



คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

School of Public Health University of Phayao

คู่มือปฏิบัติงาน

บทปฏิบัติการรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

โดย

จิราพร ขำจันทร์

งานห้องปฏิบัติการ

มหาวิทยาลัยพะเยา 2565

คำนำ

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา มีการจัดการเรียนการสอนรายวิชา 329309 การวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียทุกภาคการศึกษา หลักสูตรที่มีการเรียนการสอนรายวิชานี้ คือ หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม และหลักสูตรระดับปริญญาตรี 2 ปีริญญา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม และหลักสูตรนิติศาสตร์บัณฑิต โดยมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ดำเนินการจัดเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติของรายวิชาดังกล่าวนี้ คู่มือปฏิบัติงาน เรื่อง บทปฏิบัติการรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียเล่มนี้ เป็นการแนะนำหลักการและแนวทางปฏิบัติงานในการดำเนินการบทปฏิบัติการรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย ตั้งแต่การเตรียมความพร้อมก่อนที่จะมีการจัดการเรียนการสอนตลอดจนถึงการสรุปและส่งรายงานการเข้าห้องเรียน และผลการส่งรายงานบทปฏิบัติการให้กับอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า คู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจ หากมีข้อเสนอแนะประการใด ผู้จัดทำยินดีรับฟังข้อเสนอแนะและขอคิดเห็นเพื่อจะได้นำไปปรับปรุงแก้ไขต่อไป

จิราพร ขำจันทร์

ผู้จัดทำ

เมษายน 2565

กิตติกรรมประกาศ

คู่มือปฏิบัติงาน เรื่อง บทปฏิบัติการรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียเล่มนี้ จะเกิดขึ้นไม่ได้ ถ้าหากไม่มีผู้สนับสนุนอย่างเป็นทางการและให้แรงบันดาลใจในการจัดทำ คือ คณะผู้บริหารคณะสาธารณสุขศาสตร์ ขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงผลักดันให้จัดทำ คู่มือปฏิบัติงาน และเห็นความสำคัญของการจัดทำคู่มือปฏิบัติงานของพนักงานสายสนับสนุน

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณย์ภักดิ์ พิทักษ์พงษ์ อาจารย์ผู้รับผิดชอบ รายวิชา 329309 การวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชาและคอยให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณท่านวิทยากร โครงการอบรมสัมมนาเฉพาะงานประจำสำนักงานวิจัย R2R ที่ให้ความรู้และแนวทางการจัดทำคู่มือปฏิบัติงาน

ขอขอบพระคุณนักวิทยาศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ และเพื่อนร่วมงานทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือในการจัดเตรียมบทปฏิบัติการ ให้ข้อมูล ให้ความร่วมมือในการจัดทำคู่มือเล่มนี้ และให้ร่วมมือในการทำงานได้ดีเสมอมา และขอบพระคุณครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและอยู่เคียงข้างตลอด ไม่ว่าจะเจอปัญหาหรืออุปสรรคใด ๆ

จิราพร ขำจันทร์

สารบัญ

คำนำ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
ขอบเขต	4
นิยามศัพท์เฉพาะ/คำจำกัดความ	4
บทที่ 2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	6
บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง	6
ลักษณะงานที่ปฏิบัติ	6
โครงสร้างการบริหารจัดการ.....	8
บทที่ 3 หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข	17
หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน	17
วิธีการปฏิบัติงาน	25
เงื่อนไข ข้อสังเกต ข้อควรระวัง และสิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน.....	28
แนวคิด/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
บทที่ 4 เทคนิคในการปฏิบัติงาน	37
กิจกรรม/แผนปฏิบัติงาน	37
ขั้นตอนการปฏิบัติงาน.....	39
รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน	42
วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน.....	116
จรรยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน.....	117

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน.....	118
ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน.....	118
ข้อเสนอแนะ	123
บรรณานุกรม	124
ภาคผนวก	127
ภาคผนวก ก ขั้นตอนการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์.....	127
ภาคผนวก ข ประมวลจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2554	135
ภาคผนวก ค ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่องกำหนดอัตราค่าเช่า ค่าเสียหายของวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2558	145
ภาคผนวก ง แบบฟอร์มที่ใช้ในดำเนินการงานห้องปฏิบัติการ	147
ประวัติผู้เขียน	159

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แผนการสอนชั่วโมงปฏิบัติรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย	18
2	เงื่อนไข ข้อสังเกต ข้อควรระวัง และสิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน	28
3	กิจกรรมและแผนการปฏิบัติงานการดำเนินงานบทปฏิบัติการรายวิชา การวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย	37
4	การเลือกขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางสำหรับช่วงปีโอดีต่าง ๆ	68
5	ขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางที่เหมาะสม.....	75
6	ขนาดของหลอดแก้ว ปริมาตรตัวอย่างน้ำและสารเคมีที่เหมาะสม.....	75
7	การเลือกปริมาณน้ำตัวอย่างในการหาสารอินทรีย์ไนโตรเจน ด้วยวิธี Micro Kjeldahl.....	109
8	ประเภทของเสียที่เป็นของเหลว	111
9	ประเภทของเสียที่เป็นของแข็ง	113
10	ประเภทของเสียพิเศษ	113
11	วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานบทปฏิบัติการรายวิชา การวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย	116
12	ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขและพัฒนา	118

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 โครงสร้างองค์กร มหาวิทยาลัยพะเยา	12
2 โครงสร้างองค์กร คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา.....	13
3 โครงสร้างการบริหาร คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา	14
4 โครงสร้างการปฏิบัติงาน คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา	16
5 แผนภาพ (Flow chart) ขั้นตอนการปฏิบัติงานบทปฏิบัติการรายวิชา การวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย	41
6 ตัวอย่างการกรอกข้อมูลในใบขออนุมัติจัดซื้อ/จ้าง (มพ.กค.01) ในระบบ E-Budget	45
7 เครื่องมือที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การใช้เครื่องมือวิเคราะห์	47
8 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การใช้เครื่องมือวิเคราะห์	47
9 ครุภัณฑ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปริมาณของแข็ง (Solid).....	52
10 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปริมาณของแข็ง (Solid)	53
11 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen)...	58
12 ตู้หมักบีโอดี	63
13 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD).....	64
14 เตาอบลมร้อน (Oven)	71
15 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง ซีโอดี (Chemical Oxegen Demand, COD)	72
16 ครุภัณฑ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil).....	77
17 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil).....	78
18 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง ความกระด้าง (Hardness).....	81
19 ครุภัณฑ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง การสร้างตะกอนด้วยวิธี Jar test.....	85
20 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง การสร้างตะกอนด้วยวิธี Jar test	86
21 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง การตรวจหาค่าการตกตะกอน SV30.....	89
22 ภาพครุภัณฑ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง ไนเตรต-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen)	91
23 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง ไนเตรต-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen).....	92

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
24 ตัวอย่างกราฟมาตรฐานไนไตรท์	95
25 ครุภัณฑ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง ไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen)....	96
26 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง ไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen)	97
27 ตัวอย่างกราฟมาตรฐานไนไตรท์	99
28 ครุภัณฑ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 12 เรื่อง ฟอสเฟต (Phosphate)	100
29 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 12 เรื่อง ฟอสเฟต (Phosphate).....	101
30 ตัวอย่างกราฟมาตรฐานฟอสเฟต.....	104
31 ชุดย่อยและชุดกลั่นไนโตรเจน	105
32 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 13 เรื่องไนโตรเจนในสารอินทรีย์ (TKN).....	106

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

มหาวิทยาลัยพะเยา ได้ออกประกาศจัดตั้งคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2563 ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2564 เป็นต้นไป ประกาศ ณ วันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2563 เพื่อผลิตบัณฑิตทางการสาธารณสุขที่มีคุณภาพ คุณธรรม และจริยธรรม ในลักษณะสหสาขาวิชาชีพ สร้างงานวิจัยเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพที่มีมาตรฐานในระดับสากล และการนำไปประยุกต์ใช้ ส่งเสริมการบริการวิชาการเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้ชุมชนและสังคม บูรณาการการทำงานบูรณาการและวัฒนธรรมกับการเรียนการสอน การวิจัย และบริการวิชาการ โดยการมีส่วนร่วมทุกภาคส่วนเพื่อสร้างคุณค่าความเป็นไทย บริหารงานทันสมัยด้วยธรรมาภิบาล และเรียนรู้เปลี่ยนแปลงร่วมกัน และพัฒนาระบบการให้บริการสุขภาพแบบบูรณาการ (คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา, 2564)

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา เป็นหลักสูตรหนึ่งที่มีการจัดการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยมุ่งเน้นผลิตบัณฑิตให้มีคุณภาพ เป็นบัณฑิตที่พึงประสงค์ของผู้ใช้บัณฑิตในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาทางวิทยาศาสตร์นั้น จำเป็นต้องมีนักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ดำเนินการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ตามพระราชบัญญัติระเบียบราชการพลเรือน พ.ศ. 2551 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติมครั้งที่ 2 วันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2554 สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (2554) ได้กำหนดตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ให้มีหน้าที่ความรับผิดชอบหลักในการปฏิบัติงานโดยใช้ความรู้ ความสามารถทางวิชาการในการปฏิบัติงาน ปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้การกำกับ แนะนำ ตรวจสอบ และปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย โดยภารกิจหลักของนักวิทยาศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษา คือ การสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนรายวิชาที่มีบทบาทปฏิบัติการ ให้บริการห้องปฏิบัติการแก่ผู้มาใช้บริการ ได้แก่ นิสิต เจ้าหน้าที่ อาจารย์ หรือบุคคลอื่น ๆ ทั้งภายในและภายนอกสถาบัน และนักวิทยาศาสตร์มีบทบาทหน้าที่ในการเตรียมความพร้อมของรายวิชาที่มีภาคปฏิบัติ เตรียมเครื่องมือ ครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และห้องปฏิบัติการให้มีความพร้อมสามารถใช้งานอยู่เสมอ การเป็นผู้ช่วยสอนในบทปฏิบัติการ ควบคุมดูแลความเรียบร้อยระหว่างนิสิตทำการวิเคราะห์หรือทำการทดลอง เป็นที่ปรึกษา

ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทดลองหรือการวิเคราะห์ ตลอดจนการจัดเก็บครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และการจัดการของเสียอันตราย หลังจากที่นิสิตทำการวิเคราะห์หรือทำการทดลองแล้วเสร็จ รวมถึงการศึกษาค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ วิจัย หาความรู้ใหม่อยู่เสมอ

รายวิชา 329309 การวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (Water and Wastewater Analysis) เป็นรายวิชาเฉพาะบังคับสำหรับนิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม ชั้นปีที่ 3 และหลักสูตรปริญญาตรี 2 ปริญญา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม และหลักสูตรนิติศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 4 มีหน่วยกิต เท่ากับ 3 (1-6-5) เป็นรายวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับหลักการและปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสียทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ การเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำ วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสียในห้องปฏิบัติการ การแปลผลข้อมูลคุณภาพน้ำ การจัดทำรายงาน งานวิจัย/โครงการอนามัยสิ่งแวดล้อม เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของรายวิชา และเพื่อเพิ่มทักษะการเรียนรู้ของนิสิตที่เรียนรายวิชาดังกล่าว จึงจำเป็นต้องมีบทปฏิบัติการที่มีความเฉพาะเจาะจงต่อการเรียนรู้เกี่ยวกับเรื่องการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย โดยมีทั้งหมด 13 บทปฏิบัติการ โดยนักวิทยาศาสตร์มีหน้าที่ดำเนินการเตรียมความพร้อมบทปฏิบัติการ โดยแต่ละบทปฏิบัติการมีหลักการ ครุภัณฑ์ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการวิเคราะห์หรือวิธีการทดลองที่แตกต่างกัน เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อยก่อนที่นักวิทยาศาสตร์จะจัดเตรียมความพร้อมในการให้บริการแต่ละบทปฏิบัติการนั้น ควรทำความเข้าใจหลักเกณฑ์ วิธีการปฏิบัติงาน และขั้นตอนการปฏิบัติงานแต่ละขั้นตอนของแต่ละบทปฏิบัติการอย่างชัดเจน และสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแต่ละบทปฏิบัติการให้กับนิสิตได้

การจัดเตรียมความพร้อม การให้บริการแต่ละบทปฏิบัติการ และในเรื่องของการดูแลเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เป็นหน้าที่หลักในการให้บริการแก่อาจารย์และนิสิตในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย แต่ที่ผ่านมายังไม่มีแนวปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานเดียวกันในแต่ละปีการศึกษา และหากนักวิทยาศาสตร์ประจำสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อมลาหรือติดภารกิจอื่นที่ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ นักวิทยาศาสตร์ท่านอื่นที่มาปฏิบัติงานแทนจะไม่ทราบหลักการ วิธีการปฏิบัติ และขั้นตอนการปฏิบัติงานของแต่ละบทปฏิบัติการ ไม่ทราบจะไปศึกษาข้อมูลจากที่ไหน เพราะไม่มีคู่มือปฏิบัติงานให้ศึกษาโดยเฉพาะ จึงปฏิบัติงานแทนได้อย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงเกิดผลกระทบต่อจัดการเรียนการสอนไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของรายวิชาที่วางแผนไว้

ดังนั้น คู่มือปฏิบัติงานจึงมีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อให้การบริหารจัดการภาคปฏิบัติของรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ เป็นแนวทางปฏิบัติในการดำเนินงานให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน และนักวิทยาศาสตร์สามารถปฏิบัติงานแทนกันได้เริ่มตั้งแต่การรับรายละเอียดของรายวิชา (มคอ. 3) จากอาจารย์ผู้จัดการรายวิชา เพื่อนำมาวางแผนการดำเนินบทปฏิบัติการแต่ละบทปฏิบัติการ แล้วปฏิบัติตามแผนปฏิบัติการที่วางไว้ คือ การตรวจสอบและการเตรียมความพร้อมในทุก ๆ ด้าน เช่น การเตรียมสารเคมี วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ห้องปฏิบัติการ ระบบน้ำ ระบบไฟ รวมไปถึงระบบสารสนเทศ การให้บริการเบกยืมคืนสารเคมี วัสดุ และเครื่องแก้วแก่นิสิต ควบคุมดูแลระหว่างที่เรียนบทปฏิบัติการ การจัดการของเสียทั้งของเสียอันตรายและไม่เป็นอันตราย และดูแลด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการอื่น ๆ การตรวจเช็คตรายชื่อนิสิตที่เข้าเรียน และตรวจเช็คตรายงานผลบทปฏิบัติการแต่ละบทปฏิบัติการ จนถึงขั้นตอนการสรุปผลการดำเนินงานและส่งสรุปผลรายงานให้กับอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้ นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องมีความเข้าใจหลักเกณฑ์ วิธีปฏิบัติ ขั้นตอน การปฏิบัติงาน และการบริหารจัดการรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย
2. เพื่อให้ นักวิทยาศาสตร์สามารถปฏิบัติงานในภาคปฏิบัติของรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย เป็นมาตรฐานเดียวกันในแต่ละปีการศึกษา
3. เพื่อให้ นักวิทยาศาสตร์สามารถปฏิบัติงานในภาคปฏิบัติของรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียแทนกันได้
4. เพื่อเผยแพร่ประสบการณ์และเทคนิคในการปฏิบัติงานของนักวิทยาศาสตร์ในภาคปฏิบัติของรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำและน้ำเสีย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้คู่มือปฏิบัติงานที่สามารถทำให้นักวิทยาศาสตร์หรือผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าใจถึงหลักเกณฑ์ วิธีปฏิบัติ และขั้นตอนการปฏิบัติงานในภาคปฏิบัติรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย
2. นักวิทยาศาสตร์สามารถปฏิบัติงานเป็นมาตรฐานเดียวกันในแต่ละปีการศึกษา และสามารถปฏิบัติงานแทนกันได้

ขอบเขต

คู่มือปฏิบัติงาน บทปฏิบัติการรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียฉบับนี้ เป็นคู่มือสำหรับนักวิทยาศาสตร์หรือผู้ปฏิบัติงานที่รับผิดชอบบทปฏิบัติการรายวิชา 329309 การวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย ของสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งให้บริการสำหรับนิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม ชั้นปีที่ 3 และหลักสูตรปริญญาตรี 2 ปริญญา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม และหลักสูตรนิติศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 4 ที่จะเรียนภาคปฏิบัติรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย โดยคู่มือปฏิบัติงานนี้จะครอบคลุมถึงแนวปฏิบัติที่สอดคล้องกับรายละเอียดของรายวิชา (มคอ. 3) ซึ่งการดำเนินงานเริ่มตั้งแต่

1. การรับรายละเอียดของรายวิชา (มคอ. 3)
2. การตรวจสอบและเตรียมความพร้อมของบทปฏิบัติการ
3. การจัดซื้อจัดจ้างวัสดุการศึกษาหรือครุภัณฑ์การศึกษา
4. การให้บริการของแต่ละบทปฏิบัติการ
5. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
6. การสรุปผลการดำเนินการบทปฏิบัติการ

ทั้งนี้การดำเนินการในทุกขั้นตอนจะอยู่ในการดูแลและรับผิดชอบของอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา

นิยามศัพท์เฉพาะ/คำจำกัดความ

ผู้รับบริการ หมายถึง นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม ชั้นปีที่ 3 และนิสิตปริญญาตรี 2 ปริญญา หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม และหลักสูตรนิติศาสตรบัณฑิต ชั้นปีที่ 4 ที่เรียนบทปฏิบัติการรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย

รายวิชา หมายถึง รายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย

อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา หมายถึง อาจารย์ที่รับผิดชอบในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย

นักวิทยาศาสตร์ หมายถึง ผู้ที่คิดวิเคราะห์ วิจัยสิ่งใหม่ ๆ สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนในทุกเรื่องเกี่ยวกับภาคปฏิบัติของรายวิชาที่มีบทปฏิบัติการ สังกัดคณะสาธารณสุขศาสตร์

รายละเอียดของรายวิชา (มคอ. 3) (Course Specification) หมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการบริหารจัดการของแต่ละรายวิชา เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนสอดคล้องและเป็นไปตามที่วางแผนไว้ในรายละเอียดของหลักสูตร ซึ่งแต่ละรายวิชาจะกำหนดไว้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และรายละเอียดของเนื้อหาความรู้ในรายวิชา แนวทางการปลูกฝังทักษะต่าง ๆ ตลอดจนคุณลักษณะอื่น ๆ ที่นิสิตจะได้รับการพัฒนาให้ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของรายวิชา มีการกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้ในการเรียน วิธีการเรียน การสอน การวัดและประเมินผลในรายวิชา ตลอดจนหนังสือหรือสื่อทางวิชาการอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังกำหนดยุทธศาสตร์ในการประเมินรายวิชาและกระบวนการปรับปรุง

โสตทัศนอุปกรณ์ หมายถึง อุปกรณ์ในระบบโสตทัศน โดยระบบโสตทัศนเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับเสียงและภาพ ประกอบด้วย 1) เครื่องฉาย (Projectors) 2) เครื่องอุปกรณ์แปลงสัญญาณ (connected Equipment) 3) เครื่องเสียง (Amplifiers)

การวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย หมายถึง หลักการและปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสียทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ การเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำวิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสีย ทางห้องปฏิบัติการ การแปลผลข้อมูลคุณภาพน้ำ การจัดทำรายงาน งานวิจัย/โครงการอนามัยสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2

บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง

นักวิทยาศาสตร์ระดับชำนาญการ ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานที่มีประสบการณ์ โดยใช้ความรู้ ความสามารถ ประสบการณ์ และความชำนาญงานสูง ในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปฏิบัติงานต้องตัดสินใจหรือแก้ปัญหา และปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย (สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน, 2551) การสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน รายวิชาที่มีบทปฏิบัติการ การให้บริการห้องปฏิบัติการแก่ผู้มาใช้บริการ ได้แก่ นิสิต เจ้าหน้าที่ อาจารย์ หรือบุคคลอื่น ๆ ทั้งภายในและภายนอกสถาบัน และนักวิทยาศาสตร์ มีบทบาทหน้าที่ในการเตรียมความพร้อมของเครื่องมือ ครุภัณฑ์ วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมีของห้องปฏิบัติการให้มีความพร้อม สามารถใช้งานอยู่เสมอ การเป็นผู้ช่วยสอนในบทปฏิบัติการ ควบคุมดูแล ความเรียบร้อยระหว่างนิสิตทำการทดลอง เป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทดลองหรือ การวิเคราะห์และการศึกษาค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ วิจัย หาความรู้ใหม่อยู่เสมอ

นักวิทยาศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษายังมีบทบาทหน้าที่ในการบริหารจัดการของ ภาควิชาของแต่ละรายวิชา โดยมีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. การรับรายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3) จากอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา
2. การตรวจสอบและเตรียมความพร้อมของบทปฏิบัติการ
3. การจัดซื้อจัดจ้างวัสดุการศึกษาหรือครุภัณฑ์การศึกษา
4. การให้บริการของแต่ละบทปฏิบัติการ
5. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
6. การสรุปผลการดำเนินการบทปฏิบัติการ

ลักษณะงานที่ปฏิบัติ

ลักษณะงานที่ปฏิบัติจะสอดคล้องกับมาตรฐานกำหนดตำแหน่ง ตามพระราชบัญญัติ ระเบียบราชการพลเรือน พ.ศ. 2551 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติมครั้งที่ 2 วันที่ 1 กรกฎาคม พ.ศ. 2554 (สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน, 2554) รายละเอียดดังต่อไปนี้

ด้านการปฏิบัติการ

1. ศึกษา วิจัย และพัฒนางานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสร้างความองค์ความรู้ และนำเอาองค์ความรู้ที่ได้มาพัฒนาการบริหารจัดการภาคปฏิบัติของรายวิชาที่มีบทปฏิบัติการ

2. ดำเนินการสอบเทียบเครื่องมือ อุปกรณ์ตรวจวัด ทำการวิเคราะห์ และตรวจสอบตัวอย่างใหม่ ๆ รวมถึงการดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุ สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษาในส่วนที่ขาดหรือไม่เพียงพอ เพื่อเตรียมพร้อมในการให้บริการนิสิตในวันที่มีการจัดการเรียนการสอน

3. ให้บริการห้องปฏิบัติการ ให้บริการของการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติของรายวิชาที่มีบทปฏิบัติการ และการเป็นผู้ช่วยสอนภาคปฏิบัติ

4. ศึกษา วิเคราะห์ วิจัย และจัดอบรมเกี่ยวกับระบบการจัดการของเสียอันตราย กวาระเบียบในการใช้ห้องปฏิบัติการให้กับผู้ใช้บริการ เพื่อให้ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

5. ส่งเสริม สนับสนุนการศึกษาค้นคว้า และเข้าร่วมอบรม เพื่อนำสารสนเทศด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และความรู้ที่ได้มาพัฒนางานที่ปฏิบัติต่อไป

ด้านการวางแผน

1. วางแผนการบริหารจัดการบทปฏิบัติการของรายวิชาที่มีภาคปฏิบัติ และร่วมวางแผนการจัดทำโครงการของส่วนงานห้องปฏิบัติการ และโครงการของคณะ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

2. วางแผนการใช้วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี ให้เพียงพอต่อการจัดการเรียนการสอนแต่ละปีการศึกษา

ด้านการประสานงาน

1. ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างทีมงาน อาจารย์ หรือหน่วยงานทั้งภายในและภายนอก และในส่วนของงานสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนรายวิชาที่มีบทปฏิบัติการ หลังจากที่ได้รับรายละเอียดของรายวิชา (มคอ.3) ที่มีบทปฏิบัติการต้องประสานกับอาจารย์ผู้จัดการรายวิชา เพื่อวางแผนการดำเนินการจัดการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติ นำข้อมูลมาตรวจสอบและเตรียมความพร้อมแต่ละบทปฏิบัติการ หากบทปฏิบัติการไหน มีวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี หรือครุภัณฑ์การศึกษาไม่ครบหรือไม่เพียงพอ นักวิทยาศาสตร์ต้องประสานกับงานแผนและงานพัสดุของคณะเรื่องงบประมาณในการจัดซื้อจัดจ้าง หากได้งบประมาณในการจัดซื้อจัดจ้างแล้ว นักวิทยาศาสตร์ต้องประสานกับบริษัทขอเอกสารประกอบการจัดซื้อจัดจ้าง เพื่อให้เกิดความพร้อมและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้

2. ชี้แจงและให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่บุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจหรือความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

ด้านการบริการ

1. ให้บริการใช้ห้องปฏิบัติการแก่ผู้ใช้บริการ ได้แก่ นิสิต อาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักวิจัย และบุคลากรภายในและภายนอกคณะสาธารณสุขศาสตร์ โดยให้บริการห้องปฏิบัติการ ให้บริการครุภัณฑ์การศึกษา การเบิกยืม คี้น วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องแก้ว และสารเคมี

2. ให้บริการการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติของรายวิชาที่มีบทปฏิบัติการ ได้แก่

2.1 การให้บริการการเบิกยืม วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องแก้ว สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษา ก่อนนิสิตทำการทดลองหรือวิเคราะห์

2.2 การอธิบายการใช้เครื่องมือ และขั้นตอนการทดลองหรือวิเคราะห์ของแต่ละบทปฏิบัติการ ก่อนนิสิตจะลงมือทำการทดลองหรือทำการวิเคราะห์

2.3 ให้คำปรึกษา แนะนำ และให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับบทปฏิบัติการระหว่างที่นิสิตทำการทดลองหรือทำการวิเคราะห์

2.4 ตรวจสอบและรับคืนวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องแก้ว สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษา หลังจากนิสิตทำการทดลองหรือการวิเคราะห์แล้วเสร็จ

2.5 จัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องแก้ว สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษา ที่รับคืนให้เข้าที่ และจัดเตรียมความพร้อมในการให้บริการบทปฏิบัติการต่อไป

โครงสร้างการบริหารจัดการ

คณะสาธารณสุขศาสตร์เป็นคณะหนึ่งที่สังกัดอยู่ในมหาวิทยาลัยพะเยา จัดตั้งตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2564 เป็นต้นไป เพื่อผลิตบัณฑิตด้านสาธารณสุขศาสตร์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ สายวิชาการและสายสนับสนุน

หลักสูตร มีหน้าที่ดูแลและผลิตบัณฑิต พัฒนา และปรับปรุงหลักสูตร จัดแผนการเรียน ให้แก่นิสิต ตรวจสอบการจบ ดูแลนิสิตให้สำเร็จตามหลักสูตร มีทั้งหมด 3 ปริญญา ได้แก่

1. **ปริญญาเอก** ประกอบด้วย 1 หลักสูตร คือ หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรดุษฎีบัณฑิต (ส.ด.)

2. **ปริญญาโท** ประกอบด้วย 1 หลักสูตร คือ หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต (ส.ม.)

3. **ปริญญาตรี** ประกอบด้วย 6 หลักสูตร ดังต่อไปนี้

- 3.1 หลักสูตรการแพทย์แผนจีนบัณฑิต
- 3.2 หลักสูตรการแพทย์แผนไทยประยุกต์บัณฑิต
- 3.3 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (การส่งเสริมสุขภาพ)
- 3.4 หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรบัณฑิต
- 3.5 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อนามัยสิ่งแวดล้อม)
- 3.6 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)

สายสนับสนุน ประกอบด้วย

1. **งานบริหารงานทั่วไป** ประกอบด้วย 4 หน่วย คือ

1.1 **หน่วยงานธุรการและงานสารบรรณ** ทำหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับงานธุรการ และงานสารบรรณ โดยดำเนินเกี่ยวกับงานเอกสาร ลงทะเบียนรับ – ส่ง หนังสือราชการ ทั้งหนังสือราชการภายนอก และหนังสือราชการภายใน ประสานงานกับหน่วยงานต่าง ๆ รวมทั้งปฏิบัติงานร่วม หรือสนับสนุนการปฏิบัติงานของหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องหรือที่ได้รับมอบหมาย

1.2 **หน่วยงานการเงินและพัสดุ** ทำหน้าที่รับผิดชอบดำเนินการเกี่ยวกับการใช้จ่ายเงิน ทั้งเงินงบประมาณแผ่นดินและเงินงบประมาณรายได้ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ ในการดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุและครุภัณฑ์ การควบคุมการเบิกจ่าย ดูแลตลอดจนบำรุงรักษาครุภัณฑ์

1.3 **หน่วยงานเลขานุการ** ทำหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับงานการจัดประชุม เป็นเลขานุการให้คณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์ รวมทั้งปฏิบัติงานร่วมหรือสนับสนุนการปฏิบัติงานของงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องหรือที่ได้รับมอบหมาย

1.4 **หน่วยงานสารสนเทศ** ทำหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับงานสารสนเทศ คณะสาธารณสุขศาสตร์ งานไอที จัดทำทะเบียนข้อมูลสารสนเทศเพื่ออำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน สื่อประชาสัมพันธ์ สร้างเครือข่ายประสานงาน จัดทำทะเบียนประวัติ บุคลากร รวมทั้งปฏิบัติงานร่วม หรือสนับสนุนการปฏิบัติงานของงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง หรือที่ได้รับมอบหมาย

2. **งานวิชาการ** ประกอบด้วย 3 หน่วย คือ

2.1 **หน่วยงานวิชาการ** ทำหน้าที่การดำเนินงานทุกอย่างเพื่อส่งเสริมพัฒนาการเรียนการสอนของสถานศึกษาให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับอาจารย์หรือนิสิต

2.2 หน่วยงา^นประกันคุณภาพการศึกษา ทำหน้าที่พัฒนามาตรฐานการศึกษา โดยมุ่งเน้นมาตรฐาน ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สอดคล้องกับมาตรฐานช่วงชั้นที่หลักสูตร กำหนด การจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพการศึกษา ด้วยการจัดทำแผนอย่างเป็นระบบพื้นฐานของ ข้อมูลสถานศึกษาการดำเนินงานตามแผนพัฒนาคุณภาพการศึกษา การตรวจสอบและทบทวน คุณภาพการศึกษา การประเมินคุณภาพการศึกษา การรายงานคุณภาพการศึกษาประจำปี เป็นการนำข้อมูลผลการประเมินมาตรฐานคุณภาพ การตรวจสอบและทบทวนภายในและ ภายนอก ประมวลรายงานผลการพัฒนาคุณภาพประจำปีการศึกษาซึ่งจะนำไปใช้เป็นข้อมูล สำหรับการวางแผนพัฒนาคุณภาพต่อไป

2.3 หน่วยงานคุณภาพนิสิต ทำหน้าที่ในการดำเนินงานเกี่ยวกับทุนการศึกษา งานกิจกรรมนิสิต จัดระบบดูแลช่วยเหลือนิสิตอย่างมีประสิทธิภาพ ควบคุมดูแลการให้ คำปรึกษาและแนะแนวแก่นิสิตในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ รับข้อร้องเรียน จัดแบบสอบถาม แก่นิสิต จัดอาจารย์ เพื่อดูแลนิสิตระหว่างทำกิจกรรม จัดเก็บข้อมูลนิสิตและศิษย์เก่าที่ทำ ชื่อเสียงให้หลักสูตรรวมทั้งให้การสนับสนุนทุกฝ่ายในหลักสูตร เพื่อให้งานสำเร็จลุล่วงตาม กำหนด

3. งานแผนงาน ประกอบด้วย 3 หน่วย คือ

3.1 หน่วยงานแผนงาน ทำหน้าที่จัดทำแผนหรือโครงการสำหรับงานวิเคราะห์ งบประมาณและแผนปฏิบัติการ วิเคราะห์และประสานงานการจัดทำแผนให้สอดคล้องกับ นโยบายของมหาวิทยาลัย ช่วยเหลือประสานงาน กำกับ ควบคุม ดูแล ตรวจสอบ เพื่อให้เกิด การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการประจำปีอย่างมีประสิทธิภาพ สรุปและประเมินผล การดำเนินงานตามแผนปฏิบัติการประจำปีปรับแผนพัฒนาคุณภาพการศึกษาในแต่ละปี ติดตามรวบรวมข้อมูล สรุปผลและประเมินผลการปฏิบัติงาน รายงานผลงานประจำปี และปฏิบัติ หน้าที่อื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

3.2 หน่วยงานวิจัย มีหน้าที่รับผิดชอบดำเนินงานต่าง ๆ เพื่อสนับสนุนการทำวิจัย ของบุคลากรและนิสิต อันได้แก่ ทุนอุดหนุนการวิจัยต่าง ๆ ทุนสนับสนุนการตีพิมพ์ผลงานวิจัย ทุนสนับสนุนการตีพิมพ์ผลงานวิชาการ การร่วมประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติ ทุนสนับสนุนการเขียนตำรา รางวัลผลงานวิจัยดีเด่น การดำเนินการเกี่ยวกับการให้รางวัลเชิดชู เกียรติผลงานวิจัยและนักวิจัยดีเด่น จัดให้มีการฝึกอบรมด้านการวิจัยแก่บุคลากรของ มหาวิทยาลัย รวมถึงตลอดถึงการรวบรวมข้อมูลการจดทะเบียนทรัพย์สินทางปัญญา จัดทำ หลักเกณฑ์และระเบียบที่เกี่ยวข้องกับทรัพย์สินทางปัญญา การจัดประชุมวิชาการระดับชาติ การสนับสนุนการจัดประชุมวิชาการระดับนานาชาติ และปฏิบัติหน้าที่อื่นตามที่ได้รับมอบหมาย

3.3 หน่วยงานบุคลากร ทำหน้าที่ แนะนำ เผยแพร่ และดำเนินการเกี่ยวกับการบริหารงานของบุคลากร จัดทำแผนอัตรากำลังบุคลากร จัดทำแผนและดำเนินการพัฒนาบุคลากร ควบคุม จัดทำสถิติ และรายงานเกี่ยวกับการลงเวลาปฏิบัติราชการ และการลาของบุคลากรในสถานศึกษาให้คำแนะนำ อำนวยความสะดวก แก่บุคลากรในสถานศึกษาในด้านต่าง ๆ เช่น การขอมอบบัตรประจำตัวพนักงาน การขอแก้ไขทะเบียนประวัติ การขอเปลี่ยนตำแหน่ง การขอมอบและขอเลื่อนวิทยฐานะ การออกหนังสือรับรอง การดำเนินการทางวินัยของบุคลากร การจัดสวัสดิการภายในให้แก่บุคลากร ประสานงานและให้ความร่วมมือกับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกสถานศึกษาจัดทำปฏิบัติการปฏิบัติงาน เสนอโครงการ รายงาน การปฏิบัติงานตามลำดับชั้น จัดทำคำสั่งและประกาศต่าง ๆ ของคณะ และปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย

4. งานห้องปฏิบัติการ ทำหน้าที่ในการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ น้ำยา สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษาต่าง ๆ สำหรับการสอนในห้องปฏิบัติการ ล้างทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องแก้ว ครุภัณฑ์การศึกษาทุกชนิด จัดเก็บเข้าที่ให้เรียบร้อย และดูแลให้ความสะดวกต่อนิสิตและอาจารย์ในขณะใช้ห้องปฏิบัติการ รับผิดชอบการเบิก-จ่ายวัสดุ เครื่องแก้ว อุปกรณ์ ให้แก่นิสิตและรับคืนเมื่อเสร็จจากการใช้งาน ตรวจเช็ค รายการวัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์ต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ ช่วยงานวิจัยและงานที่ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ ทำบัญชีรายการวัสดุและครุภัณฑ์ประจำห้องปฏิบัติ การจัดทำประวัติการใช้การยืม การคืนเครื่องมือทุกชนิด ในห้องปฏิบัติการ ดูแลความปลอดภัย เปิด-ปิดประตูหน้าต่าง ไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด เป็นผู้ช่วยสอนและคุมสอบรายวิชาที่มีบทปฏิบัติการ และเดินเอกสารของคณาจารย์ในสาขาวิชา ช่วยอาจารย์ในการออกนิเทศงาน ตามที่ได้รับมอบหมาย และปฏิบัติหน้าที่อื่นที่เกี่ยวข้อง สำหรับคณะสาธารณสุขศาสตร์ มีห้องปฏิบัติการสำหรับบริการนิสิต นักวิจัย และบุคลากร ทั้งหมด 6 ห้องปฏิบัติการ โดยแต่ละห้องปฏิบัติการมีนักวิทยาศาสตร์รับผิดชอบแต่ละห้องปฏิบัติการ ดังนี้

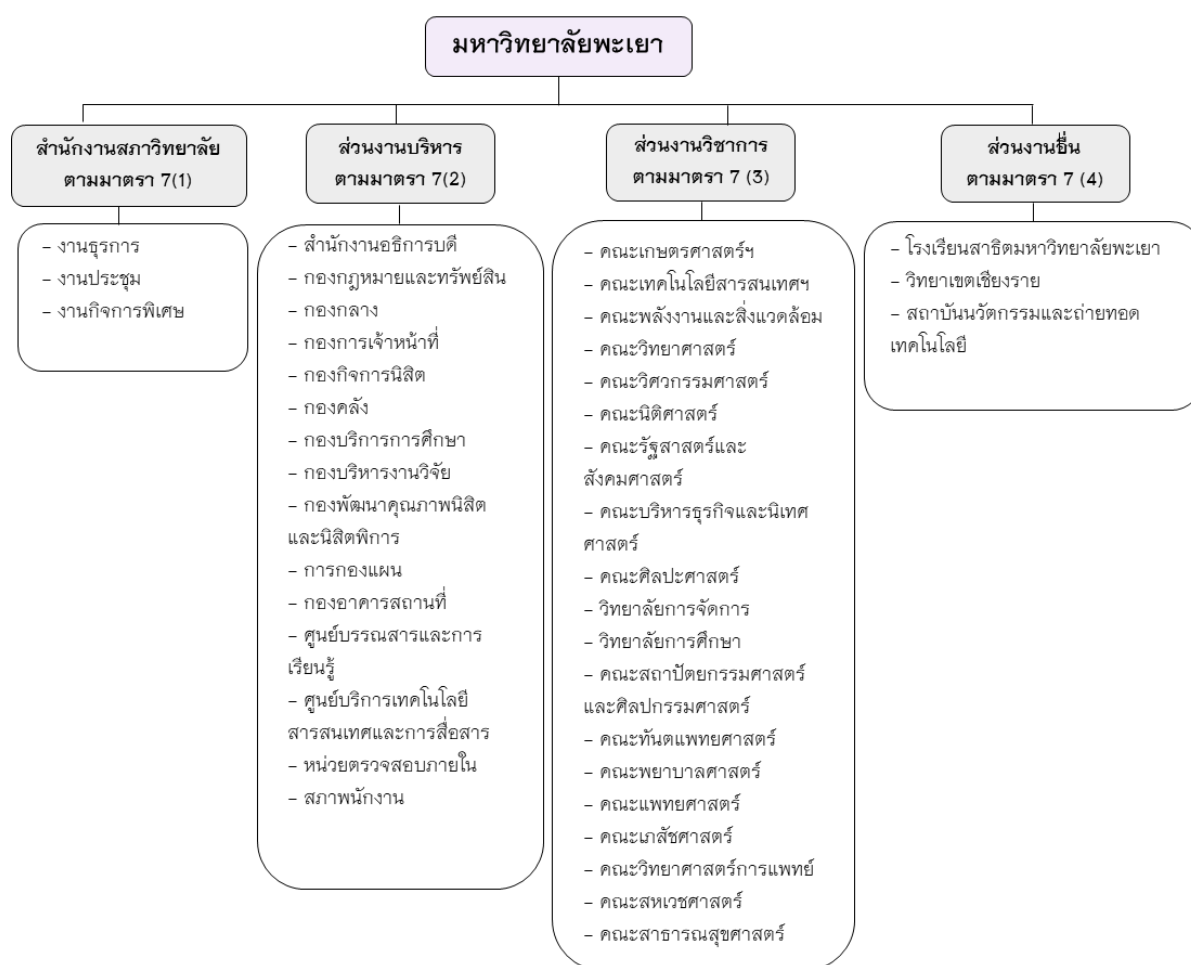
- 4.1 ห้องปฏิบัติการอนามัยชุมชน
- 4.2 ห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อม
- 4.3 ห้องปฏิบัติการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
- 4.4 ห้องปฏิบัติการการส่งเสริมสุขภาพ
- 4.5 ห้องปฏิบัติการการแพทย์แผนไทยประยุกต์
- 4.6 ห้องปฏิบัติการการแพทย์แผนจีน

โครงสร้างองค์กร (Organization Chart)

มหาวิทยาลัยพะเยามีทั้งหมด 4 ส่วน คือ

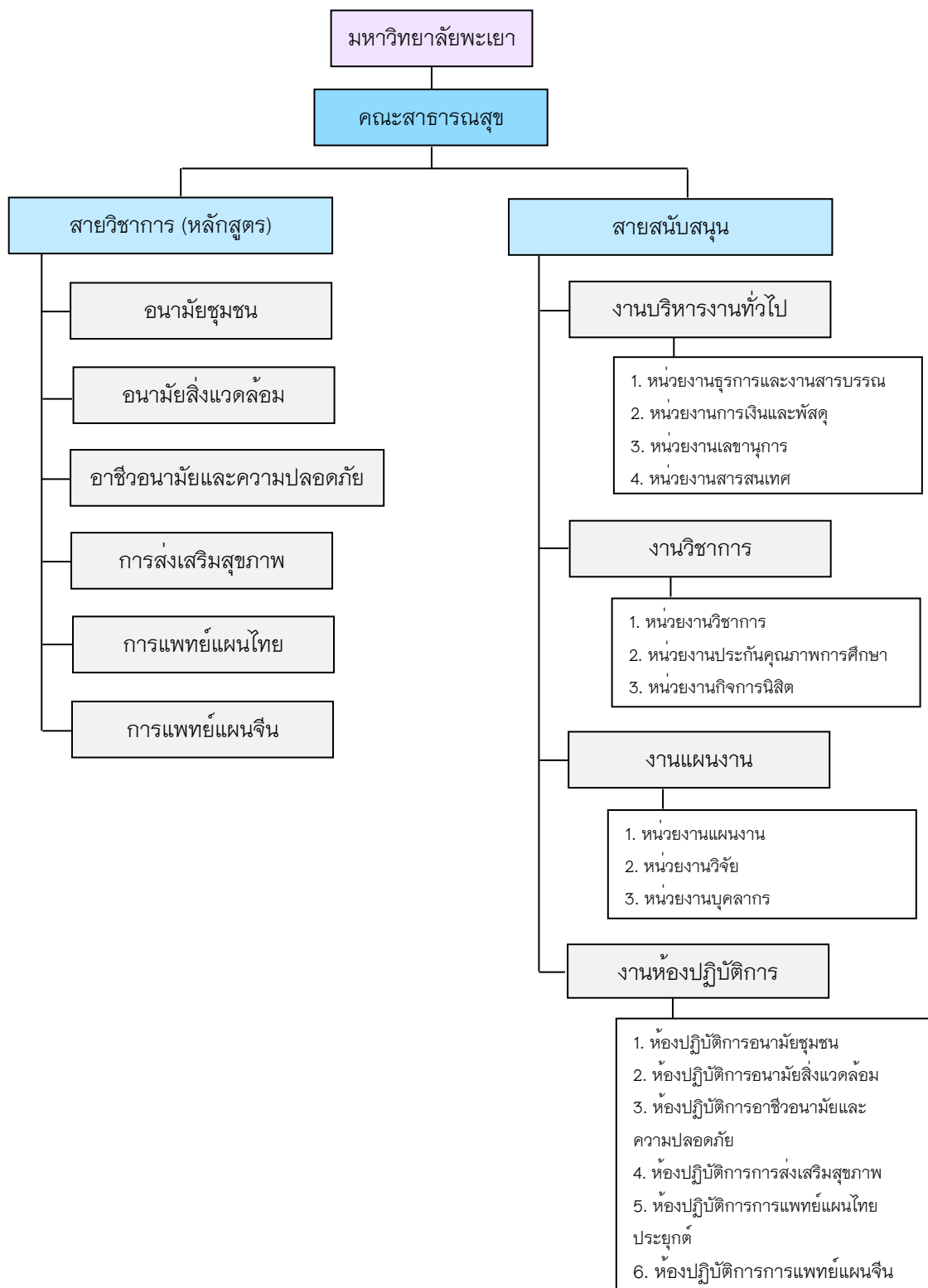
1. สำนักงานสภาวิทยาลัย
2. ส่วนงานบริหาร
3. ส่วนงานวิชาการ
4. ส่วนงานอื่น

คณะสาธารณสุขศาสตร์ อยู่ในส่วนงานวิชาการของมหาวิทยาลัยพะเยา โดยแบ่งการบริหารจัดการเป็น 2 ส่วนหลัก คือ สายวิชาการและสายสนับสนุน ตามภาพที่ 1 และ 2



ภาพที่ 1 โครงสร้างองค์กร มหาวิทยาลัยพะเยา

ที่มา: มหาวิทยาลัยพะเยา, 2564

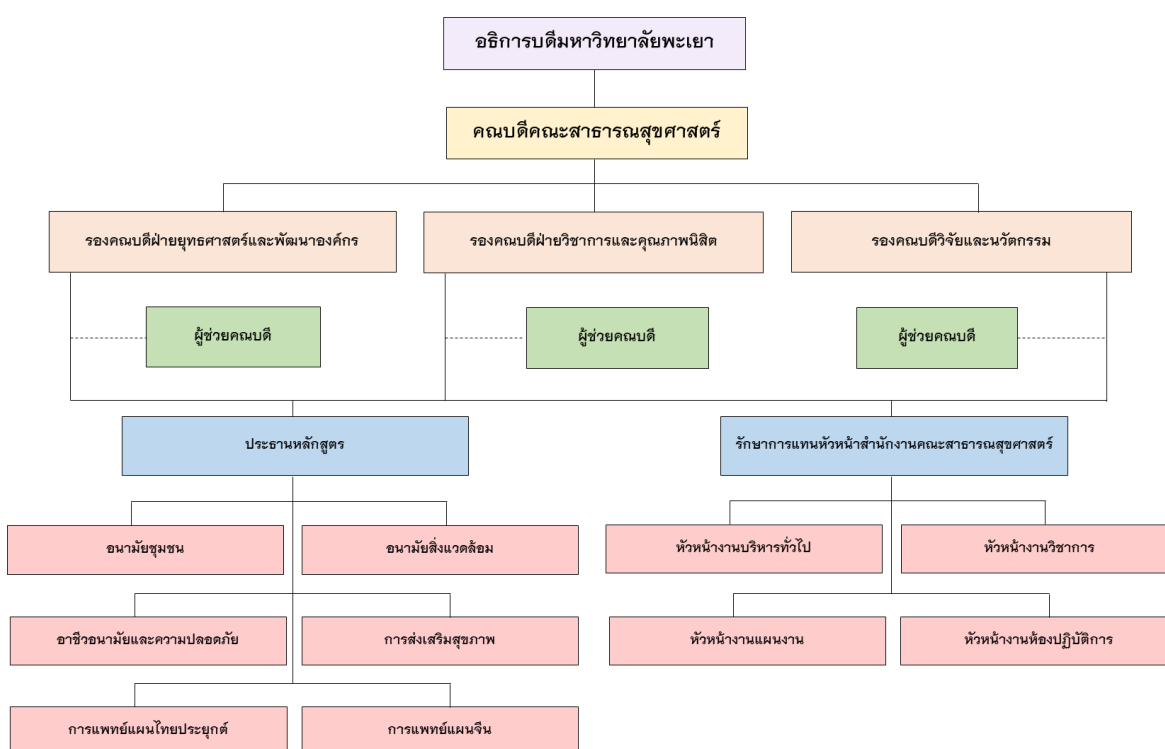


ภาพที่ 2 โครงสร้างองค์กร คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

ที่มา: คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา, 2564

โครงสร้างการบริหาร (Administration Chart)

การบริหารงานคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา นำทีมการบริหารโดยอธิการบดีมหาวิทยาลัยพะเยา คณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์ รองคณบดี 3 ฝ่าย คือ ฝ่ายยุทธศาสตร์และพัฒนางาน ฝ่ายวิชาการและคุณภาพนิสิต และฝ่ายวิจัยและนวัตกรรม และมีผู้ช่วยคณบดี จำนวน 3 ท่าน ในส่วนของหลักสูตรมีการบริหารจัดการโดยประธานหลักสูตรเป็นหัวหน้าในการดำเนินงาน และในส่วนของสำนักงานคณะสาธารณสุขศาสตร์ มีหัวหน้าสำนักงานคณะเป็นหัวหน้า และมีการบริหารงานแบ่งเป็น 4 ส่วนงาน คือ 1) งานบริหารงานทั่วไป 2) งานวิชาการ 3) งานแผนงาน และ 4) งานห้องปฏิบัติการ โดยมีหัวหน้างานแต่ละส่วนงานเป็นหัวหน้า รายละเอียดโครงสร้างการบริหารตามภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โครงสร้างการบริหาร คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

ที่มา: คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา, 2564

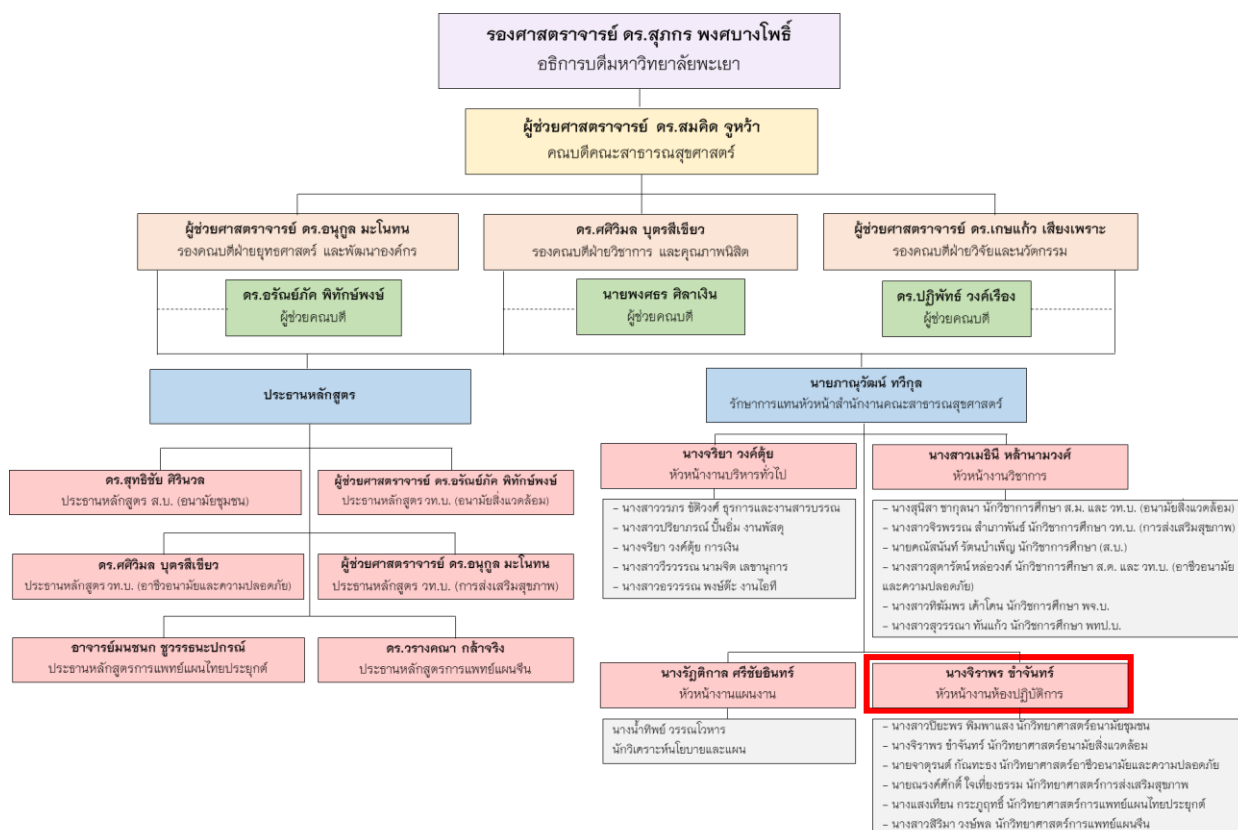
โครงสร้างการปฏิบัติงาน (Activity Chart)

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา นำทีมการปฏิบัติงานโดย รองศาสตราจารย์ ดร.สุภกร พงศบางโพธิ์ อธิการบดีมหาวิทยาลัยพะเยา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมคิด จุฑาว่า คณบดี คณะสาธารณสุขศาสตร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุกุล มะโนทน รองคณบดีฝ่ายยุทธศาสตร์ และพัฒนางานองค์กร ดร.ศศิวิมล บุตรสีเขียว รองคณบดีฝ่ายวิชาการ และคุณภาพนิสิต ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกษแก้ว เสียงเพราะ รองคณบดีฝ่ายวิจัยและนวัตกรรม ผู้ช่วยคณบดี 3 ท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรุณย์ภักดิ์ พิทักษ์พงษ์ นายพงศธร ศิลาเงิน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปฏิพัทธ์ วงศ์เรือง ในส่วนของบุคลากรสายสนับสนุน นำทีมปฏิบัติงาน โดยนายภาณุวัฒน์ ทวีกุล รักษาการแทนหัวหน้าสำนักงาน นางสาวจริยา วงษ์ตุ้ย หัวหน้างานบริหาร นางสาวเมธิณี หล้านามวงศ์ หัวหน้างานวิชาการ นางรัฐติกา สรีชัยอินทร์ หัวหน้างานแผนงาน และนางจิราพร ขำจันทร์ หัวหน้างานห้องปฏิบัติการ

ในส่วนของงานห้องปฏิบัติการมีนักวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 คน ปฏิบัติงานตามที่ได้รับ มอบหมายของแต่ละสาขาวิชา โดยแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบตามความรู้ ความถนัด และความเชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา ดังนี้

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. นางสาวปิยะพร พิมพาแสง | นักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการอนามัยชุมชน |
| 2. นางจิราพร ขำจันทร์ | นักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อม |
| 3. นายจาตุรนต์ กัณทะธง | นักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย |
| 4. นายณรงค์ศักดิ์ ใจเที่ยงธรรม | นักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการการส่งเสริมสุขภาพ |
| 5. นางแสงเทียน กระภูฤทธิ | นักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการการแพทย์แผนไทยประยุกต์ |
| 6. นางสาวสิริมา วงษ์พล | นักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการการแพทย์แผนจีน |

ในการปฏิบัติงานและทางเดินเอกสารหรือหนังสือของงานห้องปฏิบัติการ จะผ่านการพิจารณาของหัวหน้างานห้องปฏิบัติการ หัวหน้าสำนักงานคณะสาธารณสุขศาสตร์ รองคณบดี และเสนอต่อคณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์เพื่อพิจารณาลงนามหรืออนุมัติตามลำดับ โดยมีโครงสร้างการปฏิบัติงาน (Activity Chart) ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 โครงสร้างการปฏิบัติงาน คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

ที่มา: คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา, 2564

บทที่ 3

หลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข

หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน

1. รายละเอียดของรายวิชา (มคอ. 3)

รายละเอียดของรายวิชา (Course Specification) หมายถึง ข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการบริหารจัดการของแต่ละรายวิชา เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนสอดคล้องและเป็นไปตามที่วางแผนไว้ในรายละเอียดของหลักสูตร ซึ่งแต่ละรายวิชาจะกำหนดไว้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และรายละเอียดของเนื้อหาความรู้ในรายวิชา แนวทางการปลูกฝังทักษะต่าง ๆ ตลอดจนคุณลักษณะอื่น ๆ ที่นิสิตจะได้รับการพัฒนาให้ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของรายวิชา มีการกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้ในการเรียน วิธีการเรียน การสอน การวัดและประเมินผลในรายวิชา ตลอดจนหนังสือหรือสื่อทางการอื่น ๆ ที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ นอกจากนี้ยังกำหนดยุทธศาสตร์ในการประเมินรายวิชาและกระบวนการปรับปรุง (สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, 2564) มคอ. 3 ประกอบด้วย 7 หมวด ดังนี้

หมวดที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย รหัสและรายชื่อยวิชา จำนวนหน่วยกิต หลักสูตรและประเภทของรายวิชา อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน ภาคการศึกษา / ชั้นปีที่เรียน รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre-requisite) (ถ้ามี) รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co-requisite) (ถ้ามี) และสถานที่เรียน

หมวดที่ 2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ ประกอบด้วยจุดมุ่งหมายรายวิชา วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด วัตถุประสงค์ในการพัฒนา/ปรับปรุงรายวิชา

หมวดที่ 3 ลักษณะและการดำเนินการ ประกอบด้วย คำอธิบายรายวิชา จำนวนชั่วโมงที่ใช้ต่อภาคการศึกษา จำนวนชั่วโมงต่อสัปดาห์ที่อาจารย์ให้คำปรึกษา และแนะนำทางวิชาการแก่นิสิตเป็นรายบุคคล

หมวดที่ 4 การพัฒนาผลการเรียนรู้ของนิสิต

หมวดที่ 5 แผนการสอนและการประเมินผล ประกอบด้วย แผนการสอนและแผนการประเมินผลการเรียนรู้

หมวดที่ 6 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน ประกอบด้วย ตำราและเอกสารหลัก เอกสารและข้อมูลแนะนำ และเอกสารและข้อมูลสำคัญ (ถ้ามี)

หมวดที่ 7 การประเมินและปรับปรุงการดำเนินการของรายวิชา ประกอบด้วย กลยุทธ์การประเมินประสิทธิผลของรายวิชาโดยนิสิต กลยุทธ์การประเมินการสอน การปรับปรุงการสอน การทวนสอบมาตรฐานผลสัมฤทธิ์ของนิสิตในรายวิชา และการดำเนินการ ทบทวนและการวางแผนปรับปรุงประสิทธิผลของรายวิชา

รายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียภาคปฏิบัติการ มีรายละเอียดและแผนการสอน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนการสอนชั่วโมงปฏิบัติรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียน
1	แนะนำทเรียนความรู้พื้นฐานการวิเคราะห์ทางเคมี	3	<ul style="list-style-type: none"> - ชี้แจงรายละเอียดของรายวิชา - ให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ - การเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab) - การทำรายงานผลการทดลอง - การส่งรายงานผลการทดลอง - การสอบแลปครึ่ง - การประเมินผลการเรียนภาคปฏิบัติ
2	เทคนิคการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสีย	3	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายหลักการ วัสดุอุปกรณ์ วิธีการและเทคนิคการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสีย
3	บทปฏิบัติการที่ 1 การใช้เครื่องมือวิเคราะห์	3	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายหลักการ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ ได้แก่ เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (PH Meter) เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter) เครื่องมือวัดออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Do Meter) เครื่องวัดความขุ่น (Turbidity Meter) - นิสิตวิเคราะห์น้ำตัวอย่างด้วยเครื่องมือวิเคราะห์
4	บทปฏิบัติการที่ 2 ปริมาณของแข็ง (Solid)	3	<ul style="list-style-type: none"> - อธิบายหลักการ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการหาปริมาณของแข็ง - นิสิตทำการวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง เพื่อหาปริมาณของแข็ง

ตารางที่ 1 แผนการสอนชั่วโมงปฏิบัติรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (ต่อ)

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนรู้
5	บทปฏิบัติการที่ 3 ออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) บทปฏิบัติการที่ 4 บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD)	3	– อธิบายหลักการ วัดคุณภาพ สารเคมี และวิธีการหาค่าออกซิเจนละลายน้ำ – อธิบายหลักการ วัดคุณภาพ สารเคมี และวิธีการหาค่าบีโอดี – นิสิตทำการวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง เพื่อหาค่าออกซิเจนละลายน้ำและบีโอดี
6	บทปฏิบัติการที่ 5 ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD)	3	– อธิบายหลักการ วัดคุณภาพ สารเคมี และวิธีการหาค่าซีโอดี – นิสิตทำการวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง เพื่อหาค่าซีโอดี
7	บทปฏิบัติการที่ 6 ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil)	3	– อธิบายหลักการ วัดคุณภาพ สารเคมี และวิธีการหาค่าไขมันและน้ำมัน – นิสิตทำการวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง เพื่อหาค่าไขมันและน้ำมัน
8	บทปฏิบัติการที่ 7 ความกระด้าง (Hardness) บทปฏิบัติการที่ 8 การสร้างตะกอน ด้วยวิธี Jar test บทปฏิบัติการที่ 9 การตรวจหาค่าการตกตะกอน SV30	3	– อธิบายหลักการ วัดคุณภาพ สารเคมี และวิธีการหาค่าความกระด้าง – อธิบายหลักการ วัดคุณภาพ สารเคมี และวิธีการการสร้างตะกอนด้วยวิธี Jar test และการตรวจหาค่าการตกตะกอน SV30 – นิสิตทำการวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง เพื่อหาค่าการตกตะกอนด้วยวิธี Jar test และการตรวจหาค่าการตกตะกอน SV30
9	สอบกลางภาค	3	– นิสิตสอบกลางภาค
10	บทปฏิบัติการที่ 10 ไนเตรต-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen) บทปฏิบัติการที่ 11 ไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen)	3	– อธิบายหลักการ วัดคุณภาพ สารเคมี และวิธีการหาค่าไนเตรต-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen) – อธิบายหลักการ วัดคุณภาพ สารเคมี และวิธีการหาค่าไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen) – นิสิตทำการวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง เพื่อหาค่าความกระด้าง ไนเตรต-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen) และไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen)

ตารางที่ 1 แผนการสอนชั่วโมงปฏิบัติรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (ต่อ)

ลำดับที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการเรียน
11	บทปฏิบัติการที่ 12 ฟอสเฟต (Phosphate)	3	- อธิบายหลักการ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการหาค่าฟอสเฟต (Phosphate) - นิสิตทำการวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง เพื่อหาค่า ฟอสเฟต (Phosphate)
12	บทปฏิบัติการที่ 13 ไนโตรเจนในสารอินทรีย์ (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN)	3	- อธิบายหลักการ วัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และวิธีการหาค่าไนโตรเจนในสารอินทรีย์ (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN) - นิสิตทำการวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง เพื่อหาค่า ไนโตรเจนในสารอินทรีย์ (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN)
13	สอบ Lab กริ่ง	3	- นิสิตสอบ Lab กริ่ง
14	นำเสนอรายงาน	3	- นิสิตนำเสนอรายงานเป็นรายกลุ่ม
15	สรุปและอภิปราย	3	- นักวิทยาศาสตร์ส่งสรุปผลการเข้าเรียน และการส่งรายงานบทปฏิบัติการให้อาจารย์ ผู้รับผิดชอบรายวิชา
16	สอบปลายภาค	3	- นิสิตสอบปลายภาค

หมายเหตุ: ลำดับที่ของการจัดการเรียนการสอนของแต่ละบทปฏิบัติการอาจมีการเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม

2. หลักเกณฑ์การจัดซื้อจัดจ้าง

การจัดซื้อจัดจ้างวัสดุ สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษา จะต้องเป็นไปตามระเบียบการจัดซื้อจัดจ้างของมหาวิทยาลัยพะเยา (กองคลัง มหาวิทยาลัยพะเยา, 2564) มีหลักเกณฑ์ดังนี้

2.1 การจัดซื้อวัสดุการศึกษาและครุภัณฑ์การศึกษาต้องทำการขออนุมัติจัดซื้อผ่านระบบ ระบบ e-Budgeting

2.2 กรณีจัดซื้อวัสดุการศึกษาหรือครุภัณฑ์การศึกษา 1-499,000 บาท จะทำการจัดซื้อจัดจ้างโดยวิธีเฉพาะเจาะจง

2.3 กรณีจัดซื้อวัสดุการศึกษาหรือครุภัณฑ์การศึกษา 500,000 บาท เป็นต้นไป จะทำการจัดซื้อจัดจ้างโดยวิธีตลาดอิเล็กทรอนิกส์

2.4 การจัดซื้อวัสดุการศึกษาหรือครุภัณฑ์การศึกษา หากมีราคารวม 1-49,999 บาท ต้องใช้คณะกรรมการในการจัดทำร่างขอบเขตของงาน รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะซื้อจ้าง จำนวน 1 คน และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ จำนวน 1 คน

2.5 การจัดซื้อวัสดุการศึกษาหรือครุภัณฑ์การศึกษา หากมีราคารวม 50,000-499,999 บาท ต้องใช้คณะกรรมการในการจัดทำร่างขอบเขตของงาน รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะซื้อจ้าง จำนวน 3 คน และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ จำนวน 3 คน

2.6 การจัดซื้อวัสดุการศึกษาหรือครุภัณฑ์การศึกษา หากมีราคารวม 500,000 บาท เป็นต้นไป ต้องใช้คณะกรรมการในการจัดทำร่างขอบเขตของงาน รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะซื้อจ้าง จำนวน 5 คน และคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ จำนวน 5 คน

2.7 เอกสารที่ใช้แนบในการจัดซื้อจัดจ้างมีดังต่อไปนี้

2.7.1 ใบเสนอราคา (ตัวจริง) จำนวน 3 บริษัท

2.7.2 รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละรายการ พร้อมลงนามผู้ขอจัดซื้อจัดจ้างทุกหน้า

3. หลักเกณฑ์การใช้งานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เพื่อให้เกิดความเรียบร้อยและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ผู้ใช้บริการต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์การใช้งานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา, 2561) ดังต่อไปนี้

3.1 การขอใช้ห้องปฏิบัติการ

3.1.1 ห้องปฏิบัติการเปิดให้บริการตามเวลาทำการ คือ วันจันทร์-วันศุกร์ เวลา 8.30-16.30 น.

3.1.2 ห้องปฏิบัติการให้บริการแก่อาจารย์และนิสิตตามตารางที่กำหนดไว้

3.1.3 หากต้องการใช้ห้องปฏิบัติการนอกเวลานอกเหนือจากเวลาในตารางหรือนอกเวลาทำการ สามารถติดต่อเจ้าหน้าที่ดูแลห้องปฏิบัติการล่วงหน้าอย่างน้อย 3 วัน

3.1.4 ใช้ห้องปฏิบัติการตามวัน เวลา ที่ได้รับแจ้งจากเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ

3.1.5 ขณะใช้ห้องปฏิบัติการต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบและความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์อย่างเคร่งครัด

3.2 การยืมคืนวัสดุอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

3.2.1 กรอกแบบฟอร์มยืม-คืน วัสดุ-อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ให้ครบถ้วนชัดเจน

3.2.2 ก่อนรับวัสดุ-อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ตรวจสอบจำนวนและตรวจสภาพของวัสดุอุปกรณ์ให้เรียบร้อย

3.2.3 ระยะเวลาในการยืม ยืมได้รายการละไม่เกิน 3 วัน ยกเว้นงานวิจัย

3.2.4 วัสดุอุปกรณ์ต้องอยู่ในสภาพเรียบร้อย ครบตามจำนวน กรณีชำรุดหรือสูญหายผู้ยืมต้องรับผิดชอบจัดหามาคืนให้ครบถ้วนตามรายการและจำนวนที่ยืม

3.3 การเบิกสารเคมี

3.3.1 กรอกแบบฟอร์มเบิกสารเคมีให้ครบถ้วนชัดเจน

3.3.2 ก่อนเบิกสารเคมี กรุณาตรวจปริมาณและจำนวนรายการให้เรียบร้อย

3.3.4 ในกรณีที่รับสารเคมีทั้งหมดให้นำมาคืนเมื่อใช้เสร็จ และระมัดระวังการปนเปื้อนของสารเคมี

3.3.5 อ่านฉลากของสารเคมีให้แน่ใจ และใช้สารเคมีอย่างประหยัดและถูกวิธี

3.4 การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

3.4.1 ผู้ขอใช้บริการยื่นแบบฟอร์มการขอใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ล่วงหน้าอย่างน้อย 3 วันทำการ กรณีผู้ขอใช้เป็นนิสิตให้อาจารย์ที่ปรึกษาหรืออาจารย์ประจำวิชาลงนามกำกับด้วย

3.4.2 ผู้ขอใช้บริการนอกเวลาทำการ ต้องรับผิดชอบดูแลความเรียบร้อยในการเปิดและปิดประตูหน้าต่าง เครื่องมือวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์จ่ายน้ำ และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ผู้ขอใช้บริการในครั้งนั้น ๆ

3.4.3 การใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ใด ๆ ให้ปฏิบัติตามคู่มือการใช้เครื่องเสมอ โดยจะต้องปฏิบัติตามข้อควรระวังและข้อควรปฏิบัติแต่ละเครื่องโดยเคร่งครัด หากเกิดเหตุขัดข้องในการใช้งาน หรือเกิดการชำรุดเสียหายให้แจ้งเจ้าหน้าที่ทันที

3.4.4 ให้ลงบันทึกการใช้งานในสมุดบันทึก (Log Book) หลังการใช้งานทุกครั้ง

3.4.5 ภายหลังจากใช้เครื่องมือชนิดใดแล้ว ผู้ขอใช้บริการต้องจัดให้เครื่องมืออยู่ในสภาพเรียบร้อยพร้อมที่จะใช้งานได้ต่อไป

3.4.6 ผู้ขอใช้บริการต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดแก่วัสดุอุปกรณ์ ของราคาอุปกรณ์นั้น

4. หลักเกณฑ์กฎระเบียบและความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการ

เพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการจะต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ กฎระเบียบ และความปลอดภัยในการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ, 2563) โดยแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ

4.1 ด้านกายภาพ

4.1.1 ต้องรู้แผนผังอาคาร แผนผังห้องปฏิบัติการ ทางเข้า ทางออก ทางหนีไฟ

4.1.2 ต้องรู้ตำแหน่งอ่างล้างตา ตำแหน่งเครื่องดับเพลิง จุดทิ้งข้อเสียอันตราย

4.2 ด้านการแต่งกาย

4.2.1 ต้องสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการหรือเสื้อกาวน์

4.2.2 แต่งกายสุภาพ สวมรองเท้าหุ้มปลายเท้า ห้ามสวมรองเท้าแตะ

4.2.3 ต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันให้เรียบร้อย เช่น หน้ากาก ถุงมือ แวนนิรภัย

ชุด PPE เป็นต้น

4.2.4 รวบผมให้รัดกุม

4.2.5 ควรหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องสำอางขณะอยู่ในห้องปฏิบัติการ

4.3 ด้านการปฏิบัติการ

4.3.1 ต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวัง ไม่ประมาทเลินเล่อหรือหยอกล้อกัน

4.3.2 ต้องไม่ทำการทดลองใด ๆ นอกเหนือไปจากการทดลองที่มีไว้ในคู่มือปฏิบัติการ หรือที่ได้รับมอบหมายจากอาจารย์ผู้ควบคุมเท่านั้น

4.3.3 ในการทดลองที่เกี่ยวข้องกับสารที่มีกลิ่นรุนแรงหรือเป็นแก๊สพิษให้ทำการทดลองในตู้ดูดไอสารเท่านั้น

4.3.4 ห้ามสูบบุหรี่ ในห้องปฏิบัติการ

4.3.5 ห้ามรับประทานอาหารและเครื่องดื่ม ในห้องปฏิบัติการ

4.3.6 ห้ามชิมสารใด ๆ และหลีกเลี่ยงการดมสารเคมีโดยไม่จำเป็น

4.3.7 ห้ามทิ้งขยะทุกชนิดลงในอ่างล้าง

4.3.8 ห้ามนำอาหารหรือเครื่องดื่มไปแช่ในตู้เย็นแช่สารเคมี

4.3.9 หากมีสารเคมีหกต้องรีบทำความสะอาดทันทีด้วยวิธีที่เหมาะสม

4.3.10 หากสารเคมีหกรดผิวหนังหรือเสื้อผ้าให้รีบล้างด้วยน้ำทันที

4.3.11 ทิ้งของเสียอันตรายในถังเก็บของเสียอันตรายเท่านั้น

4.3.12 หากผู้ทดลองเกิดอุบัติเหตุในขณะที่ทำการทดลองไม่ว่าจะเล็กน้อย ต้องรายงานอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทุกครั้งต่ออาจารย์ผู้สอนหรือเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ

4.3.13 เมื่อเกิดไฟไหม้ในห้องปฏิบัติการ ต้องประเมินว่าจะสามารถระงับไฟได้หรือไม่ แต่ถ้าไม่สามารถทำได้ให้รีบออกจากห้องทันที

4.3.14 เมื่อมีการถ่ายเทสารออกมา ต้องมีฉลากติดข้อสารไว้ด้วยเสมอ

4.3.15 ไม่เทสารเคมีที่เหลือลงในขวดสารเดิม เนื่องจากเกิดปฏิกิริยา

4.3.16 ล้างอุปกรณ์ เครื่องมือ และความสะอาดพื้นที่หรือบริเวณที่ทดลอง ปิดน้ำ ปิดแก๊ส ปิดไฟเมื่อทำการทดลองเสร็จ

4.3.17 ของเสียอันตรายที่เกิดจากการทดลอง ต้องแยกประเภท และรวบรวมใส่ถังเก็บของเสียอันตราย พร้อมติดฉลากชื่อกลุ่มสาร เพื่อสะดวกในการนำไปกำจัดต่อไป

4.3.18 เมื่อทำงานเกี่ยวกับสารเคมีเสร็จแล้ว ต้องล้างมือให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำ

5. หลักเกณฑ์การจัดการของเสีย (ธีรยุทธ วิไลวัลย์, สุชาติ ชินะจิตร และจุฑามาศ ทรัพย์ประดิษฐ์, 2560)

5.1 แยกของเสียอันตรายออกจากของเสียทั่วไป

5.2 ใช้ภาชนะบรรจุของเสียที่เหมาะสมตามประเภท เช่น ไม่ใช้ภาชนะโลหะในการเก็บของเสียประเภทกรด สารเคมีในขวดเดิมที่จะนำมาเก็บของเสียต้องไม่ใช่สารที่เข้ากันไม่ได้กับของเสีย

5.3 ติดฉลากภาชนะบรรจุของเสียทุกชนิดอย่างถูกต้องและเหมาะสม

5.3.1 ข้อความระบุอย่างชัดเจนว่าเป็น “ของเสีย”

5.3.2 ชื่อห้องปฏิบัติการ/ชื่อเจ้าของ/ผู้รับผิดชอบ

5.3.3 ประเภทของเสีย/ประเภทความเป็นอันตราย

5.3.4 ส่วนประกอบของของเสีย

5.3.5 ปริมาณของเสีย

5.3.6 วันที่เริ่มบรรจุของเสีย

5.3.7 วันที่หยุดการบรรจุของเสีย

5.4 ตรวจสอบความบกพร่องของภาชนะและฉลากของเสียอย่างสม่ำเสมอ

5.5 บรรจุของเสียในปริมาณไม่เกิน 80% ของความจุของภาชนะ

5.6 มีภาชนะรองรับขวดของเสียที่เหมาะสม โดยสามารถทนและรองรับปริมาณของเสียได้ทั้งหมด หากเกิดการรั่วไหล

5.7 มีพื้นที่/บริเวณที่เก็บของเสียที่แน่นอน

5.8 แยกภาชนะรองรับขวดของเสียที่เข้ากันไม่ได้ และควรเก็บ/จัดวางของเสียที่เข้ากันไม่ได้ตามเกณฑ์การเข้ากันไม่ได้ของสารเคมี

5.9 วางภาชนะบรรจุของเสียห่างจากบริเวณอุปกรณ์ฉุกเฉิน เช่น ฝักบัวฉุกเฉิน อุปกรณ์สำหรับสารเคมีหรือวัสดุอุปกรณ์ทำความสะอาด

5.10 วางภาชนะบรรจุของเสียห่างจากความร้อน และแหล่งก่อให้เกิดประกายไฟ อย่างน้อย 7.6 เมตร

5.11 เก็บของเสียประเภทไวไฟในห้องปฏิบัติการไม่เกิน 10 แกลลอน (38 ลิตร) ถ้ามีเกิน 10 แกลลอน ต้องจัดเก็บไว้ในตู้ สำหรับเก็บสารไวไฟโดยเฉพาะ

5.12 กำหนดปริมาณรวมสูงสุดของของเสียที่อนุญาตให้เก็บได้ในห้องปฏิบัติการ ตามกฎหมายของประเทศสหรัฐอเมริกาอนุญาตให้เก็บของเสียไว้ในห้องปฏิบัติการที่มีปริมาณน้อยกว่า 55 แกลลอน (ประมาณ 200 ลิตร) ได้ไม่เกิน 90 วัน และที่มากกว่า 55 แกลลอน ได้ไม่เกิน 3 วัน

5.13 กำหนดระยะเวลาเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการ

1) กรณีที่ของเสียพร้อมส่งกำจัด (ปริมาตร 80% ของภาชนะ) : ไม่ควรเก็บไว้นานกว่า 90 วัน

2) กรณีที่ของเสียไม่เต็มภาชนะ (ปริมาตรน้อยกว่า 80% ของภาชนะ) : ไม่ควรเก็บไว้นานกว่า 1 ปี

วิธีการปฏิบัติงาน

1. การรับ มคอ. 3 รายละเอียดของรายวิชา

นักวิทยาศาสตร์รับ มคอ. 3 รายละเอียดรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียจากอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา และร่วมกันวางแผน กำหนด วัน เวลา และกิจกรรมของภาคปฏิบัติการของรายวิชา

2. การตรวจสอบและเตรียมความพร้อมของบทปฏิบัติการ

หลังจากนักวิทยาศาสตร์ได้รับ มคอ. 3 จากอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาแล้ว นักวิทยาศาสตร์จะต้องตรวจสอบและเตรียมความพร้อมของแต่ละบทปฏิบัติการ โดยมีวิธีปฏิบัติงานดังนี้

2.1 ตรวจสอบวันและเวลาที่มีบทปฏิบัติการ

2.2 ตรวจสอบความพร้อมของห้องปฏิบัติการ เช่น น้ำ ไฟ ปลั๊กไฟ พัดลม โต๊ะ เก้าอี้ และอุปกรณ์ใส่ตักสูญญากาศ หากไม่มีความพร้อมต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุงให้พร้อมในการจัดเรียนการสอน

2.3 ตรวจสอบความพร้อมและจัดเตรียมของเครื่องมือ ครุภัณฑ์การศึกษา วัสดุการศึกษา และสารเคมี ของแต่ละบทปฏิบัติการ หากพบจุดบกพร่องต้องรีบแก้ไข ปรับปรุงซ่อมแซม และดำเนินการจัดซื้อจัดจ้าง

2.4 จัดเตรียมเอกสารที่ใช้ในการเบิกจ่ายวัสดุการศึกษา ยืมคืนวัสดุการศึกษาและครุภัณฑ์การศึกษา เอกสารการของห้องปฏิบัติการ และเอกสารอื่น ๆ ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

2.5 จัดเตรียมถังหรือภาชนะบรรจุของเสีย

2.6 จัดเตรียมเอกสารความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

2.7 จัดเตรียมเอกสารประกอบการจัดการเรียนการสอนแต่ละบทปฏิบัติการ

3. การจัดซื้อจัดจ้างวัสดุการศึกษาและครุภัณฑ์การศึกษา

ดำเนินการจัดซื้อวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องแก้ว สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษาในส่วนที่ขาดหรือไม่เพียงพอ โดยประสานกับบริษัทเพื่อขอใบเสนอราคา จำนวน 3 บริษัท และขอรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์ แล้วขออนุมัติจัดซื้อผ่านระบบ e-Budgeting และส่งใบขออนุมัติจัดซื้อ/จ้าง (มพ.กค.01) ที่พิมพ์มาจากระบบ e-Budgeting พร้อมเอกสารแนบ นำส่งเจ้าหน้าที่พัสดุคณะ เพื่อดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

4. การให้บริการของแต่ละบทปฏิบัติการ

การให้บริการของแต่ละบทปฏิบัติการ จะแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ

4.1 ก่อนนิสิตเริ่มทำการทดลอง

4.1.1 เปิดห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอน เปิดไฟ พัดลม และอุปกรณ์โสตทัศนอุปกรณ์

4.1.2 จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษาของบทปฏิบัติการนั้น ๆ ไว้ตรงจุดให้บริการ

4.1.3 จัดเตรียมถังหรือภาชนะใส่ของเสียสำหรับบทปฏิบัติการนั้น ๆ

4.1.4 ให้บริการเบิกยืมวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษา ที่จะใช้ในบทปฏิบัติการนั้น ๆ

4.2 ระหว่างนิสิตทำการทดลอง

4.2.1 ทำการเช็คชื่อนิสิตที่เข้าห้องเรียน

4.2.2 อธิบายขั้นตอนการทดลองของบทปฏิบัติการนั้น ๆ กับนิสิตให้เข้าใจ

4.2.3 ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และตอบคำถามนิสิต ในกรณีที่นิสิตไม่เข้าใจขั้นตอนการทำการทดลอง

4.2.4 ควบคุม กำกับ ดูแลการทำงานทดลองของนิสิต เพื่อให้เกิดความเรียบร้อย และมีความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

4.3 หลังนิสิตทำการทดลอง

4.3.1 รับผิดชอบวัสดุอุปกรณ์และครุภัณฑ์การศึกษา และเก็บเอกสารการเบิกยืม เข้าแฟ้ม

4.3.2 จัดเก็บหรือกำกับนิสิตจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษา ให้เข้าที่

4.3.3 ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อยห้องปฏิบัติการ และเตรียมความพร้อมห้องปฏิบัติการในการทดลองต่อไป

5. ความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

นักวิทยาศาสตร์จัดเตรียมข้อมูลและอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการให้กับนิสิตก่อนทำการทดลองหรือใช้บริการห้องปฏิบัติ โดยมีหัวข้อเรื่องดังนี้

5.1 ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

5.2 การจัดการของเสีย

5.3 การเคลื่อนย้ายสารเคมี

5.4 ข้อควรปฏิบัติเมื่อสารเคมีหก

5.5 ข้อการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อได้รับสารเคมี

และควบคุม กำกับ ควบคุม และดูแลนิสิตขณะทำการทดลองหรือวิเคราะห์ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

6. การสรุปผลการดำเนินการบทปฏิบัติการ

6.1 ทำการเช็ครายชื่อนิสิตเข้าเรียนบทปฏิบัติการ จำนวน 13 ครั้ง แล้วบันทึกผลการเข้าเรียนแต่ละครั้งลงในคอมพิวเตอร์

6.2 ทำการตรวจเช็คการส่งรายงานผลของแต่ละบทปฏิบัติการของนิสิต แล้วบันทึกผลการส่งรายงานแต่ละครั้งลงในคอมพิวเตอร์

6.3 สรุปผลการเข้าเรียนและการส่งรายงานผลแต่ละบทปฏิบัติการให้กับอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา

เงื่อนไข ข้อสังเกต ข้อควรระวัง และสิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานมีเงื่อนไข ข้อสังเกต ข้อควรระวัง และสิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เงื่อนไข ข้อสังเกต ข้อควรระวัง และสิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน

ลำดับ ที่	วิธีการปฏิบัติงาน	เงื่อนไข ข้อสังเกต ข้อควรระวัง และสิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
1	การรับ มคอ. 3 1) รับ มคอ. 3 จากอาจารย์ผู้จัดการรายวิชา 2) ศึกษารายละเอียดและทำความเข้าใจ มคอ. 3	1) รับ มคอ. 3 ก่อนมีการจัดการเรียนการสอน ภาคปฏิบัติอย่างน้อย 1 เดือน 2) หากไม่เข้าใจหรือมีข้อเสนอแนะบท ปฏิบัติการไหนต้องปรึกษาอาจารย์ผู้รับผิดชอบ รายวิชาก่อนมีบทปฏิบัติการ
2	การตรวจสอบความพร้อมบทปฏิบัติการ 1) ตรวจสอบจำนวนนิสิต 2) ตรวจสอบตารางเรียนกับวันหยุดราชการ 3) ตรวจสอบสารเคมี วัสดุ และครุภัณฑ์ แต่ ละบทปฏิบัติการ ถ้าไม่พร้อม ต้องดำเนินการ แก้ไข 4) ตรวจสอบความพร้อมของห้องปฏิบัติการ	1) แบ่งกลุ่มนิสิตกลุ่มละ 3-5 คน 2) หากตารางเรียนตรงกับวันหยุดราชการ ต้องประสานแจ้งอาจารย์ผู้สอน เพื่อเลื่อนวัน จัดการเรียนการสอนออกไปหรือตามแนว ทางแก้ไขของอาจารย์ผู้สอน 3) การเตรียมสารเคมี วัสดุ และครุภัณฑ์ ต้องเพียงพอและครบตามจำนวนกลุ่ม 3) โต๊ะ เก้าอี้ ระบบไฟสวิตช์ความปลอดภัย เพียงพอ และพร้อมใช้งาน
3	การจัดซื้อจัดจ้างวัสดุการศึกษาหรือ ครุภัณฑ์การศึกษา หากจำนวนวัสดุและครุภัณฑ์การศึกษาไม่ เพียงพอ ให้ทำการขออนุมัติจัดซื้อ	1) ควรขออนุมัติจัดซื้อก่อนมีปฏิบัติการอย่างน้อย 14 วัน เนื่องจากกระบวนการจัดซื้อมีหลาย ขั้นตอนและแต่ละขั้นตอนใช้เวลาในการ ดำเนินการ 2) ดำเนินการขอใบเสนอราคา ใบเสนอราคาควรเทียบ จำนวน 2 บริษัท และรายละเอียดคุณลักษณะ เฉพาะ ตามรายการที่ต้องการจัดซื้อ

ตารางที่ 2 เงื่อนไข ข้อสังเกต ข้อควรระวัง และสิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน (ต่อ)

ลำดับ ที่	วิธีการปฏิบัติงาน	เงื่อนไข ข้อสังเกต ข้อควรระวัง และสิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
		3) ดำเนินการกรอกใบขออนุมัติจัดซื้อ/จ้าง (มพ.กค.01) ในระบบ E-Budget
4	<p>การให้บริการของแต่ละบทปฏิบัติการ</p> <p>1) ก่อนทำการทดลอง</p> <p>1.1) เรียนปรึกษาอาจารย์ผู้สอนเกี่ยวกับรายละเอียดของบทปฏิบัติการ</p> <p>1.2) จัดเตรียมใบเบิก ยืม คืบ สารเคมี วัสดุ และเครื่องแก้ว</p> <p>1.3) จัดเตรียมสารเคมี วัสดุ และครุภัณฑ์</p> <p>1.4) จัดเตรียมภาชนะทิ้งของเสียอันตราย</p> <p>1.5) แจงนิสิตให้เขียน Plan lab</p> <p>2) ขณะทำการทดลองแต่ละบทปฏิบัติการ</p> <p>2.1) แจงระเบียบและมาตรฐานความปลอดภัยการใช้ห้องปฏิบัติการ และวันส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ</p> <p>2.2) ให้ความรู้เกี่ยวกับการจัดการของเสียอันตราย</p> <p>2.3) ให้บริการเบิก ยืม สารเคมี วัสดุ และครุภัณฑ์การศึกษา</p> <p>2.3) เช็คชื่อนินิต</p> <p>2.4) ตรวจสอบการเขียน Plan lab</p> <p>2.5) อธิบายขั้นตอนในการวิเคราะห์</p> <p>2.6) ให้คำแนะนำและควบคุมดูแลนิสิตตลอดจนปฏิบัติการแล้วเสร็จ</p> <p>3) หลังทำการทดลอง</p> <p>3.1) รับคืนวัสดุและครุภัณฑ์การศึกษา</p> <p>3.2) ตรวจสอบความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ</p> <p>3.3) ตรวจสอบรายงานผลปฏิบัติการ</p>	<p>3) ดำเนินการกรอกใบขออนุมัติจัดซื้อ/จ้าง (มพ.กค.01) ในระบบ E-Budget</p> <p>1) เตรียมสารเคมีตามอายุของสารละลาย</p> <p>2) ให้นินิตเขียนใบเบิก ยืม คืบ วัสดุ ครุภัณฑ์ ทุกครั้งที่มีการยืมคืบ</p> <p>3) วัสดุเครื่องแก้วหลัก ๆ ของแต่ละบทปฏิบัติการ ให้นินิตเบิก ยืมตั้งแต่บทปฏิบัติการแรก และคืนวันสอบภาคปฏิบัติ</p> <p>4) นินิตต้องเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab) มาก่อนมาทำบทปฏิบัติการ</p> <p>5) นินิตส่งรายงานผลปฏิบัติการก่อนเรียนบทปฏิบัติการสัปดาห์ต่อไป</p> <p>6) หากวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ได้รับความเสียหาย ผู้ที่ก่อให้เกิดความเสียหายต้องชดเชยตามประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง กำหนดอัตราค่าเสียหายของวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2558</p>

ตารางที่ 2 เงื่อนไข ข้อสังเกต ข้อควรระวัง และสิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน (ต่อ)

ลำดับ ที่	วิธีการปฏิบัติงาน	เงื่อนไข ข้อสังเกต ข้อควรระวัง และสิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
5	<p>ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ</p> <p>1) ให้ความรู้และแจ้งเกี่ยวกับเรื่องความปลอดภัยภายในห้องปฏิบัติการ โดยมีหัวข้อดังนี้</p> <p>1.1) ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ</p> <p>1.2) การจัดการของเสีย</p> <p>1.3) การเคลื่อนย้ายสารเคมี</p> <p>1.4) ข้อควรปฏิบัติเมื่อสารเคมีหก</p> <p>1.5) ข้อการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อได้รับสารเคมี</p> <p>2) กำกับ ดูแล ให้คำแนะนำนิสิตเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการขณะทำการทดลอง</p>	<p>1) ให้ความรู้และแจ้งเกี่ยวกับเรื่องความปลอดภัยภายในห้องปฏิบัติการ ก่อนเริ่มเรียนบทปฏิบัติการแรก</p> <p>2) จัดเตรียมภาชนะบรรจุของเสียอันตรายแต่ละประเภทให้เพียงพอ</p> <p>3) แจ้งประเภทของเสียอันตรายของแต่ละบทปฏิบัติการให้นิสิตทราบ</p> <p>4) จัดเตรียมอุปกรณ์ความปลอดภัย ได้แก่ อ่างล้างตา ตู้ปฐมพยาบาล ถึงดับเพลิง สัญญาณเตือนภัย ให้พร้อมใช้งาน</p> <p>5) แจ้งให้นิสิตปฏิบัติตามกฎระเบียบการในห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด</p>
6	<p>การสรุปผลการดำเนินการบทปฏิบัติการ</p> <p>1) รายงานผลการเข้าเรียนของนิสิต</p> <p>2) รายงานผลการส่งรายงานผลการปฏิบัติการของนิสิต</p>	<p>1) ต้องมีการปรึกษาอาจารย์ประจำรายวิชาเกี่ยวกับกติกาการเข้าห้องเรียนและการส่งรายงานผลการปฏิบัติการของนิสิต</p> <p>2) รายงานผลต่ออาจารย์ผู้จัดการรายวิชาหลังบทปฏิบัติการสุดท้ายแล้วเสร็จไม่เกิน 2 สัปดาห์</p>

แนวคิด/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. รายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย

การวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย เป็นรายวิชาเอกบังคับของหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม ที่ศึกษาเกี่ยวกับหลักการและปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสียทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ การเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำ วิธีมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสีย ทางห้องปฏิบัติการ การแปลผลข้อมูลคุณภาพน้ำ การจัดทำรายงาน งานวิจัย/โครงการอนามัยสิ่งแวดล้อม (คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา, 2560) โดยในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติมีทั้งหมด 13 บทปฏิบัติการ คือ 1) การใช้

เครื่องมือวิเคราะห์ 2) ปริมาณของแข็ง (Solid) 3) ออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) 4) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) 5) ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) 6) ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil) 7) ความกระด้าง (Hardness) 8) การสร้างตะกอน ด้วยวิธี Jar test 9) การตรวจหาค่าการตกตะกอน SV30 10) ไนเตรต-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen) 11) ไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen) 12) ฟอสเฟต (Phosphate) และไนโตรเจนในสารอินทรีย์ (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN) นอกเหนือจากคู่มือปฏิบัติการรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียแล้ว สามารถแนะนำให้นิสิตศึกษาจากคู่มืออื่น ๆ หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการสรุปและวิจารณ์ผลการวิเคราะห์ โดยเฉพาะการนำผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ ได้แก่ มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน โดยสามารถดูข้อมูลมาตรฐานคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2564)

2. การนำข้อมูลและความรู้ที่ได้จากการเรียนการสอนรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียไปใช้งาน

จากการเรียนการสอนรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียทุกบทปฏิบัติการ สามารถที่นำไปใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำต่าง ๆ เช่น น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม น้ำทิ้งจากชุมชน กระบวนการผลิตน้ำดื่ม แม่น้ำหรือแหล่งน้ำต่าง ๆ ที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อทดสอบว่าอยู่ในมาตรฐานหรือไม่ รวมไปถึงในระบบการผลิตน้ำประปาเพื่อให้ทุกครัวเรือนในชุมชนที่ใช้ในการอุปโภคบริโภค ก่อนที่จะปล่อยน้ำประปาให้กับครัวเรือนนั้น ได้มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำก่อนเสมอ โดยใช้พารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการวัดคุณภาพน้ำ หากผลการวิเคราะห์ไม่อยู่ในมาตรฐาน ทีมผู้ผลิตก็จะใช้ข้อมูลประกอบในการปรับปรุงคุณภาพให้ดีขึ้น เช่น การประเมินคุณภาพน้ำในระบบประปาในเขตเมือง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการสุ่มตัวอย่างระบบประปาเมือง จำนวน 13 แห่ง จาก 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดชัยภูมิ จังหวัดบุรีรัมย์ และจังหวัดสุรินทร์ นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำประปาเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบประปาชุมชนเมือง และเปรียบเทียบระหว่างระบบประปาที่ดำเนินการ โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) และการประปาส่วนภูมิภาค (กปภ.) ผลการศึกษาพบว่า น้ำประปาที่ผลิตได้ผ่านมาตรฐาน ความขุ่น ของแข็งแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำ ไนเตรต และค่าโคลิฟอร์มทั้งหมด ยกเว้น ค่าสี และเหล็ก เนื่องจาก ระยะเวลาที่อยู่ในถังตกตะกอนไม่เพียงพอและพบว่า มีปัญหาเกี่ยวกับปริมาณคลอรีนตกค้างมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานทั้งในจุดสถานีสูบน้ำก่อนออก จากระบบผลิตน้ำประปา และที่จุดใช้งานในครัวเรือน

อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่ใช้น้ำ ผลการเปรียบเทียบระบบประปาที่ดำเนินการโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และการประปาส่วนภูมิภาค พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปผลการศึกษาที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้ สามารถใช้ในการปรับปรุงการทำงานของระบบประปาชุมชนเมือง และหน่วยงานที่ดูแล (จรียา ยิ้มรัตนบวร และสุดจิต ครุจิต, 2558) และทิพวรรณ ประเสริฐสินธุ์ และคณะ (2553) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำของน้ำประปาของหมู่บ้านนางแลในตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย โดยเก็บตัวอย่างน้ำจำนวน 6 จุดศึกษา พบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ของกรมอนามัย พ.ศ. 2533 คุณภาพน้ำด้านกายภาพ ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้น ค่าความขุ่น คุณภาพน้ำด้านเคมี ผ่านมาตรฐานยกเว้นปริมาณแมงกานีส และด้านชีวภาพ ได้แก่ ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีค่าอยู่ระหว่าง 2.2 - >23 MPN/100 มิลลิลิตร และปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีค่าอยู่ระหว่าง 1.1 - >23 MPN/100 มิลลิลิตร โดยพบว่าทั้ง 2 ค่าของทุกจุดเก็บตัวอย่างไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพน้ำ ดังนั้น ก่อนที่จะนำน้ำประปาไปใช้ในการอุปโภคและบริโภคควรกรองน้ำและต้มน้ำ ก่อนเพื่อให้น้ำใสขึ้นและช่วยฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำ เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพ

จากการศึกษาของศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์ ศิวพันธ์ ชูอินทร์ และวรชาดา บัวโพธิ์ (2555) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืนในเขตพื้นที่ 13 ตำบล อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำกรด-ต่าง พบว่า ค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ของกรมควบคุมมลพิษ ส่วนความขุ่นของน้ำและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดมีค่าไม่สูง แต่ไม่สามารถเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานได้ เนื่องจากไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำด้านเคมี ได้แก่ ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ ค่าบีโอดี และค่าไนโตรเจนในรูปไนเตรตและในรูปแอมโมเนีย พบว่า ค่าเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ของกรมควบคุมมลพิษกำหนด ส่วนค่าไนโตรเจนในรูปไนเตรตนั้นมีค่าต่ำ แต่ไม่สามารถเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานได้ เนื่องจากไม่มีค่ากำหนด ปริมาณสารโลหะหนักในน้ำ พบว่า สารตะกั่วและสารแคดเมียมมีค่าสูง พบว่า ค่าเฉลี่ยสูงกว่าที่เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ของกรมควบคุมมลพิษกำหนดอยู่มาก ส่วนสารสังกะสีและสารทองแดง ยังมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่าที่เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ของกรมควบคุมมลพิษกำหนด ข้อเสนอแนะแนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อการอุปโภคบริโภคจากการสัมภาษณ์ประชาชนในพื้นที่อำเภอบางคนที ที่อยู่ใกล้แม่น้ำและคลองที่เป็นจุดเก็บตัวอย่าง และผลจากการประชุมหารือแนวทางการจัดการคุณภาพน้ำ สรุปได้ว่าน่าจะจัดให้มีโครงการอนุรักษ์คูคลอง โดยให้ อบต. เป็นคนดำเนินการและมีประชาชนในพื้นที่มีส่วนร่วมในการดำเนินการ และหามาตรการในการลดการปล่อยน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดลงสู่คูคลอง

เช่น จัดใหม่ถึงดักไขมัน เป็นต้น ในกระบวนการเก็บตัวอย่างเพื่อนำมาวิเคราะห์แต่ละพารามิเตอร์นั้น ควรเก็บตัวอย่างน้ำด้วยวิธีที่ถูกต้องและเหมาะสม เพราะวิธีการเก็บมีผลต่อค่าผลการวิเคราะห์ โดยเฉพาะออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) สอดคล้องกับผลการศึกษาของชวลี เหมกิจ และวิษญ์ ศรีวงษา (2553) ได้จัดทำสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยระบบโทรมาตรแบบหุ่นลอย เพื่อเฝ้าระวังสถานการณ์คุณภาพน้ำบริเวณคลองสารภี จังหวัดปราจีนบุรี ซึ่งเป็นพื้นที่ประสบปัญหาคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมบ่อยครั้ง โดยใช้ combined conductivity and dissolved oxygen sensors (Conox), pH combination electrodes ttOU pH / DO conductivity instrument ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ ภายหลังจากติดตั้งสถานีฯ เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าออกซิเจนละลายที่ตรวจวัดได้ กับวิธีมาตรฐานการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พบว่า ค่าที่รายงานจากสถานีวัดคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติมีค่าต่ำกว่า สาเหตุอาจเนื่องจากสถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัตินั้น สามารถตรวจวัดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้โดยตรงจากแหล่งน้ำ แต่การวิเคราะห์ด้วยวิธีมาตรฐาน จำเป็นต้องเก็บตัวอย่างน้ำขึ้นมาทำการวิเคราะห์ อาจทำให้เกิดการเติมอากาศให้แก่ตัวอย่างน้ำได้จากกระบวนการเก็บตัวอย่างน้ำ

3. ประโยชน์ของการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ประโยชน์ของการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ นอกเหนือจากจะทำให้ทราบค่าแต่ละพารามิเตอร์เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแล้ว ยังสามารถนำค่าของแต่ละพารามิเตอร์มาใช้ในการแยกประเภทของน้ำได้ด้วย เช่น ผลการศึกษาของนภาพร ทิพมาสน์ และสมณนิมิตร พุกงาม (2551) ศึกษาการตรวจวัดคุณภาพน้ำในพื้นที่ป่าไม้ เกษตรกรรม ป่าไม้ผสมเกษตรกรรม โดยใช้ลุ่มน้ำขนาดเล็ก ในลุ่มน้ำสาขาแม่ถาง จังหวัดแพร่ ในพื้นที่ป่าไม้พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าไม้ผสมเกษตรกรรมมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำระหว่าง 25.29 – 26.39 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 8.17 – 8.51 ซึ่งพบว่าทุกพื้นที่ศึกษามีค่าไม่แตกต่างกัน และจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และค่าบีโอดีมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.35 – 4.02 และ 0.51 – 1.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนค่าความขุ่น มีค่าสูงที่สุดในพื้นที่ป่าไม้ผสมเกษตรกรรม ส่วนค่าไนเตรทไนโตรเจน แอมโมเนีย ไนโตรเจน และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด พบว่า มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดในพื้นที่เกษตรกรรม เนื่องจากในพื้นที่ เกษตรกรรมมีการใช้ปุ๋ยและสารเคมี ส่วนค่าความกระด้างของน้ำมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่ามาตรฐาน ยกเว้นลุ่มน้ำห้วยน้ำกล้า ซึ่งเป็นพื้นที่ป่าไม้ที่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ผลจากการเปรียบเทียบ พบว่า น้ำท่าที่มาจากพื้นที่ลุ่มน้ำป่าไม้จัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 1 เนื่องจากเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพตามธรรมชาติส่วนลุ่มน้ำเกษตรกรรมและลุ่มน้ำป่าไม้ผสมเกษตรกรรม ให้น้ำท่าที่จัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 เนื่องจากเป็นแหล่งน้ำ

ที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท ที่ต้องผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไป ก่อนนำไปใช้ในการบริโภค

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำยังเป็นประโยชน์ในการเฝ้าระวัง ติดตามคุณภาพน้ำ และการบริหารจัดการน้ำของกรมชลประทานหรือเทศบาลในพื้นที่ต่าง ๆ เป็นแนวทางในการอนุรักษ์ สอดคล้องกับการศึกษาของอัจฉราภรณ์ ศุภระศร นนทวร สอนจันทร์ และพัฒน์ธนสรณ์ เพียงสว่าง (2556) ศึกษาคุณภาพน้ำคลองเปรมประชากรเพื่อนำไปสู่การบริหารจัดการน้ำ โดยมีการตรวจวัด 10 พารามิเตอร์ ได้แก่ ความเป็นกรดเบส อุณหภูมิ ความขุ่น ออกซิเจนละลายในน้ำ ซีไอดี บีไอดี ปริมาณของแข็งแขวนลอย ปริมาณของแข็งเจอบนในน้ำ และกลุ่มแบคทีเรียโคลิฟอร์ม พบว่า ค่าอยู่ในช่วงเกณฑ์ปกติ เมื่อเทียบกับคุณภาพน้ำประเภทที่ 4 อยู่ในลักษณะสมบัติน้ำผิวดิน ที่สะอาดและสามารถใช้ได้ในงานอุตสาหกรรม จากการศึกษาครั้งนี้ ได้นำองค์ความรู้มา ประยุกต์ใช้ในการศึกษาหาแนวคิดและแนวทางแก้ไขปัญหา เกิดการพัฒนาาร่วมกับการใช้ระบบ สารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GPS) มีส่วนช่วยเพิ่มความรู้ ความเข้าใจ ทำให้เกิดการรณรงค์ส่งเสริม การแก้ไขปัญหาคูณภาพน้ำให้กับชุมชนบริเวณคลองเปรมประชากร และการศึกษาของอัญชิกา เสงี่ยมใจ (2562) ศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินบริเวณรอบนิคมอุตสาหกรรมโรจนะ จังหวัด พระนครศรีอยุธยา จากคลองหนองไม้ซุง คลองกุ่มหรือคลองโคกมะยม คลองช่องสะเดาและ คลองโพธิ์ จำนวน 10 จุด เก็บตัวอย่าง โดยวิเคราะห์ทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ พบว่า ค่าดัชนีคุณภาพน้ำอยู่ในช่วง 45 – 71 ซึ่งผลการประเมินคุณภาพน้ำผิวดินอยู่ในระดับดี สำหรับจุดเก็บตัวอย่าง SW8 ส่วนในจุดเก็บตัวอย่างน้ำอื่น อยู่ในระดับเสื่อมโทรม และพบว่า คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภท 2 – 4

4. การจำแนกประเภทขยะจากห้องปฏิบัติการ

การจำแนกประเภทขยะจากห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สามารถแยกได้ออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ ขยะอันตรายและขยะไม่อันตราย การจัดการของเสีย ในห้องปฏิบัติการมีขั้นตอน คือ การจัดการข้อมูลของเสีย การลดการเกิดของเสียการแยก ประเภทการเก็บของเสีย และการกำจัดของเสีย จากการศึกษาการบริหารจัดการของเสีย ของหน่วยงานและการขาดความรู้ความเข้าใจของเจ้าหน้าที่ในการคัดแยกประเภทของเสีย ยังเป็นปัญหาและอุปสรรคในการจัดการของเสีย และแนวทางในการจัดการของเสีย คือ ควรมีการอบรมให้ความรู้ประชาชนและเจ้าหน้าที่ในหน่วยงาน และให้หน่วยงานของรัฐจัดหา งบประมาณในการดำเนินการ กำหนดขั้นตอนการดำเนินการให้มีการจัดการขยะให้ถูกวิธี (วิชณพงษ์ ห้วยกรวัฒนา และพัชรา ลินลอยมา, 2563)

5. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ควรมีการอบรมเกี่ยวกับระเบียบข้อปฏิบัติ กฎ ระเบียบ ระบบการจัดการของเสีย และควรมีคู่มือความปลอดภัยให้กับนิสิต เพื่อให้นิสิตได้อ่านและทบทวนก่อนเข้าใช้บริการห้องปฏิบัติการ สุวัฒน์ ศิวาคม (2553) ศึกษาการทดสอบประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้ศึกษาคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีก่อนเข้าห้องเรียน ทำให้กลุ่มตัวอย่าง มีความรู้ทัศนคติ และพฤติกรรม ด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และวรวิทย์ จันทรสุวรรณ (2563) ได้เสนอข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ โดยมีข้อปฏิบัติขณะทำการทดลองหรือปฏิบัติงานในห้องทดลองทางเคมี แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ ด้านการแต่งกาย และด้านการปฏิบัติ

5.1 ด้านกายภาพ ผู้ทำการทดลองหรือปฏิบัติงานต้องรู้แผนผังอาคาร แผนผังห้องปฏิบัติการ ทางเข้า ทางออก ทางหนีไฟ และต้องรู้ตำแหน่งอ่างล้างหน้า ตำแหน่งเครื่องดับเพลิง จุดทิ้งกากสารเคมี

5.2 ด้านการแต่งกาย ผู้ทำการทดลองหรือปฏิบัติงานต้องแต่งกาย สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันตนเองให้เรียบร้อย สวมเสื้อกาวน์ สวมรองเท้ามุขสั้น งัดใส่คอนแทคเลนส์ ไม่แต่งหน้าขณะทำการทดลอง

5.3 ด้านการปฏิบัติการ

5.3.1 ข้อปฏิบัติทั่วไป

ผู้ทำการทดลองต้องทำการทดลองด้วยความระมัดระวัง ไม่ประมาท หยอกล้อกัน ต้องปฏิบัติตามคู่มือบทปฏิบัติการ หากทดลองเกี่ยวข้องกับสารที่มีพิษหรือกลิ่นรุนแรงให้ทดลองในตู้ดูดควันเท่านั้น ห้ามสูบบุหรี่ รับประทานอาหาร ดื่มเครื่องดื่มในห้องปฏิบัติการ หากสารเคมีหกต้องรีบทำความสะอาดตามวิธีที่เหมาะสม ทิ้งของเสียตามระบบการจัดการของเสีย หากเกิดอุบัติเหตุต้องแจ้งอาจารย์ผู้ควบคุม ไม่เทสารเคมีที่เหลือจากการใช้แล้วลงในขวดสารเคมีเดิม เมื่อทำการทดลองเรียบร้อยแล้วต้องล้างมือด้วยสบู่ให้สะอาด

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการเข้าทำการทดลอง

1) ก่อนทำการทดลอง นิสิตต้องอ่านคู่มือปฏิบัติการมาก่อนทุกครั้ง เพื่อทำความเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ หลักการ วิธีการทดลอง วางแผนงานการทดลอง วิธีเตรียมสารละลาย ตลอดจนเทคนิคและข้อควรระวังต่าง ๆ การเตรียมความพร้อมจะช่วยป้องกันความผิดพลาดและช่วยให้การทดลองเสร็จทันเวลา และตอนอาจารย์ผู้สอนอธิบายขั้นตอน

การทำการทดลอง นิสิตตั้งใจฟังคำอธิบาย และจดบันทึก ถ้าไม่เข้าใจขั้นตอนไหนสามารถสอบถามอาจารย์ผู้สอนได้

2) ขณะทำการทดลอง นิสิตต้องมีความระมัดระวัง ไม่หยอกล้อหรือประมาทเล่นเล่น นิสิตปฏิบัติต้องตามขั้นตอนและคำแนะนำของผู้ควบคุมอย่างเคร่งครัด และควรเขียนผลสังเกตเครื่องแล้ว เพื่อกันการลืมนหรือใช้สารผิด

3) หลังการทดลอง นิสิตต้องทำความสะอาดเครื่องแก้วให้สะอาดคืนวัสดุอุปกรณ์ เครื่องแก้วตามรายการที่แจ้งยืม และจัดทำรายงานผลการทดลอง แล้วส่งตามกำหนดการที่อาจารย์ผู้สอนกำหนด

บทที่ 4

เทคนิคในการปฏิบัติงาน

กิจกรรม/แผนปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานบทปฏิบัติการรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย มีหัวข้อหลักในการดำเนินงานให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. การรับรายละเอียดของรายวิชา (มคอ. 3)
2. การตรวจสอบและเตรียมความพร้อมของบทปฏิบัติการ
3. การจัดซื้อจัดจ้างวัสดุการศึกษาหรือครุภัณฑ์การศึกษา
4. การให้บริการของแต่ละบทปฏิบัติการ
5. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
6. การสรุปผลการดำเนินการบทปฏิบัติการ

โดยมีกิจกรรมและแผนการปฏิบัติงานดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 กิจกรรมและแผนการปฏิบัติงานการดำเนินงานบทปฏิบัติการรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย

กิจกรรม/แผนการปฏิบัติงาน	ช่วงเวลาดำเนินการ
1. รับรายละเอียดของรายวิชา (มคอ. 3) 1.1 นักวิทยาศาสตร์รับ มคอ. 3 จากอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา 1.2 ศึกษารายละเอียดและทำความเข้าใจ มคอ. 3 1.3 นักวิทยาศาสตร์และอาจารย์ผู้สอนร่วมกันวางแผนการจัด การเรียนการสอนบทปฏิบัติการ	อย่างน้อย 1 เดือน ก่อนมีบทปฏิบัติการ
2. ตรวจสอบและเตรียมความพร้อมของบทปฏิบัติการ 2.1 ตรวจสอบจำนวนนิสิต 2.2 ตรวจสอบตารางเรียนกับวันหยุดราชการ 2.3 ตรวจสอบความพร้อมของห้องปฏิบัติการ 2.4 ตรวจสอบสารเคมี วัสดุ และครุภัณฑ์ แต่ละบทปฏิบัติการ ถ้าไม่พร้อม ต้องดำเนินการแก้ไข 2.5 บันทึกผลการตรวจสอบสารเคมี วัสดุ และครุภัณฑ์ แต่ละบท ปฏิบัติการ	อย่างน้อย 20 วัน ก่อนมีบทปฏิบัติการ

ตารางที่ 3 กิจกรรมและแผนการปฏิบัติงานการดำเนินงานบทปฏิบัติการรายวิชา
การวิเคราะห์น้ำหนักและน้ำเสีย (ต่อ)

กิจกรรม/แผนการปฏิบัติงาน	ช่วงเวลาดำเนินการ
<p>3. จัดซื้อจัดจ้างวัสดุการศึกษาหรือครุภัณฑ์การศึกษา</p> <p>จัดซื้อจัดจ้างวัสดุการศึกษาหรือครุภัณฑ์การศึกษาในส่วนที่ขาดหรือไม่เพียงพอ</p>	<p>อย่างน้อย 20 วัน</p> <p>ก่อนมีบทปฏิบัติการ</p>
<p>4. ให้บริการของแต่ละบทปฏิบัติการ</p> <p>4.1 ก่อนทำการทดลอง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) จัดเตรียมเอกสารใบเบิก ยืม คืบ สารเคมี วัสดุ และเครื่องแก้ว ตามจำนวนกลุ่ม 2) จัดเตรียมสารเคมี วัสดุ และครุภัณฑ์ 3) จัดเตรียมภาชนะทิ้งของเสียอันตราย 4) แจงนิสิตให้เขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab) 5) จัดอบรม กฎ ระเบียบ และมาตรฐานความปลอดภัยการใช้ห้องปฏิบัติการ 	<ol style="list-style-type: none"> 1) เตรียมบทปฏิบัติการก่อนนิสิตทำการทดลองอย่างน้อย 3 วัน 2) สารละลายบางบทปฏิบัติการต้องเตรียมในวันที่มีการทดลอง
<p>4.2 ขณะทำการทดลองแต่ละบทปฏิบัติการ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ให้บริการเบิก ยืม สารเคมี วัสดุ และครุภัณฑ์การศึกษา 2) เช็คชื่อนิสิต 3) อธิบายขั้นตอนในการวิเคราะห์หรือทดลอง 4) ให้คำแนะนำและควบคุมดูแลนิสิตตลอดจนปฏิบัติแล้วเสร็จ 	<p>วันที่มีบทปฏิบัติการ</p>
<p>4.3 หลังทำการทดลอง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) แจงวันส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ 2) รับคืนวัสดุและครุภัณฑ์การศึกษา 3) ตรวจสอบความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ 4) ตรวจสอบรายงานผลปฏิบัติการ 5) การสอบภาคปฏิบัติ (แลปกริ่ง) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) แจงวันส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ รับคืนวัสดุการศึกษา และตรวจสอบความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการหลังนิสิตทำการทดลองบทปฏิบัติการแล้วเสร็จ 2) กำหนดส่งรายงานผลบทปฏิบัติการก่อนเข้าห้องเรียนบทปฏิบัติการในชั่วโมงต่อไป 3) สอบภาคปฏิบัติ (แลปกริ่ง) ก่อนสอบปลายภาค 1 สัปดาห์หรือตามที่อาจารย์ผู้สอนกำหนด

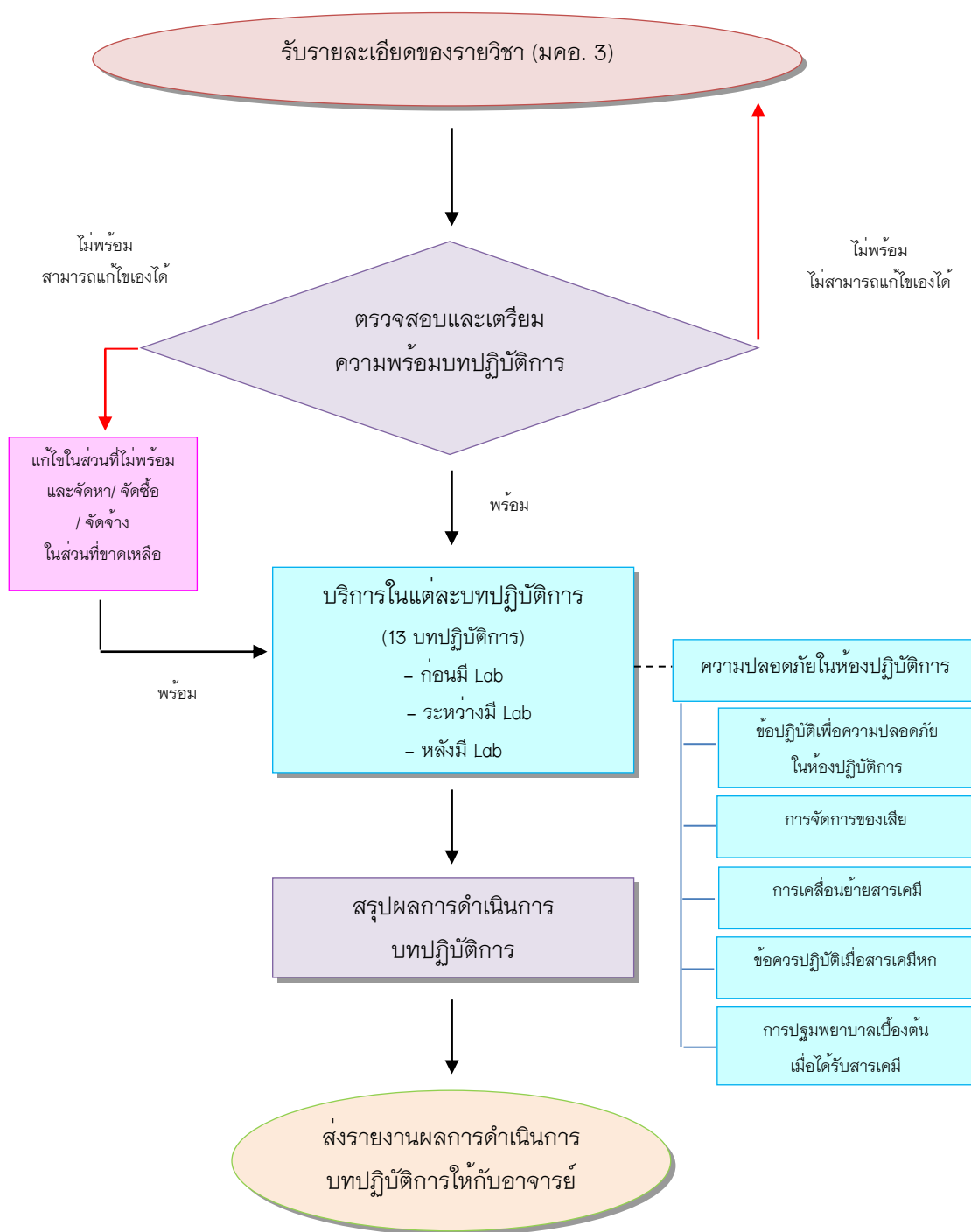
ตารางที่ 3 กิจกรรมและแผนการปฏิบัติงานการดำเนินงานบทปฏิบัติการรายวิชา
การวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (ต่อ)

กิจกรรม/แผนการปฏิบัติงาน	ช่วงเวลาดำเนินการ
<p>5. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ</p> <p>5.1 อบรมให้ความรู้และแจ้งเกี่ยวกับเรื่องความปลอดภัยภายในห้องปฏิบัติการ โดยมีหัวข้อดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ระบบการจัดการของเสียให้กับนิสิต 2) การเคลื่อนย้ายสารเคมี 3) ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ 4) ข้อควรปฏิบัติเมื่อสารเคมีหก 5) ข้อการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อได้รับสารเคมี <p>5.2 กำกับ ดูแล ให้คำแนะนำนิสิตเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการขณะทำการทดลอง</p> <p>5.3 บันทึกเกี่ยวกับอุบัติเหตุหรือเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นขณะนิสิตทำบทปฏิบัติการ</p>	<p>1) ให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการก่อนเริ่มเรียนบทปฏิบัติการที่ 1</p> <p>2) ขณะที่นิสิตทำบทปฏิบัติการต้องกำกับ ดูแล ให้คำแนะนำนิสิตเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการขณะทำการทดลอง และบันทึกเกี่ยวกับอุบัติเหตุหรือเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นขณะนิสิตทำบทปฏิบัติการ</p>
<p>6. สรุปผลการดำเนินการบทปฏิบัติการ</p> <p>6.1 สรุปและรายงานผลการเข้าเรียนของนิสิต</p> <p>6.2 สรุปและรายงานผลการส่งรายงานผลการปฏิบัติการของนิสิต</p>	<p>หลังเสร็จสิ้นบทปฏิบัติการสุดท้ายภายใน 7 วัน</p>

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ในการดำเนินการปฏิบัติงานบทปฏิบัติการการวิเคราะห์น้ำละน้ำเสีย เริ่มตั้งแต่การรับรายละเอียดของรายวิชา (มคอ. 3) จากอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา นักวิทยาศาสตร์จะดูรายละเอียดบทปฏิบัติการใน มคอ. 3 โดยมีการวางแผนร่วมกับอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาเกี่ยวกับรายละเอียดบทปฏิบัติการแต่ละบทปฏิบัติที่จะใช้ในการสอนนิสิต วันและเวลาที่จะเรียนบทปฏิบัติการ เพื่อนักวิทยาศาสตร์จะได้นำข้อมูลมาตรวจสอบความพร้อมของห้องปฏิบัติการ วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องแก้ว สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษาที่จะใช้ในแต่ละบทปฏิบัติการ ถ้าหากตรวจสอบแล้วพบปัญหาหรือความไม่พร้อมในการใช้งาน นักวิทยาศาสตร์จะทำการประเมินปัญหาว่าสามารถแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเองหรือไม่ ในส่วนที่นักวิทยาศาสตร์สามารถดำเนินการซ่อมแซมหรือแก้ไขปัญหาเองได้ นักวิทยาศาสตร์ก็สามารถดำเนินการเองได้เลย เช่น วัสดุสารเคมี หรือครุภัณฑ์การศึกษามีไม่เพียงพอ ก็ให้ดำเนินการขออนุมัติจัดซื้อ หรือหากต้องมีการซ่อมแซม ก็ขออนุมัติซ่อมแซมตามระเบียบการจัดซื้อจัดจ้างหรือซ่อมแซมของมหาวิทยาลัย แต่ถ้าทำการตรวจสอบแล้วว่า ไม่สามารถแก้ไขปัญหาเองได้ก็ให้กลับไปปรึกษาอาจารย์

ผู้รับผิดชอบรายวิชา เพื่อหาวิธีแก้ไขปัญหาดังกล่าว และหากมีความพร้อมทุกอย่างไม่มีปัญหา ก็สามารถจัดเตรียมบทปฏิบัติการไว้รอในวันที่มีการจัดการเรียนการสอนได้เลย ได้แก่ เตรียมวัสดุ สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษา ก่อนถึงวันที่มีการเรียนการสอนบทปฏิบัติการแรกจะมีการจัดการอบรมเกี่ยวกับเรื่องความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ในหัวข้อเรื่อง การจัดการของเสีย การเคลื่อนย้ายสารเคมี ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ข้อปฏิบัติเมื่อสารเคมีหก และการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อได้รับสารเคมี และในวันที่มีการเรียนการสอนบทปฏิบัติการ ก่อนลงมือปฏิบัติการทดลองหรือวิเคราะห์จะมีการให้บริการเบิก ยืม วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษา เช็กระเบียบการเข้าเรียนของนิสิต พร้อมแจ้งวันส่งรายงานบทปฏิบัติการ แล้วนักวิทยาศาสตร์จะอธิบายขั้นตอนการทดลองหรือวิเคราะห์ จากนั้นจะควบคุมดูแลนิสิตขณะทำการทดลองหรือวิเคราะห์ให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย หลังจากทีนิสิตทำบทปฏิบัติการเสร็จเรียบร้อย นักวิทยาศาสตร์จะรับคืนวัสดุ สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษา โดยต้องตรวจสอบวัสดุ สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษาให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยก่อนที่จะรับคืน หลังจากนั้นก็เก็บวัสดุ สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษาเข้าที่ และตรวจสอบความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการให้พร้อมในการใช้งานในครั้งต่อไปและทำการปิดห้องปฏิบัติการให้เรียบร้อย และเมื่อนิสิตเรียนบทปฏิบัติการครบทุกบทปฏิบัติการแล้ว นักวิทยาศาสตร์จะทำการสรุปและส่งรายงานการเข้าห้องเรียนและผลการส่งรายงานบทปฏิบัติการให้กับอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Flow chart) ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แผนภาพ (Flow chart) ขั้นตอนการปฏิบัติงานบทรปฏิบัติการรายวิชาการวิเคราะห์หน้าและน้ำเสีย

รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน

1. การรับรายละเอียดของรายวิชา (มคอ. 3)

มีรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานดังต่อไปนี้

1.1 รับ มคอ. 3 จากอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา

1.2 ศึกษารายละเอียดและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนในส่วนของบทปฏิบัติการใน มคอ. 3

1.3 นักวิทยาศาสตร์และอาจารย์ผู้สอนร่วมกันวางแผนการจัดการเรียนการสอนบทปฏิบัติการ

2. การตรวจสอบและเตรียมความพร้อมของบทปฏิบัติการ

มีรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานดังต่อไปนี้

2.1 ตรวจสอบจำนวนนิสิตที่จะเรียนรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียในภาคการศึกษานั้นว่ามีจำนวนกี่คน แล้วประสานอาจารย์ผู้สอนแบ่งกลุ่มนิสิต โดย 1 กลุ่ม มีนิสิตจำนวน 3-5 คน

2.2 ตรวจสอบตารางเรียนกับวันหยุดราชการ หากมีวันไหนที่ตรงกับวันหยุดประสานอาจารย์ผู้สอนขอเปลี่ยนแปลงวันจัดการเรียนการสอน

2.3 ตรวจสอบความเพียงพอของวัสดุและครุภัณฑ์การศึกษา ปริมาณสารเคมีแต่ละบทปฏิบัติการ หากไม่มีหรือไม่เพียงพอ ต้องรีบดำเนินการจัดซื้อเพิ่มเติม

2.4 ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือหรือครุภัณฑ์การศึกษาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนแต่ละบทปฏิบัติการ หากพบชำรุด ให้ดำเนินการจัดซ่อมต่อไป

2.5 ตรวจสอบความพร้อมของห้องปฏิบัติการ ได้แก่

2.5.1 ตู้ดูดควัน (Hood)

2.5.2 อุปกรณ์ความปลอดภัยต่าง ๆ เช่น อ่างล้างตา ตู้ปฐมพยาบาล ถังดับเพลิง สัญญาณเตือนภัย แพนผังห้องปฏิบัติการ

2.5.3 ระบบไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการ

2.5.4 ระบบน้ำ

2.5.5 โสตทัศนอุปกรณ์

2.5.6 โต๊ะ เก้าอี้

หากวัสดุอุปกรณ์ หรือครุภัณฑ์เหล่านี้ชำรุด ให้ดำเนินการขออนุมัติซ่อมให้แล้วเสร็จก่อนมีการจัดการเรียนการสอน

- 2.6 จัดเตรียมภาชนะบรรจุของเสียในแต่ละบทปฏิบัติการ
- 2.7 จัดเตรียมเอกสารใบเบิก ยืม คืน วัสดุและครุภัณฑ์การศึกษา
- 2.8 จัดเตรียมเอกสารประกอบการสอนแต่ละบทปฏิบัติการ
- 2.9 จัดเตรียมข้อมูลเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ในหัวข้อเรื่องต่อไปนี้
 - 2.9.1 การจัดการของเสีย
 - 2.9.2 การเคลื่อนย้ายสารเคมี
 - 2.9.3 ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
 - 2.9.4 ข้อควรปฏิบัติเมื่อสารเคมีหก
 - 2.9.5 ข้อการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อได้รับสารเคมี

3. การจัดซื้อจัดจ้างวัสดุการศึกษาหรือครุภัณฑ์การศึกษา

มีรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงานดังต่อไปนี้

- 3.1 ทราบรายการวัสดุหรือครุภัณฑ์การศึกษาที่ต้องการซื้อ
- 3.2 ประสานงานกับเจ้าหน้าที่แผนงานคณะเพื่อตรวจสอบงบประมาณและแผนการ

จัดซื้อ

3.3 ประสานบริษัทเพื่อขอใบเสนอราคา ใบเสนอราคาคู่แข่ง และรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

3.4 ประสานกับเจ้าหน้าที่พัสดุคณะ เพื่อตรวจสอบว่าบริษัทที่จะทำการจัดจ้างอยู่ในระบบ Microsoft Dynamics AX ของมหาวิทยาลัยหรือไม่ ถ้าไม่มีอยู่ในระบบฯ ต้องดำเนินการทำหนังสือขอเพิ่มเติมข้อมูลผู้ขายในระบบ Microsoft Dynamics Ax 2009 และต้องแนบเอกสารดังต่อไปนี้

1) เอกสารการจดทะเบียนการค้าจากผู้ประกอบการ ประกอบด้วย

1.1) ในกรณีผู้เสนอราคาเป็นนิติบุคคล

- ห้างหุ้นส่วนจำกัดสามัญ หรือห้างหุ้นส่วนจำกัด ให้ยื่นสำเนาหนังสือรับรองการจดทะเบียนนิติบุคคล และสำเนาใบทะเบียนภาษีมูลค่าเพิ่ม บัญชีรายชื่อหุ้นส่วนผู้จัดการ ผู้มีอำนาจควบคุม พร้อมรับรองสำเนาถูกต้อง

- บริษัทจำกัดหรือบริษัทมหาชนจำกัด ให้ยื่นสำเนาหนังสือรับรองการจดทะเบียนนิติบุคคล หนังสือบริคณห์สนธิ และสำเนาใบทะเบียนภาษีมูลค่าเพิ่ม บัญชีรายชื่อกรรมการผู้จัดการ ผู้มีอำนาจควบคุม และบัญชีผู้ถือหุ้นรายใหญ่ พร้อมรับรองสำเนาถูกต้อง

1.2) กรณีผู้เสนอราคาเป็นร้านค้า ให้ยื่นสำเนาใบทะเบียนพาณิชย์ และสำเนาใบทะเบียนภาษีมูลค่าเพิ่ม (ถ้ามี) พร้อมรับรองสำเนาถูกต้อง

1.3) ในกรณีผู้เสนอราคาเป็นบุคคลธรรมดา หรือคณะบุคคลที่มีใช้นิติบุคคล ให้ยื่นสำเนาบัตรประจำตัวประชาชนของผู้นั้น สำเนาข้อตกลงที่แสดงถึงการเข้าเป็นหุ้นส่วน (ถ้ามี) สำเนาบัตรประจำตัวประชาชนของผู้เป็นหุ้นส่วน พร้อมรับรองสำเนาถูกต้อง

1.4) ในกรณีผู้เสนอราคาเป็นผู้เสนอราคาาร่วมกันในฐานะเป็นผู้ร่วมค้าให้ยื่นสำเนาสัญญาของการเข้าร่วมค้า สำเนาบัตรประจำตัวประชาชนของผู้ร่วมค้า และในกรณีที่ผู้เข้าร่วมค้าฝ่ายใดเป็นบุคคลธรรมดาที่มีใช้สัญชาติไทย ก็ให้ยื่นสำเนาหนังสือเดินทาง หรือผู้ร่วมค้าฝ่ายใดเป็นนิติบุคคล ให้ยื่นเอกสารตามที่ระบุไว้ใน 1.1

2) เอกสารสำเนาบัญชีธนาคาร พร้อมรับรองสำเนาถูกต้อง

3.5 ประสานอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่เพื่อขอเสนอรายชื่อคณะกรรมการหรือเจ้าหน้าที่หรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งรับผิดชอบในการจัดทำร่างขอบเขตของงาน รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะซื้อจ้าง

3.6 ประสานอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่เพื่อขอเสนอรายชื่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ/ผู้ตรวจรับพัสดุ

3.7 ดำเนินการกรอกข้อมูลในใบขออนุมัติจัดซื้อ/จ้าง (มพ.กค.01) ในระบบ E-Budget

3.8 พิมพ์เอกสารขออนุมัติจัดซื้อ/จ้าง (มพ.กค.01) ส่งเจ้าหน้าที่พัสดุคณะเพื่อเจ้าหน้าที่พัสดุดำเนินการต่อไป

3.9 กระบวนการจัดซื้อจัดจ้างแล้วเสร็จ นักวิทยาศาสตร์ตรวจเช็คพัสดุหรือครุภัณฑ์การศึกษาที่จัดซื้อ

3.10 จัดเก็บวัสดุการศึกษาหรือครุภัณฑ์การศึกษา พร้อมให้บริการ

ตัวอย่างการกรอกข้อมูลในใบขออนุมัติจัดซื้อ/จ้าง (มพ.กค.01) ในระบบ E-Budget ในการจัดซื้อครุภัณฑ์การศึกษา แสดงดังภาพที่ 6

มหาวิทยาลัยพะเยา นางจิราพร ชาญจันทร์ ▾

ผู้บริหาร งานนโยบายและแผน งานพัสดุ งานการเงิน ผู้ใช้ทั่วไป ผู้ดูแลระบบ 10 กรกฎาคม 2564

ใบขออนุมัติจัดซื้อ/จ้าง (มพ.กค.01)

ที่ วันที่

เรื่อง

เรียน

ตามที่ คณะสภาอำนวยการ ได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 โครงการ ค่าใช้จ่ายของหน่วยงาน แผนงาน จัดการศึกษาอุดมศึกษา กองทุน สิ้นทรัพย์ถาวร หมวดเงิน คุรุภัณฑ์ที่ดิน และสิ่งก่อสร้าง

ในการนี้ คณะ/กอง/ศูนย์ โทร

มีความประสงค์ ขอเสนอซื้อ จ้าง เช่า จำนวน รายการ

วัตถุประสงค์เพื่อ

ผู้เสนอซื้อ/จ้าง/เช่า ตำแหน่ง

และเพื่อให้การดำเนินการจัดซื้อ/จ้างถูกต้องตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560และระเบียบกระทรวงการคลังว่าด้วยการจัดซื้อจัดจ้าง และการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.2560 รวมถึงกฎกระทรวงและประกาศคณะกรรมการที่เกี่ยวข้อง วงเงินในการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งไม่เกิน 500,000 บาท โดยวิธีเฉพาะเจาะจง และดำเนินการดังนี้

1. ขอเสนอรายชื่อคณะกรรมการหรือเจ้าหน้าที่หรือบุคคลใดบุคคลหนึ่งรับคิดชอบในการจัดทำร่างขอบเขตของงาน รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุที่จะซื้อจ้าง
2. ขอเสนอรายชื่อคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ/ผู้ตรวจรับพัสดุ

1	<input type="text" value="นางสาวกัญญาพร..."/>	ประธานกรรมการ/ผู้จัดทำ	1	<input type="text" value="นางสาวกัญญาพร..."/>	ประธานกรรมการ/ผู้ตรวจรับพัสดุ
2	<input type="text" value="นางสาวกัญญาพร..."/>	กรรมการ	2	<input type="text" value="นางสาวกัญญาพร..."/>	กรรมการ
3	<input type="text" value="นางสาวกัญญาพร..."/>	กรรมการ	3	<input type="text" value="นางสาวกัญญาพร..."/>	กรรมการ
4	<input type="text" value="นางสาวกัญญาพร..."/>	กรรมการ			
5	<input type="text" value="นางสาวกัญญาพร..."/>	กรรมการ			

ที่	รายละเอียดของพัสดุที่จะจัดซื้อ/จ้าง/เช่า	จำนวนและวงเงินที่ขอซื้อ/จ้าง/เช่า ครั้งนี้		
		จำนวน	หน่วยนับ	รวมเป็นเงิน
1	คอมพิวเตอร์ ค่าครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์ (60600)	2.00	เครื่อง	24,990.00
				รวมเป็นเงิน 49,980.00 บาท (สี่หมื่นเก้าพันเก้าร้อยแปดสิบบาทถ้วน)

หมายเหตุ "จำนวนและวงเงินที่ขอซื้อ/จ้าง/เช่า" ครั้งนี้เป็นราคาประมาณการ
 รายการที่กำหนดเป็นเพียงประมาณการ ไม่ต้องระบุยี่ห้อ ชื่อรุ่น เพียงระบุรายละเอียด ความสามารถ ของการรายการเท่านั้น และ จำนวนต้องตรงกับจำนวนของรายการที่ต้องการตรวจรับ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

ผู้เสนอซื้อ/จ้าง/เช่า ผู้ตรวจสอบ

(ลงชื่อ) (ลงชื่อ)

วันที่ วันที่

ภาพที่ 6 ตัวอย่างการกรอกข้อมูลในใบขออนุมัติจัดซื้อ/จ้าง (มพ.กค.01) ในระบบ E-Budget

ที่มา: มหาวิทยาลัยพะเยา, 2564

4. การให้บริการของแต่ละบทปฏิบัติการ

การให้บริการของแต่ละบทปฏิบัติการ แบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ก่อนนิสิตทำการทดลอง ระหว่างนิสิตทำการทดลอง และหลังนิสิตทำการทดลอง โดยบทปฏิบัติการการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียมีทั้งหมด 13 บทปฏิบัติการ แต่ละบทปฏิบัติการจะแบ่งกลุ่มนิสิต กลุ่มละ 3-5 คน โดยแต่ละบทปฏิบัติ มีรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังนี้

4.1 บทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การใช้เครื่องมือวิเคราะห์

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ นิสิต ได้ศึกษา มีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับหลักการของเครื่องมือวิเคราะห์ ได้แก่ เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (PH Meter) เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter) เครื่องมือวัดออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Do Meter) เครื่องวัดความขุ่น (Turbidity Meter) และสามารถใช้อุปกรณ์วิเคราะห์เป็น

ก่อนนิสิตทำการทดลอง

1) จัดเตรียมครุภัณฑ์

- 1.1) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (PH Meter) จำนวน 1 เครื่อง/กลุ่ม
- 1.2) เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter) จำนวน 1 เครื่อง/กลุ่ม
- 1.3) เครื่องมือวัดออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Do Meter) จำนวน 1 เครื่อง/กลุ่ม
- 1.4) เครื่องวัดความขุ่น (Turbidity Meter) จำนวน 1 เครื่อง/กลุ่ม

2) จัดเตรียมวัสดุ

- 2.1) ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml จำนวน 2 อัน/กลุ่ม
- 2.2) แท่งแก้วคนสาร (Glass stick) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.3) ขวดบีบน้ำกั้น (Water bottle) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.4) กระดาษทิชชู จำนวน 1 ม้วน/กลุ่ม

3) จัดเตรียมสารเคมี

- 3.1) สารละลายบัฟเฟอร์ 4, 7 และ 10 อย่างละ 20 ml/กลุ่ม
- 3.2) สารละลาย Electrolyte KCl 3 mol/l จำนวน 25 ml/ห้อง
- 3.3) สารละลายมาตรฐานสำหรับวัดค่าการนำไฟฟ้า 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ จำนวน 25 ml/ห้อง
- 3.4) สารละลายมาตรฐานความขุ่น 800, 100, 20 และ 0.2 NTU

4) นำวัสดุที่เตรียมไว้ ใส่ในตะกร้าเป็นกลุ่ม ๆ ส่วนสารละลายเก็บไว้ในตู้เก็บสารเคมี และเมื่อเตรียมวัสดุและสารเรียบร้อยแล้ว ประสานอาจารย์ผู้สอนให้มาตรวจเช็คความพร้อมเรียบร้อยอีกครั้ง

5) เปิดห้องปฏิบัติการ เปิดระบบไฟ และระบบโสตทัศนูปกรณ์

6) ให้บริการเปิดยืมครุภัณฑ์และวัสดุ

7) เตรียมตัวอย่างน้ำ ประมาณ 500 ml ต่อหนึ่งกลุ่ม โดยมอบหมายให้ตัวแทนกลุ่มของนิสิตไปเก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณสระตรงข้ามตึกคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ หรือจากแหล่งน้ำอื่น อาจารย์ผู้สอนจะเป็นผู้กำหนด จะแจ้งนิสิตก่อนวันทำการทดลอง แล้วนำตัวอย่างน้ำไว้หน้าห้องเรียนก่อนทำการทดลอง



(1) PH Meter



(2) Conductivity meter



(3) Do Meter



(4) Turbidity Meter

ภาพที่ 7 เครื่องมือที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การใช้เครื่องมือวิเคราะห์

ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564



(1) ปีกเกอร์ (Beaker)



(2) แท่งแก้วคนสาร (Glass stick)



(3) ขวดป้อนน้ำกลั่น (Water bottle)



(4) กระดาษทิชชู

ภาพที่ 8 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การใช้เครื่องมือวิเคราะห์ระหว่างนิสิตทำการทดลอง

ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

- 1) เช็คชื่อผลิตภัณฑ์และตรวจการเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab)
- 2) อธิบายขั้นตอนการใช้เครื่องมือแต่ละเครื่องและการดูแลรักษาเครื่อง ดังนี้

2.1) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (PH Meter)

- ใส่ถ่าน
- ประกอบเครื่องโดยนำอิเล็กโทรดใส่ไปตรงขั้วของตัวเครื่อง
- เปิดเครื่อง (เปิดเครื่องทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที ก่อนใช้งาน เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องมือ)
- ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น แล้วซับน้ำเบา ๆ ด้วยกระดาษทิชชู
- ปรับเทียบมาตรฐาน (Calibrate) เครื่อง โดยจุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลายบัฟเฟอร์ ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ 4, 7 และ 10 ตามลำดับ
- นำน้ำตัวอย่างใส่ในปิเกตอร์ แล้วคนให้เข้ากัน
- นำอิเล็กโทรดจุ่มลงในน้ำตัวอย่างที่เตรียมไว้
- อ่านค่าแล้วบันทึกผลค่าความเป็นกรดต่าง และอุณหภูมิ
- ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ปิดเครื่อง ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยทิชชูให้แห้ง แล้วแช่อิเล็กโทรดในสารละลาย Electrolyte KCl 3 mol/l ถอดอิเล็กโทรดออกจากตัวเครื่อง และเอาถ่านออก

2.2) เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter)

- ใส่ถ่าน
- ประกอบเครื่องโดยนำอิเล็กโทรดใส่ไปตรงขั้วของตัวเครื่อง
- เปิดเครื่อง (เปิดเครื่องทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที ก่อนใช้งาน เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องมือ)
- ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น แล้วซับน้ำเบา ๆ ด้วยกระดาษทิชชู
- ปรับเทียบมาตรฐาน (Calibrate) เครื่อง โดยจุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลายมาตรฐานสำหรับวัดความนำไฟฟ้า 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$
- นำน้ำตัวอย่างใส่ในปิเกตอร์ แล้วคนให้เข้ากัน
- นำอิเล็กโทรดจุ่มลงในน้ำตัวอย่างที่เตรียมไว้
- อ่านค่าแล้วบันทึกผลค่าการนำไฟฟ้า และอุณหภูมิ
- ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ปิดเครื่อง ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยทิชชูให้แห้ง ถอดอิเล็กโทรดออกจากตัวเครื่อง และเอาถ่านออก

2.3) เครื่องมือวัดออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Do Meter)

- ใส่ถ่าน
- ประกอบเครื่องโดยนำอิเล็กโทรดใส่ไปตรงหัวของตัวเครื่อง
- เปิดเครื่อง (เปิดเครื่องทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที ก่อนใช้งาน เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องมือ)
- ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น แล้วซับน้ำเบา ๆ ด้วยกระดาษทิชชู
- ปรับเทียบมาตรฐาน (Calibrate) เครื่อง
- นำน้ำตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ แล้วคนให้เข้ากัน
- นำอิเล็กโทรดจุ่มลงในน้ำตัวอย่างที่เตรียมไว้
- อ่านค่าแล้วบันทึกผลค่าออกซิเจนละลายน้ำ และอุณหภูมิ
- ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ปิดเครื่อง ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยทิชชูให้แห้ง ถอดอิเล็กโทรดออกจากตัวเครื่อง และเอาถ่านออก

2.4) เครื่องวัดความขุ่น (Turbidity Meter)

- ใส่ถ่าน
- เปิดเครื่อง (เปิดเครื่องทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที ก่อนใช้งาน เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องมือ)
- ปรับเทียบมาตรฐาน (Calibrate) เครื่องโดยใส่ขวดสารละลายมาตรฐานความขุ่น 800 NTU ลงในช่องใส่ตัวอย่าง แล้วรอการปรับเทียบเสร็จ แล้วทำการปรับเทียบที่จุดต่อไป คือ ที่สารละลายมาตรฐานความขุ่นที่ 100, 20 และ 0.2 NTU ตามลำดับ
- นำน้ำตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ แล้วคนให้เข้ากัน
- ตวงน้ำตัวอย่างใส่ในขวดใส่น้ำตัวอย่าง เขย่าเบา ๆ ระวังอย่าให้เกิดฟอง แล้วใส่ลงในช่องใส่ตัวอย่างและปิดฝาครอบ
- อ่านค่าแล้วบันทึกผลค่าความขุ่น
- ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- ปิดเครื่อง เช็ดให้แห้ง

3) ให้ข้อเสนอแนะ ตอบคำถามนิสิตขณะทำการทดลอง ควบคุม กำกับ และดูแลการปฏิบัติการให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความปลอดภัย

หลังนิสิตทำการทดลอง

- 1) นัดหมายให้นิสิตส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ โดยใช้เวลา 1 สัปดาห์ ส่งตรงตระกร้าหน้าห้องปฏิบัติการในวันที่มาเรียนบทปฏิบัติการในครั้งต่อไป
- 2) รับผิดชอบครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี
- 3) จัดเก็บครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี
- 4) ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ ปิดระบบไฟและระบบโสตทัศนูปกรณ์
- 5) ปิดห้องปฏิบัติการ

4.2 บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปริมาณของแข็ง (Solid)

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้นิสิตได้ศึกษา มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งในตัวอย่างน้ำ โดยบทปฏิบัติการนี้ แบ่งออกเป็นบทปฏิบัติการย่อย 5 บทปฏิบัติการ ดังนี้

- 1) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid; TS) โดยวิธีทำให้แห้งที่ 103–105 °C
- 2) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งละลายน้ำ (Total Dissolved Solids; TDS) โดยวิธีทำให้แห้งที่ 103–105 °C
- 3) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids; TSS) โดยวิธีทำให้แห้งที่ 103–105 °C
- 4) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งที่สลายไปเมื่อเผา (Volatile solids; VS) เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 550–600 °C
- 5) วิเคราะห์หาปริมาณของแข็งที่คงเหลือจากการเผา (Fixed solids, FS) เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 550–600 °C

ก่อนนิสิตทำการทดลอง

- 1) จัดเตรียมครุภัณฑ์
 - 1.1) หม้ออั้งน้ำ (Water Bath) จำนวน 2 เครื่อง ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม
 - 1.2) ตู้อบ (Oven) จำนวน 4 เครื่อง ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม
 - 1.3) โถทำแห้ง (Desiccator) จำนวน 2 เครื่อง ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม
 - 1.4) เครื่องชั่ง (Scales) 4 ตำแหน่ง จำนวน 2 เครื่อง ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม
 - 1.5) ชุดกรองสุญญากาศ (Vacuum filter set) จำนวน 1 ชุด/กลุ่ม
 - 1.6) เตาเผา (Muffle furnace) จำนวน 1 เครื่อง ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม

2) จัดเตรียมวัสดุ

2.1) ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml จำนวน 2 อัน/กลุ่ม

2.2) แท่งแก้วคนสาร (Glass stick) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

2.3) ขวดน้ำกลั่น (Water bottle) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

2.4) กระจกตวง (Cylinder) ขนาด 100 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

2.5) ถ้วยระเหย (Evaporating dishes) ความจุ 100 ml จำนวน 3 ใบ/กลุ่ม

2.6) ถ้วยกระเบื้อง crucible ความจุ 100 ml จำนวน 3 ใบ/กลุ่ม

2.7) กระดาษกรอง GF/C (Glass Fiber Filter) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.7 cm จำนวน 3 แผ่น/กลุ่ม

2.8) ปากคีบ (Forceps) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

2.9) ถ้วยอลูมิเนียมฟอยล์ (Aluminum Foil Cup) จำนวน 3 ใบ/กลุ่ม

3) นำครุภัณฑ์และวัสดุที่เตรียมไว้ ใส่ในตะกร้าเป็นกลุ่ม ๆ และเมื่อเตรียมครุภัณฑ์และวัสดุเรียบร้อยแล้ว ประสานอาจารย์ผู้สอนให้มาตรวจเช็คความเรียบร้อยอีกครั้ง

4) เปิดห้องปฏิบัติการ เปิดระบบไฟและระบบโสตทัศนอุปกรณ์

5) ให้บริการเปิกยืมครุภัณฑ์และวัสดุ

6) เตรียมตัวอย่างน้ำ ประมาณ 500 ml ต่อหนึ่งกลุ่ม โดยมอบหมายให้ตัวแทนกลุ่มของนิสิตไปเก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณสระตรงข้ามตึกคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ หรือจากแหล่งน้ำอื่น อาจารย์ผู้สอนจะเป็นผู้กำหนด จะแจ้งนิสิตก่อนวันทำการทดลอง แล้วนำตัวอย่างน้ำไว้หน้าห้องเรียนก่อนทำการทดลอง



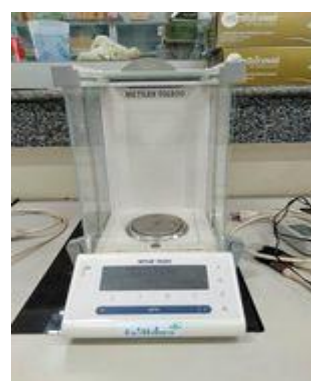
(1) หม้ออังน้ำ (Water Bath)



(2) ตู้อบ (Oven)



(3) โถทำแห้ง (Desiccator)



(4) เครื่องชั่ง (Scales)



(5) ชุดกรองสุญญากาศ (Vacuum filter set)



(6) เตาเผา (Muffle furnace)

ภาพที่ 9 ครุภัณฑ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปริมาณของแข็ง (Solid)

ที่มา: จีราพร ขำจันทร์, 2564



(1) ปีกเกอร์ (Beaker)



(2) แท่งแก้วคนสาร (Glass stick)



(3) ขวดน้ำกลั่น (Water bottle)



(4) กระจกตวง (Cylinder)



(5) ถ้วยระเหย (Evaporating dishes)



(6) ถ้วยกระเบื้อง crucible



(7) กระจกทรง GF/C



(8) ปากคีบ (Forceps)



(9) ถ้วยอลูมิเนียมฟอยล์

ภาพที่ 10 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ปริมาณของแข็ง (Solid)

ที่มา: จีราพร ขำจันทร์, 2564

ระหวางนินลิตทำการทดลอง

- 1) เชื้อคี่อนินลิตและตรวจการเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab)
- 2) อธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งในตัวอยางน้ำแต่ละบทปฏิบัติการย่อย และแจ้งให้นินลิตทำการทดลอง 3 ซ้ำ ทุกบทปฏิบัติการย่อย อธิบายรายละเอียดของแต่ละบทปฏิบัติการย่อย (มันลิน ตันกุลเวศม์, 2546) ดังนี้

2.1) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solid; TS) โดยวิธีทำให้แห้งที่ 103–105 °C

- นำถ้วยระเหย ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103–105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็น ในโถทำแห้ง (Desiccator)
- นำถ้วยระเหยมาชั่งน้ำหนัก สมมุติมีน้ำหนัก A g
- เขย่าตัวอย่างน้ำให้เข้ากัน เทตัวอย่างน้ำ 50 ml ลงในถ้วยระเหย
- นำไประเหยวางบนเครื่องอังน้ำที่ปรับอุณหภูมิที่ 100 °C จนแห้ง ปริมาตรตัวอย่างที่พอเหมาะ ควรเหลือกากแห้งภายหลังการอบอยู่ในช่วง 10–200 mg
- นำเข้าอบในตู้อบควบคุมอุณหภูมิ 103–105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
- นำออกจากตู้อบ ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้งชั่งน้ำหนัก สมมุติน้ำหนัก B g

การคำนวณ (มันลิน ตันกุลเวศม์, 2546)

$$\text{ของแข็งทั้งหมด (mg/l)} = \frac{(B - A) \times 10^6}{C}$$

เมื่อ A = น้ำหนักถ้วยระเหยอย่างเดียว, g

B = น้ำหนักถ้วยระเหยและของแข็ง, g

C = ปริมาตรตัวอย่างน้ำ, ml

2.2) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งละลายน้ำ (Total Dissolved Solids; TDS) โดยวิธีทำให้แห้งที่ 103–105 °C

- นำถ้วยระเหย ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103–105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง (Desiccator)
- นำถ้วยระเหยมาชั่งน้ำหนัก สมมุติมีน้ำหนัก A g

- กรองตัวอย่าง โดยการต่อสายยางระหว่างปลายท่อดูดของเครื่องดูดและของขวดกรอง วางกระดาษกรองบนถ้วยบุคเนอร์ เปิดเครื่องดูดสุญญากาศ ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่นอย่างน้อย 3 ครั้ง ครั้งละ 20 ml และปล่อยให้ดูดน้ำออกจากกระดาษกรองจนหมด ทิ้งน้ำล้างไปนำตัวอย่างน้ำมาเขย่าให้เข้ากันอย่างดี ภากรองผ่านกระดาษกรองที่เตรียมไว้ให้กรองให้มากกว่าปริมาตรที่เลือกใช้ที่จะนำมาระเหย

- เหน้ำตัวอย่างที่ผ่านการกรองใส่ในถ้วยระเหยที่สมมุติน้ำหนัก A g
- นำไประเหยวางบนเครื่องอังน้ำที่ปรับอุณหภูมิที่ 100 °C จนแห้ง
- ออกจากตู้อบ ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้งชั่งน้ำหนัก สมมุติน้ำหนัก B g

การคำนวณ (มันสิน ตันกุลเวศม์, 2546)

$$\text{ของแข็งละลายทั้งหมด (mg/l)} = \frac{(B - A) \times 10^6}{C}$$

เมื่อ A = น้ำหนักถ้วยระเหยอย่างเดียวก, g

B = น้ำหนักถ้วยระเหยและของแข็ง, g

C = ปริมาตรตัวอย่างน้ำ, ml

หมายเหตุ: สามารถหาค่าของแข็งละลายทั้งหมดได้อีกทางหนึ่ง คือ หาค่าของแข็งทั้งหมดและของแข็งแขวนลอยทั้งหมด นำมาลบกับผลต่างที่ได้ คือ ค่าของแข็งละลายทั้งหมด

2.3) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solids; TSS) โดยวิธีทำให้แห้งที่ 103-105 °C

- นำกระดาษกรองไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง

- ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง สมมุติน้ำหนัก A g วางบนถ้วยอลูมิเนียมฟอยล์

- ต่อชุดเครื่องมือสำหรับกรอง ใช้ปากคีบหยิบกระดาษกรองวางบนกรวยบุคเนอร์ เปิดเครื่องดูดสุญญากาศ ล้างกระดาษด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้งติดต่อกัน โดยใช้ครั้งละ 20 ml เปิดเครื่องดูดสุญญากาศต่อให้ดูดน้ำออกจนแห้ง ทิ้งน้ำล้างไป

- เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำที่จะใช้พิจารณาลักษณะน้ำ ถ้าน้ำขุ่นมีของแข็งแขวนลอยมาก ควรใช้ปริมาณน้อย ๆ แต่ถ้าใสควรใช้ปริมาณน้ำตัวอย่างให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้เขย่าตัวอย่างให้เข้ากันอย่างดี เทตัวอย่างที่ทราบปริมาตรลงกรอง โดยค่อย ๆ เททีละน้อย

อย่างต่อเนืองจนหมด ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างภาชนะที่ใช้ตรวจตัวอย่าง เอลงกรอง และฉีดน้ำกลั่นที่ด้านข้างของกรวยบุคเนอรรวมทั้งบนกระดาษกรองด้วย ปล่อยให้เครื่องดูดสุญญากาศดูดน้ำออกจนแห้ง แล้วปิดเครื่อง

- ใช้ปากคีบหนีบกระดาษกรองขึ้นวางบนถ้วยอลูมิเนียมฟอยล์ นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103–105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
- นำออกจากตู้อบ ปล่อยให้แห้งในโถทำแห้ง
- ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง สมมุติมีน้ำหนัก B g

การคำนวณ (มันลีน ดัณฑุลเวศม์, 2546)

$$\text{ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (mg/l)} = \frac{(B - A) \times 10^6}{C}$$

เมื่อ A = น้ำหนักถ้วยระเหยอย่างเดี่ยว, g

B = น้ำหนักกระดาษกรองและของแข็ง, g

C = ปริมาตรตัวอย่างน้ำ, ml

หมายเหตุ: สามารถใช้กระดาษกรองจากการวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดมาวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมดได้

2.4) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งที่สลายไปเมื่อเผา (Volatile solids; VS) เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 550–600 °C

- นำถ้วยกระเปาะหลังจากหา Total solids (TS) แล้วนำมาเผาในเตาเผา (Muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 550 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
- ลดอุณหภูมิโดยนำไปใส่ในตู้อบก่อน แล้วจึงนำไปใส่ในโถดูดความชื้นอย่างน้อย 1 ชั่วโมง
- นำไปชั่งน้ำหนัก สมมุติว่าได้น้ำหนัก E g นำมาคำนวณ

การคำนวณ (มันลีน ดัณฑุลเวศม์, 2546)

$$\text{ของแข็งที่สลายไปเมื่อเผา (mg/l)} = \frac{(B - E) \times 10^6}{C}$$

เมื่อ $E =$ น้ำหนักถ่วงหลังจากเผาแล้ว, g

$B =$ น้ำหนักถ่วงที่วิเคราะห์ TS แล้ว, g

$C =$ ปริมาตรตัวอย่างน้ำ, ml

2.5) การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งที่คงเหลือจากการเผา (Fixed solids, FS) เมื่อเผาที่อุณหภูมิ 550–600 °C

$$\text{ของแข็งที่คงเหลือจากการเผา (mg/l)} = TS - VS$$

3) ให้ข้อเสนอแนะ ตอบคำถามนิสิตขณะทำการทดลอง ควบคุม กำกับ และดูแล การปฏิบัติการให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความปลอดภัย

หลังนิสิตทำการทดลอง

1) หมายให้นิสิตส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ โดยให้เวลา 1 สัปดาห์ ส่งตรงต่อกรร่า หน้าห้องปฏิบัติการในวันที่มาเรียนบทปฏิบัติการในครั้งต่อไป

2) รับผิดชอบครุภัณฑ์และวัสดุ

3) จัดเก็บครุภัณฑ์และวัสดุ

4) ตรวจสอบเช็คความพร้อมของห้องปฏิบัติการ ปิดระบบไฟและระบบสารสนเทศ

5) ปิดห้องปฏิบัติการ

4.3 บทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen)

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ นิสิต ได้ศึกษา มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถวิเคราะห์หาออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) ในตัวอย่างน้ำ โดยใช้วิธีเอไซด์แบบปรับปรุง (Azide Modification) ได้

ก่อนนิสิตทำการทดลอง

1) จัดเตรียมวัสดุ

1.1 ขวดบีโอดี (BOD Bottle) ขนาด 300 ml พร้อมจุกปิด จำนวน 3 ขวด/กลุ่ม

1.2 กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 100 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

1.3 บิวเรต (Burette) ขนาด 50 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

1.4 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 ml จำนวน 3 อัน/กลุ่ม

1.5 ปิเปต (Pipette) ขนาด 5 ml จำนวน 3 อัน/กลุ่ม

1.6 ลูกยางแดง (Syringe Ball) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

1.7 ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml จำนวน 2 อัน/กลุ่ม



(1) ขวดบีโอดี (BOD Bottle)



(2) กระบอกตวง (Cylinder)



(3) บิวเรต (Burette)



(4) ขวดรูปชมพู่
(Erlenmeyer flask)



(5) ปิเปต (Pipette)



(6) ลูกยางแดง
(Syringe Ball)



(7) ปีกเกอร์ (Beaker)

ภาพที่ 11 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen)

ที่มา: จีราพร ขำจันทร์, 2564

2) จัดเตรียมสารเคมี

ปริมาณสารเคมีที่ต้องเตรียม ต้องเตรียมให้เหมาะสมกับปริมาณที่นิสิตต้องใช้ ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง โดยดูจากจำนวนนิสิตหรือจำนวนกลุ่มในปีการศึกษานั้น และต้องเขียนฉลากติดขวดสารละลายที่เตรียมแล้วให้ชัดเจน โดยแต่ละสารละลายมีวิธีการเตรียม (มันลิน ตันกุลเวศม์, 2546) ดังนี้

2.1) สารละลายแมงกานีสซัลเฟต ปริมาณ 1 l

ละลายแมงกานีสซัลเฟตเตตราไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 480 g หรือแมงกานีสซัลเฟตไดไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 400 g หรือแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 364 g ในน้ำกลั่นกรองแล้วเจือจางเป็น 1 l

2.2) สารละลายอัลลาไล-ไอโอดัด-เอไซด์ ปริมาณ 1 l

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 500 g (หรือไปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 700 g) และโซเดียมไอโอดัด (NaI) 135 g (หรือไปแตสเซียมไอโอดัด 150 g) ในน้ำกลั่นเจือจางเป็น 1 l และละลายโซเดียมเอไซด์ (NaN_3) 10 g ในน้ำกลั่น 40 ml แล้วเติมลงในสารละลายข้างต้น

2.3) กรดซัลฟูริกเข้มข้น (36 N)

2.4) น้ำแป้ง ปริมาณ 1 l

ละลายแป้งมันสำปะหลัง 5 g ในน้ำต้ม 800 ml เติมน้ำให้ได้ 1 l ต้มให้เดือด 2-3 นาที ตั้งค้ำคืนใช้แต่น้ำใส เติมกรดซาลิไซลิก (Salicylic Acid) 1.25 g ต่อน้ำแป้ง 1 l

2.5) สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 N ปริมาณ 1 l

สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) จำนวน 24.82 g ในน้ำต้มที่เย็นแล้ว เติมนจนได้ปริมาตร 1 l เก็บรักษาโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 ml หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 g ต่อสารละลาย 1 l

2.6) สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.0250 N ปริมาณ 1 l

เจือจางสารละลายไธโอซัลเฟต 0.1 N จำนวน 250 ml ด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 l เก็บรักษาโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 ml หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 g สารละลายนี้ต้องนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardization) ด้วยสารละลายมาตรฐานไดโครเมต

2.7) สารละลายมาตรฐานไปแตสเซียมไดโครเมต 0.0250 N ปริมาณ 1 l

ละลายไปแตสเซียมไดโครเมตที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 1.226 g ต่อน้ำกลั่น 1 l

- 3) หาความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
- 3.1) ละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) ประมาณ 2 g ในน้ำกลั่น 150 ml ใส่ขวดรูปชมพู่
- 3.2) เติมกรดซัลฟูริก 10 ml
- 3.3) แล้วเติมสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต 0.025 N จำนวน 20 ml ทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที
- 3.4) เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 200 ml
- 3.5) ไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยใช้น้ำแบ่งเป็นอินดิเคเตอร์ (จากสีน้ำเงินจนไม่มีสี)

ปกติจะปรับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เท่ากับ 0.0250 N พอดี เพื่อสะดวกในการคำนวณ ถ้าสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีความเข้มข้น 0.0250 N พอดี ปริมาตรที่ใช้ในการไตเตรตจะเท่ากับ 20.0 ml พอดี

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

- ในเมื่อ N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์, N
- N_2 = ความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต, N
- V_1 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮดรอกไซด์, ml
- V_2 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต, ml

4) นำวัสดุที่เตรียมไว้ ใส่ในตะกร้าเป็นกลุ่ม ๆ ส่วนสารละลายเก็บไว้ในตู้เก็บสารเคมี และเมื่อเตรียมวัสดุและสารเรียบร้อยแล้ว ประสานอาจารย์ผู้สอนให้มาตรวจเช็คความเรียบร้อยอีกครั้ง

- 5) เปิดห้องปฏิบัติการ เปิดระบบไฟและระบบโสตทัศนอุปกรณ์
- 6) เตรียมภาชนะใส่ของเสีย
- 7) ให้บริการเบิกและยืมครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี
- 8) เตรียมตัวอย่างน้ำ ประมาณ 1 l ต่อหนึ่งกลุ่ม โดยมอบหมายให้ตัวแทนกลุ่มของนิสิต ไปเก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณสระตรงข้ามตึกคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ หรือจากแหล่ง

น้ำอื่น อาจารย์ผู้สอนจะเป็นผู้กำหนด จะแจ้งนิสิตก่อนวันทำการทดลอง แล้วนำตัวอย่างน้ำไว้หน้าห้องเรียนก่อนทำการทดลอง

ระหว่างนิสิตทำการทดลอง

- 1) เช็คชื่อนิสิตและตรวจการเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab)
- 2) อธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) ในตัวอย่างน้ำ (มันลิน ตันกุลเวศม์, 2546) ดังนี้
 - 2.1) เติมตัวอย่างน้ำที่จะวิเคราะห์ลงในขวดบีโอดีให้เต็ม โดยใช้วิธีการกักน้ำช้า ๆ และปล่อยน้ำให้ล้นพ้นคอขวดออกมาสักพัก ระวังอย่าให้มีฟองอากาศสำหรับตัวอย่างน้ำ
 - 2.2) เติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 1.5 ml โดยให้ปลายปิเปตอยู่ใต้ผิวของตัวอย่างน้ำในขวดบีโอดี
 - 2.3) เติมสารละลายอัลคาไล-ไฮโดรไดต์-เฮไซด์ 1.5 ml โดยให้ปลายปิเปตอยู่ใต้ผิวของตัวอย่างน้ำในขวดบีโอดี
 - 2.4) ปิดจุกขวดระวังอย่าให้มีฟองอากาศ เขย่าอย่างแรงโดยการกลับขวดไปมา ประมาณ 15 ครั้ง จะเกิดตะกอนสีน้ำตาลปล่อยให้ตกตะกอน (ถ้าเกิดตะกอนสีขาวแสดงว่าตัวอย่างน้ำไม่มีออกซิเจนละลาย)
 - 2.5) เปิดจุกออกแล้วเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2.0 ml โดยปล่อยให้กรดค่อย ๆ ไหลลงไปตามข้าง ๆ คอขวด โดยให้ปลายปิเปตอยู่เหนือผิวน้ำ
 - 2.6) ปิดจุก เขย่าให้เข้ากัน โดยการกลับขวดไปมาจนกระทั่งตะกอนละลายหมด ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที ก่อนนำไปไตเตรต สารละลายนี้จะเก็บไว้ได้ 2 ชั่วโมง
 - 2.7) จึงต้องตวงสารละลายตัวอย่าง 202 ml ใส่ขวดรูปกรวยเพื่อนำไปไตเตรต (คำนวณปริมาตรของตัวอย่างที่จะใช้ในการไตเตรต โดยยึดถือปริมาตรเริ่มต้นของตัวอย่าง 200 ml เป็นหลัก นั่นคือ ถ้าขวดบีโอดีขนาด 300 ml เติมแมงกานีสซัลเฟตและอัลคาไล-ไฮโดรไดต์-เฮไซด์ อย่างละ 1.5 ml รวมเป็น 3.0 ml ปริมาตรที่จะต้องนำมาไตเตรตจะเป็น $(200 \times 300) / (300 - 3) = 202 \text{ ml}$)
 - 2.8) ไตเตรตสารละลายตัวอย่างด้วยโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.0250 N จนกระทั่งสีเหลืองเริ่มจางลง (สีฟางข้าว) เติมน้ำแบ่ง 1 ml จะได้สีน้ำเงิน ไตเตรตต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป
 - 2.9) การคำนวณ

เนื่องจาก 1 ml ของโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.0250 N สมมูลกับออกซิเจนละลาย 0.200 mg ดังนั้น แต่ละมิลลิลิตรของโซเดียมไฮโอซัลเฟตที่ใช้จะสมมูลกับออกซิเจนละลาย

1 mg/l เมื่อปริมาตรของตัวอย่างเริ่มต้น 200 ml เช่น เมื่อใช้ไฮโดรซัลเฟตในการไตเตรต 5 ml ตัวอย่างน้ำจะมีออกซิเจนละลาย 5 mg/l

$$\text{DO (mg/l)} = \frac{A \times N \times 8 \times 1,000}{B2(B1 - R) / B1}$$

เมื่อ A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโดรซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรต, ml
 N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไฮโดรซัลเฟต, N
 B1 = ปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่เริ่มต้น, ml
 B2 = ปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรต, ml
 R = ปริมาณของสารเคมีที่เติมลงในน้ำตัวอย่าง (สารละลายแมงกานีสซัลเฟต และสารละลายอัลลาไล-ไฮโอไดด์-เอไซด์)

3) แจกให้นิสิตทำการทดลอง 3 ชุดต่อ 1 ตัวอย่าง

4) ให้ข้อเสนอแนะ ตอบคำถามนิสิตขณะทำการทดลอง ควบคุม กำกับ และดูแล การปฏิบัติการให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความปลอดภัย

หลังนิสิตทำการทดลอง

1) นัดหมายให้นิสิตส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ โดยใช้เวลา 1 สัปดาห์ ส่งตรงตงกร้า หน้าห้องปฏิบัติการในวันที่มาเรียนบทปฏิบัติการในครั้งต่อไป

2) รับผิดชอบวัสดุ

3) จัดเก็บวัสดุและสารเคมี

4) ตรวจสอบเช็คความพร้อมเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ ปิดระบบไฟและระบบโสตทัศนูปกรณ์

5) ปิดห้องปฏิบัติการ

4.4 บทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD)

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ นิสิตทราบหลักการและวิธีการวิเคราะห์ หา BOD (Biochemical Oxygen Demand) ในตัวอย่างน้ำ โดยใช้วิธี Dilution method ซึ่งวิธีนี้จะ ใช้กับตัวอย่างน้ำที่สกปรกมาก มีค่า BOD₅ เกิน 7 mg/l ดังนั้น ถ้าไม่ทำให้เจือจางลงปริมาณ ออกซิเจนในตัวอย่าง จะไม่พอที่จะใช้ย่อยสารอินทรีย์ในน้ำ ค่า DO₅ จะเป็นศูนย์ การเจือจาง อาจใช้แบบ direct pipetting ลงสู่ขวด BOD โดยตรงเลยก็ได้ การเลือกใช้ dilution เท่าใดสำหรับ น้ำทั้งนั้น ๆ เราควรจะทราบค่า BOD โดยประมาณก่อน ซึ่งส่วนมากจะประมาณจากค่า COD

(คือ ประมาณ 60 % ของ COD) แล้วพิจารณาค่า dilution ที่จะใช้ ตัวอย่างเช่น ถ้าน้ำทิ้งมีค่า COD 1,000 mg/l ค่า BOD โดยประมาณจะเท่ากับ 600 mg/l จากตารางควรเลือกใช้ 1.0 % mixture แล้วจึงเลือกเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างเจือจางที่สูงกว่าและต่ำกว่าที่อยู่ติดกันอีก 2 อัน เพื่อให้ครอบคลุมค่า BOD ที่ต้องการทราบ

ก่อนนิตีทำการทดลอง

1) จัดเตรียมครุภัณฑ์

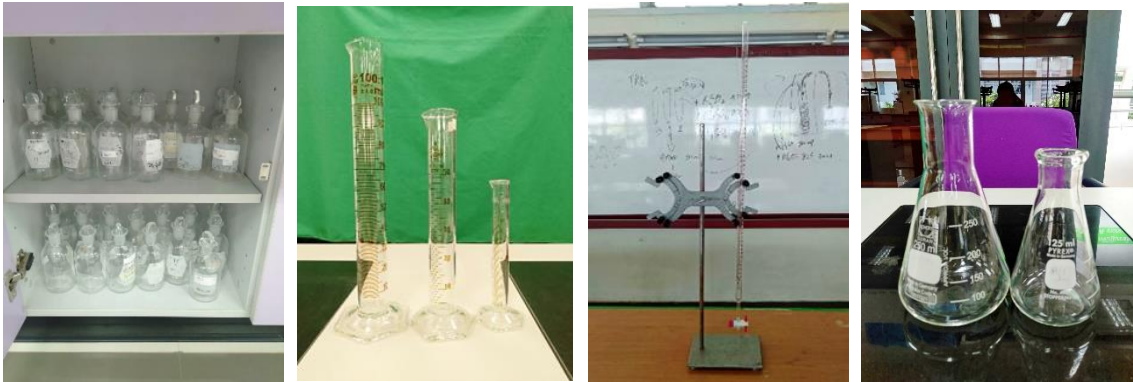
ตู้บ่มบีโอดี (BOD Incubator) จำนวน 1 ตู้ ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม



ภาพที่ 12 ตู้บ่มบีโอดี

ที่มา: จีราพร ขำจันทร์, 2564

- 2.1) ขวดบีโอดี (BOD Bottle) ขนาด 300 ml พร้อมจุกปิด จำนวน 18 ขวด/กลุ่ม
- 2.2) กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 100 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.3) บิวเรต (Burette) ขนาด 50 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.4) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 ml จำนวน 3 อัน/กลุ่ม
- 2.5) บีเปต (Pipette) ขนาด 5 ml จำนวน 3 อัน/กลุ่ม
- 2.6) ลูกยางแดง (Syringe Ball) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.7) ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml จำนวน 2 อัน/กลุ่ม
- 2.8) เครื่องเป่าอากาศ (ออกซิเจน) (Aerator) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม



(1) ขวดบีโอดี (BOD Bottle) (2) กระบอกตวง (Cylinder) (3) บิวเรต (Burette) (4) ขวดรูปชมพู่



(5) ปิเปต (Pipette)



(6) ลูกยางแดง (Syringe Ball)



(7) บีกเกอร์ (Beaker)



(8) เครื่องเป่าอากาศ

ภาพที่ 13 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD)

ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

3) จัดเตรียมสารเคมี

ปริมาณสารเคมีที่ต้องเตรียม ต้องเตรียมให้เหมาะสมกับปริมาณที่ผลิตต้องใช้ ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง โดยดูจากจำนวนนิสิตหรือจำนวนกลุ่ม ในปีการศึกษานั้น และต้องเขียนฉลากติดขวดสารละลายที่เตรียมแล้วให้ชัดเจน การเตรียมสารละลายในบทปฏิบัติการนี้ (มันสิน ตันฑุลเวศม์, 2546) มีรายละเอียด ดังนี้

3.1) สารละลายแมงกานีสซัลเฟต ปริมาณ 1 l

ละลายแมงกานีสซัลเฟตเตตราไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 480 g หรือแมงกานีสซัลเฟตไดไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 400 g หรือแมงกานีสซัลเฟตโมโนไฮเดรต ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) 364 g ในน้ำกลั่นกรองแล้วเจือจางเป็น 1 l

3.2) สารละลายอัลลาไล-ไอโอดัด-เอไซด์ ปริมาณ 1 l

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) 500 g (หรือโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ 700 g) และโซเดียมไอโอดัด (NaI) 135 g (หรือโปแตสเซียมไอโอดัด 150 g) ในน้ำกลั่นเจือจางเป็น 1 l และละลายโซเดียมเอไซด์ (NaN_3) 10 g ในน้ำกลั่น 40 ml แล้วเติมลงในสารละลายข้างต้น

3.3) กรดซัลฟูริกเข้มข้น (36 N)

3.4) น้ำแป้ง ปริมาณ 1 l

ละลายแป้งมันสำปะหลัง 5 g ในน้ำต้ม 800 ml เติมน้ำให้ได้ 1 l ต้มให้เดือด 2-3 นาที ตั้งค้ำคืนให้แต่น้ำใส เติมกรดซาลิไซลิก (Salicylic Acid) 1.25 g ต่อน้ำแป้ง 1 l

3.5) สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 N ปริมาณ 1 l

สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) จำนวน 24.82 g ในน้ำต้มที่เย็นแล้ว เติมน้ำได้ปริมาตร 1 l เก็บรักษาโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 ml หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 g ต่อสารละลาย 1 l

3.6) สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.0250 N ปริมาณ 1 l

เจือจางสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 N จำนวน 250 ml ด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1 l เก็บรักษาโดยการเติมคลอโรฟอร์ม 5 ml หรือใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.4 g สารละลายนี้ต้องนำมาหาความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardization) ด้วยสารละลายมาตรฐานไดโครเมต

3.7) สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต 0.0250 N ปริมาณ 1 l

ละลายโปแตสเซียมไดโครเมตที่อบแห้งที่อุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 1.226 g ต่อน้ำกลั่น 1 l

3.8) สารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ ปริมาณ 1 l

ละลายโปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 8.5 g ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟตเฮปตะไฮเดรต ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 33.4 g โดโปแตสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4) 21.75 g และแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) 1.7 g ในน้ำกลั่น 500 ml แล้วเจือจางให้เป็น 1 l

3.9) สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต ปริมาณ 1 l

ละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตะไฮเดรต ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) จำนวน 22.5 g ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 1 l

3.10) สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ ปริมาณ 1 l

ละลายแคลเซียมคลอไรด์ปราศจากน้ำ (anhydrous CaCl_2) 27.5 g ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางเป็น 1 l

3.11) สารละลายเฟอริกคลอไรด์ ปริมาณ 1 l

ละลายเฟอริกคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) จำนวน 0.25 g แล้วเจือจางเป็น 1 l

4) หาคความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต

4.1) ละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI) ประมาณ 2 g ในน้ำกลั่น 150 ml ใส่ขวดรูปชมพู่

4.2) เติมกรดซัลฟูริก 10 ml

4.3) แล้วเติมสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต 0.025 N จำนวน 20 ml ทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที

4.4) เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 200 ml

4.5) ไตเตรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต โดยใช้น้ำแบ่งเป็นอินดิเคเตอร์ (จากสีน้ำเงินจนไม่มีสี)

ปกติจะปรับความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตเท่ากับ 0.0250 N พอดีเพื่อสะดวกในการคำนวณ ถ้าสารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟตมีความเข้มข้น 0.0250 N พอดี ปริมาตรที่ใช้ในการไตเตรตจะเท่ากับ 20.0 ml พอดี

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

ในเมื่อ N_1 = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไดโครเมต, N

N_2 = ความเข้มข้นที่แน่นอนของสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต, N

V_1 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไดโครเมต, ml

V_2 = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต, ml

4) นำวัสดุที่เตรียมไว้ ใส่ในตะกร้าเป็นกลุ่ม ๆ ส่วนสารละลายเก็บไว้ในตู้เก็บสารเคมี และเมื่อเตรียมวัสดุและสารเรียบร้อยแล้ว ประสานอาจารย์ผู้สอนให้มาตรวจเช็คความเรียบร้อยอีกครั้ง

5) เปิดห้องปฏิบัติการ เปิดระบบไฟและระบบไฮดรอลิก

6) เตรียมภาชนะใส่ของเสีย

7) ให้บริการเบกิ้งครักเกอร์ วัสดุ และสารเคมี

8) เตรียมตัวอย่างน้ำ ประมาณ 3 l ต่อหนึ่งกลุ่ม โดยมอบหมายให้ตัวแทนกลุ่มของนิสิตไปเก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณสระตรงข้ามตึกคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ หรือจากแหล่งน้ำอื่น อาจารย์ผู้สอนจะเป็นผู้กำหนด จะแจ้งนิสิตก่อนวันทำการทดลอง แล้วนำตัวอย่างน้ำไว้หน้าห้องเรียนก่อนทำการทดลอง

ระหว่างนิสิตทำการทดลอง

1) เช็คชื่อนิสิตและตรวจการเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab)

2) อธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์หาค่า BOD ในตัวอย่าง (มันลิน ตันกุลเวศม์, 2546) ดังนี้

2.1) เตรียมน้ำเจือจาง

- ตวงน้ำกลั่นให้มากกว่าปริมาตรที่จะใช้ 1 l ใส่ขวดแอสไพเรเตอร์ที่สะอาด
- เป่าอากาศที่สะอาดเพื่อเพิ่มออกซิเจนในน้ำ อย่างน้อย 1 ชั่วโมง
- เติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ แมกนีเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์

และเฟริคคลอไรด์อย่างละ 1 ml ต่อน้ำเจือจาง 1 l

2.2) การเลือกปริมาณตัวอย่างที่จะใช้ ถ้าไม่ทราบค่าบีโอดีโดยประมาณของตัวอย่างน้ำ ต้องหาซีโอดีก่อนหรืออาจจะดูจากค่า Rapid COD (ซีโอดีอย่างง่าย) พร้อมกับพิจารณาลักษณะของตัวอย่างน้ำ แหล่งเก็บตัวอย่างน้ำร่วมด้วย เพื่อกะประมาณค่าบีโอดี เช่น น้ำตัวอย่างที่มีค่าของแข็งละลายมาก ควรมีค่าบีโอดีร้อยละ 60-70 ของซีโอดี หรือเมื่อทราบว่าเป็นน้ำเสียชุมชนก็ควรจะมีค่าบีโอดี ระหว่าง 100-300 mg/l การเลือกปริมาณตัวอย่าง

นิยมเลือกให้มีปริมาณออกซิเจนเหลืออยู่อย่างน้อย 1 mg/l และควรจะมีการใช้ออกซิเจนอย่างน้อย 2 mg/l เมื่อทราบค่าบีโอดีโดยประมาณ ควรเลือกปริมาณตัวอย่างที่คาดว่าจะให้ค่าบีโอดีอยู่ในช่วงที่กำหนด แล้วจึงเลือกปริมาณตัวอย่างที่ใช้ให้สูงและต่ำกว่าที่อยู่ติดกันตามตาราง 4 เช่น ปริมาณค่าบีโอดีไว้ประมาณ 100 mg/l จะเลือกใช้ปริมาณตัวอย่าง 20 ml 10 ml และ 50 ml

ตารางที่ 4 การเลือกขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางสำหรับช่วงบีโอดีต่าง ๆ

ปริมาณตัวอย่าง (ml)	ช่วงบีโอดี (mg/l)	อัตราเจือจาง
0.02	30,000 – 105,000	15,000
0.05	12,000 – 42,000	6,000
0.10	6,000 – 21,000	3,000
0.20	3,000 – 10,500	1,500
0.50	1,200 – 4,200	600
1.0	600 – 2,100	300
2.0	300 – 1,050	150
5.0	120 – 420	60
10.0	60 – 120	30
20.0	30 – 105	15
50.0	12 – 42	6
100	6 – 21	3
300	0 – 7	1

ที่มา: มั่นสิน ตันกุลเวศม์, 2546

2.3) บีโอดีตัวอย่างตามจำนวนที่เลือกไว้ลงในขวดบีโอดีขนาด 300 ml อย่างละ 2 ขวด (DO0 และ DO5) เติมน้ำเจือจางจนเต็มขวดบีโอดี ต้องระมัดระวังอย่าให้เกิดฟองอากาศปิดฝาให้แน่น

2.4) นำขวดที่เป็น DO₀ เติมน้ำสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 1.5 ml โดยให้ปลายบีโอดีอยู่ใต้ผิวของตัวอย่างน้ำในขวดบีโอดี

2.5) นำขวดที่เป็น DO₀ เติมน้ำสารละลายอัลคาไล-ไฮโดรโดค-เอไซด์ 1.5 ml โดยให้ปลายบีโอดีอยู่ใต้ผิวของตัวอย่างน้ำในขวดบีโอดี

2.6) ขวดที่เป็น DO₀ ปิดจุกขวดระวังอย่าให้มีฟองอากาศ เขย่าอย่างแรงโดยการกลับขวดไปมาประมาณ 15 ครั้ง จะเกิดตะกอนสีน้ำตาลปล่อยให้ตกตะกอน (ถ้าเกิดตะกอนสีขาวแสดงว่าตัวอย่างน้ำไม่มีออกซิเจนละลาย)

2.7) ขวดที่เป็น DO₀ เปิดจุกออกแล้วเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2.0 ml โดยปล่อยให้กรดค่อย ๆ ไหลลงไปตามข้าง ๆ คอขวด โดยให้ปลายปิเปตอยู่เหนือผิวน้ำ

2.8) ขวดที่เป็น DO₀ ปิดจุก เขย่าให้เข้ากัน โดยการกลับขวดไปมาจนกระทั่งตะกอนละลายหมด ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที ก่อนนำไปไตเตรต สารละลายนี้จะเก็บไว้ได้ 2 ชั่วโมง

2.9) ขวดที่เป็น DO₀ ตวงสารละลายตัวอย่าง 202 ml ใส่ขวดรูปกรวยเพื่อนำไปไตเตรต (คำนวณปริมาตรของตัวอย่างที่จะใช้ในการไตเตรต โดยยึดถือปริมาตรเริ่มต้นของตัวอย่าง 200 ml เป็นหลัก นั่นคือ ถ้าขวดปิเปตขนาด 300 ml เติมแมงกานีสซัลเฟตและอัลคาไล-ไฮโอไดต์-เอไซด์ อย่างละ 1.5 ml รวมเป็น 3.0 ml ปริมาตรที่จะต้องนำมาไตเตรตจะเป็น $(200 \times 300) / (300 - 3) = 202 \text{ ml}$)

2.10) ขวดที่เป็น DO₀ ไตเตรตสารละลายตัวอย่างด้วยโซเดียมไโครมัลเฟต 0.0250 N จนกระทั่งสีเหลืองเริ่มจางลง (สีฟางข้าว) เติมน้ำแบ่ง 1 ml จะได้สีน้ำเงิน ไตเตรตต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป

2.11) ส่วนอีกขวด (DO₅) นำไปบ่มที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา 5 วัน เมื่อครบ 5 วัน นำขวดปิเปตที่บ่มไว้มาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่ (วิธีการหาเหมือนการหา DO₀) สมมุติเป็น DO₅

2.12) การคำนวณ

เนื่องจาก 1 ml ของโซเดียมไโครมัลเฟต 0.0250 N สมมูลกับออกซิเจนละลาย 0.200 mg ดังนั้น แต่ละ ml ของโซเดียมไโครมัลเฟตที่ใช้จะสมมูลกับออกซิเจนละลาย 1 mg/l เมื่อปริมาตรของตัวอย่างเริ่มต้น 200 ml เช่น เมื่อใช้โซเดียมไโครมัลเฟตในการไตเตรต 5 ml ตัวอย่างน้ำจะมีออกซิเจนละลาย 5 mg/l

$$DO_{0,5} \text{ (mg/l)} = \frac{A \times N \times 8 \times 1,000}{B2(B1 - R) / B1}$$

เมื่อ A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไโครมัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรต, ml

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไโครมัลเฟต, N

B1 = ปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่เริ่มต้น, ml

B2 = ปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรต, ml

R = ปริมาณของสารเคมีที่เติมลงในน้ำตัวอย่าง

$$\text{ค่าบีโอดี (mg O}_2\text{/l)} = (\text{DO}_0 - \text{DO}_5) \times \text{อัตราส่วนเจือจาง}$$

$$\text{เมื่อ } \text{DO}_0 = \text{ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรตได้ในวันแรก}$$

$$\text{DO}_5 = \text{ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรตได้ในวันที่ 5}$$

$$\text{อัตราส่วนเจือจาง} = \frac{\text{ปริมาตรน้ำเต็มขวดบีโอดี (300 ml)}}{\text{ปริมาตรตัวอย่างที่ใช้}}$$

3) แจกให้นิสิตทำการทดลอง 3 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง

4) ให้ข้อเสนอแนะ ตอบคำถามนิสิตขณะทำการทดลอง ควบคุม กำกับ และดูแล การปฏิบัติการให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความปลอดภัย

หลังนิสิตทำการทดลอง

1) นัดหมายให้นิสิตส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ โดยให้เวลา 1 สัปดาห์ ส่งตรงตระกร้า หน้าห้องปฏิบัติการในวันที่มาเรียนบทปฏิบัติการในครั้งต่อไป

2) รับคืนวัสดุ

3) จัดเก็บวัสดุและสารเคมี

4) ตรวจเช็คความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ ปิดระบบไฟและระบบไฮดรอลิกอุปกรณ์

5) ปิดห้องปฏิบัติการ

4.5 บทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD)

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ นิสิต ได้ศึกษา มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถ วิเคราะห์หาซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) ในตัวอย่างน้ำ โดยใช้วิธีรีฟลักซ์ปิดแบบ ไตเตรชัน (Closed Reflux) จะใช้สำหรับตัวอย่างที่มีค่าซีโอดี 5-50 mg/l

ก่อนนิสิตทำการทดลอง

1) จัดเตรียมครุภัณฑ์

เตาอบลมร้อน (Oven) จำนวน 1 ตู้ ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม



ภาพที่ 14 เตาอบลมร้อน (Oven)

ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

2) จัดเตรียมวัสดุ

2.1) หลอดย่อย (Digestion Vessels) เป็นหลอดแก้วบอโรซิลิเกต (Borosilicate) ขนาด 16 x 100 mm หรือ 20 x 150 mm หรือ 25 x 150 mm มีฝาพลาสติกเกลียว ซึ่งทำด้วย TFE จำนวน 4 ขวด/กลุ่ม

2.2) ตะแกรงใส่หลอดทดลอง (Test tube rack) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

2.3) ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml จำนวน 2 อัน/กลุ่ม

2.4) กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 50 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

2.5) บิวเรต (Burette) ขนาด 50 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

2.6) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 ml จำนวน 4 ขวด/กลุ่ม

2.7) ปิเปต (Pipette) ขนาด 5 ml จำนวน 2 อัน/กลุ่ม

2.8) ปิเปต (Pipette) ขนาด 10 ml จำนวน 3 อัน/กลุ่ม

2.9) ลูกยางแดง (Syringe Ball) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

2.10) ลูกแก้วขนาดเล็ก (Tiny glass ball) จำนวน 12 อัน/กลุ่ม



(1) หลอดย่อย (Digestion Vessels)

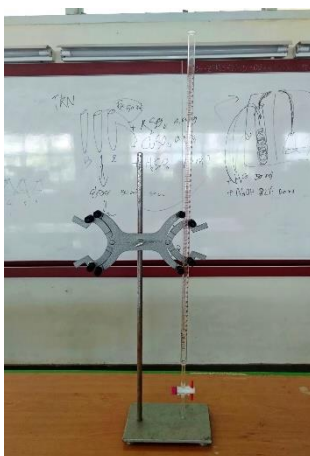


(3) ปีกเกอร์ (Beaker)

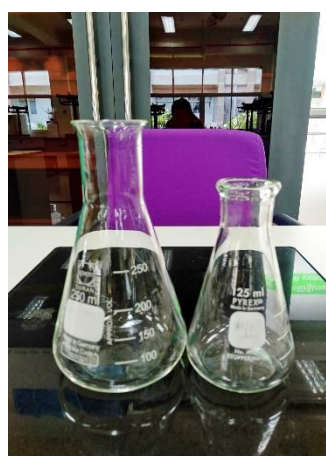
(2) ตะแกรงใส่หลอดทดลอง



(4) กระบอกตวง (Cylinder)



(5) บิวเรต (Burette)



(6) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)



(7), (8) ปิเปต (Pipette)



(9) ลูกยางแดง (Syringe Ball)



(9) ลูกแก้วขนาดจิ๋ว

ภาพที่ 15 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD)

ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

3) จัดเตรียมสารเคมี

ปริมาณสารเคมีที่ต้องเตรียม ต้องเตรียมให้เหมาะสมกับปริมาณที่ผลิตต้องใช้ ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง โดยดูจากจำนวนนิสิตหรือจำนวนกลุ่มในปีการศึกษานั้น และต้องเขียนฉลากติดขวดสารละลายที่เตรียมแล้วให้ชัดเจน โดยการเตรียมสารละลายบทปฏิบัติการนี้ (มันลิน ตันทุลเวศม์, 2546) มีรายละเอียดดังนี้

3.1) สารละลายย่อย: สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต 0.1 N ปริมาณ 1 l

สารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ซึ่งอบแห้งที่ $103^\circ C$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หนัก 4.913 g ในน้ำกลั่น 500 ml เติมกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) 167 ml และปรอทซัลเฟต ($HgSO_4$) 33.3 g คนให้ละลายปล่อยให้ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1,000 ml

3.2) สารละลายกรดซัลฟูริกและซิลเวอร์ซัลเฟต ปริมาณ 1 l

ซิงค์ซิลเวอร์ซัลเฟต (Ag_2SO_4) 8.8 g ใส่ลงในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1 l ตั้งทิ้งไว้ 1-2 วัน เพื่อให้ซิลเวอร์ซัลเฟตละลายได้ทั้งหมด ก่อนนำไปใช้ต่อไป

3.3) สารละลายมาตรฐานเฟร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟส (Standard FAS) 0.05 N ปริมาณ 1 l

ละลายเฟร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟส ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) 19.6 g ในน้ำกลั่น เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 ml แล้วเจือจางเป็น 1,000 ml ด้วยน้ำกลั่น

3.4) สารละลายเฟอโรอินอินดิเคเตอร์ (Ferroun Indicator Solution) ปริมาณ 1 l

ละลาย 1,10-ฟีแนนโทโรลีนโมโนไฮเดรต ($C_{12}H_8N_2 \cdot H_2O$) 1.485 g และเฟร์รัสซัลเฟต (Ferrous Sulfate, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 695 mg ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางเป็น 100 ml

4) ตรวจสอบความเข้มข้นของสารละลาย FAS

4.1) ปิเปตสารละลายมาตรฐานโปแตสเซียมไดโครเมต 0.1 N 5.0 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่

4.2) เติมน้ำกลั่น 50 ml

4.3) แล้วค่อย ๆ เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 15 ml ทิ้งให้เย็น

4.4) ไตเตรตด้วยเฟร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต โดยใช้เฟอโรอินอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด จุดยุติเป็นสีน้ำตาล จดปริมาตร FAS ที่ใช้

$$\text{ความเข้มข้นของ FAS, N (N)} = \frac{5.0 \times 0.1}{\text{ปริมาตร FAS ที่ใช้}}$$

5) นำวัสดุที่เตรียมไว้ ใส่ในตะกร้าเป็นกลุ่ม ๆ ส่วนสารละลายเก็บไว้ในตู้เก็บสารเคมี และเมื่อเตรียมวัสดุและสารเรียบร้อยแล้ว ประสานอาจารย์ผู้สอนให้มาตรวจเช็คความเรียบร้อยอีกครั้ง

5) เปิดห้องปฏิบัติการ เปิดระบบไฟและระบบโสตทัศนูปกรณ์

6) เตรียมภาชนะใส่ของเสีย

7) ให้บริการเบิก ยืมครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี

8) เตรียมตัวอย่างน้ำ ประมาณ 1 l ต่อหนึ่งกลุ่ม โดยมอบหมายให้ตัวแทนกลุ่มของนิสิตไปเก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณสระตรงข้ามตึกคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ หรือจากแหล่งน้ำอื่น อาจารย์ผู้สอนจะเป็นผู้กำหนด จะแจ้งนิสิตก่อนวันทำการทดลอง แล้วนำตัวอย่างน้ำไว้หน้าห้องเรียนก่อนทำการทดลอง

ระหว่างนิสิตทำการทดลอง

1) เช็คชื่อนิสิตและตรวจการเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab)

2) อธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์หาค่าซีโอดีในตัวอย่างน้ำ (มันลิน ตันฑุลเวศม์, 2546)

ดังนี้

2.1) ต้องล้างหลอดแก้วและฝาปิดด้วยสารละลายกรดซัลฟูริก 20% เสมอทุกครั้งก่อนใช้งาน

2.2) เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำและขนาดของหลอดแก้วให้เหมาะสม

- ถ้าเป็นน้ำสะอาด น้ำธรรมชาติหรือน้ำที่มีค่าซีโอดีต่ำ ๆ ($< 40 \text{ mg/l}$)

ใช้หลอดแก้วขนาด $25 \times 150 \text{ mm}$ ควรใช้ตัวอย่างน้ำ 10 ml

- ถ้ามีค่าซีโอดีสูงให้ใช้หลอดแก้วขนาด $20 \times 150 \text{ mm}$ ควรใช้ตัวอย่างน้ำ 5 ml

หรือน้อยกว่าแล้วเติมน้ำกลั่นให้เป็น 5 ml

- ถ้ามีค่าซีโอดีสูงกว่านั้นให้ใช้หลอดแก้วขนาด $16 \times 100 \text{ mm}$ ควรใช้ตัวอย่างน้ำ 2.5 ml หรือน้อยกว่าแล้วเติมน้ำกลั่นให้เป็น 2.5 ml

ถ้าตัวอย่างน้ำมีค่าซีโอดีสูงมาก ต้องเจาะจงตัวอย่างก่อนนำมาใช้ ควรประมาณค่าซีโอดีของตัวอย่างน้ำอย่างคร่าว ๆ ก่อน เพื่อที่จะได้เลือกใช้ปริมาณตัวอย่างได้อย่างเหมาะสมการประมาณค่าซีโอดีสามารถทำได้ โดยพิจารณาจากลักษณะตัวอย่างน้ำแหล่งที่มาของน้ำ และจากค่า Papid COD การเลือกขนาดตัวอย่างน้ำที่ใช้ วิเคราะห์ให้เหมาะสมอาจดูได้จากตาราง 5 ในทางปฏิบัติ ควรเลือกใช้ปริมาณตัวอย่างน้ำให้ผลต่างของ FAS ที่ใช้ในการไตเตรต แบลงค์และตัวอย่างน้ำอยู่ระหว่าง 1-5 ml

ตารางที่ 5 ขนาดตัวอย่างและอัตราเจือจางที่เหมาะสม*

ช่วงซีไอดี	ขนาดตัวอย่าง (ml)	อัตราเจือจาง
< 200	5	1 : 1
200-400	4	1 : 1
400-800	2	1 : 1
800-1,600	1	1 : 1
1,600-3,200	5	1 : 10
2,700-5,300	3	1 : 10
4,000-8,000	4	1 : 20
8,000-16,000	2	1 : 20
13,000-26,500	3	1 : 50
20,000-40,000	2	1 : 50
40,000-80,000	2	1 : 100
80,000-160,000	1	1 : 100

หมายเหตุ: * เมื่อใช้ FAS ความเข้มข้น 0.05 N และ $K_2Cr_2O_7$ 0.1 N

ที่มา: มั่นสิน ตันกุลเวศม์, 2546

2.3) ใส่ตัวอย่างลงในหลอดแก้วขนาดเหมาะสม เติมน้ำย่าย่อยสลายหรือโปแตสเซียมไดโครเมต ตามด้วยกรดซัลฟูริกอย่างช้า ๆ ในปริมาณที่แสดงอยู่ในตาราง 6 (ถ้าใช้ปริมาณตัวอย่างน้ำน้อยกว่าที่แสดงไว้ในตารางให้เติมน้ำกลั่นให้ครบตามจำนวน) ปิดฝาให้แน่นและเขย่าผสมกันให้ดี สำหรับเบงค์ใช้น้ำกลั่นแล้วทำเหมือนตัวอย่างทุกอย่าง

ตารางที่ 6 ขนาดของหลอดแก้ว ปริมาตรตัวอย่างน้ำและสารเคมีที่เหมาะสม

ขนาดหลอดแก้ว (mm)	ปริมาณน้ำตัวอย่าง (ml)	ปริมาณสารย่อยสลาย (ml)	ปริมาณสารละลายกรด H_2SO_4 (ml)	ปริมาตรรวม ml
16 x 100 mm	2.5	1.5	3.5	7.5
20 x 150 mm	5.0	3.0	7.0	15.0
25 x 150 mm	10.0	6.0	14.0	30.0

ที่มา: มั่นสิน ตันกุลเวศม์, 2546

2.4) ใส่ลูกแก้วขนาดเล็ก (Tiny glass ball) ทุกหลอด หลอดละ 3 เม็ด

2.5) วางหลอดแก้วในตะแกรงใส่หลอดทดลอง (Test tube rack) แล้วใส่ตุ้บตั้งอุณหภูมิ ไว้ที่ $150 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อครบ 2 ชั่วโมง แล้ว นำออกจากตุ้บปล่อยให้เย็น

2.6) การทำไตเตรชัน

เทสารละลายออกจากหลอดแก้วลงในขวดรูปชมพู่ ใช้น้ำกลั่นฉีดกลั่นฉีดล้างสารละลายในหลอดแก้วให้หมด แล้วเทรวมลงในขวดรูปชมพู่ เติมเฟอโรอินอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด แล้วไตเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานมาตรฐาน FAS สีของสารละลายจะค่อย ๆ เปลี่ยนจากเหลืองเป็นสีเขียวอมเหลืองเปลี่ยนจากสีเขียวอมเหลืองเป็นสีฟ้าเปลี่ยนจากสีฟ้าเป็นสีน้ำตาลแดง ซึ่งแสดงว่าถึงจุดยุติจุดปริมาณ FAS

2.7) การคำนวณ (มันลิน ตันซูลเวศม์, 2546)

$$\text{ซีไอดี, mg O}_2/\text{l} = \frac{(A-B) \times N \times 8000}{V}$$

เมื่อ A = ปริมาตร FAS ที่ใช้ในการไตเตรตแบลงค์, ml
 B = ปริมาตร FAS ที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง, ml
 N = ความเข้มข้นของ FAS เป็น N
 V = ปริมาตรน้ำตัวอย่าง, ml

3) แจกให้นิสิตทำการทดลอง 3 ชุดต่อ 1 ตัวอย่าง

4) ให้ข้อเสนอแนะ ตอบคำถามนิสิตขณะทำการทดลอง ควบคุม กำกับ และดูแลการปฏิบัติการให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความปลอดภัย

หลังนิสิตทำการทดลอง

1) นัดหมายให้นิสิตส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ โดยใช้เวลา 1 สัปดาห์ ส่งตรงตระกร้าหน้าห้องปฏิบัติการในวันที่มาเรียนบทปฏิบัติการในครั้งต่อไป

2) รับผิดชอบวัสดุ

3) จัดเก็บวัสดุและสารเคมี

4) ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ ปิดระบบไฟและระบบโสตทัศนูปกรณ์

5) ปิดห้องปฏิบัติการ

4.6 บทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil)

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้บัณฑิตได้ศึกษา มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถวิเคราะห์หาไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil) ในตัวอย่างน้ำ โดยใช้วิธีสกัดด้วยกรวยแยก (Partition gravimetric) ได้ ซึ่งวิธีนี้เหมาะสำหรับน้ำธรรมชาติ น้ำใส และน้ำผ่านการบำบัดแล้ว ซึ่งมีปริมาณไขมันและน้ำมันต่ำ (น้อยกว่า 1 mg/l)

ก่อนนิสิตทำการทดลอง

1) จัดเตรียมครุภัณฑ์

- 1.1) เครื่องอังน้ำ (Water bath) จำนวน 2 เครื่อง ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม
- 1.2) ตู้อบ (Hot air oven) จำนวน 2 ตู้ ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม
- 1.3) เครื่องชั่ง (Scales) 4 ตำแหน่ง จำนวน 2 เครื่อง ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม
- 1.4) โถทำแห้ง (Desiccator) จำนวน 2 ตู้ ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม
- 1.5) เครื่องวัดค่าความเป็นกรดต่าง (pH meter) จำนวน 1 เครื่อง/กลุ่ม



(1) เครื่องอังน้ำ (Water bath)



(2) ตู้อบ (Hot air oven)



(3) เครื่องชั่ง (Scales)



(4) โถทำแห้ง (Desiccator)



(5) เครื่อง pH meter

ภาพ 16 แสดงครุภัณฑ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil)

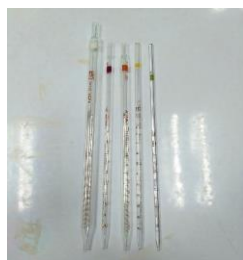
ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

2) จัดเตรียมวัสดุ

- 2.1) ถ้วยระเหย (Evaporating Disc) จำนวน 3 ใบ/กลุ่ม
- 2.2) กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 250 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.3) กระดาษกรอง (Filter paper) ขนาด 11 เซนติเมตร เบอร์ 40 จำนวน 3 แผ่น/กลุ่ม
- 2.4) กรวยกรอง (Funnel) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.5) ปิเปต (Pipette) ขนาด 10 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.6) ลูกยางแดง (Syringe Ball) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.7) ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 500 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.8) กรวยแยก (separatory funnel) ขนาด 500 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม



(1) ถ้วยระเหย (Evaporating Disc) (2) กระบอกตวง (Cylinder) (3) กระดาษกรอง (Filter paper)



(4) กรวยกรอง (Funnel)

(5) ปิเปต (Pipette)

(6) ลูกยางแดง (Syringe Ball)



(7) ปีกเกอร์ (Beaker)

(8) กรวยแยก (separatory funnel)

ภาพที่ 17 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง ไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil)

ที่มา: จีราพร ขำจันทร์, 2564

3) จัดเตรียมสารเคมี

ปริมาณสารเคมีที่ต้องเตรียม ต้องเตรียมให้เหมาะสมกับปริมาณที่นิสิตต้องใช้ ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง โดยดูจากจำนวนนิสิตหรือจำนวนกลุ่มในปีการศึกษานั้น และต้องเขียนฉลากติดขวดสารละลายที่เตรียมแล้วให้ชัดเจน โดยการเตรียมสารละลายบทปฏิบัติการนี้ (มันลิน ดัชนีอุตสาหกรรม, 2546) มีรายละเอียดดังนี้

3.1) กรดซัลฟูริกเข้มข้น (Conc. H₂SO₄) ประมาณ 2 ml/กลุ่ม (ใช้ปรับตัวอย่างน้ำ ให้ pH < 2 ดังนั้น ปริมาณขึ้นอยู่กับค่า pH ของน้ำตัวอย่างก่อนปรับ)

3.2) เฮกเซน (n-Hexane) หรือฟร็อน ปริมาณ 135 ml/กลุ่ม

3.3) โซเดียมซัลเฟต ปราศจากน้ำ (Sodium Sulfate Anhydrous) ปริมาณ 5 g/กลุ่ม

4) นำวัสดุที่เตรียมไว้ ใส่ในตะกร้าเป็นกลุ่ม ๆ ส่วนสารละลายเก็บไว้ในตู้เก็บสารเคมี และเมื่อเตรียมวัสดุและสารเรียบร้อยแล้ว ประธานอาจารย์ผู้สอนให้มาตรวจเช็คความเรียบร้อยอีกครั้ง

5) เปิดห้องปฏิบัติการ เปิดระบบไฟและระบบโสตทัศนอุปกรณ์

6) เตรียมภาชนะใส่ของเสีย

7) ให้บริการเบิก ยืมครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี

8) เตรียมตัวอย่างน้ำ ประมาณ 1 l ต่อหนึ่งกลุ่ม โดยมอบหมายให้ตัวแทนกลุ่มของนิสิต ไปเก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณสระตรงข้ามตึกคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ หรือจากแหล่งน้ำอื่น อาจารย์ผู้สอนจะเป็นผู้กำหนด จะแจ้งนิสิตก่อนวันทำการทดลอง แล้วนำตัวอย่างน้ำไว้หน้าห้องเรียนก่อนทำการทดลอง

ระหว่างนิสิตทำการทดลอง

1) เช็คชื่อนิสิตและตรวจการเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab)

2) อธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์หาไขมันและน้ำมัน (Grease and Oil) ในตัวอย่างน้ำ (มันลิน ดัชนีอุตสาหกรรม, 2546) ดังนี้

2.1) นำถ้วยระเหย (Evaporating Disc) ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103–105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง (Desiccator)

2.2) นำถ้วยระเหยมาชั่งน้ำหนัก สมมุติมีน้ำหนัก A g

2.3) เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้นลงในน้ำตัวอย่าง จนที่เอชน้อยกว่า 2

2.4) ตวงน้ำตัวอย่าง 250 ml แล้วเทใส่ในกรวยแยก

2.5) เติมหอกเซน 15 ml แล้วเขย่าอย่างแรง 2 นาที ตั้งทิ้งไว้ สารผสมจะแยกชั้น ชั้นเฮกเซน จะอยู่ส่วนบน ส่วนน้ำจะอยู่ส่วนกลาง

- 2.6) ถ่ายชั้นน้ำตัวอย่างไว้ในบีกเกอร์เดิม เพื่อนำมาสกัดอีกครั้ง
- 2.7) ถ่ายชั้นของเฮกเซนซึ่งมีไขมันและน้ำมันละลายอยู่ ผ่านกรวยกรองที่มีโซเดียมซัลเฟต บนกระดาษกรองลงในถ้วยระเหย ซึ่งได้ทำให้แห้งและมีน้ำหนักคงที่และได้ชั่งน้ำหนักไว้แล้วสมมติเป็น A g
- 2.8) ทำการสกัดซ้ำด้วยวิธีเดียวกันนี้อีกหลาย ๆ ครั้ง จนกระทั่งไขมันและน้ำมันถูกสกัดออกจากตัวอย่างหมด
- 2.9) นำถ้วยระเหยซึ่งมีเฮกเซนและไขมันและน้ำมันละลายอยู่ ไประเหยเอาเฮกเซนออกบนเครื่องอังน้ำที่อุณหภูมิ 70°C จนแห้งปราศจากความชื้น
- 2.10) ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง ประมาณ 30 นาที แล้วชั่งน้ำหนักสมมติเป็น B g
- 2.11) การคำนวณ (มันลิน ตันซูลเวคัม, 2546)

$$\text{ไขมันและน้ำมัน (ml/l)} = \frac{(B - A) \times 106}{C}$$

- เมื่อ A = น้ำหนักของถ้วยระเหยก่อนการทดลอง (g)
 B = น้ำหนักของถ้วยระเหยหลังการทดลอง (g)
 C = ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (ml)

- 3) แจกให้นิสิตทำการทดลอง 3 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง
- 4) ให้ข้อเสนอแนะ ตอบคำถามนิสิตขณะทำการทดลอง ควบคุม กำกับ และดูแลการปฏิบัติการให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความปลอดภัย

หลังนิสิตทำการทดลอง

- 1) นัดหมายให้นิสิตส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ โดยใช้เวลา 1 สัปดาห์ ส่งตรงตระกร้าหน้าห้องปฏิบัติการในวันที่มาเรียนบทปฏิบัติการในครั้งต่อไป
- 2) รับคืนวัสดุ
- 3) จัดเก็บวัสดุและสารเคมี
- 4) ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ ปิดระบบไฟและระบบโสตทัศนูปกรณ์
- 5) ปิดห้องปฏิบัติการ

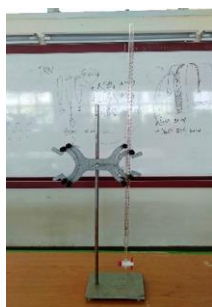
4.7 บทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง ความกระด้าง (Hardness)

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้บัณฑิตได้ศึกษา มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถวิเคราะห์หาความกระด้าง (Hardness) ในตัวอย่างน้ำ โดยใช้วิธีการไตเตรตด้วยอีดีทีเอ (EDTA Trimeric Method) ได้

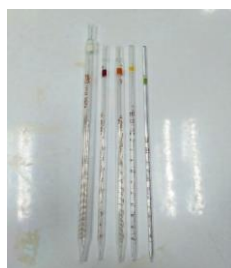
ก่อนนินิตทำการทดลอง

1) จัดเตรียมวัสดุ

- 1.1) บิวเรต (Burette) ขนาด 50 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 1.2) กระจกตวง (Cylinder) ขนาด 100 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 1.3) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 ml จำนวน 3 อัน/กลุ่ม
- 1.4) ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml จำนวน 2 อัน/กลุ่ม
- 1.5) ปิเปต (Pipette) ขนาด 1 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 1.6) ลูกยางแดง (Syringe Ball) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม



(1) บิวเรต (Burette) (2) กระจกตวง (Cylinder) (3) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)



(4) ปีกเกอร์ (Beaker) (5) ปิเปต (Pipette) (6) ลูกยางแดง (Syringe Ball)

ภาพ 18 แสดงวัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่อง ความกระด้าง (Hardness)

ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

2) จัดเตรียมสารเคมี

ปริมาณสารเคมีที่ต้องเตรียม ต้องเตรียมให้เหมาะสมกับปริมาณที่นิสิตต้องใช้ ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง โดยดูจากจำนวนนิสิตหรือจำนวนกลุ่มในปีการศึกษานั้น และต้องเขียนฉลากติดขวดสารละลายที่เตรียมแล้วให้ชัดเจน และการเตรียมสารละลายในบทปฏิบัติการนี้ (มันลิน ตันกุลเวคม์, 2546) มีรายละเอียดดังนี้

2.1) สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer Solution) ปริมาณ 250 ml

สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ (Ammonium Chloride, NH_4Cl) 16.9 g ในสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH , Conc) 143 ml เติมน้ำกลั่น 1.25 g จากนั้นจึงทำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 250 ml ด้วยน้ำกลั่น

2.2) อีริโอโครมแบลคทีอินดิเคเตอร์ (Eriochrome Black T Indicator) ปริมาณ 100 ml

ผสม Eriochrome Black T 0.5 g กับไฮดรอกซีลามีโนไฮโดรคลอไรด์ 4.5 g แล้วละลายทั้งสองในเอทานอล 95% 100 ml

2.3) สารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.01 M ปริมาณ 1 l

สารละลายผงอีดีทีเอไดโซเดียมซอลท์ (EDTA Disodium Salt) 3.723 g ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 1 l

2.4) สารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนต

ซึ่งแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ซึ่งได้อบแห้งแล้วจำนวน 1 g ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 ml วางกรวยไว้ที่คอขวดค่อย ๆ เติมกรดไฮโดรคลอริก 50% ทีละน้อยจนกระทั่งแคลเซียมคาร์บอเนตละลายหมด เติมน้ำกลั่น 200 ml ต้มให้เดือดประมาณ 5 นาที เพื่อให้คาร์บอเนตไดออกไซด์ที่เห็น เติมนีลเรดอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ปรับให้เป็นสีส้มกลาง ๆ ด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 3 N หรือกรดไฮโดรคลอริก 50% ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 l เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 l

3) เทียบความเข้มข้นที่แน่นอน (Standardize) สารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.01 M

3.1) ปิเปตสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนตมา 25 ml

3.2) เติมน้ำกลั่นให้เป็น 50 ml แล้วทำเหมือนวิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

3.3) ถ้าสารละลายอีดีทีเอ 1.00 ml = แคลเซียมคาร์บอเนต 1 mg จะใช้อีดีทีเอ

25 ml

3.4) เก็บสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอที่เตรียมในขวดโพลีเอทิลีนหรือขวดแก้วบอโรซิลิเกต

4) นำวัสดุที่เตรียมไว้ใส่ในตะกร้าเป็นกลุ่ม ๆ ส่วนสารละลายเก็บไว้ในตู้เก็บสารเคมี และเมื่อเตรียมวัสดุและสารเรียบร้อยแล้ว ประสานอาจารย์ผู้สอนให้มาตรวจเช็คความเรียบร้อยอีกครั้ง

5) เปิดห้องปฏิบัติการ เปิดระบบไฟและระบบไฮดรอลิก

6) เตรียมภาชนะใส่ของเสีย

7) ให้บริการเบิก ยืมครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี

8) เตรียมตัวอย่างน้ำ ประมาณ 200 ml ต่อหนึ่งกลุ่ม โดยมอบหมายให้ตัวแทนกลุ่มของนิสิตไปเก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณสระตรงข้ามตึกคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ หรือจากแหล่งน้ำอื่น อาจารย์ผู้สอนจะเป็นผู้กำหนด จะแจ้งนิสิตก่อนวันทำการทดลอง แล้วนำตัวอย่างน้ำไว้หน้าห้องเรียนก่อนทำการทดลอง

ระหว่างนิสิตทำการทดลอง

1) เช็คชื่อนิสิตและตรวจการเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab)

2) อธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์หาความกระด้าง (Hardness) ในตัวอย่างน้ำ (มันลิน ตันฑุลเวศม์, 2546) ดังนี้

2.1) ตวงตัวอย่างน้ำ 50 ml เทใส่ในขวดรูปชมพู่

2.2) เติมสารละลายบัฟเฟอร์ลงไป 1 ml

2.3) เติมสารละลาย Eriochrome Black T ลงไป 1-2 หยด

2.4) ไตเตรตน้ำตัวอย่างด้วยสารละลายมาตรฐาน EDTA จนกระทั่งสารละลายสีม่วงแดงเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

2.5) จดปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน EDTA ที่ใช้ไปในการไตเตรต

2.6) การคำนวณ

$$\text{ความกระด้าง (mg/l ในรูป CaCO}_3\text{)} = \frac{A \times B \times 1,000}{V}$$

เมื่อ A = ปริมาตรอีทีเอที่ใช้ในการไตเตรต (ml)

B = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน EDTA (M)

V = ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (ml)

- 3) แจงให้นิสิตทำการทดลอง 3 ข้อต่อ 1 ตัวอย่าง
- 4) ให้ข้อเสนอแนะ ตอบคำถามนิสิตขณะทำการทดลอง ควบคุม กำกับ และดูแลการปฏิบัติการ ให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความปลอดภัย

หลังนิสิตทำการทดลอง

- 1) นัดหมายให้นิสิตส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ โดยใช้เวลา 1 สัปดาห์ ส่งตรงตระกร้าหน้าห้องปฏิบัติการในวันที่มาเรียนบทปฏิบัติการในครั้งต่อไป
- 2) รับผิดชอบวัสดุ
- 3) จัดเก็บวัสดุและสารเคมี
- 4) ตรวจเช็คความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ ปิดระบบไฟและระบบไฮดรอลิกอุปกรณ์
- 5) ปิดห้องปฏิบัติการ

4.8 บทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง การสร้างตะกอนด้วยวิธี Jar test

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ นิสิตศึกษาวิธีการสร้างตะกอนด้วยวิธี Jar test และมีความรู้ ความเข้าใจในวิธีการทำ Jar test

ก่อนนิสิตทำการทดลอง

- 1) จัดเตรียมครุภัณฑ์
 - 1.1) เครื่อง Jar test จำนวน 2 เครื่อง ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม
 - 1.2) เครื่องชั่ง (Scales) 4 ตำแหน่ง จำนวน 2 เครื่อง ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม
 - 1.3) เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (PH Meter) จำนวน 1 เครื่อง/กลุ่ม
 - 1.4) เครื่องวัดความขุ่น (Turbidity Meter) จำนวน 1 เครื่อง/กลุ่ม



(1) เครื่อง Jar test



(2) เครื่องชั่ง (Scales) 4 ตำแหน่ง



(3) PH Meter



(4) Turbidity Meter

ภาพที่ 19 ครุภัณฑ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง การสร้างตะกอนด้วยวิธี Jar test

ที่มา: จีราพร ขำจันทร์, 2564

2) จัดเตรียมวัสดุ

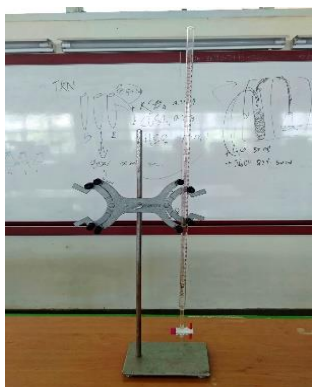
- 2.1) ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.2) ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 1,000 ml จำนวน 6 อัน/กลุ่ม
- 2.3) กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 1,000 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.4) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 250 ml จำนวน 6 อัน/กลุ่ม
- 2.5) บิวเรต (Burette) ขนาด 50 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.6) ปิเปต (Pipette) ขนาด 10 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.7) ลูกยางแดง (Syringe Ball) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

2.8) ไม้บรรทัด จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

2.9) นาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 อัน/กลุ่ม



(1) บีกเกอร์ (Beaker) (2) กระบอกตวง (Cylinder) (3) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask)



(4) บิวเรต (Burette) (5) ปิเปต (Pipette) (6) ลูกยางแดง (Syringe Ball)

ภาพที่ 20 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง การสร้างตะกอนด้วยวิธี Jar test

ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

3) จัดเตรียมสารเคมี

ปริมาณสารเคมีที่ต้องเตรียม ต้องเตรียมให้เหมาะสมกับปริมาณที่นิสิตต้องใช้ ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง โดยดูจากจำนวนนิสิตหรือจำนวนกลุ่ม ในปีการศึกษานั้น และต้องเขียนฉลากติดขวดสารละลายที่เตรียมแล้วให้ชัดเจน การเตรียมสารละลายในบทปฏิบัติการนี้ (บริษัท บางกอกวอเตอร์เทค จำกัด, 2559) มีรายละเอียดดังนี้

3.1) Methyl orange indicator ปริมาณ 500 ml

ละลาย Methyl orange 0.25 g ในน้ำกลั่น 500 ml

3.2) สารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 1 N ปริมาณ 1 l

นำกรด H_2SO_4 เข้มข้น มา 28 ml เจือจางให้ได้ 1 l ด้วยน้ำกลั่น

3.3) สารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 0.02 N ปริมาณ 1 l

นำสารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 1 N มา 20 ml เจือจางให้ได้ 1 l ด้วยน้ำกลั่น

3.4) สารละลายสารส้ม ความเข้มข้น 1 mg/l ปริมาณ 1 l

ชั่งสารส้ม 1 g ละลายในน้ำกลั่น 900 ml แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 l

4) นำวัสดุที่เตรียมไว้ ใส่ในตะกร้าเป็นกลุ่ม ๆ ส่วนสารละลายเก็บไว้ในตู้เก็บสารเคมี และเมื่อเตรียมวัสดุและสารเรียบร้อยแล้ว ประสานอาจารย์ผู้สอนให้มาตรวจเช็คความเรียบร้อยอีกครั้ง

5) เปิดห้องปฏิบัติการ เปิดระบบไฟและระบบโสตทัศนูปกรณ์

6) เตรียมภาชนะใสของเสีย

7) ให้บริการเบิก ยืมครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี

8) เตรียมตัวอย่างน้ำ ประมาณ 7 l ต่อหนึ่งกลุ่ม โดยมอบหมายให้ตัวแทนกลุ่มของนิสิตไปเก็บตัวอย่างน้ำจากจากแหล่งน้ำที่อาจารย์ผู้สอนกำหนด จะแจ้งนิสิตก่อนวันทำการทดลอง แล้วนำตัวอย่างน้ำไว้หน้าห้องเรียนก่อนทำการทดลอง

ระหว่างนิสิตทำการทดลอง

1) เช็คชื่อนิสิตและตรวจการเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab)

2) อธิบายขั้นตอนการสร้างตะกอนด้วยวิธี Jar test (บริษัท บางกอกวอเตอร์เทค จำกัด, 2559) ดังนี้

2.1) วัดอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดต่างของตัวอย่างน้ำ วิเคราะห์หาความขุ่นแล้วบันทึกผล

2.2) วิเคราะห์ความเป็นด่าง (Alkalinity) ของตัวอย่างน้ำก่อนและหลังทำ Jar test ดังนี้

- ตวงตัวอย่างน้ำปริมาณ 50 ml ใส่ในขวดรูปชมพู่
- เติม Methyl orange indicator 2-3 หยด
- ไทเตรตด้วย 0.02 N H₂SO₄ อ่านค่าระดับและบันทึก H₂SO₄ ที่ใช้ไป
- สูตรการคำนวณ

$$\text{ค่าความเป็นด่าง (mg/L CaCO}_3) = \frac{A \times B \times 50,000}{V}$$

เมื่อ A = ปริมาตรของสารละลายกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไทเตรต (ml)

B = ความเข้มข้นของสารละลายกรดซัลฟูริก (นอร์มอล)

V = ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (ml)

2.3) ตวงน้ำตัวอย่าง 1,000 ml ใส่ในบีกเกอร์ จำนวน 6 อัน นำน้ำตัวอย่างแต่ละบีกเกอร์ ไปวางบนเครื่อง Jar test

2.4) ในทดลองในส่วนที่ 1 ตั้งเวลา 2 นาทีแรก เลือกความเร็วรอบที่ใช้ในการกวนเร็วที่ 110 rpm และนาทีที่ 3-10 นาที ให้เลือกความเร็วในการกวนช้าที่ 40 rpm แล้วตั้งตัวอย่างทิ้งให้ตกตะกอน 20 นาที เมื่อครบเวลาให้ตกตะกอนเรียบร้อยแล้ว สังเกต และบันทึกผลของการตกตะกอนที่เกิดขึ้น วัด และบันทึกกระดပ်น้ำ ความหนาของชั้นตะกอน รินน้ำส่วนใสออกช้า ๆ ระวังอย่าให้ตะกอนแตกตัว ในส่วนใสและส่วนตะกอนไปวัดความขุ่น อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดต่าง และไทเตรตหาค่าความต่าง บันทึกค่าที่ได้

2.5) ทำการทดลองในส่วนที่ 2 ให้ปรับค่าความเป็นกรดต่างของน้ำดิบระหว่าง 4.5-9.5 (กลุ่มละหนึ่งค่า pH) แล้วทำการทดลองด้วยการเติมสารละลายสารส้ม 10 mg/l ก่อนการกวนทำความเร็ว 100 rpm เป็นเวลา 1 นาที ตามด้วยการกวนช้า 30 rpm 3 นาที ทิ้งน้ำให้ตกตะกอน เป็นเวลา 20 นาที เมื่อครบเวลา ให้สังเกตและบรรยายลักษณะตะกอนที่เกิดขึ้น และนำน้ำแต่ละส่วนไปวัดความขุ่น บันทึกผล

3) ให้ข้อเสนอแนะ ตอบคำถามนิสิตขณะทำการทดลอง ควบคุม กำกับ และดูแลการปฏิบัติการ ให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความปลอดภัย

หลังนิสิตทำการทดลอง

1) นัดหมายให้นิสิตส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ โดยให้เวลา 1 สัปดาห์ ส่งตรงตะกร้าหน้าห้องปฏิบัติการในวันที่มาเรียนบทปฏิบัติการในครั้งต่อไป

- 2) รับผิดชอบครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี
- 3) จัดเก็บครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี
- 4) ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ ปิดระบบไฟและระบบไฮดรอลิก
- 5) ปิดห้องปฏิบัติการ

4.9 บทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง การตรวจหาค่าการตกตะกอน SV30

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้บัณฑิตศึกษา มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถตรวจหาค่าการตกตะกอน SV30 ได้

ก่อนนิสิตทำการทดลอง

- 1) จัดเตรียมวัสดุ
 - 1.1) ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 1,000 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
 - 1.2) Imhoff Cone ขนาด 1,000 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
 - 1.3) นาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
 - 1.4) กระจกตวง (Cylinder) ขนาด 1,000 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม



(1) ปีกเกอร์ (Beaker) (2) Imhoff Cone (3) นาฬิกาจับเวลา (4) กระจกตวง (Cylinder)

ภาพที่ 21 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง การตรวจหาค่าการตกตะกอน SV30

ที่มา: จีราพร ขำจันทร์, 2564

- 2) นำวัสดุที่เตรียมไว้ ใส่ในตะกร้าเป็นกลุ่ม ๆ และเมื่อเตรียมวัสดุเรียบร้อยแล้ว ประสานอาจารย์ผู้สอนให้มาตรวจเช็คความเรียบร้อยอีกครั้ง

3) เปิดห้องปฏิบัติการ เปิดระบบไฟและระบบไฮดรอลิก

4) ให้บริการยืมวัสดุ

5) เตรียมตัวอย่าง sludge จากบ่อเติมอากาศ ประมาณ 1 ลิตรต่อหนึ่งกลุ่ม โดยมอบหมายให้ตัวแทนกลุ่มของนิสิตไปเก็บ sludge จากบ่อเติมอากาศที่อาจารย์ผู้สอนกำหนด จะแจ้งนิสิตก่อนวันทำการทดลอง แล้วนำตัวอย่าง sludge ใส่น้ำห้องเรียนก่อนทำการทดลอง

ระหว่างนิสิตทำการทดลอง

1) เช็ชื่อนิสิตและตรวจการเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab)

2) อธิบายขั้นตอนการตรวจหาค่าการตกตะกอน SV30 ดังนี้

2.1) ตวงตัวอย่าง sludge 1,000 ml ใส่ลงใน Imhoff Cone แล้วตั้งทิ้งไว้ 30 นาที

2.2) สังเกตการณ์ตกตะกอนและประเมินลักษณะการตกตะกอน บันทึกผลทุก 5 นาที จนครบ 30 นาที และแจ้งให้นิสิตทำการทดลอง 3 ชั้น

3) ให้ข้อเสนอแนะ ตอบคำถามนิสิตขณะทำการทดลอง ควบคุม กำกับ และดูแลการปฏิบัติการ ให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความปลอดภัย

หลังนิสิตทำการทดลอง

1) นัดหมายให้นิสิตส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ โดยใช้เวลา 1 สัปดาห์ ส่งตรงตงกร้าหน้าห้องปฏิบัติการในวันที่มาเรียนบทปฏิบัติการในครั้งต่อไป

2) รับผิดชอบวัสดุและจัดเก็บวัสดุ

3) ตรวจเช็คความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ ปิดระบบไฟและระบบไฮดรอลิก

4) ปิดห้องปฏิบัติการ

4.10 บทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง ไนเตรต-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen)

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ นิสิตมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen) ในตัวอย่างน้ำได้

ก่อนนิสิตทำการทดลอง

1) จัดเตรียมครุภัณฑ์

1.1) เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) จำนวน 2 เครื่อง ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม

1.2) เครื่องอ่างน้ำ (Water Bath) จำนวน 2 เครื่อง ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม



(1) Spectrophotometer



(2) Water Bath

ภาพที่ 22 ภาพครุภัณฑ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง ไนเตรต-ไนโตรเจน
(Nitrate-Nitrogen)

ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

2) จัดเตรียมวัสดุ

- 2.1) ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.2) ขวดบีบน้ำกั้่น (Wash Bottle) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.3) กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 50 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่มที่
- 2.4) ปิเปต (Pipette) ขนาด 5 และ 10 ml จำนวนขนาดละ 1 อัน/กลุ่ม
- 2.5) ลูกยางแดง (Syringe Ball) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.6) แท่งแก้วคนสาร จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.7) ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 10 ml จำนวน 7 อัน/กลุ่ม
- 2.8) หลอดทดลอง (Test Tube) ขนาด 25x150 mm จำนวน 11 อัน/กลุ่ม
- 2.9) วางหลอดทดลอง (Rack) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม



(1) ปีกเกอร์ (Beaker) (2) ขวดบีบน้ำก่ล่น (3) กระบอกดวง (Cylinder) (4) ปิปेत (Pipette)



(5) ลูกยางแดง (Syringe Ball) (6) แท่งแก้วคนสาร (7) ขวดวัดปริมาตร



(8) หลอดทดลอง (Test Tube) และ (9) ที่วางหลอดทดลอง (Rack)

ภาพที่ 23 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง ไนเตรต-ไนโตรเจน
(Nitrate-Nitrogen)

ที่มา: จีราพร ขำจันทร์, 2564

3) จัดเตรียมสารเคมี

ปริมาณสารเคมีที่ต้องเตรียม ต้องเตรียมให้เหมาะสมกับปริมาณที่นิสิตต้องใช้ ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง โดยดูจากจำนวนนิสิตหรือจำนวนกลุ่มในปีการศึกษานั้น และต้องเขียนฉลากติดขวดสารละลายที่เตรียมแล้วให้ชัดเจน การเตรียมสารละลายในบทปฏิบัติการนี้ (มันลิน ดัชนีจุลเวศม์, 2546) มีรายละเอียดดังนี้

3.1) สารละลายสต็อกไนเตรต (Stock Nitrate Solution) ปริมาณ 1 l

ละลายแอนไฮดรัสโปแตสเซียมไนเตรต (KNO_3) 0.7218 g ในน้ำกลั่น แล้วเจือจางให้เป็น 1 l

3.2) สารละลายมาตรฐานไนเตรต (Standard Nitrate Solution) ปริมาณ 500 ml

นำสารละลายสต็อกไนเตรต 10 ml เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 500 ml

3.3) สารละลายบรูซีน-กรดซัลฟาโลนิก (Brucine-Sulfalonic Acid Solution) ปริมาณ 100 ml

ละลายบรูซีนซัลเฟต (Brucine Sulphate) 1 g และกรดซัลฟาโลนิก 0.1 g ในน้ำร้อน 70 ml เติมกรดเกลือ (Hydrochloric Acid Conc.) เข้มข้น 3 ml ทำให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบ 100 ml สารละลายนี้จะคงตัวอยู่ได้นานหลายเดือน ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้นจะไม่มีผลต่อการวิเคราะห์

3.4) สารละลายกรดซัลฟูริก (4+1) ปริมาณ 750 ml

ค่อย ๆ เทกรดซัลฟูริกเข้มข้น 500 ml ลงในน้ำกลั่น 125 ml ที่ให้เย็น ที่อุณหภูมิห้อง

3.5) สารละลายไซเตียมคลอไรด์ ปริมาณ 250 ml

ละลายไซเตียมคลอไรด์ 75 g ในน้ำกลั่นแล้วเติมให้ครบ 250 ml

4) นำวัสดุที่เตรียมไว้ ใส่ในตะกร้าเป็นกลุ่ม ๆ ส่วนสารละลายเก็บไว้ในตู้เก็บสารเคมี และเมื่อเตรียมวัสดุและสารเคมีเรียบร้อยแล้ว ประสานอาจารย์ผู้สอนให้มาตรวจเช็คความเรียบร้อยอีกครั้ง

5) เปิดห้องปฏิบัติการ เปิดระบบไฟและระบบโสตทัศนอุปกรณ์

6) เตรียมภาชนะใส่ของเสีย

7) ให้บริการเบิก ยืมครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี

8) เตรียมตัวอย่างน้ำ ประมาณ 100 ml ต่อหนึ่งกลุ่ม โดยมอบหมายให้ตัวแทนกลุ่มของนิสิตไปเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำที่อาจารย์ผู้สอนกำหนด จะแจ้งนิสิตก่อนวันทำการทดลอง แล้วนำตัวอย่างน้ำไว้หน้าห้องเรียนก่อนทำการทดลอง

ระหว่างนิสิตทำการทดลอง

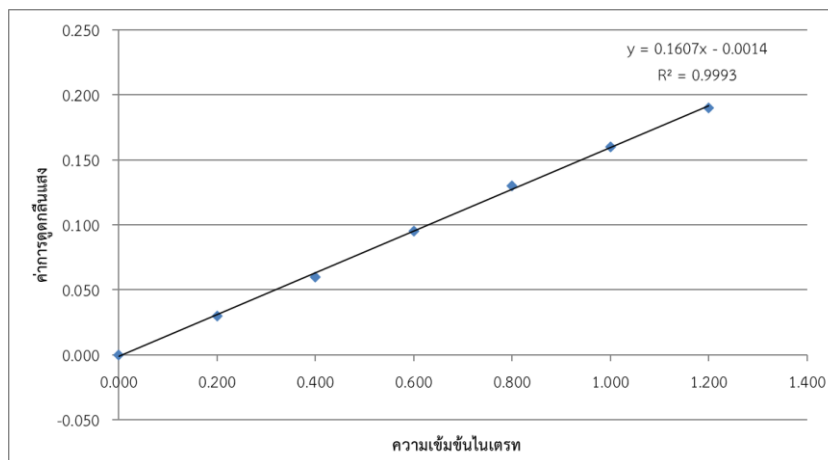
- 1) เช็คนิสิตและตรวจการเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab)
- 2) อธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณไนเตรต-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen) ในตัวอย่างน้ำ (มันลิน ดัชนีอุตสาหกรรม, 2546) ดังนี้

2.1) การสร้างกราฟมาตรฐาน

- วางหลอดทดลองในที่วางหลอดทดลอง
- ปิเปตสารละลายมาตรฐานไนเตรตความเข้มข้น 2 mg/l จำนวน 0, 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ml ใส่ในหลอดทดลองแต่ละหลอดที่จัดเตรียมไว้ แล้วเติมน้ำกลั่นให้แต่ละหลอดมีปริมาตรครบ 10 ml ซึ่งแต่ละหลอดมีความเข้มข้น 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 0.10 และ 1.2 mg/l ตามลำดับ แบลงค์ใช้น้ำกลั่น 10 ml โดยไม่เติมสารละลายมาตรฐานไนเตรต
- เติมสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 2 ml ใช้แท่งแก้วคนในหลอดทดลองให้เข้ากันอย่างดี
- เติมกรดซัลฟูริก (4+1) จำนวน 10 ml คนให้ทั่ว นำหลอดทดลองที่ร้อนไปแช่น้ำให้หายร้อน
- เมื่อเย็นแล้วเติมสารละลายบรูซอิน-กรดซัลฟาโลนิก 0.5 ml คนให้เข้ากัน นำหลอดไปใส่ในเครื่องอ่านน้ำซึ่งมีอุณหภูมิ เป็นเวลา 20 นาที
- นำหลอดทดลองทั้งหมดมาแช่ในอ่างน้ำเย็น ทิ้งไว้จนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง นำไปวัด Absorbance ที่ความยาวคลื่น 410 nm พล็อตกราฟระหว่างความเข้มข้นเป็น mg/l กับ Absorbance

2.2) วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

- ปิเปตตัวอย่างน้ำ 10 ml ใส่ลงในหลอดทดลอง
- แล้วทำตามขั้นตอนเหมือนทำการกราฟมาตรฐาน
- วัด Absorbance นำมาอ่านค่าความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน



เมื่อ แกน Y คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ (Absorbance)
 แกน X คือ ความเข้มข้นของไนเตรทที่ตรวจวัดได้ หน่วยเป็น mg/l (NO_3^- -N)

ภาพที่ 24 ตัวอย่างกราฟมาตรฐานไนเตรท

ที่มา: จีราพร ขำจันทร์, 2564

3. แจ้งให้นิสิตทำการทดลอง 3 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง
4. ให้ข้อเสนอแนะ ตอบคำถามนิสิตขณะทำการทดลอง ควบคุม กำกับ และดูแลการปฏิบัติการให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความปลอดภัย

หลังนิสิตทำการทดลอง

- 1) นัดหมายให้นิสิตส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ โดยใช้เวลา 1 สัปดาห์ ส่งตรงตระกร้าหน้าห้องปฏิบัติการในวันที่มาเรียนบทปฏิบัติการในครั้งต่อไป
- 2) รับผิดชอบวัสดุ และสารเคมี และจัดเก็บให้เข้าที่
- 3) ปิดระบบไฟ ระบบโสตทัศนอุปกรณ์ ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อย และปิดห้องปฏิบัติการ

4.11 บทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง ไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen)

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้บัณฑิตมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen) ในตัวอย่างน้ำได้

ก่อนนิสิตทำการทดลอง

1) จัดเตรียมครุภัณฑ์

1.1) เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) จำนวน 2 เครื่อง ใช้ร่วมกัน
ทุกกลุ่ม



เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

ภาพที่ 25 ครุภัณฑ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง ไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen)

ที่มา: จีราพร ขำจันทร์, 2564

2) จัดเตรียมวัสดุ

- 2.1) บีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.2) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 ml จำนวน 11 ขวด/กลุ่ม
- 2.3) ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 50 ml จำนวน 7 อัน/กลุ่ม
- 2.4) กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 50 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.5) ขวดบีบน้ำกัลัน (Wash Bottle) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.6) ปิเปต (Pipette) ขนาด 5 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.7) ปิเปต (Pipette) ขนาด 10 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.8) ลูกยางแดง (Syringe Ball) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.9) แท่งแก้วคนสาร จำนวน 1 อัน/กลุ่ม



(1) บีกเกอร์



(2) ขวดรูปชมพู่



(3) ขวดวัดปริมาตร



(4) กระจกตวง



(5) ขวดบีบน้ำกลั่น



(6), (7) ปิเปต



(8) ลูกยางแดง



(9) แท่งแก้วคนสาร

ภาพที่ 26 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง ไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen)

ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

3) จัดเตรียมสารเคมี

ปริมาณสารเคมีที่ต้องเตรียม ต้องเตรียมให้เหมาะสมกับปริมาณที่นิสิตต้องใช้ ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง โดยดูจากจำนวนนิสิตหรือจำนวนกลุ่ม ในปีการศึกษานั้น และต้องเขียนฉลากติดขวดสารละลายที่เตรียมแล้วให้ชัดเจน การเตรียมสารละลายในบทปฏิบัติการนี้ (มันสิน ตันกุลเวศม์, 2546) มีรายละเอียดดังนี้

3.1) สารละลาย Sulfanilamide Reagent ปริมาณ 500 ml

เติมกรดไฮโดรคลอริก 50 ml ลงในน้ำกลั่น 300 ml แล้วละลายซัลฟานิลาไมด์ 5 g ลงในของผสมนี้เติมน้ำกลั่นให้ครบ 500 ml

3.2) สารละลายเอ็นอีดีดีไฮโดรคลอไรด์ (N-(1-Naphyl)-Ethylenediamine Dihydrochloride) ปริมาณ 500 ml

นำละลาย 500 mg N-(1-Naphyl)-Ethylenediamine Dihydrochloride ใน 500 ml ของน้ำกลั่นที่ปราศจากไนไตรท์ เก็บในขวดสีชา ควรเปลี่ยนภายใน 1 เดือนหรือทันที เมื่อสารละลาย เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแก่

3.3) สารละลายมาตรฐานไนไตรท์ (Nitrite Standard Solution) เข้มข้น 200 mg-N/L ปริมาณ 500 ml

โซเดียมไนไตรท์ (NaNO_2) ที่อบแห้ง 110 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง 0.496 g เติมน้ำกลั่นและเจือจางให้ได้อปริมาตร 500 ml เก็บรักษาด้วย 2 ml Chloroform ต่อ l

3.4) สารละลายมาตรฐานไนไตรท์ (Nitrite Standard Solution) เข้มข้น 1 mg-N/L ปริมาณ 500 ml

ปิเปตสายละลายมาตรฐานไนไตรท์ เข้มข้น 200 mg-N/L จำนวน 2.5 ml และเจือจาง ให้ได้อปริมาตร 500 ml

4) นำวัสดุที่เตรียมไว้ ใส่ในตะกร้าเป็นกลุ่ม ๆ ส่วนสารละลายเก็บไว้ในตู้เก็บสารเคมี และเมื่อเตรียมวัสดุและสารเคมีเรียบร้อยแล้ว ประสานอาจารย์ผู้สอนให้มาตรวจเช็คความเรียบร้อยอีกครั้ง

5) เปิดห้องปฏิบัติการ เปิดระบบไฟ และระบบสกัดที่สูญปรกรณ์

6) เตรียมภาชนะใส่ของเสีย

7) ให้บริการเปกยืม ครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี

8) เตรียมตัวอย่างน้ำ ประมาณ 200 ml ต่อหนึ่งกลุ่ม โดยมอบหมายให้ตัวแทนกลุ่มของนิสิตไปเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำที่อาจารย์ผู้สอนกำหนด จะแจ้งนิสิตก่อนวันทำการทดลอง แล้วนำตัวอย่างน้ำไว้หน้าห้องเรียนก่อนทำการทดลอง

ระหว่างนิสิตทำการทดลอง

1) เช็คชื่อนิสิตและตรวจการเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab)

2) อธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen) ในตัวอย่างน้ำ (มันลิน ตันฑุลเวศม์, 2546) ดังนี้

2.1) การสร้างกราฟมาตรฐาน

- ปิเปตสารละลายมาตรฐานไนไตรท์ (Nitrite Standard Solution) เข้มข้น 1 mg-N/L ใส่ลงในขวดปรับปริมาตร 50 ml ปริมาตร ดังนี้ 0, 1, 2, 4, 5 และ 6 mg/l จากนั้นเติมน้ำกลั่นให้ครบ 50 ml ก็จะได้สารละลายมาตรฐานไนไตรท์เข้มข้น 0.000, 0.020, 0.040, 0.080, 0.100 และ 0.120 mg-N/L ตามลำดับ

- เติมน้ำละลาย Sulfanilamide 1 ml เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 2 นาที

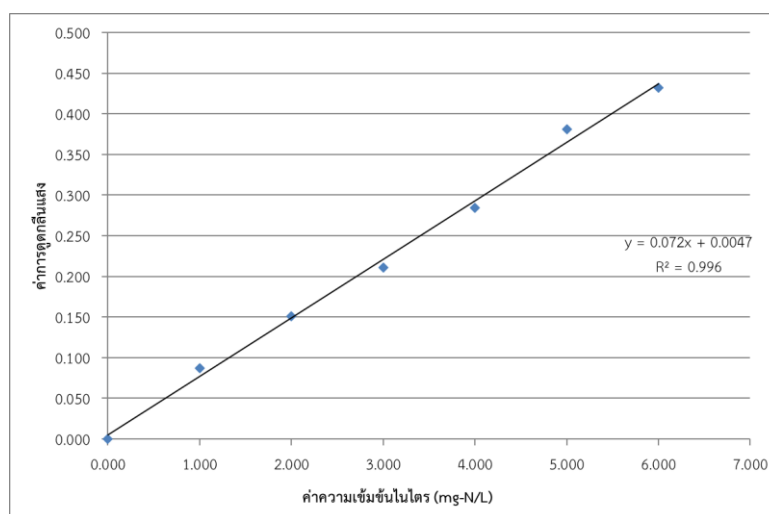
- เติมน้ำละลายเอ็นอีดีไอไฮโดรคลอไรด์ 1 ml เขย่าให้เข้ากัน ผสมให้เข้ากัน

เพื่อทำให้เกิดสี

- รอประมาณ 20 นาที (ไม่เกิน 2 ชั่วโมง) ก็นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง โดยใช้ Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 540 nm

2.2) วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

- ตวงตัวอย่างน้ำ 50 ml ใส่ลงในขวดรูปชมพู่
- แล้วทำตามขั้นตอนเหมือนทำการกราฟมาตรฐาน
- วัด Absorbance นำมาอ่านค่าความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน



เมื่อ แกน Y คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ (Absorbance)
 แกน X คือ ความเข้มข้นของไนโตรที่ตรวจวัดได้ หน่วยเป็น mg-N/L

ภาพที่ 27 ตัวอย่างกราฟมาตรฐานไนโตร

ที่มา: จีราพร ขำจันทร์, 2564

- 3) แจงให้นิสิตทำการทดลอง 3 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง
- 4) ให้ข้อเสนอแนะ ตอบคำถามนิสิตขณะทำการทดลอง ควบคุม กำกับ และดูแลการปฏิบัติการ ให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความปลอดภัย

หลังนิสิตทำการทดลอง

- 1) นัดหมายให้นิสิตส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ โดยให้เวลา 1 สัปดาห์ ส่งตรงตะกร้าหน้าห้องปฏิบัติการในวันที่มาเรียนบทปฏิบัติการในครั้งต่อไป
- 2) รับคืนครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี

- 3) จัดเก็บครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี
- 4) ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ ปิดระบบไฟและระบบโสตทัศนูปกรณ์
- 5) ปิดห้องปฏิบัติการ

4.12 บทปฏิบัติการที่ 12 เรื่อง ฟอสเฟต (Phosphate)

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้บัณฑิตมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟต (Phosphate) ในตัวอย่างน้ำ โดยวิธีกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid Method) ได้

ก่อนนิสิตทำการทดลอง

1) จัดเตรียมครุภัณฑ์

- 1.1) เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) จำนวน 2 เครื่อง ใช้ร่วมกัน
ทุกกลุ่ม



เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

ภาพที่ 28 ครุภัณฑ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 12 เรื่อง ฟอสเฟต (Phosphate)

ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

2) จัดเตรียมวัสดุ

- 2.1) ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.2) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 125 ml จำนวน 11 ขวด/กลุ่ม
- 2.3) ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 50 ml จำนวน 7 อัน/กลุ่ม
- 2.4) กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 50 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

2.5 ขวดป้อนน้ำกลั่น (Wash Bottle) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

2.6 ปิเปต (Pipette) ขนาด 5 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

2.7 ปิเปต (Pipette) ขนาด 10 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

2.8 ลูกยางแดง (Syringe Ball) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

2.9 แท่งแก้วคนสาร จำนวน 1 อัน/กลุ่ม



(1) ปีกเกอร์



(2) ขวดรูปชมพู่



(3) ขวดวัดปริมาตร



(4) กระบอกตวง



(5) ขวดป้อนน้ำกลั่น



(6), (7) ปิเปต



(8) ลูกยางแดง



(9) แท่งแก้วคนสาร

ภาพที่ 29 วัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 12 เรื่อง ฟอสเฟต (Phosphate)

ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

3) จัดเตรียมสารเคมี

ปริมาณสารเคมีที่ต้องเตรียม ต้องเตรียมให้เหมาะสมกับปริมาณที่ผลิตต้องใช้ ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง โดยดูจากจำนวนนิลิตหรือจำนวนกลุ่ม ในปีการศึกษานั้น และต้องเขียนฉลากติดขวดสารละลายที่เตรียมแล้วให้ชัดเจน การเตรียมสารละลายในบทปฏิบัติการนี้ (มันสิน ตันกุลเวศม์, 2546) มีรายละเอียดดังนี้

3.1) สารละลายกรดซัลฟูริก 5 N ปริมาณ 500 ml

เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 70 ml ลงในน้ำกลั่นแล้วเติมน้ำกลั่นจนครบ 500 ml

3.2) สารละลายแอนติโมนิลโปแตสเซียมตาเตรด (Potassium Antimonyl Tartrate Solution) ปริมาณ 500 ml

ละลาย $K(SbO)C_4H_4O_6 \cdot 0.5H_2O$ 1.3715 g ในน้ำกลั่น 400 ml แล้วเจือจางเป็น 500 ml ในขวดวัดปริมาตรเก็บในขวดแก้ว

3.3) สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (Ammonium Molybdate Solution) ปริมาณ 500 ml

ละลาย $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ 20 g ในน้ำกลั่น 500 ml เก็บในขวดพลาสติกที่อุณหภูมิ 4 °C

3.4) สารละลายกรดแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid) 0.1 M ปริมาณ 100 ml

ละลายกรดแอสคอร์บิก 1.76 g ในน้ำกลั่น 100 ml สารละลายนี้จะคงตัวประมาณ 1 สัปดาห์ ถ้าเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 °C

3.5) สารละลายสต็อกฟอสเฟต ปริมาณ 1 l

ละลาย Anhydrous KH_2PO_4 219.5 mg ในน้ำกลั่นและเจือจางให้เป็น 1 l

3.6) สารละลายมาตรฐานฟอสเฟต

นำสารละลายสต็อกฟอสเฟตมา 50 ml เติมน้ำกลั่นจนได้ 1 l

4) นำวัสดุที่เตรียมไว้ใส่ในตะกร้าเป็นกลุ่ม ๆ สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต และสารละลายกรดแอสคอร์บิก เก็บไว้ในตู้เย็น 4 °C ส่วนสารละลายอื่น ๆ เก็บไว้ในตู้เก็บสารเคมี และเมื่อเตรียมวัสดุและสารเคมีเรียบร้อยแล้ว ประธานอาจารย์ผู้สอนให้มาตรวจเช็คความพร้อมเรียบร้อย อีกครั้ง

5) เปิดห้องปฏิบัติการ เปิดระบบไฟและระบบโสตทัศนูปกรณ์

6) เตรียมภาชนะใส่ของเสีย

7) ให้บริการเบิกยืม ครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี

8) เตรียมตัวอย่างน้ำ ประมาณ 200 ml ต่อหนึ่งกลุ่ม โดยมอบหมายให้ตัวแทนกลุ่มของนิสิตไปเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำที่อาจารย์ผู้สอนกำหนด จะแจ้งนิสิตก่อนวันทำการทดลอง แล้วนำตัวอย่างน้ำไว้หน้าห้องเรียนก่อนทำการทดลอง

ระหว่างนิสิตทำการทดลอง

1) เช็คชื่อนิสิตและตรวจการเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab)

2) อธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟต (Phosphate) ในตัวอย่างน้ำ
 ชัดเจน (มันลิน ตัณฑุลเวศม์, 2546) ดังนี้

2.1) ผสมน้ำยารวม (Combined Reagent)

ผสมน้ำยาเคมีที่กล่าวแล้วข้างบนในสัดส่วนสำหรับ 100 ml ดังนี้

- สารละลายกรดซัลฟูริก 5 N 50 ml
- สารละลายแอนติโมนิลโปแตสเซียมตาเตรต 5 ml
- สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต 15 ml
- สารละลายกรดแอสคอร์บิก 30 ml

ก่อนผสมต้องปล่อยให้สารละลายแต่ละชนิดอยู่ที่อุณหภูมิห้องก่อน นำมา
 ผสม โดยผสมให้เข้ากันทุกครั้งเมื่อเติมส่วนผสมแต่ละชนิด (ให้เติมเรียงลำดับไป) ถ้ามีความขุ่น
 เกิดขึ้นในน้ำยารวมหลังจากเติมสารละลายแอนติโมนิลโปแตสเซียมตาเตรต หรือแอมโมเนียม
 โมลิบเดต ให้เขย่าน้ำยาเคมีรวมนี้แล้วตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที จนกระทั่งความขุ่นหายไป จึงจะเติม
 น้ำยาตัวอื่นต่อไป น้ำยารวมนี้อยู่ตัวได้นาน 4 ชั่วโมง

2.2) การสร้างกราฟมาตรฐาน

- ปิเปิดสารละลายมาตรฐานฟอสเฟต ใส่ลงในขวดปรับปริมาตร 50 ml
 ปริมาตร ดังนี้ 0, 2, 4, 8, 10 และ 12 ml จากนั้นเติมน้ำกลั่นให้ครบ 50 ml ก็จะได้สารละลาย
 มาตรฐานฟอสเฟตเข้มข้น 0, 5, 10, 15, 20 และ 30 μg ตามลำดับ

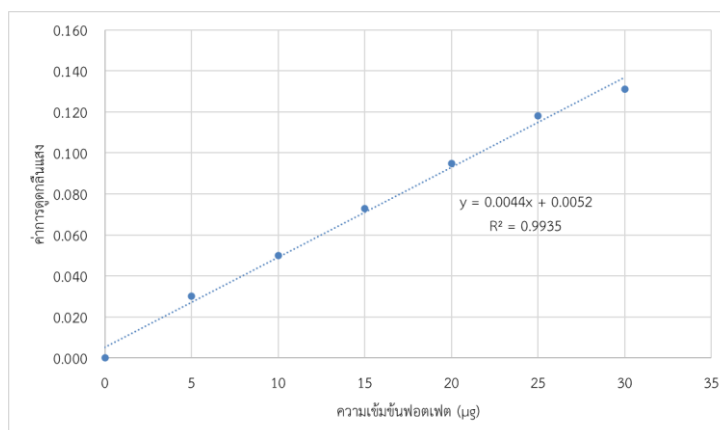
- เติมสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 1 หยด
- เติมน้ำยารวม 8 ml เขย่าให้เข้ากัน
- ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที
- นำไปวัดการดูดกลืนแสง (Absorbance) ที่ความยาวคลื่นแสง 880 nm

โดยใช้ขวดที่มีความเข้มข้น 0 μg เป็นแบลนด์

- พล็อตกราฟระหว่างความเข้มข้นเป็น μg กับ Absorbance ที่ได้แต่ละ
 ความเข้มข้น

2.3) วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

- ตวงตัวอย่างน้ำ 50 ml ใส่ลงในขวดรูปชมพู่
- แล้วทำตามขั้นตอนเหมือนทำกราฟมาตรฐาน โดยใช้ Reagent Blank
 เทียบ $A = 0$
- วัด Absorbance นำมาอ่านค่าความเข้มข้นจากกราฟมาตรฐาน



เมื่อ แกน Y คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ (Absorbance)
 แกน X คือ ความเข้มข้นของฟอสเฟตที่ตรวจวัดได้ หน่วยเป็น µg

ภาพที่ 30 ตัวอย่างกราฟมาตรฐานฟอสเฟต

ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

การคำนวณ (มันลิน ตันฑุลเวศม์, 2546)

$$\text{ฟอสเฟต (mg P/l)} = \frac{\text{ความเข้มข้นฟอสเฟตที่อ่านได้จากกราฟ}}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง (ml)}}$$

- 3) แจ้งให้นิสิตทำการทดลอง 3 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง
- 4) ให้ข้อเสนอแนะ ตอบคำถามนิสิตขณะทำการทดลอง ควบคุม กำกับ และดูแลการปฏิบัติการให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความปลอดภัย

หลังนิสิตทำการทดลอง

- 1) นัดหมายให้นิสิตส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ โดยให้เวลา 1 สัปดาห์ ส่งตรงตระกร้าหน้าห้องปฏิบัติการในวันที่มาเรียนบทปฏิบัติการในครั้งต่อไป
- 2) รับคืนครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี และเก็บเข้าที่
- 3) ปิดระบบไฟ ระบบโสตทัศนูปกรณ์ ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อย และปิดห้องปฏิบัติการ

4.13 บทปฏิบัติการที่ 13 เรื่อง ไนโตรเจนในสารอินทรีย์ (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN)

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้บัณฑิตมีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในสารอินทรีย์ (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN) ด้วยวิธี Micro Kjeldahl ในตัวอย่างได้

ก่อนนินิตทำการทดลอง

1) จัดเตรียมครุภัณฑ์

- 1.1) เครื่องย่อยสลาย (digestion apparatus) ประกอบด้วย Kjeldahl Flasks ขนาด 800 ml และอุปกรณ์ทำความร้อน จำนวน 1 เครื่อง ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม
- 1.2) เครื่องกลั่น จำนวน 1 เครื่อง ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม
- 1.3) เครื่องทำความเย็น จำนวน 1 เครื่อง ใช้ร่วมกันทุกกลุ่ม



ภาพที่ 31 ชุดย่อยและชุดกลั่นไนโตรเจน

ที่มา: จีราพร ขำจันทร์, 2564

2) จัดเตรียมวัสดุ

- 2.1) ปีกเกอร์ (Beaker) ขนาด 250 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.2) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 500 ml จำนวน 1 ขวด/กลุ่ม
- 2.3) กระบอกตวง (Cylinder) ขนาด 100 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
- 2.4) ขวดบีบน้ำกลั่น (Wash Bottle) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม

- 2.5) ปิเปต (Pipette) ขนาด 5 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
 2.6) ปิเปต (Pipette) ขนาด 10 ml จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
 2.7) ลูกยางแดง (Syringe Ball) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
 2.8) แท่งแก้วคนสาร (Stirring rod) จำนวน 1 อัน/กลุ่ม
 2.9) หลอดย้อยตัวอย่าง ขนาด 500 ml จำนวน 4 หลอด/กลุ่ม



(1) ปีกเกอร์



(2) ขวดรูปชมพู่



(3) กระบอกตวง



(4) ขวดบีบน้ำกัลัน



(5), (6) ปิเปต



(7) ลูกยางแดง



(8) แท่งแก้วคนสาร



(9) หลอดย้อยตัวอย่าง

ภาพ 32 แสดงวัสดุที่ใช้ในบทปฏิบัติการที่ 13 เรื่องไนโตรเจนในสารอินทรีย์ (TKN)

ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

3) จัดเตรียมสารเคมี

ปริมาณสารเคมีที่ต้องเตรียม ต้องเตรียมให้เหมาะสมกับปริมาณที่นิสิตต้องใช้ ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองแต่ละครั้ง โดยดูจากจำนวนนิสิตหรือจำนวนกลุ่มในปีการศึกษานั้น และต้องเขียนฉลากติดขวดสารละลายที่เตรียมแล้วให้ชัดเจน การเตรียมสารละลายในบทปฏิบัติการนี้ (วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา, 2559)

3.1) สารละลายผสมอินดิเคเตอร์ (indicator) ปริมาณ 150 ml

– ชั่งสาร Methyl red มา 200 mg นำมาละลายใน ethyl alcohol 95 %
จำนวน 100 ml

– ชั่งสาร Methyl blue มา 100 mg นำมาละลายใน ethyl alcohol 95 %
จำนวน 50 ml

– นำสารละลายทั้งสองข้างต้นผสมให้เข้ากัน สารละลายผสมนี้มีอายุการใช้งาน 1 เดือน

3.2) สารละลายกรดบอริก 4 % ปริมาณ 1 l

ชั่งสาร boric acid (H_3BO_3) จำนวน 40 g ในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 l

3.3) กรด H_2SO_4 เข้มข้น 98% จำนวน 2.5 l

3.4) ตัวเร่งปฏิกิริยา จำนวน 4 ชุด/กลุ่ม

ตัวเร่งปฏิกิริยา 1 ชุด ประกอบด้วย โปแตสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 4.85 g
และคอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$) 0.15 g

3.5) สารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 1 N ปริมาณ 1 l

นำกรด H_2SO_4 เข้มข้น มา 28 ml เจือจางให้ได้ 1 l ด้วยน้ำกลั่น

3.6) สารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 0.01 N ปริมาณ 1 l

นำสารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 1 N มา 10 ml เจือจางให้ได้ 1 l ด้วยน้ำกลั่น

3.7) สารละลายสำหรับสะเทินกรด ปริมาณ 3 l

ละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) 600 g ในน้ำกลั่น ผสมกับเอทานอล
2 ml เจือจางให้ได้ปริมาตร 3 l ด้วยน้ำกลั่น

3.8) สายละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32% ปริมาณ 1 l

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ($NaOH$) 320 g ในน้ำกลั่น แล้วปรับให้ได้
ปริมาตร 1,000 ml

4) นำวัสดุที่เตรียมไว้ ใส่ในตะกร้าเป็นกลุ่ม ๆ ส่วนสารละลายเก็บไว้ในตู้เก็บสารเคมี
และเมื่อเตรียมวัสดุและสารเคมีเรียบร้อยแล้ว ประธานอาจารย์ผู้สอนให้มาตรวจเช็ค
ความเรียบร้อยอีกครั้ง

5) เปิดห้องปฏิบัติการ เปิดระบบไฟและระบบโสตทัศนูปกรณ์

6) เตรียมภาชนะใส่ของเสีย

7) ให้บริการเบิกยืม ครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี

8) เตรียมตัวอย่างน้ำ ประมาณ 200 ml ต่อหนึ่งกลุ่ม โดยมอบหมายให้ตัวแทนกลุ่มของนิสิตไปเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำที่อาจารย์ผู้สอนกำหนด จะแจ้งนิสิตก่อนวันทำการทดลอง แล้วนำตัวอย่างน้ำไว้หน้าห้องเรียนก่อนทำการทดลอง

ระหว่างนิสิตทำการทดลอง

1) เช็ชื่อนิสิตและตรวจการเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab)

2) อธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในสารอินทรีย์ (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN) ในตัวอย่างน้ำ (วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา, 2559) ดังนี้

2.1) ทำการย่อยตัวอย่าง

- ตวงตัวอย่างในปริมาณที่เหมาะสมตามตาราง 7 ลงในหลอดย่อยตัวอย่าง
- เติมตัวเร่งปฏิกิริยา และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10 ml กรรณีนี้น้ำตัวอย่างมีปริมาณน้อย สามารถเติมน้ำกลั่นเพิ่มให้มีปริมาตรรวมประมาณ 50 ml
- วางหลอดย่อยตัวอย่างลงในเครื่องย่อยตัวอย่าง ติดตั้งอุปกรณ์ดักไอกรด แล้วเปิดเครื่องย่อยตัวอย่างและเครื่องดักไอกรด ทำการย่อยตัวอย่างตามระยะเวลาตามตาราง 7 โดยจะมีเวลาในช่วงการเพิ่มอุณหภูมิอีก 15 นาที และระยะเวลาในการลดอุณหภูมิหลังการย่อยอีก 30 นาที

2.2) การกลั่นตัวอย่าง

- เปิดเครื่องทำความเย็น
- ตั้งขวดรูปชมพู่ที่มีสารละลายกรดบอริก 4% หยดอินดิเคเตอร์ผสมลงไป 2-3 หยด ได้สารละลายสีชมพู ในเครื่องกลั่นไนโตรเจน ในตำแหน่งให้ปลาย receiver จุ่มอยู่ใต้ผิวของกรดบอริก
- ติดตั้งขวดรูปชมพู่ที่มีสายละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32% กับเครื่องกลั่นไนโตรเจน โดยสายยางต้องจุ่มลงในสารละลาย
- ติดตั้งขวดรูปชมพู่ที่มีน้ำกลั่นกับเครื่องกลั่นไนโตรเจน โดยสายยางต้องจุ่มลงในน้ำกลั่น
- นำหลอดย่อยตัวอย่างที่ผ่านการย่อยและเย็นลงที่อุณหภูมิห้อง แล้วเติมน้ำกลั่น 50 ml และนำไปติดตั้งในเครื่องกลั่นไนโตรเจน
- ตั้งค่าในเครื่องกลั่นไนโตรเจนให้ดูตุน้ำกลั่นลงในหลอดย่อยที่มีน้ำตัวอย่าง 50 ml และสายละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32% 50 ml

- ทำการกลั่นตัวอย่างเป็นเวลา 4 นาที เมื่อกลั่นน้ำตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว
ให้นำสารละลายที่อยู่ในขวดรูปชมพู่มาไตเตรตกับ สารละลายกรดซัลฟูริก 0.01 M และ
คำนวณหาปริมาณไนโตรเจน

การคำนวณ

$$\text{Total Kjeldahl Nitrogen (TKN), mg/l} = \frac{(A - B) \times 14,000 \times N}{V}$$

เมื่อ A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 ที่ใช้สำหรับตัวอย่าง (ml)

B = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน H_2SO_4 ที่ใช้สำหรับ Blank (ml)

N = Normality ของสารละลายมาตรฐาน H_2SO_4

V = ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (ml)

3) แจกให้นิสิตทำการทดลอง 3 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง

4) ให้ข้อเสนอแนะ ตอบคำถามนิสิตขณะทำการทดลอง ควบคุม กำกับ และดูแล
การปฏิบัติการให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและมีความปลอดภัย

ตารางที่ 7 การเลือกปริมาณน้ำตัวอย่างในการหาสารอินทรีย์ไนโตรเจนด้วยวิธี

Micro Kjeldahl

ปริมาณ Nitrogen (mgN/l)	ปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ใช้ (ml)	ระยะเวลาในการย่อย (นาที)
< 5	400	185
5 – 10	250	135
10 – 20	100	80
20 – 50	50	60
50 – 100	25	50
> 100	10	40

ที่มา: วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา, 2559

หลังนิสิตทำการทดลอง

- 1) นัดหมายให้นิสิตส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ โดยใช้เวลา 1 สัปดาห์ ส่งตรงตงคร้าหน้าห้องปฏิบัติการในวันที่มาเรียนบทปฏิบัติการในครั้งต่อไป
- 2) รับผิดชอบครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี
- 3) จัดเก็บครุภัณฑ์ วัสดุ และสารเคมี
- 4) ตรวจสอบเช็คความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการ ปิดระบบไฟและระบบโสตทัศนูปกรณ์
- 5) ปิดห้องปฏิบัติการ

การสอบ Lab กริ่ง

มีขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังนี้

1) **ก่อนสอบ** มีการจัดเตรียมข้อสอบ นักวิทยาศาสตร์ประสานอาจารย์ผู้สอนเกี่ยวกับข้อสอบว่ามีอะไรบ้าง หลังจากได้รับข้อสอบก็มาจัดเตรียมข้อสอบ เช่น วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องแก้ว สารเคมี หรือเครื่องมือต่าง ๆ โดยจัดเตรียมใส่ไว้ในตะกร้าไว้ตามรายชื่อ แล้วให้อาจารย์ตรวจสอบความถูกต้อง และนำข้อสอบไปวางที่โต๊ะในห้องปฏิบัติการที่ใช้เป็นห้องสอบ

2) **ขณะสอบ** นักวิทยาศาสตร์ให้นิสิตลงลายมือชื่อเข้าสอบ และร่วมกับอาจารย์ผู้สอนช่วยกันควบคุมการสอบให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย

3) **หลังสอบ** นักวิทยาศาสตร์จัดเก็บข้อสอบให้กับอาจารย์ และตรวจสอบเช็คความเรียบร้อย วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องแก้ว สารเคมี และเครื่องมือ แล้วจัดเก็บเข้าที่

5. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ในสัปดาห์แรกของการจัดการเรียนการสอนบทปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์ต้องให้ความรู้ นิสิตเกี่ยวกับเรื่องความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และขณะที่นิสิตทำการทดลองนักวิทยาศาสตร์ต้องคอยกำกับ ดูแลให้คำแนะนำ เสนอแนะ นิสิต เพื่อให้เกิดความปลอดภัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

1) ให้ความรู้ นิสิตเกี่ยวกับข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ก่อนลงมือทำการทดลองหรือใช้บริการห้องปฏิบัติการ โดยแบ่งออกเป็น 4 หัวข้อ ดังนี้

- 1.1) ข้อปฏิบัติทั่วไป
- 1.2) ข้อปฏิบัติก่อนเริ่มทำการทดลอง
- 1.3) ข้อปฏิบัติขณะทำการทดลอง
- 1.4) ข้อปฏิบัติหลังทำการทดลอง

2) ควบคุม กำกับ และดูแลนิสิตในขณะที่ทำการทดลอง โดยให้นิสิตปฏิบัติตามข้อปฏิบัติ เพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

5.2 การจัดการของเสีย

1) แจ้งนิสิตก่อนทำการทดลองเกี่ยวกับของเสียที่จะเกิดขึ้นในการทดลอง ระบบการจัดการของเสีย ภาชนะใส่ของเสีย และจุดบริเวณที่ทิ้งของเสีย

2) ควบคุม ดูแล ให้คำแนะนำ นิสิตขณะมีการทิ้งของเสียให้เป็นไปตามระบบการจัดการของเสีย โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.1) แยกของเสียอันตรายออกจากของเสียทั่วไป

2.2) พิจารณาว่าสามารถลดการเกิดของเสียได้หรือไม่ ด้วยกระบวนการ Reuse, Recovery และ Recycle

2.3) คัดแยกของเสียอันตรายตามประเภทของเสียอันตราย ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ของเสียอันตรายชนิดของเหลว ของเสียอันตรายพิเศษ และของเสียอันตรายชนิดของแข็ง รายละเอียดตามตาราง 8, 9 และ 10

2.4) บันทึกข้อมูลของเสียลงในแบบฟอร์มบันทึกปริมาณของเสียอันตราย

2.5) นำของเสียอันตรายที่ทราบประเภทแล้ว บรรจุในถังบรรจุของเสียอันตรายตามที่นักวิทยาศาสตร์ได้จัดเตรียมให้

ตารางที่ 8 ประเภทของเสียที่เป็นของเหลว

รหัสประเภทของเสีย	ชื่อประเภทของเสีย	คำอธิบาย
1	ของเสียที่เป็นกรด	ของเสียที่มีค่า pH ต่ำกว่า 7 และมีกรดแปรนอยู่ในสารละลายมากกว่า 5% เช่น กรดซัลฟูริก กรดไนตริก กรดไฮโดรคลอริก ของเสียจากการทดลอง Dissolved Oxygen (DO)
2	ของเสียที่เป็นเบส	ของเสียที่มีค่า pH สูงกว่า 7 และมีเบสปนอยู่ในสารละลายมากกว่า 5% เช่น แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมไฮดรอกไซด์
3	ของเสียที่เป็นเกลือ	ของเสียที่มีคุณสมบัติเป็นเกลือ หรือของเสียที่เป็นผลผลิตจากการทำปฏิกิริยาของกรดกับเบส เช่น โซเดียมคลอไรด์ แอมโมเนียมไนเตรต
4	ของเสียที่ประกอบด้วยฟอสฟอรัส หรือฟลูออไรด์	ของเสียที่เป็นของเหลวที่ประกอบด้วยฟอสฟอรัส/ฟลูออไรด์ เช่น กรดไฮโดรฟลูออริก สารประกอบฟลูออไรด์ ซิลิคอนฟลูออไรด์ กรดฟอสฟอริก
5	ของเสียที่ประกอบด้วยไซยาไนด์อินทรีย์/อินทรีย์	ของเสียที่มีไซเดียมไซยาไนด์และของเสียที่มีสารประกอบเชิงซ้อนไซยาไนด์ หรือไซยาโนคอมเพล็กซ์เป็นส่วนประกอบ เช่น โซเดียมไซยาไนด์ (NaCN), $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-}$
6	ของเสียที่ประกอบด้วยโครเมียม	ของเสียที่มีโครเมียมเป็นองค์ประกอบ เช่น สารประกอบ Cr^{6+} , Cr^{3+} , กรดโครมิก

ตารางที่ 8 ประเภทของเสียที่เป็นของเหลว (ต่อ)

รหัสประเภทของเสีย	ชื่อประเภทของเสีย	คำอธิบาย
7	ของเสียที่เป็นสารปรอทอินทรีย์/ปรอทอินทรีย์	ของเสียชนิดที่มีปรอทอินทรีย์และปรอทอินทรีย์เป็นองค์ประกอบ เช่น เมอคิวรี (II) คลอไรด์, อัลคิลเมอร์คิวรี
8	ของเสียที่เป็นสารอาร์เซนิก	ของเสียชนิดที่มีอาร์เซนิกเป็นองค์ประกอบ เช่น อาร์เซนิกออกไซด์ อาร์เซนิกคลอไรด์
9	ของเสียที่เป็นไอออนของโลหะหนักอื่น ๆ	ของเสียที่มีไอออนของโลหะหนักอื่นซึ่งไม่ใช่โครเมียม อาร์เซนิก โซเดียม และปรอทเป็นส่วนผสม เช่น แบริียม แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง
10	ของเสียประเภทออกซิไดซิงเอเจนต์	ของเสียที่มีคุณสมบัติในการให้อิเล็กตรอนซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยาารุนแรงกับสารอื่นทำให้เกิดการระเบิดได้ เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เปอร์แมงกาเนต ไฮโปคลอไรต์
11	ของเสียประเภทรีดิวซิงเอเจนต์	ของเสียที่มีคุณสมบัติในการรับอิเล็กตรอน ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยาารุนแรงกับสารอื่นทำให้เกิดการระเบิดได้ เช่น กรดซัลฟูริก ไฮดรอกซีไฮดรอกซิลเอมีน
12	ของเสียที่สามารถเผาไหม้ได้	ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่สามารถเผาไหม้ได้ เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์ อัลกอฮอล์เอสเตอร์ อัลดีไฮด์ คีโตน กรดอินทรีย์ และสารอินทรีย์พวกไนโตรเจนหรือกำมะถัน เช่น เอมีน เอมีน ไพริมีดีน คิวโนลีน รวมทั้งน้ำยาจากการล้างรูป (developer)
13	ของเสียที่เป็นน้ำมัน	ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ประเภทไขมันที่ได้จากพืช และสัตว์ (เช่น กรดไขมัน น้ำมันพืชและสัตว์ น้ำมันปิโตรเลียม) และผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำมัน (เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันเครื่อง น้ำมันหล่อลื่น)
14	ของเสียที่เป็นสารฮาโลเจน	ของเสียที่เป็นสารประกอบอินทรีย์ของธาตุฮาโลเจน เช่น คาร์บอนเตตราคลอไรด์ (CCl ₄) คลอโรเบนซีน (C ₆ H ₅ Cl) คลอโรเอทิลีน ไบรอมีนผสมตัวทำละลายอินทรีย์
15	ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่ประกอบด้วยน้ำ	ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่มีน้ำผสมอยู่มากกว่า 5% เช่น น้ำมันผสมน้ำ สารที่เผาไหม้ได้ผสมน้ำ เช่น อัลกอฮอล์ผสมน้ำ ฟีนอลผสมน้ำ กรดอินทรีย์ผสมน้ำ เอมีนหรืออัลดีไฮด์ผสมน้ำ
16	ของเสียที่เป็นสารไวไฟ	ของเสียที่สามารถลุกติดไฟได้ง่าย ซึ่งต้องแยกให้ห่างจากแหล่งกำเนิดไฟ ความร้อน ปฏิกิริยาเคมี เปลวไฟ เครื่องไฟฟ้า ปลั๊กไฟ เช่น อะซิโตน เบนซิน คาร์บอนไดซัลไฟด์ ไซโคลเฮกเซน ไดเอทิลอีเทอร์ เอทานอล เมทานอล เมทิลอะซีเตต โทลูอีน ไซลีน ปิโตรเลียมสปิริต
17	ของเสียที่มีสารที่ทำให้สภาพคงตัว	ของเสียที่เป็นพวกน้ำยาล้างรูป ซึ่งประกอบไปด้วยสารเคมีอันตรายและสารอินทรีย์ เช่น ของเสียจากห้องมืด (Dark room) สำหรับล้างรูป ซึ่งประกอบด้วยโลหะเงินและของเหลวอินทรีย์
18	ของเสียที่เป็นสารระเบิดได้	ของเสียหรือสารประกอบที่เมื่อได้รับความร้อน การเสียดสี แรงกระแทก ผสมกับน้ำ หรือความดันสูง ๆ สามารถระเบิดได้ เช่น พวกไนเตรต ไนโตรามีน คลอเรต ไนโตรเปอร์คลอเรต พิคเรต (picrate) เอไซด์ ไดเอโซ เปอร์ออกไซด์ อะเซติลไคลด์ อะเซติลคลอไรด์

ที่มา: หองปฏิบัติการปลอดภัย มหาวิทยาลัยพะเยา, 2562

ตารางที่ 9 ประเภทของเสียที่เป็นของแข็ง

รหัสประเภทของเสีย	ชื่อประเภทของเสีย	คำอธิบาย
19	ขวดแก้ว ขวดสารเคมีที่ใช้หมดแล้ว	
20	เครื่องแก้วหรือขวดสารเคมีแตก	*ให้ใช้ ประเภทของเสียรหัส 29 แทน เนื่องจากรหัส 20 จะเลือกภาชนะ บรรจุไม่ได้
21	ของเสีย Toxic	สารพิษ สารเคมีอันตราย สารก่อมะเร็ง เช่น สารเคมีหมดอายุ สารเคมีที่เสื่อมคุณภาพ สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ
22	ของเสีย Organic	ของเสียชนิดของแข็งที่มีจุลินทรีย์ปนเปื้อน หรือมีเชื้อก่อโรคปนเปื้อน เช่น อาหารเลี้ยงเชื้อแบบแข็ง
23	ขยะปนเปื้อนสารเคมี	ขยะที่มีการปนเปื้อนสารเคมี หรือบรรจุภัณฑ์ที่ปนเปื้อนสารเคมี เช่น ทัชชู่ ถุงมือ เศษผ้า หน้ากาก หรือบรรจุภัณฑ์ที่ปนเปื้อนสารเคมี
29	เครื่องแก้วหรือขวดสารเคมีแตก (มพ.)	

ที่มา: หองปฏิบัติการปลอดภัย มหาวิทยาลัยพะเยา, 2562

ตารางที่ 10 ประเภทของเสียพิเศษ

รหัสประเภทของเสีย	ชื่อประเภทของเสีย	คำอธิบาย
24	ของเสียที่เป็นสารกัมมันตรังสี	ของเสียที่ประกอบด้วยสารกัมมันตรังสี ซึ่งเป็นสารที่ไม่เสถียร สามารถแผ่รังสี ทำให้เกิดอันตรายต่อทั้งสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม เช่น S ³⁵ , P ³² , I ¹²⁵
25	ของเสียที่มีจุลินทรีย์	ของเสียที่มีสารประกอบของสารจุลินทรีย์ที่อาจมีอันตรายหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ เช่น ของเสียที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อ แยกเชื้อ บ่มเพาะจุลินทรีย์ รา เชื้อในถังหมัก
26	ของเสียจาก pilot plant	ของเสียที่เกิดจากกิจกรรมใน pilot plant ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์หรือสารเคมี ซึ่งหากมีการระบายของเสียลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียจำนวนมากจะทำให้ระบบบำบัดเสียหายได้ เช่น ของเสียที่ได้จากกิจกรรมการวิจัยหรือบริการ โดยใช้ถังหมักขนาดใหญ่หรือจากกิจกรรมของเครื่องมือในระดับต้นแบบ
27	ของเสีย Ethidium bromide (EtBr)	ของเสียอันตรายทั้งชนิดของเหลวและของแข็งที่มีการปนเปื้อน หรือมีส่วนประกอบของ EtBr เช่น EtBr buffer solution, EtBr Gel ที่ชชู่หรือบรรจุภัณฑ์ที่ปนเปื้อน EtBr
28	ของเสีย UNKNOWN	ของเสียที่ไม่ทราบชนิด/ไม่สามารถแยกแยะได้

ที่มา: หองปฏิบัติการปลอดภัย มหาวิทยาลัยพะเยา, 2562

5.3 การเคลื่อนย้ายสารเคมี

อธิบายหลักการเคลื่อนย้ายสารเคมีให้กับนิสิต และในขณะที่มีการทดลอง หากมีการเคลื่อนย้ายสารเคมี นักวิทยาศาสตร์ต้องดูแลและควบคุมให้นิสิตปฏิบัติ ดังนี้

- 1) สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันตนเองหรือชุด PPE พื้นฐาน
- 2) ปิดฝาสารเคมีที่ต้องการเคลื่อนย้ายให้สนิท ไม่แน่นหรือหลวมเกินไป
- 3) ใช้ภาชนะรองรับที่สามารถทนต่อการกัดกร่อนได้
- 4) ใช้รถเข็นที่มีที่กั้นในการเคลื่อนย้ายกรณีสารเคมีหลาย ๆ ชนิด
- 5) ใช้ภาชนะรองรับที่มีวัสดุกันกระแทกในกรณีที่เคลื่อนย้ายสารเคมีที่เป็นวัตถุ

ไวไฟ

- 6) เคลื่อนย้ายสารเคมีไปแล้ววางบริเวณที่ต้องการด้วยความระมัดระวัง

5.4 ข้อควรปฏิบัติเมื่อสารเคมีหก

อธิบายหลักการและข้อควรปฏิบัติเมื่อสารเคมีหกให้นิสิตฟัง และเมื่อได้รับแจ้งจากนิสิตกรณีที่ทำสารเคมีหก มีขั้นตอนปฏิบัติการดังนี้

- 1) สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันตนเอง ได้แก่ ชุด PPE แวนตาป้องกันสารเคมี ถุงมือยาง รองเท้าหุ้มส้น หมวกคลุมผม และหน้ากากป้องกันสารเคมี
- 2) ไปที่จุดสารเคมีหก แล้วตรวจสอบว่าเป็นสารเคมีประเภทและลักษณะของสารเคมี
- 3) ทำการเก็บสารเคมีที่หกตามประเภทและลักษณะสารเคมีด้วยความระมัดระวัง
- 4) เมื่อทำการเก็บสารเคมีที่หกเรียบร้อยแล้ว ให้ถอดอุปกรณ์ป้องกันตัวเองแล้วทำความสะอาดร่างกายด้วยสบู่

5.5 การปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อได้รับสารเคมี

อธิบายหลักการการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเมื่อได้รับสารเคมี และเมื่อได้รับแจ้งจากนิสิต กรณีที่ได้รับอุบัติเหตุจากการทำการทดลอง มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

- 1) สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันตนเอง
- 2) ไปที่จุดเกิดเหตุ แล้วประเมินว่าเกิดอุบัติเหตุอะไร
- 3) เตรียมอุปกรณ์ปฐมพยาบาล
- 4) ทำการปฐมพยาบาล ตามหลักการปฐมพยาบาลเบื้องต้น ดังนี้
 - 4.1) สารเคมีหกรดผิวหนัง

- สารเคมีที่เกิดปฏิกิริยากับน้ำ เช่น กรดซัลฟูริก โซเดียมไฮดรอกไซด์ ให้รีบเช็ดด้วยผ้าสะอาดให้แห้ง แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอย่างน้อย 15 นาที
- สารที่ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ ให้รีบล้างด้วยน้ำสะอาดอย่างน้อย 15 นาที
- สารเคมีหกบนเสื้อผ้า เสื้อคลุมปฏิบัติการ ให้รีบถอดเสื้อผ้าออก แล้วรีบล้างด้วยน้ำสะอาดหรืออาบน้ำทันที
- หากเป็นแผลที่เกิดจากกรดหรือด่าง ให้ใช้สารละลายโซเดียมคาร์บอเนตเจือจางล้างทำความสะอาดแผลอีกครั้ง
- หากมีแผลที่เกิดจากด่าง ให้ใช้สารละลาย 1% acetic acid ล้างทำความสะอาดอีกครั้ง

4.2) สารเคมีเข้าตา

- รีบล้างด้วยน้ำสะอาดอย่างน้อย 15 นาที พยายามลืมตา เปลือกตาออกมา แล้วรีบไปพบแพทย์

4.3) การสูดแก๊สหรือไอพิษ

- รับพานิสิตออกจากบริเวณนั้น แล้วไปอยู่บริเวณที่โล่ง
- แจ้งนิสิตให้เปิดประตู หน้าต่าง เพื่อลดความเข้มข้นของแก๊สที่รั่วไหล
- กรณีที่นิสิตได้รับพิษ hydrogen cyanide อาจช่วยเหลือโดยให้ดม amyl nitrite หรือ ammonia ทุก 5 นาที ติดต่อกันประมาณ 20 นาที แล้วรีบนำส่งโรงพยาบาล

4.4) การกลืนกินสารเคมี

- พยายามทำให้อาเจียน ยกเว้นกลืนกินสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อนสูงอย่าทำให้อาเจียนโดยเด็ดขาด ให้รีบนำส่งโรงพยาบาล

6. การสรุปผลการดำเนินการบทปฏิบัติการ

มีรายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติดังต่อไปนี้

6.1 เช็คนิสิตที่เข้าเรียนบทปฏิบัติการรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย ก่อนเริ่มทำการทดลองของแต่ละบทปฏิบัติการ แล้วบันทึกผลการเข้าเรียนแต่ละครั้งของนิสิตเป็นรายคน

6.2 ตรวจสอบเช็คการส่งรายงานผลบทปฏิบัติการแต่ละบทปฏิบัติการ โดยนิสิตจะส่งรายงานผลบทปฏิบัติการก่อนเข้าเรียนบทปฏิบัติการในครั้งต่อไป แล้วบันทึกผลการตรวจเช็ครายงานผลฯ แต่ละบทปฏิบัติการของนิสิตเป็นรายคน

6.3 สรุปผลการเข้าเรียนบทปฏิบัติการรายวิชาน้ำและน้ำเสียของนิสิตแต่ละคน แล้วส่งผลให้กับอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา

6.4 สรุปผลการส่งรายงานผลบทปฏิบัติการรายวิชาน้ำและน้ำเสียของนิสิตแต่ละคน แล้วส่งผลให้กับอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา

วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานบทปฏิบัติการรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย มีวิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน ตามตาราง 11

ตารางที่ 11 วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงานบทปฏิบัติการรายวิชา

การวิเคราะห์น้ำ และน้ำเสีย

การปฏิบัติงาน	วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน
1. การรับรายละเอียดของรายวิชา (มคอ. 3) จากอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา	- ได้รับ มคอ. 3 จากอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา และสามารถปฏิบัติงานได้ตรงตามแผนการจัดการเรียนการสอน
2. การตรวจสอบและเตรียมความพร้อมของบทปฏิบัติการ	- มีแบบบันทึกการตรวจเช็ครายการวัสดุการศึกษา ครุภัณฑ์การศึกษา และครุภัณฑ์ประกอบอาคารห้องปฏิบัติการ
3. การจัดซื้อจัดจ้างวัสดุการศึกษาหรือครุภัณฑ์การศึกษา	- การจัดซื้อจัดจ้างวัสดุ สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษา เป็นไปด้วยความเรียบร้อย มีความเพียงพอต่อตามความต้องการและความจำเป็นต้องใช้ของผู้ใช้บริการ
4. การให้บริการของแต่ละบทปฏิบัติการ	- มีเครื่องมือในการประเมินผลการเข้าเรียนบทปฏิบัติการรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย - มีเครื่องมือในการประเมินความพึงพอใจในการใช้บริการห้องปฏิบัติการ - การร้องเรียนจากผู้ใช้บริการ
5. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	- มีการบันทึกเกี่ยวกับอุบัติเหตุหรือเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นขณะนิสิตทำบทปฏิบัติการ
6. การสรุปผลการดำเนินการบทปฏิบัติการ	- มีแบบตรวจเช็คการเข้าเรียนบทปฏิบัติการของนิสิต - มีแบบตรวจเช็คการส่งรายงานผลบทปฏิบัติการ - มีเครื่องมือในการประเมินความพึงพอใจในการใช้บริการห้องปฏิบัติการ

จรรยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา มีหลักการปฏิบัติงานตามระเบียบมหาวิทยาลัยพะเยา ว่าด้วยจรรยาบรรณ และคุณธรรมของบุคลากร พ.ศ. 2554 (มหาวิทยาลัยพะเยา, 2554) และประมวลจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2564 (มหาวิทยาลัยพะเยา, 2564) จรรยาบรรณ คุณธรรม จริยธรรมในการปฏิบัติงานของบุคลากรสายสนับสนุนที่พึงมี ได้แก่ การจงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ และยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตย ยึดมั่นและปฏิบัติตามปรัชญา ปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ วัตถุประสงค์ นโยบาย ระเบียบ ข้อบังคับ ประกาศ และหลักเกณฑ์ของมหาวิทยาลัยอย่างเคร่งครัด ประพฤติตนให้เหมาะสมกับการเป็นพนักงานมหาวิทยาลัยสายสนับสนุน รักษา และเผยแพร่ภาพลักษณ์ที่ดีของมหาวิทยาลัยให้เป็นที่ยอมรับ ละเว้นการเรียกรับ หรือยอมจะรับทรัพย์สิน หรือประโยชน์อื่นใดสำหรับตนเองหรือผู้อื่น โดยมีขอบด้วยกฎหมาย รักษาความสัมพันธ์กับผู้เรียน ผู้รับบริการ และประชาชนทั่วไปอย่าง กัลยาณมิตร และดำรงตนให้เป็นแบบอย่างที่ดี รักษาไว้ซึ่งความลับของมหาวิทยาลัย ผู้เรียน และผู้รับบริการ การยึดมั่นในคุณธรรมและจริยธรรม มีจิตสำนึกที่ดี การมุ่งผลสัมฤทธิ์ของงาน รักษามาตรฐานและมีคุณภาพ ต้องแสดงความรับผิดชอบในกรณีที่ปฏิบัติหน้าที่บกพร่องหรือ ผิดพลาด นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ควรมีจรรยาบรรณ/คุณธรรม/จริยธรรมในการปฏิบัติงาน ดังต่อไปนี้

1. ปฏิบัติตามกฎระเบียบ มีวินัย ตรงต่อเวลา
2. มีความซื่อสัตย์ต่อตนเองและผู้อื่น ซื่อสัตย์ต่อหน้าที่ที่เราได้รับมอบหมาย ไม่คดโกง
3. มีความรับผิดชอบต่องานที่เราได้รับมอบหมาย รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงรับผิดชอบต่อสังคม
4. มีความเสียสละ รู้จัดการให้ การแบ่งปัน ช่วยผู้อื่นโดยไม่หวังผลตอบแทน เราต้องเห็นประโยชน์ส่วนรวม ไม่เห็นแก่ตัว อุทิศตนในการทำงาน
5. มีความยุติธรรม ปฏิบัติงานด้วยความเป็นกลาง ไม่ลำเอียง ไม่ยึดถือสิ่งใดสิ่งหนึ่งที่เราเชื่อ ยึดความถูกต้องเป็นหลัก ไม่ใช้อคติในการปฏิบัติงาน และไม่เหลือปฏิบัติ
6. มีความประหยัด ใช้ทรัพยากรในการปฏิบัติงานอย่างประหยัด รู้คุณค่าของสิ่งของ วัสดุ อุปกรณ์ ครุภัณฑ์ต่าง ๆ หากวัสดุครุภัณฑ์มีความชำรุด ก็ตรวจสอบดูก่อนว่าสามารถซ่อมแซมได้หรือไม่ ควรใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า
7. มีความโปร่งใสและตรวจสอบได้
8. มีความขยันและอดทน มีความมุ่งมั่นตั้งใจปฏิบัติงานให้บรรลุเป้าหมายที่วางไว้

บทที่ 5

ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน

ปัญหาอุปสรรคในการปฏิบัติงาน

ในการปฏิบัติงานในบางครั้งอาจจะมีปัญหาและอุปสรรค เราต้องรีบดำเนินการแก้ไขปรับปรุง และหาแนวทางแก้ไข เพื่อให้งานที่ปฏิบัตินั้นบรรลุผลตามที่วางไว้ตามแผนปฏิบัติงาน แล้วต้องมีการพัฒนาตนเอง เพื่อก้าวไปสู่การพัฒนางาน ให้งานที่ปฏิบัติสำเร็จลุล่วงมีประสิทธิภาพมากขึ้นต่อไป

จากการปฏิบัติงานบทปฏิบัติการวิเคราะห์หน้าและน้ำเสีย ที่ผ่านมาเจอปัญหาและอุปสรรค มีแนวทางในการแก้ไขและพัฒนางาน รายละเอียดตามตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขและพัฒนา

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไขและพัฒนา
1. ก่อนให้บริการแต่ละบทปฏิบัติการ	
1.1 ตารางเรียนตรงกับวันหยุดราชการ	1) ประสานอาจารย์ผู้สอนเปลี่ยนแปลงวันที่สอนปฏิบัติการไม่ให้ตรงกับวันหยุด
1.2 ด้วยสถานการณ์โควิด-19 ส่งผลให้การจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติไม่เป็นไปตามตารางเรียนใน มคอ. 3	1) ประสานอาจารย์ผู้สอนปรับตารางการจัดการเรียนการสอนใหม่
1.3 ปลั๊กไฟบางโต๊ะปฏิบัติการไม่สามารถใช้งานได้	1) แจ้งกองอาคารสถานที่เพื่อมาจัดซ่อม 2) จัดเตรียมปลั๊กไฟสำรอง กรณีที่กองอาคารสถานที่ไม่สามารถซ่อมได้
1.4 กอน้ำบางกอกไม่สามารถใช้งานได้	1) แจ้งกองอาคารสถานที่เพื่อมาจัดซ่อม
1.5 ระบบใส่ตลับหมึกบางอย่างมีการชำรุดบ่อยครั้ง ด้วยระยะเวลาในการใช้งาน เช่น คอมพิวเตอร์ โปรเจ็คเตอร์ ไมค์โครโฟน ลำโพง เป็นต้น	1) แจ้งไปยังหัวหน้าสำนักงานคณะสาธารณสุขศาสตร์ให้ทราบเรื่อง 2) ขอบประมาณในการซ่อมแซม หรือหากสภาพไม่สามารถซ่อมแซมได้แล้ว ก็จัดซื้อวัสดุครุภัณฑ์ใส่ตลับหมึกทดแทนของเดิม

ตารางที่ 12 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขและพัฒนา (ต่อ)

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไขและพัฒนา
	3) แจกผู้ให้บริการให้ใช้การใส่รหัสที่คนอุปกรณ์อย่างเหมาะสม และกฎวิธี และช่วยกันดูแลเพื่อเป็นการยืดอายุการใช้งาน
1.6 ห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อมเป็นห้องปฏิบัติการที่มีผู้ใช้บริการให้ความสนใจ ในการใช้งานเป็นจำนวนมาก ในบางครั้งจึงเกิดปัญหาในเรื่องของพื้นที่ในการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี	1) วางแผนการให้บริการห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อมให้ดี 2) วางแผนกำหนดวันในการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีให้แน่นอน เพื่อแก้ปัญหาการใช้ห้องปฏิบัติการซ้ำซ้อนกัน
1.7 สารเคมีที่ใช้ในบางบทปฏิบัติการเป็นสารที่ค่อนข้างอันตราย ห้องปฏิบัติการยังขาดอุปกรณ์ในการป้องกันตนเอง เช่น หน้ากากป้องกันสารเคมีแบบมีไส้กรองรองเท้าป้องกันสารเคมี เป็นต้น	1) เสนอให้ประธานหลักสูตรฯ รับทราบ 2) เสนอต่อที่ประชุมคณะกรรมการหลักสูตรฯ เพื่อพิจารณาจัดซื้ออุปกรณ์ป้องกันตนเองในส่วนที่มีความจำเป็นต่อไป 3) จัดซื้อ โดยใช้งบประมาณของสาขาวิชาที่ได้รับจัดสรรจากคณะ
1.8 ครุภัณฑ์บางเครื่องชำรุดตามเวลาและการใช้งาน	1) นักวิทยาศาสตร์ดำเนินการซ่อมแซมเองก่อน แต่หากไม่สามารถซ่อมแซมได้ให้ประสานบริษัทในการซ่อมแซม โดยการขออนุมัติซ่อมแซมตามกระบวนการและระเบียบของมหาวิทยาลัย
1.9 เมื่อครุภัณฑ์การศึกษาบางเครื่องชำรุด แต่บริษัทที่เคยจำหน่ายไม่สามารถติดต่อได้ และหาบริษัทในการจัดซ่อมยาก	1) พยายามหาบริษัทหรือสอบถามเครือข่ายที่รู้จักกับบริษัทที่สามารถซ่อมแซมครุภัณฑ์ที่ชำรุดได้
1.10 กระบวนการจัดซื้อจัดจ้างวัสดุและครุภัณฑ์การศึกษามีหลายขั้นตอนและใช้เวลาในการดำเนินการค่อนข้างนาน	1) วางแผนการจัดซื้อจัดจ้างล่วงหน้า 2) ดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างตั้งแต่เนิ่น ๆ เพื่อให้ได้วัสดุหรือครุภัณฑ์การศึกษาที่ต้องใช้ในการจัดการเรียนการสอนบทปฏิบัติการเป็นไปตามแผนที่วางไว้

ตารางที่ 12 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขและพัฒนา (ต่อ)

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไขและพัฒนา
<p>1.11 รูปแบบกระบวนการจัดซื้อจัดจ้าง มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้ง</p>	<p>1) ประสานกับเจ้าหน้าที่พัสดุคณะ เพื่อเรียนรู้การจัดซื้อจัดจ้างในรูปแบบใหม่</p> <p>2) ถ้าไม่เข้าใจขั้นตอนไหน ต้องรีบถามทันที เพื่อให้การจัดซื้อจัดจ้างอยู่ในกรอบเวลาที่ กำหนด และสามารถใช้งานวัสดุ สารเคมี และครุภัณฑ์การศึกษาที่จัดซื้อนั้นอย่าง ท่วงทีในเวลา</p>
<p>1.12 ในกระบวนการจัดซื้อจัดจ้างนั้นต้อง มีการแต่งตั้งคณะกรรมการกำหนด คุณลักษณะเฉพาะและกรรมการตรวจรับ แต่ไม่มีใครอยากเป็นคณะกรรมการดังกล่าว</p>	<p>1) ขอความอนุเคราะห์อาจารย์ผู้สอนเป็น คณะกรรมการฯ</p> <p>2) ชี้แจงเหตุผล ความสำคัญ และความ จำเป็นที่ต้องทำการจัดซื้อวัสดุหรือครุภัณฑ์ การศึกษานั้น ๆ และเหตุผล ความจำเป็น ความสำคัญบทบาทหน้าที่ของ คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ และกรรมการตรวจรับที่ต้องมี และให้ กระบวนการจัดซื้อวัสดุหรือครุภัณฑ์ การศึกษาเป็นไปด้วยความเรียบร้อย หรือทำ การขอความอนุเคราะห์ให้เป็น คณะกรรมการฯ เป็นลายลักษณ์อักษร</p>
<p>2. ระหว่างให้บริการแต่ละบทปฏิบัติการ</p>	
<p>2.1 สารละลายบางสารที่ใช้ในบทปฏิบัติ มีอายุในการใช้งานสั้น เช่น น้ำยารวม ที่ใช้ใน บทปฏิบัติการฟอตเฟต อยู่ตัวได้นานแค่ 4 ชั่วโมง จึงไม่สามารถเตรียมไว้ก่อนหลาย ๆ วันได้</p>	<p>1) วางแผนการเตรียมสารละลายให้ดี</p> <p>2) จัดเตรียมสารละลายในวันที่มีบท ปฏิภาณการนั้น ๆ</p>
<p>2.2 นิสิตเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab) ไม่เป็น</p>	<p>1) อธิบายการเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab) ที่ถูกต้อง</p> <p>2) ยกตัวอย่างการเขียนวางแผนการทดลอง (Plan lab)</p>

ตารางที่ 12 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขและพัฒนา (ต่อ)

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไขและพัฒนา
2.3 นิสิตลืมกุญแจตู้เก็บของตนเอง	1) ให้นิสิตฝากกุญแจตู้เก็บของไว้กับตู้เก็บกุญแจกลาง
2.4 นิสิตบางคนไม่สนใจฟังตอนอธิบายขั้นตอนการทำบทปฏิบัติการ จึงส่งผลให้ตอนทำการทดลองหรือทำการการวิเคราะห์ไม่สามารถทำได้ถูกต้องตามขั้นตอนหรือบางครั้งผลการทดลองหรือวิเคราะห์ออกมาไม่ได้เป็นอย่างที่คาดหวังไว้	1) มีการถามตอบขณะอธิบายขั้นตอนการทำบทปฏิบัติการ 2) Quiz หลังอธิบายขั้นตอนการทำบทปฏิบัติการแล้วเสร็จ
2.5 นิสิตบางคนไม่รู้จักรหัสอุปกรณ์และเครื่องแก้ว และใช้ไม่เป็น เช่น ปิเปตปิเรต ปิกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ หรือขวดวัดปริมาตร	1) จัดอบรมเกี่ยวกับหลักการและวิธีการใช้งานวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องแก้ว แต่ละประเภท 2) สอบเก็บคะแนนการใช้วัสดุการศึกษา
2.6 นิสิตใช้เครื่องมือหรือครุภัณฑ์การศึกษาไม่ถูกต้อง	1) จัดอบรมการใช้เครื่องมือหรือครุภัณฑ์การศึกษาแต่ละประเภทที่ใช้ในแต่ละบทปฏิบัติการ 2) จัดทำเอกสารหลักการ ขั้นตอนวิธีการใช้งานอย่างง่าย ติดไว้กับตัวเครื่อง
2.7 นิสิตล้างเครื่องแก้วไม่สะอาด	1) ตรวจสอบเช็คเครื่องแก้วก่อนรับคืน 2) ถ้าเครื่องแก้วไม่สะอาดให้กลับไปล้างใหม่
2.8 นิสิตใช้เครื่องแก้วไม่ระวัง ทำให้เครื่องแก้วแตกบ่อยครั้ง	1) ให้นิสิตชดเชยค่าเสียหายตามประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง กำหนดอัตราค่าชดเชยค่าเสียหายของวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2558
2.9 นิสิตไม่มีความตรงต่อเวลา เข้าห้องเรียนช้า จึงทำให้กระบวนการดำเนินการบทปฏิบัติการในวันนั้นล่าช้า	1) ตักเตือนนิสิตที่เข้าห้องเรียนช้า และไม่ตรงต่อเวลา

ตารางที่ 12 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางแก้ไขและพัฒนา (ต่อ)

ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไขและพัฒนา
2.10 นิสิตบางคนไม่สนใจฟังและไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบและความปลอดภัยการใช้ห้องปฏิบัติการ	1) อธิบายถึงความสำคัญ ผลเสียถ้าไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบ และผลประโยชน์ที่นิสิตจะได้รับหากปฏิบัติตามกฎระเบียบและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ
2.11 นิสิตไม่สามารถแยกประเภทของเสียอันตรายได้และทิ้งของเสียอันตรายไม่ถูกต้อง	1) ศึกษาหาสาเหตุที่นิสิตไม่สามารถแยกทิ้งของเสียอันตรายที่ถูกต้องได้ แล้วนำข้อมูลที่ได้พัฒนาระบบการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ
2.12 นิสิตไม่นำเสื้อกาวน์มาเรียนบทปฏิบัติการ	1) แจ้งให้นิสิตกลับไปเอาเสื้อกาวน์ที่หอพักหรือที่บ้าน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อตนเองขณะทำการทดลอง
2.13 นิสิตแอบรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำในห้องปฏิบัติการ	1) เน้นย้ำนิสิตเรื่องข้อปฏิบัติในการใช้ห้องปฏิบัติการ 2) แจ้งผลเสียของการรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำในห้องปฏิบัติการ
3. หลังให้บริการแต่ละบทปฏิบัติการ	
3.1 นิสิตส่งรายงานผลการปฏิบัติบทปฏิบัติการไม่ตรงเวลา	1) แจ้งเตือนนิสิตที่ส่งรายงานผลปฏิบัติการไม่ตรงเวลา 2) รายงานอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาเพื่อหาทางแก้ไขต่อไป
3.2 นิสิตลอกรายงานผลการปฏิบัติบทปฏิบัติการของเพื่อนมาส่ง	1) แจ้งเตือนนิสิตที่ลอกรายงานฯ เพื่อนมาส่ง 2) หากแจ้งเตือนแล้ว ยังมีการคัดลอกรายงานฯ เพื่อนอีก ก็รายงานอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา เพื่อหาทางแก้ไขต่อไป

ขอเสนอแนะ

1. หากมีบทปฏิบัติการใหม่ นักวิทยาศาสตร์ควรทดลองทำการทดลองก่อนที่จะให้นิสิตทำการทดลอง เพื่อลดข้อผิดพลาดขณะทำการทดลองจริงในวันที่มีบทปฏิบัติการ
2. เพื่อนำมาทำการทดลองหรือวิเคราะห์ ควรแจ้งและแนะนำให้นิสิต เก็บตัวอย่างน้ำให้ถูกต้องตามหลักการเก็บตัวอย่างน้ำ เพราะการเก็บตัวอย่างน้ำเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อผลการทดลอง
3. ในเรื่องของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ควรอธิบายและยกตัวอย่างให้นิสิตเห็นภาพ หากไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบการใช้ห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะเรื่องความปลอดภัย เช่น หากไม่สวมเสื้อกาวน์ขณะทำการทดลอง เมื่อเกิดอุบัติเหตุสารที่เป็นกรดเข้มข้นหก อาจจะโดนผิวหนังโดยตรง และหากไม่รวบผมขณะทำการทดลอง นอกจากการปฏิบัติงานไม่สะดวกแล้ว เมื่อผมโดนสารบางชนิดอาจจะทำให้ผมไหม้ได้
4. นักวิทยาศาสตร์ควรได้รับการอบรมวิธีการใช้เครื่องมือ การบำรุงรักษา และการซ่อมแซมเบื้องต้นจากช่าง ผู้ชำนาญ หรือผู้เชี่ยวชาญการใช้งานเครื่องมือทุกเครื่องมือที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนบทปฏิบัติการ
5. ควรมีการตรวจสอบการทำงานและความเที่ยงตรงของเครื่องมืออย่างสม่ำเสมอ เพื่อผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องตามเกณฑ์มาตรฐาน

บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2564). **มาตรฐานคุณภาพน้ำ**. สืบค้นเมื่อ 30 มิถุนายน 2564, จาก http://pcd.go.th/info_serv/reg_std_water01.html#s1
- กองคลัง มหาวิทยาลัยพะเยา. (2564). **การจัดซื้อจัดจ้าง**. สืบค้นเมื่อ 21 ตุลาคม 2564, จาก <https://finance.up.ac.th/V2/Supply.aspx>
- คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา. (2560). **หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2560. มาตรฐานกำหนดตำแหน่ง**. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2564, จาก <https://www.ocsc.go.th/job>
- คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา. (16 ตุลาคม 2561) ศธ 0590.18(10)/1980. **ประกาศคณะแพทยศาสตร์ เรื่อง แนวปฏิบัติการใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา**.
- คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา. (2564). **วิสัยทัศน์/พันธกิจ/ค่านิยม/สมรรถนะหลักของสถาบัน**. สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2564, จาก <http://www.ph.up.ac.th/ContentRead.aspx?C=About281162>
- คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา. (2564). **โครงสร้างการบริหารจัดการ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา**. สืบค้นเมื่อ 20 มิถุนายน 2564, จาก <http://www.ph.up.ac.th/ContentRead.aspx?C=structurePH>
- จรรยา ยิ้มรัตนบวร และสุดจิต ครุจิต. (2558). **การประเมินคุณภาพน้ำในระบบประปาในเขตเมือง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**. สืบค้นเมื่อ 25 มิถุนายน 2564, จาก <https://core.ac.uk/download/pdf/160794103.pdf>
- จิราพร ขำจันทร์. (2564). **เอกสารประกอบการเรียนการสอนรายวิชาการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (บทปฏิบัติการ)**. สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
- ชวลี เหมอกิจ และวิชญ์ ศรีวงษา. (2553). **โครงการจัดทำสถานีเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ โดยระบบโทรมาตรแบบหุ่นลอยใต้อาคารสิริ จังหวัดปราจีนบุรี**. สืบค้นเมื่อ 25 มิถุนายน 2564, จาก http://research.rid.go.th/project1/pdf_full/full2553/full2553_45.pdf

บรรณานุกรม (ต่อ)

- ทิพวรรณ ประเสริฐสุนันท์ และคณะ. (2560). การวิเคราะห์คุณภาพน้ำของน้ำประปาภูเขา
ในหมู่บ้านนางแลใน ตำบลนางแล อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย. **วารสารการวิจัย
กาสะลองคำ**, 101-113.
- ธีรยุทธ วิไลวัลย์, สุชาติา ชินะจิตร์ และจุฑามาศ ททรัพย์ประดิษฐ์. (2560). **ของเสีย
จากห้องปฏิบัติการ ที่นักเคมี (มัก) มองข้าม**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- นภาพร ทิพมาสน์ และสมณิมิตร พุกงาม. (2551). การตรวจวัดคุณภาพน้ำในพื้นที่ป่าไม้
เกษตรกรรม ป่าไม้ผสมเกษตรกรรม โดยใช้ลุ่มน้ำขนาดเล็ก ในลุ่มน้ำสาขาแม่ถาง
จังหวัดแพร่. **วารสารวนศาสตร์**, 28(1), 51-66.
- บริษัท บางกอกวอเตอร์เทค จำกัด, (2559). **ปฏิบัติการสร้างตะกอน (Coagulation) ด้วยวิธี
Jar test**. สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2564, จาก <https://www.waterbangkok.com>
มหาวิทยาลัยพะเยา. (2564). **โครงสร้างองค์กร**. สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2565,
จาก https://www.up.ac.th/th/Intro_Organizational.aspx
มหาวิทยาลัยพะเยา. (2564). **ระบบ E-Budget**. สืบค้นเมื่อ 13 พฤศจิกายน 2564,
จาก <https://budget.up.ac.th/Login.aspx?ReturnUrl=%2f>
มหาวิทยาลัยพะเยา. (2554). **ระเบียบมหาวิทยาลัยพะเยา ว่าด้วยจรรยาบรรณ
และคุณธรรมของบุคลากร พ.ศ. 2554**. สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2564,
จาก <http://www.libarts.up.ac.th/downloads/1623316036.pdf>
มหาวิทยาลัยพะเยา. (2564). **ประมวลจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2564**.
สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2564, จาก <http://www.council.up.ac.th>
มันลิน ตันฑุลเวศม์. (2546). **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (ปรับปรุงใหม่ 2543)** (พิมพ์ครั้งที่ 4).
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรวิทย์ จันทร์สุวรรณ. (2563). **ข้อปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ**. สืบค้นเมื่อ
18 พฤษภาคม 2564, จาก https://web.rmutp.ac.th/woravith/?page_id=1988
วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม. (2559). **คู่มือวิเคราะห์ด้านสิ่งแวดล้อม**. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- วิษณุพงษ์ ห้วยกรวัฒนา และพัชรา ลินลอยมา. (2563). แนวทางการพัฒนาการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์. **วารสารวิชาการบัณฑิตวิทยาลัยสวนดุสิต**, 40(3), 127-142.
- ศรีสุวรรณ เกษมสวัสดิ์ ศิวพันธ์ ซูอินทร์ และวรชาดา บัวโพธิ์. (2555). **คุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคอย่างยั่งยืนในเขตพื้นที่ อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม**. สืบค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2564, จาก http://www.ssruii.ssru.ac.th/bitstream/ssruir/859/1/rid_031_2555.pdf
- สุวัฒน์ ศิวาคม. (2553). **การศึกษาประสิทธิผลของคู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี**. วิทยานิพนธ์ วท.ม. (การจัดการสิ่งแวดล้อม), สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2564). **มคอ.3 รายละเอียดของรายวิชา (Course Specification)**. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2564, จาก <http://www.mua.go.th/users/tqf-hed/news/news7.php>
- สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. (2554). **มาตรฐานกำหนดตำแหน่ง**. สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2564, จาก <https://www.ocsc.go.th/job>
- ห้องปฏิบัติการปลอดภัย มหาวิทยาลัยพะเยา. (2562). **คำอธิบายประเภทของเสียอันตราย**. สืบค้นเมื่อ 3 กรกฎาคม 2564, จาก <http://labsafety.up.ac.th/index/alldocument>
- อัจฉราภรณ์ ศุภระศร นนทวร สอนจันทร์ และพัฒนัธน์สรณ์ เพียงสว่าง. (2556). **การศึกษาคุณภาพน้ำคลองเปรมประชากรเพื่อนำไปสู่การบริหารจัดการน้ำ**. วิทยานิพนธ์ วท.บ. (วิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ), มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร, กรุงเทพมหานคร.
- อณิศา เสี่ยงมใจ. (2562). **คุณภาพน้ำผิวดินบริเวณรอบนิคมอุตสาหกรรมโรจนะ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา**. **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม**, 15(1), 16-26.

ภาคผนวก ก ขั้นตอนการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

1. เครื่อง PH Meter



ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

ขั้นตอนการใช้เครื่อง PH Meter

- 1) ใส่ถ่าน
- 2) ประกอบเครื่องโดยนำอิเล็กโทรดใส่ไปตรงขั้วของตัวเครื่อง
- 3) เปิดเครื่อง (เปิดเครื่องทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที ก่อนใช้งาน เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องมือ)
- 4) ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น แล้วซับน้ำเบา ๆ ด้วยกระดาษทิชชู
- 5) ปรับเทียบมาตรฐาน (Calibrate) เครื่อง โดยจุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลายบัฟเฟอร์ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ 4, 7 และ 10 ตามลำดับ
- 6) นำน้ำตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ แล้วคนให้เข้ากัน
- 7) นำอิเล็กโทรดจุ่มลงในน้ำตัวอย่างที่เตรียมไว้
- 8) อ่านค่าแล้วบันทึกผลค่าความเป็นกรดต่าง และอุณหภูมิ
- 9) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- 10) ปิดเครื่อง ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยทิชชูให้แห้ง แล้วแช่อิเล็กโทรดในสารละลาย Electrolyte KCl 3 mol/l ถอดอิเล็กโทรดออกจากตัวเครื่อง และเอาถ่านออก

2. เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter)



ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

ขั้นตอนการใช้เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity meter)

- 1) ใส่ถ่าน
- 2) ประกอบเครื่องโดยนำอิเล็กโทรดใส่ไปตรงขั้วของตัวเครื่อง
- 3) เปิดเครื่อง (เปิดเครื่องทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที ก่อนใช้งาน เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องมือ)
- 4) ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น แล้วซับน้ำเบา ๆ ด้วยกระดาษทิชชู
- 5) ปรับเทียบมาตรฐาน (Calibrate) เครื่อง โดยจุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลายมาตรฐานสำหรับวัดความนำไฟฟ้า $1413 \mu\text{S}/\text{cm}$
- 6) นำน้ำตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ แล้วคนให้เข้ากัน
- 7) นำอิเล็กโทรดจุ่มลงในน้ำตัวอย่างที่เตรียมไว้
- 8) อ่านค่าแล้วบันทึกผลค่าการนำไฟฟ้า และอุณหภูมิ
- 9) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- 10) ปิดเครื่อง ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยทิชชูให้แห้ง ถอดอิเล็กโทรดออกจากตัวเครื่อง และเอาถ่านออก

3. เครื่องวัดออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Do Meter)



ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

ขั้นตอนการใช้เครื่องวัดออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Do Meter)

- 1) ใส่ถ่าน
- 2) ประกอบเครื่องโดยนำอิเล็กโทรดใส่ไปตรงขั้วของตัวเครื่อง
- 3) เปิดเครื่อง (เปิดเครื่องทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที ก่อนใช้งาน เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องมือ)
- 4) ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น แล้วซับน้ำเบา ๆ ด้วยกระดาษทิชชู
- 5) ปรับเทียบมาตรฐาน (Calibrate) เครื่อง
- 6) นำน้ำตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ แล้วคนให้เข้ากัน
- 7) นำอิเล็กโทรดจุ่มลงในน้ำตัวอย่างที่เตรียมไว้
- 8) อ่านค่าแล้วบันทึกผลค่าออกซิเจนละลายน้ำ และอุณหภูมิ
- 9) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- 10) ปิดเครื่อง ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยทิชชูให้แห้ง ถอดอิเล็กโทรดออกจากตัวเครื่อง และเอาถ่านออก

4. เครื่องวัดความขุ่น (Turbidity Meter)



ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

ขั้นตอนการใช้เครื่องวัดความขุ่น (Turbidity Meter)

- 1) ใส่ถ่าน
- 2) เปิดเครื่อง (เปิดเครื่องทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที ก่อนใช้งาน เพื่อเป็นการอุ่นเครื่องมือ)
- 3) ปรับเทียบมาตรฐาน (Calibrate) เครื่องโดยใส่ขวดสารละลายมาตรฐาน ความขุ่น 800 NTU ลงในช่องใส่ตัวอย่าง แล้วรอการปรับเทียบเสร็จ แล้วทำการปรับเทียบที่จุดต่อไป คือ ที่สารละลายมาตรฐานความขุ่นที่ 100, 20 และ 0.2 NTU ตามลำดับ
- 4) นำน้ำตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ แล้วคนให้เข้ากัน
- 5) ตวงน้ำตัวอย่างใส่ในขวดใส่น้ำตัวอย่าง เขย่าเบา ๆ ระวังอย่าให้เกิดฟอง แล้วใส่ลงไปในช่องใส่ตัวอย่างและปิดฝาครอบ
- 6) อ่านค่าแล้วบันทึกผลค่าความขุ่น
- 7) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ
- 8) ปิดเครื่อง ทำความสะอาดขวดใส่น้ำตัวอย่างแล้วเช็ดให้แห้ง

5. เตาอบลมร้อน (Oven)



ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

ขั้นตอนการใช้เตาอบลมร้อน (Oven)

- 1) เสียบปลั๊ก
- 2) เปิดเครื่อง โดยการเปิดปุ่ม On
- 3) ตั้งอุณหภูมิ โดยกดปุ่ม Set อุณหภูมิ
- 4) ตั้งเวลา โดยกดปุ่ม Set เวลา
- 5) กดปุ่ม Start
- 6) หากใช้งานแล้วเสร็จ ปิดเครื่องทุกครั้งโดยกดปุ่ม Off และถอดปลั๊กไฟ

6. เครื่องอังน้ำ (Water bath)



ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

ขั้นตอนการใช้เครื่องอังน้ำ (Water bath)

- 1) เสียบปลั๊ก
- 2) เปิดเครื่อง โดยการเปิดปุ่ม On
- 3) ตั้งอุณหภูมิ โดยกดปุ่ม Set ค้างไว้ แล้วหมุนปรับอุณหภูมิตามต้องการ
- 4) สามารถใช้งานตามความต้องการ
- 5) หากใช้งานแล้วเสร็จ ปิดเครื่องทุกครั้งโดยกดปุ่ม Off และถอดปลั๊กไฟ

7. เตาเผา (Muffle furnace)



ที่มา: จีราพร ขำจันทร์, 2564

ขั้นตอนการใช้เตาเผา (Muffle furnace)

- 1) เสียบปลั๊ก
- 2) เปิดเครื่อง โดยการกดปุ่ม On
- 3) ตั้งอุณหภูมิ โดยกดปุ่ม Set อุณหภูมิ
- 4) ตั้งเวลา โดยกดปุ่ม Set เวลา
- 5) กดปุ่ม Start
- 6) หากใช้งานแล้วเสร็จ ปิดเครื่องทุกครั้งโดยกดปุ่ม Off และถอดปลั๊กไฟ

8. เครื่อง Jar test



ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

ขั้นตอนการใช้เครื่อง Jar test

เลือกใช้ Mode Run Sequential โหมดนี้จะเป็นการ Ran ให้เครื่องทำงานเป็น Step การทำงาน โดยการนำ Memory ที่บันทึกไว้มา Run เป็น Step เริ่มจาก Memory 1 (M1) จนถึง Memory 4 (M4)

- 1) เลียบปลั๊ก
- 2) เปิดเครื่อง โดยการกดปุ่ม On หน้าจอจะโชว์ Main Menu
- 3) ตั้งโปรแกรมการทำงาน M1-M4 โดยเข้าไปที่ 4) Program Memoties
- 4) เลือก Mode Run Sequential โดยกดปุ่มเลข 2 จะเข้าสู่หน้าจอ Sequential
- 5) กดปุ่ม Start/Stop เครื่องจะทำงานตาม Memory ที่บันทึก เริ่มจาก M1-M4
- 6) หลังจากเครื่องหยุดทำงานแล้วถ้าต้องการ Run ใหม่ให้กดปุ่ม Start/Stop แต่ถ้าต้องการ กลับสู่ Main Menu

9. เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)



ที่มา: จีราพร ขำจันทร์, 2564

ขั้นตอนการใช้เครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

- 1) เสียบปลั๊ก
- 2) เปิดเครื่อง โดยการกดปุ่ม On
- 3) ตั้งค่าความยาวคลื่นตามความต้องการ โดยกดปุ่มแลมบ์ดา (λ)
- 4) นำตัวอย่างใส่ลงในที่ใส่ตัวอย่าง โดยให้ด้านใสของขวดใส่ตัวอย่างหันไปทางด้านที่มีลำแสงผ่าน
- 5) กดปุ่ม enter เครื่องจะวัดค่าการดูดกลืนแสง แล้วรายงานผลปรากฏที่หน้าจอ
- 6) หากใช้งานแล้วเสร็จ ปิดเครื่องทุกครั้งโดยกดปุ่ม Off และถอดปลั๊กไฟ

10. เครื่องย่อย เครื่องทำความสะอาด และเครื่องกลั่นไนโตรเจน



ที่มา: จิราพร ขำจันทร์, 2564

ขั้นตอนการใช้เครื่องย่อย

- 1) เสียบปลั๊ก
- 2) นำตัวอย่างและสารละลายลงในหลอดย่อย แล้วนำหลอดย่อยหลุมย่อย
- 3) เปิดเครื่อง โดยการเปิดปุ่ม On
- 4) ตั้งค่าความร้อนและเวลา
- 5) เมื่อย่อยเสร็จเรียบร้อยแล้ว รอให้อุณหภูมิลดลง แล้วนำหลอดย่อยออกจากเตาหลุม
- 6) ปิดเครื่อง โดยการกดปุ่ม Off

ขั้นตอนการใช้เครื่องทำความสะอาด

- 1) เสียบปลั๊ก
- 2) เปิดเครื่องทำความสะอาด โดยกดสวิตช์ที่มีสัญลักษณ์ COOL แล้วตั้งอุณหภูมิที่ต้องการใช้
- 3) เปิดปั๊ม โดยกดสวิตช์ที่มีสัญลักษณ์ PUMP
- 4) เครื่องจะทำงาน
- 5) ปิดเครื่อง โดยการกดสวิตช์ COOL และ PUMP ลง

ขั้นตอนการใช้เครื่องกลั่น

- 1) เสียบปลั๊ก
- 2) เปิดเครื่อง โดยการเปิดปุ่ม On
- 3) นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในตัวเครื่องกลั่น
- 4) ตั้งค่าปริมาณน้ำกลั่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ และสายละลายบอแร็ค ตามปริมาณที่ต้องใช้

โดยกดปุ่มการเติมปริมาณสารต่าง ๆ

- 5) เมื่อตั้งค่าเสร็จเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม Start แล้วเครื่องกลั่นจะทำงานตามที่เรที่ตั้งค่าไว้
- 6) ปิดเครื่อง โดยการกดปุ่ม Off

ภาคผนวก ข ประมวลจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2564



ประมวลจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๖๔

ตามที่พระราชบัญญัติการอุดมศึกษา พ.ศ. ๒๕๖๒ มาตรา ๒๐ ได้กำหนดให้ สภาสถาบันอุดมศึกษาต้องจัดให้มีประมวลจริยธรรมของนายกสภาสถาบันอุดมศึกษา กรรมการ สภาสถาบันอุดมศึกษา ผู้บริหารและบุคลากรของสภาสถาบันอุดมศึกษา และผู้เรียน โดยมีกลไก การส่งเสริม ตรวจสอบ และบังคับใช้ที่มีประสิทธิภาพ นั้น

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๒๑ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓ และมติสภามหาวิทยาลัยพะเยาในคราวประชุม ครั้งที่ ๒/๒๕๖๔ เมื่อวันที่ ๖ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ ให้ออกประมวลจริยธรรมไว้ดังนี้

หมวด ๑

บททั่วไป

ข้อ ๑ ประมวลนี้เรียกว่า “ประมวลจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๖๔” และให้ใช้บังคับตั้งแต่วันครบเก้าสิบวันนับแต่วันประกาศ

ข้อ ๒ ในประมวลจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยานี้

“ประมวลจริยธรรม” หมายความว่า ประมวลจริยธรรมนายกสภามหาวิทยาลัยพะเยา กรรมการสภามหาวิทยาลัยพะเยา ผู้บริหาร บุคลากร และผู้เรียนมหาวิทยาลัยพะเยา

“มหาวิทยาลัย” หมายความว่า มหาวิทยาลัยพะเยา

“สภามหาวิทยาลัย” หมายความว่า สภามหาวิทยาลัยพะเยา

“คณะกรรมการ” หมายความว่า คณะกรรมการคุ้มครองจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา

“กรรมการ” หมายความว่า กรรมการคุ้มครองจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา

“นายกสภามหาวิทยาลัย” หมายความว่า นายกสภามหาวิทยาลัยพะเยา

“อธิการบดี” หมายความว่า อธิการบดีมหาวิทยาลัยพะเยา

“ผู้บริหาร” หมายความว่า อธิการบดี รองอธิการบดี ผู้ช่วยอธิการบดี คณบดี รองคณบดี ผู้ช่วยคณบดี หัวหน้าหน่วยงานหรือตำแหน่งที่เรียกชื่ออย่างอื่นซึ่งมีสถานะเทียบเท่า และหมายความรวมถึงหัวหน้าหน่วยงานย่อย ระดับงาน ภายในส่วนงาน

“ส่วนงาน” หมายความว่า ส่วนงานตามมาตรา ๗ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัย พะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓

“โรงเรียน” หมายความว่า โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

-๒-

“หัวหน้าส่วนงาน” หมายความว่า หัวหน้าส่วนงานตามมาตรา ๗ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓

“หน่วยงาน” หมายความว่า หน่วยงานภายในส่วนงานตามมาตรา ๗ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓

“หัวหน้าหน่วยงาน” หมายความว่า หัวหน้าหน่วยงานภายในส่วนงานมาตรา ๗ (๒) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓

“บุคลากร” หมายความว่า พนักงานมหาวิทยาลัย ลูกจ้างของมหาวิทยาลัย ตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยพะเยา ว่าด้วย การบริหารงานบุคคล

“ผู้เรียน” หมายความว่า นิสิตมหาวิทยาลัยพะเยาและนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

“นิสิต” หมายความว่า นิสิตมหาวิทยาลัยพะเยา

“นักเรียน” หมายความว่า นักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยพะเยา

“รัฐมนตรี” หมายความว่า รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ข้อ ๓ ให้อธิการบดีเป็นผู้รักษาการตามประมวลจริยธรรมนี้ ในกรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับการบังคับใช้หรือการปฏิบัติตามประมวลจริยธรรมนี้ ให้คณะกรรมการมีอำนาจตีความและวินิจฉัยชี้ขาด และให้ถือเป็นที่สุด

หมวด ๒

จริยธรรมของนายกสภามหาวิทยาลัย และกรรมการสภามหาวิทยาลัย

ข้อ ๔ จงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ และยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

ข้อ ๕ รักษาไว้ซึ่งศักดิ์ศรี เกียรติฐานะของสภามหาวิทยาลัยและส่งเสริมชื่อเสียงเกียรติคุณ อันจะส่งผลให้ผู้ประพฤตินั้นเป็นที่เลื่อมใสศรัทธาและยกย่องของบุคคลทั่วไป

ข้อ ๖ รักษาวัฒนธรรมและภาพลักษณ์ที่ดีของมหาวิทยาลัย ยึดมั่นในคุณธรรม และถือปฏิบัติตามกฎระเบียบอย่างเคร่งครัด

ข้อ ๗ ยึดถือเป้าหมายและประโยชน์ของมหาวิทยาลัย โดยไม่ฝักใฝ่ประโยชน์ทับซ้อน และไม่นำความสัมพันธ์ส่วนตัวมาประกอบการใช้ดุลยพินิจให้เป็นคุณหรือโทษแก่บุคคลใด ๆ หรือมีการเลือกปฏิบัติต่อบุคคลนั้นต่างจากบุคคลอื่น และไม่กระทำการใด หรือดำรงตำแหน่งใด หรือปฏิบัติภารกิจใดในฐานะส่วนตัว ซึ่งก่อให้เกิดการขัดกับประโยชน์ส่วนรวมที่อยู่ในความรับผิดชอบตามหน้าที่ของตน

ข้อ ๘ มุ่งมั่นในการทำงานให้มีคุณภาพ มาตรฐานโปร่งใส และตรวจสอบได้

ข้อ ๙ ปฏิบัติหน้าที่ด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต โปร่งใส และตรวจสอบได้

-๓-

หมวด ๓**จรรยาบรรณของผู้บริหาร**

ข้อ ๑๐ จงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ และยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

ข้อ ๑๑ รักษาไว้ซึ่งศักดิ์ศรี เกียรติคุณและชื่อเสียงของมหาวิทยาลัยและส่งเสริมชื่อเสียงเกียรติคุณ อันจะส่งผลให้เป็นที่เลื่อมใสและยกย่องของบุคคลทั่วไป

ข้อ ๑๒ รักษาวัฒนธรรมและภาพลักษณ์ที่ดีของมหาวิทยาลัย ยึดมั่นในคุณธรรมและถือปฏิบัติตามกฎระเบียบอย่างเคร่งครัด

ข้อ ๑๓ เป็นผู้มีความซื่อสัตย์ ยึดมั่นและยืนหยัดในสิ่งที่ถูกต้อง

ข้อ ๑๔ ไม่แสวงหาผลประโยชน์โดยมิชอบ ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน และไม่โอนอ่อนต่ออิทธิพลใด ๆ

ข้อ ๑๕ ปฏิบัติหน้าที่ด้วยความซื่อสัตย์ สุจริต โปร่งใส และตรวจสอบได้

ข้อ ๑๖ ปฏิบัติต่อผู้ใต้บังคับบัญชาและผู้ที่เกี่ยวข้อง ด้วยความเมตตากรุณา และมนุษยสัมพันธ์อันดี

หมวด ๔**จรรยาบรรณของบุคลากร****ส่วนที่ ๑****จรรยาบรรณของบุคลากรสายวิชาการ**

ข้อ ๑๗ จงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ และยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

ข้อ ๑๘ ยึดมั่นและปฏิบัติตามปรัชญา ปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ วัตถุประสงค์ นโยบาย ระเบียบ ข้อบังคับ ประกาศและหลักเกณฑ์ของมหาวิทยาลัยอย่างเคร่งครัด

ข้อ ๑๙ ประพฤติตนให้เหมาะสมกับการเป็นพนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ รักษาและเผยแพร่ภาพลักษณ์ที่ดีของมหาวิทยาลัยให้เป็นที่ยอมรับ

ข้อ ๒๐ ละเว้นการเรียกรับ หรือยอมจะรับทรัพย์สิน หรือประโยชน์อื่นใดสำหรับตนเองหรือผู้อื่น โดยมิชอบด้วยกฎหมาย

ข้อ ๒๑ รักษาความสัมพันธ์กับผู้เรียน ผู้รับบริการ และประชาชนทั่วไปอย่างกัลยาณมิตร

ข้อ ๒๒ ดำรงตนให้เป็นแบบอย่างที่ดี รักษาไว้ซึ่งความลับของมหาวิทยาลัย ผู้เรียน ผู้รับบริการ

-๔-

ข้อ ๒๓ รักษาความสัมพันธ์กับผู้เรียนอย่างกัลยาณมิตร มีคุณธรรม จริยธรรม ความเมตตากรุณาต่อผู้เรียน

ข้อ ๒๔ มีจรรยาบรรณในการปฏิบัติหน้าที่วิจัยและการสร้างผลงานทางวิชาการ

ข้อ ๒๕ แสดงออกซึ่งความเห็นทางวิชาการโดยสุจริต ไม่ถูกครอบงำจากอิทธิพลใด ๆ

ข้อ ๒๖ เปิดเผยข้อมูลให้ผู้เรียนหรือผู้เกี่ยวข้องรับรู้ได้

ส่วนที่ ๒

จริยธรรมของบุคลากรสายสนับสนุน

ข้อ ๒๗ จงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ และยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

ข้อ ๒๘ ยึดมั่นและปฏิบัติตามปรัชญา ปณิธาน วิสัยทัศน์ พันธกิจ วัตถุประสงค์ นโยบาย ระเบียบ ข้อบังคับ ประกาศและหลักเกณฑ์ของมหาวิทยาลัยอย่างเคร่งครัด

ข้อ ๒๙ ประพฤติตนให้เหมาะสมกับการเป็นพนักงานมหาวิทยาลัยสายสนับสนุน รักษาและเผยแพร่ภาพลักษณ์ที่ดีของมหาวิทยาลัยให้เป็นที่ยอมรับ

ข้อ ๓๐ ละเว้นการเรียก รับ หรือยอมจะรับทรัพย์สิน หรือประโยชน์อื่นใดสำหรับตนเองหรือผู้อื่น โดยมีขอบด้วยกฎหมาย

ข้อ ๓๑ รักษาความสัมพันธ์กับผู้เรียน ผู้รับบริการ และประชาชนทั่วไปอย่างกัลยาณมิตร

ข้อ ๓๒ ดำรงตนให้เป็นแบบอย่างที่ดี รักษาไว้ซึ่งความลับของมหาวิทยาลัย ผู้เรียน ผู้รับบริการ

หมวด ๕

จริยธรรมของผู้เรียน

ส่วนที่ ๑

นิสิต

จริยธรรมต่อตนเอง

ข้อ ๓๓ จงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์และยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

ข้อ ๓๔ มีทัศนคติที่ดี มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเองและต่อมหาวิทยาลัย ประพฤติตนอยู่ในศีลธรรม จริยธรรม และวัฒนธรรมอันดีงาม ยึดมั่นและปฏิบัติตามนโยบาย ปณิธาน และปรัชญาของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๓๕ มีความอดุสาหะ เพียรพยายามในการศึกษาหาความรู้ตลอดชีวิต

ข้อ ๓๖ ประพฤติตนให้เหมาะสมตามคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของนิสิต

-๕-

จริยธรรมต่อผู้อื่น

ข้อ ๓๗ รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ประพฤติตนเป็นกัลยาณมิตร และมีความกตัญญูต่อบุคคล

ข้อ ๓๘ มีความซื่อสัตย์ สุจริต และเคารพสิทธิของผู้อื่น

จริยธรรมต่อมหาวิทยาลัย

ข้อ ๓๙ ปฏิบัติตามข้อบังคับ ระเบียบ ประกาศและแนวปฏิบัติของมหาวิทยาลัยอย่างเคร่งครัด

ข้อ ๔๐ ประพฤติตนให้เหมาะสมกับการเป็นนิสิต รักษาและเผยแพร่ภาพลักษณ์ที่ดีของมหาวิทยาลัยให้เป็นที่ยอมรับ

จริยธรรมต่อชุมชน สังคม และสิ่งแวดล้อม

ข้อ ๔๑ ประพฤติตนเป็นผู้มีจิตสาธารณะ รักษาขนบธรรมเนียมประเพณีและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ข้อ ๔๒ มีความรับผิดชอบต่อชุมชน สังคม และรักษาสิ่งแวดล้อม

ข้อ ๔๓ ภาคภูมิใจ เห็นคุณค่า มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ สืบทอด เผยแพร่ ภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะและวัฒนธรรมไทย

ส่วนที่ ๒**นักเรียน****จริยธรรมต่อตนเอง**

ข้อ ๔๔ จงรักภักดีต่อชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ และยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

ข้อ ๔๕ เป็นพลเมืองดีของชาติ มีความสามัคคี ประองคอง

ข้อ ๔๖ ซื่อสัตย์สุจริต รับผิดชอบในหน้าที่ และมีความเพียรในการศึกษาแสวงหาความรู้ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน

ข้อ ๔๗ มีบุคลิกภาพที่ดีและมีสัมมาคารวะ

จริยธรรมต่อผู้อื่น

ข้อ ๔๘ รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ประพฤติตนเป็นกัลยาณมิตร และมีความกตัญญูต่อบุคคล

ข้อ ๔๙ มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี มีน้ำใจ และปฏิบัติต่อผู้อื่นด้วยความสุภาพ

ข้อ ๕๐ มีความซื่อสัตย์ สุจริต เคารพสิทธิของผู้อื่น มีความละเอียด และเกรงกลัวต่อการกระทำผิด

-๖-

จริยธรรมต่อโรงเรียน

ข้อ ๕๑ ปฏิบัติตามข้อบังคับ ระเบียบ ประกาศและแนวปฏิบัติของโรงเรียนอย่างเคร่งครัด

ข้อ ๕๒ ประพฤติตนให้เหมาะสมกับการเป็นนักเรียน รักษาและเผยแพร่ภาพลักษณ์ที่ดีของโรงเรียนให้เป็นที่ยอมรับ

จริยธรรมต่อชุมชน สังคม และสิ่งแวดล้อม

ข้อ ๕๓ เสียสละและช่วยเหลือผู้อื่น มีจิตอาสาช่วยเหลือสังคม ดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมอย่างมีความสุข

ข้อ ๕๔ อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ร่วมสร้างสรรค์สิ่งที่ดีงามให้เกิดในชุมชน โดยไม่หวังสิ่งตอบแทน

ข้อ ๕๕ ภาคภูมิใจ เห็นคุณค่า มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ สืบทอด เผยแพร่ภูมิปัญญาไทย ขนบธรรมเนียมประเพณี ศิลปะและวัฒนธรรมไทย

หมวด ๖

กลไกและระบบการบังคับใช้ประมวลจริยธรรม

ส่วนที่ ๑

องค์กรคุ้มครองจริยธรรม

ข้อ ๕๖ ให้สภามหาวิทยาลัยแต่งตั้งคณะกรรมการชั้นชุดหนึ่ง เรียกว่า "คณะกรรมการคุ้มครองจริยธรรมมหาวิทยาลัยพะเยา" ประกอบด้วย

(๑) ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย จำนวนหนึ่งคน เป็นประธานกรรมการ

(๒) รองอธิการบดีที่อธิการบดีมอบหมายให้รับผิดชอบเกี่ยวกับการรักษาจริยธรรมประจำมหาวิทยาลัย จำนวนไม่เกินสามคน เป็นกรรมการ

(๓) ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย จำนวนไม่เกินสี่คน เป็นกรรมการ

(๔) หัวหน้าหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านกฎหมาย เป็นกรรมการและเลขานุการ

ทั้งนี้ อาจแต่งตั้งผู้มีความสมบัติเหมาะสม จำนวนไม่เกินสองคน เป็นผู้ช่วยเลขานุการก็ได้

ข้อ ๕๗ คุณสมบัติกรรมการตามข้อ ๕๖ (๑) ประกอบด้วย

(๑) เป็นผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย

(๒) เป็นผู้มีความรู้ความสามารถ มีประสบการณ์และผลงานด้านการส่งเสริมจริยธรรม

(๓) เป็นผู้มีความเข้าใจในบทบาทภารกิจของมหาวิทยาลัย

(๔) เป็นบุคคลที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้มีเกียรติ มีความซื่อสัตย์ สุจริต

-๓/-

ข้อ ๕๔ คุณสมบัติกรรมการตามข้อ ๕๖ (๓) ประกอบด้วย

(๑) เป็นผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย

(๒) เป็นบุคคลที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นผู้มีเกียรติ มีความซื่อสัตย์ สุจริต เป็นที่ยอมรับของมหาวิทยาลัย

ข้อ ๕๕ ให้คณะกรรมการ มีวาระการดำรงตำแหน่งคราวละ ๓ ปี

ในกรณีที่ตำแหน่งประธานคณะกรรมการว่างลงไม่ว่าด้วยเหตุใด และยังมีได้ดำเนินการให้ได้มาซึ่งประธานกรรมการแทนตำแหน่งที่ว่าง ให้คณะกรรมการประกอบด้วยกรรมการเท่าที่มีอยู่ ดำเนินการประชุมเพื่อเลือกกรรมการที่มีอยู่ให้ทำหน้าที่ประธานกรรมการแทนตำแหน่งดังกล่าว

ในกรณีที่ตำแหน่งคณะกรรมการว่างลงไม่ว่าด้วยเหตุใด และยังมีได้ดำเนินการให้ได้มาซึ่งกรรมการแทนตำแหน่งที่ว่าง ในการประชุมต้องมีคณะกรรมการมาประชุมอย่างน้อยกึ่งหนึ่งของจำนวนกรรมการทั้งหมดที่มีอยู่จึงจะเป็นองค์ประชุมได้

ในกรณีที่คณะกรรมการพ้นจากตำแหน่งก่อนครบวาระ ให้สภามหาวิทยาลัยแต่งตั้งกรรมการแทนภายในเก้าสิบวันนับแต่วันที่กรรมการผู้นั้นพ้นจากตำแหน่ง และให้ผู้ที่ได้รับแต่งตั้งอยู่ในตำแหน่งเท่ากับวาระที่เหลืออยู่ของผู้ซึ่งตนแทน แต่ถ้าวาระการดำรงตำแหน่งเหลือน้อยกว่าเก้าสิบวัน จะไม่ดำเนินการให้มีผู้ดำรงตำแหน่งแทนก็ได้

ข้อ ๖๐ นอกจากการพ้นจากตำแหน่งตามวาระ กรรมการพ้นจากตำแหน่งเมื่อ

(๑) ตาย

(๒) ลาออก

(๓) ขาดคุณสมบัติของการเป็นกรรมการในประเภทนั้น

(๔) ถูกจำคุกโดยคำพิพากษาถึงที่สุดให้จำคุก

(๕) เป็นบุคคลล้มละลาย

(๖) เป็นคนไร้ความสามารถ หรือคนเสมือนไร้ความสามารถ

(๗) สภามหาวิทยาลัยมีมติให้พ้นจากตำแหน่ง ด้วยคะแนนเสียงไม่น้อยกว่าสองในสามขององค์ประชุมสภามหาวิทยาลัยที่มีอยู่ของการประชุมนั้น ๆ

ข้อ ๖๑ คณะกรรมการ มีอำนาจและหน้าที่ ดังนี้

(๑) กำกับดูแล นายกสภามหาวิทยาลัย กรรมการสภามหาวิทยาลัย ผู้บริหาร บุคลากร และผู้เรียน ให้ปฏิบัติตามประมวลจริยธรรมนี้อย่างเคร่งครัด

(๒) ให้คำปรึกษา เสนอแนะนโยบายและมาตรการด้านการส่งเสริมคุณธรรมจริยธรรมรวมถึงแนวทางการนำพฤติกรรมทางจริยธรรมไปใช้ในกระบวนการบริหารงานบุคคลของมหาวิทยาลัย

-๘-

(๓) รณรงค์ ส่งเสริม ประชาสัมพันธ์ ตลอดจนสร้างเครือข่ายและประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานของรัฐ ภาคเอกชนและประชาชน

(๔) ติดตามและประเมินผลการปฏิบัติของส่วนงานและหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัย ตามประมวลจริยธรรมนี้ และรายงานผลต่อสภามหาวิทยาลัยทุกสิ้นปีงบประมาณ

(๕) พิจารณาตีความและวินิจฉัยชี้ขาดการกระทำอันเป็นการฝ่าฝืนจริยธรรมตามประมวลจริยธรรม หรือปัญหาอันเกิดจากการใช้ประมวลจริยธรรมนี้

(๖) พิจารณาผลการสอบสวนข้อเท็จจริงกรณีมีการฝ่าฝืนจริยธรรมตามประมวลนี้ และเสนอต่ออธิการบดีหรือสภามหาวิทยาลัย หรือรัฐมนตรีเพื่อพิจารณา ตามแต่กรณี

(๗) แต่งตั้งคณะกรรมการ หรือคณะอนุกรรมการ หรือคณะทำงาน เพื่อช่วยปฏิบัติงานในด้านจริยธรรมของส่วนงานหรือหน่วยงานภายในส่วนงานของมหาวิทยาลัยตามความจำเป็นและเหมาะสม

(๘) พิจารณาเสนอแนะการแก้ไขเพิ่มเติมประมวลจริยธรรมนี้ หรือการอื่นที่เห็นสมควร

(๙) ปฏิบัติงานอื่นใดตามที่กฎหมายกำหนด

ส่วนที่ ๒

ระบบการบังคับใช้ประมวลจริยธรรม

ข้อ ๖๒ เมื่อปรากฏว่านายกสภามหาวิทยาลัยและกรรมการสภามหาวิทยาลัย มีการฝ่าฝืนจริยธรรมตามประมวลจริยธรรมนี้ ผู้กล่าวหาต้องจัดทำคำกล่าวหาเป็นหนังสือพร้อมเอกสารหลักฐานที่สามารถเชื่อได้ว่ามีการกระทำผิดจริยธรรมและยื่นต่อคณะกรรมการ โดยให้คณะกรรมการพิจารณาสอบสวนข้อเท็จจริงดังกล่าว ในกรณีที่คณะกรรมการพิจารณาแล้วเห็นว่า มีมูลว่ากระทำผิดจริยธรรมตามประมวลจริยธรรมนี้ ให้คณะกรรมการเสนอต่อรัฐมนตรีเพื่อพิจารณาดำเนินการทางจริยธรรม

กรณีที่คณะกรรมการพิจารณาแล้ว ไม่ปรากฏมูลว่านายกสภามหาวิทยาลัยและกรรมการสภามหาวิทยาลัยกระทำผิดจริยธรรมตามประมวลจริยธรรมนี้ ให้คณะกรรมการยุติเรื่อง

ข้อ ๖๓ เมื่อปรากฏว่าอธิการบดีถูกกล่าวหาว่าได้กระทำผิดจริยธรรม ผู้กล่าวหาต้องจัดทำคำกล่าวหาเป็นหนังสือพร้อมเอกสารหลักฐานที่สามารถเชื่อได้ว่ามีการกระทำผิดจริยธรรมและยื่นต่อคณะกรรมการ โดยให้คณะกรรมการพิจารณาดังคณะอนุกรรมการเพื่อตรวจสอบข้อเท็จจริงดังกล่าวเบื้องต้นและรายงานผลการตรวจสอบข้อเท็จจริงต่อคณะกรรมการ

ในกรณีที่คณะกรรมการพิจารณาแล้วเห็นว่า มีมูลว่ากระทำผิดจริยธรรมตามประมวลจริยธรรมนี้ ให้สภามหาวิทยาลัยเสนอต่อรัฐมนตรีเพื่อพิจารณาดำเนินการทางจริยธรรม

ในกรณีที่คณะกรรมการพิจารณาแล้ว ไม่ปรากฏมูลว่าอธิการบดีกระทำผิดจริยธรรมตามประมวลจริยธรรม ให้คณะกรรมการยุติเรื่อง

-๙-

ข้อ ๖๔ เมื่อปรากฏว่าบุคคลถูกลงกล่าวหาว่าได้กระทำความผิดจริยธรรม ผู้กล่าวหาต้องจัดทำคำกล่าวหาเป็นหนังสือพร้อมเอกสารหลักฐานที่สามารถเชื่อได้ว่ามีการกระทำความผิดจริยธรรมและยื่นต่อคณะกรรมการ โดยให้คณะกรรมการพิจารณาแต่งตั้งคณะอนุกรรมการเพื่อตรวจสอบข้อเท็จจริงดังกล่าวเบื้องต้นและรายงานผลการตรวจสอบข้อเท็จจริงต่ออธิการบดี

(๑) กรณีที่พิจารณาแล้ว ปรากฏว่าการกระทำดังกล่าวไม่เป็นการกระทำความผิดทางวินัย ให้อธิการบดี หรือผู้ที่อธิการบดีมอบหมาย หรือผู้บังคับบัญชาชั้นต้น ดำเนินการตักเตือนเป็นลายลักษณ์อักษร หรือสั่งให้บุคลากรผู้นั้นได้รับการพัฒนาทางด้านจริยธรรมตามที่อธิการบดี หรือผู้บังคับบัญชาชั้นต้น หรือผู้ที่อธิการบดีมอบหมายเห็นสมควร

(๒) กรณีที่พิจารณาแล้ว ปรากฏว่าการกระทำดังกล่าวเป็นการกระทำความผิดทางวินัย ให้อธิการบดีพิจารณาดำเนินการทางวินัยตามข้อบังคับมหาวิทยาลัยพะเยากับบุคลากร

(๓) กรณีที่พิจารณาแล้ว ไม่ปรากฏมูลว่ามีการฝ่าฝืนประมวลจริยธรรม ให้อธิการบดี หรือผู้ที่อธิการบดีมอบหมาย หรือผู้บังคับบัญชาชั้นต้น ดำเนินการสั่งยุติเรื่อง

ข้อ ๖๕ เมื่อปรากฏว่าผู้เรียนถูกกล่าวหาว่าได้กระทำความผิดจริยธรรม ผู้กล่าวหาต้องจัดทำคำกล่าวหาเป็นหนังสือพร้อมเอกสารหลักฐานที่สามารถเชื่อได้ว่ามีการกระทำความผิดจริยธรรมและยื่นต่อคณะกรรมการ โดยให้คณะกรรมการพิจารณาขอหมายหัวหน้าส่วนงาน หรือหัวหน้าหน่วยงานภายในส่วนงานที่กำกับดูแลผู้เรียน ตามแต่กรณี สอบสวนข้อเท็จจริงและรายงานผลการสอบสวนข้อเท็จจริงต่ออธิการบดี

กรณีที่หัวหน้าส่วนงาน หรือหัวหน้าหน่วยงานภายในส่วนงาน ตามแต่กรณี พิจารณาแล้ว เห็นว่ามีมูลว่ากระทำความผิดจริยธรรม ให้เสนออธิการบดีพิจารณาดำเนินการให้เป็นไปตามที่ ระเบียบข้อบังคับ ประกาศและแนวปฏิบัติที่มหาวิทยาลัยหรือโรงเรียนกำหนด

กรณีที่หัวหน้าส่วนงาน หรือหัวหน้าหน่วยงานภายในส่วนงาน ตามแต่กรณี พิจารณาแล้ว ไม่ปรากฏมูลว่ามีการฝ่าฝืนประมวลจริยธรรม ให้หัวหน้าส่วนงาน หรือหัวหน้าหน่วยงานภายในส่วนงาน สั่งยุติเรื่อง

ข้อ ๖๖ กรณีที่กรรมการถูกกล่าวหาว่าได้กระทำความผิดจริยธรรม ให้กรรมการผู้นั้นยุติการปฏิบัติหน้าที่ในฐานะกรรมการ เฉพาะในกระบวนการพิจารณาสอบสวนข้อเท็จจริงที่กรรมการผู้นั้นเป็นผู้ถูกกล่าวหา

ข้อ ๖๗ ระยะเวลาในการดำเนินการพิจารณาตามหมวด ๖ ส่วนที่ ๒ ให้คณะกรรมการเป็นผู้พิจารณาดำเนินการตามสมควรโดยเร็ว โดยคำนึงถึงความสุจริต โปร่งใสและตรวจสอบได้

ประกาศ ณ วันที่ ๗๐ มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๔



(ศาสตราจารย์เกียรติคุณ คุณหญิงไขศรี ศรีอรุณ)

นายกสภามหาวิทยาลัยพะเยา

ภาคผนวก ค ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่องกำหนดอัตราค่าธรรมเนียม ค่าเสียหายของวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2558



ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา

เรื่อง กำหนดอัตราค่าธรรมเนียม ค่าเสียหายของวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๘

โดยที่เป็นการสมควรออกประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง กำหนดอัตราค่าธรรมเนียม ค่าเสียหายของวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ.๒๕๕๘

อาศัยอำนาจตามความ ในมาตรา ๓๓ แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. ๒๕๕๓ และความในข้อ ๗ ข้อ ๘ และข้อ ๑๐(๒) แห่งข้อบังคับของมหาวิทยาลัยพะเยา ว่าด้วยการให้บริการ วิชาการ พ.ศ. ๒๕๕๕ คณะกรรมการการเงินและทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยพะเยา ในความประชุมครั้งที่ ๕/๒๕๕๘ เมื่อวันที่ ๒๘ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๘ จึงให้ออกประกาศไว้ดังนี้

ข้อ ๑. ประกาศนี้เรียกว่า "ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง กำหนดอัตราค่าธรรมเนียม ค่าเสียหายของวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ.๒๕๕๘"

ข้อ ๒. ประกาศนี้ให้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศเป็นต้นไป

ข้อ ๓. ในประกาศนี้

"มหาวิทยาลัย" หมายความว่า มหาวิทยาลัยพะเยา

"ผู้ให้บริการ" หมายความว่า นิสิต และ บุคลากรภายในมหาวิทยาลัยพะเยา

"ห้องปฏิบัติการ" หมายความว่า ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของคณะต่างๆ

ภายในมหาวิทยาลัยพะเยา

ข้อ ๔. การชดเชยค่าเสียหายของวัสดุ และอุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการ แบ่งออกเป็น ๓ กรณี ดังนี้

๔.๑ กรณีวัสดุและอุปกรณ์มีราคาไม่ต่ำกว่า ๕๐ บาท ให้ผู้ให้บริการจ่ายค่าชดเชยเต็มราคาของวัสดุและอุปกรณ์นั้น

๔.๒ กรณีวัสดุและอุปกรณ์มีราคาตั้งแต่ ๕๐-๑๐๐ บาท ให้จ่ายในอัตรา ๕๐ บาท

๔.๓ กรณีวัสดุและอุปกรณ์มีราคาตั้งแต่ ๑๐๐ บาทขึ้นไป ให้จ่ายในอัตราร้อยละ ๕๐ ของราคาวัสดุและอุปกรณ์นั้นๆ

อนุมัติเมื่อ 28 ส.ค. 2558
พจนามเมื่อ 24 ก.ย. 2558
มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ 25 ก.ย. 2558

๒

ข้อ ๕. กรณีครุภัณฑ์ประกอบ คัดอัตราขาดหายคือ ผู้ใช้บริการจะต้องดำเนินการจัดหาครุภัณฑ์ประกอบชิ้นใหม่มาทดแทนชิ้นเดิมที่เสียหาย โดยปฏิบัติตามระเบียบพัสดุมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อให้ครุภัณฑ์ประกอบที่จัดหาใหม่านั้น จะต้องมีความลักษณะและยี่ห้อตรงตามครุภัณฑ์ประกอบชิ้นเดิมที่เสียหายไป

ข้อ ๖. กรณีครุภัณฑ์ คัดอัตราขาดหายคือ หากความเสียหายเกิดจากความประมาทเลินเล่อของผู้ใช้บริการโดยตรง ให้ผู้ให้บริการชดเชยค่าเสียหายตามราคาประเมินการซ่อมแซมครุภัณฑ์ ซึ่งเป็นราคา ณ ปัจจุบันของครุภัณฑ์

ข้อ ๗. หากเป็นความเสียหาย หรือเกิดจากการเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งานของวัสดุ อุปกรณ์ ผู้ให้บริการไม่ต้องชดเชยค่าเสียหายใดๆ และต้องแจ้งผู้ดูแลครุภัณฑ์ให้ทราบโดยด่วน เพื่อดำเนินการแจ้งซ่อมต่อไป

ข้อ ๘.ให้นำเงินรายรับจากอัตราขาดหายเข้าเป็นเงินรายได้ของมหาวิทยาลัย เพื่อจัดสรรเป็นเงินรายได้ของต้นสังกัดวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ ในปีงบประมาณถัดไป

ข้อ ๙. ให้มหาวิทยาลัยแต่งตั้งคณะกรรมการเพื่อคำนวณงานในการพิจารณาประมาณรายได้ และพิจารณาเรื่องความเสียหายอันเกิดจากความประมาทเลินเล่อของผู้ใช้บริการ

ข้อ ๑๐. ให้อธิการบดีเป็นผู้รักษาการให้เป็นไปตามประกาศนี้ กรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับการปฏิบัติตามประกาศนี้ ให้อธิการบดีเป็นผู้วินิจฉัยชี้ขาดและให้ถือเป็นที่สิ้นสุด

ประกาศ ณ วันที่ ๒๗ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๘



(ศาสตราจารย์พิเศษ ดร.มนทล สงวนเสริมศรี)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยพะเยา

อนุมัติเมื่อ	28 ก.ย. 2558
ลงนามเมื่อ	24 ก.ย. 2558
มีผลบังคับใช้ตั้งแต่	25 ก.ย. 2558

ภาคผนวก ง แบบฟอร์มที่ใช้ในดำเนินการงานห้องปฏิบัติการ

1. แบบฟอร์ม L-001 การขอใช้ห้องปฏิบัติการ

	L-001		
ลำดับที่.....			
แบบฟอร์มการขอใช้ห้องปฏิบัติการ			
ห้องปฏิบัติการ.....			
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา			
วันที่			
ข้าพเจ้า.....เบอร์โทร.....			
<input type="checkbox"/> บุคคลากรมหาวิทยาลัย ตำแหน่ง			
<input type="checkbox"/> นิติปริญญาตรี <input type="checkbox"/> นิติปริญญาโท <input type="checkbox"/> นิติปริญญาเอก รหัสนิติ..... หลักสูตร.....			
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ			
มีความประสงค์จะขอใช้ห้องปฏิบัติการใน			
วัน/เดือน/ปี	เริ่มเวลา	ถึงเวลา	หมายเหตุ
วัตถุประสงค์			
<input type="checkbox"/> การเรียนการสอนรายวิชา.....หัวข้อเรื่อง			
<input type="checkbox"/> งานวิจัย หัวข้อเรื่อง			
<input type="checkbox"/> อื่น ๆ (โปรดระบุงาน และหัวข้อ)			
โดยมีอาจารย์ควบคุมดูแลการปฏิบัติงาน คือ			
ลงชื่อ		ลงชื่อ	
(.....)		(.....)	
ผู้ใช้งาน		อาจารย์ผู้สอน/อาจารย์ที่ปรึกษา	
ลงชื่อ			
(.....)			
นักวิทยาศาสตร์			
<hr/>			
หมายเหตุ : 1. กรณีต้องการใช้สารเคมี วัสดุ เครื่องแก้ว ต้องแนบใบเปิด ยืม-คืน สารเคมี วัสดุ เครื่องแก้ว (L-002) ด้วย			
2. กรณีต้องการใช้ครุภัณฑ์ ต้องแนบใบยืม - คืน ครุภัณฑ์และวัสดุคงทนถาวร (L-003) ด้วย			
3. กรณีนิติขอใช้ห้องปฏิบัติการนอกเวลาทำการ จะต้องมีอาจารย์ผู้สอนหรืออาจารย์ที่ปรึกษาดูแลควบคุมด้วย			
4. กรณีที่เป็นการจัดการเรียนการสอน ให้แนบ Course Syllabus และคู่มือปฏิบัติการด้วย			
5. ยื่นแบบฟอร์มก่อนใช้ห้อง ก่อน 3 วัน			

รายละเอียดในการปฏิบัติงาน (โปรดระบุรายการและจำนวนที่ต้องการใช้)

1. รายละเอียดการใช้งานโดยย่อ

.....

2. สารเคมี

.....

3. เครื่องแก้ว/วัสดุอุปกรณ์

.....

4. วัสดุสิ้นเปลือง

.....

5. ทรัพยากรอื่น

.....

รายงานผลการปฏิบัติงานเมื่อการปฏิบัติงานสิ้นสุด

- การปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย
 ในระหว่างปฏิบัติงานประสบปัญหาบางประการ ดังนี้

.....

ลงชื่อ.....ผู้ใช้งาน
 ลงชื่อ.....นักวิทยาศาสตร์
 ลงวันที่...../...../.....

4. แบบฟอร์ม L-004 ใบแจ้งซ่อมครุภัณฑ์

L-004
<p>ใบแจ้งซ่อมครุภัณฑ์และวัสดุคงทนถาวร</p> <p>ห้องปฏิบัติการ.....</p> <p>คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา</p>
<p>ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว).....ตำแหน่ง/รหัสนิสิต.....</p> <p>คณะ/หลักสูตร.....เบอร์โทรศัพท์.....</p> <p>ชื่อครุภัณฑ์.....หมายเลขครุภัณฑ์.....</p> <p>ยี่ห้อ.....รุ่น.....หมายเลขเครื่อง (s/n).....</p>
<p>สาเหตุและความผิดปกติ</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>ลงชื่อ.....</p> <p style="text-align: center;">ผู้แจ้งซ่อม</p> <p>ลงวันที่...../...../.....</p>
<p>ส่วนของผู้เจ้าหน้าที่</p> <p>1. ซ่อมได้</p> <p><input type="checkbox"/> ดำเนินการซ่อม (วันที่...../...../.....)</p> <p><input type="checkbox"/> ทำการซ่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว (วันที่...../...../.....)</p> <p>2. ซ่อมไม่ได้</p> <p><input type="checkbox"/> ส่งบริษัทซ่อม (วันที่...../...../.....)</p> <p><input type="checkbox"/> รอจำหน่าย</p>
<p>ลงชื่อ.....</p> <p style="text-align: center;">นักวิทยาศาสตร์</p> <p>ลงวันที่...../...../.....</p>

5. แบบฟอร์ม L-005 ใบรับซ่อมครุภัณฑ์

L-005
<p>ใบรับซ่อมครุภัณฑ์และวัสดุคงทนถาวร ห้องปฏิบัติการ..... คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา</p>
<p>ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว)..... ตำแหน่ง..... บริษัท/หน่วยงาน..... เบอร์โทรศัพท์..... ชื่อครุภัณฑ์..... หมายเลขครุภัณฑ์..... ยี่ห้อ..... รุ่น..... หมายเลขเครื่อง (s/n)</p>
<p>สาเหตุและความผิดปกติ </p>
<p>จะดำเนินการจัดซ่อมแล้วเสร็จภายใน </p>
<p>ลงชื่อ..... ผู้รับซ่อมครุภัณฑ์ ลงวันที่...../...../.....</p>
<p>การดำเนินงาน <input type="checkbox"/> ไม่สามารถซ่อมได้ <input type="checkbox"/> ทำการซ่อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว (วันที่...../...../.....)</p>
<p>ลงชื่อ..... ผู้รับซ่อมครุภัณฑ์</p>
<p>ลงชื่อ..... นักวิทยาศาสตร์ ลงวันที่...../...../.....</p>

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นามสกุล	จิราพร ขำจันทร์
วัน เดือน ปี เกิด	1 พฤศจิกายน 2529
ที่อยู่ปัจจุบัน	80 หมู่ 6 ตำบลแม่กา อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา
ที่ทำงานปัจจุบัน	คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	นักวิทยาศาสตร์
ประสบการณ์การทำงาน	
พ.ศ. 2552-2563	นักวิทยาศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
พ.ศ. 2564	นักวิทยาศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2551	วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก
ผลงานวิจัย	
พ.ศ. 2557	การพัฒนาระบบสารสนเทศห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา
พ.ศ. 2564	ความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ทักษะคิด และพฤติกรรม การแยกทิ้งของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ ของนิสิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา