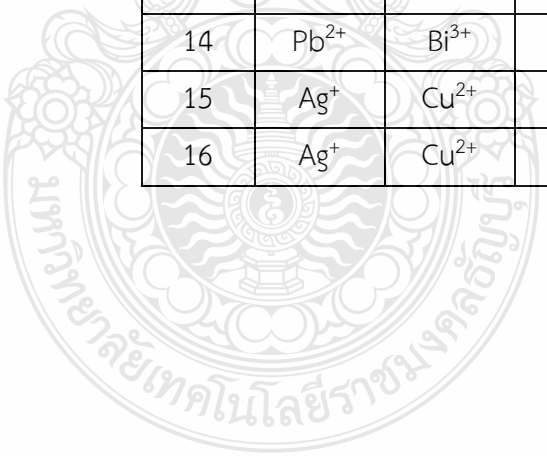
Group 1 Ag^{+} Pb^{2+}

Group 2 Cu^{2+} Bi^{3+}

Group 3 Fe^{3+} Al^{3+} Ni^{2+} Mn^{2+}

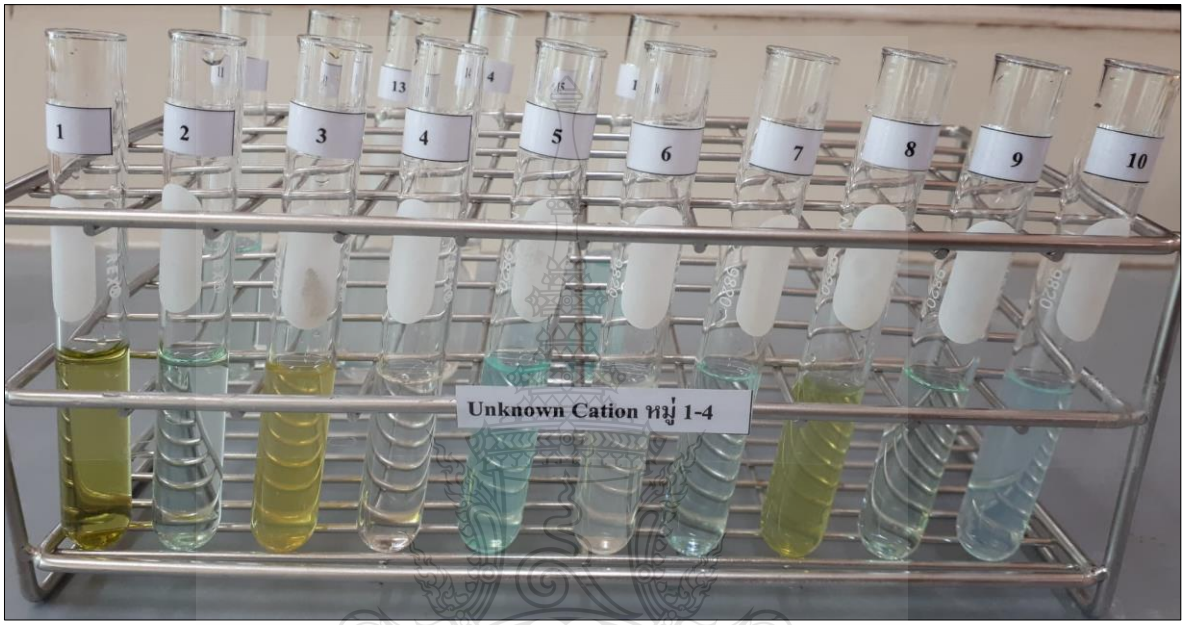
Group 4 Ba^{2+} Ca^{2+}

No.	Cation หมู่ 1-4				
1	Pb^{2+}	Bi^{3+}	Fe^{3+}	Ni^{2+}	Ca^{2+}
2	Pb^{2+}	Bi^{3+}	Ni^{2+}	Mn^{2+}	Ba^{2+}
3	Ag^{+}	Cu^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}	Ba^{2+}
4	Pb^{2+}	Bi^{3+}	Fe^{3+}	Mn^{2+}	Ca^{2+}
5	Ag^{+}	Cu^{2+}	Al^{3+}	Ni^{2+}	Ba^{2+}
6	Ag^{+}	Bi^{3+}	Fe^{3+}	Mn^{2+}	Ca^{2+}
7	Pb^{2+}	Cu^{2+}	Al^{3+}	Mn^{2+}	Ca^{2+}
8	Ag^{+}	Cu^{2+}	Fe^{3+}	Ni^{2+}	Ba^{2+}
9	Pb^{2+}	Bi^{3+}	Al^{3+}	Ni^{2+}	Ca^{2+}
10	Ag^{+}	Cu^{2+}	Al^{3+}	Mn^{2+}	Ba^{2+}
11	Pb^{2+}	Bi^{3+}	Ni^{2+}	Mn^{2+}	Ca^{2+}
12	Pb^{2+}	Cu^{2+}	Al^{3+}	Ni^{2+}	Ba^{2+}
13	Ag^{+}	Bi^{3+}	Fe^{3+}	Al^{3+}	Ba^{2+}
14	Pb^{2+}	Bi^{3+}	Fe^{3+}	Mn^{2+}	Ca^{2+}
15	Ag^{+}	Cu^{2+}	Al^{3+}	Mn^{2+}	Ba^{2+}
16	Ag^{+}	Cu^{2+}	Ni^{2+}	Mn^{2+}	Ca^{2+}



42) วิธีการเตรียม Unknown Cation หมู่ 1-4

โดยการนำสารละลายมาผสมกันอย่างละ 1 มิลลิลิตร เช่น กลุ่มที่ 1 จะได้สาร Pb^{2+} + Bi^{3+} + Fe^{3+} + Ni^{2+} และ Ca^{2+} ในหลอดเดียวกัน (ตามตาราง) แล้วให้นักศึกษามาเบิกตามหมายเลขกลุ่ม เพื่อทำการทดลองและวิเคราะห์ว่า Unknown คือสารชนิดใด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.44)



ภาพที่ 4.44 แสดงการเตรียมสารละลาย Unknown Cation หมู่ 1-4

2. การเตรียมสารละลายการวิเคราะห์แอนไอออน

1) กรดอะซิติก, CH_3COOH ความเข้มข้น 6 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารกรดอะซิติกเข้มข้น 17 โมลาร์ ในตู้ดูดควัน จำนวน 88.23 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นประมาณ 100 มิลลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อสารละลาย ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.45)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควันเท่านั้น เพราะกรดอะซิติกเข้มข้น ถ้าโดนผิวหนังจะก่อให้เกิดผิวหนังไหม้รุนแรง ถ้าสูดดมจะมีอาการระคายเคืองทางเดินหายใจเป็นสาเหตุทำลายทางเดินหายใจ หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.45 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดอะซิติก ความเข้มข้น 6 โมลาร์

2) แอมโมเนียมโมลิบเดต, $(NH_4)_2MoO_4$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารแอมโมเนียมโมลิบเดต จำนวน 12.35 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.46)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.46 แสดงการเตรียมสารละลาย แอมโมเนียมโมลิบเดต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

3) แบเรียมคลอไรด์, $BaCl_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารแบเรียมคลอไรด์ จำนวน 2.44 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.47)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.47 แสดงการเตรียมสารละลาย แบเรียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

4) แบเรียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารแบเรียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 3.15 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.48)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.48 แสดงการเตรียมสารละลาย แบเรียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

5) ไดเอทิลอีเทอร์, $(C_2H_5)_2O$

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารไดเอทิลอีเทอร์ในตู้ดูดควัน จากขวดเดิมลงในขวดแบ่งสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.49)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควันเท่านั้น เพราะไดเอทิลอีเทอร์เป็นของเหลวไม่มีสี ระเหยง่าย มีกลิ่นหวาน เป็นสารไวไฟสูงมาก ติดไฟง่าย หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.49 แสดงการเตรียมสารละลาย ไดเอทิลอีเทอร์

6) กรดไฮโดรคลอริก, HCl ความเข้มข้น 6 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 12 โมลาร์ ในตู้ดูดควัน จำนวน 125 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นประมาณ 100 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.50)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะกรดไฮโดรคลอริกเป็นกรดแก่ เป็นของเหลวที่มีพลังการกัดกร่อนสูง หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.50 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 6 โมลาร์

7) ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์, H_2O_2 ความเข้มข้น 3% w/v

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ เข้มข้น 30% w/v ในตู้ดูดควัน จำนวน 10 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับขนาด 100 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นประมาณ 50 มิลลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 100 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.51)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะสารไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์เป็นสารทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคที่ผิวหนัง หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.51 แสดงการเตรียมสารละลาย ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ ความเข้มข้น 3% w/v

8) เหล็ก(III) ซัลเฟต, $FeSO_4$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารเหล็ก(III) ซัลเฟต จำนวน 2.78 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.52)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.52 แสดงการเตรียมสารละลาย เหล็ก(III) ซัลเฟต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

9) เลด(II) แอซิเตต, $PbC_4H_6O_4$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารเลด(II) แอซิเตต จำนวน 3.79 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.53)

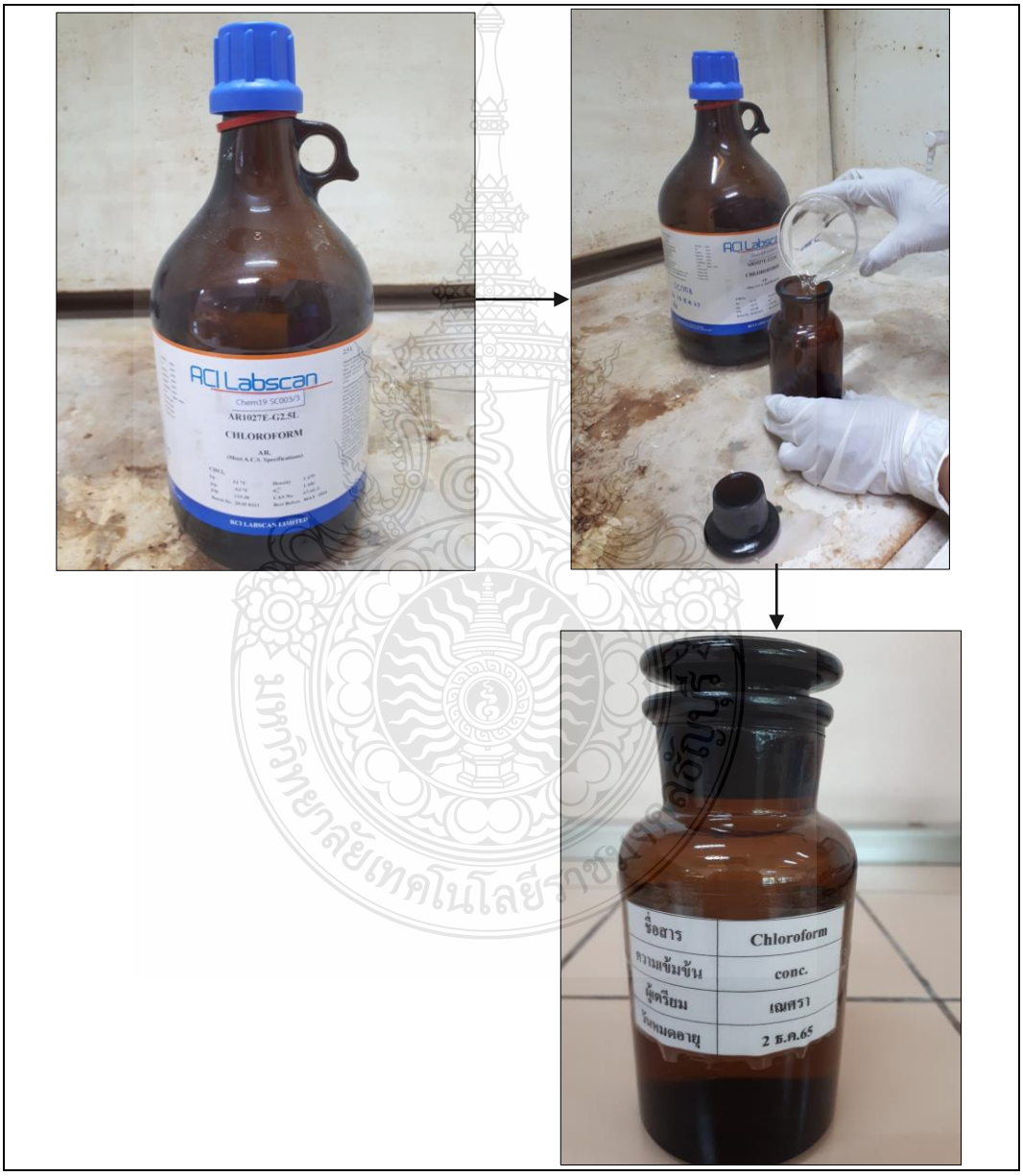
ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.53 แสดงการเตรียมสารละลาย เลด(II) แอซิเตต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

4.3.2.10 คลอโรฟอร์ม, $CHCl_3$

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารคลอโรฟอร์ม จากขวดเดิมในตู้ดูดควัน ลงในขวดแบ่งสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.54)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควันเท่านั้น เพราะคลอโรฟอร์ม เป็นสารเคมีอันตรายหากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที



ภาพที่ 4.54 แสดงการเตรียมสารละลาย คลอโรฟอร์ม

11) เมอร์คิวริก (II) อะซิเตต, $Hg(C_4H_6O_4)$ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสาร เมอร์คิวริก (II) อะซิเตต จำนวน 1.59 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รีบปิดด้วยพาราฟิล์ม จากนั้นนำไปเตรียมสารละลายที่ตู้ดูดควัน รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.55)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะเป็นสารอันตรายและเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม หากสัมผัสโดนระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนทำให้เกิดอาการไอและหายใจไม่ออก ระคายเคืองต่อดวงตาและผิวหนัง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.55 แสดงการเตรียมสารละลาย เมอร์คิวริก (II) อะซิเตต ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

12) กรดไนตริก, HNO_3 ความเข้มข้น 3 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารกรดไนตริกเข้มข้น 16 โมลาร์ ในตู้ดูดควัน จำนวน 46.87 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นประมาณ 150 มิลลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.56)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควันเท่านั้น เพราะเป็นกรดที่มีความอันตราย ไวไฟ กัดกร่อนหากสัมผัสโดนระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบนทำให้เกิดอาการไอและหายใจไม่ออก ระคายเคืองต่อดวงตาและผิวหนัง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.56 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดไนตริก ความเข้มข้น 3 โมลาร์

13) โพแทสเซียมโครเมต, K_2CrO_4 ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโพแทสเซียมโครเมต จำนวน 1.94 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.57)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.57 แสดงการเตรียมสารละลาย โพแทสเซียมโครเมต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

14) โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต, $KMnO_4$ ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต จำนวน 0.07 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.58)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.58 แสดงการเตรียมสารละลาย โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

15) ซิลเวอร์ไนเตรต, $AgNO_3$ ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารซิลเวอร์ไนเตรต จำนวน 0.85 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.59)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.59 แสดงการเตรียมสารละลาย ซิลเวอร์ไนเตรต ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

16) โซเดียมโบรไมด์, NaBr ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโซเดียมโบรไมด์ จำนวน 1.02 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.60)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.60 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมโบรไมด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

17) โซเดียมคาร์บอเนต, Na_2CO_3 ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโซเดียมคาร์บอเนต จำนวน 1.05 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.61)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.61 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมคาร์บอเนต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

18) โซเดียมคลอไรด์, NaCl ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโซเดียมคลอไรด์ จำนวน 0.58 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.62)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.62 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

19) โซเดียมไอโอไดด์, NaI ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโซเดียมไอโอไดด์ จำนวน 1.49 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.63)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.63 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมไอโอไดด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

20) โซเดียมเปอร์ออกไซด์, Na_2O_2

ขั้นตอนการใช้สารเคมีในรูปของแข็ง โดยใช้ช้อนตักสารโซเดียมเปอร์ออกไซด์ตักในปริมาณเล็กน้อยเท่าเม็ดถั่วเขียว ใส่ลงในหลอดทดลอง เพื่อทำการทดลอง (แสดงได้ดังภาพที่ 4.64)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ควรหลีกเลี่ยงการสูดดม จะระคายเคืองต่อทางการหายใจ หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.64 แสดงการเตรียมสาร โซเดียมเปอร์ออกไซด์

21) โซเดียมไนไตรท์, $NaNO_2$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโซเดียมไนไตรท์ จำนวน 0.69 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.65)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.65 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมไนไตรท์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

22) โซเดียมไนเตรต, $NaNO_3$ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโซเดียมไนเตรต จำนวน 0.68 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.66)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.66 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมไนเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

23) โซเดียมไฮดรอกไซด์, NaOH ความเข้มข้น 6 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 60 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร รีบปิดด้วยพาราฟิล์ม จากนั้นนำไปเตรียมสารละลายที่ตู้ดูดควัน รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 100 มิลลิตร ในตู้ดูดควัน คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 250 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.67)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควัน เพราะเป็นสารอันตรายมีฤทธิ์กัดกร่อน หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.67 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 6 โมลาร์

24) โซเดียมซัลเฟต, Na_2SO_4 ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโซเดียมซัลเฟต จำนวน 1.42 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.68)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.68 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมซัลเฟต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

25) โซเดียมซัลไฟด์, Na_2S ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโซเดียมซัลไฟด์ จำนวน 0.78 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.69)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.69 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมซัลไฟด์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

26) โซเดียมซัลไฟต์, Na_2SO_3 ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารโซเดียมซัลไฟต์ จำนวน 1.26 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.70)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.70 แสดงการเตรียมสารละลาย โซเดียมซัลไฟต์ ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

27) ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต, Na_2HPO_4 ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย ชั่งสารไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต จำนวน 2.68 กรัม ลงในบิกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร รินน้ำกลั่นใส่ประมาณ 30 มิลลิตร คนจนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทสารใส่ขวดปรับปริมาตร 50 มิลลิลิตร กลั้วล้างสารออกจากบิกเกอร์และแท่งแก้วให้หมด จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 50 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.71)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ขั้นตอนในการชั่งสารเคมีเพื่อเตรียมสารละลายนั้น ควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับดวงตาและผิวหนัง เพราะทำให้ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก หากสัมผัสโดนผิวหนังให้ล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.71 แสดงการเตรียมสารละลาย ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์

28) กรดซัลฟิวริก, H_2SO_4 ความเข้มข้น 18 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารกรดซัลฟิวริก จากขวดเดิมในตู้ดูดควัน ที่มีความเข้มข้น 18 โมลาร์ ลงในขวดแบ่งสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.72)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควันเท่านั้น เพราะกรดซัลฟิวริกเป็นกรดแก่ เป็นสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ดังนั้นควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.72 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 18 โมลาร์

29) กรดซัลฟิวริก, H_2SO_4 ความเข้มข้น 6 โมลาร์

ขั้นตอนการเตรียมสารละลาย เทสารกรดซัลฟิวริก เข้นข้น 18 โมลาร์ ในตู้ดูดควัน จำนวน 83.33 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับขนาด 250 มิลลิลิตร ที่มีน้ำกลั่นประมาณ 150 มิลลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนครบ 250 มิลลิลิตร เทใส่ขวดสารเคมี เขียนชื่อ ความเข้มข้น ติดข้างขวด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.73)

ข้อควรระวังขณะทำปฏิบัติการ ต้องเตรียมในตู้ดูดควันเท่านั้น เพราะกรดซัลฟิวริกเป็นกรดแก่ เป็นสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน หากสัมผัสโดนผิวหนังจะทำให้ระคายเคือง ดังนั้นควรล้างน้ำทำความสะอาดทันที

ภาพที่ 4.73 แสดงการเตรียมสารละลาย กรดซัลฟิวริก ความเข้มข้น 6 โมลาร์

ตารางที่ 4.8 แสดง Unknown Anion

No.	Anion				
1	SO_4^{2-}	Br^-	I^-	S^{2-}	PO_4^{3-}
2	SO_3^{2-}	Br^-	NO_3^-	CO_3^{2-}	Cl^-
3	SO_3^{2-}	I^-	NO_3^-	S^{2-}	PO_4^{3-}
4	SO_4^{2-}	I^-	Cl^-	CO_3^{2-}	PO_4^{3-}
5	SO_3^{2-}	Br^-	NO_3^-	CO_3^{2-}	Cl^-
6	SO_4^{2-}	Br^-	NO_3^-	Cl^-	PO_4^{3-}
7	SO_3^{2-}	I^-	NO_3^-	CO_3^{2-}	Cl^-
8	SO_3^{2-}	Br^-	I^-	Cl^-	PO_4^{3-}
9	SO_4^{2-}	I^-	NO_3^-	S^{2-}	PO_4^{3-}
10	SO_4^{2-}	Br^-	I^-	S^{2-}	PO_4^{3-}
11	SO_3^{2-}	Br^-	I^-	CO_3^{2-}	Cl^-
12	SO_4^{2-}	Br^-	NO_3^-	Cl^-	PO_4^{3-}
13	SO_3^{2-}	I^-	NO_3^-	CO_3^{2-}	Cl^-
14	SO_3^{2-}	Br^-	S^{2-}	CO_3^{2-}	Cl^-
15	SO_4^{2-}	Br^-	I^-	S^{2-}	PO_4^{3-}
16	SO_4^{2-}	Br^-	NO_3^-	S^{2-}	PO_4^{3-}

30) วิธีการเตรียม Unknown Anion

โดยการนำสารละลายมาผสมกันอย่างละ 1 มิลลิลิตร เช่น กลุ่มที่ 1 จะได้สาร SO_4^{2-} + Br^- + I^- + S^{2-} และ PO_4^{3-} ในหลอดเดียวกัน (ตามตาราง) แล้วให้นักศึกษามาเบิกตามหมายเลขกลุ่ม เพื่อทำการทดลองและวิเคราะห์ว่า Unknown คือสารชนิดใด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.74)

ภาพที่ 4.74 แสดงวิธีการเตรียม Unknown Anion

ตารางที่ 4.9 แสดง Unknown Anion ที่เป็นสารของแข็ง

No.	สาร
1	$Ca(NO_3)_2$
2	$MnSO_4$
3	$Al(NO_3)_3$
4	$BaCl_2$
5	$Mn(NO_3)_2$
6	$FeCl_3$
7	$Ba(NO_3)_2$
8	$CaCl_2$
9	$MnCl_2$
10	$FeCl_3$
11	$Pb(NO_3)_2$
12	$BaCl_2$
13	$Fe(NO_3)_3$
14	$MnSO_4$
15	$CaCl_2$
16	$Al(NO_3)_3$

31) วิธีการเตรียม Unknown Anion ที่เป็นของแข็ง

โดยตักสารเคมีมาใส่ในหลอดทดลองอย่างละ 2 กรัม เช่น หมายเลขที่ 1 เป็นสาร $Ca(NO_3)_2$ (ตามตาราง) แล้วให้นักศึกษามาเบิกตามหมายเลขกลุ่มเพื่อทำการทดลองและวิเคราะห์ว่า Unknown คือสารชนิดใด (แสดงได้ดังภาพที่ 4.75)

ภาพที่ 4.75 แสดงวิธีการเตรียม Unknown Anion ที่เป็นของแข็ง

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจความพร้อมของอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทดลองเรื่องการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน ห้อง ST2-105

เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ต้องทำการทดสอบการใช้งานของอุปกรณ์ โดยมีการตรวจสอบความเรียบร้อยของอุปกรณ์ให้มีความพร้อมใช้งาน ที่ต้องใช้ในการทดลอง เช่น เปิดเครื่องเครื่องเซนตริฟิวจ์ เช็กปุ่มกดระดับความเร็วต่อรอบ โดยทดลองใส่น้ำเปล่าในหลอดทดลองแล้วใส่ในเครื่องเพื่อดูว่าเครื่องสามารถทำงานได้ตามปกติ และเปิดตู้ดูดควัน เพื่อเช็กการดูดไอสารเคมีในขณะทำการทดลอง รวมถึงเปิดอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยของอุปกรณ์ให้มีความพร้อมใช้งาน

ขั้นตอนที่ 5 จัดวางสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน ห้อง ST2-105

เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ต้องจัดวางสารละลายและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการทดลองเรื่องการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน และปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง ตามบทปฏิบัติการ ตามขั้นตอนการทดลองตั้งแต่ขั้นแรกตอนแรก ถึงตอนขั้นตอนสุดท้าย เพื่ออำนวยความสะดวกให้นักศึกษา จะได้หยิบสารละลายไปใช้ได้ทันที และสารละลายที่เป็นกรดเบสเข้มข้นควรวางในตู้ดูดควัน

ขั้นตอนที่ 6 ควบคุมและดูแลการทดลอง เรื่องการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ วิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน และปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้อง ห้อง ST2-105

เมื่อนักศึกษาเบิกตะกร้าอุปกรณ์เพื่อทำการทดลอง เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน จะต้องให้นักศึกษาทำการตรวจเช็กจำนวนอุปกรณ์ที่มีในตะกร้า และอธิบายรายการสารละลายที่จัดวางไว้ให้เพื่อใช้ในการทดลอง และอธิบายความอันตรายของสารละลายที่จะต้องใช้ในการทดลอง เพื่อให้นักศึกษาทราบและมีความระมัดระวังมากขึ้น รวมถึงต้องควบคุมและดูแลการทดลองของนักศึกษาให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้อง ในขั้นตอนนี้ใช้เวลา 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ เมื่อครบเวลาที่ใช้ในการทดลองนักศึกษาจะต้องล้างอุปกรณ์แล้วนำตะกร้าอุปกรณ์มาคืน โดยเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องตรวจเช็กก่อนทุกครั้ง ซึ่งในขั้นตอนนี้จะปฏิบัติรวมทั้งหมด 3 สัปดาห์

ขั้นตอนที่ 7 จัดเก็บสารละลายและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน หลังเสร็จสิ้นการทดลอง

เมื่อนักศึกษาทำการทดลองเสร็จแล้ว เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเก็บสารละลายและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอน ดังนี้

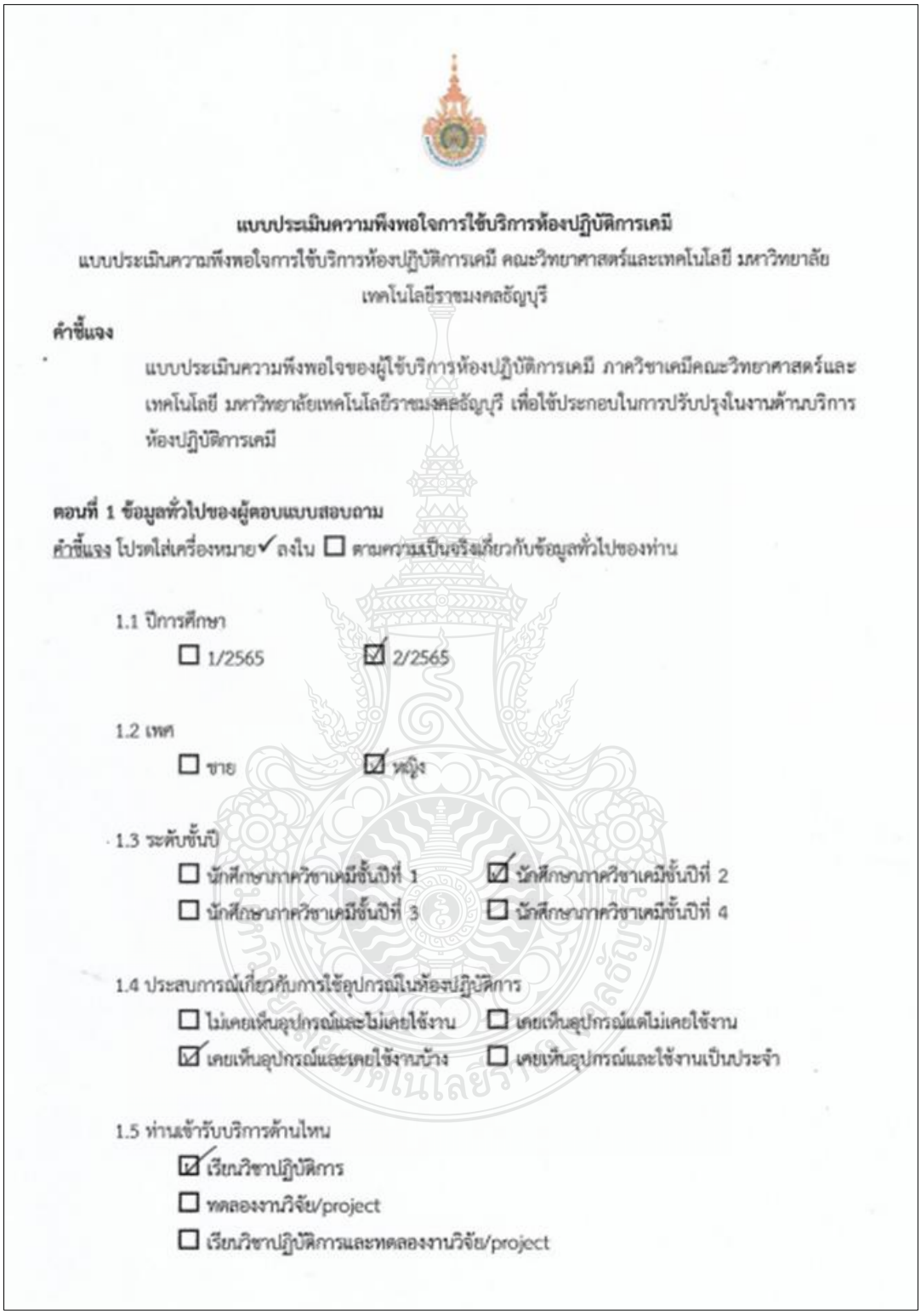
1) ผู้ปฏิบัติงานดูแลเก็บขวดสารละลายที่ใช้แล้วไปล้างทำความสะอาด คว่ำผึ่งลมให้แห้ง แล้วเก็บเข้าตู้เก็บของ

2) ผู้ปฏิบัติงานดูแลตรวจสอบสภาพเครื่องมือวิทยาศาสตร์เมื่อเสร็จสิ้นการใช้งาน ปิดเครื่องและทำความสะอาดทุกครั้ง ลงบันทึกในรายการใช้งานทุกครั้ง

ข้อพึงระวัง จากประสบการณ์ที่ผ่านมา เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการผู้ปฏิบัติงาน พบว่าในการควบคุมและดูแลการทดลองของนักศึกษาในห้องปฏิบัติการห้อง ST2105 ในการทดลองเรื่องการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน ในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการผู้ปฏิบัติงานต้องคอยสังเกตและดูแลการทดลองของนักศึกษาอย่างใกล้ชิด และนักศึกษาทุกคนต้องใส่อุปกรณ์ เช่น แว่นตา ถุงมือ เสื้อกาวน์ รวบเส้นผม ให้เรียบร้อยเพื่อความปลอดภัยขณะทำการทดลอง เพราะในการทดลองมีสารละลายหลายชนิด และสารละลายที่ใช้มีทั้งสารประเภทกรดที่เข้มข้น และเบสที่เข้มข้นต้องวางไว้ในตู้ดูดควันเท่านั้น จากประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่านักศึกษาไม่ค่อยระมัดระวังจึงทำให้บางครั้งอาจจะโดนสารเคมีกระเด็นใส่มือ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการผู้ปฏิบัติงาน ต้องรีบพาไปล้างน้ำสะอาดหลาย ๆ ครั้งทันที

4.4 การติดตามการประเมินผลการปฏิบัติงาน

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีการติดตามการประเมินผลการปฏิบัติงาน โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน ในเรื่องการเตรียมสารเคมีสารละลาย และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนการสอนทุกวิชาหลังเสร็จสิ้นการเรียนการสอนทุกภาคการศึกษา เพื่อนำข้อมูลระดับความพึงพอใจที่ได้ มาพัฒนาการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยจัดทำแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการใช้บริการห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี (แสดงได้ดังภาพที่ 4.76) (หน้า 192)



แบบประเมินความพึงพอใจการใช้บริการห้องปฏิบัติการเคมี

แบบประเมินความพึงพอใจการใช้บริการห้องปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

คำชี้แจง

แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการเคมี ภาควิชาเคมีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เพื่อใช้ประกอบในการปรับปรุงในงานด้านบริการห้องปฏิบัติการเคมี

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย✓ลงใน ☐ ตามความเป็นจริงเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของท่าน

1.1 ปีการศึกษา

☐ 1/2565 ☑ 2/2565

1.2 เพศ

☐ ชาย ☑ หญิง

1.3 ระดับชั้นปี

☐ นักศึกษาภาควิชาเคมีชั้นปีที่ 1 ☑ นักศึกษาภาควิชาเคมีชั้นปีที่ 2

☐ นักศึกษาภาควิชาเคมีชั้นปีที่ 3 ☐ นักศึกษาภาควิชาเคมีชั้นปีที่ 4

1.4 ประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

☐ ไม่เคยเห็นอุปกรณ์และไม่เคยใช้งาน ☐ เคยเห็นอุปกรณ์แต่ไม่เคยใช้งาน

☑ เคยเห็นอุปกรณ์และเคยใช้งานบ้าง ☐ เคยเห็นอุปกรณ์และใช้งานเป็นประจำ

1.5 ท่านเข้ารับบริการด้านไหน

☑ เรียนวิชาปฏิบัติการ

☐ ทดลองงานวิจัย/project

☐ เรียนวิชาปฏิบัติการและทดลองงานวิจัย/project

ภาพที่ 4.76 แสดงแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้บริการห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี

ตอนที่ 2 ประเมินความพึงพอใจ

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย✓ลงใน ☐ ตามความคิดเห็นของท่าน

ประเด็นการวัดความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1.ด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ					
1.1 เจ้าหน้าที่เอาใจใส่ในการบริการ	✓				
1.2 เจ้าหน้าที่พูดจาสุภาพ ยิ้มแย้มแจ่มใส		✓			
1.3 เจ้าหน้าที่แต่งตัวเหมาะสมกับการทำงาน	✓				
1.4 เจ้าหน้าที่มีความรู้และสามารถให้คำแนะนำได้	✓				
1.5 เจ้าหน้าที่มีไหวพริบและสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้	✓				
2.ด้านห้องปฏิบัติการ					
2.1 สภาพแวดล้อมทางกายภาพ มีความปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดอันตราย		✓			
2.2 พื้นที่ห้องมีขนาดเพียงพอกับจำนวนนักศึกษา		✓			
2.3 อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์มีจำนวนที่เหมาะสมเพียงพอต่อการใช้งาน	✓				
2.4 มีประตูหน้าต่างจำนวนที่เหมาะสม		✓			
2.5 ทางเข้าออกปราศจากสิ่งกีดขวาง	✓				

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพื่อให้เกิดการปรับปรุงในงานด้านบริการห้องปฏิบัติการเคมี

คำชี้แจง โปรดใส่เครื่องหมาย✓ลงใน ☐ ตามความคิดเห็นของท่าน

1 จุดเด่น ที่ท่านประทับใจในการรับบริการ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ เจ้าหน้าที่พูดจาสุภาพ ยิ้มแย้มแจ่มใส

☑ เจ้าหน้าที่มีความรู้และสามารถให้คำแนะนำได้

☑ อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์มีจำนวนที่เหมาะสมเพียงพอต่อการใช้งาน

2. จุดด้อย ที่ควรปรับปรุงในการให้บริการ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ไม่มี

☑ นอกเวลางานไม่มีเจ้าหน้าที่คอยดูแล

☐ ขั้นตอนในการเบิกอุปกรณ์มีความยุ่งยาก

3. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

ภาพที่ 4.76 แสดงแบบประเมินความพึงพอใจต่อการใช้บริการห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี (ต่อ)

บทที่ 5

ปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน และข้อเสนอแนะ

การจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ทั้งนี้ผู้เขียนได้รวบรวมปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไข และการพัฒนางานและข้อเสนอแนะ จากการปฏิบัติงานจริง โดยสรุปได้ดังนี้

5.1 ปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน

การปฏิบัติงาน การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีจากการปฏิบัติงานจริง ผู้เขียนสามารถสรุปปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไข และการพัฒนางาน ดังนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไขและพัฒนางาน
1. เช็คสำรวจรายการสารเคมีและอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องใช้	- จำนวนสารเคมีและอุปกรณ์ที่จะต้องนำมาใช้มีหลายชนิด ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้เวลาในการจัดเตรียม ทำให้การปฏิบัติงานล่าช้า ไม่เสร็จตามกำหนดเวลา	- ผู้ปฏิบัติงานจัดทำ Checklist ของรายการ สารเคมี และอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องใช้ ว่ามีอะไรบ้าง และผู้ปฏิบัติงานต้องจัดเตรียมให้แล้วเสร็จก่อนล่วงหน้าที่มีการปฏิบัติการอย่างน้อย 1 วัน
	- พบว่าตู้ดูดควัน ชำรุดเสียหาย ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถซ่อมแซมให้กลับมาใช้งานได้ทันการเรียนการสอน	- ผู้ปฏิบัติงาน ดำเนินการประสานงาน กับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการอื่น เพื่อขอใช้ตู้ดูดควันในการปฏิบัติงานก่อน - ผู้ปฏิบัติงาน ต้องติดต่อช่างเข้ามาเช็คอุปกรณ์ที่ชำรุดของตู้ดูดควัน เพื่อประเมินราคาซ่อม และติดต่อฝ่ายพัสดุเพื่อของบประมาณใน

ตารางที่ 5.1 แสดงปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไขและพัฒนางาน
		การซ่อมรายการที่ชำรุดทันที เพื่อจะได้ใช้งานได้ทันการเรียนการสอน
2. การจัดเตรียมสารละลายในการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน	- สารละลายที่เตรียมไว้ไม่เพียงพอ เนื่องจากนักศึกษาใช้สารเคมีเกินความจำเป็นและทำการทดลองผิด หรือใช้สารมากกว่าปริมาณที่ระบุในคู่มือปฏิบัติการ	- ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบจำนวนนักศึกษาจากระบบลงทะเบียน เพื่อคำนวณปริมาณสารละลายที่ต้องเตรียมโดยเพิ่มปริมาณไปอีก 30% ของปริมาณสารละลายที่ต้องใช้ ที่ระบุไว้ในคู่มือปฏิบัติการ - ให้นักศึกษาอ่านและทำความเข้าใจคู่มือปฏิบัติการก่อนมาทำปฏิบัติการแล้วสรุปเป็น Flow Chart เพื่อให้สามารถใช้สารละลายในการทดลองได้อย่างเพียงพอ
3. จัดวางสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออน คู่มือปฏิบัติการ	- ในการทดลองใช้สารละลายหลายชนิด นักศึกษาหาสารละลายไม่พบ ทำให้การทดลองล่าช้า	- ผู้ปฏิบัติงานวางสารละลายและอุปกรณ์ ตามขั้นตอนการทดลอง โดยเรียงจากขั้นตอนแรก จนถึงขั้นตอนตอนสุดท้าย และเขียนฉลากชื่อสารละลายให้ชัดเจน เพื่อป้องกันไม่ให้นักศึกษาหยิบสารละลายไปใช้ผิด และป้องกันไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดระหว่างการทดลอง
4. ควบคุมและดูแลการทดลองของนักศึกษา ห้อง ST2105	- นักศึกษาทำหลอดทดลองแตก ชำรุดเสียหาย ระหว่างทำปฏิบัติการ ทำให้หลอดทดลองไม่เพียงพอในการทำปฏิบัติการ	- ผู้ปฏิบัติงานออกกฎระเบียบและข้อควรปฏิบัติในการใช้อุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ ให้เป็นที่ทราบโดยทั่วกัน - ผู้ปฏิบัติงานจัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องแก้วชนิดต่าง ๆ สำรองไว้

ตารางที่ 5.1 แสดงปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไขและการพัฒนางาน (ต่อ)

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	ปัญหาอุปสรรค	แนวทางแก้ไขและพัฒนางาน
		เพื่อจะได้มีใช้ระหว่างปฏิบัติการให้เพียงพอ
	- นักศึกษาขาดความระมัดระวังในการใช้สารเคมีทำให้เกิดอันตรายจากการใช้สารเคมี	- ผู้ปฏิบัติงานให้นักศึกษา ศึกษาทำความเข้าใจเรื่องอันตรายและความปลอดภัยจากการใช้สารเคมีให้มากขึ้นก่อนเข้าใช้ห้องปฏิบัติการเคมีทุกครั้ง
	- นักศึกษาไม่ค่อยใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลซึ่งก่อให้เกิดอันตรายกับนักศึกษา	- ผู้ปฏิบัติงานจัดอบรมการใช้ห้องปฏิบัติการ โดยให้ความรู้พื้นฐานด้านความปลอดภัยข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล การจัดการของเสียอันตรายให้กับนักศึกษาก่อนเข้าใช้ห้องปฏิบัติการทุกครั้ง
5. ตรวจสอบ หลังเสร็จสิ้นการทดลอง การจัดเก็บสารละลายและอุปกรณ์ที่ใช้แล้ว	- นักศึกษาทิ้งของเสียปนเปื้อน ไม่ถูกต้อง โดยนำถุงมือที่ปนเปื้อนที่ใช้แล้วไปทิ้งในถังเครื่องแก้วแตกปนเปื้อน ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเสีย ยากต่อการกำจัด	- ผู้ปฏิบัติงานต้องให้ความรู้แก่นักศึกษาในเรื่องประเภทของเสียและการจัดทิ้งของเสีย ก่อนทำการทดลองทุกครั้ง - ผู้ปฏิบัติงานจัดทำป้ายบอกจุดถังขยะปนเปื้อนและถังขยะของแตกปนเปื้อน พร้อมทั้งแนะนำการทิ้งของเสียที่ถูกต้อง

5.2 ข้อเสนอแนะ

เมื่อตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาในการปฏิบัติงาน การเตรียมสารละลายและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์แคตไอออนและแอนไอออนในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ จากการปฏิบัติงานจริงผู้เขียนมีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการปฏิบัติงาน ดังนี้

5.2.1 รวบรวมปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการมาจัดหาแนวทางวิธีการป้องกัน เช่น จัดฝึกอบรมให้ความรู้กับนักศึกษา และการจัดทำโปสเตอร์เกี่ยวกับการทิ้งของเสียแยกตามประเภท

5.2.2 ควรนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการตรวจสอบจำนวนของสารเคมี สารละลายและอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น การใช้ระบบสแกนคิวอาร์โค๊ด ในการสำรวจจำนวนสารเคมีที่คงเหลือในรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์และรายวิชาอื่น ๆ ในภาควิชาเคมี เนื่องจากการบันทึกข้อมูลระบบสแกนคิวอาร์โค๊ด เป็นระบบควบคุมรายการสารเคมีทั้งหมด ทำให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการปฏิบัติงาน

บรรณานุกรม

[1] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (2565). *ประวัติและความเป็นมา.* สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2567, จาก https://www.sci.rmutt.ac.th/sci-history/.

[2] คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (2564). *หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีประยุกต์.* สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2567, จาก https://chem.rmutt.ac.th/?page_id=2770.

[3] ชาคร ชินวงศ์อมร. (2565). *แผนการสอนรายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี*.

[4] ชาคร ชินวงศ์อมร และเนตรนภิส แก้วช่วย. (2558). *วิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์*. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

[5] วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. (2563). *ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ*. กรุงเทพฯ.

[6] อรุณรัตน์ สัณฐิติกวินสกุล. (2562). *ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี.* สืบค้นเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2565, จาก https://pws.npru.ac.th/arunrat/index.php?act.

[7] วิกิพีเดีย. (2564). *น้ำกลั่นบริสุทธิ์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2567, จาก https://th.wiktionary.org/wiki/%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%81%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B9%88%E0%B8%.

[8] วิกิพีเดีย. (2566). *กรดอะซิติก*. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%94%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3%E0%B8%AA%E0%B9%89%E0%B8%.

[9] วิกิพีเดีย. (2566). *อะลูมิเนียมไนเตรต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Aluminium_nitrate.

[10] วิกิพีเดีย. (2564). *กรดออรินทริคาร์บอกซิลิก*. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Aurintricarboxylic_acid.

[11] วิกิพีเดีย. (2567). *แอมโมเนีย*. สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%AD%E0%B8%A1%E0%B9%82%E0%B8%A1%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B8%B5%E0%B8%.

[12] วิกิพีเดีย. (2566). *แอมโมเนียมอะซิเตต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Ammonium_acetate.

[13] วิกิพีเดีย. (2564). *แอมโมเนียมคลอไรด์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%AD%E0%B8%A1%E0%B9%82%E0%B8%A1%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%A1%E0%B8%84%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B8%94%E0%B9%8C.

[14] วิกิพีเดีย. (2565). *แอมโมเนียมโมลิบเดต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Ammonium_molybdate.

[15] วิกิพีเดีย. (2563). *แอมโมเนียมไนเตรต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%AD%E0%B8%A1%E0%B9%82%E0%B8%A1%E0%B9%80%E0%B8%99%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%A1%E0%B9%84%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%95.

[16] วิกิพีเดีย. (2566). *แบเรียมคลอไรด์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%A1%E0%B8%84%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B9%84%E0%B8%A3%E0%B8%94%E0%B9%8C.

[17] วิกิพีเดีย. (2567). *แบเรียมไนเตรต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Barium_nitrate.

[18] วิกิพีเดีย. (2567). *แบเรียมไฮดรอกไซด์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Barium_hydroxide.

[19] วิกิพีเดีย, (2565). *บิสมัท(III) ไนเตรต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Bismuth(III)_nitrate.

[20] วิกิพีเดีย. (2567). *แคลเซียมคลอไรด์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Calcium_chloride.

[21] วิกิพีเดีย. (2567). *แคลเซียมคลอไรด์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Calcium_nitrate.

[22] วิกิพีเดีย. (2567). *คอปเปอร์(II) ไนเตรต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Copper(II)_nitrate.

[23] วิกิพีเดีย. (2566). *คลอโรฟอร์ม*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%84%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B9%82%E0%B8%A3%E0%B8%9F%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%A1.

[24] วิกิพีเดีย. (2567). *ไดเมทิลไกลออกซีม*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Dimethylglyoxime.

[25] วิกิพีเดีย. (2567). *ไดเอทิลอีเทอร์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Diethyl_ether.

[26] วิกิพีเดีย. (2566). *เอทานอล*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%97%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%AD%E0%B8%A5.

[27] วิกิพีเดีย. (2566). *กรดไฮโดรคลอริก*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%94%E0%B9%84%E0%B8%AE%E0%B9%82%E0%B8%94%E0%B8%A3%E0%B8%84%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B8%81.

[28] วิกิพีเดีย. (2567). *ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Hydrogen_peroxide.

[29] วิกิพีเดีย. (2567). *ไอเอิร์น(III) คลอไรด์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Iron(III)_chloride.

[30] วิกิพีเดีย. (2567). *เฟอร์ริกไนเตรต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Iron(III)_nitrate.

[31] วิกิพีเดีย. (2566). *เหล็ก(III) ซัลเฟต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Iron(III)_sulfate.

[32] วิกิพีเดีย. (2561). *เลด(II) แอซิเตต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%80%E0%B8%A5%E0%B8%94(II)_%E0%B9%81%E0%B8%AD%E0%B8%8B%E0%B8%B4%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%95.

[33] วิกิพีเดีย. (2566). *เลด(II) ไนเตรต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Lead(II)_nitrate.

[34] วิกิพีเดีย. (2566). *แมงกานีส(II) คลอไรด์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Manganese(II)_chloride.

[35] วิกิพีเดีย. (2567). *แมงกานีส(II) ไนเตรต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Manganese(II)_nitrate.

[36] วิกิพีเดีย. (2566). *แมงกานีส(II) ซัลเฟต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Manganese(II)_sulfate.

[37] วิกิพีเดีย. (2567). *เมอร์คิวริก(II) อะซิเตต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Mercury(II)_acetate.

[38] วิกิพีเดีย. (2566). *เมอร์คิวรี(I) ไนเตรต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Mercury(I)_nitrate.

[39] วิกิพีเดีย. (2567). *เมอร์คิวรี(II) คลอไรด์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Mercury(II)_chloride.

[40] วิกิพีเดีย. (2567). *นิกเกิลไนเตรต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Nickel(II)_nitrate.

[41] วิกิพีเดีย. (2567). *กรดไนตริก*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Nitric_acid.

[42] วิกิพีเดีย. (2566). *โพแทสเซียมโครเมต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Potassium_chromate.

[43] วิกิพีเดีย. (2566). *โพแทสเซียมออกซาเลท*. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2567, จาก https://fr.wikipedia.org/wiki/Oxalate_de_potassium.

[44] วิกิพีเดีย. (2567). *โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Potassium_permanganate.

[45] วิกิพีเดีย. (2567). *โพแทสเซียมไทโอไซยาเนต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Potassium_thiocyanate.

[46] วิกิพีเดีย. (2566). *ซิลเวอร์ไนเตรต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%8B%E0%B8%B4%E0%B8%A5%E0%B9%80%E0%B8%A7%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B9%84%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%95.

[47] วิกิพีเดีย. (2567). *โซเดียมบิสมัทเตต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_bismuthate.

[48] วิกิพีเดีย. (2567). *โซเดียมโบรไมด์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_bromide.

[49] วิกิพีเดีย. (2567). *โซเดียมคาร์บอเนต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_carbonate.

[50] วิกิพีเดีย. (2567). *โซเดียมคลอไรด์. สืบค้น*เมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_chloride.

[51] วิกิพีเดีย,. (2566). *โซเดียมไอโอไดด์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_iodide.

[52] วิกิพีเดีย. (2567). *โซเดียมไฮดรอกไซด์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_hydroxide.

[53] วิกิพีเดีย. (2567). *โซเดียมไนไตรท์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_nitrite.

[54] วิกิพีเดีย. (2567). *โซเดียมไนเตรต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_nitrate.

[55] วิกิพีเดีย. (2566). *โซเดียมเปอร์ออกไซด์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_peroxide.

[56] วิกิพีเดีย. (2567). *โซเดียมซัลเฟต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_sulfate.

[57] วิกิพีเดีย. (2566). *โซเดียมซัลไฟต์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%82%E0%B8%8B%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%A1%E0%B8%8B%E0%B8%B1%E0%B8%A5%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%94%E0%B9%8C.

[58] วิกิพีเดีย. (2566). *โซเดียมซัลไฟต์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%82%E0%B8%8B%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%A1%E0%B8%8B%E0%B8%B1%E0%B8%A5%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%95%E0%B9%8C.

[59] วิกิพีเดีย. (2566). *ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Disodium_phosphate.

[60] วิกิพีเดีย. (2567). *กรดซัลฟิวริก*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Sulfuric_acid.

[61] วิกิพีเดีย. (2567). *ทิน(II) คลอไรด์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Tin(II)_chloride.

[62] วิกิพีเดีย. (2567). *ไธโออะซีตาไมด์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Thioacetamide.

[63] วิกิพีเดีย. (2566). *เครื่องชั่งดิจิตอล*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://th.wiktionary.org/wiki/%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87.

[64] วิกิพีเดีย. (2564). *เครื่องเซนตริฟิวจ์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%80%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%87%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B8%B8%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%AB%E0%B8%A7%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%A2%E0%B8%87.

[65] วิกิพีเดีย. (2566). *เตาให้ความร้อน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Hot_plate.

[66] วิกิพีเดีย. (2567). *ตู้ดูดควัน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Fume_hood.

[67] วิกิพีเดีย. (2564). *กระดาษลิตมัสสีแดงและน้ำเงิน*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%94%E0%B8%B2%E0%B8%A9%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%AA.

[68] วิกิพีเดีย. (2565). *หลอดทดลองแก้ว*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%94%E0%B8%97%E0%B8%94%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%87.

[69] วิกิพีเดีย. (2565). *หลอดทดลองพลาสติก*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%94%E0%B8%97%E0%B8%94%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%87.

[70] วิกิพีเดีย. (2566). *แท่งแก้วคนสาร*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://en.m.wikipedia.org/wiki/Glass_rod.

[71] วิกิพีเดีย. (2566). *ที่หนีบหลอดทดลอง*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Test_tube_holder.

[72] วิกิพีเดีย. (2564). *บิกเกอร์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%9A%E0%B8%B5%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C.

[73] วิกิพีเดีย. (2566). *ช้อนตักสาร*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/w/index.php?title=%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%99&action=edit.

[74] วิกิพีเดีย. (2566). *กระดาษชั่งสาร*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Weighing_paper.

[75] วิกิพีเดีย. (2566). *ตะแกรงหลอดทดลอง*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Test_tube_rack.

[76] วิกิพีเดีย. (2566). *ขวดแก้วใส่สารละลาย*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Reagent_bottle.

[77] วิกิพีเดีย. (2564). *กระจกนาฬิกา*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%88%E0%B8%81%E0%B8%99%E0%B8%B2%E0%B8%AC%E0%B8%B4%E0%B8%81%E0%B8%B2.

[78] วิกิพีเดีย. (2566). *ขวดปรับปริมาตร*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Volumetric_flask.

[79] วิกิพีเดีย. (2566). *หลอดหยด*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Dropper_(disambiguation).

[80] วิกิพีเดีย. (2567). *ถุงมือแพทย์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Medical_glove.

[81] วิกิพีเดีย. (2567). *แว่นตานิรภัย*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Goggles.

[82] วิกิพีเดีย. (2567). *เสื้อกาวน์*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/White_coat.

[83] วิกิพีเดีย. (2566). *หน้ากากอนามัย*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AB%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%A2.

[84] วิกิพีเดีย. (2567). *อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Laboratory_water_bath.

[85] วิกิพีเดีย. (2566). *ชามระเหย*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Evaporating_dish.

[86] วิกิพีเดีย. (2566). *กระดาษกรอง*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://en.wikipedia.org/wiki/Filter_paper.

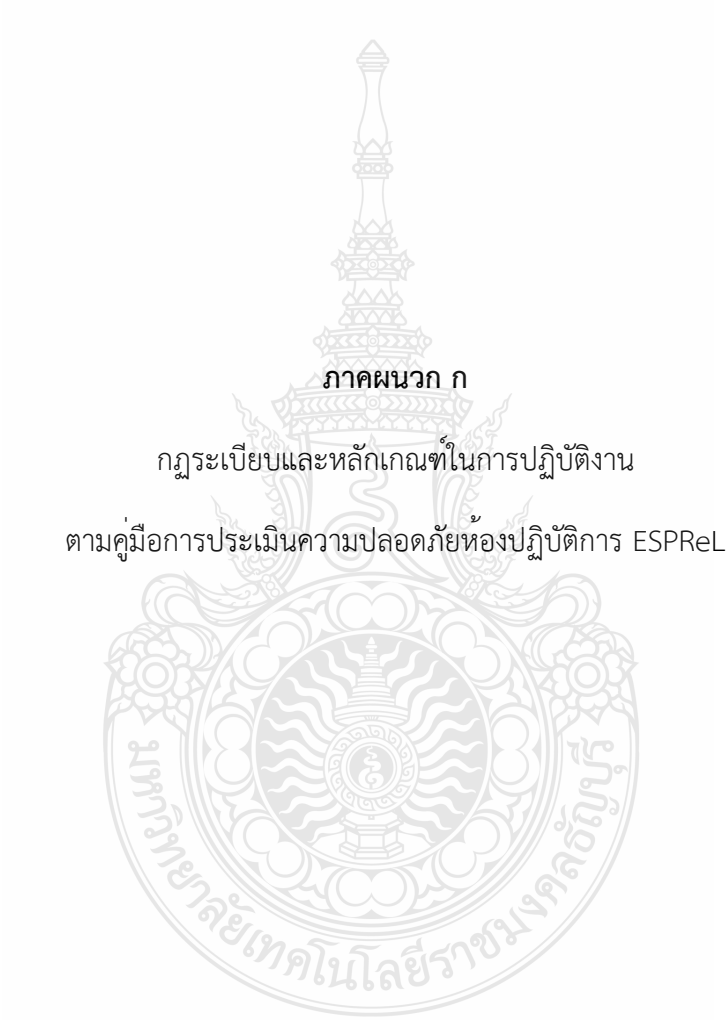
[87] นูรอีมาน มูซอ. (2564). *การเตรียมสารละลาย*. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2567, จาก https://polaridad.es/th/como-preparar-una-solucion-en-ppm/.

[88] ณัฏฐนิช พรหมเสนา และนายสุรสักดิ์ จูมพลา. (2565). *การเตรียมสารละลาย*. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[89] โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand, ESPReL). (2558). *คู่มือการประเมินความปลอดภัยหองปฏิบัติการฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 2 (Lab Safety Inspection Manual, Second Edition)*. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแหงชาติ (วช.), สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

[90] คณะกรรมการส่งเสริมและติดตามจรรยาบรรณข้าราชการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (2557). *คู่มือจรรยาบรรณ.* ฝ่ายวินัยและนิติการ, กองบริหารงานบุคคล, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราช มงคลธัญบุรี, กรุงเทพฯ.

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

กฎระเบียบและหลักเกณฑ์ในการปฏิบัติงาน

ตามคู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ESPReL

คู่มือการประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ESPReL

ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 2

ภาคผนวก ข

มคอ. 3 รายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

มคอ. 3 รายวิชาปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์

ภาคผนวก ค

การจำแนกประเภทของเสียห้องปฏิบัติการเคมี

การจำแนกประเภทของเสียห้องปฏิบัติการเคมี

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

การจำแนกประเภทของเสียห้องปฏิบัติการเคมี (ต่อ)

รหัสขวด W012	ประเภทของเสีย Halogenated	**Ex.** Carbon tetrachloride, chloroethylene
รหัสขวด W013	ประเภทของเสีย	**Ex.** ของแข็งที่เผาไหมได้ และของแข็งที่ไม่สามารถเผาไหมได้
รหัสขวด W014	ประเภทของเสีย Miscellaneous Aqueous Waste	**Ex.** ของเสียที่มีสารประกอบนอยกวา 5% ที่เปนสารอินทรียที่ไมมีพิษ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รูปภาพการจำแนกประเภทของเสียห้องปฏิบัติการเคมี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย) นางสาวเณศรา แก้วคง

ชื่อ-สกุล (ภาษาอังกฤษ) Miss. Nessara Kaewkhong

วัน เดือน ปี เกิด 9 เมษายน พ.ศ.2524

วัน เดือน ปี บรรจุ 1 พฤษภาคม 2557

ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิชาการศึกษา ระดับปฏิบัติการ

(ภาควิชาเคมี)

หน่วยงาน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เลขที่ 39 หมู่ที่ 1 ถนน รังสิต - นครนายก ตำบล คลองหก อำเภอ คลองหลวง ปทุมธานี 12110 โทร. 02-5494168

E-mail: nessara_k@rmutt.ac.th

ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อ/ ชื่อปริญญา	สาขาวิชา	สถานที่จบการศึกษา
2548	ปริญญาตรี	วท.บ.	ประมง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
2557	ปริญญาโท	วท.ม.	เคมีนวัตกรรม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2557 – ปัจจุบัน นักวิชาการศึกษา (ห้องปฏิบัติการ) ระดับปฏิบัติการ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี