คู่มือปฏิบัติงานเรื่อง การจัดการเรียนการสอน ภาคปฏิบัติการในรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์



นางสาวสุพรรณษา จันทร์สุริยา

นักวิทยาศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

คู่มือปฏิบัติงาน

เรื่อง การจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการในรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

นางสาวสุพรรณษา จันทร์สุริยา

นักวิทยาศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

library and Learning, University of Phayao

คำนำ

คู่มือการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ สำหรับนิสิตวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาไฟฟ้าและวิศวกรรมโยธา ฉบับนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อรวบรวมองค์ความรู้พื้นฐาน แนวปฏิบัติที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ตลอดจนประเด็นปัญหาและอุปสรรคที่เคยเกิดขึ้นจากประสบการณ์ในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการของรายวิชาดังกล่าว นอกจากนี้ยังได้นำเสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือและอุปกรณ์ทางฟิสิกส์ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลการทดลองที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

ผู้จัดทำคาดหวังว่าคู่มือฉบับนี้จะเป็นแนวทางปฏิบัติและแหล่งอ้างอิงที่มีประโยชน์สำหรับการเตรียมความพร้อมด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ทางฟิสิกส์ ตลอดจนการดำเนินการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการสำหรับนักวิทยาศาสตร์ อาจารย์ผู้สอน นิสิต และผู้ปฏิบัติหน้าที่ควบคุมปฏิบัติการแทนในกรณีที่เกิดปัญหาหรือเหตุขัดข้อง ทั้งนี้เพื่อให้การดำเนินงานด้านการจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีระบบ เป็นระเบียบเรียบร้อย และมีประสิทธิภาพ

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือปฏิบัติงานฉบับนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อหน่วยงาน ผู้ปฏิบัติงาน และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย โดยช่วยให้สามารถเข้าใจแนวทางและขั้นตอนในการเตรียมปฏิบัติการได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการอย่างมีมาตรฐาน

Library and Learning, University of Phayao

สุพรรณษา จันทร์สุริยา

นักวิทยาศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ คุณนิคม หล้าอินเชื้อ ที่ปรึกษา คุณปภาณภณ ปภังกรภูรินท์ และท่านวิทยากรทุกท่าน จาก ปขมท ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ถ่ายทอดองค์ความรู้ ประสบการณ์ และข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ซึ่งมีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างความสมบูรณ์ของเนื้อหาและแนวทางการปฏิบัติงานให้มีความเหมาะสมและเป็นไปตามหลักวิชาการ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี จนเขียนคู่มือการปฏิบัติงานครั้งนี้สำเร็จเสร็จสมบูรณ์ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ คณะวิทยาศาสตร์ ที่ได้ให้การสนับสนุนจัดการอบรมหลักสูตร “เทคนิคการเขียนคู่มือปฏิบัติงานเพื่อการจัดการความรู้ “ หลักสูตรต่อเนื่อง นอกเวลาราชการ(ออนไลน์) รุ่นที่ 3 จาก ปขมท รวมถึงด้านนโยบาย วิชาการ และทรัพยากรที่เกี่ยวข้อง อันเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้ออำนวยให้การจัดทำคู่มือฉบับนี้สามารถดำเนินการได้อย่างเป็นระบบและบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้

ขอขอบพระคุณ สาขาวิชาฟิสิกส์ ที่ได้ให้คำแนะนำทางวิชาการ ตลอดจนสนับสนุนการดำเนินงานด้านการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการและการเตรียมความพร้อมด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ ซึ่งมีส่วนช่วยให้เนื้อหาของคู่มือมีความถูกต้อง เหมาะสม และสอดคล้องกับการเรียนการสอนตามหลักสูตร

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่สนับสนุนให้ทุนในการเข้าร่วมโครงการหลักสูตรเทคนิคการเขียนคู่มือปฏิบัติงาน และทรัพยากรพื้นฐานที่เอื้อต่อการพัฒนางานด้านการเรียนการสอนและการจัดทำคู่มือปฏิบัติงานฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

สุพรรณษา จันทร์สุริยา

Library and Learning, University of Phayao

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	2
กิติกรรมประกาศ	3
สารบัญ	4
สารบัญตาราง	6
สารบัญภาพ	7
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมา/ ความจำเป็น/ ความสำคัญ	11
1.2 วัตถุประสงค์	13
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	13
1.4 ขอบเขตการดำเนินงาน	13
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ/ คำจัดกัดความ	14
บทที่ 2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	
2.1 โครงสร้าง/ การบริหารจัดการ	16
2.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง	21
2.3 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ	21
บทที่ 3 หลักเกณฑ์ วิธีการปฏิบัติงาน และเงื่อนไข	
3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงานตามมาตรฐาน	24

Library and Learning, University of Phayao

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 วิธีปฏิบัติงาน	36
3.3 เงื่อนไข/ ข้อสังเกตุ/ ข้อควรระวัง/ สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน	66
3.4 แนวคิด/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	72
บทที่ 4 เทคนิคในการปฏิบัติงาน	
4.1 กิจกรรม/ แผนปฏิบัติงาน	75
4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	83
4.3 วิธีการติดตาม และประเมินผลการปฏิบัติงาน	176
4.4 จรรยาบรรณ/ คุณธรรม/ จริยธรรมในการปฏิบัติงาน	179
บทที่ 5 ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไข และพัฒนางาน	
5.1 ปัญหา อุปสรรคในการปฏิบัติงานและแนวทางในการแก้ไข	181
5.2 ข้อเสนอแนะพัฒนางาน	193
บรรณานุกรม	195
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบตรวจสอบความพร้อมก่อนการจัดการเรียนการสอน	198
ภาคผนวก ข แบบบันทึกปัญหาและความผิดปกติของเครื่องมือและอุปกรณ์	199
ภาคผนวก ค.1 แบบตรวจนับวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือประจำบทปฏิบัติการ	200
ภาคผนวก ค.2 ตัวอย่างการบันทึกแบบตรวจนับ	202
ภาคผนวก ง เกณฑ์การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือสำคัญ	204
ประวัติผู้เขียน	205

Library and Learning, University of Phayao

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดหัวข้อปฏิบัติการและกิจกรรมการเรียนการสอน 26

ตารางที่ 4.1 กิจกรรม/แผนปฏิบัติงานสำหรับการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ 76
ในรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

ตารางที่ 4.2 ผังกระบวนการดำเนินงาน (Flow Chart) 84

ตารางที่ 4.3 สรุปเกณฑ์การตรวจเช็คความพร้อมของห้องปฏิบัติ 105
การก่อนการเรียนการสอน

Library and Learning, University of Phayao

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 แผนผังโครงสร้างองค์กร (Organization Chart) คณะวิทยาศาสตร์ 18

ภาพที่ 2.2 แผนผังโครงสร้างการบริหาร (Administration Chart) คณะวิทยาศาสตร์ 19

ภาพที่ 2.3 แผนผังโครงสร้างการปฏิบัติการ แสดงการแบ่งส่วนงานงานปฏิบัติการ 20
(Activity Chart) คณะวิทยาศาสตร์

ภาพที่ 3.1 ส่วนประกอบของเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ 43

ภาพที่ 3.2 ส่วนประกอบและตำแหน่งของส่วนต่าง ๆ ของไมโครมิเตอร์ 47

ภาพที่ 3.3 การปรับตั้งตำแหน่งศูนย์ของไมโครมิเตอร์ด้วยประแจปรับ 49

ภาพที่ 4.1 แสดงตัวอย่างคู่มือการทดลองที่ 11 ไฟฟ้ากระแสสลับและ 92
การใช้ออสซิลโลสโคป

ภาพที่ 4.2 แสดงตัวอย่างคู่มือตอนที่ 2 การใช้ออสซิลโลสโคปเพื่อวัด 93
สัญญาณ Sine wave

ภาพที่ 4.3 แสดงตัวอย่างคู่มือโจทย์ปัญหา 2 94

ภาพที่ 4.4 แสดงตัวอย่างรายงานการทดลองที่ 11 ไฟฟ้ากระแสสลับ 95
และการใช้ออสซิลโลสโคป

ภาพที่ 4.5 แสดงตัวอย่างรายงานโจทย์ปัญหา 2 96

ภาพที่ 4.6 แสดงที่จัดเก็บและเผยแพร่ในรูปแบบ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ 98
(Electronic Documents) ผ่านระบบ Microsoft Teams ในเมนู Assignments

ภาพที่ 4.7 แสดงตัวอย่างเวปไซด์ตรวจสอบข้อมูลการลงทะเบียนนิสิต 99

Library and Learning, University of Phayao

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.8 แสดงตัวอย่างปฏิทินการเรียนปฏิบัติการ 100

ภาพที่ 4.9 แสดงตัวอย่างการจัดกลุ่มและรายชื่อกลุ่มนิสิต 101

ภาพที่ 4.10 แสดงตัวอย่างผังการใช้ห้องปฏิบัติการ 102

ภาพที่ 4.11 แสดงการเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ข้อมูลการเรียนปฏิบัติการ 103
ผ่านช่องทาง Microsoft Teams

ภาพที่ 4.12 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียม 109
และภาพประกอบการทดลองเรื่องการใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์และไมโครมิเตอร์

ภาพที่ 4.13 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียม 112
และภาพประกอบการทดลองเรื่องการใช้มัลติมิเตอร์

ภาพที่ 4.14 แสดงจุดตรวจสอบความพร้อมของมัลติมิเตอร์ก่อนการใช้งาน 113

ภาพที่ 4.15 แสดงจุดตรวจสอบความพร้อมและส่วนควบคุมที่สำคัญของเครื่องจ่ายไฟฟ้า 114
ก่อนการใช้งาน

ภาพที่ 4.16 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่จัดเตรียมสำหรับบทปฏิบัติการ 117
เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าบนบอร์ดอเนกประสงค์

ภาพที่ 4.17 แสดงจุดตรวจสอบขั้วของหลอด LED และตำแหน่งขาของทรานซิสเตอร์ 118
ก่อนการใช้งาน

ภาพที่ 4.18 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่จัดเตรียมสำหรับบทปฏิบัติการ 120
เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคู่อันดับ XY (การยืดของสปริง)

Library and Learning, University of Phayao

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.20 แสดงการจัดวางและตำแหน่งตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลอง การยืดของสปริง 122

ภาพที่ 4.21 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่จัดเตรียมสำหรับบทปฏิบัติการ เรื่อง สมดุลแรง 124

ภาพที่ 4.22 แสดงการตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ของสปริงสเกลก่อนการใช้งาน 125

ภาพที่ 4.23 แสดงการจัดวางและตำแหน่งตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองสมดุลแรง 126

ภาพที่ 4.24 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียม และภาพประกอบการทดลองเรื่องแรงเสียดทาน 128

ภาพที่ 4.25 แสดงการจัดวางและตำแหน่งตรวจสอบความพร้อมของ ชุดทดลองแรงเสียดทาน 130

ภาพที่ 4.26 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียม และภาพประกอบการทดลองเรื่องตานและรอก 132

ภาพที่ 4.27 แสดงการจัดวางและตำแหน่งตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองคาน 134

ภาพที่ 4.28 แสดงการจัดวางและตำแหน่งตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองรอก 134

ภาพที่ 4.29 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียม และภาพประกอบการทดลองเรื่องการสั่นและความถี่ธรรมชาติ 136

ภาพที่ 4.30 แสดงการจัดวางและจุดตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลอง การสั่นของระบบสปริง–มวล 138

ภาพที่ 4.31 แสดงการจัดวางและจุดตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองลูกตุ้มอย่างง่าย 138

Library and Learning, University of Phayao

สารบัญภาพ(ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.32 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่จัดเตรียมสำหรับบทปฏิบัติการ เรื่อง แรงลอยตัว 140

ภาพที่ 4.33 แสดงการจัดวางและจุดตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองแรงลอยตัว 142

ภาพที่ 4.34 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียม และภาพประกอบการทดลองเรื่องไฟฟ้ากำลัง 144

ภาพที่ 4.35 แสดงการจัดวางและจุดตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองไฟฟ้ากำลัง 146

ภาพที่ 4.36 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียม และภาพประกอบการทดลองเรื่องไฟฟ้ากระแสสลับและการใช้ออสซิลโลสโคป 148

ภาพที่ 4.37 แสดงการตรวจสอบความพร้อมของออสซิลโลสโคปและฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ 150

ภาพที่ 4.38 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียม และภาพประกอบการทดลองเรื่องกฎของฟาราเดย์และการถ่ายโอนพลังงานไร้สาย 153

ภาพที่ 4.39 แสดงชุดขดลวดส่ง –รับที่พร้อมสำหรับการตรวจสอบ 155

ภาพที่ 4.40 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียม และภาพประกอบการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่ของไอออนในสนามไฟฟ้า 157

ภาพที่ 4.41 แสดงการจัดวางและจุดตรวจสอบความพร้อมของชุดการทดลอง การเคลื่อนที่ของไอออนในสนามไฟฟ้า 159

ภาพที่ 4.42 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียม และภาพประกอบการทดลองเรื่องความจุความร้อน 161

Library and Learning, University of Phayao

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา/ความจำเป็น/ความสำคัญ

การจัดการเรียนการสอนด้านฟิสิกส์และวิศวกรรมศาสตร์ในระดับอุดมศึกษาในปัจจุบันมุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนตามผลลัพธ์การเรียนรู้ โดยบูรณาการความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะทางวิชาชีพผ่านกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกและการปฏิบัติจริง เพื่อส่งเสริมความเข้าใจเชิงแนวคิด ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาที่กำหนดให้ผู้เรียนมีสมรรถนะด้านความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) คุณธรรมจริยธรรม (Ethics) และลักษณะบุคคล (Character) ตามระดับการศึกษา โดยแนวคิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ระบุว่าการลงมือปฏิบัติร่วมกับการสะท้อนผลการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างมีความหมาย (Kolb, 1984) และการจัดกิจกรรมที่เน้นกระบวนการและการปฏิบัติสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองและพัฒนาทักษะที่จำเป็นต่อวิชาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Ellis & Boyd, 2014) ทั้งนี้ ห้องปฏิบัติการจึงเป็นองค์ประกอบสำคัญที่สนับสนุนให้ผลลัพธ์การเรียนรู้ดังกล่าวเกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรมตามมาตรฐานการจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษา (ประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา, พ.ศ. 2565)

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา มีภารกิจหลักด้านการจัดการเรียนการสอนและการบริการวิชาการ การเตรียมความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการรายวิชาหลักฟิสิกส์จึงเป็นภารกิจสำคัญที่สอดคล้องกับพันธกิจด้านการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพและมาตรฐานของหน่วยงาน ช่วยสนับสนุนการดำเนินงานตามเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียน ลดความเสี่ยงจากความผิดพลาดของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่อาจส่งผลต่อความปลอดภัยและความถูกต้องของผลการทดลอง ตลอดจนส่งเสริมการใช้ทรัพยากรขององค์กรอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่า

รายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ เป็นรายวิชาพื้นฐานสำหรับนิสิตวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาไฟฟ้าและวิศวกรรมโยธา ซึ่งมุ่งให้นิสิตมีความรู้ความเข้าใจในหลักการพื้นฐานทางฟิสิกส์ควบคู่กับการฝึกทักษะการทดลอง การจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการของรายวิชาดังกล่าวจำเป็นต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ ตั้งแต่การวางแผนการทดลอง การเตรียมและตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ การสนับสนุนระหว่างการทดลอง และการจัดการหลังการใช้งาน เพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของรายวิชาและมาตรฐานห้องปฏิบัติการ

Library and Learning, University of Phayao

อย่างไรก็ตาม จากประสบการณ์การดำเนินงานที่ผ่านมา พบว่าปัญหาและอุปสรรคส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับความไม่พร้อมหรือความผิดปกติของเครื่องมือและอุปกรณ์ รวมถึงการดำเนินงานที่ยังขาดแนวทางปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน สะท้อนจากบันทึกการซ่อมบำรุงเครื่องมือ รายงานปัญหาระหว่างการทดลอง และข้อเสนอแนะจากอาจารย์ผู้สอนและผู้ปฏิบัติงานในแต่ละภาคการศึกษา ส่งผลให้เกิดความล่าช้า ความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง และเพิ่มความเสี่ยงด้านความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ หากการดำเนินงานภาคปฏิบัติการยังคงอาศัยประสบการณ์เฉพาะบุคคลโดยปราศจากแนวทางปฏิบัติที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน อาจก่อให้เกิดความแปรปรวนของกระบวนการจัดการเรียนการสอนระหว่างกลุ่มเรียน ส่งผลต่อความเสมอภาคของผลลัพธ์การเรียนรู้ของนิสิต รวมทั้งเพิ่มความคลาดเคลื่อนของค่าการทดลองอันเนื่องมาจากความไม่พร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับหลักการประกันคุณภาพการศึกษาและมาตรฐานความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ การขาดขั้นตอนการตรวจสอบก่อนใช้งาน การบันทึกการใช้งาน และการจัดการหลังการใช้งานอย่างเป็นระบบ อาจทำให้ไม่สามารถตรวจสอบสาเหตุความเสียหายของอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงเพิ่มขึ้น เกิดการสูญเสียโอกาสในการใช้งาน และกระทบต่อความต่อเนื่องของการจัดการเรียนการสอน ในทางกลับกัน การมีคู่มือการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการที่กำหนดขั้นตอนอย่างชัดเจนจะช่วยให้การดำเนินงานเป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน สามารถควบคุมความถูกต้องของผลการทดลอง ลดความเสี่ยงด้านความปลอดภัย เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากร และสนับสนุนระบบประกันคุณภาพการศึกษาให้ตรวจสอบย้อนกลับได้

จากการรวบรวมข้อมูลการปฏิบัติงานจริง ได้แก่ บันทึกการซ่อมบำรุงเครื่องมือ รายงานปัญหาระหว่างการทดลอง และข้อเสนอแนะจากผู้เกี่ยวข้อง พบว่าปัญหามีลักษณะเกิดซ้ำและสัมพันธ์กับขั้นตอนการเตรียมและควบคุมการใช้งานเครื่องมือ จึงจำเป็นต้องนำข้อมูลดังกล่าวมาศึกษาอย่างเป็นระบบเพื่อกำหนดแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสม การดำเนินการนี้สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย (Routine to Research: R2R) ซึ่งมุ่งนำปัญหาจากการปฏิบัติงานจริงมาศึกษาตามกระบวนการวิจัยเพื่อให้ได้แนวทางปฏิบัติที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์รองรับ สามารถควบคุมคุณภาพการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ ลดความแปรปรวนของกระบวนการดำเนินงาน และยกระดับมาตรฐานการปฏิบัติงานให้มีความต่อเนื่องและยั่งยืน ดังนั้น การจัดทำคู่มือการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการในรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ จึงเป็นกลไกสำคัญในการควบคุมคุณภาพ ความปลอดภัย และมาตรฐานการปฏิบัติงาน โดยดำเนินการภายใต้กรอบแนวคิด R2R เพื่อพัฒนาแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสมและนำไปสู่การยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการอย่างเป็นรูปธรรม

Library and Learning, University of Phayao

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อจัดทำคู่มือใช้เป็นแนวทางการทำงานในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ ของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

1.2.2 เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกฎระเบียบ ข้อบังคับ ประกาศและขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ ให้กับนักวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์และผู้ที่เกี่ยวข้อง

1.2.3 เพื่อเผยแพร่เทคนิคและประสบการณ์ในการเตรียมจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ ให้กับนักวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์และผู้ที่เกี่ยวข้อง

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 นักวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์และผู้ที่เกี่ยวข้องมีมาตรฐานและแนวทางการทำงานในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ ได้เป็นมาตรฐานเดียวกันและสามารถปฏิบัติงานทดแทนกันได้

1.3.2 นักวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์และผู้ที่เกี่ยวข้องมีความเข้าใจในกฎระเบียบ ข้อบังคับ ประกาศและขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์

1.3.3 นักวิทยาศาสตร์ฟิสิกส์และผู้ที่เกี่ยวข้อง สามารถนำเทคนิคและประสบการณ์ในคู่มือนี้ไปใช้เพิ่มความถูกต้อง รวดเร็ว

1.3.4 ลดความผิดพลาดและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์

1.3.5 ผู้รับบริการและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์

1.4 ขอบเขตการดำเนินงาน

คู่มือการปฏิบัติงานเรื่อง การจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการในรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ฉบับนี้ดำเนินการภายใต้ระเบียบและแนวปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการ ได้แก่ พระราชบัญญัติความปลอดภัย

Library and Learning University of Phayao

อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554, มาตรฐานความปลอดภัย ESPReL, ISO/IEC 17025 มาตรฐานหลักของห้องปฏิบัติการทดสอบและสอบเทียบ, มาตรฐาน IEC 61010 ความปลอดภัยเครื่องมือวัดไฟฟ้าและระเบียบนโยบายและแนวปฏิบัติอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นการปฏิบัติงานภายใต้คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งได้นำมาปฏิบัติงานในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการในรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ให้บริการแก่อาจารย์ประจำวิชา นักวิทยาศาสตร์ และนิสิตสาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและวิศวกรรมไฟฟ้า โดยคู่มือฉบับนี้แบ่งขั้นตอนการปฏิบัติงานหลักๆ ออกเป็น 4 ขั้นตอนหลักๆ คือ ขั้นตอนที่ 1 ก่อนปฏิบัติการ ประมาณ 1 เดือนก่อนเปิดภาคการศึกษา นักวิทยาศาสตร์ที่ปฏิบัติงานจะมีการดำเนินงานเริ่มตั้งแต่ประชุมวางแผนการเตรียมจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการร่วมกับอาจารย์ประจำวิชา ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบความพร้อมใช้งานของเครื่องมือ/ห้องปฏิบัติการ ขั้นตอนที่ 3 ระหว่างปฏิบัติการ คุมปฏิบัติการ ขั้นตอนที่ 4 หลังปฏิบัติการ ตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ/คำจำกัดความ

วิชาหลักฟิสิกส์ หมายถึง รายวิชาพื้นฐานทางฟิสิกส์ที่จัดการเรียนการสอนสำหรับภาคปฏิบัติการ เพื่อให้นิสิตมีความรู้ ความเข้าใจ และทักษะพื้นฐานทางฟิสิกส์ที่จำเป็นและการประยุกต์ใช้ในสาขาวิชาวิศวกรรมโยธาและวิศวกรรมไฟฟ้า

การคุมปฏิบัติการ หมายถึง การกำกับ ดูแล และให้คำแนะนำแก่นิสิตระหว่างการปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมเป็นไปอย่างถูกต้อง ปลอดภัย และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการทดลอง

การตั้งศูนย์ (Zero Setting) หมายถึง กระบวนการปรับค่าเริ่มต้นของเครื่องมือวัดให้แสดงค่าเป็นศูนย์ก่อนเริ่มการวัด เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ

การสอบเทียบ (Calibration) หมายถึง กระบวนการตรวจสอบและปรับความถูกต้องของเครื่องมือวัด โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานอ้างอิง

เวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier Caliper) หมายถึง เครื่องมือวัดความยาวที่มีความละเอียดสูง ใช้สำหรับวัดความยาว เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ภายนอก และความลึกของวัตถุ โดยอาศัยสเกลหลักและสเกลเวอร์เนียร์ร่วมกันในการอ่านค่า

Library and Learning, University of Phayao

ไมโครมิเตอร์ (Micro meter) หมายถึง เครื่องมือวัดความยาวที่มีความละเอียดสูง ใช้สำหรับวัดขนาด ความหนา หรือเส้นผ่านศูนย์กลางของวัตถุ โดยอาศัยหลักการทำงานของเกลียวสกรู เพื่อให้ได้ค่าการวัดที่มีความถูกต้องและแม่นยำสูงกว่าการวัดทั่วไป

ดริฟต์ (Drift) หมายถึง การเปลี่ยนแปลงของค่าอ่านจากเครื่องมือวัดตามเวลา ทั้งที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณที่วัด

ฮิสเทอรีซิส (Hysteresis) หมายถึงปรากฏการณ์ที่ค่าอ่านของเครื่องมือวัดไม่กลับสู่ค่าเดิมเมื่อยกภาระหรือแรงที่กระทำออก ส่งผลให้ค่าที่วัดได้แตกต่างกันระหว่างการเพิ่มและลดปริมาณที่วัด

ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ (Function Generator) หมายถึง เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สร้างสัญญาณไฟฟ้ารูปแบบต่าง ๆ เช่น สัญญาณไซน์ สี่เหลี่ยม และสามเหลี่ยม เพื่อใช้ในการทดลองวงจรไฟฟ้า

ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) หมายถึง เครื่องมือวัดที่ใช้แสดงรูปคลื่นของสัญญาณไฟฟ้าในรูปแบบกราฟระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับเวลา

Library and Learning, University of Phayao

บทที่ 2

บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

บทนี้นำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างการบริหารจัดการของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ตลอดจนบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบ และลักษณะงานที่ผู้เขียนคู่มือปฏิบัติงานรับผิดชอบ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานกำหนดตำแหน่งและภารกิจของหน่วยงานต้นสังกัดทั้งนี้ เนื้อหาในบทนี้นำเสนอดังต่อไปนี้

2.1 โครงสร้างการบริหารจัดการ

2.2 บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบของตำแหน่ง

2.3 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ

2.1 โครงสร้างการบริหารจัดการ

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา จัดตั้งขึ้นเพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน โดยมุ่งนำองค์ความรู้และนวัตกรรมด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาบูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นให้เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ เพื่อสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของภาคเหนือตอนบน รวมทั้งตอบสนองนโยบายของรัฐในการพัฒนาศูนย์กลางทางวิชาการและวิชาชีพชั้นสูง คณะวิทยาศาสตร์มีพัฒนาการมาจาก “มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาเขตสารสนเทศพะเยา” ซึ่งจัดตั้งตามมติคณะรัฐมนตรีเมื่อวันที่ 20 มิถุนายน พ.ศ. 2538 และเริ่มจัดการเรียนการสอนตั้งแต่ปีการศึกษาเดียวกัน ต่อมาได้ปรับโครงสร้างการบริหารเป็นระบบสำนักวิชาในปี พ.ศ. 2544 และเมื่อวันที่ 12 กรกฎาคม พ.ศ. 2553 ได้มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้ตราพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2553 ส่งผลให้มหาวิทยาลัยพะเยาได้รับการจัดตั้งเป็นมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐ และยกฐานะสำนักวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นคณะวิทยาศาสตร์ ปัจจุบันคณะวิทยาศาสตร์เปิดจัดการเรียนการสอนรวม 14 หลักสูตร ครอบคลุมระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก โดยดำเนินภารกิจหลักด้านการจัดการศึกษา การวิจัย การบริการวิชาการ และการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม เพื่อสนับสนุนการพัฒนาสังคมอย่างยั่งยืน (คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา, 2568)

คณะวิทยาศาสตร์กำหนดทิศทางการดำเนินงานผ่านวิสัยทัศน์ พันธกิจ และค่านิยมองค์กร ดังนี้

Library and Learning, University of Phayao

วิสัยทัศน์

"ผลิตนักวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวตกรรม สู้ความเป็นเลิศเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน"

พันธกิจ

1) ผลิตบัณฑิตที่มีสมรรถนะทางวิชาการและทักษะ 5C+
2) ผลิตผลงานวิจัยและนวัตกรรมที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับระดับนานาชาติ
3) สนับสนุนการนำวิจัยและนวตกรรมสู่การใช้ประโยชน์ให้กับสู่ชุมชนและผู้ประกอบการ ยกระดับรายได้และความเป็นอยู่ที่ดีให้กับชุมชนและสังคม
4) เป็นแหล่งเรียนรู้และให้บริการกับหน่วยงานทั้งภายในและภายนอก
5) บริหารจัดการด้วยระบบดิจิทัล โปร่งใส และมีธรรมาภิบาล

ค่านิยมร่วม BE-SCI

B (Brilliance in Academic Excellence) : ความเป็นเลิศทางวิชาการ

E (Engagement for Societal Impact) : ความผูกพันกับสังคมและการสร้างผลกระทบเชิงบวก

S (Scientific Innovation and Research) : วิทยาศาสตร์เพื่อการวิจัยและนวัตกรรม

C (Collaborative Culture & Creativity) : วัฒนธรรมแห่งความร่วมมือและความคิดสร้างสรรค์

I (Integrity and Governance) : คุณธรรม จริยธรรม และธรรมาภิบาล

วัฒนธรรมองค์กร

"ร่วมมือ ร่วมใจ สร้างการเปลี่ยนแปลงเพื่ออนาคต"

สมรรถนะหลัก

"ผลิตและพัฒนากำลังคนที่มีคุณภาพ ผลงานวิจัยในระดับนานาชาติ บริการวิชาการในการพัฒนาเชิงพื้นที่ส่งเสริมสุขภาวะของระบบสิ่งแวดล้อม สังคมและเศรษฐกิจ"

ในด้านโครงสร้างการบริหาร คณะวิทยาศาสตร์เป็นส่วนงานวิชาการตามมาตรา 7(1) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2553 โดยแบ่งโครงสร้างภายในออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่

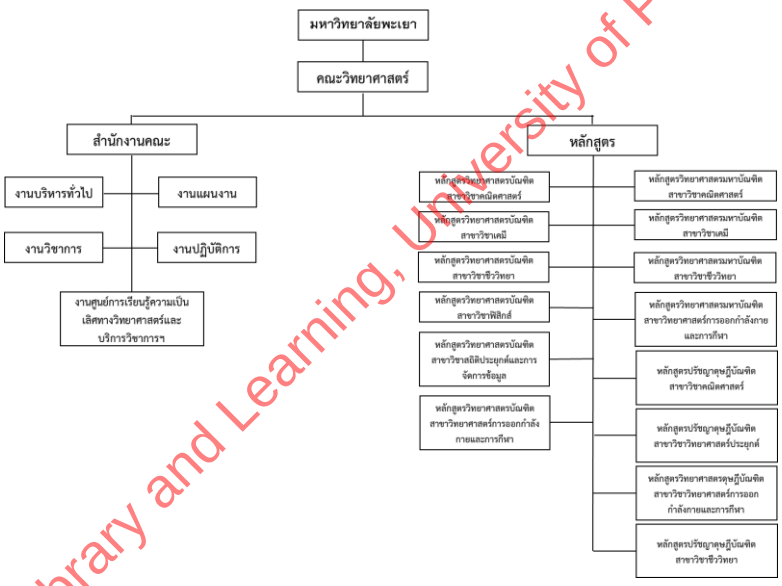
Library and Learning, University of Phayao

1) สำนักงานคณะวิทยาศาสตร์ มีหัวหน้าสำนักงานคณะเป็นผู้บังคับบัญชาชั้นต้น ประกอบด้วย งานบริหารทั่วไป งานวิชาการ งานแผนงาน งานปฏิบัติการและงานศูนย์การเรียนรู้ความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์และบริการวิชาการฯ
2) ส่วนงานหลักสูตร มีประธานหลักสูตรเป็นผู้บังคับบัญชาชั้นต้น รับผิดชอบการจัดการเรียนการสอนทั้ง 14 หลักสูตร

โครงสร้างดังกล่าวสนับสนุนให้การบริหารจัดการของคณะวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โปร่งใส และสอดคล้องกับพันธกิจของมหาวิทยาลัย

2.1.1 โครงสร้างองค์การ

โครงสร้างองค์กร (Organization Chart) คณะวิทยาศาสตร์



Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 2.1 แผนผังโครงสร้างองค์กร (Organization Chart) คณะวิทยาศาสตร์

ที่มา: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา (2568)

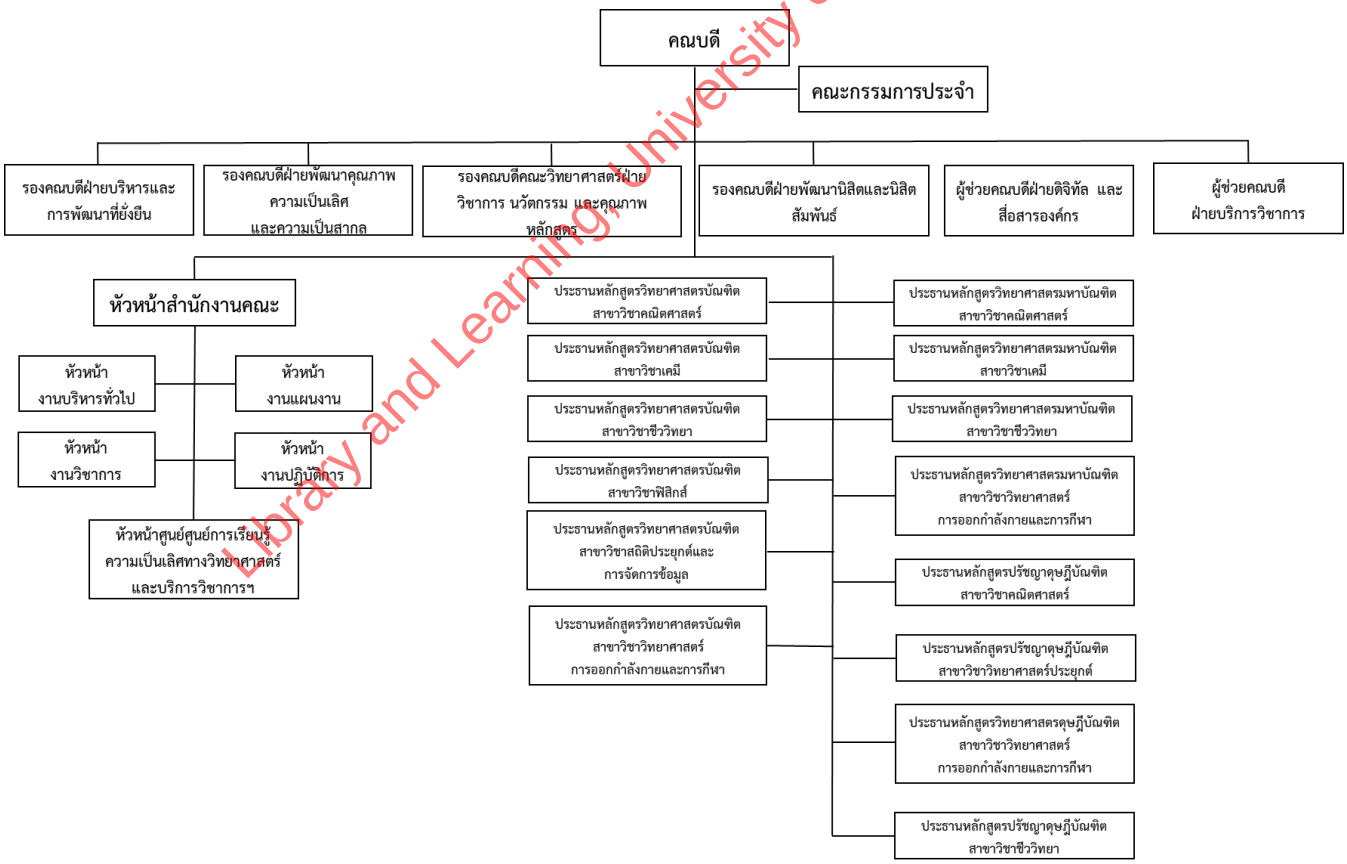
2.1.2 โครงสร้างการบริหาร

โครงสร้างการบริหารงานของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา กำหนดให้คณบดีเป็นผู้บริหารสูงสุด ทำหน้าที่กำหนดนโยบาย อำนวยการ และกำกับติดตามการดำเนินงานของคณะ โดยมีคณะกรรมการประจำคณะทำหน้าที่สนับสนุนการบริหารงาน ภายใต้การกำกับของคณบดี มีรองคณบดีและผู้ช่วยคณบดีรับผิดชอบงานตามพันธกิจในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านบริหารและการพัฒนาที่ยั่งยืน ด้านพัฒนาคุณภาพความเป็นเลิศและความเป็นสากล ด้าน

วิชาการ นวัตกรรม และคุณภาพหลักสูตร ด้านพัฒนานิสิตและนิสิตสัมพันธ์ ด้านดิจิทัลและสื่อสารองค์กร และด้านบริการวิชาการ ในระดับปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์แบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

1) สำนักงานคณะวิทยาศาสตร์ มีหัวหน้าสำนักงานคณะกำกับดูแล โดยประกอบด้วย งานบริหารทั่วไป งานแผนงาน งานวิชาการ งานปฏิบัติการและงานศูนย์การเรียนรู้ความเป็นเลิศทางวิทยาศาสตร์และบริการวิชาการฯ
2) ส่วนงานหลักสูตร มีประธานหลักสูตรรับผิดชอบการบริหารจัดการหลักสูตรในแต่ละสาขาวิชา ครอบคลุมระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก

โครงสร้างการบริหาร (Administration Chart) คณะวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 2.2 แผนผังโครงสร้างการบริหาร (Administration Chart) คณะวิทยาศาสตร์

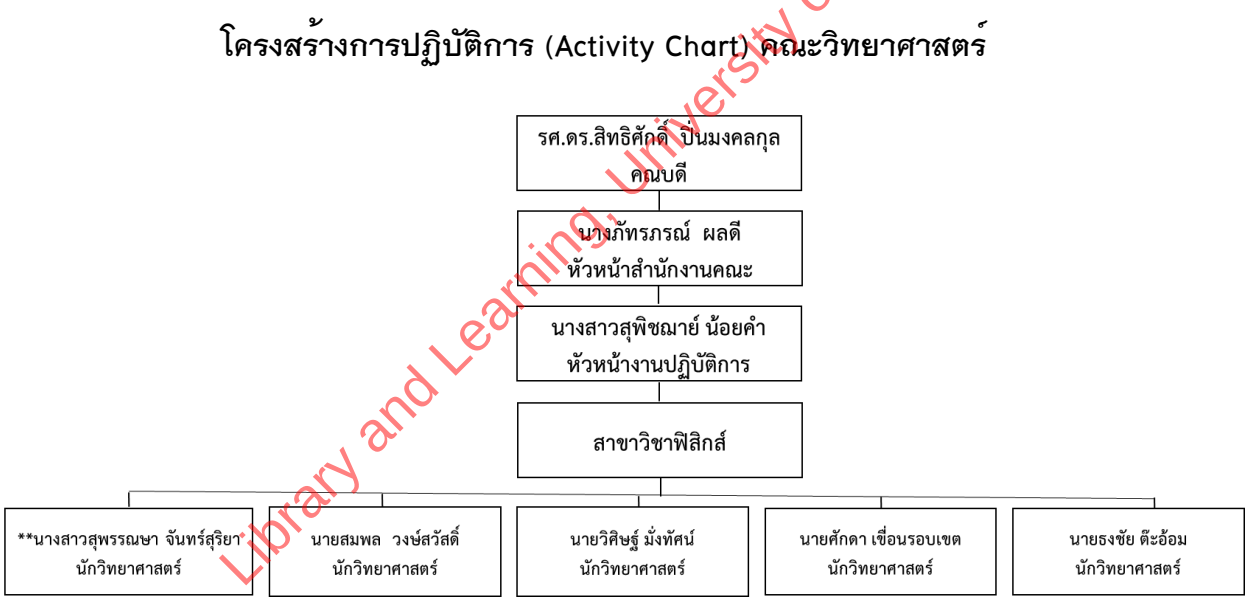
ที่มา: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา (2568)

Library and Learning, University of Phayao

2.1.3 โครงสร้างการปฏิบัติงาน

โครงสร้างการบังคับบัญชาของงานปฏิบัติการ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา กำหนดให้คณบดีเป็นผู้บริหารสูงสุดของคณะ โดยมีหัวหน้าสำนักงานคณะและหัวหน้างานปฏิบัติการทำหน้าที่กำกับดูแลในระดับสำนักงานตามลำดับ ในระดับสาขาวิชามีการมอบหมายให้นักวิทยาศาสตร์ประจำสาขาวิชาฟิสิกส์ปฏิบัติงานภายใต้การกำกับของหัวหน้างานปฏิบัติการ เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ การเตรียมความพร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์ ตลอดจนการดูแลความปลอดภัยและมาตรฐานห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามข้อกำหนดของคณะและมหาวิทยาลัย แสดงดังภาพที่ 2.3 แผนโครงสร้างการปฏิบัติการ แสดงการแบ่งส่วนงานงานปฏิบัติการ

Library and Learning, University of Phayao



ภาพที่ 2.3 แผนผังโครงสร้างการปฏิบัติการ แสดงการแบ่งส่วนงานงานปฏิบัติการ (Activity Chart) คณะวิทยาศาสตร์

ที่มา: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา (2568)

2.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง

ผู้เขียนปฏิบัติหน้าที่ในตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ สังกัดคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยมีบทบาทในการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการของหลักสูตร ซึ่งเป็นภารกิจสำคัญของสถาบันอุดมศึกษาในการพัฒนาความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ของนิสิต ผู้ปฏิบัติงานรับผิดชอบการวางแผนและเตรียมความพร้อมด้านเอกสาร วัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และห้องปฏิบัติการให้มีสภาพพร้อมใช้งาน รวมทั้งควบคุมดูแลการใช้งานเครื่องมือ ให้คำแนะนำด้านเทคนิคแก่ผู้สอนและนิสิต ตลอดจนตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องมือให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งกำกับดูแลการใช้ห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามระเบียบและมาตรฐานความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง เช่น มาตรฐานความปลอดภัยเครื่องมือวัดไฟฟ้า (IEC 61010) และแนวทางการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (ESPReL)

นอกจากนี้ ผู้ปฏิบัติงานยังมีหน้าที่รวบรวมและจัดการข้อมูลการใช้งานเครื่องมือ วิเคราะห์ปัญหา และเสนอแนวทางปรับปรุงกระบวนการทำงาน รวมทั้งดำเนินกิจกรรมด้านการวิจัยและการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย (R2R) ตลอดจนให้บริการวิชาการและประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานของคณะวิทยาศาสตร์ให้บรรลุพันธกิจของมหาวิทยาลัย

2.3 ลักษณะงานที่ปฏิบัติ

ลักษณะงานที่ปฏิบัติของนักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ มีลักษณะงานที่ปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.3.1 ด้านปฏิบัติการ ด้านสนับสนุนการเรียน โดยมีลักษณะงานที่สำคัญ ดังนี้

2.3.1.1 เตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีสำหรับการทดลอง ตรวจสอบและจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมีให้มีปริมาณเพียงพอและอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน รวมทั้งจัดเตรียมชุดทดลองตามจำนวนกลุ่มของนิสิต

2.3.1.2 เตรียมห้องปฏิบัติการและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ตรวจสอบความพร้อมของห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ และครุภัณฑ์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนการใช้งาน รวมทั้งจัดวางอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับการดำเนินการทดลอง

2.3.1.3 ควบคุมและดูแลการดำเนินการทดลองติดตามและกำกับดูแลการดำเนินการทดลองของนิสิตให้เป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนดรวมทั้งให้คำปรึกษาและแก้ไขปัญหาทางเทคนิค

Library and Learning University of Phayao

ระหว่างการทดลอง

2.3.1.4 ตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ตรวจสอบสภาพการใช้งานของเครื่องมืออย่างสม่ำเสมอ พร้อมดำเนินการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อลดโอกาสการชำรุดเสียหาย

2.3.1.5 ตรวจสอบและจัดเก็บอุปกรณ์หลังการทดลอง ทำความสะอาด ตรวจสอบสภาพและจัดเก็บเครื่องมือวัสดุและอุปกรณ์หลังการใช้งานพร้อมบันทึกข้อมูลการใช้งานหรือความเสียหายที่เกิดขึ้น

2.3.1.6 จัดทำและควบคุมบันทึกการใช้งานเครื่องมือ (Log Book) บันทึกข้อมูลการใช้งาน การบำรุงรักษา และการซ่อมบำรุงเครื่องมืออย่างเป็นระบบเพื่อใช้ในการตรวจสอบย้อนหลัง

2.3.1.7 บริหารจัดการวัสดุและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ควบคุมปริมาณวัสดุ อุปกรณ์และสารเคมีให้เพียงพอต่อการใช้งาน พร้อมทั้งดำเนินการเบิกจ่ายและจัดเก็บอย่างเป็นระบบ

2.3.2 ด้านการวางแผน

2.3.2.1 วางแผนและเตรียมความพร้อมการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ ร่วมวางแผนกับอาจารย์ผู้สอนในการกำหนดบทปฏิบัติการ รายการวัสดุ อุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือที่จำเป็น เพื่อให้การทดลองบรรลุตามวัตถุประสงค์ของรายวิชา

2.3.2.2 บริหารจัดการห้องปฏิบัติการให้มีความพร้อมใช้งานจัดระเบียบพื้นที่ห้องปฏิบัติการและตรวจสอบสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการดำเนินการทดลองและการเรียนการสอน

2.3.2.3 ติดตามและประเมินสภาพการใช้งานห้องปฏิบัติการ สำรวจและประเมินปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งานเครื่องมือและห้องปฏิบัติการ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการบริหารจัดการ

2.3.2.4 รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลจากการปฏิบัติงานประจำ วิเคราะห์ปัญหาและข้อสังเกตจากการดำเนินงานในห้องปฏิบัติการ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนากระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Library and Learning, University of Phayao

2.3.3 ด้านการบริการ

2.3.3.1 ให้คำแนะนำด้านเทคนิคในการใช้งานเครื่องมือสาธิตและอธิบายขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์และการดำเนินการทดลองแก่ผู้สอนและนิสิตอย่างถูกต้องและปลอดภัย

2.3.3.2 กำกับดูแลความปลอดภัยในการปฏิบัติการ ควบคุมให้การใช้เครื่องมือ วัสดุและสารเคมีเป็นไปตามระเบียบและมาตรฐานความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ รวมทั้งแนะนำการใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล

2.3.3.3 ให้บริการวิชาการด้านเครื่องมือและห้องปฏิบัติการให้บริการด้านการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์และห้องห้องปฏิบัติการแก่หน่วยงานภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย พร้อมให้คำแนะนำด้านเทคนิคที่เกี่ยวข้อง

2.3.3.4 สนับสนุนกิจกรรมทางวิชาการและเผยแพร่องค์ความรู้ มีส่วนร่วมในการจัดอบรมกิจกรรมทางวิชาการ การนำเสนอผลงานวิจัย และการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ เพื่อสนับสนุนการพัฒนาการดำเนินงานของหน่วยงาน

2.3.4 ด้านการประสานงาน

2.3.4.1 ติดตามและประสานงานการซ่อมบำรุงเครื่องมือ ประสานงานกับหน่วยงานหรือบริษัทผู้รับผิดชอบในการซ่อมบำรุงเครื่องมือที่ชำรุด ติดตามสถานะการซ่อม และตรวจรับเครื่องมือหลังการซ่อม

2.3.4.2 ประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ประสานงานกับอาจารย์ บุคลากร และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ การซ่อมบำรุงเครื่องมือ และการดำเนินงานด้านห้องปฏิบัติการ

2.3.4.3 สนับสนุนการดำเนินงานตามภารกิจของหน่วยงาน สนับสนุนการจัดทำข้อมูล รายงานหรือการดำเนินโครงการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการดำเนินงานของคณะและมหาวิทยาลัย

Library and Learning, University of Phayao

บทที่ 3

หลักเกณฑ์ วิธีการปฏิบัติงานและเงื่อนไข

บทนี้เป็นการนำเสนอหลักเกณฑ์และแนวทางในการปฏิบัติงาน โดยอ้างอิงกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ ประกาศ บันทึกข้อความ และแนวปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง มาใช้เป็นกรอบในการดำเนินงาน เพื่อให้การปฏิบัติงานเป็นไปอย่างถูกต้อง เป็นระบบ มีประสิทธิภาพ และสามารถตรวจสอบได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ทั้งนี้ ในบทดังกล่าวจะอธิบายขั้นตอนหลักเกณฑ์และวิธีการดำเนินงานที่สอดคล้องกับข้อกำหนดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งระบุเงื่อนไข ข้อสังเกต ข้อควรระวัง และประเด็นสำคัญที่ผู้ปฏิบัติงานควรคำนึงถึงในแต่ละขั้นตอนของการปฏิบัติงาน เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปในแนวทางเดียวกันและบรรลุวัตถุประสงค์ของหน่วยงาน เนื้อหาในบทนี้นำเสนอดังต่อไปนี้

3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงาน

3.2 วิธีการปฏิบัติงาน

3.3 เงื่อนไข/ ข้อสังเกตุ/ ข้อควรระวัง/ สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน

3.4 แนวคิด/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Library and Learning, University of Phayao

3.1 หลักเกณฑ์การปฏิบัติงานตามมาตรฐาน

คู่มือปฏิบัติงานการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในหลักการทางฟิสิกส์และพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยการดำเนินการทดลองในห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัดทางฟิสิกส์ อุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์ทดลอง และวัสดุวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจมีความเสี่ยงด้านความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้เรียน หากมีการใช้งานไม่ถูกต้อง ดังนั้นการดำเนินงานภาคปฏิบัติการจึงต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัย การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ และการควบคุมการใช้งานเครื่องมืออย่างเหมาะสม

ในการปฏิบัติงาน นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้องจำเป็นต้องปฏิบัติตามกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ ประกาศ บันทึกข้อความ แนวปฏิบัติ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปตามหลักการบริหารจัดการที่ดี มีความปลอดภัย และ

สนับสนุนการดำเนินงานของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ให้บรรลุพันธกิจของหน่วยงานอย่างมีประสิทธิภาพ กฎหมาย ระเบียบ และมาตรฐานดังกล่าวเป็นแนวทางสำคัญที่ใช้กำกับการดำเนินงานด้านการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ และการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัย และสอดคล้องกับมาตรฐานที่เกี่ยวข้องและสามารถปฏิบัติได้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

3.1.1 หลักเกณฑ์รายละเอียดรายวิชาตามแผนการเรียนรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์

แผนการเรียนรายวิชา หมายถึง แผนการจัดการเรียนการสอนที่กำหนดรายละเอียดของรายวิชา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ ขอบเขตของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน การจัดการเรียนรู้ภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ตลอดจนแนวทางการวัดและประเมินผลเพื่อให้การดำเนินการจัดการเรียนการสอนเป็นไปในทิศทางเดียวกันและบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning Outcomes) ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

รายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ เป็นรายวิชาพื้นฐานสำหรับนิสิตหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา และสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า โดยมุ่งเน้นให้นิสิตมีความรู้และความเข้าใจในหลักการพื้นฐานทางฟิสิกส์ สามารถอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ วิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมและประยุกต์ใช้หลักการทางฟิสิกส์ในการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทั้งยังส่งเสริมทักษะการทดลอง การใช้เครื่องมือวัดทางฟิสิกส์ การวิเคราะห์ข้อมูลและการทำงานอย่างเป็นระบบภายใต้หลักความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

เนื้อหารายวิชาประกอบด้วย การเคลื่อนที่แบบหนึ่งและสองมิติ การเคลื่อนที่แบบหมุนงานและพลังงาน กลศาสตร์ของอนุภาคแข็งเกร็ง สมบัติของสสาร กลศาสตร์ของของไหล การสั่นและเสียง ระบบเลนส์ ทฤษฎีคลื่นของแสง ความร้อนและระบบแก๊สอุดมคติ เทอร์โมไดนามิกส์และเครื่องจักรความร้อน ทฤษฎีจลน์ ไฟฟ้าสถิต ประจุไฟฟ้าและแรงไฟฟ้า สนามไฟฟ้าและกฎของเกาส์ ศักย์ไฟฟ้า ความจุไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและความต้านทาน วงจรไฟฟ้ากระแสตรง สนามแม่เหล็ก การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า ไฟฟ้ากระแสสลับ และอิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน

โดยบูรณาการการเรียนรู้ภาคทฤษฎีควบคู่กับการปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อเสริมสร้างความรู้ ทักษะ และสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับการศึกษาทางวิศวกรรมศาสตร์ รายวิชานี้ใช้สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี ภาคปกติ ชั้นปีที่ 1 ของหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา และสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2565) โดยการจัดการ

Library and Learning University of Phayao

เรียนการสอนภาคปฏิบัติการดำเนินการตามแผนการเรียนที่กำหนดไว้ในรายละเอียดของรายวิชาและสอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตรรวมถึงมาตรฐานการจัดการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยพะเยา เกณฑ์การประเมินผลการเรียนการสอน แบ่งเป็น กลางภาค 30% ปลายภาค 30% ภาคปฏิบัติการ 30% คะแนนเก็บ 10% รวม 100%

ตาราง 3.1 รายละเอียดหัวข้อปฏิบัติการและกิจกรรมการเรียนการสอน

แผนการสอนชั่วโมงปฏิบัติการหลักฟิสิกส์ 244108 ปี 2569

วันจันทร์ เวลา 16.00 – 19.00 น.

ห้อง SC 1107 , SC 2110 , SC3105

สัปดาห์ที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวนชั่วโมง	กิจกรรมการเรียนการสอน	สื่อการสอน(ถ้ามี)	ผู้สอน
สัปดาห์ที่ 1 16 มิ.ย. 69	แบ่งกลุ่มชี้แจงรายละเอียด	3	แบ่งกลุ่มนิสิตเพื่อเข้าทำปฏิบัติการโดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม A– D และแบ่งกลุ่มย่อยเป็นกลุ่มละ 3 คนตามรายชื่อ	–	คณาจารย์และนักวิทยาศาสตร์
สัปดาห์ที่ 2 23 มิ.ย. 69	ปฏิบัติการครั้งที่ 1	3	– กลุ่ม A,B ทำปฏิบัติการ เรื่อง 1.การใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์และไมโครมิเตอร์ 2.ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร(การยืดของสปริง) – กลุ่ม C,D ทำปฏิบัติการ เรื่อง 1.การใช้มัลติมิเตอร์ 2.การต่อวงจรไฟฟ้าบนบอร์ดอเนกประสงค์	อุปกรณ์การทดลองปฏิบัติการที่ 1–4	คณาจารย์และนักวิทยาศาสตร์
สัปดาห์ที่ 3 30 มิ.ย. 69	ปฏิบัติการครั้งที่ 2	3	– กลุ่ม C,D ทำปฏิบัติการ เรื่อง 1.การใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์และไมโครมิเตอร์ 2.ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร(การยืดของสปริง) – กลุ่ม A,B ทำปฏิบัติการ เรื่อง 1.การใช้มัลติมิเตอร์ 2.การต่อวงจรไฟฟ้าบนบอร์ดอเนกประสงค์	อุปกรณ์การทดลองปฏิบัติการที่ 1–4	คณาจารย์และนักวิทยาศาสตร์
สัปดาห์ที่ 4 7 ก.ค. 69	ปฏิบัติการครั้งที่ 3	3	– กลุ่ม A ทำปฏิบัติการ เรื่อง สมดุลแรง – กลุ่ม B ทำปฏิบัติการ เรื่อง แรงเสียดทาน – กลุ่ม C ทำปฏิบัติการ เรื่อง คานและรอก – กลุ่ม D ทำปฏิบัติการ เรื่อง แรงลอยตัว	อุปกรณ์การทดลองปฏิบัติการที่ 5–8	คณาจารย์และนักวิทยาศาสตร์
สัปดาห์ที่ 5 14 ก.ค. 69	ปฏิบัติการครั้งที่ 4	3	– กลุ่ม D ทำปฏิบัติการ เรื่อง สมดุลแรง – กลุ่ม A ทำปฏิบัติการ เรื่อง แรงเสียดทาน – กลุ่ม B ทำปฏิบัติการ เรื่อง คานและรอก – กลุ่ม C ทำปฏิบัติการ เรื่อง แรงลอยตัว	อุปกรณ์การทดลองปฏิบัติการที่ 5–8	คณาจารย์และนักวิทยาศาสตร์
สัปดาห์ที่ 6 21 ก.ค. 69	ปฏิบัติการครั้งที่ 5	3	– กลุ่ม C ทำปฏิบัติการ เรื่อง สมดุลแรง – กลุ่ม D ทำปฏิบัติการ เรื่อง แรงเสียดทาน – กลุ่ม A ทำปฏิบัติการ เรื่อง คานและรอก – กลุ่ม B ทำปฏิบัติการ เรื่อง แรงลอยตัว	อุปกรณ์การทดลองปฏิบัติการที่ 5–8	คณาจารย์และนักวิทยาศาสตร์

Library and Learning, University of Phayao

สอบกลางภาค (1–9 ส.ค. 2569)					
สัปดาห์ที่ 7 11 ส.ค. 69	ปฏิบัติการครั้งที่ 6	3	– กลุ่ม B ทำปฏิบัติการ เรื่อง สมดุลแรง – กลุ่ม C ทำปฏิบัติการ เรื่อง แรงเสียดทาน – กลุ่ม D ทำปฏิบัติการ เรื่อง คานและรอก – กลุ่ม A ทำปฏิบัติการ เรื่อง แรงลอยตัว	อุปกรณ์การทดลอง ปฏิบัติการที่ 5–8	คณาจารย์และนักวิทยาศาสตร์
สัปดาห์ที่ 8 25 ส.ค. 69	ปฏิบัติการครั้งที่ 7	3	– กลุ่ม A ทำปฏิบัติการ เรื่อง การสั่นและความถี่ธรรมชาติ – กลุ่ม B ทำปฏิบัติการ เรื่อง ไฟฟ้ากำลัง – กลุ่ม C ทำปฏิบัติการ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและการใช้ออสซิลโลสโคป – กลุ่ม D ทำปฏิบัติการ เรื่อง ความจุความร้อน	อุปกรณ์การทดลอง ปฏิบัติการที่ 9–12	คณาจารย์และนักวิทยาศาสตร์
สัปดาห์ที่ 9 1 ก.ย.69	ปฏิบัติการครั้งที่ 8	3	– กลุ่ม D ทำปฏิบัติการ เรื่อง การสั่นและความถี่ธรรมชาติ – กลุ่ม A ทำปฏิบัติการ เรื่อง ไฟฟ้ากำลัง – กลุ่ม B ทำปฏิบัติการ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและการใช้ออสซิลโลสโคป – กลุ่ม C ทำปฏิบัติการ เรื่อง ความจุความร้อน	อุปกรณ์การทดลอง ปฏิบัติการที่ 9–12	คณาจารย์และนักวิทยาศาสตร์
สัปดาห์ที่ 10 8 ก.ย.69	ปฏิบัติการครั้งที่ 9	3	– กลุ่ม C ทำปฏิบัติการ เรื่อง การสั่นและความถี่ธรรมชาติ – กลุ่ม D ทำปฏิบัติการ เรื่อง ไฟฟ้ากำลัง – กลุ่ม A ทำปฏิบัติการ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและการใช้ออสซิลโลสโคป – กลุ่ม B ทำปฏิบัติการ เรื่อง ความจุความร้อน	อุปกรณ์การทดลอง ปฏิบัติการที่ 9–12	คณาจารย์และนักวิทยาศาสตร์
สัปดาห์ที่ 11 15 ก.ย.69	ปฏิบัติการครั้งที่ 10	3	– กลุ่ม B ทำปฏิบัติการ เรื่อง การสั่นและความถี่ธรรมชาติ – กลุ่ม C ทำปฏิบัติการ เรื่อง ไฟฟ้ากำลัง – กลุ่ม D ทำปฏิบัติการ เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและการใช้ออสซิลโลสโคป – กลุ่ม A ทำปฏิบัติการ เรื่อง ความจุความร้อน	อุปกรณ์การทดลอง ปฏิบัติการที่ 9–12	คณาจารย์และนักวิทยาศาสตร์
สัปดาห์ที่ 12 22 ก.ย. 69	ซ่อมปฏิบัติการ	3	ซ่อมปฏิบัติการสำหรับนิสิตที่ลาเรียน ตั้งแต่ปฏิบัติการที่ 1 ถึงปฏิบัติการที่ 10	อุปกรณ์การทดลอง ปฏิบัติการที่ 1–12	คณาจารย์และนักวิทยาศาสตร์
สอบปลายภาค (5–16 ต.ค 69)					

Library and Learning, University of Phayao

3.1.2 หลักเกณฑ์ระเบียบและข้อปฏิบัติของห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

ระเบียบคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ว่าด้วยการใช้ห้องปฏิบัติการ ได้กำหนดแนวทางในการบริหารจัดการและการใช้ห้องปฏิบัติการของคณะวิทยาศาสตร์ในภาพรวม ครอบคลุมห้องปฏิบัติการของทุกสาขาวิชา ทั้งด้านการขอใช้ห้องปฏิบัติการ การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ การปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัย ตลอดจนการดูแลรักษาทรัพย์สินของมหาวิทยาลัย

อย่างไรก็ตาม คู่มือปฏิบัติงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ จึงได้คัดเลือกและประยุกต์ใช้เฉพาะข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ โดยมุ่งเน้นการเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และการปฏิบัติงานของผู้สอน นักวิทยาศาสตร์ และนิสิต เพื่อให้สอดคล้องกับลักษณะการใช้งานของห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ และเป็นไปตามระเบียบของคณะวิทยาศาสตร์อย่างเหมาะสม จากการพิจารณาระเบียบดังกล่าว สามารถสรุปสาระสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ได้ ดังนี้

- การแต่งกายและการปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยภายในห้องปฏิบัติการ
- การขออนุญาตและการใช้ห้องปฏิบัติการตามระเบียบของคณะวิทยาศาสตร์
- การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์อย่างถูกต้องและปลอดภัย
- การปฏิบัติในการแจ้งเหตุฉุกเฉินเมื่อเกิดอุบัติเหตุ

หลักเกณฑ์ดังกล่าวจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นแนวปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการของสาขาวิชาฟิสิกส์ โดยรายละเอียดของวิธีปฏิบัติในแต่ละขั้นตอนจะอธิบายไว้ในหัวข้อถัดไปของคู่มือฉบับนี้ เพื่อให้เกิดแนวปฏิบัติที่เป็นไปตามหลักเกณฑ์เดียวกัน ป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ช่วยให้ทำงานได้สะดวกเป็นขั้นตอนมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยและง่ายต่อการติดตามและตรวจสอบทางคณะวิทยาศาสตร์จึงได้กำหนดระเบียบและข้อปฏิบัติของห้องปฏิบัติการ (ประกาศคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยาปี พ.ศ. 2564) ดังนี้

Library and Learning, University of Phayao

3.1.2.1 ข้อที่ 1 ระเบียบและข้อปฏิบัติทั่วไปว่าด้วยความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

ผู้ปฏิบัติงานควรทำความเข้าใจและปฏิบัติตามระเบียบและข้อปฏิบัติทั่วไปที่ว่าด้วยความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

1) แต่งกายและสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลให้เหมาะสมกับการปฏิบัติงานในแต่ละห้องปฏิบัติการ โดยให้ผู้ปฏิบัติงานควรสวมใส่รองเท้าหุ้มส้นมิดชิด และเหมาะสมกับลักษณะการทำงาน

2) ไม่นำอาหารหรือเครื่องดื่มทุกชนิดเข้ามาในห้องปฏิบัติการ

3) ห้ามวิ่งเล่น หยอกล้อ หรือทำกิจกรรมใด ๆ อันก่อให้เกิดอันตรายต่อตัวเองและผู้ร่วมงานในระหว่างการปฏิบัติงาน

4) หากมีโรคประจำตัว มีอาการเจ็บป่วยหรือไม่สบาย ควรแจ้งให้อาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ที่ดูแลและควบคุมห้องปฏิบัติการรับทราบ

5) ก่อนการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือ ผู้ปฏิบัติงานควรทำการศึกษาคู่มือความปลอดภัย คู่มือการใช้เครื่องมือ หรือได้รับคำแนะนำจากเจ้าหน้าที่ที่ดูแลเครื่องมือนั้น ๆ และก่อนการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีและวัตถุอันตราย ผู้ปฏิบัติงานควรศึกษาเอกสารข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet; SDS) ของสารเคมีหรือวัตถุอันตรายนั้น ๆ อย่างเคร่งครัด

6) ควรสังเกตตำแหน่งการติดตั้งและศึกษาวิธีการใช้งานอุปกรณ์ช่วยเหลือกรณีฉุกเฉิน เช่น ที่ล้างตาฉุกเฉิน ถังดับเพลิง เป็นต้น รวมถึงการทำความเข้าใจอย่างถูกต้องเกี่ยวกับสัญลักษณ์ความปลอดภัยและฉลากที่ติดบนภาชนะที่บรรจุสารเคมีหรือวัตถุอันตรายก่อนการปฏิบัติงานด้วย

7) ห้ามทำกิจกรรมใด ๆ อันก่อให้เกิดประกายไฟ และห้ามสูบบุหรี่ภายในอาคารปฏิบัติการและบริเวณโดยรอบอาคารโดยเด็ดขาด

8) ขณะปฏิบัติงานควรดูแลบริเวณที่ใช้ในการปฏิบัติงานให้มีความสะอาดเรียบร้อย ทั้งขณะปฏิบัติงานและภายหลังจากที่ปฏิบัติงานเสร็จสิ้นแล้ว

9) ตรวจสอบความเรียบร้อยของบริเวณที่ปฏิบัติงาน ปิดเครื่องมือ ถอดปลั๊ก ปิดไฟ ปิดพัดลม ปิดวาล์วน้ำ ก่อนออกจากห้องปฏิบัติการทุกครั้ง

Library and Learning, University of Phayao

10) เมื่อผู้ปฏิบัติงานเกิดอุบัติเหตุใด ๆ เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงาน ต้องรีบแจ้งให้อาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ที่ดูแลควบคุมปฏิบัติการหรือห้องนั้น ๆ ทราบทันทีไม่ว่าจะกรณีใดก็ตาม

11) ควรปฏิบัติตามระเบียบและข้อปฏิบัติของการใช้ห้องปฏิบัติการ รวมถึงคำแนะนำของเจ้าหน้าที่ที่ดูแลเครื่องมือหรือห้องปฏิบัติการนั้น ๆ อย่างเคร่งครัด หากผู้ปฏิบัติงานไม่ปฏิบัติตามข้อใดข้อหนึ่งจะไม่อนุญาตให้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

3.1.2.2 ข้อที่ 2 ข้อปฏิบัติในการขอใช้ห้องปฏิบัติการ

1) ห้องปฏิบัติการเปิดให้บริการในเวลาราชการ (วันจันทร์–ศุกร์ เวลา 08.30–16.30 น.)

2) ผู้ขอใช้บริการต้องติดต่อเจ้าหน้าที่ก่อนทุกครั้งที่ใช้ เพื่อจัดตารางการใช้ห้องปฏิบัติการจากเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการก่อนยื่นแบบฟอร์ม

3) เลือกใช้ "แบบฟอร์ม" ให้ถูกต้อง และกรอกรายละเอียดให้ครบถ้วนและชัดเจน โดยขอแบบฟอร์มได้ที่เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ หรือดาวน์โหลดทางเว็บไซต์ **www.lab.science.up.ac.th** ซึ่งมีแบบฟอร์มดังต่อไปนี้ Sci.Lab 003 แบบฟอร์มขอใช้ห้องปฏิบัติการในเวลาราชการ (นอกตารางเรียน) Sci.Lab 004 แบบฟอร์มขอใช้ห้องปฏิบัติการนอกเวลาราชการ

3.1 กรณีขอใช้ห้องปฏิบัติการในเวลาราชการ (นอกตารางเรียน) สำหรับนิสิตต้องมีเสนออาจารย์ที่ปรึกษา/ดูแล/รับรอง เพื่อพิจารณาลงนามให้ความเห็นชอบในแบบฟอร์มทุกครั้ง

3.2 กรณีติดต่อขอใช้ห้องปฏิบัติการนอกเวลาราชการ ต้องได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ที่ปรึกษา/ดูแล/รับรอง เป็นผู้กรอกแบบฟอร์ม พร้อมทั้งแนบรายละเอียดโครงการ พร้อมด้วยอาจารย์ที่ปรึกษา/ดูแล/รับรอง หรือเจ้าหน้าที่ดูแล/รับรอง ต้องมาปฏิบัติงานควบคุมดูแล ตลอดระยะเวลาการทำงานภายในห้องปฏิบัติการจนเสร็จสิ้น

4) ผู้ขอใช้บริการกรอกแบบฟอร์มและยื่นล่วงหน้าอย่างน้อย 1 วันทำการ

5) ผู้ขอใช้บริการต้องลงบันทึกการเข้า–ออกห้องปฏิบัติการ ในสมุดการใช้ห้องปฏิบัติการ (Log Book) ทุกครั้ง

Library and Learning, University of Phayao

3.1.2.3 ข้อที่ 3 ข้อปฏิบัติในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์

1) เครื่องมือวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการ

1.1 ใช้แบบฟอร์มขอใช้ / ยืม–คืน ครุภัณฑ์ (**Sci.Lab 002**) และกรอกรายละเอียดให้ครบถ้วนและชัดเจน โดยขอแบบฟอร์มได้ที่เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการหรือดาวน์โหลดจากเว็บไซต์ **www.lab.science.up.ac.th**

1.2 ผู้ขอใช้บริการต้องผ่านการทดสอบหรือการอบรมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์จากเจ้าหน้าที่ หรือผู้รับผิดชอบ หรือผู้ดูแลเครื่องมือวิทยาศาสตร์ จึงจะได้รับอนุญาตให้ใช้เครื่องมือ

1.3 ผู้ขอใช้บริการต้องเช็คตารางการใช้เครื่องมือจากเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการก่อนยื่นแบบฟอร์ม หากไม่มาติดต่อขอใช้บริการตามวัน เวลาที่จองไว้ ถือว่าท่านสละสิทธิ์ และให้ผู้จองรายอื่นใช้เครื่องมือแทนผู้ที่จองไว้

1.4 ต้องปฏิบัติตามคู่มือการใช้เครื่องมือโดยเคร่งครัด และต้องปฏิบัติตามข้อควรระวังของเครื่องมือแต่ละเครื่องทุกประการ หากเกิดเหตุขัดข้องหรือชำรุดเสียหายให้แจ้งเจ้าหน้าที่ทันที

1.5 เมื่อใช้เครื่องมือเสร็จแล้ว ให้ลงบันทึกการใช้งานในสมุด **Log Book** ทุกครั้ง และทำความสะอาด จัดเก็บเครื่องมือให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยพร้อมใช้งานได้ต่อไป

1.6 หากเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบเกิดความเสียหาย ชำรุด หรือสูญหาย โดยความเสียหายเป็นเหตุเนื่องมาจากการใช้งานอย่างไม่ระมัดระวัง หรือจากความประมาทเลินเล่อ ผู้ขอใช้บริการจะต้องรับผิดชอบค่าเสียหายตามที่ระบุในประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง กำหนดอัตราการชดเชยค่าชดใช้ของวัสดุ อุปกรณ์ และครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2558

3.1.2.4 ข้อที่ 4 ข้อปฏิบัติในการแจ้งเหตุฉุกเฉินเมื่อเกิดอุบัติเหตุ

1) กรณีเกิดอุบัติเหตุในเวลาราชการ ให้ผู้ที่พบเหตุการณ์แจ้งผู้ดูแลห้องปฏิบัติการทันที

Library and Learning, University of Phayao

2) กรณีเกิดอุบัติเหตุนอกเวลาราชการ ให้แจ้งผู้ดูแลห้องปฏิบัติการ หรือเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย (รปภ.) หรือโทรแจ้งหมายเลขฉุกเฉิน ตามเบอร์โทรศัพท์ที่เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกำหนด

3.1.3 หลักเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์เป็นสถานที่ที่มีการใช้งานเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ อุปกรณ์ไฟฟ้า เครื่องมือวัด วัสดุอุปกรณ์ และการทดลองที่อาจก่อให้เกิดอันตรายจากไฟฟ้า ความร้อน การเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนเครื่องกล แสงเลเซอร์ สนามแม่เหล็ก รังสีที่ใช้ในการเรียนการสอน ตลอดจนการยกเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ ดังนั้น การดำเนินงานภายในห้องปฏิบัติการจึงต้องกำหนดหลักเกณฑ์ด้านความปลอดภัยที่เป็นระบบ เพื่อป้องกันอุบัติเหตุ ลดความเสี่ยง และสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย การกำหนดหลักเกณฑ์ดังกล่าวอ้างอิงจาก **พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554** ซึ่งกำหนดให้นายจ้างหรือหน่วยงานมีหน้าที่จัดให้สถานที่ทำงาน เครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และสภาพแวดล้อมในการทำงานมีความปลอดภัย พร้อมทั้งกำหนดให้ผู้ปฏิบัติงานให้ความร่วมมือและปฏิบัติตามมาตรการด้านความปลอดภัยที่หน่วยงานกำหนด เพื่อป้องกันอันตรายต่อชีวิต ร่างกาย และสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้ การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการยังอ้างอิงตาม **ระบบมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory : ESPReL)** ซึ่งเป็นแนวทางมาตรฐานของประเทศไทยในการยกระดับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ โดยครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ การบริหารจัดการองค์กร บุคลากร เครื่องมือและอุปกรณ์ อาคารและสภาพแวดล้อม การประเมินความเสี่ยง การจัดการของเสีย การเตรียมความพร้อมกรณีฉุกเฉิน และการติดตามปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ แม้ว่าห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์จะมีลักษณะการใช้งานแตกต่างจากห้องปฏิบัติการวิจัยบางประเภท แต่หลักการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของ ESPReL สามารถประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม เพื่อสร้างวัฒนธรรมความปลอดภัย (Safety Culture) ภายในห้องปฏิบัติการ

จากหลักเกณฑ์ดังกล่าว กำหนดแนวปฏิบัติในการเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ การควบคุมความเสี่ยง การตรวจสอบความพร้อมก่อนใช้งาน การดูแลรักษาหลังใช้งาน ตลอดจนการจัดการเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ

Library and Learning, University of Phayao

รายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัย และสอดคล้องกับกฎหมายและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง

3.1.3.1 หลักเกณฑ์ความปลอดภัยในการทำงานตามพระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ.2554

เป็นกฎหมายหลักที่กำหนดกรอบการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยในการทำงานของหน่วยงานและสถานประกอบกิจการ โดยมีเจตนารมย์เพื่อป้องกันอันตรายจากการทำงาน ส่งเสริมสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงานและกำหนดให้หน่วยงานจัดให้มีสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ปลอดภัย มีระบบบริหารจัดการด้านความปลอดภัย และมาตรการควบคุมความเสี่ยงที่เหมาะสม เพื่อคุ้มครองชีวิตร่างกายและสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน ให้สอดคล้องกับสภาพการทำงานในปัจจุบัน พระราชบัญญัตินี้มุ่งเน้นการคุ้มครองผู้ปฏิบัติงานเป็นหลัก แต่หลักการสำคัญสามารถประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการของสถาบันอุดมศึกษาได้ โดยเฉพาะการจัดให้มีสถานที่ปฏิบัติงานที่ปลอดภัย การควบคุมปัจจัยเสี่ยง การจัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตราย การกำหนดมาตรการป้องกันอุบัติเหตุ และการเตรียมความพร้อมในการตอบสนองต่อเหตุฉุกเฉิน เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ปลอดภัยสำหรับอาจารย์ นักวิทยาศาสตร์และนิสิต

สำหรับการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา หลักการของพระราชบัญญัตินี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานตลอดกระบวนการ ได้แก่ การตรวจสอบความพร้อมของห้องปฏิบัติการและเครื่องมือก่อนใช้งาน การควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม การกำกับดูแลการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างปลอดภัย การจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันและอุปกรณ์ฉุกเฉิน การบันทึกและรายงานเหตุการณ์ผิดปกติ ตลอดจนการติดตามและปรับปรุงมาตรการด้านความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุ และสอดคล้องกับแนวทางการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง

3.1.3.2 ระบบมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (ESPREL)

ระบบมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (Enhancement of Safety Practice of Research Laboratory in Thailand: ESPReL) เป็นระบบการบริหารจัดการความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการที่สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) พัฒนาขึ้น เพื่อยกระดับมาตรฐาน

Library and Learning, University of Phayao

ความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการในประเทศไทยให้มีความเป็นระบบ มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับมาตรฐานสากล โดยมุ่งเน้นการบริหารจัดการความเสี่ยง การควบคุมปัจจัยที่อาจก่อให้เกิดอันตราย และการพัฒนาระบบความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง

แม้ว่าห้องปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ จะเป็นห้องปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอน มิใช่ห้องปฏิบัติการวิจัยโดยตรง แต่สามารถประยุกต์ใช้หลักการของระบบ ESPReL เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการให้มีมาตรฐานด้านความปลอดภัย ลดความเสี่ยงจากการใช้งานเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และระบบไฟฟ้า ตลอดจนส่งเสริมสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้และการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย

การดำเนินงานตามระบบ ESPReL สำหรับห้องปฏิบัติการวิชาหลักฟิสิกส์ ควรยึดหลักการบริหารจัดการในประเด็นสำคัญ ดังต่อไปนี้

1) การจัดการสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ (Physical Environment)

ห้องปฏิบัติการต้องได้รับการออกแบบ จัดพื้นที่ และบริหารจัดการสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับลักษณะของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้งาน ความเป็นระเบียบ ความสะอาด การระบายอากาศ ระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง รวมถึงการจัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์ให้เหมาะสม เพื่อลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุและสนับสนุนให้การปฏิบัติการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

Library and Learning, University of Phayao

2) การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)

การประเมินความเสี่ยงเป็นกระบวนการสำคัญของการบริหารจัดการความปลอดภัย ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อระบุอันตราย (Hazard Identification) วิเคราะห์และประเมินระดับความเสี่ยง (Risk Assessment) และกำหนดมาตรการควบคุมความเสี่ยง (Risk Control) ก่อนการปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุและลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อผู้ปฏิบัติงาน ผู้เรียน เครื่องมืออุปกรณ์ และทรัพย์สินของหน่วยงาน

สำหรับห้องปฏิบัติการวิชาหลักฟิสิกส์ การประเมินความเสี่ยงควรครอบคลุมความเสี่ยงที่เกิดจากเครื่องมือทางฟิสิกส์ อุปกรณ์ไฟฟ้า แหล่งพลังงาน วัสดุที่ใช้ในการทดลอง และสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้ผลการประเมินความเสี่ยงควรนำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการ

กำหนดมาตรการป้องกัน การเตรียมความพร้อมก่อนการปฏิบัติการ และการปรับปรุงระบบบริหารจัดการความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง

3.1.4 หลักเกณฑ์การบริหารจัดการเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เพื่อความปลอดภัยและความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง

การบริหารจัดการเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ เนื่องจากเครื่องมือแต่ละชนิดมีผลโดยตรงต่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานและความถูกต้องของผลการทดลอง หากเครื่องมือไม่ได้รับการตรวจสอบ สอบเทียบ หรือบำรุงรักษาอย่างเหมาะสม อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุ ความเสียหายของเครื่องมือ รวมทั้งทำให้ผลการทดลองเกิดความคลาดเคลื่อน ส่งผลต่อคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนและความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง

การกำหนดหลักเกณฑ์การบริหารจัดการเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในคู่มือฉบับนี้ อ้างอิงแนวทางจาก **มาตรฐาน IEC 61010** : Safety Requirements for Electrical Equipment for Measurement, Control and Laboratory Use ซึ่งกำหนดข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของเครื่องมือวัด เครื่องมือควบคุม และเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เพื่อป้องกันอันตรายจากไฟฟ้า ความร้อน พลังงานกล และปัจจัยเสี่ยงอื่นที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน โดยเน้นให้มีการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือก่อนใช้งาน การใช้งานตามคู่มือของผู้ผลิต การบำรุงรักษาอย่างเหมาะสม และการจัดสภาพแวดล้อมในการใช้งานให้ปลอดภัย

ในด้านการควบคุมคุณภาพของเครื่องมือและความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง การบริหารจัดการเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์อ้างอิงหลักการของ **ISO/IEC 17025** : General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories ซึ่งกำหนดแนวทางในการควบคุมคุณภาพของเครื่องมือวัด การสอบเทียบ การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ การบันทึกประวัติการใช้งานและการบำรุงรักษา ตลอดจนการประกันความสามารถในการสอบกลับของผลการวัด (Measurement Traceability) เพื่อให้ผลการทดลองมีความถูกต้อง แม่นยำ และสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้

แม้ว่าห้องปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ จะเป็นห้องปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอน มิใช่ห้องปฏิบัติการทดสอบหรือสอบเทียบตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 โดยตรง แต่หลักการด้านการควบคุมคุณภาพของเครื่องมือ การสอบเทียบ การตรวจสอบความพร้อม และการจัดทำบันทึก

Library and Learning, University of Phayao

ประวัติเครื่องมือ สามารถประยุกต์ใช้เพื่อยกระดับคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น การบริหารจัดการเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในคู่มือฉบับนี้ จึงมุ่งเน้นการบูรณาการหลักการของ **IEC 61010** ในด้านความปลอดภัยของการใช้งานเครื่องมือ และ **ISO/IEC 17025** ในด้านการควบคุมคุณภาพและความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง เพื่อให้เครื่องมือทุกชนิดมีความพร้อมใช้งาน มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน สามารถให้ผลการทดลองที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ รวมทั้งสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการให้เป็นไปตามมาตรฐานทางวิชาการและมาตรฐานความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

3.2 วิธีปฏิบัติงาน

3.2.1 การเตรียมความพร้อมการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติตามรายละเอียดรายวิชาและแผนการเรียนรายวิชา

การดำเนินงานด้านการเตรียมความพร้อมการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ ให้ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษารายละเอียดคำอธิบายรายวิชา วัตถุประสงค์รายวิชา ผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning Outcomes) และแผนการจัดการเรียนการสอนที่ได้รับอนุมัติจากหลักสูตรก่อนเปิดภาคการศึกษา
2. ตรวจสอบแผนการจัดการเรียนการสอน ตารางเรียน ตารางปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการ และจำนวนนิสิตในแต่ละกลุ่ม เพื่อใช้ประกอบการวางแผนการเตรียมเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์
3. วิเคราะห์รายการปฏิบัติการ เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในแต่ละสัปดาห์ พร้อมจัดทำแผนการเตรียมความพร้อมให้สอดคล้องกับลำดับของบทปฏิบัติการ
4. ประสานงานกับอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชา เพื่อยืนยันรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนการสอน วิธีการประเมินผล และความต้องการพิเศษที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการ
5. จัดเตรียมเอกสารประกอบการเรียนการสอน คู่มือปฏิบัติการ แบบบันทึกผลการทดลอง และสื่อการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องให้ครบถ้วนก่อนเริ่มการเรียนการสอน
6. ตรวจสอบความพร้อมของห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และระบบสาธารณูปโภค ให้สามารถรองรับการจัดการเรียนการสอนได้ตามแผนที่กำหนด

Library and Learning University of Phayao

7. ทบทวนแผนการดำเนินงานก่อนเริ่มการเรียนการสอนแต่ละสัปดาห์ พร้อมติดตามการเปลี่ยนแปลงของตารางเรียนหรือบทปฏิบัติการ และปรับแผนการเตรียมความพร้อมให้เหมาะสม
8. บันทึกข้อมูลการดำเนินงาน ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ เพื่อใช้ในการติดตามและปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในภาคการศึกษาถัดไป

3.2.2 วิธีปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการเป็นไปตามระเบียบและข้อปฏิบัติของห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

เพื่อให้การดำเนินงานภายในห้องปฏิบัติการเป็นไปตามระเบียบและข้อปฏิบัติของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาและทำความเข้าใจระเบียบ ข้อบังคับ และประกาศที่เกี่ยวข้องกับการใช้ห้องปฏิบัติการก่อนเริ่มปฏิบัติงาน รวมถึงแจ้งให้ผู้ใช้งานรับทราบก่อนเข้าปฏิบัติการ
2. ตรวจสอบสิทธิ์การเข้าใช้ห้องปฏิบัติการ และดำเนินการตามระบบการขอใช้ห้องปฏิบัติการที่มหาวิทยาลัยกำหนด พร้อมบันทึกข้อมูลการเข้า–ออกห้องปฏิบัติการทุกครั้ง
3. จัดเตรียมและตรวจสอบความพร้อมของห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ และระบบสาธารณูปโภค ให้เป็นไปตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยก่อนการใช้งาน
4. กำกับดูแลให้ผู้ใช้งานปฏิบัติตามระเบียบด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ เช่น การแต่งกาย การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (PPE) การใช้เครื่องมืออย่างถูกวิธี และการรักษาความสะอาดของพื้นที่ปฏิบัติงาน
5. ควบคุมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้เป็นไปตามคู่มือการใช้งานและข้อกำหนดของผู้ผลิต พร้อมทั้งกำกับดูแลการบันทึกการใช้งาน การตรวจสอบ และการคืนเครื่องมือหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติงาน
6. ติดตาม ตรวจสอบ และบันทึกเหตุการณ์ผิดปกติ ความเสียหาย หรืออุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติงาน พร้อมดำเนินการตามแผนการตอบโต้เหตุฉุกเฉินของหน่วยงาน และรายงานต่อผู้รับผิดชอบตามลำดับ

Library and Learning, University of Phayao

7. ตรวจสอบความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการหลังเสร็จสิ้นการใช้งาน โดยดำเนินการปิดระบบไฟฟ้า เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ทำความสะอาดพื้นที่ และจัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์ ให้เป็นระเบียบก่อนปิดห้องปฏิบัติการ

8. จัดเก็บเอกสาร แบบบันทึกการใช้งาน รายงานเหตุการณ์ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน เพื่อใช้ในการติดตาม ตรวจสอบ และปรับปรุงการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง

3.2.3 วิธีปฏิบัติงานตามมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ

เพื่อให้การดำเนินงานภายในห้องปฏิบัติการเป็นไปตามหลักเกณฑ์ของพระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554 และแนวทางการบริหารจัดการของระบบมาตรฐาน ESPReL จึงกำหนดวิธีปฏิบัติด้านความปลอดภัยสำหรับห้องปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ ดังนี้

3.2.3.1 การเตรียมสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ

ก่อนเริ่มการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการตรวจสอบและเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการ ดังนี้

1. ตรวจสอบความสะอาด ความเป็นระเบียบ และความพร้อมของพื้นที่ปฏิบัติการ รวมถึงโต๊ะปฏิบัติการ ทางเดิน และพื้นที่ติดตั้งเครื่องมือ ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนและสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย

2. ตรวจสอบระบบสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการ ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ปลั๊กไฟ สวิตช์ สายไฟ เบรกเกอร์ ระบบแสงสว่าง ระบบระบายอากาศ และเครื่องปรับอากาศ ให้สามารถใช้งานได้ตามปกติและอยู่ในสภาพปลอดภัย

3. ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย ได้แก่ ถังดับเพลิง ชุดปฐมพยาบาล ป้ายเตือน เครื่องหมายความปลอดภัย อุปกรณ์ตัดกระแสไฟฟ้าฉุกเฉิน และทางหนีไฟ ให้อยู่ในตำแหน่งที่กำหนดและพร้อมใช้งาน

4. จัดเตรียมพื้นที่สำหรับการติดตั้งเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์การทดลอง โดยคำนึงถึงความสะดวกในการปฏิบัติงาน การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ และการลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ

Library and Learning, University of Phayao

5. ภายหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติการ ให้ตรวจสอบความเรียบร้อยของพื้นที่ ทำความสะอาดห้องปฏิบัติการ จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ตามตำแหน่งที่กำหนด พร้อมทั้งบันทึกปัญหาหรือข้อบกพร่องที่พบลงในแบบบันทึกหรือสมุดบันทึกการใช้งาน (Log Book)

3.2.3.2 การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ

ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนการสอนและมาตรฐานด้านความปลอดภัย ดังนี้

1. วางแผนการใช้ห้องปฏิบัติการ เครื่องมือ และอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับตารางการเรียนการสอนและจำนวนผู้ใช้งาน
2. ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ก่อนการจัดการเรียนการสอน พร้อมจัดเตรียมให้ครบถ้วนตามบทปฏิบัติการ
3. กำกับดูแลการใช้งานห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามระเบียบ ข้อกำหนด และมาตรการด้านความปลอดภัยของหน่วยงาน
4. บันทึกข้อมูลการใช้งาน การตรวจสอบ การบำรุงรักษา และปัญหาที่พบลงในแบบบันทึกที่กำหนด เพื่อใช้ในการติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน

3.2.3.3 การให้ความรู้และสร้างความตระหนักด้านความปลอดภัย

ก่อนเริ่มการปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการชี้แจงข้อมูลด้านความปลอดภัยแก่ผู้เรียน ดังนี้

1. ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการทดลอง ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และมาตรการด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง
2. แนะนำการใช้งานเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์การทดลอง รวมถึงข้อควรระวังในการใช้งาน
3. ชี้แจงตำแหน่งของอุปกรณ์ความปลอดภัย ทางหนีไฟ และแนวทางการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

Library and Learning, University of Phayao

4. ประเมินความเข้าใจของผู้เรียนก่อนเริ่มการปฏิบัติการ และให้คำแนะนำเพิ่มเติมเมื่อพบว่าผู้เรียนยังมีความเข้าใจไม่เพียงพอ

3.2.3.4 การตรวจสอบ บันทึก และปรับปรุงการดำเนินงาน

ภายหลังการจัดการเรียนการสอน ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการ ดังนี้

1. ตรวจสอบสภาพของเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์หลังการใช้งาน
2. บันทึกผลการตรวจสอบ ปัญหา ข้อขัดข้อง และการดำเนินการแก้ไขลงในแบบบันทึกที่กำหนด
3. วิเคราะห์ข้อมูลจากการตรวจสอบและข้อร้องเรียน เพื่อใช้ในการปรับปรุงการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ
4. ติดตามผลการแก้ไขปัญหา และทบทวนมาตรการด้านความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง
5. นำผลการดำเนินงานไปใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอน งานวิจัย และการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย (Routine to Research: R2R)

3.2.3.5 การจัดการเหตุฉุกเฉิน

เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินภายในห้องปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการ ดังนี้

1. สั่งหยุดการปฏิบัติการทันที และประเมินลักษณะของเหตุการณ์เพื่อกำหนดแนวทางการตอบสนองที่เหมาะสม
2. แจ้งเตือนผู้ใช้งานให้ออกจากพื้นที่เสี่ยง และดำเนินการอพยพตามแผนปฏิบัติการกรณีฉุกเฉินของหน่วยงาน
3. ให้การช่วยเหลือเบื้องต้นแก่ผู้ได้รับบาดเจ็บตามหลักการปฐมพยาบาล และใช้อุปกรณ์ระงับเหตุฉุกเฉินตามความเหมาะสม
4. ประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น งานอาคารสถานที่ หน่วยรักษาความปลอดภัย หรือหน่วยบริการทางการแพทย์ เมื่อเหตุการณ์เกินขีดความสามารถในการควบคุม
5. บันทึกรายละเอียดของเหตุการณ์ วิเคราะห์สาเหตุ และจัดทำข้อเสนอแนะเพื่อป้องกันการเกิดเหตุซ้ำ รวมทั้งใช้ข้อมูลดังกล่าวในการปรับปรุงมาตรการด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

Library and Learning, University of Phayao

3.2.4 การควบคุมความถูกต้องของเครื่องมือวัดทางฟิสิกส์

การควบคุมความถูกต้องของเครื่องมือวัดทางฟิสิกส์เป็นกระบวนการสำคัญในการเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการก่อนการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ เนื่องจากเครื่องมือแต่ละชนิดมีหลักการทำงานและความแม่นยำในการวัดที่แตกต่างกัน หากเครื่องมือไม่ได้รับการตรวจสอบหรือเตรียมความพร้อมก่อนการใช้งาน อาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง และกระทบต่อคุณภาพของการเรียนการสอน

ดังนั้น ก่อนเริ่มการปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือวัด โดยดำเนินการตั้งศูนย์ (Zero Adjustment) การตรวจสอบความถูกต้องเบื้องต้น (Verification) หรือการสอบเทียบ (Calibration) ตามลักษณะและข้อกำหนดของเครื่องมือแต่ละประเภท เพื่อให้เครื่องมือมีความพร้อมในการใช้งาน มีความถูกต้องของค่าที่วัดได้ และสามารถสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เครื่องมือวัดที่มีความสำคัญและส่งผลต่อความถูกต้องของผลการทดลองในรายวิชาหลักฟิสิกส์ ประกอบด้วย

1. เครื่องมัลติมิเตอร์ (Multimeter)
2. เครื่องวัดเวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier Caliper)
3. เครื่องวัดไมโครมิเตอร์ (Micrometer)
4. เครื่องชั่งดิจิตอล (Digital Balance)
5. เครื่องฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ (Function Generator)
6. เครื่องออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)
7. เครื่องแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply)
8. ตาชั่งสปริง (Spring Balance)
9. เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

โดยรายละเอียดวิธีการตั้งศูนย์ การตรวจสอบความถูกต้องเบื้องต้น และการสอบเทียบของเครื่องมือแต่ละชนิด มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Library and Learning, University of Phayao

3.2.4.1 เครื่องมัลติมิเตอร์ (Multimeter)

เป็นเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าที่ใช้ตรวจวัด แรงดันไฟฟ้า (V) กระแสไฟฟ้า (A) และความต้านทานไฟฟ้า (Ω) โดยต้องเลือกย่านวัดและต่อสายวัดให้เหมาะสมกับชนิดการวัดเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องและปลอดภัย

1) การวัดแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ใช้โหมด V (DCV หรือ ACV) และต่อ มัลติมิเตอร์แบบ ขนาน (Parallel) กับแหล่งจ่ายหรืออุปกรณ์ที่ต้องการวัด

2) การวัดความต้านทาน (Resistance) ใช้โหมด Ω เพื่อตรวจวัดค่าความต้านทาน โดยต้อง ตัดแหล่งจ่ายไฟและถอดอุปกรณ์ออกจากวงจร ก่อนวัด

3) การวัดกระแสไฟฟ้า (Current) ใช้โหมด A หรือ mA และต่อมัลติมิเตอร์แบบ อนุกรม (Series) กับวงจร โดยเริ่มจากย่านวัดสูงสุดก่อน เพื่อป้องกันความเสียหายต่อเครื่องมือ

การใช้งานมัลติมิเตอร์อย่างถูกต้องจะช่วยลดความคลาดเคลื่อนของผลการวัด เพิ่มความปลอดภัย และยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือ

การตั้งศูนย์เครื่องมัลติมิเตอร์ (Zero Adjustment) วิธีปฏิบัติดังนี้

กรณีวัดความต้านทาน (Ω)

1. หมุนสวิตช์ไปยังย่านวัดความต้านทาน
2. นำปลายสายวัดสีแดงและสีดำแตะเข้าหากัน ค่าที่แสดงควรใกล้เคียง 0 Ω
3. สำหรับมัลติมิเตอร์แบบเข็ม ให้หมุนปุ่ม Ω Adjust เพื่อปรับเข็มให้ตรงตำแหน่งศูนย์

ข้อสังเกต: หากแตะปลายสายเข้าหากันแล้วค่าไม่ใกล้ศูนย์ อาจเกิดจากแบตเตอรี่อ่อนหรือสายวัดชำรุด กรณีวัดแรงดันไฟฟ้า

4. เลือกย่านวัดให้สูงกว่าค่าที่คาดว่าจะวัด
5. เปรียบเทียบค่ากับแหล่งจ่ายมาตรฐาน เช่น แบตเตอรี่ 1.5V หรือ 9V

Library and Learning, University of Phayao

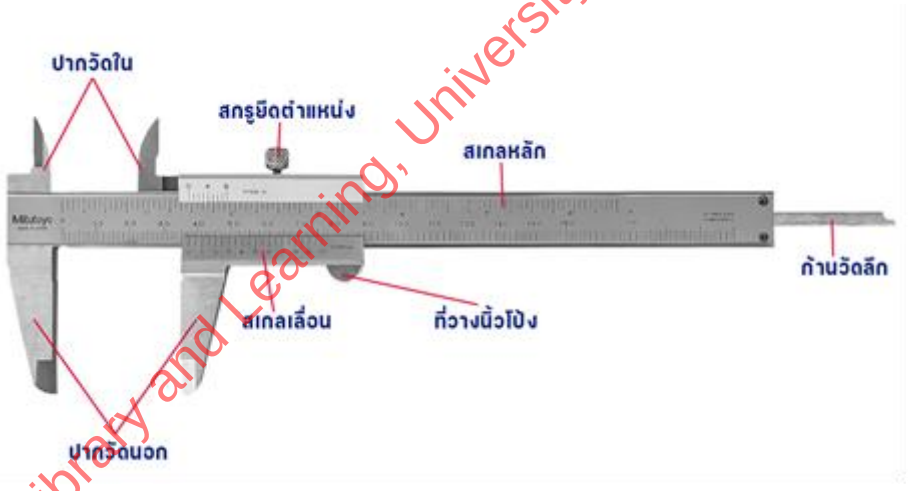
การสอบเทียบเครื่องมัลติมิเตอร์เบื้องต้น วิธีปฏิบัติดังนี้

1. ใช้แบตเตอรี่ 1.5 V หรือ 9 V ที่ทราบค่ามาตรฐานเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้
2. ใช้ตัวต้านทานมาตรฐาน เช่น 100 Ω, 1kΩ, 10kΩ ตรวจสอบค่าที่อ่านได้
3. เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าจริง

   คำนวณความคลาดเคลื่อน จากสูตร Error=$X_{measured} - X_{reference}$
4. หากค่าคลาดเคลื่อนมากกว่าช่วงยอมรับ ควรส่งสอบเทียบเพิ่มเติม ±5% เป็นเกณฑ์

การตรวจสอบเบื้องต้น (Verification) ของห้องปฏิบัติการไม่ใช่เกณฑ์มาตรฐานสากล

3.2.4.2 เครื่องวัดเวอร์เนียคาลิปเปอร์ (Vernier Caliper)



ภาพที่ 3.1 ส่วนประกอบของเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

ส่วนประกอบและหลักการอ่านค่าเวอร์เนียคาลิปเปอร์ (อ้างอิงจากภาพ)

1) ปากวัดใน ใช้สำหรับวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง *ด้านใน* ของวัตถุ เช่น รูท่อ รูแหวน

2) ปากวัดนอก ใช้สำหรับวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง *ด้านนอก* หรือความหนาของวัตถุ เช่น แท่งโลหะ เหรียญ แผ่นวัสดุ

Library and Learning, University of Phayao

3) สเกลหลัก (Main Scale) เป็นสเกลคงที่บนตัวเครื่อง แสดงค่าหลักเป็นมิลลิเมตร (mm) หรือเซนติเมตร (cm)

4) สเกลเลื่อน / เวอร์เนียสเกล (Vernier Scale) เป็นสเกลที่เลื่อนได้ ใช้สำหรับอ่านค่าเศษส่วนของมิลลิเมตร เพื่อเพิ่มความละเอียดของการวัดโดยทั่วไปมีความละเอียด เช่น 0.1 mm, 0.05 mm 0.02 mm ขึ้นอยู่กับรุ่น

5) สกรูยึดตำแหน่ง (Lock Screw) ใช้ล็อกตำแหน่งสเกลหลังจากวัด เพื่อป้องกันการเลื่อนขณะอ่านค่า

6) ก้านวัดลึก ใช้สำหรับวัดความลึกของรูหรือร่อง เช่น รูเจาะ กล่อง

การอ่านค่าทำได้ 2 ขั้นตอนหลัก

- อ่านค่าจากสเกลหลัก ดูค่าบนสเกลหลักที่อยู่ ก่อนขีดศูนย์ (0) ของสเกลเลื่อน
- อ่านค่าจากสเกลเลื่อน หาขีดบนสเกลเลื่อนที่ ตรงพอดีกับขีดบนสเกลหลัก แล้วนำหมายเลขของขีดนั้น × ค่าความละเอียดของเครื่อง

ค่าที่วัดได้ = ค่าจากสเกลหลัก + ค่าจากสเกลเลื่อน

ตัวอย่างการอ่านค่า

- สเกลหลักอ่านได้ = 24.0 mm
- สเกลเลื่อนตรงกันที่ขีดที่ 6
- ความละเอียด = 0.02 mm

ค่าที่อ่านได้ = 24.0 + (6 × 0.02) = 24.12 mm

Library and Learning, University of Phayao

การตั้งศูนย์เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ (Zero Check) วิธีปฏิบัติดังนี้

1. ขีด 0 ของสเกลเลื่อน (Vernier scale) ต้องตรงกับขีด 0 ของสเกลหลัก (Main scale) หากตรงกันพอดีแสดงว่าเครื่องมือตั้งศูนย์ถูกต้อง
2. หากตรวจพบว่าเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์มีค่า Zero Error ให้ตรวจสอบและทำความสะอาดผิวสัมผัสของปากวัดก่อน กรณีพบค่า Zero error และแนวทางแก้ไข
3. Zero error บวก (+): ขีด 0 ของสเกลเลื่อนอยู่ ทางขวา ของ 0 สเกลหลัก
4. Zero error ลบ (–): ขีด 0 ของสเกลเลื่อนอยู่ ทางซ้าย ของ 0 สเกลหลัก
5. โดยทั่วไป “ไม่สามารถปรับศูนย์ได้” เวอร์เนียคาลิปเปอร์แบบเชิงกล ไม่มีสกรูหรือกลไกปรับศูนย์ เหมือนไมโครมิเตอร์ การขยับสเกลหรือดัดปากวัดเอง ไม่ควรทำ เพราะจะทำให้เครื่องมือเสียหายและคลาดเคลื่อนมากขึ้น
6. หากปรับไม่ได้ ให้ บันทึกค่า Zero error และ ชดเชยในการคำนวณ

สมการที่ใช้ ค่าจริง = ค่าที่อ่านได้ – ค่า Zero error

เมื่อใด “ไม่ควรใช้งานต่อ” ควรหยุดใช้งานและแจ้งผู้รับผิดชอบ เมื่อพบว่า

- ค่า Zero error มีค่ามากผิดปกติ
- ปากวัดไม่ขนาน หรือปิดไม่สนิท
- เครื่องมือเคยตกหรือกระแทกรุนแรง
- อ่านค่าไม่สม่ำเสมอ
- กรณีดังกล่าวควร ส่งสอบเทียบหรือซ่อมบำรุง

Library and Learning, University of Phayao

การสอบเทียบเวอร์เนียคาลิปเปอร์

ควรดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการสอบเทียบหรือหน่วยงานที่มีความสามารถด้านการสอบเทียบตามระบบคุณภาพ เพื่อยืนยันความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของเครื่องมือวัด โดยมีวิธีปฏิบัติการดำเนินงาน ดังนี้

1. ตรวจสอบสภาพทั่วไปของเครื่องมือ ได้แก่ ความสมบูรณ์ของปากวัด สเกล รางเลื่อน และชิ้นส่วนประกอบ เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีความเสียหายหรือการสึกหรอที่อาจส่งผลต่อการวัด
2. ตรวจสอบค่าศูนย์ (Zero Error) โดยปิดปากวัดให้สัมผัสกันสนิท แล้วตรวจสอบว่าขีดศูนย์ของสเกลเลื่อนตรงกับขีดศูนย์ของสเกลหลัก หากพบค่าความคลาดเคลื่อนให้บันทึกผลและนำมาพิจารณาในการประเมินสภาพเครื่องมือ
3. ตรวจสอบความขนานและการสัมผัสของปากวัด เพื่อให้ผิวสัมผัสทั้งสองด้านแนบสนิทตลอดแนว และไม่เกิดช่องว่างหรือการบิดเบี้ยวของปากวัด
4. ตรวจสอบการเลื่อนของสเกลให้สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างราบรื่น สม่ำเสมอ ไม่มีการติดขัดหรือระยะหลวมที่อาจส่งผลต่อความถูกต้องของการวัด
5. ตรวจสอบความถูกต้องของการวัด โดยใช้ Gauge Block ซึ่งเป็นแท่งมาตรฐานวัดความยาวที่ผ่านการสอบเทียบเป็นค่าอ้างอิง ทำการวัดในหลายช่วงของระยะวัด เช่น 5, 10, 20, 50, 75, 100 และ 150 มิลลิเมตร เพื่อประเมินความถูกต้องของเครื่องมือในช่วงการวัดทั้งหมด
6. คำนวณค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ของแต่ละตำแหน่งการวัด โดยใช้สมการ

$$\text{Error} = X_{\text{measured}} - X_{\text{reference}}$$

โดยที่

X_{measured} คือ ค่าที่อ่านได้จากเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

$X_{\text{reference}}$ คือ ค่ามาตรฐานของ Gauge Block

7. เปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนกับเกณฑ์การยอมรับ (Acceptance Criteria) ที่กำหนดตามข้อกำหนดของผู้ผลิตหรือมาตรฐานที่หน่วยงานกำหนด เพื่อพิจารณาว่า

Library and Learning, University of Phayao

เครื่องมือสามารถใช้งานได้หรือจำเป็นต้องซ่อมบำรุงหรือปรับปรุงก่อนนำกลับมาใช้งาน

8. จัดทำรายงานและออกใบรับรองการสอบเทียบ (Calibration Certificate) ซึ่งระบุผลการสอบเทียบ ค่าความคลาดเคลื่อน ความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) หากมี วันที่สอบเทียบ และกำหนดรอบการสอบเทียบครั้งถัดไป เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการติดตามประวัติเครื่องมือและยืนยันความสามารถในการสอบกลับของผลการวัด (Measurement Traceability)

3.2.4.3 เครื่องวัดไมโครมิเตอร์ (Micrometer)

เป็นเครื่องมือวัดที่ใช้สำหรับวัดความยาวหรือความหนาของวัตถุที่ต้องการ ความละเอียดสูงมาก นิยมใช้ในงานฟิสิกส์ วิศวกรรม และงานอุตสาหกรรม โดยทั่วไปมีความละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร (mm) หรือสูงกว่า ไมโครมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดที่ให้ความแม่นยำสูง เหมาะสำหรับการวัดชิ้นงานที่ต้องการความละเอียดมาก เช่น ความหนา เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดหรือแผ่นโลหะ การใช้งานอย่างถูกวิธีและการอ่านค่าอย่างถูกต้องจะช่วยให้ผลการวัดมีความเที่ยงตรงและเชื่อถือได้

Library and Learning, University of Phayao



ภาพที่ 3.2 ส่วนประกอบและตำแหน่งของส่วนต่าง ๆ ของไมโครมิเตอร์

ส่วนประกอบของไมโครมิเตอร์ (อ้างอิงจากภาพ)

1. แกนรับ เป็นส่วนที่อยู่นิ่ง ใช้เป็นผิวอ้างอิงด้านหนึ่งสำหรับรองรับชิ้นงาน

2. แกนวัด เป็นส่วนที่เคลื่อนที่เข้า–ออกเมื่อหมุนหัวไมโครมิเตอร์ ใช้สัมผัสกับชิ้นงานด้านตรงข้ามแกนรับ
3. ปลอกสเกล เป็นส่วนที่แสดงสเกลหลัก บอกค่าความยาวเป็นมิลลิเมตรและครึ่งมิลลิเมตร
4. ปลอกหมุนวัด เป็นส่วนที่หมุนได้ มีสเกลย่อยสำหรับอ่านค่าละเอียดเพิ่มเติม
5. หัวหมุนกระทบ ใช้ควบคุมแรงกดให้คงที่ขณะวัด เพื่อป้องกันการออกแรงกดมากเกินไปซึ่งอาจทำให้ค่าที่วัดคลาดเคลื่อน
6. ก้านล็อก ใช้ล็อกตำแหน่งแกนวัดหลังจากได้ค่าที่ต้องการ เพื่อสะดวกในการอ่านค่า
7. โครงเครื่องหรือเฟรมรูปตัว U เป็นโครงสร้างหลักของไมโครมิเตอร์ ช่วยรองรับชิ้นส่วนทั้งหมดและรักษาความแข็งแรงของเครื่องมือ

หลักการอ่านค่าไมโครมิเตอร์ การอ่านค่าไมโครมิเตอร์ประกอบด้วย 2 ส่วน

- อ่านค่าจากปลอกสเกล (สเกลหลัก) อ่านค่ามิลลิเมตรและครึ่งมิลลิเมตรที่ปรากฏบนปลอกสเกล
- อ่านค่าจากปลอกหมุนวัด (สเกลย่อย) อ่านตัวเลขบนปลอกหมุนที่ตรงกับเส้นอ้างอิงบนปลอกสเกล

  โดยค่าที่ได้ = หมายเลขขีด × ค่าความละเอียด (เช่น 0.01 mm)

  ค่าที่วัดได้ = ค่าจากปลอกสเกล + ค่าจากปลอกหมุนวัด

ตัวอย่างการอ่านค่า

- ปลอกสเกลอ่านได้ = 12.5 mm
- ปลอกหมุนวัดตรงที่ขีด 23
- ความละเอียด = 0.01 mm

ค่าที่วัดได้ = 12.5 + (23 × 0.01) = 12.73 mm

ตรวจสอบตำแหน่งค่าศูนย์เครื่องวัดไมโครมิเตอร์ วิธีปฏิบัติดังนี้

1. สังเกตเส้นอ้างอิงบน ปลอกสเกล (Sleeve) ว่าตรงกับเลข 0 บน ปลอกหมุนวัด (Thimble) หรือไม่ หากตรงกัน แสดงว่าไม่มีค่า Zero error

Library and Learning, University of Phayao

2. หากไม่ตรง แสดงว่าจำเป็นต้องทำการปรับตั้งศูนย์ **ใช้ประแจปรับ (Spanner) ปรับตั้งศูนย์**
3. ใส่ประแจปรับลงในร่องสำหรับปรับที่ปลอกสเกล จากนั้น หมุนปลอกสเกลอย่างช้า ๆ และเบามือ
4. หมุนตามทิศทางที่ทำให้เส้นอ้างอิงบนปลอกสเกลค่อย ๆ เคลื่อนที่เข้าตรงกับเลข 0 บนปลอกหมุนวัด ควรหมุนเพียงเล็กน้อยในแต่ละครั้ง เพื่อหลีกเลี่ยงการปรับเกินตำแหน่งที่ต้องการ
5. ตรวจสอบความถูกต้องหลังการปรับ หลังจากปรับตั้งแล้ว ให้คลายแกนวัดออกเล็กน้อย จากนั้นปิดไมโครมิเตอร์ใหม่โดยใช้หัวหมุนกระทบอีกครั้ง และตรวจสอบว่าค่าศูนย์ยังคงตรงหรือไม่ หากยังไม่ตรงให้ปรับซ้ำจนกว่าจะได้ตำแหน่งที่ถูกต้อง



ภาพที่ 3.3 การปรับตั้งตำแหน่งศูนย์ของไมโครมิเตอร์ด้วยประแจปรับ

Library and Learning, University of Phayao

การสอบเทียบเครื่องวัดไมโครมิเตอร์

ควรมีการสอบเทียบไมโครมิเตอร์เป็นระยะตามแผนการบำรุงรักษาของห้องปฏิบัติการ เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือมีความถูกต้องและเป็นไปตามมาตรฐานการวัด การดูแลรักษาไมโครมิเตอร์อย่างถูกต้องและสม่ำเสมอ จะช่วยคงความแม่นยำของเครื่องมือ ลดความเสี่ยงจากความเสียหาย และสนับสนุนให้การเรียนการสอนภาคปฏิบัติการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

การสอบเทียบไมโครมิเตอร์เบื้องต้นสามารถดำเนินการได้ตามวิธีปฏิบัติ ดังนี้

1. ตรวจสอบสภาพทั่วไปของเครื่องมือ ตรวจสอบความสมบูรณ์ของส่วนประกอบต่าง ๆ ของไมโครมิเตอร์ เช่น Frame, Anvil, Spindle, Sleeve, Thimble และ Ratchet Stop ว่ามีการสึก

หรอ รอยกระแทก การคดงอ หรือความเสียหายหรือไม่ รวมทั้งตรวจสอบการหมุนของแกนวัดให้สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างราบรื่นและไม่ติดขัด

2. ตรวจสอบค่าศูนย์ (Zero Error) หมุน Ratchet Stop ให้หน้าสัมผัส Anvil และ Spindle สัมผัสกันอย่างพอดีโดยใช้แรงคงที่ หลีกเลี่ยงการหมุนกดโดยตรงที่ Thimble เพราะอาจทำให้เกิดแรงกดไม่สม่ำเสมอ จากนั้นตรวจสอบตำแหน่ง "0" บน Sleeve และ Thimble ว่าตรงกันหรือไม่ หากไม่ตรง แสดงว่าเกิดค่าความคลาดเคลื่อนศูนย์ (Zero Error) ซึ่งต้องบันทึกค่าไว้หรือดำเนินการปรับตั้งเครื่องมือ
3. ตรวจสอบความถูกต้องด้วยมาตรฐานอ้างอิงใช้แท่งมาตรฐานไมโครมิเตอร์ (Micrometer Standard Rod) หรือ Gauge Block ที่ผ่านการสอบเทียบเป็นมาตรฐานอ้างอิง เช่น 5 mm, 10 mm, 15 mm หรือ 25 mm แล้วเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่ามาตรฐาน โดยตรวจสอบหลายตำแหน่งในช่วงการวัด เพื่อประเมินความถูกต้องของเครื่องมือ
4. คำนวณค่าความคลาดเคลื่อน (Error)

$$Error = X_{measured} - X_{reference}$$

โดยที่

$X_{measured}$ = ค่าที่อ่านได้จากไมโครมิเตอร์

$X_{reference}$ = ค่ามาตรฐานอ้างอิง

จากนั้นเปรียบเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามคู่มือผู้ผลิตหรือเกณฑ์ที่ห้องปฏิบัติการกำหนด เช่น ±0.01 mm หรือ ±0.002 mm ตามชนิดของเครื่องมือ

Library and Learning, University of Phayao

3.2.4.4 เครื่องชั่งดิจิตอล (Digital Balance)

เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดมวลของวัตถุ โดยอาศัยหลักการแปลงแรงจากน้ำหนักของวัตถุให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าและประมวลผลออกมาเป็นค่ามวลบนหน้าจอแสดงผล

หลักการทำงานของเครื่องชั่งดิจิตอลทั่วไปอาศัย โหลดเซลล์ (Load Cell) ซึ่งภายในประกอบด้วย Strain Gauge เมื่อมีแรงกดจากน้ำหนักของวัตถุ จะทำให้โครงสร้างภายในเกิดการเปลี่ยน

รูปเล็กน้อย ส่งผลให้ค่าความต้านทานไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง จากนั้นวงจรอิเล็กทรอนิกส์จะประมวลผลและแสดงค่าออกมาเป็นมวล

ความสัมพันธ์พื้นฐานของแรงและมวลสามารถอธิบายได้ดังสมการ

$$F = mg$$

เมื่อ

F = แรงเนื่องจากน้ำหนัก (N)

m = มวล (kg)

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (9.81 m/s^2)

เครื่องชั่งดิจิตอลจึงถูกนำมาใช้ในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การวิเคราะห์สาร และการจัดการเรียนการสอนที่ต้องการความถูกต้องในการวัดมวล

การตั้งศูนย์เครื่องชั่งดิจิตอล (Zero Adjustment)

ก่อนใช้งานควรตั้งค่าศูนย์ทุกครั้ง วิธีปฏิบัติดังนี้

1. เปิดเครื่องและรอให้เครื่องเสถียร
2. ตรวจสอบว่าจานชั่งว่าง
3. กดปุ่ม Zero หรือ Tare หน้าจอควรแสดง 0.000g
4. หากใช้ภาชนะรอง ให้วางภาชนะก่อน แล้วกดปุ่ม Tare เพื่อตัดน้ำหนักภาชนะออก
5. หลีกเลี่ยงลม แรงสั่นสะเทือน หรือการวางใกล้พัดลม เพราะอาจทำให้ค่าผันผวน
6. ไม่ควรชั่งวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงมากทันที
7. ควรรอให้ค่าบนหน้าจอคงที่ก่อนบันทึกข้อมูล

Library and Learning, University of Phayao

8. หากค่าการชั่งแกว่งผิดปกติ ควรตรวจสอบระดับเครื่องและสอบเทียบใหม่

วิธีแก้ไขกรณีตั้งศูนย์ไม่ตรง 0

หากเปิดเครื่องชั่งแล้วหน้าจอไม่แสดงค่า 0.000 g หรือค่าศูนย์ของเครื่องมีความคลาดเคลื่อน ควรดำเนินการตรวจสอบและแก้ไขตามลำดับดังนี้

1. ตรวจสอบจานชั่ง
2. ตรวจสอบว่ามีวัสดุ สิ่งสกปรก หรือวัตถุวางค้างอยู่บนจานชั่งหรือไม่ รวมทั้งตรวจสอบว่าจานชั่งติดตั้งถูกตำแหน่งและไม่สัมผัสกับส่วนอื่นของเครื่อง
3. กดปุ่ม Zero หรือ Tare ใหม่
4. เมื่อจานชั่งว่าง ให้กดปุ่ม Zero หรือ Tare เพื่อรีเซตค่าศูนย์ของเครื่องอีกครั้ง โดยรอจนค่าบนหน้าจอคงที่
5. ตรวจสอบระดับของเครื่องชั่ง
6. ตรวจสอบฟองระดับ (Bubble Level) ให้เครื่องอยู่บนพื้นเรียบและได้ระดับ หากเครื่องเอียงอาจส่งผลให้ค่าศูนย์คลาดเคลื่อน
7. ตรวจสอบแรงสั่นสะเทือนและสภาพแวดล้อม
8. หลีกเลี่ยงการวางเครื่องใกล้พัดลม เครื่องปรับอากาศ ประตู หรือบริเวณที่มีแรงสั่นสะเทือน เพราะอาจทำให้ค่าบนหน้าจอแกว่งหรือไม่กลับสู่ศูนย์
9. ปิด–เปิดเครื่องใหม่
10. หากกด Zero แล้วยังไม่กลับสู่ค่า 0 ให้ปิดเครื่อง รอประมาณ 10–30 วินาที แล้วเปิดใหม่อีกครั้ง พร้อมรอให้เครื่องเข้าสู่สภาวะคงที่

การสอบเทียบเครื่องชั่งดิจิตอล

1. หากค่าศูนย์ยังคลาดเคลื่อน ควรดำเนินการสอบเทียบด้วยตุ้มน้ำหนักมาตรฐานตามคู่มือของเครื่อง

Library and Learning, University of Phayao

2. ตรวจสอบความผิดปกติของเครื่อง หากดำเนินการตามขั้นตอนข้างต้นแล้วเครื่องยังไม่สามารถตั้งค่าเป็นศูนย์ได้ อาจเกิดจากเซนเซอร์โหลดเซลล์ (Load Cell) หรือระบบอิเล็กทรอนิกส์ภายในมีปัญหา ควรหยุดใช้งานและแจ้งผู้รับผิดชอบหรือส่งตรวจซ่อมบำรุง

ข้อสังเกต: หากค่าศูนย์เปลี่ยนแปลงเองบ่อยครั้ง แม้ไม่มีการวางวัตถุบนจานชั่ง อาจเป็นสัญญาณของความผิดปกติของโหลดเซลล์หรือสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจส่งผลต่อความถูกต้องของผลการทดลองได้ การดำเนินการสอบเทียบด้วยตุ้มน้ำหนักมาตรฐานกรณีค่าศูนย์คลาดเคลื่อน

หากเครื่องชั่งดิจิตอลไม่สามารถกลับเข้าสู่ค่า 0.000 g ได้อย่างถูกต้อง แม้ดำเนินการกดปุ่ม Zero หรือ Tare แล้ว ควรดำเนินการสอบเทียบ (Calibration) โดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน (Standard Weight) ที่ผ่านการรับรองหรือมีค่าความถูกต้องตามมาตรฐาน เพื่อปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของระบบวัดภายในเครื่อง

วิธีปฏิบัติดังนี้

1. เปิดเครื่องและอุ่นเครื่อง (Warm-up)
2. เปิดเครื่องชั่งและปล่อยให้เครื่องทำงานจนมีความเสถียร ตามเวลาที่ผู้ผลิตกำหนด เช่น 15–30 นาที เพื่อให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์และ Load Cell ทำงานคงที่
2. ตรวจสอบตำแหน่งติดตั้งเครื่อง
3. วางเครื่องบนพื้นราบและมั่นคง พร้อมตรวจสอบฟองระดับ (Bubble Level) ให้เครื่องอยู่ในแนวระดับที่เหมาะสม
4. ตรวจสอบให้จานชั่งว่างและตั้งค่าศูนย์
5. ตรวจสอบว่าไม่มีวัตถุบนจานชั่ง จากนั้นกดปุ่ม Zero/Tare และรอจนค่าคงที่
6. เข้าสู่โหมดสอบเทียบ (Calibration Mode)

Library and Learning, University of Phayao

7. กดปุ่ม CAL หรือดำเนินการตามขั้นตอนของผู้ผลิต ซึ่งแต่ละรุ่นอาจแตกต่างกัน

8. วางตุ้มน้ำหนักมาตรฐานตามที่เครื่องกำหนด

9. เครื่องอาจแสดงค่าตุ้มน้ำหนักที่ต้องใช้ เช่น 50g,100g,200g ให้นำตุ้มน้ำหนักมาตรฐานวางตรงกลางจานชั่งอย่างระมัดระวัง รอให้เครื่องประมวลผลและบันทึกค่าอ้างอิง

10. เครื่องจะอ่านค่าและปรับเทียบระบบภายในโดยอัตโนมัติ เมื่อเสร็จสิ้นอาจแสดงข้อความ เช่น PASS, END หรือ CAL DONE

11. ตรวจสอบผลหลังสอบเทียบ

12. นำตุ้มน้ำหนักออกและตรวจสอบว่าหน้าจอกลับมาแสดงค่า 0.000 g

จากนั้นทดลองวางตุ้มน้ำหนักซ้ำอีกครั้งเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

ตัวอย่างการคำนวณความคลาดเคลื่อน หากใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 100.000g แต่เครื่องอ่านค่าได้ 99.985 g ค่าความคลาดเคลื่อน = 0.015g จากนั้นเปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับของห้องปฏิบัติการหรือผู้ผลิต

3.2.4.5 เครื่องฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ (Function Generator)

เป็นเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สร้างสัญญาณไฟฟ้ารูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้ในการศึกษา ทดลอง และทดสอบวงจรไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยสามารถกำหนด รูปคลื่น (Waveform) ความถี่ (Frequency) แอมพลิจูด (Amplitude) และค่าออฟเซต (DC Offset) ได้ตามต้องการ รูปคลื่นพื้นฐานที่สามารถสร้างได้ ได้แก่ คลื่นไซน์ (Sine Wave) คลื่นสี่เหลี่ยม (Square Wave) คลื่นสามเหลี่ยม (Triangle Wave) คลื่นพัลส์ (Pulse Wave)

หลักการทำงานของเครื่องคือการสร้างสัญญาณจากวงจรกำเนิดสัญญาณภายในจากนั้นส่งผ่านวงจรควบคุมความถี่และวงจรขยายสัญญาณก่อนจ่ายออกทางขั้วเอาต์พุต

Library and Learning, University of Phayao

ความสัมพันธ์ของความถี่และคาบ คือ

$$f = \frac{1}{T}$$

เมื่อ

f = ความถี่ (Hz)

T = คาบ (s)

กรณีสัญญาณไซน์

$$V(t) = V_{max} \sin(2\pi f t)$$

เมื่อ $V(t)$ = แรงดัน ณ เวลา t

V_{max} = ค่าสูงสุดของแรงดัน

f = ความถี่

ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญในการศึกษาการตอบสนองของวงจร การทดลอง RC, RL, RLC และการใช้งานร่วมกับออสซิลโลสโคป

การตั้งศูนย์เครื่องฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ (Zero Adjustment)

ก่อนใช้งานควรตั้งค่าเริ่มต้นของเครื่องเพื่อลดความผิดพลาด

วิธีดำเนินการ

1. เปิดเครื่องและรอให้เครื่องทำงานคงที่
2. เลือกสัญญาณ Sine Wave
3. ตั้ง DC Offset เป็น 0V
4. ตั้งแอมพลิจูดเริ่มต้นค่าต่ำ
5. ตรวจสอบรูปคลื่นด้วย Oscilloscope

Library and Learning, University of Phayao

การสอบเทียบเครื่องฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์

ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ควรได้รับการสอบเทียบตามรอบบำรุงรักษาของห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ค่าความถี่และแรงดันมีความถูกต้อง

วิธีดำเนินการเบื้องต้น

1. ตั้งค่าความถี่มาตรฐาน เช่น 100Hz, 1kHz,10kHz ตั้งแรงดันมาตรฐาน 1V_{pp}
2. ต่อสัญญาณเข้ากับออสซิลโลสโคปหรือ Frequency Counter เปรียบเทียบค่าที่อ่านได้กับค่าที่ตั้ง
3. คำนวณค่าความคลาดเคลื่อน หากค่าความคลาดเคลื่อนเกินเกณฑ์ ให้ส่งสอบเทียบเพิ่มเติม

$$Error = f_{measured} - f_{set}$$

หรือ

$$Error = V_{measured} - V_{set}$$

เกณฑ์การยอมรับ (Acceptance Criteria)

ไม่ควรใช้ตัวเลขเดียวกับทุกเครื่อง เพราะแต่ละยี่ห้อมีสเปกต่างกัน ตัวอย่างเครื่องที่ใช้ในห้องเรียน เช่น Siglent, Rigol, Keysight หรือ GW Instek มักมีสเปกประมาณ

รายการ	**เกณฑ์ตัวอย่าง**
ความถี่ (Frequency Accuracy)	±20 ppm ถึง ±50 ppm
แรงดันเอาต์พุต (Amplitude Accuracy)	±2% ของค่าที่ตั้ง
Duty Cycle	±1%
DC Offset	ตาม Specification ของผู้ผลิต

ตัวอย่างการคำนวณ

ตั้งค่า Frequency = **1.000000 kHz** วัดได้ 999.985 Hz

ดังนั้น Error= 999.985−1000= −0.015 Hz

ถ้าสเปกผู้ผลิตกำหนดไว้ ±20 ppm 20 ppmx1000=0.020 Hz Error= 0.015 Hz อยู่ในเกณฑ์ผ่าน

Library and Learning, University of Phayao

3.2.4.6 เครื่องออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)

เป็นเครื่องมือวัดทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับ แสดงรูปคลื่นสัญญาณไฟฟ้าและการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าตามเวลา โดยสามารถใช้วิเคราะห์ลักษณะของสัญญาณ เช่น รูปร่างคลื่น ความถี่ คาบ แอมพลิจูด เฟส และสัญญาณรบกวน

หลักการทำงานของออสซิลโลสโคปคือรับสัญญาณไฟฟ้าจากวงจรผ่านหัววัด (Probe) แล้ว แปลงเป็นกราฟบนหน้าจอ โดยทั่วไป

- แกนแนวตั้ง (Y-axis) แสดงแรงดันไฟฟ้า (Voltage)
- แกนแนวนอน (X-axis) แสดงเวลา (Time)

สมการพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง

ความถี่และคาบ

$$f = \frac{1}{T}$$

เมื่อ f = ความถี่ (Hz)

T = คาบ (s)

กรณีสัญญาณไซน์

$$V_{rms} = \frac{V_{peak}}{\sqrt{2}}$$

ออสซิลโลสโคปจึงมีบทบาทสำคัญในการศึกษาวงจรไฟฟ้า วงจรอิเล็กทรอนิกส์ และการวิเคราะห์สัญญาณทางไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการ

Library and Learning, University of Phayao

การตั้งศูนย์เครื่องออสซิลโลสโคป (Zero Adjustment)

ก่อนใช้งานควรตั้งค่าตำแหน่งอ้างอิงของสัญญาณ

วิธีดำเนินการ

1. เปิดเครื่องและรอเครื่องทำงานคงที่
2. ตั้ง Coupling เป็น GND
3. ปรับปุ่ม Position ของแกนแนวตั้ง ให้เส้นอ้างอิงอยู่ตำแหน่งกึ่งกลางหน้าจอ
4. เปลี่ยน Coupling กลับเป็น DC หรือ AC ตามการใช้งาน

การตั้งศูนย์ช่วยลดความคลาดเคลื่อนของการอ่านค่าแรงดัน

การสอบเทียบเครื่องออสซิลโลสโคป

ออสซิลโลสโคปควรได้รับการสอบเทียบตามแผนบำรุงรักษาของห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ค่าที่วัดได้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ

วิธีดำเนินการเบื้องต้น

1. ต่อหัววัดเข้าช่อง CH1
2. ต่อปลาย Probe เข้าจุด Probe Compensation / Calibration Output

โดยทั่วไปเครื่องจะให้สัญญาณมาตรฐาน เช่น 1kHz และ $1V_{pp}$

3. ปรับ Time/Div และ Volt/Div ให้เหมาะสม
4. สังเกตรูปคลื่นที่ปรากฏบนหน้าจอ รูปคลื่นควรเป็นคลื่นสี่เหลี่ยมสมบูรณ์
5. หากรูปคลื่นผิดรูป ให้ปรับ Probe Compensation

Library and Learning, University of Phayao

3.2.4.7 เครื่องแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply)

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ แปลงและจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับวงจรหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า โดยสามารถปรับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า (Voltage) และบางรุ่นสามารถกำหนดค่ากระแสไฟฟ้า (Current) ได้ตามต้องการ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในการทดลองหรือการศึกษาวงจรไฟฟ้า Power Supply เริ่มจากการรับพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟฟ้า จากนั้นผ่านกระบวนการ ลดระดับแรงดัน (Step-down) ด้วยหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) และเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงด้วยวงจรเรียงกระแส (Rectifier Circuit) จากนั้นวงจรกรองสัญญาณ (Filter Circuit) จะช่วยลดความผันผวนของแรงดัน และวงจรควบคุมแรงดัน (Voltage Regulator) จะรักษาค่าแรงดันให้มีความคงที่และเสถียร

ความสัมพันธ์พื้นฐานทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับ Power Supply สามารถอธิบายได้ด้วย กฎของโอห์ม (Ohm's Law)

$$V = IR$$

เมื่อ

V = แรงดันไฟฟ้า (Volt)

I = กระแสไฟฟ้า (Ampere)

R = ความต้านทาน (Ohm)

ดังนั้นเมื่อมีการปรับค่าแรงดันไฟฟ้าจาก Power Supply ค่ากระแสที่ไหลในวงจรจะเปลี่ยนแปลงตามคุณสมบัติของโหลดหรือความต้านทานในวงจร ซึ่งการเลือกค่าแรงดันและกระแสที่เหมาะสมจะช่วยให้วงจรทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย
Power Supply จึงเป็นอุปกรณ์พื้นฐานสำคัญที่ใช้ในการศึกษา ทดลอง และทดสอบวงจรไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในห้องปฏิบัติการ

การตั้งศูนย์ (Zero Adjustment) วิธีปฏิบัติดังนี้

กรณี Power Supply แบบปรับค่าได้ (Variable DC Power Supply)

1. เปิดเครื่องโดยยังไม่ต่อโหลด
2. หมุนปุ่มปรับแรงดันและกระแสไปตำแหน่งต่ำสุดก่อน

Library and Learning, University of Phayao

3. ตรวจสอบค่าหน้าจอแรงดันและกระแส ค่ากระแสขณะไม่มีโหลดควรใกล้เคียง $0.00A$

4. หากค่ากระแสแสดงผิดปกติให้ตรวจสอบการตั้งค่าและสภาพเครื่อง

ข้อสังเกต: ขณะไม่มีโหลด กระแสเอาต์พุตไม่ควรแสดงค่าผิดปกติ

การสอบเทียบเบื้องต้น วิธีปฏิบัติดังนี้

1. ปรับค่าแรงดันของ Power Supply เช่น 3V,5V,9V,12V

2. ใช้มัลติมิเตอร์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้ววัดแรงดันเอาต์พุต

3. เปรียบเทียบค่าที่อ่านได้กับค่าหน้าจอของเครื่อง

คำนวณค่าความคลาดเคลื่อน

$$Error = V_{measured} - V_{display}$$

4. หากค่าความคลาดเคลื่อนเกินเกณฑ์ที่กำหนด ควรดำเนินการสอบเทียบเพิ่มเติม

ตัวอย่างเกณฑ์ยอมรับเบื้องต้น $\pm$ 0.1 V หรือกำหนดตามคู่มือผู้ผลิต

3.2.4.8 ตาชั่งสปริง (Spring Balance)

ตาชั่งสปริงเป็นเครื่องมือวัดแรงที่อาศัยหลักการของ **กฎของฮุก** (Hooke's Law) กล่าวคือ ภายในขอบเขตการยืดหยุ่นของสปริง ระยะยืดของสปริงจะแปรผันตรงกับแรงที่กระทำ ดังสมการ

$$F = kx$$

โดยที่

F = แรงที่กระทำ (นิวตัน, N)

k = ค่าคงที่ของสปริง

x = ระยะยืดของสปริง

Library and Learning, University of Phayao

เมื่อแขวนวัตถุที่ตะขอ สปริงจะยืดออกตามแรงน้ำหนัก และเข็มชี้จะเคลื่อนที่บนสเกลเพื่อแสดงค่าแรง

การตั้งค่าศูนย์ (Zero Adjustment) วิธีปฏิบัติดังนี้

1. แขวนตาชั่งในแนวดิ่งโดยไม่มีน้ำหนักแขวน
2. ตรวจสอบว่าเข็มชี้อยู่ที่ตำแหน่ง **0 N**
3. หากเข็มไม่ตรงศูนย์ ให้หมุนสกรูหรือปุ่มปรับศูนย์ (ถ้ามี) จนเข็มชี้ตรงตำแหน่งศูนย์
4. ตรวจสอบซ้ำ 2–3 ครั้ง เพื่อยืนยันว่าเข็มกลับมาที่ตำแหน่งศูนย์ทุกครั้ง

เกณฑ์การยอมรับ เข็มชี้ตรงตำแหน่ง 0 N คลาดเคลื่อนไม่เกิน ±1 ช่องสเกลย่อย

การตรวจสอบความถูกต้อง (Verification) วิธีปฏิบัติดังนี้

1. ตั้งศูนย์เรียบร้อยแล้ว
2. แขวนมวลมาตรฐาน เช่น 100 g, 200 g, 500 g
3. เปรียบเทียบค่าที่อ่านได้กับค่าแรงมาตรฐาน

ตัวอย่าง มวล 100g,200g,500g ค่าแรงอ้างอิง 0.98 N, 1.96N, 4.90N ตามลำดับ

เกณฑ์การยอมรับ

- ค่าที่อ่านได้คลาดเคลื่อนไม่เกิน ±2 % ของค่ามาตรฐาน
- เข็มเคลื่อนที่ได้อย่างราบรื่น
- หลังปลดน้ำหนัก เข็มต้องกลับสู่ตำแหน่งศูนย์

การสอบเทียบ (Calibration) วิธีปฏิบัติดังนี้

1. ตั้งศูนย์ของตาชั่งสปริง
2. ใช้มวลมาตรฐานหลายระดับ (20%, 40%, 60%, 80% และ 100% ของพิกัด)

Library and Learning, University of Phayao

3. บันทึกค่าที่อ่านได้จากตาชั่ง

4. เปรียบเทียบกับค่าแรงมาตรฐาน

5. คำนวณค่าความคลาดเคลื่อน

$$\text{Error} = \text{ค่าที่อ่านได้} - \text{ค่ามาตรฐาน}$$

หรือ

$$\%\text{Error} = \frac{\text{ค่าที่อ่านได้} - \text{ค่ามาตรฐาน}}{\text{ค่ามาตรฐาน}} \times 100$$

6. จัดทำบันทึกผลการสอบเทียบและติดฉลากสถานะเครื่องมือ

เกณฑ์การยอมรับ

1) ความคลาดเคลื่อนไม่เกินเกณฑ์ที่ห้องปฏิบัติการกำหนด (เช่น ±2% ของช่วงการวัด)

2) เข็มกลับสู่ตำแหน่งศูนย์ทุกครั้งหลังปลดน้ำหนัก

3) สปริงตอบสนองต่อแรงได้ต่อเนื่อง ไม่มีอาการติดขัด

3.2.4.9 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิ โดยอาศัยสมบัติของสารที่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ (Thermometric Property) เมื่ออุณหภูมิของวัตถุเปลี่ยนแปลง สารภายในเทอร์โมมิเตอร์จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น การขยายตัวของของเหลว การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้า หรือการเปลี่ยนแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้า จากนั้นจึงแสดงผลเป็นค่าอุณหภูมิบนสเกลหรือหน้าจอแสดงผลกรณีเทอร์โมดิจิตัล

สำหรับห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ในการทดลองเรื่อง ความจุความร้อน มักใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบของเหลวในหลอดแก้ว (Liquid-in-Glass Thermometer) ซึ่งอาศัยหลักการขยายตัวเชิงปริมาตรของของเหลว เช่น แอลกอฮอล์หรือปรอท เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ของเหลวจะขยายตัวและระดับของเหลวในหลอดแก้วจะสูงขึ้น ในทางกลับกัน เมื่ออุณหภูมิลดลง ของเหลวจะ

Library and Learning, University of Phayao

หดตัวและระดับของเหลวจะลดลง โดยตำแหน่งของระดับของเหลวจะถูกเปรียบเทียบกับสเกลที่ผ่านการสอบเทียบไว้แล้ว เพื่อแสดงค่าอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียส (°C)

หลักการดังกล่าวอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและการขยายตัวของสาร ซึ่งสามารถอธิบายได้จากสมการการขยายตัวเชิงปริมาตร ดังนี้

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$

โดยที่

- ΔV = ปริมาตรที่เปลี่ยนแปลง (m^3)
- V_0 = ปริมาตรเริ่มต้นของของเหลว (m^3)
- β = สัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงปริมาตรของของเหลว ($°C^{-1}$)
- ΔT = การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (°C)

จากสมการจะเห็นว่า เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ปริมาตรของของเหลวภายในเทอร์โมมิเตอร์จะเปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนโดยตรง ส่งผลให้ระดับของของเหลวในหลอดแก้วเปลี่ยนตำแหน่ง และสามารถอ่านค่าอุณหภูมิจากสเกลที่กำหนดไว้ได้

การตรวจสอบความถูกต้องของเทอร์โมมิเตอร์ (Verification) วิธีปฏิบัติดังนี้

การตรวจสอบความถูกต้องของเทอร์โมมิเตอร์เป็นการเปรียบเทียบค่าที่อ่านได้กับอุณหภูมิอ้างอิงที่ทราบค่า เพื่อยืนยันว่าเทอร์โมมิเตอร์สามารถวัดอุณหภูมิได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมสำหรับการใช้งานในห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้ การตรวจสอบดังกล่าวไม่ใช่การปรับแก้ค่า (Adjustment) หรือการสอบเทียบ (Calibration) แต่เป็นการประเมินความพร้อมของเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน

ตรวจสอบที่จุดน้ำแข็ง (Ice Point Test)

1. เตรียมน้ำแข็งบดละเอียดผสมกับน้ำสะอาดในภาชนะให้มีลักษณะเป็นสารละลายอิ่มตัว
2. คนส่วนผสมให้มีอุณหภูมิสม่ำเสมอ

Library and Learning, University of Phayao

3. จุ่มกระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์ลงในส่วนผสมน้ำแข็ง โดยไม่ให้สัมผัสก้นหรือผนังภาชนะ
4. รอจนค่าคงที่ประมาณ 3–5 นาที
5. อ่านค่าอุณหภูมิ, ค่าอ้างอิง 0.0 °C

ตรวจสอบที่จุดน้ำเดือด (Boiling Point Test)

1. ต้มน้ำสะอาดจนเดือดอย่างต่อเนื่อง
2. จุ่มกระเปาะของเทอร์โมมิเตอร์ให้อยู่เหนือก้นภาชนะประมาณ 2–3 cm
3. ไม่ให้กระเปาะสัมผัสภาชนะโดยตรง
4. รอจนค่าอุณหภูมิคงที่
5. อ่านค่าอุณหภูมิ , ค่าอ้างอิง ที่ความดันบรรยากาศมาตรฐาน 100.0 °C

หมายเหตุ หากสถานที่ปฏิบัติงานอยู่บนพื้นที่สูง เช่น จังหวัดพะเยา อุณหภูมิน้ำเดือดอาจต่ำกว่า 100 °C จึงควรใช้ค่าที่คำนวณตามความดันบรรยากาศในวันตรวจสอบ หรือเปรียบเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานแทน

เกณฑ์การยอมรับ ให้ผลการตรวจสอบเป็นไปตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

จุดตรวจสอบ	ค่าอ้างอิง	เกณฑ์ยอมรับ
น้ำแข็ง	0.0 °C	±1.0 °C
น้ำเดือด	100.0 °C*	±1.0 °C

*หรือค่าอุณหภูมิเดือดที่คำนวณตามความดันบรรยากาศ ณ วันที่ตรวจสอบ

แนวทางเมื่อผลการตรวจสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์ หากค่าที่อ่านได้คลาดเคลื่อนเกินเกณฑ์ที่กำหนด ให้ดำเนินการดังนี้

Library and Learning, University of Phayao

1. แยกเทอร์โมมิเตอร์ออกจากการใช้งาน
2. ติดป้ายแสดงสถานะ "งดใช้งาน"
3. ส่งสอบเทียบกับห้องปฏิบัติการที่มีมาตรฐาน หรือดำเนินการเปลี่ยนเครื่องมือใหม่
4. บันทึกผลการตรวจสอบและการดำเนินการแก้ไขในแบบฟอร์มประจำห้องปฏิบัติการ

เทอร์โมมิเตอร์แบบของเหลวในหลอดแก้วไม่มีระบบการตั้งค่าศูนย์ (Zero Adjustment) เนื่องจากตำแหน่งสเกลและระดับของของเหลวถูกกำหนดจากกระบวนการผลิต ผู้ใช้งานจึงไม่สามารถปรับแก้ค่าศูนย์ของเครื่องมือได้ ก่อนใช้งานให้ตรวจสอบสภาพของหลอดแก้ว ระดับของของเหลว และดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือตามวิธีที่กำหนด

การสอบเทียบ (Calibration) วิธีปฏิบัติดังนี้

การสอบเทียบจะดำเนินการโดย

1) เปรียบเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานที่สอบกลับได้ (Traceable Standard)
2) หรือส่งสอบเทียบกับห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง

การสอบเทียบจะครอบคลุมหลายจุด เช่น จุดสอบเทียบ 0 °C ค่าอ้างอิง น้ำแข็ง, จุดสอบเทียบ 50 °C ค่าอ้างอิง อ่างควบคุมอุณหภูมิ, จุดสอบเทียบ 100 °C ค่าอ้างอิง น้ำเดือด เป็นต้น

Library and Learning, University of Phayao

3.3 เงื่อนไข/ ข้อสังเกตุ/ ข้อควรระวัง/ สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน

วิธีปฏิบัติงาน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
1. การเตรียมความพร้อมการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการตามแผนการเรียนรายวิชา	1. ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้แผนการจัดการเรียนการสอนฉบับที่ได้รับการอนุมัติจากหลักสูตรหรือคณะเท่านั้น 2. หากมีการเปลี่ยนแปลงแผนการสอน ตารางเรียนหรือบทปฏิบัติการ ต้องได้รับการแจ้งและอนุมัติจากอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาก่อนดำเนินการ 3. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ ต้องสอดคล้องกับจำนวนผู้เรียนและกิจกรรมการทดลองที่กำหนดในแต่ละสัปดาห์ 4. กรณีเครื่องมือ วัสดุ หรืออุปกรณ์ไม่เพียงพอ ต้องแจ้งอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและวางแผนการแก้ไขก่อนการจัดการเรียนการสอน 5. เอกสารประกอบการเรียนการสอน แบบบันทึกผลการทดลอง และสื่อการเรียนรู้ ต้องเป็นฉบับที่ได้รับการทบทวนและใช้งานล่าสุด 6. การดำเนินงานทุกขั้นตอนต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เรียน ความพร้อมของห้องปฏิบัติการ และคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนเป็นสำคัญ 7. ควรมีการทบทวนผลการดำเนินงานเมื่อสิ้นสุดภาคการศึกษา เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนการสอนและการเตรียมความพร้อมในปีการศึกษาถัดไป

Library and Learning, University of Phayao

วิธีปฏิบัติงาน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
2. การดำเนินงานภายในห้องปฏิบัติการเป็นไปตามระเบียบและข้อปฏิบัติของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา	1. ผู้ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติตามระเบียบ ข้อบังคับ และประกาศของมหาวิทยาลัยพะเยาและคณะวิทยาศาสตร์อย่างเคร่งครัด 2. ห้ามอนุญาตให้บุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้าใช้ห้องปฏิบัติการหรือใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์โดยไม่มีผู้ควบคุม 3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีความเสี่ยงต้องใช้งานภายใต้การกำกับดูแลของอาจารย์ผู้สอน นักวิทยาศาสตร์ หรือผู้รับผิดชอบห้องปฏิบัติการ 4. หากพบเครื่องมือ อุปกรณ์ หรือระบบสาธารณูปโภคชำรุด ต้องหยุดใช้งานทันที ติดป้ายแสดงสถานะ และแจ้งผู้รับผิดชอบเพื่อดำเนินการแก้ไข 5. เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน ต้องปฏิบัติตามแผนตอบโต้เหตุฉุกเฉินของห้องปฏิบัติการ และรายงานเหตุการณ์ตามลำดับขั้นที่กำหนด 6. ผู้ปฏิบัติงานต้องรักษาความลับของข้อมูลการวิจัย ผลการทดลอง และข้อมูลของผู้ใช้บริการตามระเบียบของมหาวิทยาลัย 7. การบันทึกข้อมูลการใช้ห้องปฏิบัติการและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ต้องดำเนินการให้ครบถ้วน ถูกต้อง และสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้

Library and Learning, University of Phayao

วิธีปฏิบัติงาน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
3.ด้านการจัดการความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ	1. การตรวจสอบความพร้อมของห้องปฏิบัติการต้องดำเนินการก่อนเริ่มการจัดการเรียนการสอนทุกครั้ง หากพบความผิดปกติของสถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ หรือระบบสาธารณูปโภค ต้องระงับการใช้งานและดำเนินการแก้ไขก่อนใช้งาน 2. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ทุกชนิดต้องอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน ผ่านการตรวจสอบตามแผนการบำรุงรักษา การตรวจสอบความถูกต้อง หรือการสอบเทียบ (Calibration) ตามข้อกำหนดของแต่ละเครื่องมือ 3. ห้ามใช้งานเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ชำรุดหรือมีความผิดปกติ โดยต้องติดป้ายแสดงสถานะ "ห้ามใช้งาน" (Out of Service) และแจ้งผู้รับผิดชอบเพื่อดำเนินการแก้ไข 4. การจัดวางเครื่องมือและอุปกรณ์ต้องไม่กีดขวางทางเดิน ทางหนีไฟ หรือทางเข้าถึงอุปกรณ์ฉุกเฉิน และต้องคำนึงถึงหลักการยศาสตร์ (Ergonomics) เพื่อความปลอดภัยและความสะดวกในการปฏิบัติงาน 5. ผู้ปฏิบัติงานและผู้เรียนต้องได้รับการชี้แจงด้านความปลอดภัยก่อนเริ่มปฏิบัติการ รวมทั้งต้องเข้าใจวิธีใช้งานเครื่องมือ ข้อควรระวัง และแนวทางปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน 6. ต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment: PPE) ให้เหมาะสมกับ

Library and Learning, University of Phayao

	ลักษณะการปฏิบัติงาน และปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด 7. กรณีเกิดอุบัติเหตุ เหตุฉุกเฉิน หรือเหตุการณ์ผิดปกติ ต้องหยุดการปฏิบัติการทันที แจ้งผู้รับผิดชอบและดำเนินการตามแผนปฏิบัติการกรณีฉุกเฉินของหน่วยงาน 8. ข้อมูลการตรวจสอบ การบำรุงรักษา การประเมินความเสี่ยง และการเกิดอุบัติเหตุ ต้องได้รับการบันทึกและจัดเก็บเป็นหลักฐาน เพื่อใช้ในการติดตามตรวจสอบ และปรับปรุงระบบบริหารจัดการความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง 9. การบริหารจัดการห้องปฏิบัติการควรดำเนินการตามหลักการ PDCA (Plan–Do–Check–Act) เพื่อให้เกิดการพัฒนาและยกระดับมาตรฐานด้านความปลอดภัยและคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง 10. การดำเนินงานทุกขั้นตอนต้องสอดคล้องกับกฎหมาย ระเบียบ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง เช่น พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554 ระบบมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (ESPReL) และข้อกำหนดของมหาวิทยาลัย

Library and Learning, University of Phayao

วิธีปฏิบัติงาน	เงื่อนไข/ข้อสังเกต/ข้อควรระวัง/สิ่งที่ควรคำนึงในการปฏิบัติงาน
4. ควบคุมความถูกต้องของเครื่องมือวัดทางฟิสิกส์	1.การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือวัดต้องดำเนินการก่อนการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการทุกครั้ง เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย 2.เครื่องมือวัดแต่ละชนิดต้องดำเนินการตามวิธีการที่เหมาะสมกับหลักการทำงานของเครื่องมือ โดยพิจารณาการตั้งศูนย์ (Zero Adjustment) การตรวจสอบความถูกต้องเบื้องต้น (Verification) หรือการสอบเทียบ (Calibration) ตามข้อกำหนดของผู้ผลิตและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง 3.ห้ามใช้งานเครื่องมือที่มีสภาพชำรุด ผิดปกติ หรือให้ค่าการวัดที่คลาดเคลื่อนเกินเกณฑ์ที่กำหนด โดยต้องติดป้ายแสดงสถานะ "ห้ามใช้งาน" และแจ้งผู้รับผิดชอบเพื่อดำเนินการตรวจสอบหรือซ่อมบำรุง 4.การใช้อุปกรณ์อ้างอิงหรือวัสดุมาตรฐานในการตรวจสอบและสอบเทียบควรมีความน่าเชื่อถือและสามารถสอบกลับได้ (Traceability) เพื่อให้ผลการวัดมีความถูกต้องและสามารถอ้างอิงได้ 5.ผู้ปฏิบัติงานต้องเลือกช่วงการวัด (Measurement Range) และวิธีการใช้งานเครื่องมือให้เหมาะสมกับลักษณะของการทดลอง เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่องมือและลดความคลาดเคลื่อนของผลการวัด 6.การตั้งศูนย์และการตรวจสอบความถูกต้องต้องดำเนินการภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น การสั่นสะเทือน และแหล่งรบกวน

Library and Learning, University of Phayao

	ทางไฟฟ้า ซึ่งอาจส่งผลต่อความแม่นยำของเครื่องมือวัด 7.ภายหลังการตรวจสอบหรือสอบเทียบ ต้องบันทึกผลการดำเนินงานลงในแบบบันทึกหรือทะเบียนประวัติเครื่องมือ เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการติดตามตรวจสอบ และวางแผนการบำรุงรักษาในอนาคต 8.เมื่อมีการเคลื่อนย้าย ซ่อมแซม หรือเปลี่ยนชิ้นส่วนสำคัญของเครื่องมือวัด ควรดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องหรือสอบเทียบใหม่ก่อนนำกลับมาใช้งาน 9.ผู้ปฏิบัติงานควรศึกษาคู่มือการใช้งานของผู้ผลิตและปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของเครื่องมือแต่ละชนิด เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่องมือและลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ 10.การควบคุมความถูกต้องของเครื่องมือวัดควรดำเนินการอย่างต่อเนื่องตามรอบระยะเวลาที่กำหนดและทบทวนผลการตรวจสอบเป็นประจำ เพื่อรักษาความน่าเชื่อถือของผลการทดลองและสนับสนุนระบบประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการ

Library and Learning, University of Phayao

3.4 แนวคิด/งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนการสอนด้านฟิสิกส์ในระดับอุดมศึกษามีเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความเข้าใจในหลักการทางฟิสิกส์ควบคู่กับการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการจึงมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ผ่านการทดลอง การสังเกต และการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติได้อย่างเป็นรูปธรรม

Hofstein และ Lunetta (2004) ได้ศึกษาบทบาทของห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยพบว่าการจัดกิจกรรมปฏิบัติการช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เช่น การตั้งสมมติฐาน การออกแบบการทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล และการสรุปผลการทดลอง นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการทำงานร่วมกันของผู้เรียน ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์

Kolb (1984) ได้เสนอแนวคิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Experiential Learning Theory) ซึ่งอธิบายว่าการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเกิดจากกระบวนการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและสะท้อนประสบการณ์ที่เกิดขึ้น กระบวนการดังกล่าวประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การมีประสบการณ์ตรง การสะท้อนประสบการณ์ การสร้างแนวคิดเชิงนามธรรม และการทดลองนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ แนวคิดนี้ได้รับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลาย เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเชิงลึกและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาได้

Prince (2004) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ในการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมศาสตร์ และพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิด วิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติ สามารถช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้ดีกว่าการเรียนการสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว ห้องปฏิบัติการจึงเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้เชิงรุกที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน

Hake (1998) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการเรียนการสอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย โดยเปรียบเทียบการสอนแบบดั้งเดิมกับการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมของผู้เรียน ผลการศึกษาพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการทดลอง การอภิปราย และการแก้ปัญหา สามารถช่วยเพิ่มความเข้าใจแนวคิดทางฟิสิกส์ของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ

Library and Learning, University of Phayao

Redish (2003) ได้เสนอแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนฟิสิกส์ในระดับอุดมศึกษา โดยเน้นว่าการเรียนรู้ฟิสิกส์ที่มีประสิทธิภาพควรผสมผสานระหว่างการเรียนรู้เชิงทฤษฎีกับการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดทางฟิสิกส์ผ่านการสังเกตและการทดลองจริง นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือวัด การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

Wieman และ Perkins (2005) ได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนฟิสิกส์ในระดับมหาวิทยาลัย โดยเสนอว่าการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพควรเน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการทดลอง การอภิปราย และการแก้ปัญหา ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดทางฟิสิกส์ได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น

Baird (1990) ได้กล่าวว่าการเตรียมความพร้อมของเครื่องมือ อุปกรณ์ และสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการก่อนการทดลอง มีบทบาทสำคัญในการลดความผิดพลาดของการทดลองและช่วยให้ผู้เรียนสามารถดำเนินการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการห้องปฏิบัติการที่ดีควรมีการตรวจสอบเครื่องมือก่อนใช้งาน การบันทึกการใช้งานเครื่องมือ และการบำรุงรักษาเครื่องมืออย่างสม่ำเสมอ

นอกจากแนวคิดด้านการจัดการเรียนรู้แล้ว การดำเนินงานในห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องคำนึงถึงกฎหมายและมาตรฐานด้านความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง เช่น พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554 ซึ่งกำหนดให้หน่วยงานต้องจัดสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุในการทำงาน นอกจากนี้ มาตรฐาน ISO/IEC 17025 ยังเป็นแนวทางสำคัญในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการให้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ โดยเน้นการควบคุมคุณภาพของเครื่องมือวัด การสอบเทียบเครื่องมือ และการบันทึกข้อมูลอย่างเป็นระบบ ขณะเดียวกัน มาตรฐาน IEC 61010 ยังเป็นมาตรฐานความปลอดภัยของเครื่องมือวัดไฟฟ้าที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงจากอันตรายทางไฟฟ้าในการใช้งานเครื่องมือ เช่น มัลติมิเตอร์ ออสซิลโลสโคป และแหล่งจ่ายไฟฟ้า

จากประสบการณ์การดำเนินงานการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ ซึ่งเป็นรายวิชาพื้นฐานสำหรับนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับความพร้อมของเครื่องมือ อุปกรณ์ และการจัดการห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องมือบางส่วนเกิดความเสียหายระหว่างการใช้งาน ความคลาดเคลื่อน

Library and Learning, University of Phayao

ของผลการทดลอง หรือการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ไม่เพียงพอต่อจำนวนผู้เรียน ปัญหาดังกล่าวส่งผลต่อประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนและความถูกต้องของผลการทดลอง

แนวคิดการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย (Routine to Research: R2R) จึงเป็นแนวทางสำคัญในการนำปัญหาที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานจริงมาศึกษาอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การพัฒนากระบวนการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การนำแนวคิด R2R มาใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการจึงช่วยให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงานจริง และพัฒนาแนวทางการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการที่เหมาะสม ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการและยกระดับมาตรฐานการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ได้อย่างเป็นระบบและยั่งยืน

Library and Learning, University of Phayao

บทที่ 4 เทคนิคในการปฏิบัติงาน

คู่มือปฏิบัติงาน การจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติในรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา เล่มนี้ ได้อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติงานรวมถึงรายละเอียดการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอน โดยเพิ่มเทคนิคความรู้จากประสบการณ์ ให้แก่นักวิทยาศาสตร์และผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางที่เป็นประโยชน์ให้ดำเนินการให้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

4.1 กิจกรรม/ แผนปฏิบัติงาน

คู่มือปฏิบัติงานการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติในรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา แบ่งการปฏิบัติงานออกเป็น 4 กระบวนการ แบ่งเป็น ก่อนปฏิบัติการ 1.วางแผนการเตรียมปฏิบัติการ 2.ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือ/ห้องปฏิบัติการ ระหว่างทำปฏิบัติการ 3.คุมปฏิบัติการและหลังทำปฏิบัติการ 4.ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือหลังใช้งาน

Library and Learning, University of Phayao

ตารางที่ 4-1 กิจกรรม/แผนปฏิบัติงานสำหรับการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติในรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

กิจกรรม/แผนปฏิบัติงาน	เป้าหมาย	ระยะเวลาการดำเนินงาน								
		พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค
ก่อนทำปฏิบัติการ 1. วางแผนการเตรียมปฏิบัติการ										
1.1 ประชุมเตรียมความพร้อมการสอนปฏิบัติการร่วมกับอาจารย์ประจำวิชาและทีมคุมปฏิบัติการ	1. เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการมีความเข้าใจตรงกันระหว่างอาจารย์ผู้สอนและผู้ปฏิบัติงาน 2. เพื่อให้การดำเนินงานสอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Learning Outcomes) และวัตถุประสงค์ของบทปฏิบัติการ 3. เพื่อร่วมวางแผนการใช้ทรัพยากร วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้เพียงพอและเหมาะสม 4. เพื่อวิเคราะห์ปัญหา อุปสรรค และแนวทางปรับปรุงจากภาคการศึกษาที่ผ่านมา เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น									
1.2 วิเคราะห์ ทดสอบบทปฏิบัติการ	1. เพื่อให้บทปฏิบัติการมีความถูกต้องและสอดคล้องกับหลักการทางทฤษฎี 2. เพื่อให้สามารถดำเนินการทดลองได้จริงในสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ 3.เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองและป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน 4. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนิสิตและส่งเสริมความเข้าใจเชิงปฏิบัติอย่างมีคุณภาพ									

Library and Learning, University of Phayao

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

กิจกรรม/แผนปฏิบัติงาน	เป้าหมาย	ระยะเวลาการดำเนินงาน								
		พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค
1.3 ร่วมจัดทำคู่มือปฏิบัติการ	1. เพื่อให้มีเอกสารคู่มือปฏิบัติการที่ชัดเจน ถูกต้อง และเป็นมาตรฐานเดียวกัน 2. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการทดลองได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย 3. เพื่อช่วยให้นิสิตเข้าใจขั้นตอนการทดลอง วิธีการใช้งานเครื่องมือ และการบันทึกผลได้อย่างเป็นระบบ 4. เพื่อสนับสนุนการควบคุมคุณภาพของการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการให้มีความสม่ำเสมอและตรวจสอบได้									
1.4 จัดทำปฏิทินแลปและจัดกลุ่มนิสิต	1. เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการเป็นไปอย่างมีระบบและเป็นไปตามแผนการสอนของรายวิชา 2. เพื่อให้การใช้ทรัพยากร ห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด 3. เพื่อลดความแออัดของการใช้งานห้องปฏิบัติการและเครื่องมือที่มีจำนวนจำกัด 4. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำการทดลองของนิสิตแต่ละกลุ่ม และส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ภาคปฏิบัติการ									

Library and Learning, University of Phayao

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

กิจกรรม/แผนปฏิบัติงาน	เป้าหมาย	ระยะเวลาการดำเนินงาน								
		พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค
ก่อนทำปฏิบัติการ 2. ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือ/ห้องปฏิบัติการ										
2.1 ตรวจเช็คความพร้อมของห้องปฏิบัติการ	1. เพื่อให้ห้องปฏิบัติการมีความพร้อมด้านสถานที่ สภาพแวดล้อม และระบบสนับสนุนต่าง ๆ เช่น ระบบไฟฟ้า แสงสว่าง และความปลอดภัย อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการดำเนินการทดลอง 2. เพื่อช่วยลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุและป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติการ 3. เพื่อสนับสนุนให้การจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และต่อเนื่อง 4. เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้และการปฏิบัติงานอย่างมีมาตรฐาน									
2.2 ตรวจเช็คความพร้อมสอบเทียบของเครื่องมือ	1. เพื่อให้เครื่องมือวิทยาศาสตร์มีความพร้อมใช้งาน มีความถูกต้อง และมีความน่าเชื่อถือตามมาตรฐาน รวมทั้งลดความคลาดเคลื่อนของผลการทดลองจากการใช้เครื่องมือวัด 2. เพื่อให้การบริหารจัดการข้อมูลการใช้งาน การสอบเทียบ และการบำรุงรักษาเครื่องมือสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้อย่างเป็นระบบ และสนับสนุนการควบคุมคุณภาพของผลการทดลองและข้อมูลทางวิชาการ									

Library and Learning, University of Phayao

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

กิจกรรม/แผนปฏิบัติงาน	เป้าหมาย	ระยะเวลาการดำเนินงาน								
		พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค
2.3 จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือลงตะกร้าและจัดเก็บ	1. เพื่อให้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือมีความครบถ้วน เพียงพอ และพร้อมใช้งานสำหรับแต่ละกลุ่มนิสิต 2. เพื่อช่วยลดความล่าช้าในการปฏิบัติการและป้องกันการขาดแคลนอุปกรณ์ระหว่างการทดลอง 3. เพื่อเพิ่มความสะดวก ความเป็นระเบียบ และประสิทธิภาพในการดำเนินการทดลอง 4. เพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรในห้องปฏิบัติการให้เกิดความคุ้มค่าและตรวจสอบได้									
ระหว่างทำปฏิบัติการ	**3. คุมปฏิบัติการ**									
3.1 เบิกจ่ายตะกร้าแลปเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์	1. เพื่อให้การเบิกจ่ายเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์เป็นไปอย่างถูกต้อง ครบถ้วน และเป็นระบบ 2. เพื่อลดการสูญหายของเครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ 3. เพื่อสนับสนุนการดำเนินการทดลองให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง ไม่เกิดความล่าช้า 4. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการและการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า									

Library and Learning, University of Phayao

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

กิจกรรม/แผนปฏิบัติงาน	เป้าหมาย	ระยะเวลาการดำเนินงาน								
		พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค
3.2 ให้บริการคำปรึกษาคำแนะนำแก่นิสิตในระหว่างการเรียน	1. เพื่อควบคุมคุณภาพของผลการทดลองให้มีความถูกต้อง และสอดคล้องกับหลักการทางทฤษฎี 2. เพื่อให้สามารถระบุและวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการทดลองได้อย่างเหมาะสม 3. เพื่อให้มีการบันทึกข้อมูลผลการทดลองอย่างครบถ้วน เป็นระบบ และสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ 4. เพื่อใช้ข้อมูลผลการทดลองเป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์ ปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง									
3.3 ตรวจสอบผลการทดลอง	1. เพื่อควบคุมคุณภาพของผลการทดลองให้มีความถูกต้อง และสอดคล้องกับหลักการทางทฤษฎี 2. เพื่อให้สามารถระบุและวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการทดลองได้อย่างเหมาะสม 3. เพื่อให้มีการบันทึกข้อมูลผลการทดลองอย่างครบถ้วน เป็นระบบ และสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ 4. เพื่อใช้ข้อมูลผลการทดลองเป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์ ปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง									

Library and Learning, University of Phayao

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

กิจกรรม/แผนปฏิบัติงาน	เป้าหมาย	ระยะเวลาการดำเนินงาน								
		พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค
3.4 รับคืนตะกร้าแลป	1. เพื่อให้การรับคืนเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์เป็นไปอย่างครบถ้วน ถูกต้องและเป็นระบบ 2. เพื่อให้สามารถตรวจสอบสภาพการใช้งาน ความเสียหาย หรือความผิดปกติของอุปกรณ์ที่อาจเกิดขึ้นได้ 3. เพื่อลดการสูญหายของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือในห้องปฏิบัติการ 4. เพื่อเตรียมความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการใช้งานในครั้งถัดไปอย่างมีประสิทธิภาพ									
หลังทำปฏิบัติการ 4. ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือ										
4.1 ตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์หลังใช้งาน	1. เพื่อให้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมืออยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน มีประสิทธิภาพและพร้อมสำหรับการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการในครั้งถัดไป 2. เพื่อตรวจสอบและดำเนินการบำรุงรักษาวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ชำรุดหรือมีความผิดปกติ เพื่อลดความเสียหายและยืดอายุการใช้งาน 3. เพื่อบันทึกข้อมูลการใช้งาน การชำรุดเสียหาย การซ่อมบำรุง และการจัดซื้อทดแทนของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ สำหรับการวางแผนงบประมาณ การบริหารจัดการทรัพยากร และการพัฒนาห้องปฏิบัติการอย่างเป็นระบบ									

Library and Learning, University of Phayao

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

กิจกรรม/แผนปฏิบัติงาน	เป้าหมาย	ระยะเวลาการดำเนินงาน								
		พ.ค	มิ.ย	ก.ค	ส.ค	ก.ย	ต.ค	พ.ย	ธ.ค	ม.ค
4.2 บันทึก/สรุปและวิเคราะห์ปัญหาอุปสรรคตลอดภาคการศึกษา	1. เพื่อรวบรวมข้อมูลปัญหา อุปสรรค และข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการอย่างเป็นระบบ 2. เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการเรียนการสอนและการใช้ห้องปฏิบัติการ 3. เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการดำเนินงานในครั้งถัดไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น 4. เพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการตามแนวทาง PDCA และการพัฒนางานประจำสู่งานวิจัย (Routine to Research: R2R) อย่างต่อเนื่อง									

Library and Learning, University of Phayao

4.2 ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

4.2.1 ผังกระบวนการดำเนินงาน (Flow Chart)

คู่มือปฏิบัติงานการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติในรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา แบ่งการปฏิบัติงานออกเป็น 4 กระบวนการ 13 ขั้นตอน ดังนี้

ก่อนทำปฏิบัติการ กระบวนการวางแผนเตรียมปฏิบัติการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1. ประชุมเตรียมความพร้อมและวางแผนการสอนปฏิบัติการร่วมกับอาจารย์ประจำวิชาและทีมคุมปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่ 2. วิเคราะห์ ทดสอบบทปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่ 3. ร่วมจัดทำคู่มือปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่ 4. จัดทำปฏิทินแลปและจัดกลุ่มนิสิต

กระบวนการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือ/ห้องปฏิบัติการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 5. ตรวจเช็คความพร้อมใช้ของเครื่องมือและอุปกรณ์

ขั้นตอนที่ 6. ตรวจเช็คความพร้อมใช้ของห้องปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่ 7. จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือลงตะกร้าและจัดเก็บ

ระหว่างทำปฏิบัติการ กระบวนการคุมปฏิบัติการ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 8. เบิกจ่ายตะกร้าแลป เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์

ขั้นตอนที่ 9. ให้บริการคำปรึกษาคำแนะนำแก่นิสิตในระหว่างการเรียน

ขั้นตอนที่ 10. ตรวจสอบผลการทดลอง

ขั้นตอนที่ 11. รับคืนตะกร้าแลป

หลังทำปฏิบัติการ กระบวนการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือหลังใช้งาน ดังนี้

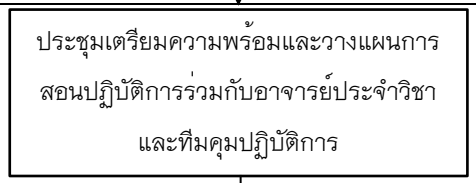
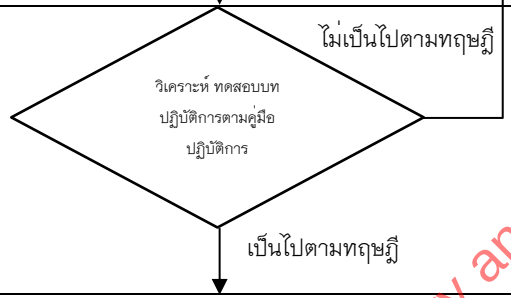
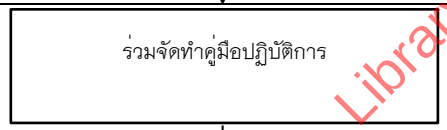
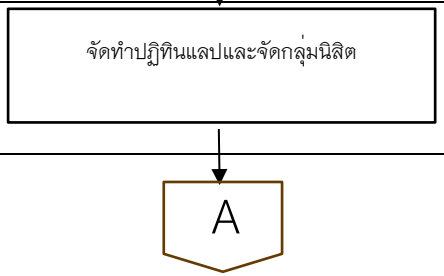
ขั้นตอนที่ 12. ตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์หลังใช้งาน

ขั้นตอนที่ 13. บันทึก/สรุปและวิเคราะห์ปัญหาอุปสรรคตลอดภาคการศึกษา

โดยมีผังกระบวนการดำเนินงานดังตารางที่ 4-2

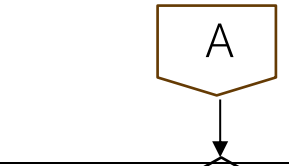
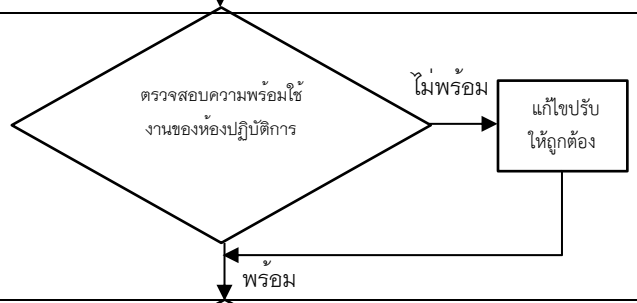
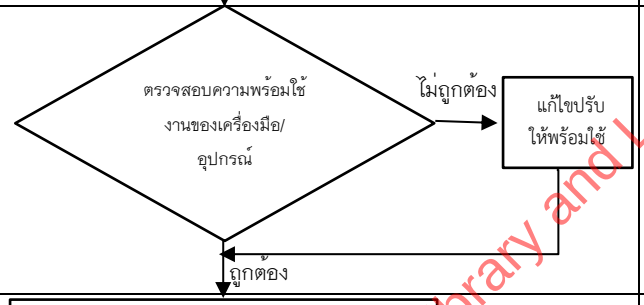
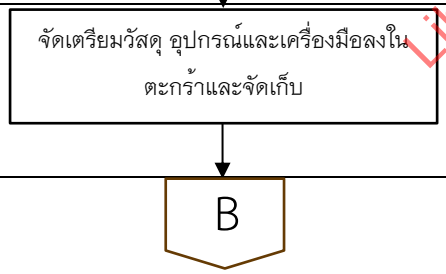
Library and Learning, University of Phayao

ตารางที่ 4-2 ผังกระบวนการดำเนินงาน (Flow Chart) ก่อนทำปฏิบัติการ 1.การวางแผนเตรียมปฏิบัติการ

ขั้นตอน	ผังกระบวนการ	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	ช่วงระยะเวลา
				
1		ขั้นตอนที่ 1 ประชุมร่วมระหว่างอาจารย์ผู้สอนและผู้ปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการ เพื่อวางแผนการจัดการเรียนการสอน ทบทวนเนื้อหา และพิจารณาปัญหาที่เคยเกิดขึ้นในภาคการศึกษาก่อนหน้า	นักวิทยาศาสตร์อาจารย์ประจำวิชา	ก่อน 1 เดือน
2		ขั้นตอนที่ 2 ดำเนินการวางแผนและเตรียมบทปฏิบัติการโดยศึกษารายละเอียด วิเคราะห์ขั้นตอน และทดสอบบทปฏิบัติการ (Pre-lab testing) เพื่อประเมินความถูกต้องของผลการทดลอง หากผลการทดลองไม่เป็นไปตามทฤษฎี จะต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้จริง	นักวิทยาศาสตร์อาจารย์ประจำวิชา	ก่อน 1 เดือน
3		ขั้นตอนที่ 3 เมื่อบทปฏิบัติการมีความถูกต้องแล้ว จึงจัดทำคู่มือปฏิบัติการให้มีความชัดเจนและเป็นมาตรฐานเดียวกัน และดำเนินการส่งจัดพิมพ์รายงานปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์อาจารย์ประจำวิชา	ก่อน 1 เดือน
4		ขั้นตอนที่ 4 ทำปฏิทินการเรียนแลปและจัดกลุ่ม เพื่อให้การเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับอุปกรณ์เครื่องมือ และแจ้งนิสิตผ่านกลุ่มเรียนก่อนเปิดภาคการศึกษา	นักวิทยาศาสตร์	ก่อน 1 เดือน

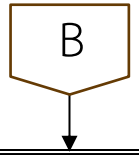
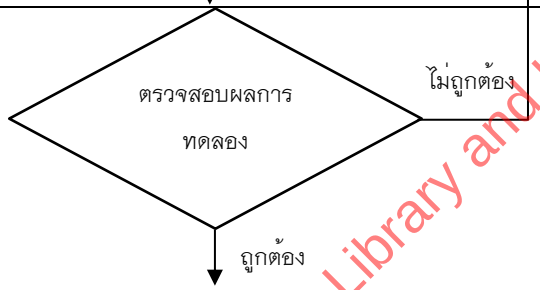
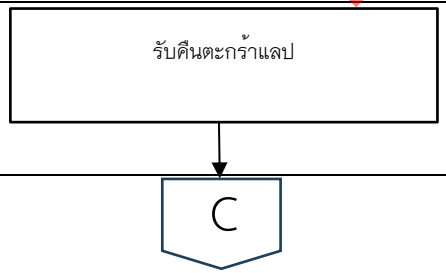
Library and Learning, University of Phayao

ตารางที่ 4–2 (ต่อ) ผังกระบวนการดำเนินงาน (Flow Chart) ต่อ ก่อนทำปฏิบัติการ 2.การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือ/ห้องปฏิบัติการ

ขั้นตอน	ผังกระบวนการ	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	ช่วงระยะเวลา
				
5		ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบความพร้อมของห้องปฏิบัติการ หากไม่พร้อมต้องดำเนินการแก้ไขก่อนใช้งาน	นักวิทยาศาสตร์	ก่อน 1 เดือน
6		ขั้นตอนที่ 6 ดำเนินการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์ โดยตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ (Calibration/Function check) หากพบความผิดปกติจะต้องดำเนินการแก้ไขทันที	นักวิทยาศาสตร์	ก่อน 1 เดือน
7		ขั้นตอนที่ 7 ดำเนินการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือและสารเคมีเป็นชุด (ตะกร้าแลป) สำหรับแต่ละกลุ่มนิสิต เพื่อให้พร้อมใช้งานในการปฏิบัติการ	นักวิทยาศาสตร์	ก่อน 1 เดือน

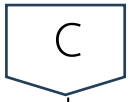
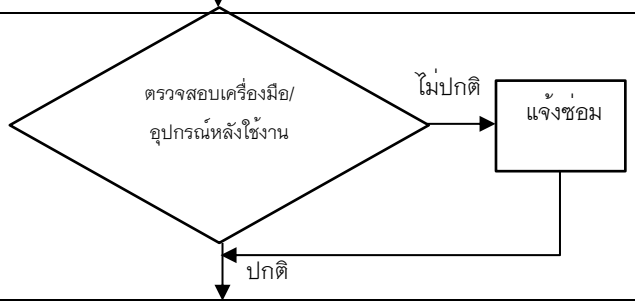
Library and Learning, University of Phayao

ตารางที่ 4-2 (ต่อ) ผังกระบวนการดำเนินงาน (Flow Chart) ต่อ ระหว่างทำปฏิบัติการ 3.คุมปฏิบัติการ

ขั้นตอน	ผังกระบวนการ	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	ช่วงระยะเวลา
				
8		ขั้นตอนที่ 8 เมื่อเริ่มการเรียนการสอน ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการเบิกจ่ายตะกร้าแลปให้แก่นิสิตแต่ละกลุ่ม	นักวิทยาศาสตร์	ตลอดช่วงเวลาปฏิบัติการ
9		ขั้นตอนที่ 9 ระหว่างการทดลอง ผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษา เพื่อให้นิสิตสามารถดำเนินการทดลองได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งช่วยแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น	นักวิทยาศาสตร์ อาจารย์ประจำวิชา	ตลอดช่วงเวลาปฏิบัติการ
10		ขั้นตอนที่ 10 มีการตรวจสอบผลการทดลองระหว่างดำเนินการ หากพบว่าผลการทดลองไม่ถูกต้องหรือไม่สอดคล้องกับทฤษฎี จะต้องให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงวิธีการทดลองให้ถูกต้อง	นักวิทยาศาสตร์ อาจารย์ประจำวิชา	ตลอดช่วงเวลาปฏิบัติการ
11		ขั้นตอนที่ 11 หลังจากเสร็จสิ้นการทดลอง ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการรับคืนตะกร้าแลป และตรวจสอบความครบถ้วนของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ	นักวิทยาศาสตร์	ตลอดช่วงเวลาปฏิบัติการ

Library and Learning, University of Phayao

ตารางที่ 4-2 (ต่อ) ผังกระบวนการดำเนินงาน (Flow Chart) ต่อ หลังทำปฏิบัติการ 4. ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือหลังใช้งาน

ขั้นตอน	ผังกระบวนการ	รายละเอียดงาน	ผู้รับผิดชอบ	ช่วงระยะเวลา
				
12		ขั้นตอนที่ 12 ตรวจสอบสภาพเครื่องมือ หากพบความเสียหายหรือความผิดปกติ จะต้องดำเนินการแจ้งซ่อมหรือบำรุงรักษา ต่อมาดำเนินการตรวจรายงานผลการทดลองและบันทึกผลการประเมิน	นักวิทยาศาสตร์	หลังคาบปฏิบัติการ
13		ขั้นตอนที่ 13 สุดท้ายทำการสรุปและวิเคราะห์ปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้นตลอดภาคการศึกษา เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในครั้งถัดไป	นักวิทยาศาสตร์	ต่อเนื่องตลอดภาคการศึกษาและสรุปเมื่อสิ้นภาคการศึกษา
				

Library and Learning, University of Phayao

4.2.2 รายละเอียดขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ก่อนทำปฏิบัติการ กระบวนการวางแผนเตรียมปฏิบัติการ

4.2.2.1 ขั้นตอนที่ 1 ประชุมเตรียมความพร้อมและวางแผนการสอนปฏิบัติการร่วมกับอาจารย์ประจำวิชาและทีมคุมปฏิบัติการ

1) ประชุมร่วมระหว่างอาจารย์ผู้สอน และทีมคุมปฏิบัติการ

ดำเนินการนัดหมายประชุมร่วมกันก่อนเปิดภาคการศึกษาอย่างน้อย 1 เดือน โดยมีอาจารย์ผู้สอน นักวิทยาศาสตร์ และผู้เกี่ยวข้องเข้าร่วม เพื่อร่วมกันวางแผนการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ ตามแผนการสอนรายวิชาเพื่อกำหนดแนวทางการดำเนินงาน และสร้างความเข้าใจร่วมกันในบทบาทหน้าที่ของแต่ละฝ่าย ทั้งในด้านการจัดเตรียมห้องปฏิบัติการ การควบคุมปฏิบัติการ และการประเมินผลการเรียนรู้ของนิสิต

2) พิจารณาเนื้อหา วัตถุประสงค์ และผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา

ร่วมกันพิจารณาโครงสร้างรายวิชา เนื้อหาของแต่ละบทปฏิบัติการ และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนสอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Learning Outcomes) ทั้งในด้านความรู้ ทักษะการปฏิบัติ การคิดวิเคราะห์ และความปลอดภัยในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ รวมถึงตรวจสอบว่าบทปฏิบัติการสามารถสนับสนุนการบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม

3) ทบทวนปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะจากภาคการศึกษาที่ผ่านมา

นำข้อมูลจากภาคการศึกษาที่ผ่านมา เช่น ปัญหาจากผลการทดลองที่คลาดเคลื่อน ความเสียหายของวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือที่ชำรุด การใช้งานห้องปฏิบัติการที่ไม่เป็นระบบ หรือข้อเสนอแนะจากนิสิตและอาจารย์ มาร่วมวิเคราะห์ เพื่อหาสาเหตุของปัญหาและแนวทางแก้ไขอย่างเป็นระบบ โดยใช้หลักการ PDCA (Plan–Do–Check–Act) และสามารถต่อยอดเป็นงานวิจัยเชิงพัฒนา (Routine to Research: R2R) ได้ในอนาคต

4) วางแผนการใช้ทรัพยากร วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และห้องปฏิบัติการ

ดำเนินการประเมินจำนวนผู้เรียน จำนวนกลุ่มปฏิบัติการ และจำนวนเครื่องมือที่ต้องใช้ในแต่ละบททดลอง เพื่อวางแผนการจัดสรรวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการให้เพียงพอและ

Library and Learning, University of Phayao

เหมาะสม ลดปัญหาการขาดแคลนอุปกรณ์ การใช้งานซ้ำซ้อน หรือการล่าช้าในการเรียนการสอน รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลประกอบการจัดซื้อวัสดุสิ้นเปลือง การซ่อมบำรุงเครื่องมือ และการบริหารงบประมาณของห้องปฏิบัติการอย่างมีประสิทธิภาพ

4.2.2.2 ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์และทดสอบบทปฏิบัติการ

1) ศึกษารายละเอียดของบทปฏิบัติการและตรวจสอบความสอดคล้องกับหลักการทางทฤษฎี

ดำเนินการศึกษารายละเอียดของบทปฏิบัติการจากคู่มือปฏิบัติการ เอกสารประกอบการสอน และเอกสารอ้างอิงทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำความเข้าใจวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการทดลอง หลักการทางฟิสิกส์ และวิธีการวิเคราะห์ผลการทดลอง รวมทั้งตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการทดลองกับหลักการทางทฤษฎี และผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา เพื่อให้มั่นใจว่าบทปฏิบัติการสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

2) วิเคราะห์ขั้นตอนการทดลองและปัจจัยที่อาจส่งผลต่อผลการทดลอง

ดำเนินการวิเคราะห์ลำดับขั้นตอนการทดลอง วิธีการใช้งานเครื่องมือ และเงื่อนไขต่าง ๆ ที่อาจส่งผลต่อความถูกต้องของผลการทดลอง เช่น ความละเอียดของเครื่องมือ การตั้งค่าการทดลอง สภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ และทักษะของผู้ปฏิบัติ รวมถึงพิจารณาจุดเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดหรืออุบัติเหตุ เพื่อกำหนดแนวทางควบคุมและป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนการสอน

3) ดำเนินการทดลองล่วงหน้า (Pre-lab Testing)

ดำเนินการทดลองล่วงหน้าตามขั้นตอนจริงของบทปฏิบัติการ โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือชุดเดียวกับที่ใช้ในการเรียนการสอน เพื่อประเมินความเป็นไปได้ของการทดลอง ตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือ และประเมินความถูกต้องของผลการทดลอง รวมทั้งพิจารณาระยะเวลาที่เหมาะสมในการดำเนินการทดลอง เพื่อให้สามารถจัดการเรียนการสอนได้ตามเวลาที่กำหนดในรายวิชา

Library and Learning, University of Phayao

4) เปรียบเทียบผลการทดลองกับค่าทางทฤษฎีหรือค่ามาตรฐาน

นำผลการทดลองที่ได้จากการทดลองล่วงหน้ามาเปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎีหรือค่ามาตรฐาน เพื่อประเมินความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของข้อมูล รวมถึงวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ทั้งเชิงระบบ (Systematic Error) และเชิงสุ่ม (Random Error) โดยพิจารณาปัจจัยที่อาจส่งผลต่อผลการทดลอง เช่น ความแม่นยำของเครื่องมือ วิธีการทดลอง หรือสภาพแวดล้อมในการทดลอง

5) วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

ในกรณีที่ผลการทดลองไม่เป็นไปตามหลักการทางทฤษฎี หรือพบความผิดปกติของข้อมูล ดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาอย่างเป็นระบบ เช่น ความผิดพลาดของเครื่องมือ การใช้งานอุปกรณ์ไม่เหมาะสม ความคลาดเคลื่อนจากวิธีการทดลอง หรือข้อจำกัดของสภาพแวดล้อม จากนั้นดำเนินการปรับปรุงแก้ไข เช่น เปลี่ยนแปลงขั้นตอนการทดลอง ปรับค่าการตั้งเครื่องมือ หรือเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ เพื่อให้ผลการทดลองมีความถูกต้องและเหมาะสมต่อการใช้งานจริงในการเรียนการสอน

6) ทดสอบซ้ำและยืนยันความพร้อมของบทปฏิบัติการก่อนใช้งานจริง

หลังจากดำเนินการปรับปรุงแก้ไขแล้ว ทำการทดลองซ้ำเพื่อยืนยันว่าบทปฏิบัติการสามารถดำเนินการได้จริง ให้ผลการทดลองที่สอดคล้องกับทฤษฎี และมีความเหมาะสมต่อการใช้งานในห้องปฏิบัติการ ทั้งในด้านเวลา ความปลอดภัย ความพร้อมของเครื่องมือ และระดับความเข้าใจของนิสิต ก่อนนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนจริง

Library and Learning, University of Phayao

4.2.2.3 ขั้นตอนที่ 3 ร่วมจัดทำคู่มือปฏิบัติการ

1) รวบรวมข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับบทปฏิบัติการ

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารประกอบการสอน คู่มือการใช้งานเครื่องมือ มาตรฐานการปฏิบัติงาน เอกสารอ้างอิงทางวิชาการ และผลการทดลองจากภาคการศึกษาที่ผ่านมา เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบในการจัดทำคู่มือปฏิบัติการให้มีความถูกต้อง ครบถ้วน และสอดคล้องกับเนื้อหาของรายวิชา รวมทั้งพิจารณาปัญหาและข้อผิดพลาดที่เคยเกิดขึ้น เพื่อนำมาปรับปรุงรายละเอียดในคู่มือให้เหมาะสมกับการใช้งานจริงในห้องปฏิบัติการ

2) จัดทำรายละเอียดขั้นตอนการทดลองและวิธีการใช้งานเครื่องมือ

ดำเนินการเรียบเรียงขั้นตอนการทดลองให้เป็นลำดับที่ชัดเจน เข้าใจง่าย และสามารถปฏิบัติตามได้จริง โดยกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับการเตรียมอุปกรณ์ วิธีการติดตั้งและใช้งานเครื่องมือ การเก็บข้อมูล การคำนวณ และการวิเคราะห์ผลการทดลอง พร้อมทั้งระบุข้อควรระวังในการใช้งานเครื่องมือและการปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันอุบัติเหตุและลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทดลอง

คู่มือปฏิบัติการจัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นเอกสารประกอบการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ หลักการและทฤษฎีทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง วิธีการดำเนินการทดลอง ตลอดจนแบบบันทึกและรายงานผลการทดลอง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติการอย่างเป็นระบบ ช่วยให้นิสิตสามารถศึกษาทำความเข้าใจหลักการทดลอง ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และการใช้งานเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย และมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ส่วนของรายงานการทดลองจัดทำขึ้นเพื่อให้นิสิตใช้บันทึกผลการทดลอง วิเคราะห์ผล และสรุปผลการทดลองก่อนนำส่งอาจารย์ผู้สอนเพื่อใช้ประกอบการประเมินผลการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงวิทยาศาสตร์

Library and Learning, University of Phayao

การทดลองที่ 11 ไฟฟ้ากระแสสลับและการใช้ออสซิลโลสโคป

วัตถุประสงค์

1. ให้นิสิตสามารถใช้เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (function Generator) ได้

2. ให้นิสิตสามารถใช้เครื่องออสซิลโลสโคปเพื่อวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับได้

การทดลอง

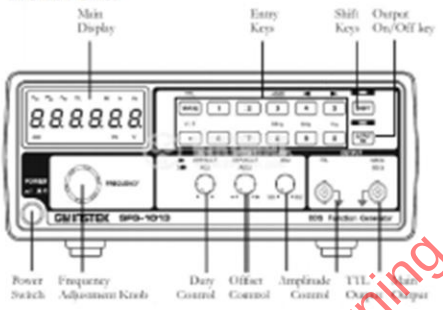
ตอนที่ 1 การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (Function Generator)

เป้าหมาย นิสิตสามารถควบคุมแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ ที่มีความถี่และแอมปลิจูดตามที่กำหนดได้

การทดลอง

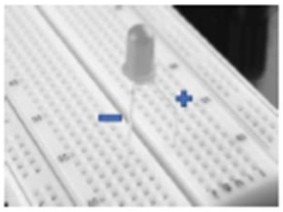
ให้นิสิตต่อไฟฟ้าฟ้ากระแสสลับจากแหล่งกำเนิด (Function Generator) โดยกำหนดความถี่ของแหล่งกำเนิดเป็นค่าต่าง ๆ พร้อมทั้ง สังเกตการกระพริบของหลอดไฟ LED

Front Panel



วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่อง Function generator ที่ปุ่ม Power switch
2. ต่อสายสัญญาณออกจากเครื่องที่ Main Output
3. เลือกตัวเลขความถี่ของสัญญาณที่ต้องการโดยบริเวณ Entry Keys (สูงสุดไม่เกิน 2 M Hz)
4. หลังจากกดตัวเลขจะต้องเลือกหน่วยของความถี่ที่ต้องการ ได้แก่ Hz kHz และ MHz โดยการกดปุ่ม Shift Keys ก่อนแล้วค่อยกดหน่วยหน่วยของความถี่ (สังเกตที่ตำแหน่งที่เลข 8 9 และ 0)
5. นำสายสัญญาณต่อกับหลอดไฟ LED สังเกตการเปลี่ยนแปลง
6. ปรับหาความถี่ที่น้อยที่สุดที่นิสิตไม่สามารถเห็นการกระพริบของหลอดไฟ LED ได้
7. ตอบคำถามท้ายการทดลอง



Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.1 แสดงตัวอย่างคู่มือการทดลองที่ 11 ไฟฟ้ากระแสสลับและการใช้ออสซิลโลสโคป

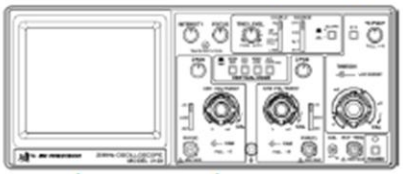
ตอนที่ 2 การใช้ออสซิลโลสโคป เพื่อวัดสัญญาณ Sine wave จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าฟ้ากระแสสลับ

เครื่องมือที่ใช้ Function generator และ Oscilloscope

ตัวแปรที่สำคัญ ความถี่ และ แอมปลิจูด

เป้าหมาย สามารถใช้ออสซิลโลสโคปเพื่อวัดปริมาณทางฟิสิกส์ จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าฟ้ากระแสสลับได้

กิจกรรมการทดลอง ให้นิสิตต่อไฟฟ้าฟ้ากระแสสลับจากแหล่งกำเนิด (Function Generator) โดยกำหนดความถี่ของแหล่งกำเนิดเป็นค่าต่าง ๆ สังเกตสัญญาณไฟฟ้าจากออสซิลโลสโคป

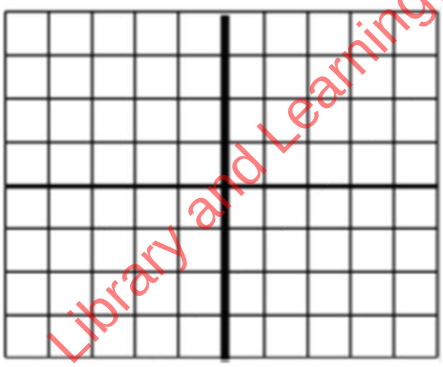


วิธีการทดลอง

1. เชื่อมต่อสายสัญญาณเลือกช่องสัญญาณ CH1 หลังจากนั้นเปิดเครื่องออสซิลโลสโคป
2. นำสายวัดสัญญาณต่อกับขั้วไฟฟ้าจากหลอด LED จากวงจรที่ต่อไว้แล้วในตอนที่ 1
3. ปรับความถี่และแอมปลิจูดของแหล่งจ่าย สังเกตสัญญาณที่ได้จากหน้าจอของเครื่องออสซิลโลสโคป (ให้เครื่องปรับจูนสัญญาณแบบอัตโนมัติ (Auto) ได้)
4. หลังจากใช้เครื่องจนมีความชำนาญให้นิสิตทำโจทย์การทดลองดังนี้

โจทย์การทดลอง 1

1. ปรับสัญญาณไฟฟ้าฟ้ากระแสสลับ ให้มีค่าแอมปลิจูด เท่ากับ 5 โวลต์ ความถี่ 50 Hz
2. วาดรูปสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ลงในตาราง



ความกว้างของช่องในแนวตั้งมีค่าเท่ากับ

..... โวลต์

ความกว้างของช่องในแนวนอนมีค่าเท่ากับ

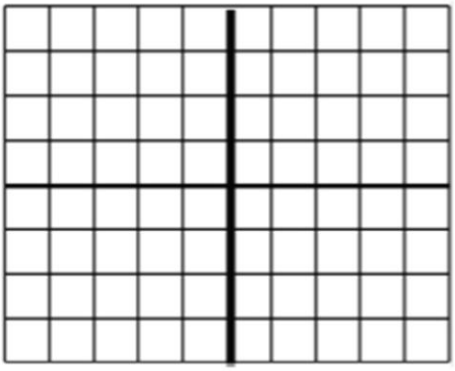
..... วินาที

Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.2 แสดงตัวอย่างคู่มือตอนที่ 2 การใช้ออสซิลโลสโคปเพื่อวัดสัญญาณ Sine wave

โจทย์ปัญหา 2

1. ปรับสัญญาณไฟฟ้าฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ ให้มีค่าแอมปลิจูด เท่ากับ 9 โวลต์ ความถี่ 1,000,000 Hz
2. วาดรูปสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ลงในตาราง



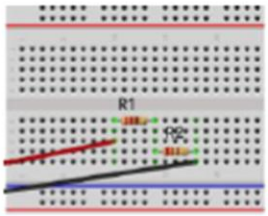
ความกว้างของช่องในแนวตั้งมีค่าเท่ากับ

..... โวลต์

ความกว้างของช่องในแนวนอนมีค่าเท่ากับ

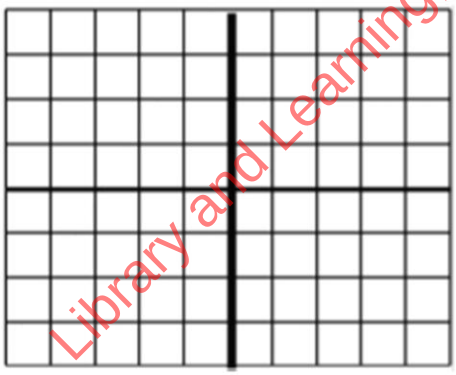
..... วินาที

ตอนที่ 3 วงจรอนุกรมตัวต้านทาน



โจทย์ปัญหา

ให้นักเรียนใช้ช่องสัญญาณ CH1 และ CH2 ของเครื่องออสซิลโลสโคป เพื่อวัดสัญญาณสัญญาณไฟฟ้าที่ตกคร่อม R1 และ R2 พร้อมกัน วาดรูปที่ได้ลงในตาราง



ความกว้างของช่องในแนวตั้งมีค่าเท่ากับ

..... โวลต์

ความกว้างของช่องในแนวนอนมีค่าเท่ากับ

..... วินาที

Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.3 แสดงตัวอย่างคู่มือโจทย์ปัญหา 2

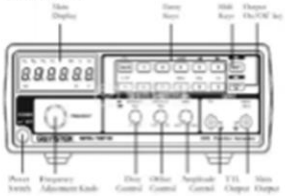
ชื่อ-นามสกุล ..... รหัส ..... กลุ่ม .....

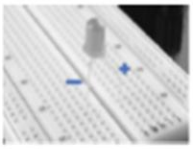
รายงานการทดลองที่ 11 ไฟฟ้ากระแสสลับและการใช้ออสซิลโลสโคป

ตอนที่ 1 การใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (Function Generator)

ไฟฟ้ากระแสสลับและหลอดไฟ LED

Front Panel





การทดลอง ให้นักเรียนต่อไฟฟ้าฟ้ากระแสสลับจากแหล่งกำเนิด (Function Generator) โดยกำหนดความถี่ของแหล่งกำเนิดเป็นค่าต่าง ๆ สังเกตการกระพริบของหลอดไฟ LED

ตอบคำถาม 1. ความถี่ที่น้อยที่สุดที่นักเรียนไม่สามารถเห็นการกระพริบของหลอดไฟ LED ได้มีค่าเท่ากับ คนที่ 1 – ..... Hz คนที่ 2 – ..... Hz คนที่ 3 – ..... Hz

2. เพราะเหตุใด หลอดไฟ LED จึงกระพริบ .....

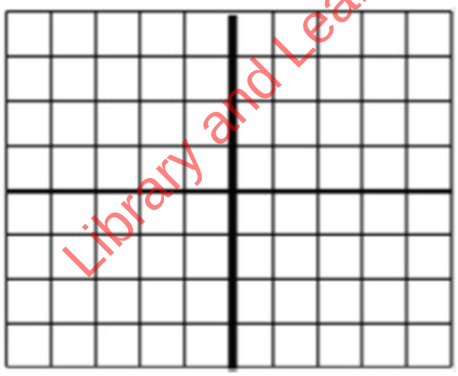
.....

.....

ตอนที่ 2 การใช้ออสซิลโลสโคป เพื่อวัดสัญญาณ Sine wave จากแหล่งจ่ายไฟฟ้าฟ้ากระแสสลับ

โจทย์ปัญหา 1

1. ปรับสัญญาณไฟฟ้าฟ้ากระแสสลับ ให้มีค่าแอมปลิจูดเท่ากับ 5 โวลต์ ความถี่ 50 Hz
2. วาดรูปสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ลงในตาราง



ความกว้างของช่องในแนวตั้งมีค่าเท่ากับ

..... โวลต์

ความกว้างของช่องในแนวนอนมีค่าเท่ากับ

..... วินาที

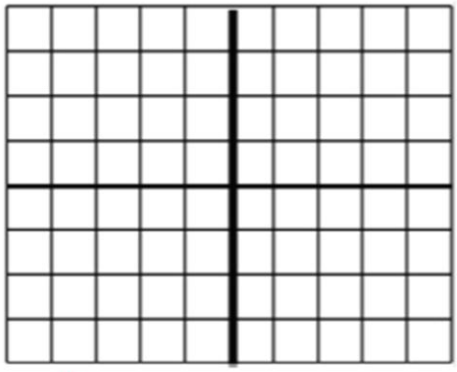
Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.4 แสดงตัวอย่างรายงานการทดลองที่ 11 ไฟฟ้ากระแสสลับและการใช้ออสซิลโลสโคป

ชื่อ-นามสกุล ..... รหัส ..... กลุ่ม .....

โจทย์ปัญหา 2

1. ปรับสัญญาณไฟฟ้าฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ ให้มีค่าแอมปลิจูด เท่ากับ 9 โวลต์ ความถี่ 1,000,000 Hz
2. วาดรูปสัญญาณไฟฟ้าที่ได้ลงในตาราง



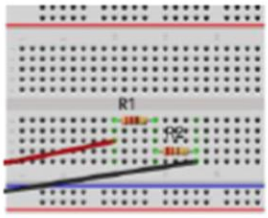
ความกว้างของช่องในแนวตั้งมีค่าเท่ากับ

..... โวลต์

ความกว้างของช่องในแนวนอนมีค่าเท่ากับ

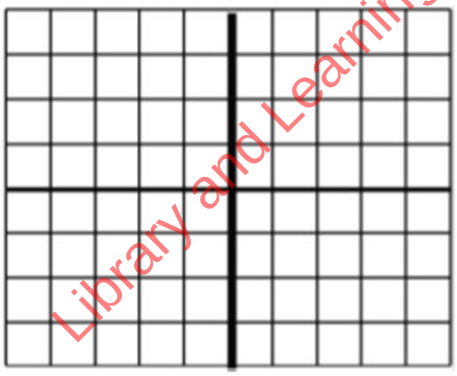
..... วินาที

ตอนที่ 3 วงจรอนุกรมตัวต้านทาน



โจทย์ปัญหา

ให้นักเรียนใช้ช่องสัญญาณ CH1 และ CH2 ของเครื่องออสซิลโลสโคป เพื่อวัดสัญญาณสัญญาณไฟฟ้าที่ตกคร่อม R1 และ R2 พร้อมกัน วาดรูปที่ได้ลงในตาราง



ความกว้างของช่องในแนวตั้งมีค่าเท่ากับ

..... โวลต์

ความกว้างของช่องในแนวนอนมีค่าเท่ากับ

..... วินาที

Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.5 แสดงตัวอย่างรายงานโจทย์ปัญหา 2

3) ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของคู่มือปฏิบัติการ

ดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ขั้นตอนการทดลอง และวิธีการใช้งานเครื่องมือ โดยร่วมพิจารณากับอาจารย์ผู้สอนและผู้เกี่ยวข้อง เพื่อให้มั่นใจว่าคู่มือมีความสอดคล้องกับหลักการทางทฤษฎี สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้จริง และเหมาะสมกับระดับความรู้ของนิสิต รวมทั้งตรวจสอบความชัดเจนของภาษา รูปภาพ ตาราง และแบบบันทึกข้อมูลที่ใช้ในคู่มือ

4) ปรับปรุงและพัฒนาคู่มือปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง

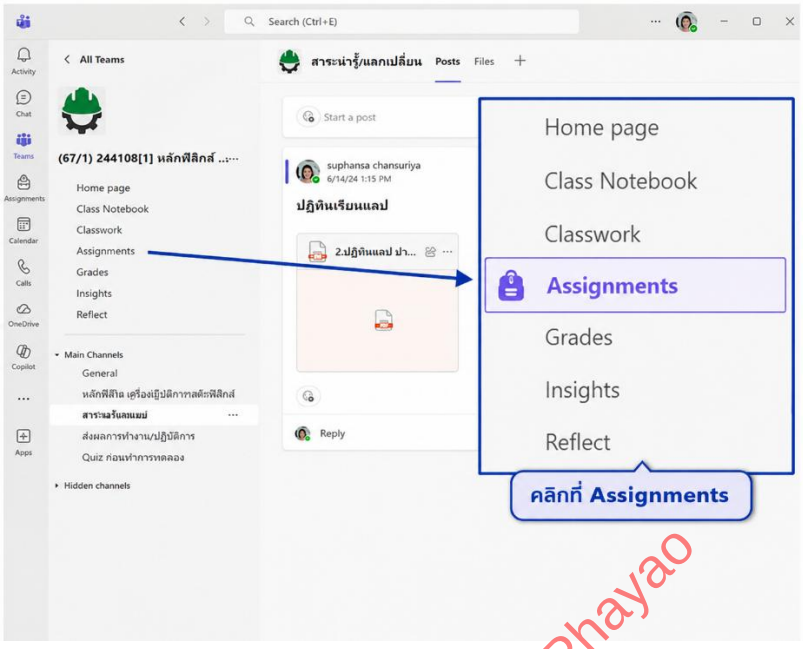
นำผลการใช้งานจริง ข้อเสนอแนะจากอาจารย์ผู้สอน และความคิดเห็นจากนิสิต มาวิเคราะห์และปรับปรุงคู่มือปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง เช่น การแก้ไขขั้นตอนที่ทำให้เกิดความสับสน การเพิ่มเติมคำอธิบายหรือรูปประกอบ และการปรับปรุงรูปแบบการบันทึกข้อมูล เพื่อให้คู่มือมีความเหมาะสม ทันสมัย และสามารถสนับสนุนการเรียนรู้ของนิสิตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5) ดำเนินการจัดทำคู่มือปฏิบัติการและรายงานปฏิบัติการ และเผยแพร่เอกสารประกอบการเรียนการสอน

ร่วมจัดทำและปรับปรุงคู่มือปฏิบัติการ รายงานผลการทดลอง ให้มีความถูกต้อง เป็นปัจจุบัน และสอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนการสอนของรายวิชา ภายหลังดำเนินการจัดทำเอกสารแล้วเสร็จ จะดำเนินการจัดเก็บและเผยแพร่ในรูปแบบ **เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Documents)** ผ่านระบบ **Microsoft Teams** ในเมนู **Assignments** หรือพื้นที่ที่กำหนดสำหรับรายวิชา เพื่อให้นิสิตสามารถเข้าถึง ดาวน์โหลด และศึกษาคู่มือปฏิบัติการ แบบบันทึกผลการทดลอง และเอกสารประกอบการเรียนการสอนได้ด้วยตนเองก่อนเข้าปฏิบัติการ ทั้งนี้ ไม่มีการจัดพิมพ์หรือแจกจ่ายเอกสารในรูปแบบกระดาษ เว้นแต่มีความจำเป็นตามที่อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชากำหนด

การจัดเก็บเอกสารในรูปแบบดิจิทัลช่วยให้สามารถปรับปรุงข้อมูลให้เป็นปัจจุบัน ลดการใช้ทรัพยากรกระดาษ เพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูลของนิสิต และสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบดิจิทัลของมหาวิทยาลัย

Library and Learning, University of Phayao



ภาพที่ 4.6 แสดงที่จัดเก็บและเผยแพร่ในรูปแบบ เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Documents) ผ่านระบบ Microsoft Teams ในเมนู Assignments

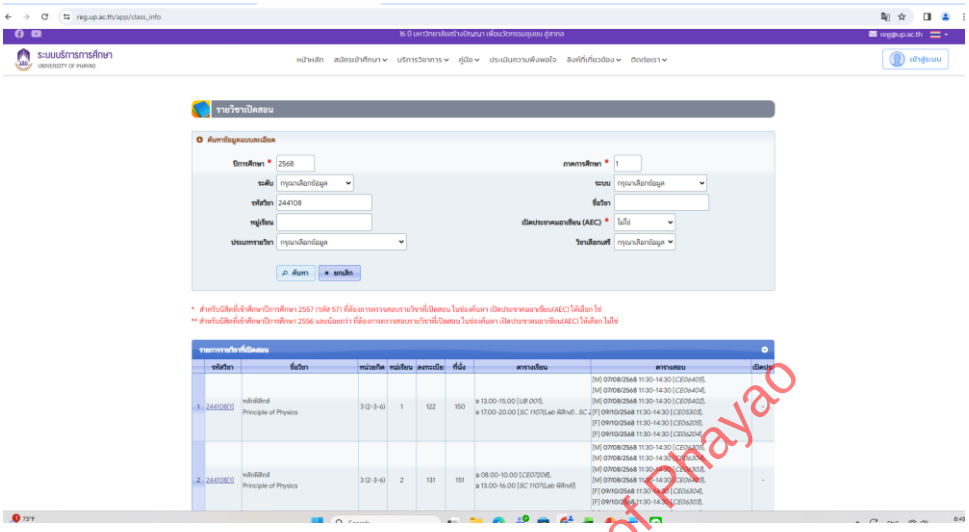
Library and Learning, University of Phayao

4.2.2.4 ขั้นตอนที่ 4 จัดทำปฏิทินแลปและจัดกลุ่มนิสิต

1) ตรวจสอบข้อมูลรายวิชาและจำนวนนิสิตที่ลงทะเบียนเรียน

ดำเนินการตรวจสอบข้อมูลรายวิชาปฏิบัติการ จำนวนหมู่เรียน จำนวนชั่วโมงปฏิบัติการ และจำนวนนิสิตที่ลงทะเบียนเรียนจากระบบบริการการศึกษา เพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการจัดตารางเรียนปฏิบัติการ การจัดกลุ่มนิสิต และการจัดสรรทรัพยากรภายในห้องปฏิบัติการให้เหมาะสมและเพียงพอต่อการใช้งานจริง

ที่เวปไซด์ https://reg.up.ac.th/



ภาพที่ 4.7 แสดงตัวอย่างเวปไซด์ตรวจสอบข้อมูลการลงทะเบียนนิสิต

2. วางแผนการใช้ห้องปฏิบัติการและกำหนดปฏิทินการเรียนปฏิบัติการ

ดำเนินการจัดทำปฏิทินการเรียนปฏิบัติการ โดยกำหนดวัน เวลา ห้องปฏิบัติการ และบทปฏิบัติการในแต่ละสัปดาห์ ให้สอดคล้องกับแผนการสอนของรายวิชา ความพร้อมของห้องปฏิบัติการและจำนวนเครื่องมือที่มีอยู่ รวมทั้งพิจารณาการหมุนเวียนการใช้งานเครื่องมือในกรณีที่มีจำนวนจำกัด เพื่อป้องกันปัญหาการใช้งานซ้ำซ้อนและลดความแออัดในการใช้งานห้องปฏิบัติการ

Library and Learning, University of Phayao

หลักฟิสิกส์ (วิศวกรรมโยธา) / เรียน :อังคาร เวลา 13.00 – 16.00 น.

ลำดับ	เรื่อง	โซน	ห้องเรียน		ก่อนกลางภาค								หลังกลางภาค		
				สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
				17 มิ.ย	24 มิ.ย	1 ก.ค	8 ก.ค	15 ก.ค	22 ก.ค	29 ก.ค	26 ส.ค	2 ก.ย	9 ก.ย	16 ก.ย	23 ก.ย
1	เครื่องมือวัดการใช้เวอร์เนียไมโครมิเตอร์	1	SC 1107		A	D	C	B							
2	การใช้มัลติมิเตอร์เบื้องต้น	2	SC 1107		B	A	D	C							
3	การต่อวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	ว่าง	SC 1107	ชี้แจงข้อกำหนดห้องแลป	C	B	A	D							
4	ความสัมพันธ์เชิงเส้นคู่อันดับ XY การยืดของสปริง	4	SC 1107		D	C	B	A							
5	คานและระบบรอก	1	SC 1107						A	D	C	B			
6	แรงเสียดทานและพื้นเอียง	2	SC 1107						B	A	D	C			
7	แรงและสมดุลแรง	ว่าง	SC 1107						C	B	A	D			
8	แรงลอยตัว	4	SC 1107						D	C	B	A			
9	ไฟฟ้ากำลัง	2	SC 1107										A, B1–B4	C9–C11, D	B5–B11, C1–C8
10	การแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง	ว่าง	SC 1107										B5–B11, C1–C8	A, B1–B4	C9–C11, D
11	การสั่นและความถี่ธรรมชาติ	4	SC 1107										C9–C11, D	B5–B11, C1–C8	A, B1–B4

หลักฟิสิกส์ (วิศวกรรมไฟฟ้า) / เรียน :จันทร์ เวลา 17.00 – 20.00 น.

ลำดับ	เรื่อง	โซน	ห้องเรียน		ก่อนกลางภาค								หลังกลางภาค		
				สัปดาห์ที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
				16 มิ.ย	23 มิ.ย	30 มิ.ย	7 ก.ค	14 ก.ค	21 ก.ค	25 ส.ค	1 ก.ย	8 ก.ย	15 ก.ย	22 ก.ย	29 ก.ย
1	เครื่องมือวัดการใช้เวอร์เนีย,ไมโครมิเตอร์	1	SC 1107		A	D	C	B							
2	การใช้มัลติมิเตอร์เบื้องต้น	2	SC 1107		B	A	D	C							
3	การต่อวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น	ว่าง	SC 1107	ชี้แจงข้อกำหนดห้องแลป	C	B	A	D							
4	ความสัมพันธ์เชิงเส้นคู่อันดับ XY การยืดของสปริง	4	SC 1107		D	C	B	A							
5	คานและระบบรอก	1	SC 1107						A	D	C	B			
6	ไฟฟ้ากำลัง	2	SC 1107						B	A	D	C			
7	การแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง	ว่าง	SC 1107						C	B	A	D			
8	การสั่นและความถี่ธรรมชาติ	4	SC 1107						D	C	B	A			
9	การเคลื่อนที่ของไอออนในสนามไฟฟ้า	1	SC 1107										A, B1–B4	C9–C11, D	B5–B10, C1–C8
10	กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์	2	SC 1107										B5–B10, C1–C8	A, B1–B4	C9–C11, D
11	วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า	ว่าง	SC 1107										C9–C11, D	B5–B10, C1–C8	A, B1–B4

Library and Learning, University of Phayao

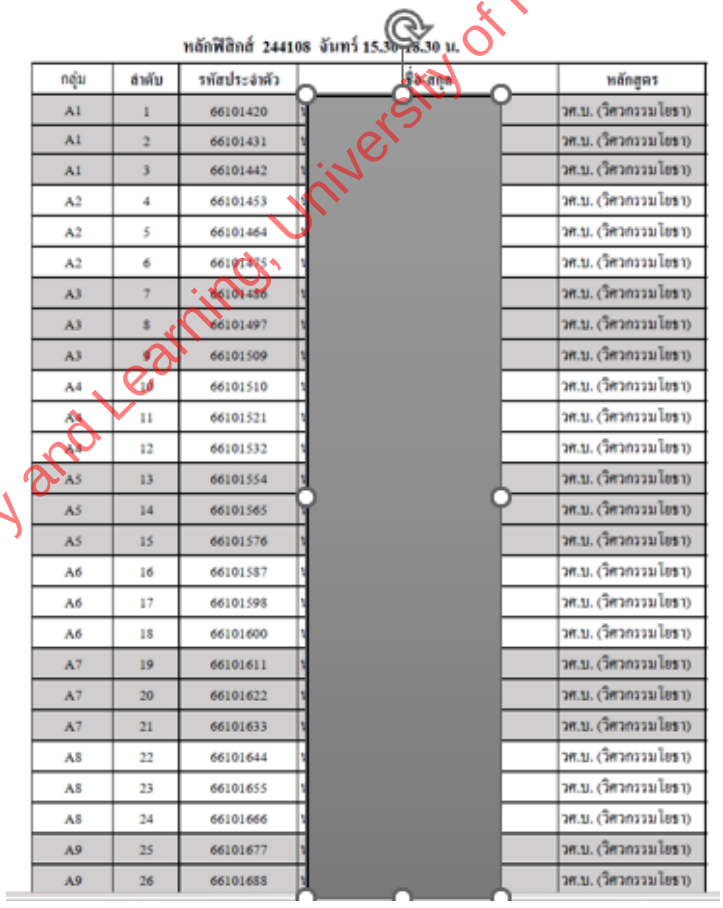
ภาพที่ 4.8 แสดงตัวอย่างปฏิทินการเรียนปฏิบัติการ

3) จัดกลุ่มนิสิตให้เหมาะสมกับการปฏิบัติการทดลอง

ดำเนินการจัดกลุ่มนิสิตโดยพิจารณาจำนวนสมาชิกในแต่ละกลุ่มให้เหมาะสมกับลักษณะการทดลอง จำนวนชุดอุปกรณ์ และพื้นที่ปฏิบัติงาน เพื่อให้นิสิตทุกคนสามารถมีส่วนร่วมในการทดลองได้อย่างทั่วถึง และช่วยลดปัญหาความแออัดหรือการรอใช้งานเครื่องมือ ทั้งนี้อาจพิจารณาปรับจำนวนสมาชิกต่อกลุ่มให้เหมาะสมกับความซับซ้อนของบทปฏิบัติการและข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้

4) จัดทำรายชื่อกลุ่มนิสิตและเอกสารประกอบการจัดการเรียนการสอน

ดำเนินการจัดทำบัญชีรายชื่อกลุ่มนิสิต ตารางเวลาเรียนปฏิบัติการ ผังการใช้ห้องปฏิบัติการ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น ใบเช็คชื่อเข้าเรียน เพื่อใช้ในการบริหารจัดการเรียนการสอน การเบิกจ่ายอุปกรณ์ และการควบคุมการเข้าใช้งานห้องปฏิบัติการ รวมทั้งจัดเตรียมข้อมูลสำหรับอาจารย์ผู้สอนและผู้ปฏิบัติงานห้องปฏิบัติการให้สามารถดำเนินงานได้อย่างสะดวกและเป็นระบบ



หลักฟิสิกส์ 244108 จันทร์ 15.30-18.30 น.

กลุ่ม	ลำดับ	รหัสประจำตัว	ชื่อสกุล	หลักสูตร
A1	1	66101420		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A1	2	66101431		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A1	3	66101442		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A2	4	66101453		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A2	5	66101464		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A2	6	66101475		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A3	7	66101486		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A3	8	66101497		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A3	9	66101509		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A4	10	66101510		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A4	11	66101521		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A4	12	66101532		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A5	13	66101554		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A5	14	66101565		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A5	15	66101576		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A6	16	66101587		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A6	17	66101598		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A6	18	66101600		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A7	19	66101611		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A7	20	66101622		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A7	21	66101633		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A8	22	66101644		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A8	23	66101655		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A8	24	66101666		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A9	25	66101677		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)
A9	26	66101688		วศ.บ. (วิศวกรรมโยธา)

Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.9 แสดงตัวอย่างการจัดกลุ่มและรายชื่อกลุ่มนิสิต

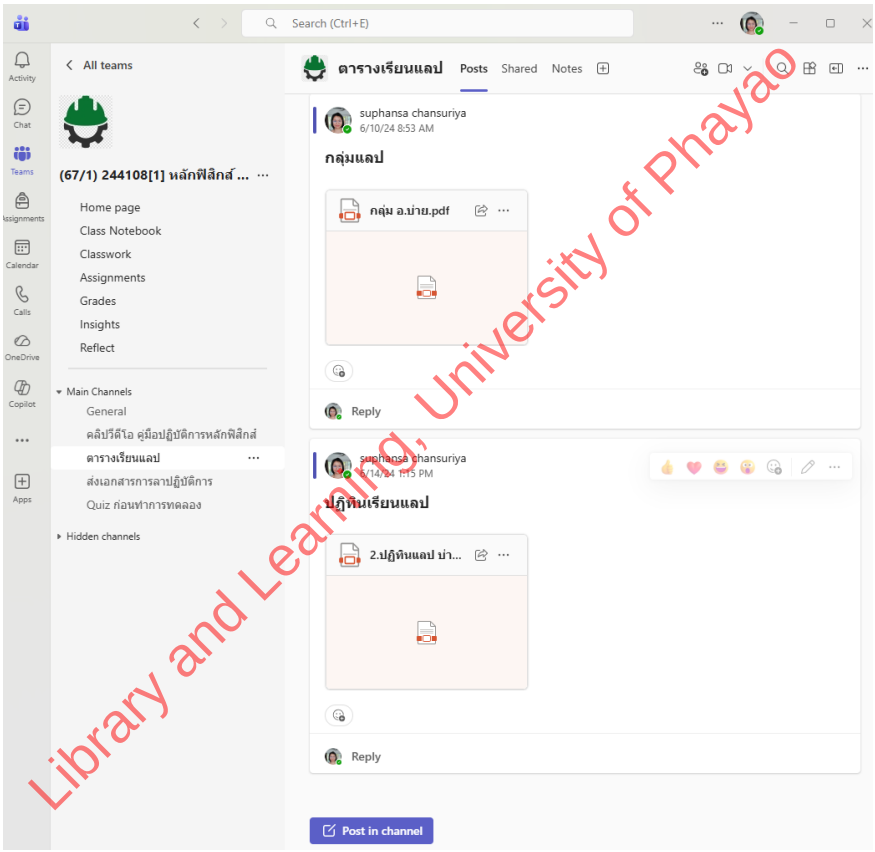


Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.10 แสดงตัวอย่างผังการใช้ห้องปฏิบัติการ

5) เผยแพร่และประชาสัมพันธ์ข้อมูลการเรียนปฏิบัติการ

ดำเนินการเผยแพร่ปฏิทินการเรียนปฏิบัติการ รายชื่อกลุ่มนิสิต และข้อปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง ผ่านช่องทางที่กำหนด เช่น Microsoft Teams เว็บไซต์รายวิชา หรือประกาศของภาควิชา เพื่อให้นิสิตสามารถตรวจสอบข้อมูลได้ล่วงหน้า และเตรียมความพร้อมก่อนเข้าปฏิบัติการ รวมทั้งลดความสับสนเกี่ยวกับเวลาเรียน ห้องปฏิบัติการ และกลุ่มเรียน



Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.11 แสดงการเผยแพร่และประชาสัมพันธ์ข้อมูลการเรียนปฏิบัติการผ่านช่องทาง Microsoft Teams

6) ปรับปรุงและแก้ไขแผนการจัดการเรียนการสอนตามสถานการณ์

ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลง เช่น จำนวนผู้เรียนเพิ่มขึ้น เครื่องมือชำรุด ห้องปฏิบัติการไม่พร้อมใช้งาน หรือเกิดเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนการสอน ผู้ปฏิบัติงานจะดำเนินการปรับเปลี่ยนตารางเรียน การจัดกลุ่มนิสิต หรือการหมุนเวียนการใช้งานเครื่องมือให้เหมาะสม เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการสามารถดำเนินต่อไปได้อย่างต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพ และไม่กระทบต่อผลการเรียนรู้ของนิสิต

4.2.2.5 ขั้นตอนที่ 5 ตรวจเช็คความพร้อมของห้องปฏิบัติการ

ก่อนการจัดเตรียมและดำเนินการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานตรวจเช็คความพร้อมของห้องปฏิบัติการ เพื่อให้มั่นใจว่าสภาพแวดล้อม ระบบสนับสนุน และอุปกรณ์ด้านความปลอดภัยอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน โดยแบ่งการตรวจเช็คออกเป็น 5 ด้าน ดังนี้

1) ตรวจสอบสภาพทั่วไปและความพร้อมของห้องปฏิบัติการ

ดำเนินการตรวจสอบสภาพทั่วไปของห้องปฏิบัติการก่อนการใช้งาน เช่น ความสะอาด ความเป็นระเบียบ ความพร้อมของโต๊ะปฏิบัติการ พื้นที่การทำงาน ทางเดิน และบริเวณจัดเก็บอุปกรณ์ เพื่อให้สภาพแวดล้อมมีความเหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ และลดความเสี่ยงที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุระหว่างการทดลอง

2) ตรวจสอบระบบไฟฟ้า แสงสว่าง และระบบสนับสนุนภายในห้องปฏิบัติการ

ดำเนินการตรวจสอบระบบไฟฟ้า ปลั๊กไฟ สวิตช์ไฟ ระบบแสงสว่าง และระบบระบายอากาศภายในห้องปฏิบัติการ โดยการเปิดระบบ สามารถทำงานได้ ไฟฟ้ามีแสงสว่าง ปลั๊กไฟเมื่อเปิดสวิตช์มีไฟสถานะ ON ขึ้น และระบบระบายอากาศเมื่อเปิดระบบ พัดลมหมุนทำงานได้ เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ รวมถึงตรวจสอบความพร้อมของระบบอินเทอร์เน็ต ระบบคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์สนับสนุนอื่น ๆ ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนในบางบทปฏิบัติการ

Library and Learning Technology University of Phayao

3) ตรวจสอบอุปกรณ์และระบบด้านความปลอดภัยภายในห้องปฏิบัติการ

ดำเนินการตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ด้านความปลอดภัย เช่น ถังดับเพลิง ชุดปฐมพยาบาล ชุดล้างตาฉุกเฉิน ป้ายเตือน เส้นทางหนีไฟ และอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เพื่อให้พร้อมใช้งานในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน รวมทั้งตรวจสอบว่าการจัดวางอุปกรณ์และเส้นทางเดินภายในห้องปฏิบัติการไม่กีดขวางการอพยพหรือการปฏิบัติงาน

4) ตรวจสอบความพร้อมของพื้นที่และการจัดวางอุปกรณ์สำหรับการเรียนการสอน

ดำเนินการจัดเตรียมพื้นที่การเรียนการสอนให้เหมาะสมกับจำนวนผู้เรียนและลักษณะของบทปฏิบัติการ เช่น การจัดตำแหน่งเครื่องมือ โต๊ะปฏิบัติการ และพื้นที่วางอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถดำเนินการทดลองได้อย่างสะดวก ปลอดภัย และลดความแออัดในการใช้งานห้องปฏิบัติการ รวมถึงพิจารณาความเหมาะสมของการใช้พื้นที่ร่วมกันในกรณีที่มีหลายกลุ่มเรียนใช้งานพร้อมกัน

5) วิเคราะห์และแก้ไขปัญหาความไม่พร้อมของห้องปฏิบัติการ

ในกรณีที่พบปัญหาความไม่พร้อมของห้องปฏิบัติการ เช่น ระบบไฟฟ้าขัดข้อง แสงสว่างไม่เพียงพอ อุปกรณ์ด้านความปลอดภัยไม่พร้อมใช้งาน หรือพื้นที่ปฏิบัติการไม่เหมาะสม ผู้ปฏิบัติงานจะดำเนินการแก้ไขเบื้องต้นตามขอบเขตที่รับผิดชอบ และประสานหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น งานอาคารสถานที่ งานซ่อมบำรุง หรือหัวหน้าห้องปฏิบัติการ เพื่อดำเนินการแก้ไขให้พร้อมใช้งานก่อนเริ่มการเรียนการสอน

Library and Learning University of Phayao

ตารางที่ 4.3 สรุปเกณฑ์การตรวจเช็คความพร้อมของห้องปฏิบัติการก่อนการเรียนการสอน

ด้านที่ตรวจเช็ค	จุดตรวจสอบสำคัญ	เกณฑ์ความพร้อม	ผลการตรวจ
1. สภาพทั่วไป	ความสะอาด โต๊ะ ทางเดิน พื้นที่ทำงาน	สะอาด เป็นระเบียบ ไม่มีสิ่งกีดขวาง	☐ พร้อม ☐ ไม่พร้อม

ด้านที่ตรวจเช็ค	จุดตรวจสอบสำคัญ	เกณฑ์ความพร้อม	ผลการตรวจ
2. ระบบสนับสนุน	ไฟฟ้า แสงสว่าง ระบายอากาศ อินเทอร์เน็ต	สามารถใช้งานได้ตามปกติ	☐ พร้อม ☐ ไม่พร้อม
3. ความปลอดภัย	ถังดับเพลิง ปฐมพยาบาล ทางหนีไฟ	พร้อมใช้และเข้าถึงได้	☐ พร้อม ☐ ไม่พร้อม
4. พื้นที่การสอน	การจัดโต๊ะ เครื่องมือ และทางเดิน	เหมาะสมกับจำนวนผู้เรียนและการทดลอง	☐ พร้อม ☐ ไม่พร้อม
5. การจัดการปัญหา	รายการที่ตรวจพบว่าไม่พร้อม	แก้ไข/ประสานงานและตรวจซ้ำแล้ว	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

Library and Learning, University of Phayao

4.2.2.6 ขั้นตอนที่ 6 ตรวจเช็คความพร้อมใช้งานของเครื่องมือ

นักวิทยาศาสตร์ดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวัดที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ เพื่อให้ผลการวัดมีความถูกต้องและเชื่อถือได้ โดยพิจารณาตามลักษณะของเครื่องมือแต่ละประเภท ได้แก่ การตั้งค่าศูนย์ (Zero Adjustment) การตรวจสอบความถูกต้องของค่าที่วัดได้ (Verification) และการสอบเทียบ (Calibration) ตามรอบระยะเวลาที่กำหนดหรือข้อกำหนดของผู้ผลิต

สำหรับเครื่องมือที่จำเป็นต้องตั้งค่าศูนย์ก่อนใช้งาน เช่น เครื่องมัลติมิเตอร์ เครื่องวัดเวอร์เนียคาลิปเปอร์ เครื่องวัดไมโครมิเตอร์ เครื่องชั่งดิจิตอล ออสซิลโลสโคป เครื่องฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ แหล่งจ่ายไฟฟ้า ตาชั่งสปริง และเทอร์โมมิเตอร์ การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวัดให้ดำเนินการตามประเภทของเครื่องมือ ได้แก่ การตั้งค่าศูนย์ (Zero Adjustment) การตรวจสอบความ

ถูกต้อง (Verification) และการสอบเทียบ (Calibration) โดยให้ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเกณฑ์การยอมรับที่กำหนดไว้ในบทที่ 3 หัวข้อ 3.2.4 การควบคุมความถูกต้องของเครื่องมือวัดทางฟิสิกส์ ก่อนนำเครื่องมือไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ

ในกรณีที่พบว่าเครื่องมือมีความคลาดเคลื่อนสูง ทำงานผิดปกติ หรือไม่สามารถใช้งานได้ ผู้ปฏิบัติงานจะดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเบื้องต้น เช่น ความผิดปกติของระบบไฟฟ้า การเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ หรือความเสียหายจากการใช้งาน จากนั้นดำเนินการแก้ไขเบื้องต้นตามขอบเขตที่สามารถดำเนินการได้ หากเกินขีดความสามารถจะประสานผู้เชี่ยวชาญ บริษัทผู้ผลิต หรือดำเนินการตามขั้นตอนการส่งซ่อมของคณะวิทยาศาสตร์ต่อไป

4.2.2.7 ขั้นตอนที่ 7 จัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือลงตะกร้าและจัดเก็บ

รายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ ประกอบด้วยการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ จำนวน 14 บทปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละบทปฏิบัติการมีวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการทดลอง วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่แตกต่างกัน ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการจึงต้องดำเนินการจัดเตรียมชุดวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้สอดคล้องกับรายละเอียดของแต่ละบทปฏิบัติการ เพื่อให้เพียงพอต่อจำนวนนิสิตและกลุ่มปฏิบัติการที่กำหนด ดำเนินการจัดชุดวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือลงใน ตะกร้าปฏิบัติการ ตามรายการอุปกรณ์ (Checklist) ของแต่ละบทปฏิบัติการ โดยตรวจสอบชนิด จำนวน และความครบถ้วนของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้สอดคล้องกับจำนวนนิสิตหรือจำนวนกลุ่มปฏิบัติการ พร้อมติดป้ายระบุชื่อบทปฏิบัติการ หมายเลขกลุ่ม ตามตำแหน่งที่เก็บตะกร้า เพื่อให้สามารถแจกจ่ายได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และลดความผิดพลาดระหว่างการจัดการเรียนการสอน

บทปฏิบัติการทดลองในคู่มือฉบับนี้ประกอบด้วย

1) การทดลองเรื่อง การใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์และไมโครมิเตอร์
2) การทดลองเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (การยืดของสปริง)
3) การทดลองเรื่อง การใช้มัลติมิเตอร์
4) การทดลองเรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าบนบอร์ดอเนกประสงค์
5) การทดลองเรื่อง สมดุลแรง
6) การทดลองเรื่อง แรงเสียดทาน

Library and Learning, University of Phayao

7) การทดลองเรื่อง คานและรอก

8) การทดลองเรื่อง การสั่นและความถี่ธรรมชาติ

9) การทดลองเรื่อง แรงลอยตัว

10) การทดลองเรื่อง ไฟฟ้ากำลัง

11) การทดลองเรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและการใช้ออสซิลโลสโคป

12) การทดลองเรื่อง กฎของฟาราเดย์และการถ่ายโอนพลังงานไร้สาย

13) การทดลองเรื่อง การเคลื่อนที่ของไอออนในสนามไฟฟ้า

14) การทดลองเรื่อง ความจุความร้อน

Library and Learning, University of Phayao

การเตรียมบทปฏิบัติการแต่ละเรื่อง นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้ครบถ้วนและพร้อมใช้งานตามรายการที่กำหนดของแต่ละบทปฏิบัติการ รายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง การใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์และไมโครมิเตอร์

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นิสิตสามารถใช้เครื่องมือวัดทางฟิสิกส์ ได้แก่ เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์และไมโครมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น ก่อนดำเนินการเรียนการสอน นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนด พร้อมตรวจสอบสภาพและความพร้อมใช้งานของเครื่องมือแต่ละรายการ ดังแสดงในภาพที่ 4.12



Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.12 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียมและภาพประกอบการทดลองเรื่องการใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์และไมโครมิเตอร์

1.1 การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์

ภายหลังการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือตามรายการที่กำหนด ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบความครบถ้วนและความพร้อมก่อนนำไปจัดวางประจำโต๊ะปฏิบัติการ โดยพิจารณาตามเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1.1.1 สภาพภายนอกของเครื่องมือ

เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์และไมโครมิเตอร์ต้องมีสภาพสมบูรณ์ ไม่มีรอยแตก บิดงอ สนิม หรือความเสียหายที่อาจส่งผลต่อการวัด

1.1.2 ความสะอาดของพื้นผิววัด

ปากวัดและพื้นผิวสัมผัสของเครื่องมือต้องสะอาด ปราศจากฝุ่น คราบน้ำมัน หรือสิ่งสกปรกที่อาจทำให้ค่าการวัดคลาดเคลื่อน

1.1.3 การทำงานของกลไก

ส่วนที่มีการเคลื่อนที่ของเครื่องมือต้องสามารถเลื่อนหรือหมุนได้อย่างต่อเนื่อง ไม่ติดขัด ไม่หลวม และไม่มีความผิดปกติระหว่างการใช้งาน

1.1.4 ความถูกต้องของตำแหน่งศูนย์

เมื่อปิดปากวัดหรือพื้นผิวสัมผัสของเครื่องมือให้อยู่ในตำแหน่งอ้างอิง ค่าที่อ่านได้ต้องเป็นไปตามเกณฑ์การตรวจสอบและการตั้งศูนย์ที่กำหนดไว้ในบทที่ 3 หัวข้อ 3.2.4 การควบคุมความถูกต้องของเครื่องมือวัดทางฟิสิกส์

1.1.5 ความครบถ้วนของวัสดุและอุปกรณ์

เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ ไมโครมิเตอร์ อะลูมิเนียมโปรไฟล์ และน็อตตัวอย่าง ต้องมีจำนวนครบถ้วนตามรายการที่กำหนดสำหรับแต่ละชุดทดลอง

1.1.6 การพิจารณาผลการตรวจสอบ

เครื่องมือที่ผ่านเกณฑ์ให้จัดเตรียมลงในตะกร้าปฏิบัติการตามรูปแบบที่กำหนด ส่วนเครื่องมือที่พบความผิดปกติหรือไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ให้แยกออกจากการใช้งาน ติดป้ายแสดงสถานะ และดำเนินการแก้ไขหรือประสานการซ่อมบำรุงก่อนนำกลับมาใช้งาน

Library and Learning, University of Phayao

1.2 ข้อควรระวัง

ในการตรวจสอบและจัดเตรียมเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์และไมโครมิเตอร์ก่อนนำไปใช้ในการเรียนการสอน ผู้ปฏิบัติงานควรคำนึงถึงข้อควรระวัง ดังนี้

1.2.1 หลีกเลี่ยงการทำเครื่องมือตก กระแทก หรือได้รับแรงกดที่อาจทำให้ปากวัด แกนวัด หรือส่วนประกอบของเครื่องมือเกิดการบิดเบี้ยวและส่งผลต่อความถูกต้องของการวัด

1.2.2 ไม่ใช้แรงบีบหรือแรงหมุนมากเกินความจำเป็นขณะปิดปากวัด โดยเฉพาะไมโครมิเตอร์ ควรควบคุมแรงสัมผัสให้เหมาะสม เพื่อป้องกันความเสียหายต่อผิวสัมผัสและกลไกภายใน

1.2.3 ไม่ใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์หรือไมโครมิเตอร์วัดชิ้นงานที่กำลังเคลื่อนที่ มีอุณหภูมิสูง หรือมีพื้นผิวที่อาจทำให้ปากวัดและผิวสัมผัสเกิดความเสียหายห้ามใช้เวอร์เนียคาลิปเปอร์แทนเครื่องมืออื่น เช่น คีม งัด หรือขีดชิ้นงาน

1.2.4 ก่อนนำเครื่องมือไปจัดเตรียมสำหรับการทดลอง ต้องตรวจสอบตำแหน่งศูนย์และสภาพการทำงาน หากพบค่าศูนย์คลาดเคลื่อน กลไกติดขัด หลวม หรือมีความเสียหายที่อาจส่งผลต่อผลการวัด ให้แยกเครื่องมือออกจากการใช้งาน

1.2.5 หลีกเลี่ยงการสัมผัสบริเวณผิววัดด้วยมือโดยไม่จำเป็น เนื่องจากความชื้น เหงื่อ หรือคราบสกปรกอาจทำให้เกิดคราบและการกัดกร่อนของพื้นผิวโลหะ

1.3 การดูแลรักษา

ภายหลังการใช้งาน ผู้ปฏิบัติงานตรวจสอบและดูแลรักษาเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์และไมโครมิเตอร์ให้อยู่ในสภาพพร้อมสำหรับการใช้งานครั้งต่อไป โดยดำเนินการดังนี้

1.3.1 ตรวจสอบสภาพเครื่องมือภายหลังการใช้งาน โดยเฉพาะปากวัด ผิวสัมผัสแกนวัด สเกล และส่วนเคลื่อนที่ หากพบความผิดปกติให้บันทึกและแยกเครื่องมือเพื่อดำเนินการแก้ไข

1.3.2 ทำความสะอาดพื้นผิวเครื่องมือและบริเวณผิวสัมผัสสำหรับการวัดให้ปราศจากฝุ่น คราบน้ำมัน ความชื้น และสิ่งสกปรกก่อนจัดเก็บ

Library and Learning University of Phayao

1.3.3 หลังทำความสะอาดควรตรวจสอบให้เครื่องมือแห้งสนิท และไม่ควรจัดเก็บในสภาพที่มีความชื้น เพื่อลดโอกาสการเกิดสนิมและการกัดกร่อน

1.3.4 สำหรับไมโครมิเตอร์ ไม่ควรหมุนแกนวัดให้ผิวสัมผัสทั้งสองด้านกดแน่นเข้าหากันขณะจัดเก็บ ควรเว้นระยะเล็กน้อยเพื่อลดแรงกดค้างที่กลไกและผิวสัมผัส

1.3.5 จัดเก็บเครื่องมือในกล่องหรือบริเวณที่กำหนด โดยหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีความชื้นสูง ฝุ่นละออง ความร้อน การสั่นสะเทือน หรือมีโอกาสได้รับแรงกระแทก

1.3.6 ก่อนนำเครื่องมือกลับมาใช้งานครั้งต่อไป ให้ตรวจสอบสภาพทั่วไป การเคลื่อนที่ของกลไก และตำแหน่งศูนย์อีกครั้ง เพื่อยืนยันความพร้อมก่อนนำไปจัดเตรียมสำหรับการเรียนการสอน

Library and Learning, University of Phayao

2. การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การใช้มัลติมิเตอร์

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นิสิตสามารถใช้มัลติมิเตอร์ในการวัดปริมาณทางไฟฟ้า ได้แก่ ความต่างศักย์ไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานได้อย่างถูกต้อง ก่อนดำเนินการเรียนการสอน นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนด พร้อมตรวจสอบสภาพและความพร้อมใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียมและภาพประกอบการทดลองเรื่องการใช้มัลติมิเตอร์

2.1 การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์

2.1.1 เครื่องมัลติมิเตอร์

ตรวจสอบสภาพและความพร้อมของมัลติมิเตอร์ก่อนจัดเตรียมสำหรับการเรียนการสอน โดยพิจารณาจากสภาพภายนอกของตัวเครื่อง หน้าจอแสดงผล สวิตช์เลือกฟังก์ชัน ขั้วต่อ และสายวัด ซึ่งต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่มีรอยแตก ชำรุด หรือส่วนที่อาจส่งผลต่อความปลอดภัยในการใช้งาน

เมื่อเปิดเครื่อง หน้าจอต้องสามารถแสดงผลได้ตามปกติ สวิตช์เลือกฟังก์ชันและย่านวัดต้องสามารถปรับได้ตามตำแหน่งที่กำหนด สายวัดสีแดงและสีดำต้องมีฉนวนสมบูรณ์ ปลายโพรบไม่หลวม และสามารถเชื่อมต่อกับขั้วของเครื่องได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งฟิวส์ป้องกันภายในเครื่องต้องอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน โดยเฉพาะวงจรสำหรับการวัดกระแสไฟฟ้า

Library and Learning, University of Phayao



ภาพที่ 4.14 แสดงจุดตรวจสอบความพร้อมของมัลติมิเตอร์ก่อนการใช้งาน

2.1.2 เครื่องแหล่งจ่ายไฟฟ้า Power Supply

ตรวจสอบสภาพภายนอก สวิตช์เปิด–ปิด ปุ่มปรับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า หน้าจอแสดงผล ขั้วต่อเอาต์พุต และสายไฟให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ เมื่อเปิดใช้งาน เครื่องต้องสามารถแสดงผลและปรับค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้ตามปกติ รวมทั้งค่าที่แสดงต้องเป็นไปตามเกณฑ์การตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือที่กำหนดไว้ในบทที่ 3

ขั้วต่อขั้วบวก (+) และขั้วลบ (–) ต้องสะอาด ไม่หลวม และไม่มีร่องรอยความเสียหายที่อาจส่งผลต่อการเชื่อมต่อวงจร เมื่อผ่านการตรวจสอบแล้วจึงจัดเตรียมร่วมกับชุดทดลอง



Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.15 แสดงจุดตรวจสอบความพร้อมและส่วนควบคุมที่สำคัญของเครื่องจ่ายไฟฟ้าก่อนการใช้งาน

2.1.3 แบตเตอรี่

ตรวจสอบแบตเตอรี่ขนาด 9 V และ AA ให้ตรงตามชนิดและจำนวนที่กำหนด ตรวจสอบสภาพภายนอกโดยต้องไม่มีการบวม รั่วซึม แตกร้าว เกิดสนิม หรือคราบสารบริเวณขั้วแบตเตอรี่ พร้อมตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าก่อนนำไปใช้งาน และคัดเลือกแบตเตอรี่ตามเกณฑ์ที่กำหนดสำหรับบทปฏิบัติการ

แบตเตอรี่ที่ผ่านเกณฑ์จึงนำไปจัดเตรียมในชุดทดลอง ส่วนแบตเตอรี่ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ หมดอายุ หรือพบความผิดปกติ ให้แยกออกจากการใช้งานและดำเนินการตามแนวทางการจัดการแบตเตอรี่ของห้องปฏิบัติการ

2.1.4 วัสดุและอุปกรณ์ประกอบการทดลอง

ตรวจสอบบอร์ดอเนกประสงค์และตัวต้านทานให้มีจำนวนครบถ้วนตามรายการที่กำหนด บอร์ดต้องมีสภาพสมบูรณ์ ไม่มีรอยแตกหรือความเสียหายบริเวณจุดเชื่อมต่อ ส่วนตัวต้านทานต้องมีขาและตัวถังสมบูรณ์ ไม่แตก หัก หรือมีร่องรอยความเสียหายที่อาจส่งผลต่อการต่อวงจร

เมื่อวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือทั้งหมดผ่านเกณฑ์การตรวจสอบแล้ว ให้จัดเตรียมลงในตะกร้าปฏิบัติการตามจำนวนที่กำหนดสำหรับแต่ละกลุ่มเรียน

2.2 ข้อควรระวัง

2.2.1 ก่อนการวัดทุกครั้งต้องตรวจสอบตำแหน่งสวิตช์เลือกฟังก์ชันและย่านวัดของมัลติมิเตอร์ให้เหมาะสมกับปริมาณทางไฟฟ้าที่ต้องการวัด

2.2.2 ตรวจสอบการเสียบสายวัดให้ตรงกับขั้วและประเภทการวัด โดยเฉพาะการวัดกระแสไฟฟ้า เพื่อป้องกันความเสียหายต่อฟิวส์และวงจรภายในมัลติมิเตอร์

2.2.3 ห้ามใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าที่เกินพิกัดของเครื่อง และหลีกเลี่ยงการสัมผัสส่วนโลหะของปลายโพรบขณะทำการวัด

2.2.4 ก่อนต่อหรือเปลี่ยนแปลงวงจร ให้ปิดแหล่งจ่ายไฟหรือปรับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของแหล่งจ่ายให้อยู่ในค่าต่ำสุดตามความเหมาะสม

2.2.5 ห้ามลัดวงจรบริเวณขั้วเอาต์พุตของแหล่งจ่ายไฟ และต้องตรวจสอบขั้วบวก (+) และขั้วลบ (–) ให้ถูกต้องก่อนจ่ายไฟเข้าสู่วงจร

2.2.6 ห้ามใช้แบตเตอรี่ที่มีลักษณะบวม รั่วซึม เกิดสนิม หรือมีความเสียหายบริเวณขั้ว และไม่ควรผสมแบตเตอรี่ต่างชนิดหรือต่างสภาพการใช้งานในอุปกรณ์เดียวกัน

Library and Learning University of Phayao

2.2.7 หากพบความผิดปกติ เช่น หน้าจอไม่แสดงผล ค่าที่วัดได้ผิดปกติ สายวัดชำรุด หรือแหล่งจ่ายไฟทำงานผิดปกติ ให้หยุดใช้งานและแยกอุปกรณ์ออกจากชุดทดลองเพื่อตรวจสอบก่อนนำกลับมาใช้งาน

2.3 การดูแลรักษา

2.3.1 ภายหลังการใช้งาน ให้ตรวจสอบสภาพและทำความสะอาดมัลติมิเตอร์ สายวัด แหล่งจ่ายไฟ และอุปกรณ์ประกอบก่อนจัดเก็บ โดยจัดเก็บในบริเวณที่แห้ง สะอาด มีการระบายอากาศที่เหมาะสม และหลีกเลี่ยงความชื้น ฝุ่นละออง ความร้อน และแรงกระแทก

2.3.2 สายวัดของมัลติมิเตอร์ควรจัดเก็บโดยไม่พับหรือม้วนแน่นจนเกินไป ตรวจสอบสภาพฉนวนและปลายโพรบเป็นระยะ ส่วนแหล่งจ่ายไฟควรตรวจสอบสายไฟ ขั้วต่อ และระบบระบายอากาศให้สะอาดและพร้อมใช้งาน สำหรับแบตเตอรี่ให้แยกจัดเก็บตามชนิดและสถานะการใช้งาน และหมุนเวียนการใช้งานตามระบบที่ห้องปฏิบัติการกำหนด

2.3.3 เครื่องมือที่พบความผิดปกติหรือมีผลการตรวจสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ให้แยกออกจากการใช้งาน ติดป้ายแสดงสถานะ และดำเนินการตรวจสอบ ซ่อมบำรุง หรือเปลี่ยนทดแทนก่อนนำกลับมาใช้งานในการเรียนการสอน

Library and Learning, University of Phayao

3. การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าบนบอร์ดอเนกประสงค์

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นิสิตสามารถประกอบและทดสอบวงจรไฟฟ้าพื้นฐานบนบอร์ดอเนกประสงค์ได้อย่างถูกต้อง ก่อนดำเนินการเรียนการสอน นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนด พร้อมตรวจสอบสภาพและความพร้อมใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.16 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่จัดเตรียมสำหรับบทปฏิบัติการ เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าบนบอร์ดอเนกประสงค์

Library and Learning Resources University of Phayao

3.1 การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์

3.1.1 บอร์ดอเนกประสงค์ (Breadboard)

ตรวจสอบสภาพของบอร์ดอเนกประสงค์ โดยตัวบอร์ดต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่แตกร้าว บิดงอ หรือมีร่องรอยความเสียหาย ช่องเสียบอุปกรณ์ต้องสามารถยึดขาอุปกรณ์และสายต่อวงจรได้อย่างเหมาะสม ไม่หลวมหรือติดขัดจนส่งผลต่อการเชื่อมต่อทางไฟฟ้า บอร์ดที่ผ่านเกณฑ์จึงนำไปจัดเตรียมสำหรับการทดลอง

3.1.2 ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และหลอด LED

ตรวจสอบชนิด ค่าพิกัด และสภาพของอุปกรณ์ให้ตรงตามรายการที่กำหนด ตัวต้านทานต้องมีแถบสีหรือรหัสค่าที่สามารถตรวจสอบได้ และมีค่าความต้านทานเป็นไปตามค่าที่กำหนด ตัวเก็บประจุต้องมีตัวถังและขาอุปกรณ์สมบูรณ์ ไม่บวม รั่ว แตก หรือชำรุด ส่วนหลอด LED ต้องมีตัวถังและขาอุปกรณ์สมบูรณ์ และสามารถระบุขั้วแอโนด (Anode) และแคโทด (Cathode) ได้อย่างชัดเจน

3.1.3 ทรานซิสเตอร์

ตรวจสอบชนิดและหมายเลขรุ่นของทรานซิสเตอร์ให้ตรงตามที่กำหนด ตัวถังและขาอุปกรณ์ต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่แตก หัก บิดงอ หรือเกิดสนิม และสามารถระบุตำแหน่งขา Emitter, Base และ Collector ได้อย่างถูกต้องตามข้อมูลของอุปกรณ์ก่อนนำไปจัดเตรียมในชุดทดลอง



Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.17 แสดงจุดตรวจสอบขั้วของหลอด LED และตำแหน่งขาของทรานซิสเตอร์ก่อนการใช้งาน

3.1.4 สายต่อวงจร (Jumper Wire) และความครบถ้วนของชุดทดลอง

ตรวจสอบสายต่อวงจรให้มีจำนวนและขนาดตามที่กำหนด สายและขั้วต่ออยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่ขาด หลวม หรือมีส่วนตัวนำเปิดเผยที่อาจทำให้เกิดการลัดวงจร จากนั้นตรวจนับวัสดุและอุปกรณ์ทั้งหมดให้ครบถ้วนตามรายการของแต่ละชุดทดลองก่อนจัดลงในตะกร้าปฏิบัติการ

3.1.5 มัลติมิเตอร์และแบตเตอรี่ขนาด 9 V

ตรวจสอบความพร้อมตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในหัวข้อการเตรียมบทปฏิบัติการที่ 2 และจัดเตรียมให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนดก่อนการเรียนการสอน

3.2 ข้อควรระวัง

3.2.1 ตรวจสอบชนิด ค่าพิกัด และหมายเลขรุ่นของอุปกรณ์ให้ตรงตามที่กำหนดก่อนนำไปประกอบวงจร

3.2.2 ตรวจสอบขั้วของตัวเก็บประจุชนิดมีขั้วและหลอด LED ให้ถูกต้องก่อนการต่อวงจรเพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์

3.2.3 ตรวจสอบตำแหน่งขาของทรานซิสเตอร์ ได้แก่ Emitter, Base และ Collector ให้ตรงตามข้อมูลของอุปกรณ์รุ่นที่ใช้งาน

3.2.4 ไม่ควรออกแรงกดหรือดึงอุปกรณ์ขณะเสียบหรือถอดออกจากบอร์ดอเนกประสงค์มากเกินไป เพื่อป้องกันขาอุปกรณ์และช่องเสียบเกิดความเสียหาย

3.2.5 หลีกเลี่ยงการใช้อุปกรณ์ที่มีตัวถังแตก ขาหัก บิดงอ เกิดสนิม หรือมีร่องรอยความเสียหายจากความร้อน

3.2.6 ก่อนจ่ายไฟเข้าสู่วงจร ต้องตรวจสอบการต่อวงจร ขั้วของอุปกรณ์ และตำแหน่งสายเชื่อมต่อให้ถูกต้อง เพื่อลดความเสี่ยงต่อการลัดวงจรและความเสียหายของอุปกรณ์

3.3 การดูแลรักษา

3.3.1 ภายหลังการใช้งาน ตรวจสอบและทำความสะอาดบอร์ดอเนกประสงค์และอุปกรณ์ โดยต้องไม่มีเศษขาอุปกรณ์หรือสิ่งสกปรกตกค้างบริเวณช่องเสียบ

3.3.2 แยกจัดเก็บตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ LED และทรานซิสเตอร์ตามชนิด ค่าพิกัด และหมายเลขรุ่น พร้อมติดฉลากให้สามารถระบุและนำกลับมาใช้งานได้อย่างถูกต้อง

3.3.3 จัดเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในภาชนะหรือกล่องที่เหมาะสม ในบริเวณที่แห้ง สะอาด และป้องกันความชื้น ฝุ่นละออง และแรงกระแทก

Library and Learning, University of Phayao

3.3.4 สายต่อวงจรควรจัดเก็บอย่างเป็นระเบียบ ไม่พับหรือดึงบริเวณขั้วต่อจนเกิดความเสียหาย และตรวจสอบสภาพก่อนนำกลับมาใช้งาน

3.3.5 อุปกรณ์ที่พบความผิดปกติหรือไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ ให้แยกออกจากอุปกรณ์พร้อมใช้งาน และดำเนินการเปลี่ยนทดแทนก่อนจัดเตรียมสำหรับการเรียนการสอนครั้งต่อไป

3.3.6 ภายหลังการทดลอง ให้ตรวจนับวัสดุและอุปกรณ์เทียบกับรายการเบิกจ่าย และจัดเก็บให้ครบถ้วนตามตำแหน่งที่กำหนด

4. การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคู่อันดับ XY (การยืดของสปริง)

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นิสิตศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่กระทำต่อสปริงกับระยะยืดของสปริง บันทึกและวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องโดยใช้ความสัมพันธ์เชิงเส้นได้ ก่อนดำเนินการเรียนการสอน นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนด พร้อมตรวจสอบสภาพและความพร้อมใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.18 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่จัดเตรียมสำหรับบทปฏิบัติการ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคู่อันดับ XY (การยืดของสปริง)

Library and Learning, University of Phayao

4.1 การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์

4.1.1 สปริง

ตรวจสอบสภาพของสปริงทั้ง 2 ขนาด โดยสปริงต้องไม่มีรอยแตกร้าว สนิม การบิดงอหรือการเสียรูปถาวร (Permanent Deformation) ขดสปริงต้องมีลักษณะสม่ำเสมอ และสามารถคืนสู่สภาพเดิมได้เมื่อไม่มีแรงกระทำ ตะขอหรือห่วงบริเวณปลายสปริงต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์และสามารถแขวนกับชุดทดลองได้อย่างมั่นคง

4.1.2 มวลมาตรฐาน

ตรวจสอบมวลมาตรฐานให้มีจำนวนและค่ามวลครบถ้วนตามที่กำหนด มวลและตะขอแขวนต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่มีรอยแตก บิ่น หรือความเสียหายที่อาจทำให้มวลหลุดระหว่างการทดลอง และต้องสามารถแขวนกับสปริงได้อย่างมั่นคง

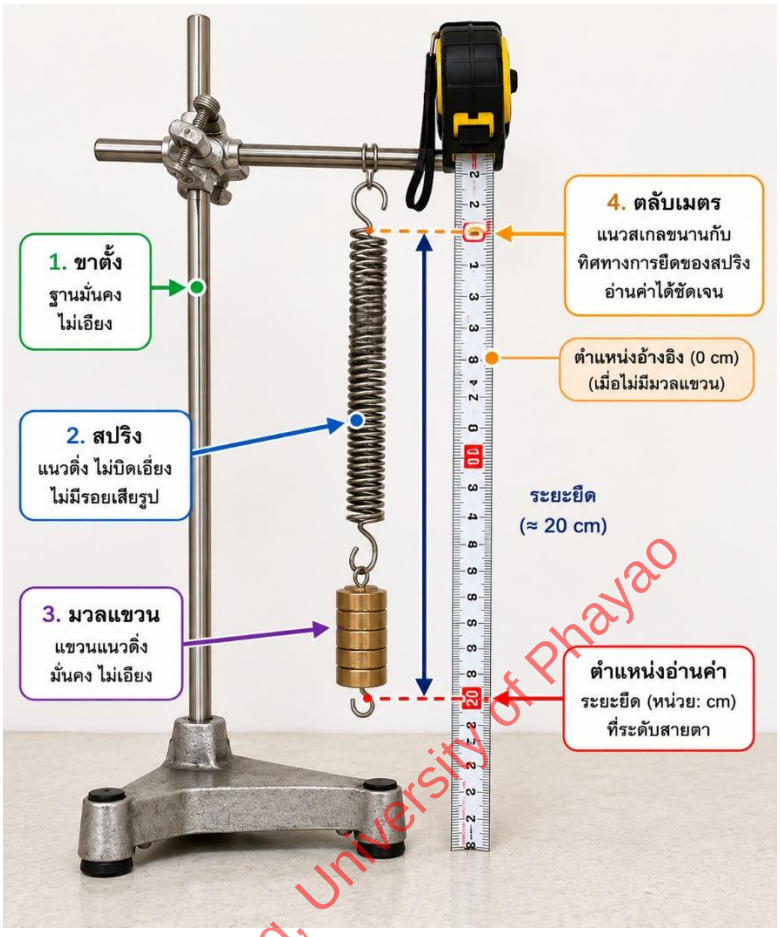
4.1.3 ชุดขาตั้งและตลับเมตร

ตรวจสอบฐาน เสา แคลมป์ และจุดยึดของชุดขาตั้งให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ฐานต้องวางได้มั่นคง เสาตั้งไม่เอียง และแคลมป์สามารถยึดสปริงและตลับเมตรได้แน่นโดยไม่เลื่อนตำแหน่งระหว่างการทดลอง

ตลับเมตรต้องสามารถดึงออกและม้วนกลับได้ตามปกติ สเกลและตัวเลขต้องสามารถอ่านได้ชัดเจน ไม่มีรอยชำรุดที่ส่งผลต่อการอ่านค่า และเมื่อติดตั้งสำหรับการทดลอง ต้องสามารถจัดตำแหน่งแนวสเกลให้สอดคล้องกับแนวการยืดตัวของสปริง เพื่อให้สามารถอ่านค่าระยะยืดได้อย่างเหมาะสม

เมื่อเครื่องมือและอุปกรณ์ทั้งหมดผ่านเกณฑ์การตรวจสอบแล้ว ให้จัดเตรียมตามรูปแบบของชุดทดลองและตรวจนับจำนวนให้ครบถ้วนก่อนนำไปใช้ในการเรียนการสอน

Library and Learning, University of Phayao



ภาพที่ 4.20 แสดงการจัดวางและตำแหน่งตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองการยืดของสปริง

Library and Learning, University of Phayao

4.2 ข้อควรระวัง

4.2.1 ตรวจสอบความมั่นคงของฐาน เสา และแคลมป์ทุกครั้งก่อนแขวนสปริงและมวล เพื่อป้องกันชุดทดลองล้มหรืออุปกรณ์หลุดระหว่างการทดลอง

4.2.2 ไม่แขวนมวลเกินช่วงการใช้งานที่เหมาะสมของสปริง เพื่อป้องกันสปริงเกิดการยืดถาวรและทำให้คุณสมบัติของสปริงเปลี่ยนแปลง

4.2.3 แขวนมวลในแนวดิ่งและตรวจสอบให้ตะขอเกี่ยวอยู่ในตำแหน่งที่มั่นคง เพื่อลดความเสี่ยงจากมวลหลุดหรือตกลงพื้น

4.2.4 จัดแนวตลับเมตรให้ขนานกับแนวการยืดของสปริง และอ่านค่าที่ระดับสายตา เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากพารัลแลกซ์ (Parallax Error)

4.2.5 ระมัดระวังไม่ให้สปริงดีดกลับขณะถอดหรือเปลี่ยนมวล และควรถอดมวลออกทีละชิ้นอย่างระมัดระวัง

4.2.6 หากพบสปริงเสียรูป ตะขอชำรุด มวลแขวนไม่มั่นคง หรือชุดขาตั้งหลวม ให้หยุดใช้งานและเปลี่ยนอุปกรณ์ก่อนดำเนินการทดลอง

4.3 การดูแลรักษา

4.3.1 ภายหลังการใช้งาน ให้ถอดมวลออกจากสปริงทั้งหมด ไม่ควรปล่อยให้สปริงรับน้ำหนักค้างไว้ระหว่างการจัดเก็บ

4.3.2 ตรวจสอบสภาพสปริงและทำความสะอาดก่อนจัดเก็บ โดยหลีกเลี่ยงการดัด บิด หรือกดทับสปริง ซึ่งอาจทำให้เกิดการเสียรูปถาวร

4.3.3 แยกจัดเก็บมวลมาตรฐานตามค่ามวลและตรวจนับจำนวนให้ครบถ้วน เพื่อสะดวกต่อการตรวจสอบและจัดเตรียมในการใช้งานครั้งต่อไป

4.3.4 ปลดล็อกและม้วนเก็บตลับเมตรอย่างระมัดระวัง ไม่ปล่อยให้สายวัดดีดกลับอย่างรวดเร็ว และจัดเก็บในบริเวณที่แห้งและสะอาด

4.3.5 ตรวจสอบฐาน เสา แคลมป์ และจุดยึดของชุดขาตั้งเป็นระยะ โดยส่วนประกอบต้องสามารถยึดและปรับตำแหน่งได้อย่างมั่นคง

4.3.6 หากพบอุปกรณ์ชำรุด เสียรูป หรือมีสภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ให้แยกออกจากอุปกรณ์พร้อมใช้งาน และดำเนินการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนทดแทนก่อนนำกลับมาใช้งาน

Library and Learning, University of Phayao

5. การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 5 เรื่อง สมดุลแรง

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นิสิตสามารถแยกองค์ประกอบของแรงในแนวแกน และศึกษาสภาวะสมดุลของแรงจากการรวมแรงที่กระทำต่อวัตถุได้ ก่อนดำเนินการเรียนการสอน นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนด พร้อมตรวจสอบสภาพและความพร้อมใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4.21



Library and Learning, University of Phayao

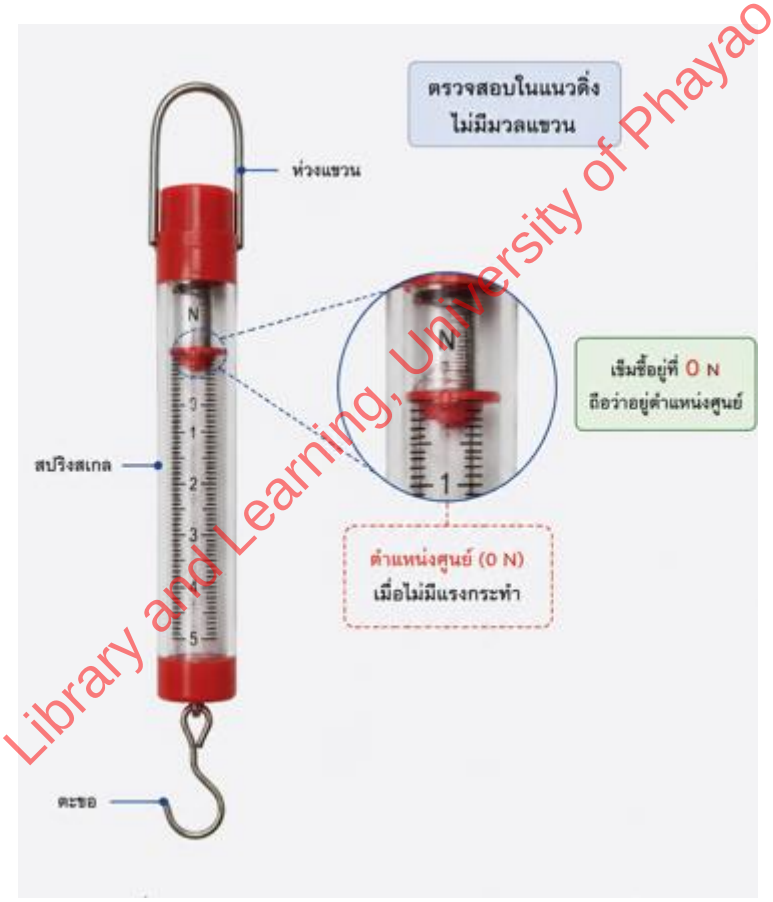
ภาพที่ 4.21 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่จัดเตรียมสำหรับบทปฏิบัติการ เรื่อง สมดุลแรง

5.1 การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์

5.1.1 สปริงสเกล

ตรวจสอบสภาพภายนอกของสปริงสเกล ตัวเรือน สเกล ตะขอ และห่วงแขวนให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ สปริงภายในต้องสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ไม่ติดขัด และกลับสู่ตำแหน่งเดิมเมื่อไม่มีแรงกระทำ ตัวเลขและเส้นแบ่งสเกลต้องสามารถอ่านได้อย่างชัดเจน

ก่อนนำไปใช้งาน ให้ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ (Zero Adjustment) และความถูกต้องของค่าที่อ่านได้ตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในบทที่ 3 เครื่องมือที่ผ่านเกณฑ์จึงนำไปจัดเตรียมสำหรับการเรียนการสอน



Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.22 แสดงการตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ของสปริงสเกลก่อนการใช้งาน

5.1.2 มวลมาตรฐานและชุดแขวนมวล

ตรวจสอบมวลมาตรฐานให้มีค่ามวลและจำนวนครบถ้วนตามที่กำหนด มวลและตะขอแขวนต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่มีรอยแตก บิ่น หรือความเสียหายที่อาจทำให้มวลหลุดระหว่างการทดลอง และสามารถแขวนกับเชือกหรืออุปกรณ์ประกอบได้อย่างมั่นคง

5.1.3 แผ่นองศา เชือก และรอก

ตรวจสอบแผ่นองศาให้สเกลและตัวเลขสามารถอ่านได้ชัดเจน ไม่มีรอยแตกหรือบิดงอที่ส่งผลต่อการอ่านค่า เชือกต้องมีความยาวตามที่กำหนดและไม่มีรอยขาด ลุ่ย หรือปมที่อาจรบกวนการทดลอง

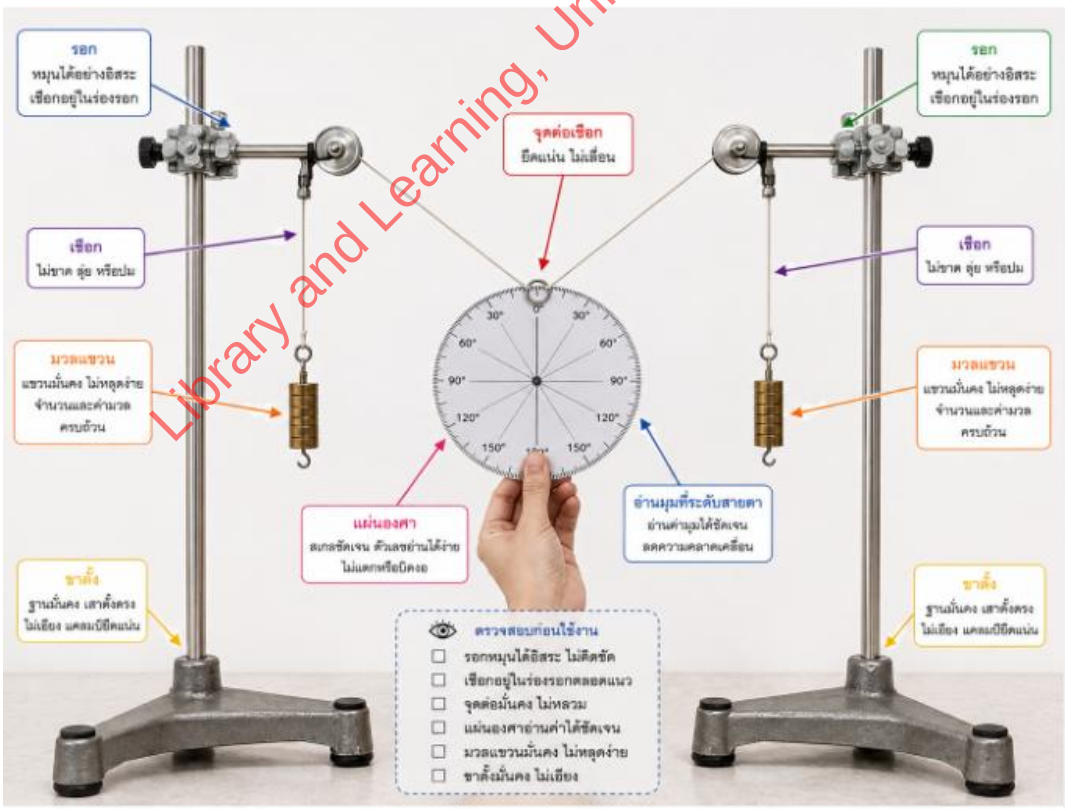
ตรวจสอบรอกให้ล้อรอกสามารถหมุนได้อย่างอิสระ ไม่ติดขัดหรือฝืดผิดปกติ ร่องรอกและจุดยึดต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ เพื่อให้เชือกสามารถเคลื่อนที่ผ่านรอกได้อย่างเหมาะสม

5.1.4 ชุดขาตั้งและความพร้อมของชุดทดลอง

ตรวจสอบฐาน เสา และแคลมป์ของชุดขาตั้งให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ฐานต้องวางได้มั่นคง เสาตั้งไม่เอียง และแคลมป์สามารถยึดอุปกรณ์ได้แน่นโดยไม่เลื่อนตำแหน่งระหว่างการทดลอง

เมื่อเครื่องมือและอุปกรณ์ทั้งหมดผ่านเกณฑ์การตรวจสอบแล้ว ให้ตรวจนับจำนวนและจัดเตรียมให้ครบถ้วนตามรายการของแต่ละชุดทดลองก่อนนำไปใช้ในการเรียนการสอน

Library and Learning, University of Phayao



ภาพที่ 4.23 แสดงการจัดวางและตำแหน่งตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองสมดุลแรง

5.2 ข้อควรระวัง

5.2.1 ตรวจสอบความมั่นคงของฐาน เสา แคลมป์ และจุดยึดก่อนติดตั้งอุปกรณ์ทุกครั้ง เพื่อป้องกันชุดทดลองล้มหรือเลื่อนตำแหน่งระหว่างการใช้งาน

5.2.2 ไม่แขวนมวลเกินพิกัดของสปริงสเกล เพื่อป้องกันสปริงเสียรูปและทำให้ค่าที่อ่านได้คลาดเคลื่อน

5.2.3 ตรวจสอบให้เชือกอยู่ภายในร่องของรอกอย่างถูกต้อง และไม่มีปมหรือส่วนที่อาจทำให้การเคลื่อนที่ของเชือกติดขัด

5.2.4 ระมัดระวังมวลแขวนหลุดหรือตก โดยต้องตรวจสอบตะขอและจุดแขวนให้มั่นคงก่อนการทดลอง

5.2.5 อ่านค่าสปริงสเกลและแผ่นองศาที่ระดับสายตา เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากพารัลแลกซ์ (Parallax Error)

5.2.6 ไม่ดึงสปริงสเกลหรือเชือกอย่างรวดเร็วหรือรุนแรง เพราะอาจทำให้เครื่องมือเสียหายหรือชุดทดลองเคลื่อนตำแหน่ง

5.2.7 หากพบสปริงสเกลไม่คืนตำแหน่งศูนย์ รอกหมุนติดขัด เชือกชำรุด หรือชุดขาตั้งไม่มั่นคง ให้แยกอุปกรณ์ออกจากการใช้งานก่อนดำเนินการทดลอง

5.3 การดูแลรักษา

5.3.1 ภายหลังการใช้งาน ให้ปลดมวลออกจากสปริงสเกลและเชือกทั้งหมด เพื่อไม่ให้เครื่องมือรับแรงค้างขณะจัดเก็บ

5.3.2 ทำความสะอาดสปริงสเกล แผ่นองศา รอก และชุดขาตั้ง และตรวจสอบสภาพก่อนจัดเก็บ

5.3.3 จัดเก็บมวลมาตรฐานแยกตามค่ามวล พร้อมตรวจนับจำนวนให้ครบถ้วน

5.3.4 ม้วนเชือกเก็บอย่างเป็นระเบียบโดยไม่ผูกหรือพับจนเกิดรอยหัก และหลีกเลี่ยงบริเวณที่มีความชื้น

5.3.5 ตรวจสอบการหมุนของรอกและจุดยึดเป็นระยะ หากพบการติดขัดหรือผิดปกติให้ดำเนินการทำความสะอาดหรือบำรุงรักษาตามความเหมาะสม

5.3.6 ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์และสภาพของสปริงสเกลก่อนนำกลับมาใช้งาน หากไม่ผ่านเกณฑ์ให้แยกออกจากอุปกรณ์พร้อมใช้งาน

Library and Learning, University of Phayao

5.3.7 จัดเก็บอุปกรณ์ในบริเวณที่แห้ง สะอาด และป้องกันความชื้น ฝุ่นละออง และแรงกระแทก

6. การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 6 เรื่อง แรงเสียดทาน

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์นิสิตสามารถทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างผิววัสดุชนิดต่าง ๆ ได้ ก่อนดำเนินการเรียนการสอน นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนด พร้อมตรวจสอบสภาพและความพร้อมใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4.24

Library and Learning University of Phayao



ภาพที่ 4.24 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียมและภาพประกอบการทดลองเรื่องแรงเสียดทาน

6.1 การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์

6.1.1 ชุดพื้นเอียง

ตรวจสอบสภาพของชุดพื้นเอียง โดยพื้นผิวสัมผัสต้องเรียบ สะอาด แห้ง ไม่มีฝุ่น คราบน้ำมัน หรือสิ่งสกปรกที่อาจส่งผลต่อค่าแรงเสียดทาน โครงสร้างและฐานต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์และวางได้อย่างมั่นคง กลไกปรับมุมต้องสามารถปรับและยึดตำแหน่งได้โดยไม่เลื่อนหรือคลายตัวระหว่างการทดลอง

ตรวจสอบสเกลองศาของชุดพื้นเอียงให้ตัวเลขและเส้นแบ่งสเกลสามารถอ่านได้ชัดเจน และตรวจสอบตำแหน่งอ้างอิงของมุมก่อนนำไปใช้งาน เพื่อให้สามารถกำหนดมุมของพื้นเอียงได้อย่างเหมาะสม

6.1.2 สปริงสเกล

ตรวจสอบตัวเรือน สเกล ตะขอ และห่วงของสปริงสเกลให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ สปริงภายในต้องเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ ไม่ติดขัด และกลับสู่ตำแหน่งเดิมเมื่อไม่มีแรงกระทำ ตัวเลขและเส้นแบ่งสเกลต้องอ่านได้ชัดเจน

ก่อนใช้งานให้ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ (Zero Adjustment) และความถูกต้องของเครื่องมือตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในบทที่ 3 หากไม่สามารถปรับศูนย์หรือพบความผิดปกติ ให้แยกออกจากอุปกรณ์พร้อมใช้งาน

6.1.3 ก้อนมวลและพื้นผิวสัมผัส

ตรวจสอบก้อนมวลให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนด โดยก้อนมวลต้องไม่มีรอยแตก บิ่น หรือชำรุด พื้นผิวด้านที่ใช้สัมผัสกับพื้นเอียงต้องเรียบ สะอาด และไม่มีสิ่งสกปรกติดอยู่ เนื่องจากสภาพของพื้นผิวมีผลโดยตรงต่อแรงเสียดทานและผลการทดลอง

สำหรับวัสดุหรือพื้นผิวสัมผัสที่แตกต่างกัน ต้องตรวจสอบชนิดและสภาพให้ตรงตามที่กำหนด และใช้ผ้าสะอาดเช็ดพื้นผิวก่อนจัดเตรียม เพื่อให้แต่ละชุดทดลองมีสภาพเริ่มต้นใกล้เคียงกัน

เมื่ออุปกรณ์ทั้งหมดผ่านเกณฑ์การตรวจสอบแล้ว ให้ตรวจนับจำนวนและจัดเตรียมเป็นชุดสำหรับแต่ละกลุ่มเรียนก่อนนำไปใช้ในการเรียนการสอน

Library and Learning, University of Phayao



ภาพที่ 4.25 แสดงการจัดวางและตำแหน่งตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองแรงเสียดทาน

6.2 ข้อควรระวัง

6.2.1 ตรวจสอบความมั่นคงของชุดพื้นเอียงและกลไกยึดตำแหน่งก่อนเริ่มการทดลองทุกครั้ง

6.2.2 ไม่ปรับมุมของชุดพื้นเอียงอย่างรวดเร็ว และต้องตรวจสอบให้กลไกล็อกมุมยึดตำแหน่งได้อย่างมั่นคง

6.2.3 ตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ของสปริงสเกลก่อนการวัดทุกครั้ง

6.2.4 ขณะใช้สปริงสเกลดึงก้อนมวล ควรให้แนวแรงดึงอยู่ในแนวที่กำหนดและไม่ดึงกระชาก เพื่อไม่ให้ค่าที่อ่านได้คลาดเคลื่อน

6.2.5 รักษาสภาพพื้นผิวสัมผัสของก้อนมวลและพื้นเอียงให้สะอาดและแห้งตลอดการทดลอง เนื่องจากฝุ่น ความชื้น และคราบสกปรกอาจทำให้ค่าแรงเสียดทานเปลี่ยนแปลง

6.2.6 ไม่ใช้ก้อนมวลหรือพื้นผิวที่มีรอยแตก บิ่น โก่งงอ หรือมีความเสียหายที่อาจส่งผลต่อพื้นที่สัมผัส

6.2.7 หลังการทดลองให้ปรับชุดพื้นเอียงกลับสู่ตำแหน่งที่ปลอดภัยก่อนถอดหรือจัดเก็บอุปกรณ์

Library and Learning, University of Phayao

6.3 การดูแลรักษา

6.3.1 เช็ดทำความสะอาดพื้นผิวของชุดพื้นเอียงและก้อนมวลหลังการใช้งานทุกครั้ง โดยใช้ผ้าสะอาดและแห้ง เพื่อกำจัดฝุ่นและสิ่งสกปรกที่อาจส่งผลต่อสภาพพื้นผิว

6.3.2 จัดเก็บก้อนมวลแยกตามชนิดของพื้นผิวสัมผัส และหลีกเลี่ยงการวางซ้อนหรือกระแทกที่อาจทำให้พื้นผิวเกิดรอย

6.3.3 ตรวจสอบกลไกปรับมุม จุดยึด และแคลมป์ของชุดพื้นเอียงเป็นระยะ หากพบการหลวมหรือติดขัดให้ดำเนินการแก้ไขก่อนนำกลับมาใช้งาน

6.3.4 ภายหลังการใช้งานให้คลายแรงหรือปรับชุดพื้นเอียงกลับสู่ตำแหน่งจัดเก็บ ไม่ควรปล่อยกลไกให้อยู่ภายใต้แรงค้างเป็นเวลานาน

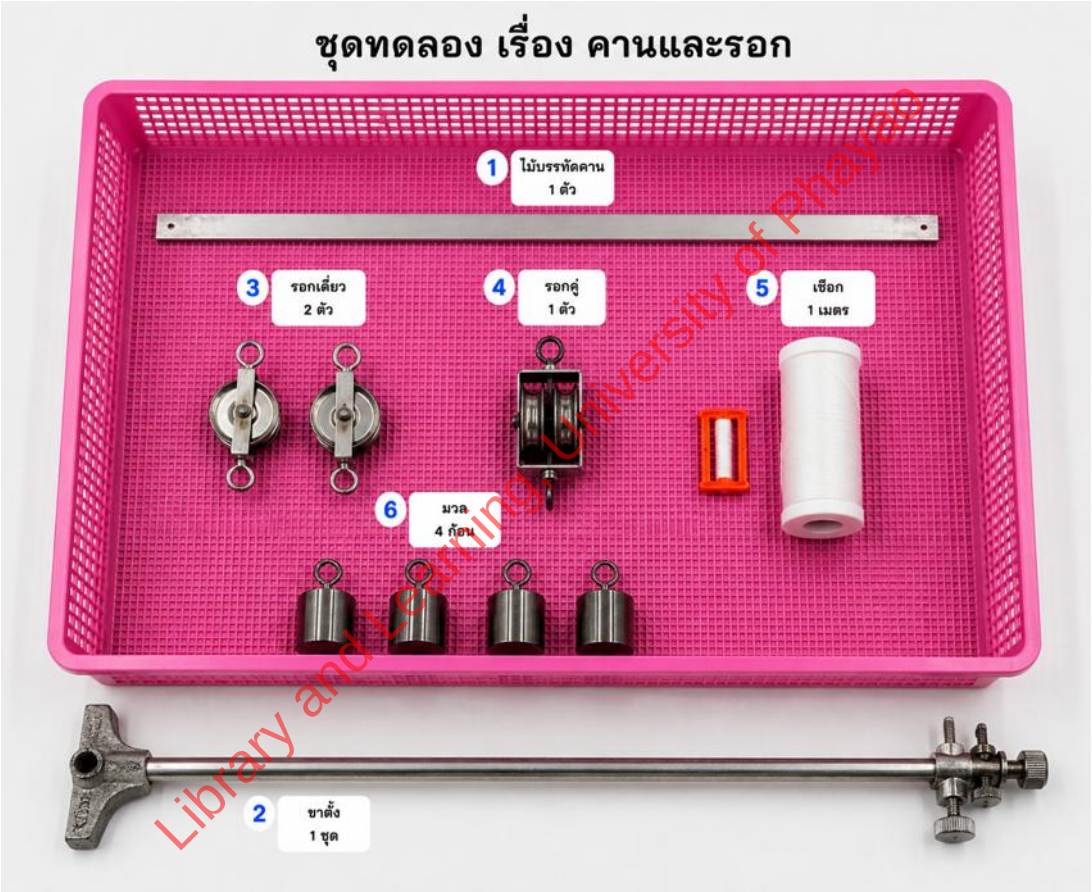
6.3.5 ตรวจสอบสภาพพื้นผิวสัมผัสเป็นระยะ หากเกิดรอยสึก รอยขีดข่วน หรือความเสียหายที่อาจมีผลต่อค่าแรงเสียดทาน ให้แยกออกจากการใช้งานและพิจารณาซ่อมแซมหรือเปลี่ยนทดแทน

6.3.6 จัดเก็บอุปกรณ์ในบริเวณที่แห้ง สะอาด และป้องกันความชื้น ฝุ่นละออง และแรงกระแทก

Library and Learning, University of Phayao

7. การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 7 เรื่องคานและรอก

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นิสิตทดลองและคำนวณสมดุลของคานและรอก สามารถอธิบายการผ่อนแรงหรือไม่ผ่อนแรงของระบบคานและรอกได้ ก่อนดำเนินการเรียนการสอน นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนด พร้อมตรวจสอบสภาพและความพร้อมใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.26 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียมและภาพประกอบการทดลองเรื่องตานและรอก

7.1 การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์

7.1.1 ไม้บรรทัดคาน

ตรวจสอบสภาพของไม้บรรทัดคานให้มีลักษณะตรง ไม่โก่งงอ แตกร้าว หรือมีความเสียหายที่อาจส่งผลต่อการทดลอง ตรวจสอบตัวเลขและเส้นแบ่งสเกลให้สามารถอ่านค่าได้อย่างชัดเจน รวมทั้งตรวจสอบจุดแขวนและตำแหน่งอ้างอิงต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ เพื่อให้สามารถกำหนดตำแหน่งของแรงบนคานได้อย่างถูกต้อง

7.1.2 รอกเดี่ยวและรอกคู่

ตรวจสอบสภาพของรอกเดี่ยวและรอกคู่ โดยล้อรอกต้องสามารถหมุนได้อย่างอิสระและต่อเนื่อง ไม่มีอาการฝืด ติดขัด หรือแกว่งผิดปกติ แกนหมุน ร่องรอก และจุดเกี่ยวต้องอยู่ในสภาพสมบูรณ์ ร่องรอกต้องสามารถรองรับเชือกได้โดยเชือกไม่หลุดออกจากแนวระหว่างการใช้งาน

7.1.3 เชือกและชุดมวลมาตรฐาน

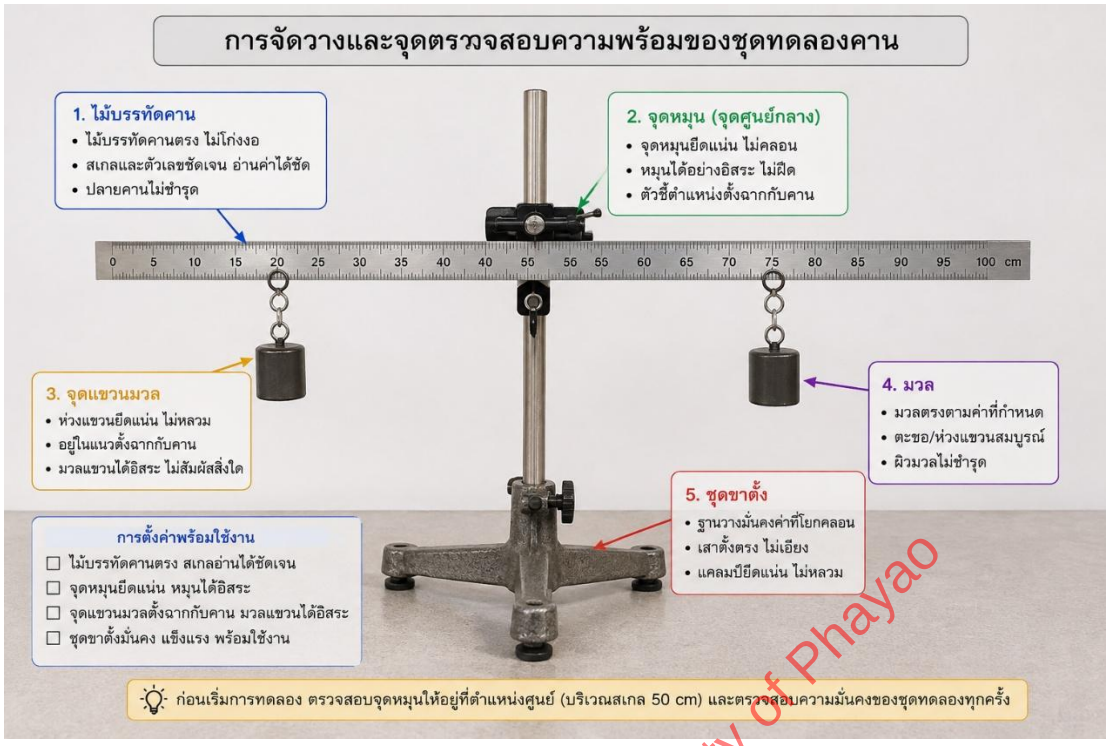
ตรวจสอบเชือกให้มีความยาวตามที่กำหนด ไม่มีรอยขาด ลุ่ย ปม หรือการบิดพันที่อาจรบกวนการเคลื่อนที่ผ่านรอก ส่วนมวลมาตรฐานต้องมีจำนวนและค่ามวลครบถ้วนตามที่กำหนด พร้อมตรวจสอบตะขอหรือจุดแขวนให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์และสามารถแขวนได้อย่างมั่นคง

7.1.4 ชุดขาตั้งและความพร้อมของชุดทดลอง

ตรวจสอบฐาน เสา และแคลมป์ของชุดขาตั้งให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ฐานต้องวางได้มั่นคง เสาตั้งไม่เอียง และแคลมป์หรือจุดยึดต้องสามารถยึดคานและรอกได้อย่างมั่นคงโดยไม่เลื่อนตำแหน่ง

เมื่อเครื่องมือและอุปกรณ์ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบแล้ว ให้ตรวจนับจำนวนและจัดเตรียมเป็นชุดให้ครบถ้วนตามจำนวนกลุ่มเรียนก่อนนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

Library and Learning, University of Phayao



ภาพที่ 4.27 แสดงการจัดวางและตำแหน่งตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองคาน



ภาพที่ 4.28 แสดงการจัดวางและตำแหน่งตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองรอก

Library and Learning, University of Phayao

7.2 ข้อควรระวัง

7.2.1 ตรวจสอบความมั่นคงของฐาน เสา แคลมป์ และจุดยึดก่อนเริ่มการทดลองทุกครั้ง เพื่อป้องกันชุดทดลองล้มหรืออุปกรณ์หลุดระหว่างใช้งาน

7.2.2 ไม่แขวนมวลเกินพิกัดที่รอก เชือก หรือชุดขาตั้งสามารถรองรับได้

7.2.3 ตรวจสอบให้เชือกอยู่ในร่องของรอกอย่างถูกต้อง และไม่มีปมหรือการพันกันที่อาจรบกวนการหมุนของรอก

7.2.4 ไม่ดึงเชือกอย่างรวดเร็วหรือกระชาก เพราะอาจทำให้เชือกหลุดจากร่องรอก มวลแกว่ง หรือชุดทดลองเสียหาย

7.2.5 ระมัดระวังไม่ให้มวลแขวนตกกระแทกพื้น และหลีกเลี่ยงการวางมือหรือส่วนของร่างกายใต้แนวของมวลแขวน

7.2.6 ในการทดลองคาน ต้องตรวจสอบจุดหมุนและตำแหน่งแขวนมวลให้ถูกต้องตามสเกล และอ่านค่าที่ระดับสายตาเพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากพารัลแลกซ์ (Parallax Error)

7.2.7 หากพบรอกหมุนติดขัด เชือกชำรุด จุดยึดหลวม หรือไม้บรรทัดคานผิดรูป ให้แยกอุปกรณ์ออกจากการใช้งานและดำเนินการแก้ไขก่อนนำกลับมาใช้

7.3 การดูแลรักษา

7.3.1 หลังการใช้งาน ให้ถอดมวลและคลายเชือกออกจากชุดทดลอง ไม่ควรปล่อยให้เชือก รอก หรือคานรับแรงค้างขณะจัดเก็บ

7.3.2 เช็ดทำความสะอาดไม้บรรทัดคาน รอก ชุดขาตั้ง และมวลมาตรฐานหลังการใช้งาน และจัดเก็บในบริเวณที่แห้งและสะอาด

7.3.3 ม้วนเชือกเก็บอย่างเป็นระเบียบโดยไม่ผูกปมหรือพับจนเกิดรอยหัก และตรวจสอบสภาพเชือกก่อนการใช้งานครั้งต่อไป

7.3.4 ตรวจสอบการหมุนของรอกและสภาพของแกนหมุนเป็นระยะ หากพบการฝืดหรือติดขัดให้ทำความสะอาดและบำรุงรักษาตามความเหมาะสม

7.3.5 จัดเก็บมวลมาตรฐานแยกตามค่ามวลและตรวจนับจำนวนให้ครบถ้วน เพื่อป้องกันการสูญหายและสะดวกต่อการจัดเตรียมครั้งต่อไป

Library and Learning, University of Phayao

7.3.6 ตรวจสอบความแน่นของฐาน เสา แคลมป์ และจุดยึดเป็นระยะ หากพบการหลวมให้ดำเนินการแก้ไขก่อนนำกลับมาใช้งาน

7.3.7 หากพบไม้บรรทัดคาน รอก เชือก หรือส่วนประกอบของชุดทดลองชำรุดหรือมีสภาพที่อาจส่งผลต่อผลการทดลอง ให้แยกออกจากอุปกรณ์พร้อมใช้งานและดำเนินการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนทดแทน

8. การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 8 เรื่อง การสั่นและความถี่ธรรมชาติ

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้นิสิตอธิบายตัวแปร ที่มีผลต่อคาบการสั่นของวัตถุได้ ก่อนดำเนินการเรียนการสอน นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนด พร้อมตรวจสอบสภาพและความพร้อมใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4.29

Library and Learning, University of Phayao



ภาพที่ 4.29 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียมและภาพประกอบการทดลองเรื่องการสั่นและความถี่ธรรมชาติ

8.1 การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์

8.1.1 สปริง

ตรวจสอบสปริงทั้ง 2 ขนาดให้ครบถ้วนตามรายการ ตรวจสอบสภาพทางกายภาพ โดยสปริงต้องไม่มีรอยแตกร้าว สนิม การบิดงอ หรือการเสียรูปถาวร (Permanent Deformation) ขดสปริงต้องมีลักษณะสม่ำเสมอ และสามารถยืดและคืนตัวได้ตามปกติ เมื่อปลดแรงแล้วต้องไม่พบการยืดค้างหรือการเปลี่ยนรูปที่อาจส่งผลต่อผลการทดลอง

8.1.2 มวลมาตรฐานและลูกตุ้ม

ตรวจสอบจำนวนและค่าของมวลมาตรฐานให้ครบถ้วนตามที่กำหนด ตรวจสอบตะขอและจุดแขวนให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ สามารถแขวนกับสปริงหรือเชือกได้อย่างมั่นคง สำหรับลูกตุ้มให้ตรวจสอบจุดยึดและตำแหน่งสำหรับผูกเชือก โดยต้องไม่มีส่วนชำรุด หลวม หรือผิดรูปที่อาจทำให้การแกว่งไม่เป็นไปตามแนวที่กำหนด

8.1.3 ตลับเมตรและเชือก

ตรวจสอบตลับเมตรให้สามารถดึงและม้วนกลับได้อย่างราบรื่น ตัวเลขและเส้นแบ่งสเกลต้องสามารถอ่านได้ชัดเจน ไม่มีความเสียหายที่ส่งผลต่อการวัดระยะ สำหรับเชือกให้ตรวจสอบความยาวและสภาพของเส้นเชือก โดยต้องไม่มีรอยขาด ลุ่ย ปม หรือการบิดพันที่อาจส่งผลต่อการแกว่งของลูกตุ้ม

8.1.4 ชุดขาตั้ง

ตรวจสอบฐาน เสาตั้ง และจุดยึดของชุดขาตั้งให้มีความมั่นคง เสาตั้งต้องไม่เอียง ฐานวางได้ราบกับพื้น และแคลมป์หรือจุดยึดสามารถล็อกตำแหน่งได้อย่างแน่นหนา เพื่อรองรับสปริงและลูกตุ้มได้อย่างปลอดภัยระหว่างการทดลอง

8.1.5 การตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลอง

ภายหลังการจัดเตรียมอุปกรณ์ ให้ตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองโดยพิจารณาความมั่นคงของจุดยึด แนวการแขวน และพื้นที่การเคลื่อนที่ของสปริงหรือลูกตุ้ม โดยต้องไม่มีสิ่งกีดขวางการเคลื่อนที่ และอุปกรณ์ต้องไม่สัมผัสกับขาตั้ง โต๊ะ หรืออุปกรณ์อื่นขณะเกิดการสั่นหรือการแกว่ง เมื่อ

Library and Learning, University of Phayao

ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบแล้วจึงจัดเตรียมอุปกรณ์ลงในตะกร้าปฏิบัติการให้ครบถ้วนตามจำนวนกลุ่มเรียน



ภาพที่ 4.30 แสดงการจัดวางและจุดตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองการสั่นของระบบสปริง–มวล



ภาพที่ 4.31 แสดงการจัดวางและจุดตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองลูกตุ้มอย่างง่าย

Library and Learning, University of Phayao

8.2 ข้อควรระวัง

8.2.1 ตรวจสอบความมั่นคงของฐาน เสาตั้ง แคลมป์ และจุดยึดก่อนเริ่มการทดลองทุกครั้ง เพื่อป้องกันชุดทดลองล้มหรืออุปกรณ์หลุดระหว่างการสั่น

8.2.2 ไม่แขวนมวลเกินพิกัดของสปริง และไม่ยืดสปริงเกินช่วงการใช้งาน เพื่อป้องกันการเสียรูปถาวรและการเปลี่ยนแปลงสมบัติของสปริง

8.2.3 ตรวจสอบความยาวและสภาพของเชือกก่อนใช้งาน รวมทั้งผูกเชือกกับลูกตุ้มและจุดยึดให้แน่นหนา

8.2.4 ปล่อยลูกตุ้มหรือมวลให้เคลื่อนที่อย่างอิสระ โดยไม่ผลัก กระชาก หรือออกแรงเพิ่มเติมหลังจากเริ่มการเคลื่อนที่

8.2.5 กำหนดพื้นที่การเคลื่อนที่ของมวลและลูกตุ้มให้ปราศจากสิ่งกีดขวาง และระมัดระวังไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานอยู่ในแนวการแกว่ง

8.2.6 อ่านค่าจากตลับเมตรในระดับสายตา เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากการมองเอียง (Parallax Error)

8.2.7 หากพบว่าสปริงยืดค้าง ลูกตุ้มแกว่งผิดแนว จุดยึดหลวม หรือชุดขาตั้งไม่มั่นคง ให้หยุดใช้งานและแก้ไขก่อนดำเนินการทดลอง

8.2.8 หลังสิ้นสุดการใช้งาน ให้ปลดมวลออกจากสปริงและถอดลูกตุ้มออกจากชุดทดลองก่อนจัดเก็บ

8.3 การดูแลรักษา

8.3.1 เช็ดทำความสะอาดสปริง ลูกตุ้ม มวลมาตรฐาน ตลับเมตร และชุดขาตั้งหลังการใช้งานทุกครั้ง

8.3.2 จัดเก็บสปริงโดย ไม่แขวนมวลค้างไว้ และหลีกเลี่ยงการยืดหรือกดทับสปริงขณะจัดเก็บ เพื่อป้องกันการเสียรูปถาวร

8.3.3 ม้วนเชือกเก็บอย่างเป็นระเบียบ ไม่ผูกเป็นปมหรือพับจนเกิดรอยหัก และจัดเก็บในบริเวณที่แห้ง

8.3.4 จัดเก็บมวลมาตรฐานและลูกตุ้มแยกตามประเภทและขนาด พร้อมตรวจนับจำนวนหลังการใช้งาน

Library and Learning, University of Phayao

8.3.5 ตรวจสอบความแน่นของฐาน เสาตั้ง แคลมป์ และจุดยึดเป็นระยะ หากพบการหลวมให้ดำเนินการแก้ไขก่อนนำกลับมาใช้งาน

8.3.6 จัดเก็บอุปกรณ์ในบริเวณที่แห้ง สะอาด และปราศจากความชื้น เพื่อลดการเกิดสนิมและการเสื่อมสภาพของวัสดุ

8.3.7 หากพบสปริงเสียรูป เชือกชำรุด ตลับเมตรผิดปกติ หรือส่วนประกอบของชุดทดลองเสียหาย ให้แยกออกจากอุปกรณ์พร้อมใช้งาน พร้อมติดป้ายแสดงสถานะ และดำเนินการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนทดแทนก่อนนำกลับมาใช้งาน

9. การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 9 เรื่อง แรงลอยตัว

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้นิสิตสามารถทดลองและคำนวณหาความหนาแน่นของของไหล,หาขนาดของแรงลอยตัวที่กระทำต่อวัตถุเมื่อจมน้ำ และสามารถใช้ความรู้เรื่องแรงลอยตัวเพื่อคำนวณหาค่าความหนาแน่นของวัตถุตัวอย่างได้ ก่อนดำเนินการจัดการเรียนการสอน นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนด พร้อมตรวจสอบสภาพและความพร้อมใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4.32



ภาพที่ 4.32 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่จัดเตรียมสำหรับบทปฏิบัติการเรื่อง แรงลอยตัว

Library and Learning Resources University of Phayao

9.1 การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์

9.1.1 เครื่องชั่งดิจิทัล

ตรวจสอบสภาพภายนอกของเครื่องชั่งดิจิทัล ได้แก่ ตัวเครื่อง หน้าจอแสดงผล ปุ่มควบคุม และพื้นผิวจานชั่ง ให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์และสะอาด วางเครื่องบนพื้นราบและมั่นคง จากนั้นเปิดเครื่องและตรวจสอบการแสดงผล รวมทั้งตรวจสอบตำแหน่งศูนย์ก่อนใช้งาน หากค่าที่แสดงไม่เป็นศูนย์ให้ดำเนินการปรับศูนย์ตามวิธีที่กำหนด และตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องตามหลักเกณฑ์การควบคุมความถูกต้องของเครื่องมือวัดที่กำหนดไว้ในบทที่ 3

9.1.2 บีกเกอร์

ตรวจสอบบีกเกอร์ทั้ง 2 ขนาดให้ครบถ้วนตามรายการ โดยตรวจสอบสภาพตัวภาชนะไม่ให้มีรอยแตกร้าว รอยบิ่น หรือความเสียหายบริเวณปากและฐาน บีกเกอร์ต้องสามารถวางบนพื้นราบได้อย่างมั่นคง และทำความสะอาดให้ปราศจากคราบหรือสิ่งปนเปื้อนก่อนนำไปใช้งาน

9.1.3 ชุดวัตถุสำหรับทดลองแรงลอยตัว

ตรวจสอบชุดวัตถุ ได้แก่ อลูมิเนียมโปรไฟล์ผูกเชือก นอตผูกเชือก และอะคริลิกผูกเชือก ให้ครบถ้วนตามรายการ ตรวจสอบสภาพพื้นผิว จุดยึด และเชือก โดยเชือกต้องยึดกับวัตถุได้อย่างมั่นคง ไม่มีรอยขาด ลุ่ย หรือปมที่อาจส่งผลต่อการแขวนและการจุ่มวัตถุลงในของเหลว

9.1.4 กระบอกฉีดยา

ตรวจสอบกระบอกฉีดยาให้สะอาด ไม่มีรอยแตกร้าวหรือความเสียหาย ลูกสูบต้องสามารถเลื่อนเข้า–ออกได้อย่างราบรื่น ไม่ติดขัด และตัวเลขหรือเส้นแบ่งปริมาตรต้องสามารถอ่านได้ชัดเจน เพื่อให้สามารถกำหนดหรือถ่ายของเหลวได้ตามปริมาตรที่ต้องการ

9.1.5 การตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลอง

ภายหลังการตรวจสอบอุปกรณ์แต่ละรายการ ให้ตรวจสอบความเหมาะสมของการใช้งานร่วมกัน โดยวัตถุต้องสามารถแขวนและจุ่มลงในบีกเกอร์ได้โดยไม่สัมผัสด้านข้างหรือก้นภาชนะ เชือกต้องมีความยาวเหมาะสม และเครื่องชั่งต้องวางอยู่บนพื้นราบและมั่นคง จากนั้นตรวจนับและจัดอุปกรณ์ลงในตะกร้าปฏิบัติการให้ครบถ้วนตามจำนวนกลุ่มเรียน

Library and Learning, University of Phayao



ภาพที่ 4.33 แสดงการจัดวางและจุดตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองแรงลอยตัว

9.2 ข้อควรระวัง

9.2.1 ตรวจสอบว่าเครื่องชั่งดิจิทัลวางอยู่บนพื้นราบ มั่นคง และปรับค่าศูนย์เรียบร้อยก่อนใช้งานทุกครั้ง

9.2.2 ไม่วางสิ่งของหรือวัตถุที่มีมวลเกินพิกัดสูงสุดของเครื่องชั่ง

9.2.3 หลีกเลี่ยงการกระแทก กด หรือวางวัตถุลงบนจานชั่งอย่างรุนแรง เพราะอาจทำให้กลไกตรวจวัดของเครื่องชั่งเสียหาย

9.2.4 ระมัดระวังไม่ให้น้ำหรือของเหลวหกลงบนเครื่องชั่งดิจิทัลหรืออุปกรณ์ไฟฟ้า หากเกิดการหกให้หยุดใช้งานและเช็ดทำความสะอาดทันที

9.2.5 ตรวจสอบบีกเกอร์ก่อนใช้งานทุกครั้ง และห้ามใช้บีกเกอร์ที่มีรอยแตกร้าวหรือบิ่น

9.2.6 ขณะจุ่มวัตถุลงในของเหลว ต้องระมัดระวังไม่ให้วัตถุสัมผัสผนังหรือก้นบีกเกอร์ เนื่องจากอาจทำให้ค่าที่วัดได้คลาดเคลื่อน

9.2.7 ตรวจสอบจุดผูกและสภาพของเชือกก่อนแขวนวัตถุ เพื่อป้องกันวัตถุหลุดตกลงในบีกเกอร์

9.2.8 หากพบความผิดปกติของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ ให้หยุดใช้งานและแยกออกจากอุปกรณ์พร้อมใช้งานก่อนดำเนินการแก้ไข

Library and Learning, University of Phayao

9.3 การดูแลรักษา

9.3.1 หลังการใช้งาน ให้เช็ดทำความสะอาดเครื่องชั่งดิจิทัลด้วยผ้าแห้งหรือผ้านุ่ม และหลีกเลี่ยงไม่ให้ความชื้นสัมผัสตัวเครื่อง

9.3.2 ทำความสะอาดบีกเกอร์ กระบอกฉีดยา และวัตถุทดลองหลังการใช้งาน พร้อมเช็ดหรือผึ่งให้แห้งสนิทก่อนจัดเก็บ

9.3.3 เช็ดทำความสะอาดวัตถุที่เป็นโลหะและทำให้แห้งก่อนจัดเก็บ เพื่อลดการเกิดสนิมหรือการเสื่อมสภาพของพื้นผิว

9.3.4 จัดเก็บวัตถุผูกเชือกโดยไม่ให้เชือกพันกันหรือถูกดึงตึงเป็นเวลานาน และตรวจสอบสภาพเชือกเป็นระยะ

9.3.5 ตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องชั่งดิจิทัลตามรอบระยะเวลาที่กำหนด และดำเนินการสอบเทียบตามแผนการควบคุมเครื่องมือของห้องปฏิบัติการ

9.3.6 จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ในบริเวณที่แห้ง สะอาด ปราศจากความชื้น และป้องกันการตกกระแทก

9.3.7 หลังสิ้นสุดการใช้งาน ตรวจนับจำนวนอุปกรณ์ให้ครบถ้วน หากพบอุปกรณ์ชำรุดหรือผิดปกติ ให้แยกออกจากการใช้งาน พร้อมดำเนินการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนทดแทนก่อนนำกลับมาใช้

Library and Learning, University of Phayao

10.การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 10 เรื่อง ไฟฟ้ากำลัง

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้นิสิตสามารถวัดและคำนวณกำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าได้ ก่อนดำเนินการจัดการเรียนการสอน นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนด พร้อมตรวจสอบสภาพและความพร้อมใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4.34



Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.34 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียมและภาพประกอบการทดลองเรื่องไฟฟ้ากำลัง

10.1 การตรวจสอบชุดทดลองไฟฟ้ากำลังที่พร้อมใช้งาน

10.1.1 มัลติมิเตอร์

ตรวจสอบสภาพตัวเครื่อง หน้าจอแสดงผล สวิตช์เลือกฟังก์ชัน และสายวัดให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่มีรอยแตก ชำรุด หรือสายวัดฉีกขาด พร้อมทดสอบการทำงานเบื้องต้นว่าสามารถแสดงผลและเลือกย่านการวัดได้ตามปกติ

10.1.2 เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply)

ตรวจสอบสภาพภายนอก สวิตช์เปิด–ปิด หน้าจอแสดงผล ปุ่มปรับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า รวมถึงขั้วต่อเอาต์พุต จากนั้นเปิดเครื่องเพื่อทดสอบว่าสามารถปรับและแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้ตามปกติ

10.1.3 ตัวต้านทาน

ตรวจสอบจำนวนและสภาพทางกายภาพของตัวต้านทาน โดยต้องไม่มีรอยไหม้ แตกหัก หรือขาตัวต้านทานชำรุด พร้อมตรวจสอบค่าความต้านทานจากแถบสีและวัดยืนยันค่าด้วยมัลติมิเตอร์ให้เป็นไปตามค่าที่กำหนดสำหรับการทดลอง

10.1.4 ถ่าน 9 V และถ่าน AA

ตรวจสอบสภาพภายนอกของแบตเตอรี่ ไม่ให้มีอาการบวม รั่วซึม เป็นสนิม หรือขั้วต่อเสียหาย และตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์เพื่อยืนยันว่าแบตเตอรี่มีแรงดันอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการใช้งาน

10.1.5 บอร์ดเอนกประสงค์ (Breadboard)

ตรวจสอบสภาพของบอร์ดและช่องเสียบอุปกรณ์ให้สะอาด ไม่มีสิ่งสกปรก รอยไหม้ รอยแตกหรือความเสียหาย และทดลองเสียบขาอุปกรณ์เพื่อตรวจสอบว่าช่องเสียบสามารถยึดขาอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

10.1.6 สายไฟและสายต่อวงจร

ตรวจสอบฉนวน สายไฟ และจุดเชื่อมต่อให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่มีรอยขาด ฉีก หรือขั้วต่อหลวม พร้อมตรวจสอบความต่อเนื่องทางไฟฟ้าก่อนนำไปใช้งาน

เกณฑ์ความพร้อม: เครื่องมือและอุปกรณ์ทุกชิ้นต้องผ่านการตรวจสอบ มีจำนวนครบถ้วนตามรายการ สามารถทำงานได้ตามปกติ และไม่มีความเสียหายที่อาจส่งผลต่อผลการทดลองหรือความปลอดภัยของผู้ใช้งาน หากพบความผิดปกติให้แยกอุปกรณ์ออกจากชุดทดลองและดำเนินการแก้ไขหรือเปลี่ยนทดแทนก่อนนำไปจัดการเรียนการสอน

Library and Learning, University of Phayao



ภาพที่ 4.35 แสดงการจัดวางและจุดตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองไฟฟ้ากำลัง

Library and Learning, University of Phayao

10.2 ข้อควรระวัง

10.2.1 ไม่นำเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่มีร่องรอยชำรุด เช่น สายไฟฉีกขาด ขั้วต่อหลวม รอยไหม้ หรือส่วนประกอบแตกหัก จัดรวมไว้ในชุดทดลองที่พร้อมใช้งาน

10.2.2 แยกตัวต้านทานตามค่าความต้านทานและค่ากำลังไฟฟ้าที่กำหนดสำหรับบทปฏิบัติการให้ชัดเจน เพื่อลดความผิดพลาดในการเบิกจ่ายและการนำไปใช้งาน

10.2.3 ตรวจสอบสถานะของถ่าน 9 V และถ่าน AA ก่อนจัดลงตะกร้าปฏิบัติการ และไม่นำแบตเตอรี่ที่มีการรั่วซึม บวม เป็นสนิม หรือมีแรงดันไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดมาใช้งาน

10.2.4 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของบอร์ดเอนกประสงค์ สายไฟ และจุดเชื่อมต่อ โดยเฉพาะร่องรอยความร้อนหรือการลัดวงจรจากการใช้งานครั้งก่อน

10.2.5 เครื่องจ่ายไฟฟ้าและมัลติมิเตอร์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วควรอยู่ในสถานะพร้อมสำหรับการเบิกจ่าย โดยไม่มีค่าหรือการตั้งค่าจากการใช้งานครั้งก่อนที่อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการใช้งานครั้งถัดไป

10.2.6 หากพบเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ ให้แยกออกจากชุดพร้อมใช้งาน ติดป้ายแสดงสถานะ และดำเนินการตามระบบซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนทดแทนก่อนการจัดการเรียนการสอน

10.3 การดูแลรักษา

10.3.1 ตรวจนับมัลติมิเตอร์ เครื่องจ่ายไฟฟ้า ตัวต้านทาน แบตเตอรี่ บอร์ดเอนกประสงค์ และอุปกรณ์ประกอบให้ครบถ้วนตามรายการเบิกจ่าย

10.3.2 ตรวจสอบสภาพหลังการใช้งาน โดยเปรียบเทียบกับสภาพก่อนเบิกจ่าย หากพบความเสียหายหรือความผิดปกติให้บันทึกและแยกอุปกรณ์ออกจากชุดพร้อมใช้งาน

10.3.3 ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนจัดเก็บ โดยเฉพาะบริเวณขั้วต่อ ช่องเสียบ และบอร์ดเอนกประสงค์ ซึ่งอาจมีฝุ่นหรือเศษวัสดุสะสมจากการใช้งาน

10.3.4 คัดแยกตัวต้านทานตามค่าความต้านทานและกำลังไฟฟ้า พร้อมตรวจนับจำนวนก่อนนำกลับเข้าพื้นที่จัดเก็บ

10.3.5 คัดแยกถ่าน 9 V และถ่าน AA ตามสถานะการใช้งาน และไม่นำแบตเตอรี่ที่ไม่ผ่านเกณฑ์กลับรวมกับแบตเตอรี่พร้อมใช้งาน

10.3.6 ม้วนและจัดเก็บสายวัดและสายต่อวงจรอย่างเหมาะสม ไม่พับหรือดึงบริเวณจุดต่อสาย เพื่อลดการชำรุดจากการจัดเก็บ

10.3.7 จัดเก็บมัลติมิเตอร์ เครื่องจ่ายไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบในพื้นที่ที่กำหนด ซึ่งมีสภาพแห้ง สะอาด และเหมาะสมต่อการรักษาสภาพเครื่องมือ

10.3.8 เครื่องมือที่ต้องควบคุมความถูกต้อง เช่น มัลติมิเตอร์และเครื่องจ่ายไฟฟ้า ให้ตรวจสอบสถานะการทวนสอบหรือสอบเทียบตามรอบที่กำหนดก่อนนำกลับเข้าสู่ระบบพร้อมใช้งาน

10.3.9 หากพบอุปกรณ์ชำรุดหรือมีผลการตรวจสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์ ให้บันทึกสถานะ ติดป้ายแยกอุปกรณ์ และดำเนินการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนทดแทนตามขั้นตอนที่กำหนด

Library and Learning, University of Phayao

11.การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 11 เรื่อง ไฟฟ้ากระแสสลับและการใช้ออสซิลโลสโคป

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้นิสิตสามารถใช้เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ และสามารถใช้เครื่องออสซิลโลสโคปเพื่อวัดสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับได้ นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนด พร้อมตรวจสอบสภาพและความพร้อมใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4.36



ภาพที่ 4.36 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียมและภาพประกอบการทดลองเรื่องไฟฟ้ากระแสสลับและการใช้ออสซิลโลสโคป

11.1 การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์

11.1.1 บอร์ดเอนกประสงค์ (Breadboard)

ตรวจสอบสภาพภายนอกของบอร์ดให้สะอาด ไม่มีรอยแตก รอยไหม้ หรือช่องเสียบหลวมที่อาจส่งผลต่อการเชื่อมต่อวงจร และตรวจสอบว่าสามารถยึดขาอุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสม

11.1.2 ตัวต้านทาน (Resistor)

ตรวจสอบชนิด ค่า และจำนวนของตัวต้านทานให้ตรงตามรายการที่กำหนด สภาพตัวอุปกรณ์และขาต้องสมบูรณ์ ไม่มีรอยไหม้ แตกหัก หรือหลุดลอก และคัดแยกตามค่าที่ใช้ในการทดลองให้ชัดเจน

11.1.3 ตัวเก็บประจุ (Capacitor)

ตรวจสอบชนิด ค่าความจุ และจำนวนให้ครบถ้วนตามรายการ ตัวอุปกรณ์ต้องไม่มีอาการบวม รั่วซึม แตก หรือขาชำรุด สำหรับตัวเก็บประจุที่มีขั้วให้ตรวจสอบเครื่องหมายแสดงขั้วว่าสามารถระบุได้อย่างชัดเจน

11.1.4 หลอด LED และทรานซิสเตอร์

ตรวจสอบชนิด จำนวน และสภาพของอุปกรณ์ให้ครบถ้วน ขาอุปกรณ์ต้องไม่หัก งอมาก หรือมีร่องรอยความเสียหาย พร้อมตรวจสอบเครื่องหมายหรือข้อมูลที่ใช้ระบุขั้วของ LED และตำแหน่งขาของทรานซิสเตอร์ให้ชัดเจนก่อนจัดลงชุดทดลอง

11.1.5 ถ่าน 9 V และขั้วต่อแบตเตอรี่

ตรวจสอบสภาพถ่าน 9 V และขั้วต่อให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่มีการบวม รั่วซึม กัดกร่อน หรือสายไฟชำรุด พร้อมตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดก่อนจัดเตรียมสำหรับใช้งาน

11.1.6 ออสซิลโลสโคป (Oscilloscope)

ตรวจสอบสภาพภายนอก หน้าจอ ปุ่มควบคุม ช่องรับสัญญาณ และโพรบให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ จากนั้นตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องและความพร้อมของโพรบตามเกณฑ์การ

Library and Learning, University of Phayao

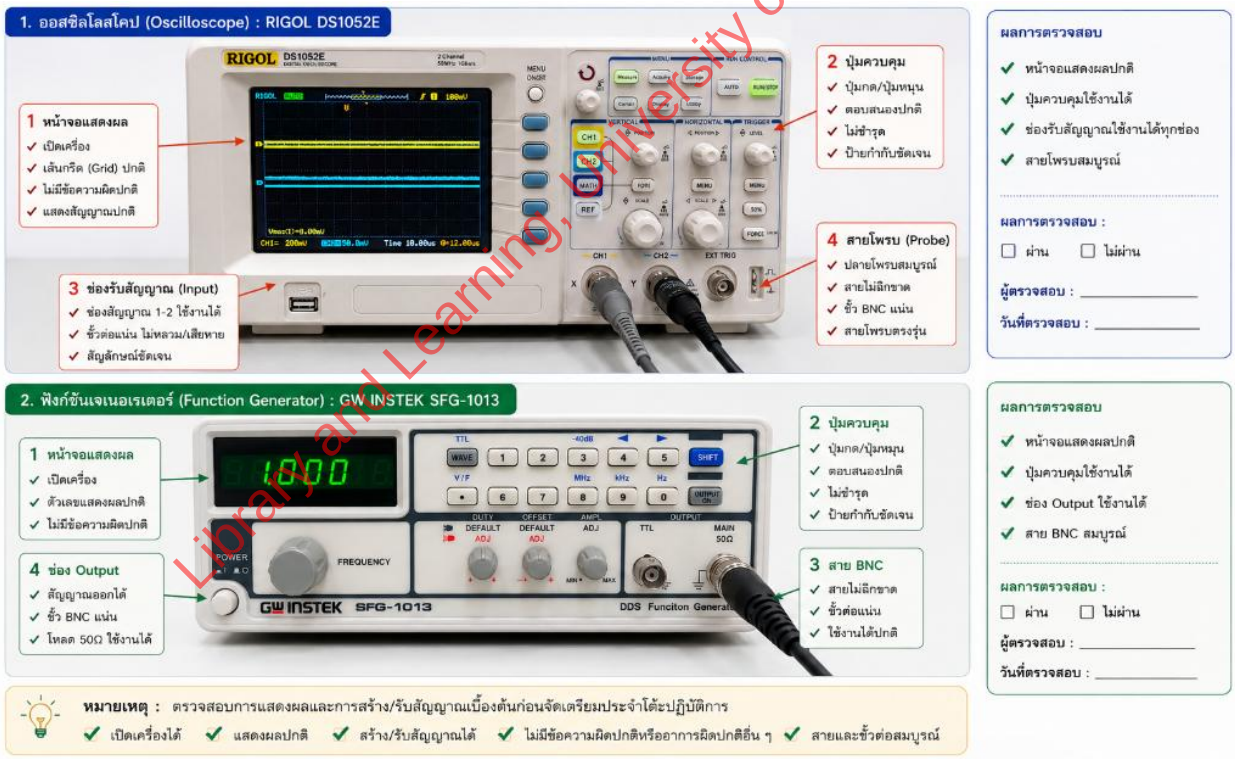
ควบคุมเครื่องมือที่กำหนดไว้ในบทที่ 3 หากผลการตรวจสอบเป็นไปตามเกณฑ์จึงกำหนดสถานะเป็นเครื่องมือพร้อมใช้งาน

11.1.7 ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ (Function Generator)

ตรวจสอบสภาพภายนอก หน้าจอ ปุ่มควบคุม และขั้วต่อสัญญาณให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ พร้อมตรวจสอบความสามารถในการสร้างสัญญาณพื้นฐาน หากพบค่าหรือการทำงานผิดปกติให้แยกเครื่องออกจากชุดพร้อมใช้งานเพื่อตรวจสอบเพิ่มเติม

11.1.8 สายโพรบ สาย BNC และสายต่อวงจร

ตรวจสอบสภาพสายและขั้วต่อ ไม่ให้มีรอยแตก ฉีกขาด ขั้วหลวม หรือส่วนตัวนำเปิดเผย รวมทั้งตรวจสอบจำนวนให้เพียงพอต่อการจัดชุดทดลอง



Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.37 แสดงการตรวจสอบความพร้อมของออสซิลโลสโคปและฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์

11.2 ข้อควรระวัง

11.2.1 ไม่นำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีรอยไหม้ บวม รั่วซึม ขาหัก หรือมีสภาพผิดปกติรวมไว้ในชุดอุปกรณ์พร้อมใช้งาน

11.2.2 ตรวจสอบชนิด ค่า และขั้วของตัวเก็บประจุ LED และทรานซิสเตอร์ให้ถูกต้องก่อนจัดชุด เพื่อลดความผิดพลาดจากการเบิกจ่ายอุปกรณ์ผิดชนิด

11.2.3 ตรวจสอบถ่าน 9 V และขั้วต่อแบตเตอรี่ โดยไม่นำแบตเตอรี่ที่รั่วซึม บวม กัดกร่อน หรือไม่ผ่านเกณฑ์แรงดันไฟฟ้ามาจัดเตรียมสำหรับการทดลอง

11.2.4 สายโพรบ สาย BNC และสายต่อวงจรต้องไม่มีการฉีกขาด ขั้วต่อหลวม หรือส่วนตัวนำเปิดเผยที่อาจก่อให้เกิดการเชื่อมต่อผิดปกติ

11.2.5 ออสซิลโลสโคปและฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ต้องผ่านการตรวจสอบความพร้อมก่อนนำไปประจำโต๊ะปฏิบัติการ และไม่นำเครื่องที่มีสถานะผิดปกติไปใช้ในการเรียนการสอน

11.2.6 ไม่วางอุปกรณ์หรือสายสัญญาณทับช่องระบายอากาศของเครื่องมือ และจัดพื้นที่วางเครื่องมือให้มั่นคงเพื่อลดความเสี่ยงจากการตกกระแทก

11.2.7 หากพบความผิดปกติระหว่างการตรวจสอบ เช่น หน้าจอไม่แสดงผล สัญญาณผิดปกติ ปุ่มควบคุมไม่ทำงาน หรือโพรบชำรุด ให้แยกเครื่องมือออกจากชุดพร้อมใช้งานและดำเนินการตรวจสอบหรือซ่อมบำรุงก่อนนำกลับมาใช้

11.3 การดูแลรักษา

11.3.1 หลังการใช้งาน ตรวจรับและตรวจนับออสซิลโลสโคป ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ บอร์ดเอนกประสงค์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และอุปกรณ์ประกอบให้ครบถ้วนตามรายการเบิกจ่าย

11.3.2 เช็ดทำความสะอาดออสซิลโลสโคป ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ และบอร์ดเอนกประสงค์ด้วยผ้าแห้งหรือผ้านุ่มก่อนจัดเก็บ

11.3.3 ม้วนเก็บสายโพรบและสาย BNC อย่างหลวม ๆ โดยไม่หักงอหรือดึงบริเวณขั้วต่อ เพื่อป้องกันความเสียหายของสายและขั้วต่อ

11.3.4 คัดแยกตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ LED และทรานซิสเตอร์ตามชนิดและค่าที่กำหนด พร้อมตรวจนับจำนวนก่อนนำกลับเข้าพื้นที่จัดเก็บ

Library and Learning, University of Phayao

11.3.5 ตรวจสอบถ่าน 9 V และขั้วต่อหลังการใช้งาน หากพบการรั่วซึม การกัดกร่อน หรือสภาพผิดปกติ ให้แยกออกจากอุปกรณ์พร้อมใช้งาน

11.3.6 จัดเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์ในบริเวณที่แห้ง สะอาด ปราศจากความชื้นและฝุ่นละออง และมีพื้นที่เพียงพอสำหรับป้องกันการตกหรือกระแทก

11.3.7 ตรวจสอบสถานะการทวนสอบหรือสอบเทียบของออสซิลโลสโคปและฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ตามรอบระยะเวลาที่หน่วยงานกำหนด เพื่อรักษาความพร้อมและความน่าเชื่อถือของเครื่องมือ

11.3.8 หากพบเครื่องมือหรืออุปกรณ์ชำรุดจากการตรวจรับหลังการใช้งาน ให้บันทึกสถานะ แยกออกจากอุปกรณ์พร้อมใช้งาน และดำเนินการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนทดแทนก่อนการใช้งานครั้งถัดไป

Library and Learning, University of Phayao

12.การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 12 เรื่อง กฎของฟาราเดย์และการถ่ายโอนพลังงานไร้สาย

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าตามกฎของฟาราเดย์ ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการถ่ายโอนพลังงานไฟฟ้าแบบไร้สาย ได้แก่ ความถี่ จำนวนรอบขดลวด ขนาดขดลวด และระยะห่างระหว่างวงจรส่ง–รับ รวมถึงศึกษาสภาวะสั่นพ้องของวงจรและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการรับพลังงานผ่านสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแบบไร้สาย นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนด พร้อมตรวจสอบสภาพและความพร้อมใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4.38



Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.38 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียมและภาพประกอบการทดลองเรื่องกฎของฟาราเดย์และการถ่ายโอนพลังงานไร้สาย

12.1 การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์

12.1.1 ตรวจสอบรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้ครบถ้วน ได้แก่ ขดลวด 5 ขนาด ไม้บรรทัด ออสซิลโลสโคป ฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ และอุปกรณ์เชื่อมต่อ ตามจำนวนที่กำหนดสำหรับแต่ละชุดทดลอง

12.1.2 ตรวจสอบสภาพภายนอกของขดลวดแต่ละชุด โดยพิจารณาความสมบูรณ์ของเส้นลวด ฉนวน ขั้วต่อ และรูปทรงของขดลวด ต้องไม่มีรอยขาด หลุดลุ่ย บิดเบี้ยว หรือความเสียหายที่อาจส่งผลต่อการทดลอง

12.1.3 ตรวจสอบและจำแนกขดลวดแต่ละขนาดให้ตรงตามรายการที่กำหนด พร้อมจัดเรียงหรือกำหนดหมายเลขประจำชุดให้ชัดเจน เพื่อป้องกันการสับสนระหว่างการจัดการเรียนการสอน

12.1.4 ตรวจสอบไม้บรรทัดและอุปกรณ์สำหรับกำหนดระยะ โดยสเกลต้องมองเห็นได้ชัดเจน ไม่มีรอยแตกหรือการบิดงอ และสามารถใช้กำหนดระยะห่างระหว่างขดลวดได้อย่างเหมาะสม

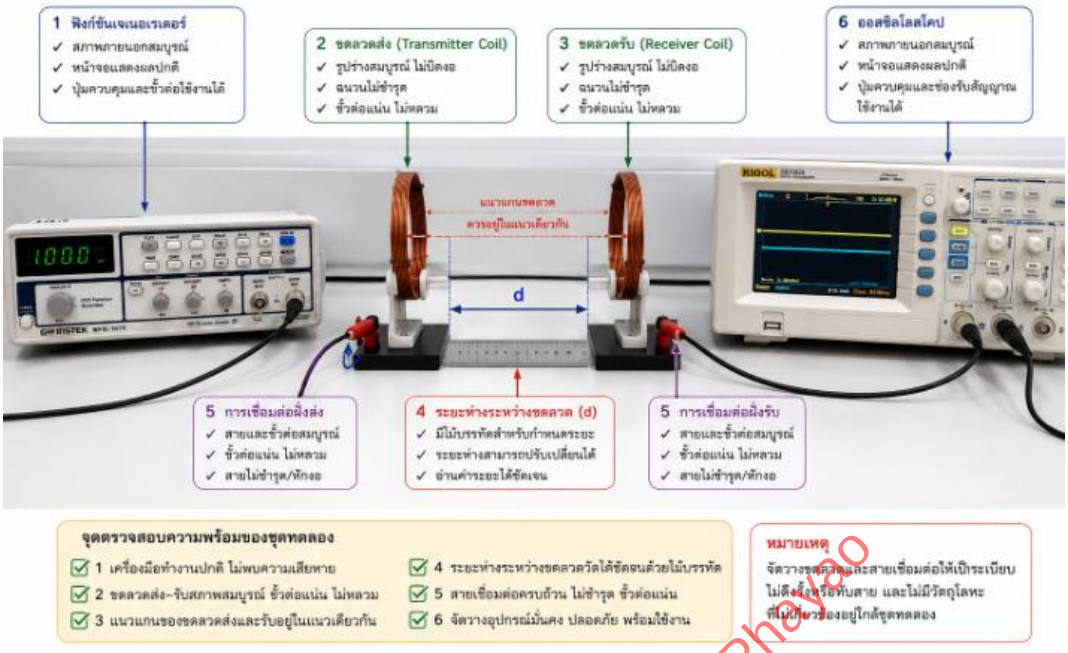
12.1.5 ตรวจสอบสภาพและความพร้อมของออสซิลโลสโคปและฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ตามเกณฑ์การตรวจสอบเครื่องมือที่กำหนดไว้ในบทที่ 3 โดยเครื่องต้องไม่มีความเสียหายภายนอก หน้าจอ ปุ่มควบคุม ช่องรับ–ส่งสัญญาณ และขั้วต่ออยู่ในสภาพสมบูรณ์

12.1.6 ตรวจสอบสภาพสายโพรบ สาย BNC และสายเชื่อมต่อ โดยสายต้องไม่มีรอยแตก ฉีกขาด หรือหักงอ และขั้วต่อไม่หลวมหรือชำรุด เพื่อป้องกันความผิดปกติของสัญญาณระหว่างการทดลอง

12.1.7 ตรวจสอบความพร้อมของชุดทดลองโดยรวม โดยพิจารณาความครบถ้วน ความเข้ากันได้ของอุปกรณ์ และความเหมาะสมของการจัดวางขดลวดส่ง–รับ ก่อนจัดเตรียมประจำโต๊ะปฏิบัติการ

12.1.8 หากพบเครื่องมือหรืออุปกรณ์ไม่ผ่านเกณฑ์ เช่น ขดลวดชำรุด สายเชื่อมต่อหลวม เครื่องมือแสดงผลผิดปกติ หรืออุปกรณ์ไม่ครบ ให้แยกออกจากชุดทดลอง ติดป้ายแสดงสถานะ และเปลี่ยนอุปกรณ์สำรองก่อนจัดการเรียนการสอน

Library and Learning, University of Phayao



ภาพที่ 4.39 แสดงชุดขดลวดส่ง –รับที่พร้อมสำหรับการตรวจสอบ

12.2 ข้อควรระวัง

12.2.1 ระมัดระวังไม่ให้ขดลวดถูกกดทับ กระแทก หรือบิดจนเสียรูป เนื่องจากอาจส่งผลต่อสภาพของขดลวดและความพร้อมในการทดลอง

12.2.2 หลีกเลี่ยงการดึงสายโพรบ สาย BNC และสายเชื่อมต่อบริเวณขั้วต่อโดยตรง เพื่อป้องกันสายภายในและขั้วต่อชำรุด

12.2.3 แยกขดลวดแต่ละขนาดหรือแต่ละชุดให้ชัดเจน เพื่อป้องกันการสลับอุปกรณ์ระหว่างการจัดเตรียมและการจัดการเรียนการสอน

12.2.4 ไม่จัดวางวัสดุโลหะหรืออุปกรณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องไว้ใกล้บริเวณชุดขดลวด เนื่องจากอาจรบกวนการทดลองและทำให้ผลการทดลองคลาดเคลื่อน

12.2.5 จัดวางออสซิลโลสโคปและฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ในตำแหน่งที่มั่นคง มีพื้นที่ระบายอากาศเพียงพอ และไม่วางสายเชื่อมต่อในลักษณะที่เสี่ยงต่อการดึงรั้งหรือสะดุด

Library and Learning, University of Phayao

12.2.6 อุปกรณ์ที่พบความผิดปกติหรือไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบต้องไม่นำกลับไปรวมกับอุปกรณ์ที่พร้อมใช้งาน จนกว่าจะได้รับการแก้ไขหรือซ่อมบำรุงเรียบร้อย

12.3 การดูแลรักษา

12.3.1 ตรวจสอบและทำความสะอาดขดลวด เครื่องมือ และอุปกรณ์ประกอบภายหลังการใช้งานก่อนนำกลับเข้าพื้นที่จัดเก็บ

12.3.2 จัดเก็บขดลวดแต่ละขนาดแยกตามประเภทหรือหมายเลขประจำชุด โดยไม่วางซ้อนหรือกดทับจนทำให้ขดลวดเสียรูป

12.3.3 ม้วนเก็บสายโพรบและสาย BNC อย่างหลวม ๆ และจัดเก็บแยกเป็นชุด เพื่อป้องกันการหักงอ พันกัน และความเสียหายบริเวณขั้วต่อ

12.3.4 ตรวจสอบขั้วต่อ ฉนวน และสภาพของสายเป็นระยะ หากพบการหลวม ชำรุด หรือเสื่อมสภาพ ให้แยกออกจากการใช้งานและดำเนินการแก้ไขก่อนนำกลับมาใช้

12.3.5 จัดเก็บออสซิลโลสโคปและฟังก์ชันเจเนอเรเตอร์ในบริเวณที่แห้ง สะอาด ปราศจากความชื้นและฝุ่นละออง และป้องกันการกระแทก

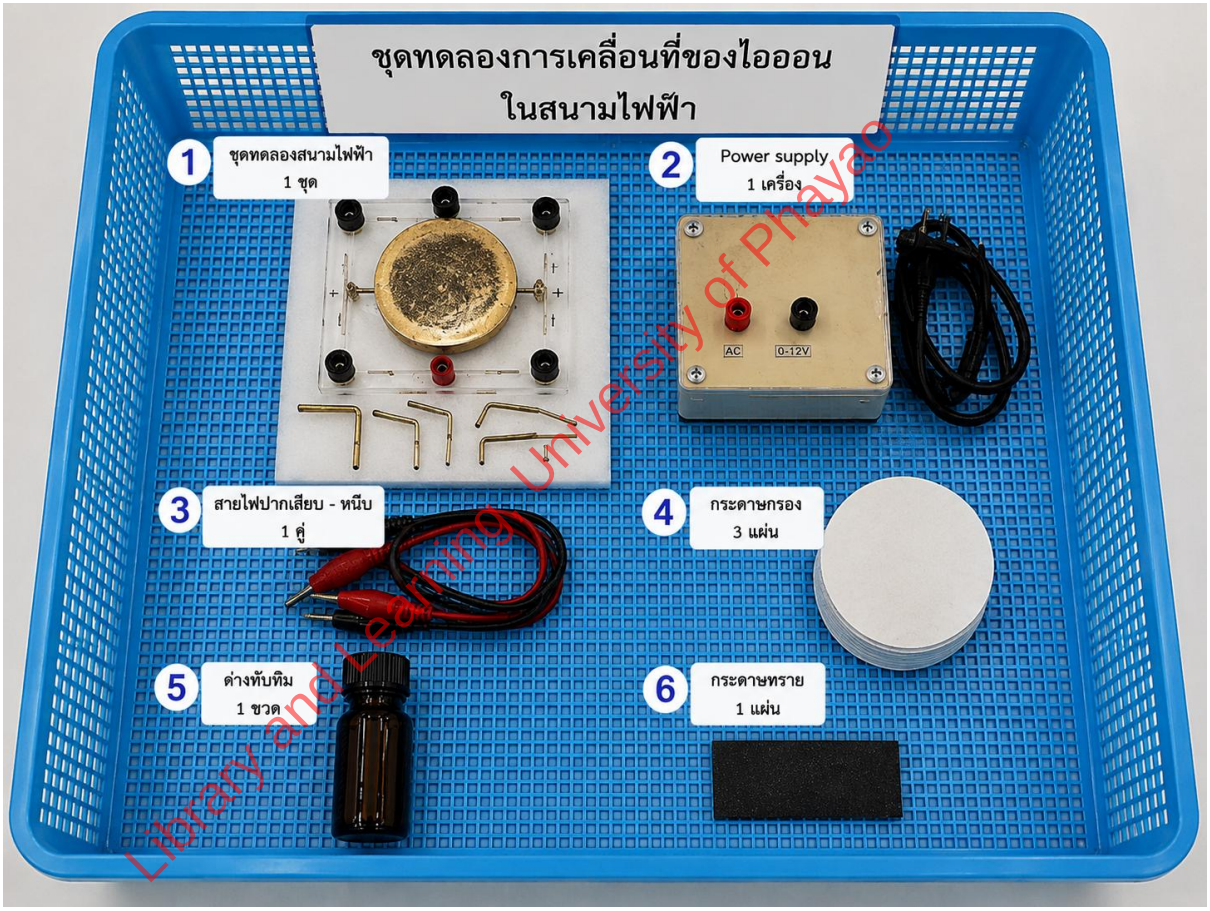
12.3.6 ตรวจสอบสถานะการบำรุงรักษาและการสอบเทียบของเครื่องมือวัดตามรอบระยะเวลาที่กำหนด เพื่อให้เครื่องมือที่นำมาจัดเตรียมมีสถานะพร้อมใช้งาน

12.3.7 หลังสิ้นสุดบทปฏิบัติการ ให้ตรวจนับวัสดุและอุปกรณ์เทียบกับรายการประจำชุด บันทึกความผิดปกติหรือการชำรุดที่ตรวจพบ และดำเนินการแก้ไขหรือจัดหาอุปกรณ์ทดแทนสำหรับการใช้งานครั้งต่อไป

Library and Learning, University of Phayao

13. การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 13 เรื่อง การเคลื่อนที่ของไอออนในสนามไฟฟ้า

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้นิสิตศึกษาเส้นสนามไฟฟ้ารูปแบบต่าง ๆ และศึกษาการเคลื่อนที่ของไอออนลบ (ประจุลบ) ในสนามไฟฟ้า นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนด พร้อมตรวจสอบสภาพและความพร้อมใช้งาน ดังแสดงในภาพที่ 4.40



ภาพที่ 4.40 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียมและภาพประกอบการทดลองเรื่องการเคลื่อนที่ของไอออนในสนามไฟฟ้า

13.1 การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์

13.1.1 ตรวจสอบรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือประจำชุดทดลองให้ครบถ้วน ได้แก่ ชุดทดลองสนามไฟฟ้า เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง สายไฟปากคีบ–หัวเข็ม กระดาษกรอง ด่างทับทิม และกระดาษทราย ตามรายการและจำนวนที่กำหนด

13.1.2 ตรวจสอบสภาพชุดทดลองสนามไฟฟ้า โดยพิจารณาแผ่นฐาน ขั้วไฟฟ้า จุดยึด และส่วนประกอบต่าง ๆ ให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ ไม่มีรอยแตกร้าว การกัดกร่อน การหลวม หรือความเสียหายที่อาจส่งผลต่อการทดลอง

13.1.3 ตรวจสอบขั้วไฟฟ้าและบริเวณผิวสัมผัสให้สะอาด ไม่มีคราบออกไซด์ สนิม หรือสิ่งสกปรก หากพบคราบที่อาจส่งผลต่อการนำไฟฟ้า ให้ดำเนินการทำความสะอาดก่อนจัดเตรียมชุดทดลอง

13.1.4 ตรวจสอบสภาพเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง โดยพิจารณาสภาพภายนอก สายไฟ ขั้วต่อ หน้าจอหรือส่วนแสดงผล และปุ่มควบคุมให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ พร้อม ตรวจสอบสถานะความพร้อมใช้งานตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในบทที่ 3

13.1.5 ตรวจสอบสายไฟปากคีบ–หัวเข็ม โดยพิจารณาสภาพฉนวน สายไฟ ปากคีบ หัวเข็ม และจุดเชื่อมต่อ ต้องไม่มีรอยขาด หลวม แตก หรือการกัดกร่อนที่อาจทำให้การเชื่อมต่อทางไฟฟ้าไม่สมบูรณ์

13.1.6 ตรวจสอบกระดาษกรองให้สะอาด แห้ง ไม่มีรอยฉีกขาดหรือการปนเปื้อน และจัดเตรียมให้มีขนาดและจำนวนเพียงพอต่อจำนวนกลุ่มเรียน

13.1.7 ตรวจสอบด่างทับทิมให้อยู่ในภาชนะที่ปิดสนิท มีฉลากระบุสารชัดเจน ภาชนะไม่แตกร้าวหรือรั่วซึม และมีปริมาณเพียงพอสำหรับการจัดการเรียนการสอน

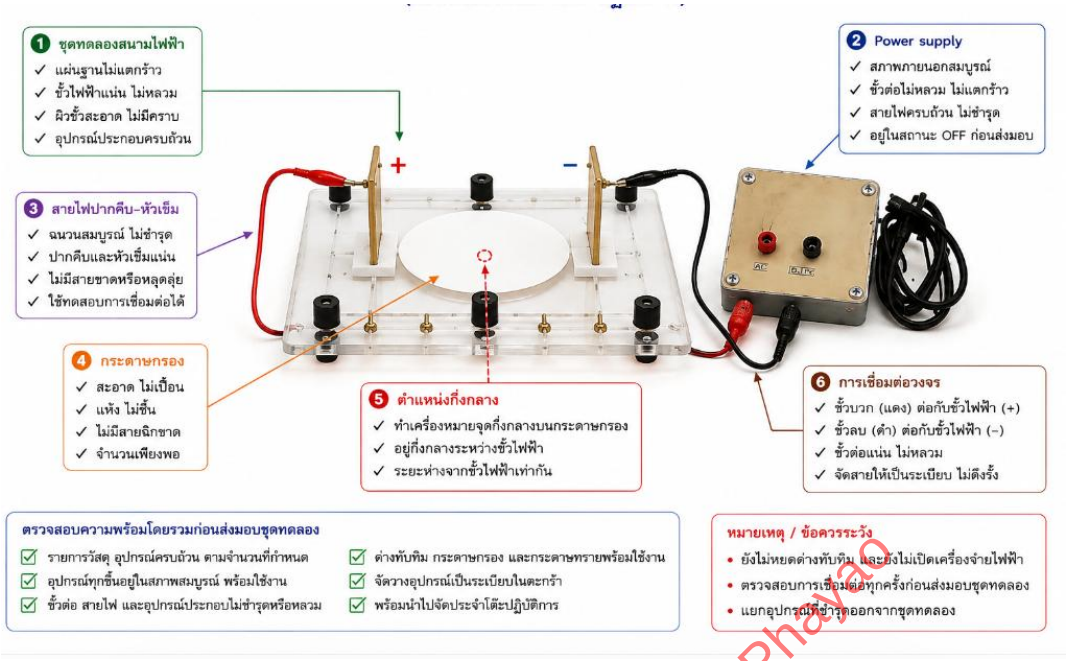
13.1.8 ตรวจสอบกระดาษทรายให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานและมีจำนวนเพียงพอ สำหรับใช้ดูแลบริเวณผิวหน้าขั้วไฟฟ้าก่อนจัดเตรียมชุดทดลอง

13.1.9 ตรวจสอบความพร้อมโดยรวมของชุดทดลองก่อนจัดประจำโต๊ะ โดยพิจารณาความครบถ้วนของอุปกรณ์ ความสมบูรณ์ของขั้วต่อ และความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับวางกระดาษกรองและขั้วไฟฟ้า

13.1.10 หากพบอุปกรณ์ชำรุด ไม่ครบ หรือไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบ ให้แยกออกจากชุดทดลอง ติดป้ายแสดงสถานะ และดำเนินการแก้ไขหรือเปลี่ยนอุปกรณ์สำรองก่อนการจัดการเรียนการสอน

13.1.11 เมื่อวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือผ่านการตรวจสอบแล้ว ให้จัดเตรียมลงในตะกร้าปฏิบัติการตามรายการที่กำหนด พร้อมตรวจนับจำนวนอีกครั้งก่อนนำไปประจำโต๊ะปฏิบัติการ

Library and Learning, University of Phayao



ภาพที่ 4.41 แสดงการจัดวางและจุดตรวจสอบความพร้อมของชุดการทดลองการเคลื่อนที่ของไอออนในสนามไฟฟ้า

13.2 ข้อควรระวัง

13.2.1 ตรวจสอบให้เครื่องจ่ายไฟฟ้าอยู่ในสถานะปิดก่อนการจัดเตรียม การเคลื่อนย้าย หรือการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ากับชุดทดลอง

13.2.2 ตรวจสอบขั้วต่อและสายไฟให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ โดยเฉพาะบริเวณฉนวนและส่วนที่เป็นโลหะ เพื่อป้องกันความเสียหายและความเสี่ยงทางไฟฟ้า

13.2.3 ระมัดระวังไม่ให้หัวเข็มหรือขั้วไฟฟ้ากระแทก บิดงอ หรือกดทับ เนื่องจากอาจทำให้ตำแหน่งและสภาพของขั้วไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง

13.2.4 ด่างทับทิมต้องจัดเตรียมในภาชนะที่มีฉลากชัดเจน ปิดฝาสนิท และจัดวางในตำแหน่งที่มั่นคง เพื่อลดความเสี่ยงจากการหกหรือการสัมผัสโดยไม่จำเป็น

13.2.5 หลีกเลี่ยงการจัดวางด่างทับทิมและวัสดุที่มีความชื้นใกล้เครื่องจ่ายไฟฟ้า ขั้วต่อ หรือสายไฟ

13.2.6 กระดาษกรองที่จัดเตรียมต้องสะอาดและไม่มีการปนเปื้อน เพื่อไม่ให้สิ่งตกค้างจากการใช้งานครั้งก่อนส่งผลต่อการสังเกตผลการทดลอง

13.2.7 แยกอุปกรณ์ที่พบการชำรุด การกัดกร่อน หรือความผิดปกติออกจากอุปกรณ์ที่พร้อมใช้งานอย่างชัดเจน และไม่นำกลับมาใช้จนกว่าจะได้รับการแก้ไข

Library and Learning University of Phayao

13.3 การดูแลรักษา

13.3.1 ภายหลังการใช้งาน ตรวจสอบและทำความสะอาดชุดทดลองสนามไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้า และอุปกรณ์ประกอบก่อนนำกลับเข้าพื้นที่จัดเก็บ

13.3.2 ตรวจสอบขั้วไฟฟ้าเป็นประจำ หากพบคราบออกไซด์ สนิม หรือสิ่งสกปรก ให้ทำความสะอาดอย่างเหมาะสม และตรวจสอบสภาพอีกครั้งก่อนจัดเก็บ

13.3.3 ตรวจสอบสายไฟ ปากคีบ หัวเข็ม และขั้วต่อเป็นระยะ หากพบการหลวม ฉนวนชำรุด หรือการกัดกร่อน ให้แยกออกจากการใช้งานเพื่อดำเนินการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนทดแทน

13.3.4 จัดเก็บด่างทับทิมในภาชนะที่ปิดสนิท มีฉลากระบุชัดเจน และเก็บในพื้นที่ที่กำหนด โดยหลีกเลี่ยงความชื้น แสงแดด และบริเวณที่เสี่ยงต่อการหกหรือกระแทก

13.3.5 จัดเก็บกระดาษกรองและกระดาษทรายในบริเวณที่แห้ง สะอาด และแยกจากสารเคมีหรือวัสดุที่อาจทำให้เกิดการปนเปื้อน

13.3.6 จัดเก็บเครื่องจ่ายไฟฟ้าและสายไฟในบริเวณที่แห้ง สะอาด และปราศจากฝุ่น พร้อมตรวจสอบสถานะการบำรุงรักษาตามรอบที่หน่วยงานกำหนด

13.3.7 หลังสิ้นสุดบทปฏิบัติการ ให้ตรวจนับวัสดุและอุปกรณ์เทียบกับรายการประจำชุด พร้อมบันทึกอุปกรณ์ที่สูญหาย ชำรุด หรือมีความผิดปกติ เพื่อดำเนินการแก้ไขก่อนการใช้งานครั้งถัดไป

13.3.8 วัสดุที่ใช้แล้วหรือไม่สามารถนำกลับมาใช้ซ้ำได้ ให้แยกออกจากอุปกรณ์ที่พร้อมใช้งานและดำเนินการจัดการตามแนวทางของห้องปฏิบัติการ

Library and Learning, University of Phayao

14. การเตรียมบทปฏิบัติการที่ 14 เรื่อง ความจุความร้อน

บทปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้นิสิตศึกษาการหาค่าความจุความร้อนของวัสดุโดยใช้แคลอริมิเตอร์ก่อนดำเนินการจัดการเรียนการสอน นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือให้ครบถ้วนตามจำนวนที่กำหนด พร้อมตรวจสอบสภาพและความพร้อมใช้งาน เพื่อให้ชุดทดลองมีความพร้อมและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม



Library and Learning, University of Phayao

ภาพที่ 4.42 แสดงรายการวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือ จำนวนที่ต้องเตรียมและภาพประกอบการทดลองเรื่องความจุความร้อน

**** หมายเหตุ รายการ 7–10 ใช้ร่วมกัน** นักวิทยาศาสตร์จัดเตรียมให้เป็นส่วนกลาง

14.1 การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือและอุปกรณ์

14.1.1 ตรวจสอบรายการวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือประจำชุดทดลองให้ครบถ้วน ได้แก่ ชุดแคลอริมิเตอร์ เทอร์โมมิเตอร์ ลูกตุ้มโลหะ บีกเกอร์ 2 ขนาด ผ้าขนหนู น้ำเปล่า น้ำร้อน กาต้มน้ำ กระทะไฟฟ้า ช้อนตัก และเครื่องชั่งดิจิทัล ตามรายการและจำนวนที่กำหนด

14.1.2 ตรวจสอบสภาพชุดแคลอริมิเตอร์ โดยพิจารณาภาชนะ ฝาปิด และส่วนประกอบต่าง ๆ ให้มีสภาพสมบูรณ์ ไม่มีรอยบุบ รอยร้าว การรั่วซึม หรือความเสียหายที่อาจส่งผลต่อการทดลอง

14.1.3 ตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ให้มีสภาพสมบูรณ์ ตัวหลอดไม่แตกร้าว สเกลสามารถอ่านค่าได้ชัดเจน และไม่มีการแยกตัวของของเหลวภายในหลอด

14.1.4 ตรวจสอบลูกตุ้มโลหะให้มีสภาพสมบูรณ์ ไม่มีสนิม คราบสกปรก หรือการกัดกร่อน พร้อมตรวจสอบเชือกหรือจุดยึดสำหรับจับลูกตุ้มให้อยู่ในสภาพแข็งแรงและมั่นคง

14.1.5 ตรวจสอบบีกเกอร์ทั้งสองขนาดให้สะอาด ไม่มีรอยแตกร้าว รอยบิ่น หรือความเสียหายโดยเฉพาะบริเวณขอบและก้นภาชนะ

14.1.6 ตรวจสอบเครื่องชั่งดิจิทัลให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน พื้นที่วางตัวอย่างสะอาดและไม่มีสิ่งของกีดขวาง พร้อมตรวจสอบสถานะความพร้อมตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในบทที่ 3

14.1.7 ตรวจสอบกาต้มน้ำและกระทะไฟฟ้า โดยพิจารณาสายไฟ ปลั๊กไฟ สวิตช์ ตัวเครื่องและภาชนะให้มีสภาพสมบูรณ์ ไม่มีรอยไหม้ สายไฟแตก หรือส่วนประกอบหลวม

14.1.8 ตรวจสอบช้อนตักและอุปกรณ์สำหรับเคลื่อนย้ายลูกตุ้มโลหะให้สะอาด แข็งแรง และสามารถจับหรือเคลื่อนย้ายลูกตุ้มได้อย่างมั่นคง

14.1.9 จัดเตรียมผ้าขนหนูให้สะอาดและแห้ง สำหรับเช็ดอุปกรณ์และน้ำที่อาจหกระหว่างการจัดการเรียนการสอน โดยจัดวางไว้ในตำแหน่งที่สามารถหยิบใช้งานได้สะดวก

14.1.10 จัดเตรียมน้ำเปล่าในปริมาณที่เพียงพอต่อจำนวนชุดทดลอง ส่วนน้ำร้อนให้จัดเตรียมในช่วงเวลาที่เหมาะสมก่อนเริ่มบทปฏิบัติการ เพื่อลดการสูญเสียความร้อนก่อนนำไปใช้งาน

14.1.11 จัดวางวัสดุและอุปกรณ์ประจำชุดลงในตะกร้าปฏิบัติการอย่างเป็นระเบียบ และจัดวางเครื่องมือที่ใช้ร่วมกันในบริเวณส่วนกลางตามที่กำหนด

Library and Learning, University of Phayao

14.2 ข้อควรระวัง

14.2.1 แยกบริเวณจัดเตรียมอุปกรณ์ที่มีอุณหภูมิสูงออกจากบริเวณจัดเตรียมเครื่องมือวัดและอุปกรณ์ทั่วไป เพื่อลดความเสี่ยงจากการสัมผัสหรือการกระแทกโดยไม่ตั้งใจ

14.2.2 ตรวจสอบบีกเกอร์และแคลอริมิเตอร์อย่างละเอียดก่อนจัดลงชุดทดลอง โดยไม่นำภาชนะที่มีรอยแตกร้าว รอยบิ่น หรือรั่วซึมมาใช้งาน

14.2.3 ระมัดระวังการจัดเตรียมและเคลื่อนย้ายลูกตุ้มโลหะ โดยเฉพาะเมื่อลูกตุ้มผ่านการให้ความร้อนแล้ว ควรมีอุปกรณ์สำหรับจับหรือเคลื่อนย้ายที่เหมาะสม

14.2.4 ไม่วางเทอร์โมมิเตอร์ปะปนกับลูกตุ้มโลหะหรืออุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมาก เพื่อป้องกันการกระแทกและการแตกชำรุด

14.2.5 ตรวจสอบสายไฟ ปลั๊กไฟ และตัวเครื่องของกาต้มน้ำและกระทะไฟฟ้าก่อนจัดเตรียมทุกครั้ง และไม่นำเครื่องที่มีสายไฟหรือส่วนประกอบชำรุดมาใช้งาน

14.2.6 จัดวางเครื่องใช้ไฟฟ้าให้ห่างจากบริเวณที่อาจมีน้ำหก และจัดสายไฟไม่ให้กีดขวางทางเดินหรือบริเวณปฏิบัติงาน

14.2.7 จัดเตรียมผ้าขนหนูหรือวัสดุสำหรับเช็ดน้ำไว้ใกล้พื้นที่ทดลอง เพื่อให้สามารถจัดการน้ำที่หกได้ทันทีและลดความเสี่ยงจากการลื่นหรือสัมผัสอุปกรณ์ไฟฟ้า

14.2.8 ไม่จัดเตรียมน้ำร้อนล่วงหน้าเป็นเวลานานเกินความจำเป็น เนื่องจากการสูญเสียความร้อนอาจส่งผลต่อความพร้อมของชุดทดลอง

14.3 การดูแลรักษา

14.3.1 หลังสิ้นสุดการใช้งาน ตรวจสอบและทำความสะอาดแคลอริมิเตอร์ บีกเกอร์ ลูกตุ้มโลหะ ช้อนตัก และอุปกรณ์ประกอบให้สะอาดก่อนจัดเก็บ

14.3.2 เช็ดแคลอริมิเตอร์และบีกเกอร์ให้แห้งสนิทก่อนจัดเก็บ เพื่อลดการเกิดคราบ ความชื้น และการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์

14.3.3 เช็ดลูกตุ้มโลหะให้แห้งทันทีหลังใช้งาน โดยเฉพาะหลังสัมผัสน้ำ เพื่อป้องกันการเกิดสนิมหรือการกัดกร่อน และตรวจสอบเชือกหรือจุดยึดก่อนจัดเก็บ

14.3.4 ทำความสะอาดเทอร์โมมิเตอร์อย่างระมัดระวัง เช็ดให้แห้ง และจัดเก็บแยกจากอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมากหรืออุปกรณ์โลหะ เพื่อป้องกันการกระแทกและแตกชำรุด

Library and Learning, University of Phayao

14.3.5 เช็ดพื้นผิวเครื่องชั่งดิจิทัลให้สะอาดและแห้ง โดยไม่ให้น้ำหรือความชื้นเข้าสู่ตัวเครื่อง และตรวจสอบสภาพก่อนจัดเก็บ

14.3.6 หลังจากกาต้มน้ำและกระทะไฟฟ้าเย็นลงแล้ว ให้ทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง ตรวจสอบสายไฟและปลั๊กไฟ และจัดเก็บสายไฟอย่างเป็นระเบียบโดยไม่หักหรือม้วนแน่นเกินไป

14.3.7 ซักหรือทำความสะอาดผ้าขนหนูที่ใช้ในบทปฏิบัติการ และผึ่งให้แห้งสนิทก่อนนำกลับมาจัดเตรียมสำหรับการใช้งานครั้งต่อไป

14.3.8 ตรวจนับวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือหลังการใช้งานเทียบกับรายการประจำชุดทดลอง และจัดเก็บแยกตามประเภทและตำแหน่งที่กำหนด

14.3.9 หากพบอุปกรณ์ชำรุด เช่น เทอร์โมมิเตอร์แตก ลูกตุ้มโลหะเกิดสนิม หรือเครื่องใช้ไฟฟ้ามีความผิดปกติ ให้แยกออกจากอุปกรณ์พร้อมใช้งาน ติดป้ายแสดงสถานะ และดำเนินการซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนทดแทนก่อนการใช้งานครั้งต่อไป

14.3.10 บันทึกผลการตรวจสอบ ความชำรุด หรือการเปลี่ยนทดแทนอุปกรณ์ตามแบบบันทึกของห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเตรียมความพร้อมสำหรับการจัดการเรียนการสอนครั้งต่อไป

Library and Learning, University of Phayao

ภายหลังจากดำเนินการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการทดลองทั้ง 14 บทปฏิบัติการ และบรรจุลงในตะกร้าปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนถัดไปคือการจัดเก็บตะกร้าปฏิบัติการประจำแต่ละกลุ่มเรียนไว้ภายในตู้เก็บอุปกรณ์ที่ประจำอยู่ ณ โต๊ะปฏิบัติการของแต่ละกลุ่ม เพื่อให้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือถูกจัดเก็บอย่างเป็นระบบ พร้อมสำหรับการนำไปใช้งานในการจัดการเรียนการสอน

ก่อนนำตะกร้าปฏิบัติการจัดเก็บลงในตู้ประจำโต๊ะปฏิบัติการ นักวิทยาศาสตร์จะดำเนินการตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วน และสภาพความพร้อมใช้งานของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือตามรายการตรวจสอบ (Checklist) ของแต่ละบทปฏิบัติการอีกครั้ง เพื่อยืนยันว่านิสิตทุกกลุ่มจะได้รับอุปกรณ์ที่มีจำนวนครบถ้วน อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และมีความปลอดภัยก่อนเริ่มการทดลอง

เมื่อดำเนินการตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว จะนำตะกร้าปฏิบัติการจัดเก็บภายในตู้เก็บอุปกรณ์ประจำโต๊ะของแต่ละกลุ่ม พร้อมปิดล็อกตู้เพื่อป้องกันการสูญหาย การหยิบใช้อุปกรณ์โดยไม่ได้รับอนุญาต และการสับเปลี่ยนอุปกรณ์ระหว่างกลุ่ม ซึ่งช่วยรักษาสภาพความพร้อมของเครื่องมือจนถึงเวลาเริ่มการเรียนการสอน

จากนั้น นักวิทยาศาสตร์จะนำกุญแจของตู้เก็บอุปกรณ์แต่ละชุดไปจัดเก็บไว้ในช่องเบิกกุญแจที่กำหนดไว้บริเวณห้องปฏิบัติการ โดยแยกตามหมายเลขกลุ่มหรือหมายเลขโต๊ะปฏิบัติการ เพื่อให้นิสิตสามารถดำเนินการเบิกกุญแจได้ก่อนเริ่มเรียนตามขั้นตอนที่กำหนด เมื่อได้รับกุญแจแล้ว นิสิตแต่ละกลุ่มจะนำไปเปิดตู้เก็บอุปกรณ์ประจำโต๊ะของตนเอง และนำตะกร้าปฏิบัติการออกมาใช้ในการทดลอง

ระบบการจัดเก็บและเบิกจ่ายในลักษณะดังกล่าวช่วยให้การกระจายอุปกรณ์เป็นไปอย่างรวดเร็ว ลดระยะเวลาการแจกจ่ายอุปกรณ์หน้าชั้นเรียน ลดความสับสนในการรับ–ส่งคืนอุปกรณ์ และสามารถตรวจสอบความรับผิดชอบของแต่ละกลุ่มได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพย์สินของห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพ ลดการสูญหายของวัสดุและเครื่องมือ รวมถึงส่งเสริมความปลอดภัยในการปฏิบัติการและการใช้ทรัพยากรของห้องปฏิบัติการอย่างคุ้มค่า

Library and Learning University of Phayao

4.2.2.8 ขั้นตอนที่ 8 เบิกจ่ายตะกร้าแลป เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์

1) ตรวจสอบรายชื่อกลุ่มนิสิตและรายการอุปกรณ์ก่อนการเบิกจ่าย

ดำเนินการตรวจสอบรายชื่อกลุ่มนิสิต ตารางปฏิบัติการ และรายการวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในแต่ละบทปฏิบัติการก่อนการเบิกจ่าย เพื่อให้การจัดเตรียมตะกร้าแลปมีความถูกต้องครบถ้วนและสอดคล้องกับกิจกรรมการทดลอง รวมถึงตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ก่อนส่งมอบให้แก่นิสิตใช้งานจริง

2) ดำเนินการเบิกจ่ายตะกร้าแลปและเครื่องมือให้แก่นิสิต

โดยนิสิตมาเบิกกุญแจตู้หัวข้อแลปที่เรียนในสัปดาห์นั้นๆ เพื่อดำเนินการแจกจ่ายตะกร้าแลป เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ให้แก่แต่ละกลุ่มนิสิตตามรายการที่กำหนด โดยอธิบายรายละเอียดของอุปกรณ์ วิธีการใช้งานเบื้องต้น และข้อควรระวังในการใช้งาน เพื่อให้นิสิตสามารถใช้งานอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย และลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทดลอง

3) ตรวจสอบความครบถ้วนและสภาพอุปกรณ์ร่วมกับนิสิตก่อนเริ่มปฏิบัติการ

ดำเนินการตรวจสอบจำนวนและสภาพของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือร่วมกับนิสิตก่อนเริ่มการทดลอง เช่น ความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ สายไฟ อุปกรณ์ประกอบ และอุปกรณ์ขนาดเล็ก เพื่อป้องกันปัญหาการสูญหายหรือความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการใช้งาน รวมทั้งสร้างความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับความรับผิดชอบในการดูแลอุปกรณ์ของห้องปฏิบัติการ

4) ควบคุมและติดตามการใช้งานเครื่องมือระหว่างการปฏิบัติการ

ดำเนินการติดตามการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ระหว่างการทดลอง โดยสังเกตวิธีการใช้งานของนิสิต การเชื่อมต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า การตั้งค่าการทดลอง และพฤติกรรมที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายหรืออันตราย พร้อมทั้งให้คำแนะนำและแก้ไขปัญหาเบื้องต้น เพื่อให้การใช้งานเป็นไปอย่างถูกต้องและปลอดภัย

Library and Learning, University of Phayao

5) บันทึกข้อมูลการเบิกจ่ายและการใช้งานอุปกรณ์

ดำเนินการบันทึกข้อมูลการเบิกจ่ายวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ เช่น วันที่ใช้งาน รายชื่อกลุ่มนิสิต รายการอุปกรณ์ และจำนวนที่เบิกจ่าย เพื่อใช้ในการติดตามการใช้งาน ตรวจสอบการสูญหาย และเป็นข้อมูลสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรของห้องปฏิบัติการ รวมทั้งสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้ในกรณีที่เกิดปัญหาหรือความเสียหาย

6) วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้งานวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

ในกรณีที่พบปัญหาระหว่างการใช้งาน เช่น อุปกรณ์ไม่ครบ เครื่องมือทำงานผิดปกติ หรือเกิดความเสียหายระหว่างการทดลอง ผู้ปฏิบัติงานจะดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และบันทึกข้อมูลเพื่อใช้ในการปรับปรุงการจัดเตรียมอุปกรณ์ การบริหารจัดการทรัพยากร และการวางแผนการจัดซื้อหรือซ่อมบำรุงในอนาคต

4.2.2.9 ขั้นตอนที่ 9 ให้บริการคำปรึกษาและคำแนะนำแก่นิสิตในระหว่างการเรียน

1) อธิบายหลักการทดลองและขั้นตอนการปฏิบัติแก่นิสิตก่อนเริ่มการทดลอง

ดำเนินการอธิบายวัตถุประสงค์ หลักการทางทฤษฎี ขั้นตอนการทดลอง วิธีการใช้งานเครื่องมือ และข้อควรระวังในการปฏิบัติงานแก่นิสิตก่อนเริ่มการทดลอง เพื่อให้นิสิตมีความเข้าใจในแนวทางการปฏิบัติ สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีกับการทดลองจริง และลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติการ

2) ให้คำแนะนำด้านเทคนิคในการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

ดำเนินการให้คำแนะนำเกี่ยวกับการติดตั้ง การเชื่อมต่อ และการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ เช่น การตั้งค่ามัลติมิเตอร์ การใช้งานแหล่งจ่ายไฟ การต่อวงจรไฟฟ้า หรือการอ่านค่าจากเครื่องมือวัด เพื่อให้นิสิตสามารถใช้งานเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย และลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งานที่ไม่เหมาะสม

Library and Learning, University of Phayao

3) ให้คำปรึกษาและช่วยแก้ไขปัญหาระหว่างการทดลอง

ดำเนินการสังเกตและติดตามการดำเนินการทดลองของนิสิตในแต่ละกลุ่ม พร้อมทั้งให้คำปรึกษาและช่วยวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น เช่น การต่อวงจรผิดพลาด ค่าการวัดผิดปกติ เครื่องมือทำงานไม่ถูกต้อง หรือผลการทดลองไม่สอดคล้องกับทฤษฎี โดยช่วยแนะนำแนวทางการตรวจสอบสาเหตุและการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาของนิสิต

4) ควบคุมและกำกับดูแลการปฏิบัติงานให้เป็นไปตามหลักความปลอดภัย

ดำเนินการควบคุมและกำกับดูแลการใช้งานเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ของนิสิตให้เป็นไปตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ เช่น การใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างถูกต้อง การจัดพื้นที่ทำงานให้เป็นระเบียบ เพื่อป้องกันอุบัติเหตุและลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการทดลอง

5) ส่งเสริมให้นิสิตวิเคราะห์ผลการทดลองและอธิบายความคลาดเคลื่อนของข้อมูล

ดำเนินการกระตุ้นให้นิสิตวิเคราะห์ผลการทดลอง เปรียบเทียบผลที่ได้กับค่าทางทฤษฎี และพิจารณาปัจจัยที่อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน เช่น ความผิดพลาดของเครื่องมือ วิธีการทดลอง หรือข้อจำกัดของสภาพแวดล้อม เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์ การตีความข้อมูล และความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบ

6) บันทึกปัญหาและข้อเสนอแนะที่พบระหว่างการเรียนการสอน

ดำเนินการบันทึกปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ เช่น ปัญหาการใช้งานเครื่องมือ ความไม่ชัดเจนของขั้นตอนการทดลอง หรือข้อจำกัดของอุปกรณ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงบทปฏิบัติการ คู่มือการทดลอง และกระบวนการจัดการเรียนการสอนในภาคการศึกษาถัดไป รวมทั้งสามารถนำข้อมูลไปต่อยอดในการพัฒนางานตามแนวทาง R2R ได้

Library and Learning, University of Phayao

4.2.2.10 ขั้นตอนที่ 10 ตรวจสอบผลการทดลอง

1) ตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลผลการทดลอง

ดำเนินการตรวจสอบการบันทึกข้อมูลผลการทดลองของนิสิตในแต่ละกลุ่ม เช่น ค่าที่วัดได้ ตารางบันทึกผล หน่วยการวัด และการคำนวณเบื้องต้น เพื่อให้ข้อมูลมีความครบถ้วนถูกต้อง และสอดคล้องกับขั้นตอนของบทปฏิบัติการ รวมทั้งตรวจสอบว่ามีการบันทึกข้อมูลตามสภาพจริงของการทดลอง โดยไม่มีการคัดลอกหรือบันทึกข้อมูลโดยไม่มีเหตุผลทางวิชาการรองรับ

2) เปรียบเทียบผลการทดลองกับค่าทางทฤษฎีหรือค่ามาตรฐาน

ดำเนินการตรวจสอบผลการทดลองโดยเปรียบเทียบค่าที่นิสิตวัดได้กับค่าทางทฤษฎีหรือค่ามาตรฐานที่ควรจะเป็น เพื่อประเมินความถูกต้องของผลการทดลอง รวมทั้งพิจารณาว่าค่าที่ได้อยู่ในช่วงความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้หรือไม่ หากพบว่าผลการทดลองมีความแตกต่างจากค่าทางทฤษฎีมากผิดปกติ จะดำเนินการวิเคราะห์หาสาเหตุร่วมกับนิสิต

3) วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนและสาเหตุของข้อผิดพลาดในการทดลอง

ดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ทั้งในด้านความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (Systematic Error) และความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่ม (Random Error) เช่น ความผิดพลาดจากการเครื่องมือ การอ่านค่าผิดพลาด การตั้งค่าการทดลองผิดพลาด หรือผลกระทบจากสภาพแวดล้อม เพื่อให้นิสิตเข้าใจสาเหตุของข้อผิดพลาด และสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

4) ให้คำแนะนำในการแก้ไขและปรับปรุงรายงานผลการทดลอง

ภายหลังการตรวจสอบรายงาน หากพบว่าข้อมูล การคำนวณ การวิเคราะห์ผล หรือรูปแบบการจัดทำรายงานยังไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ นักวิทยาศาสตร์และอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาจะให้ข้อเสนอแนะและคำแนะนำเพื่อให้นิสิตปรับปรุงแก้ไขรายงานให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ก่อนจัดส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ ทั้งนี้ เพื่อส่งเสริมให้นิสิตเกิดความเข้าใจในกระบวนการทดลองและสามารถพัฒนาทักษะการเขียนรายงานทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Library and Learning, University of Phayao

5) ตรวจรับรายงานฉบับสมบูรณ์และบันทึกผลการประเมินผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์

เมื่อนิสิตได้ปรับปรุงรายงานตามข้อเสนอแนะและผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว ให้นิสิตจัดส่งรายงานฉบับสมบูรณ์ในรูปแบบไฟล์อิเล็กทรอนิกส์ผ่านระบบที่รายวิชากำหนด จากนั้นนักวิทยาศาสตร์และอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาจะดำเนินการตรวจสอบรายงานฉบับสุดท้าย พร้อมบันทึกผลการประเมินและคะแนนผ่านระบบ Assignment หรือระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัย เพื่อใช้เป็นหลักฐานในการประเมินผลการเรียนของนิสิต

6) บันทึกข้อมูลปัญหาและผลการตรวจสอบเพื่อใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน

ดำเนินการบันทึกข้อมูลปัญหาที่พบระหว่างการตรวจสอบผลการทดลอง เช่น ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นซ้ำ ความคลาดเคลื่อนในการคำนวณ การใช้เครื่องมือไม่ถูกต้อง หรือประเด็นที่นิสิตยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงบทปฏิบัติการ วิธีการสอน เอกสารประกอบการเรียนการสอน และกระบวนการจัดการห้องปฏิบัติการ รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนางานตามแนวทาง PDCA, R2R และการประกันคุณภาพการศึกษาอย่างต่อเนื่อง

Library and Learning, University of Phayao

4.2.2.11 ขั้นตอนที่ 11 รับคืนตะกร้าแลป

1) รับคืนตะกร้าแลปและตรวจสอบความครบถ้วนของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ

ดำเนินการรับคืนตะกร้าแลปจากนิสิตแต่ละกลุ่มหลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติการ พร้อมทั้งตรวจสอบความครบถ้วนของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ โดยเปรียบเทียบกับรายการอุปกรณ์มาตรฐานของแต่ละบทปฏิบัติการ เพื่อป้องกันการสูญหายและให้สามารถติดตามอุปกรณ์ได้อย่างเป็นระบบ

2) ตรวจสอบสภาพการใช้งานและความเสียหายของอุปกรณ์

ดำเนินการตรวจสอบสภาพของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือหลังการใช้งาน เช่น ความสมบูรณ์ของอุปกรณ์ การแตกหัก ความเสียหายของสายไฟ หรือความผิดปกติของเครื่องมือ เพื่อประเมินว่าสามารถนำกลับมาใช้งานได้ตามปกติหรือไม่ รวมทั้งตรวจสอบความสะอาดและความเรียบร้อยก่อนนำกลับเข้าจัดเก็บในห้องปฏิบัติการ

3) บันทึกข้อมูลการสูญหาย ชำรุด หรือความผิดปกติของอุปกรณ์

ในกรณีที่พบวัสดุ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือสูญหาย ชำรุด หรือมีความผิดปกติ จะดำเนินการบันทึกข้อมูลรายละเอียด เช่น รายการอุปกรณ์ ลักษณะความเสียหาย วันที่เกิดเหตุ และกลุ่มผู้ใช้งาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการติดตาม วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และใช้ประกอบการดำเนินการซ่อมแซมหรือจัดซื้อทดแทนต่อไป

4) วิเคราะห์สาเหตุของความเสียหายและกำหนดแนวทางป้องกัน

ดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุของการชำรุดเสียหายหรือการสูญหายของวัสดุและอุปกรณ์ เช่น การใช้งานไม่ถูกต้อง การจัดเก็บไม่เหมาะสม หรือความเสื่อมสภาพจากการใช้งานต่อเนื่อง เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการกำหนดแนวทางป้องกันและปรับปรุงการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ รวมถึงใช้เป็นข้อมูลในการให้คำแนะนำแก่นิสิตเกี่ยวกับการใช้งานอุปกรณ์อย่างถูกต้องและปลอดภัย

5) จัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือกลับเข้าสู่ระบบห้องปฏิบัติการ

ดำเนินการจัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือกลับเข้าที่จัดเก็บตามหมวดหมู่และระบบที่กำหนด เพื่อให้สะดวกต่อการค้นหา การตรวจสอบ และการนำกลับมาใช้งานในครั้งถัดไป รวมทั้งช่วยรักษาสภาพของอุปกรณ์ให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ

6) จัดทำสถิติการชำรุดเสียหายและข้อมูลประกอบการจัดซื้อ/ซ่อมบำรุง

ดำเนินการรวบรวมและจัดเก็บสถิติการชำรุดเสียหาย การสูญหาย และอายุการใช้งานของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนซ่อมบำรุง การจัดซื้อวัสดุทดแทน และการบริหารงบประมาณของห้องปฏิบัติการ รวมทั้งใช้วิเคราะห์แนวโน้มปัญหาที่

Library and Learning University of Phayao

เกิดขึ้นในแต่ละภาคการศึกษา เพื่อพัฒนาการบริหารจัดการทรัพยากรในห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4.2.2.12 ขั้นตอนที่ 12 ตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์หลังใช้งาน

1) ตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องมือและอุปกรณ์หลังการใช้งาน

ดำเนินการตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องมือและอุปกรณ์หลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติการ เช่น ระบบไฟฟ้า การแสดงผล การตอบสนองของเครื่องมือ สายไฟ และอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ เพื่อประเมินว่ายังสามารถใช้งานได้ตามปกติหรือไม่ รวมทั้งตรวจสอบความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งานระหว่างการเรียนการสอน

2) ทำความสะอาดและบำรุงรักษาเครื่องมือเบื้องต้น

ดำเนินการทำความสะอาดวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือตามลักษณะการใช้งาน เช่น การเช็ดทำความสะอาดพื้นผิวเครื่องมือ การจัดเก็บสายไฟ และการตรวจสอบความเรียบร้อยของอุปกรณ์ประกอบ เพื่อป้องกันการสะสมของฝุ่น สิ่งสกปรก หรือความเสียหายที่อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องมือในระยะยาว รวมทั้งช่วยยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ

3) ตรวจสอบค่าความถูกต้องและเสถียรภาพของเครื่องมือหลังการใช้งาน

ดำเนินการตรวจสอบค่าพื้นฐานและความเสถียรของเครื่องมือบางประเภทที่มีผลต่อความถูกต้องของผลการทดลอง เช่น มัลติมิเตอร์ แหล่งจ่ายไฟ เครื่องชั่ง หรืออุปกรณ์วัดทางไฟฟ้า เพื่อประเมินว่ามีค่าคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้นหลังการใช้งานหรือไม่ รวมถึงใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนสอบเทียบและบำรุงรักษาเครื่องมือในรอบถัดไป

4) บันทึกข้อมูลการตรวจสอบ บำรุงรักษา และความผิดปกติของเครื่องมือ

ดำเนินการบันทึกข้อมูลการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องมือในแบบฟอร์มหรือ Log Book เช่น วันที่ตรวจสอบ สภาพการใช้งาน รายละเอียดความผิดปกติ และแนวทางการแก้ไข

Library and Learning, University of Phayao

เพื่อให้สามารถตรวจสอบย้อนหลัง (Traceability) และใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการบริหารจัดการครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ

5) วิเคราะห์สาเหตุของความผิดปกติและดำเนินการแก้ไขเบื้องต้น

ในกรณีที่พบความผิดปกติของเครื่องมือ เช่น ค่าการวัดไม่เสถียร ระบบไฟฟ้าขัดข้อง หรืออุปกรณ์บางส่วนชำรุด ผู้ปฏิบัติงานจะดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุเบื้องต้น และแก้ไขตามขอบเขตที่สามารถดำเนินการได้ เช่น การเปลี่ยนสายไฟ การตรวจสอบจุดเชื่อมต่อ หรือการปรับตั้งค่าเครื่องมือ หากไม่สามารถแก้ไขได้ จะดำเนินการประสานผู้เชี่ยวชาญหรือดำเนินการตามขั้นตอนการส่งซ่อมของคณะวิทยาศาสตร์ต่อไป

6) จัดทำข้อมูลประกอบการวางแผนบำรุงรักษาและจัดซื้อทดแทนเครื่องมือ

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลสภาพการใช้งาน ความถี่ในการชำรุด และอายุการใช้งานของเครื่องมือ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance: PM) การสอบเทียบตามรอบระยะเวลา และการจัดซื้อเครื่องมือทดแทนในกรณีที่เครื่องมือเสื่อมสภาพหรือไม่คุ้มค่าต่อการซ่อมบำรุง ทั้งนี้เพื่อให้ห้องปฏิบัติการมีเครื่องมือพร้อมใช้งานอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอน

Library and Learning, University of Phayao

4.2.2.13 ขั้นตอนที่ 13 บันทึก สรุป และวิเคราะห์ปัญหาอุปสรรคตลอดภาคการศึกษา

1) รวบรวมข้อมูลปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลปัญหา อุปสรรค และข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการตลอดภาคการศึกษา เช่น ปัญหาความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง ความไม่พร้อมของเครื่องมือ การชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ ความล่าช้าในการดำเนินการทดลอง หรือข้อจำกัดด้านทรัพยากรและสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ รวมทั้งรวบรวมข้อเสนอแนะจากอาจารย์ผู้สอน นิสิต และผู้ปฏิบัติงาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และพัฒนางานต่อไป

2) วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการเรียนการสอน

ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ โดยพิจารณาสาเหตุของปัญหาในแต่ละด้าน เช่น ปัจจัยด้านเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ วิธีการทดลอง การบริหารจัดการ หรือทักษะของผู้เรียน รวมถึงประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อคุณภาพของผลการทดลอง ประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอน และความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน เพื่อให้สามารถกำหนดแนวทางแก้ไขได้อย่างเหมาะสมและตรงจุด

3) จัดทำสรุปผลการดำเนินงานและแนวทางปรับปรุงพัฒนา

ดำเนินการสรุปผลการดำเนินงานตลอดภาคการศึกษา ทั้งในด้านผลสำเร็จของการจัดการเรียนการสอน ปัญหาอุปสรรคที่พบ และแนวทางการแก้ไขหรือปรับปรุงที่ดำเนินการ พร้อมทั้งจัดทำข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนางานในภาคการศึกษาถัดไป เช่น การปรับปรุงบทปฏิบัติการ การเพิ่มจำนวนอุปกรณ์ การวางแผนบำรุงรักษาเครื่องมือ หรือการปรับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

4) จัดเก็บข้อมูลและจัดทำฐานข้อมูลสำหรับการพัฒนางาน

ดำเนินการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ เช่น สถิติความเสียหายของอุปกรณ์ ผลการทดลองที่มีความคลาดเคลื่อนสูง ปัญหาที่เกิดขึ้นซ้ำ และข้อมูลการซ่อมบำรุงเครื่องมือ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการติดตาม วิเคราะห์แนวโน้มของปัญหา และสนับสนุนการวางแผนพัฒนางานในระยะยาวอย่างเป็นระบบ

5) นำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนางานตามแนวทาง PDCA และ R2R

นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมและวิเคราะห์ปัญหาไปใช้ในการปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานตามแนวคิด PDCA (Plan–Do–Check–Act) เพื่อพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งสามารถนำประเด็นปัญหาที่พบไปพัฒนาเป็นงานวิจัยจากงานประจำ (Routine to Research: R2R) เช่น การศึกษาสาเหตุของความคลาดเคลื่อนในการทดลอง การพัฒนาวิธีลดความเสียหายของอุปกรณ์ หรือการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Library and Learning, University of Phayao

6) รายงานผลการดำเนินงานต่ออาจารย์ผู้สอนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ดำเนินการจัดทำรายงานสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาอุปสรรค และแนวทางพัฒนางาน เสนอแก่อาจารย์ประจำวิชา หัวหน้าห้องปฏิบัติการ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนการจัดการเรียนการสอน การจัดสรรงบประมาณ และการพัฒนาห้องปฏิบัติการในอนาคต รวมทั้งสนับสนุนการดำเนินงานด้านประกันคุณภาพการศึกษาและการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการของคณะวิทยาศาสตร์

Library and Learning, University of Phayao

4.3 วิธีการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน

ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	วิธีการติดตาม	การประเมินผล
1) การประชุมเตรียมความพร้อมและวางแผนการสอนปฏิบัติการ	1) ติดตามการประชุมวางแผนร่วมกับอาจารย์ผู้สอนและทีมคุมปฏิบัติการก่อนเปิดภาคการศึกษา 2) มีการสรุปปัญหา อุปสรรค และแนวทางปรับปรุงจากภาคการศึกษาก่อนหน้า	1) การจัดการเรียนการสอนมีความสอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Learning Outcomes) 2) สามารถวางแผนการจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือได้อย่างเหมาะสม
2) การวิเคราะห์และทดสอบบทปฏิบัติการ	1) มีการทดลองล่วงหน้า (Pre-lab testing) ก่อนใช้งานจริงทุกบทปฏิบัติการ 2) มีการตรวจสอบความถูกต้องของผลการทดลองเปรียบเทียบกับค่าทฤษฎี	1) บทปฏิบัติการสามารถดำเนินการได้จริงและให้ผลสอดคล้องกับหลักการทางทฤษฎี 2) ลดความคลาดเคลื่อนและปัญหาระหว่างการเรียนการสอน
3) การจัดทำคู่มือปฏิบัติการและเอกสารประกอบการสอน	1) มีการตรวจสอบและปรับปรุงคู่มือปฏิบัติการทุกภาคการศึกษา	1) นิสิตมีเอกสารประกอบการเรียนที่ครบถ้วนและเป็นมาตรฐานเดียวกัน 2) คู่มือปฏิบัติการมีความชัดเจนและช่วยลดข้อผิดพลาดในการทดลอง
4) การจัดทำปฏิทินแลปและจัดกลุ่มนิสิต	1) ติดตามจำนวนผู้เรียนและการใช้ห้องปฏิบัติการในแต่ละรอบเรียน 2) มีการปรับตารางหรือกลุ่มเรียนกรณีทรัพยากรไม่เพียงพอ	1) การใช้งานห้องปฏิบัติการและเครื่องมือมีความเหมาะสม 2) ลดความแออัดและเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินการทดลอง

Library and Learning, University of Phayao

5) การตรวจเช็คความพร้อมและสอบเทียบเครื่องมือ	1) มีการตรวจสอบและสอบเทียบเครื่องมือตามรอบระยะเวลา 2) มีการบันทึกข้อมูลการสอบเทียบและการบำรุงรักษาใน Log Book	1) เครื่องมือมีความพร้อมใช้งานและมีความถูกต้องตามมาตรฐาน 2) ผลการทดลองมีความน่าเชื่อถือและสามารถตรวจสอบย้อนหลังได้
6) การตรวจเช็คความพร้อมของห้องปฏิบัติการ	1) ติดตามความพร้อมของระบบไฟฟ้า แสงสว่าง และอุปกรณ์ความปลอดภัยตาม ESPReL checklist 2) มีการตรวจสอบสภาพแวดล้อมก่อนการใช้งานทุกครั้ง	1) ห้องปฏิบัติการมีความปลอดภัยและพร้อมใช้งาน 2) ลดความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุในการปฏิบัติงาน
7) การจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือลงตะกร้า	1) มีการตรวจสอบรายการอุปกรณ์ตามแบบฟอร์มมาตรฐานก่อนใช้งาน 2) มีการจัดเตรียมอุปกรณ์สำรองกรณีอุปกรณ์ชำรุดหรือไม่เพียงพอ	1) วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือมีความครบถ้วนพร้อมใช้งาน 2) ลดความล่าช้าในการดำเนินการทดลอง
8) การเบิกจ่ายตะกร้าแลปเครื่องมือ และวัสดุอุปกรณ์	1) มีการตรวจสอบรายการอุปกรณ์ก่อน–หลังการเบิกจ่าย 2) มีการบันทึกข้อมูลการใช้งานอุปกรณ์ในระบบหรือ Log Book	1) ลดการสูญหายของวัสดุและอุปกรณ์ 2) สามารถตรวจสอบการใช้งานย้อนหลังได้
9) การให้คำปรึกษาและคำแนะนำแก่นิสิตระหว่างการเรียน	1) ติดตามการใช้งานเครื่องมือและการปฏิบัติการของนิสิตระหว่างการทดลอง 2) มีการบันทึกปัญหาและ	1) นิสิตสามารถใช้งานเครื่องมือได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย 2) ลดข้อผิดพลาดและเพิ่มความเข้าใจในการทดลอง

Library and Learning, University of Phayao

	ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียน	
10) การตรวจสอบผลการทดลอง	1) ตรวจสอบความครบถ้วนของข้อมูลและเปรียบเทียบผลกับค่าทฤษฎี 2) วิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนของผลการทดลอง	1) ผลการทดลองมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ 2) นิสิตสามารถอธิบายสาเหตุของความคลาดเคลื่อนได้
11) การรับคืนตะกร้าแลป	1) ตรวจสอบจำนวนและสภาพอุปกรณ์หลังการใช้งาน 2) บันทึกข้อมูลอุปกรณ์ชำรุดสูญหาย หรือผิดปกติ	1) ลดการสูญหายและความเสียหายของอุปกรณ์ 2) มีข้อมูลสำหรับวางแผนซ่อมบำรุงและจัดซื้อทดแทน
12) การตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์หลังใช้งาน	1) มีการตรวจสอบ ทำความสะอาด และบำรุงรักษาเครื่องมือหลังใช้งาน 2) บันทึกข้อมูลการชำรุดและการซ่อมบำรุง	1) เครื่องมือมีสภาพพร้อมใช้งานในระยะยาว 2) ลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงฉุกเฉิน
13) การบันทึก สรุป และวิเคราะห์ปัญหาอุปสรรคตลอดภาคการศึกษา	1) มีการรวบรวมข้อมูลปัญหาและข้อเสนอแนะตลอดภาคการศึกษา 2) วิเคราะห์ข้อมูลตามแนวทาง PDCA และ R2R	1) สามารถนำข้อมูลไปใช้ปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในภาคถัดไป 2) ยกระดับคุณภาพการดำเนินงานและพัฒนางานอย่างต่อเนื่อง

Library and Learning, University of Phayao

4.4 จรรยาบรรณ คุณธรรม และจริยธรรมในการปฏิบัติงาน

การปฏิบัติงานด้านการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการทางฟิสิกส์และการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องอาศัยทั้งความรู้ ความรับผิดชอบ และจริยธรรมในการปฏิบัติงาน เนื่องจากเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของผู้เรียน การใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และความถูกต้องของข้อมูลทางวิชาการ ดังนั้น ผู้ปฏิบัติงานจึงต้องยึดหลักจรรยาบรรณ คุณธรรม และจริยธรรมในการปฏิบัติงาน ดังนี้

1) ยึดมั่นในความซื่อสัตย์สุจริตและความรับผิดชอบต่อหน้าที่

ปฏิบัติงานด้วยความซื่อสัตย์สุจริต โปร่งใส และตรวจสอบได้ โดยคำนึงถึงประโยชน์ของทางราชการและผู้เรียนเป็นสำคัญ มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย ทั้งในด้านการจัดเตรียมการเรียนการสอน การดูแลเครื่องมือและครุภัณฑ์ การควบคุมคุณภาพของผลการทดลอง และการดูแลความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ รวมถึงปฏิบัติงานให้แล้วเสร็จตามระยะเวลาที่กำหนดอย่างมีประสิทธิภาพ

2) ปฏิบัติงานโดยคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เรียนและผู้ปฏิบัติงาน

ให้ความสำคัญกับความปลอดภัยในการปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการ โดยปฏิบัติตามกฎหมาย ระเบียบ และมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง เช่น พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554 มาตรฐาน ESPReL และมาตรฐาน IEC 61010 รวมทั้งกำกับดูแลให้นิสิตและผู้ใช้งานปฏิบัติตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด เพื่อป้องกันอุบัติเหตุและลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์

3) ปฏิบัติงานด้วยความถูกต้องตามหลักวิชาการและมาตรฐานวิชาชีพ

ดำเนินการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการ การตรวจสอบเครื่องมือ และการควบคุมคุณภาพของผลการทดลองตามหลักวิชาการและมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง โดยคำนึงถึงความถูกต้องของข้อมูล ความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง และการตรวจสอบย้อนกลับได้ (Traceability) รวมทั้งไม่นำเสนอข้อมูลอันเป็นเท็จหรือบิดเบือนผลการทดลอง เพื่อรักษามาตรฐานและจริยธรรมทางวิชาการ

4) มีจิตสำนึกในการใช้ทรัพยากรและทรัพย์สินของทางราชการอย่างคุ้มค่า

ดูแลรักษาวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และครุภัณฑ์ของห้องปฏิบัติการให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน มีการใช้งานอย่างเหมาะสม ประหยัด และคุ้มค่า รวมทั้งมีการวางแผนบำรุงรักษา

Library and Learning, University of Phayao

และการจัดซื้อจัดจ้างอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการจัดการเรียนการสอนและการพัฒนาห้องปฏิบัติการของหน่วยงาน

5) ให้บริการด้วยความเสมอภาคและมีมนุษยสัมพันธ์ที่ดี

ปฏิบัติต่ออาจารย์ นิสิต บุคลากร และผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการทุกคนด้วยความสุภาพ เสมอภาค และเป็นธรรม พร้อมให้คำแนะนำและช่วยเหลือด้านวิชาการอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสำคัญ รวมทั้งสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนการสอนและการปฏิบัติงานร่วมกัน

6) พัฒนาตนเองและพัฒนางานอย่างต่อเนื่อง

แสวงหาความรู้และพัฒนาทักษะด้านวิชาการ เทคโนโลยี และการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน รวมทั้งนำปัญหาและข้อจำกัดที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานประจำมาวิเคราะห์และพัฒนางานตามแนวทาง PDCA และ Routine to Research (R2R) เพื่อยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการให้มีมาตรฐานและทันสมัยอยู่เสมอ

7) รักษาความลับและข้อมูลของหน่วยงาน

ไม่นำข้อมูลภายในของหน่วยงาน ข้อมูลผลการทดลอง หรือข้อมูลที่อาจส่งผลกระทบต่อหน่วยงานและผู้ใช้งานไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต รวมทั้งปฏิบัติตามแนวทางด้านจริยธรรมและการคุ้มครองข้อมูลของหน่วยงานอย่างเคร่งครัด เพื่อสร้างความเชื่อมั่นและความน่าเชื่อถือในการปฏิบัติงาน

Library and Learning, University of Phayao

บทที่ 5

ปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไข และพัฒนางาน

การจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการรายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการเตรียมความพร้อมทั้งด้านเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการ และการประสานงานระหว่างอาจารย์ผู้สอน นักวิทยาศาสตร์ และนิสิต เพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย และบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ จากประสบการณ์ในการปฏิบัติงานพบว่า มีปัญหาและอุปสรรคหลายประการที่ส่งผลต่อการดำเนินงาน ทั้งในด้านการวางแผน การเตรียมความพร้อมของเครื่องมือ การใช้งานอุปกรณ์ การดูแลรักษาครุภัณฑ์ และการปฏิบัติของผู้เรียน ดังนั้น ผู้จัดทำจึงได้รวบรวมปัญหา อุปสรรค แนวทางในการแก้ไข และแนวทางการพัฒนางาน เพื่อใช้เป็นแนวปฏิบัติในการปรับปรุงการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.1 ปัญหา อุปสรรคในการปฏิบัติงาน และแนวทางในการแก้ไข

5.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ไม่เพียงพอต่อจำนวนนิสิต

ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือร่วมกันระหว่างบทปฏิบัติการหลายรายวิชา หลายหมู่เรียน (Section) และหลายหลักสูตร ส่งผลให้ต้องจัดสรรอุปกรณ์หมุนเวียนใช้งานตลอดภาคการศึกษา ในขณะที่งบประมาณสำหรับการจัดซื้อมีข้อจำกัด ทำให้ไม่สามารถจัดหาอุปกรณ์ให้ครบทุกกลุ่มเรียนได้พร้อมกัน

นอกจากนี้ เครื่องมือบางประเภทมีราคาสูง มีอายุการใช้งานยาวนาน และมีจำนวนจำกัด จึงไม่สามารถจัดเตรียมประจำทุกโต๊ะปฏิบัติการได้ อีกทั้งพื้นที่สำหรับจัดเก็บอุปกรณ์ภายในห้องปฏิบัติการมีข้อจำกัด ไม่สามารถรองรับการจัดเก็บตะกร้าปฏิบัติการจำนวนมากได้

แนวทางการแก้ไข

จากข้อจำกัดดังกล่าว สาขาวิชาฟิสิกส์จึงกำหนดรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบ หมุนเวียนฐานปฏิบัติการ (Rotational Laboratory System) โดยให้นิสิตในหมู่เรียนเดียวกันแบ่งหมุนเวียนเข้าปฏิบัติการครั้ง

Library and Learning, University of Phayao

ละประมาณ 4–5 ปฏิบัติการ เพื่อลดจำนวนชุดอุปกรณ์ที่ต้องจัดเตรียมในเวลาเดียวกัน และสามารถใช้ทรัพยากรร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการดำเนินการดังนี้

1. จัดตารางเรียนแบบหมุนเวียนระหว่างห้องปฏิบัติการ เพื่อลดการใช้อุปกรณ์พร้อมกันหลายรายวิชา
2. จัดชุดอุปกรณ์ประจำตะกร้าปฏิบัติการตามจำนวนที่เหมาะสม และใช้ร่วมกันระหว่างหมู่เรียน
3. ตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องมืออย่างสม่ำเสมอ เพื่อยืดอายุการใช้งานและลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อใหม่
4. พัฒนาและประดิษฐ์อุปกรณ์ทดลองขึ้นใช้เอง (DIY Laboratory Equipment) สำหรับการทดลองที่สามารถทดแทนอุปกรณ์เชิงพาณิชย์ได้ โดยยังคงผลการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของรายวิชา

แนวทางการพัฒนางาน

หากในอนาคตมีเป้าหมายในการเพิ่มจำนวนตะกร้าปฏิบัติการจากประมาณ 22 ชุด เป็น 100 ชุด เพื่อรองรับการเรียนการสอนพร้อมกันหลายรายวิชา ควรดำเนินการพัฒนาในหลายด้านควบคู่กัน ดังนี้

1. การเพิ่มศักยภาพของอุปกรณ์

1) จัดทำแผนจัดซื้อแบบระยะยาว (3–5 ปี) โดยกำหนดลำดับความสำคัญของเครื่องมือที่ใช้ร่วมกันบ่อยที่สุด

2) กำหนดจำนวนอุปกรณ์ขั้นต่ำ (Minimum Stock) สำหรับแต่ละบทปฏิบัติการ

3) พัฒนาระบบติดตามอายุการใช้งานและการทดแทนเครื่องมือ (Replacement Plan)

2. การพัฒนาอุปกรณ์ต้นทุนต่ำ

สาขาวิชาฟิสิกส์มีศักยภาพในการออกแบบและประดิษฐ์อุปกรณ์การทดลองด้วยตนเอง จึงควรส่งเสริมการพัฒนาอุปกรณ์ต้นทุนต่ำ (Low-Cost Laboratory Equipment) โดยใช้เทคโนโลยี เช่น Arduino, ESP32, Raspverry Pi, เซนเซอร์ราคาประหยัด, เครื่องพิมพ์สามมิติ(3D Printing) และการตัดอะคริลิกด้วยเลเซอร์ เป็นต้น แนวทางดังกล่าวจะช่วยลดต้นทุนการจัดซื้อ เพิ่มจำนวนชุดปฏิบัติการ และสามารถซ่อมบำรุงหรือผลิตทดแทนได้ภายในหน่วยงาน

Library and Learning, University of Phayao

3. การพัฒนาระบบบริหารจัดการครุภัณฑ์

ควรพัฒนาระบบฐานข้อมูลสำหรับบริหารวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ เช่น

1) บันทึกการเบิก–คืน

2) ประวัติการซ่อมบำรุง

3) จำนวนคงเหลือ

4) อายุการใช้งาน

5) สถานะการสอบเทียบ

6) การแจ้งเตือนเมื่ออุปกรณ์ใกล้หมดอายุหรือถึงกำหนดบำรุงรักษา

4. การสร้างเครือข่ายความร่วมมือ

เพื่อเพิ่มทรัพยากรโดยไม่พึ่งพางบประมาณเพียงอย่างเดียว ควรสร้างความร่วมมือกับ

1) คณะหรือสาขาวิชาอื่นที่มีการใช้อุปกรณ์ลักษณะเดียวกัน

2) โรงเรียนเครือข่าย

3) หน่วยงานวิจัย

4) ภาคอุตสาหกรรม

5) ศิษย์เก่า

ในรูปแบบการใช้ทรัพยากรร่วม การสนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ หรือการร่วมพัฒนาเครื่องมือสำหรับการเรียนการสอน

Library and Learning, University of Phayao

5.1.2 พื้นที่จัดเก็บตะกร้าปฏิบัติการไม่เพียงพอและการจัดเก็บไม่เป็นระบบ

ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์มีพื้นที่สำหรับจัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมืออย่างจำกัด ในขณะที่มีการจัดการเรียนการสอนหลายรายวิชา หลายบทปฏิบัติการ และหลายหมู่เรียน ทำให้ต้องจัดเก็บตะกร้าปฏิบัติการและอุปกรณ์จำนวนมากภายในพื้นที่เดียวกัน ส่งผลให้การจัดวางอุปกรณ์มีความหนาแน่น การเข้าถึงอุปกรณ์ไม่สะดวก และเพิ่มระยะเวลาในการค้นหา การจัดเตรียม และการตรวจนับวัสดุอุปกรณ์ก่อนและหลังการใช้งาน

นอกจากนี้ หากมีการเพิ่มจำนวนตะกร้าปฏิบัติการเพื่อรองรับนิสิตในอนาคต เช่น เพิ่มเป็นประมาณ 100 ชุด จะทำให้พื้นที่จัดเก็บที่มีอยู่ในปัจจุบันไม่สามารถรองรับได้อย่างเพียงพอ และอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ รวมถึงเพิ่มความเสี่ยงต่อการสูญหายหรือความเสียหายของวัสดุและเครื่องมือ

แนวทางการแก้ไข

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่จัดเก็บ ได้ดำเนินการดังนี้

1. จัดหมวดหมู่วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือตามบทปฏิบัติการ พร้อมกำหนดหมายเลขประจำตะกร้าและตำแหน่งจัดเก็บอย่างชัดเจน
2. จัดเก็บอุปกรณ์ภายในตู้ประจำห้องปฏิบัติการและตู้ประจำโต๊ะปฏิบัติการ เพื่อลดการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์โดยไม่จำเป็น
3. ใช้ระบบตะกร้าปฏิบัติการ (Laboratory Basket System) เพื่อรวบรวมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือของแต่ละบทปฏิบัติการไว้เป็นชุดเดียว ช่วยลดระยะเวลาในการจัดเตรียมและตรวจนับ
4. ปรับตารางการใช้งานห้องปฏิบัติการแบบหมุนเวียน เพื่อให้สามารถใช้พื้นที่จัดเก็บร่วมกันระหว่างรายวิชาได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. เนื่องจากพื้นที่จัดเก็บภายในห้องปฏิบัติการมีข้อจำกัด จึงไม่สามารถจัดเก็บตะกร้าปฏิบัติการทั้งหมดไว้ภายในตู้หรือพื้นที่จัดเก็บที่กำหนดได้ ทำให้ต้องนำตะกร้าปฏิบัติการบางส่วนไปวางไว้

Library and Learning, University of Phayao

บริเวณด้านข้างห้องหรือพื้นที่ว่างภายในห้องปฏิบัติการ โดยใช้ป้ายชื่อบทปฏิบัติการหรือป้ายระบุรายวิชาติดไว้เพื่อแยกประเภทของตะกร้า

แม้ว่าวิธีดังกล่าวจะสามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าได้ แต่ยังพบปัญหาในการเบิก–คืนอุปกรณ์ เช่น นิสิตไม่สามารถค้นหาตะกร้าปฏิบัติการได้ด้วยตนเอง ทำให้นักวิทยาศาสตร์ต้องประกาศหรือชี้แจงตำแหน่งการจัดเก็บทุกครั้งก่อนเริ่มการทดลอง นอกจากนี้ ภายหลังเสร็จสิ้นการทดลองยังพบว่ามีการนำตะกร้าปฏิบัติการกลับไปจัดเก็บผิดตำแหน่ง อันเกิดจากความคลาดเคลื่อนของผู้ใช้งาน ส่งผลให้นักวิทยาศาสตร์ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบและจัดเรียงใหม่ก่อนการเรียนการสอนในครั้งถัดไป

ในช่วงเวลาเดียวกัน นักวิทยาศาสตร์ยังต้องปฏิบัติหน้าที่อื่นควบคู่กัน เช่น การตรวจรายงานผลการทดลอง การให้คำแนะนำแก่นิสิตระหว่างการทดลอง การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือ รวมถึงการดูแลความปลอดภัยภายในห้องปฏิบัติการ ส่งผลให้ภาระงานเพิ่มขึ้น และอาจเกิดความคลาดเคลื่อนในการตรวจสอบอุปกรณ์ได้

แนวทางการพัฒนา

จากปัญหาที่เกิดขึ้น มีข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบจัดเก็บและเบิกจ่าย ดังนี้

1. พัฒนาระบบระบุตำแหน่งจัดเก็บ (Storage Location System)

กำหนดรหัสประจำตำแหน่งจัดเก็บ เช่น

- Zone A ชั้น 1 ช่อง 1 (A1–01)
- Zone A ชั้น 1 ช่อง 2 (A1–02)
- Zone B ชั้น 2 ช่อง 3 (B2–03)

โดยกำหนดรหัสเดียวกันทั้ง ตะกร้า ชั้นวาง รายการอุปกรณ์ แบบฟอร์มการเบิก–คืน จะช่วยลดการจัดเก็บผิดตำแหน่งได้อย่างมาก

Library and Learning, University of Phayao

2. ใช้สีแบ่งหมวดหมู่ (Color Coding) นิสิตสามารถสังเกตได้ทันที ลดการถามเจ้าหน้าที่

เช่น

- สีแดง = กลศาสตร์
- สีฟ้า = ความร้อน
- สีเขียว = ไฟฟ้า
- สีเหลือง = แสง

3. ติด QR Code บนตะกร้าทุกใบ เมื่อสแกนแล้วแสดง ชื่อการทดลอง รายการอุปกรณ์ รูป ตำแหน่งจัดเก็บ ห้องที่ใช้ ผู้รับผิดชอบ เป็นต้น ช่วยให้นิสิตค้นหาตำแหน่งได้เอง

4. จัดทำแผนผังการจัดเก็บ (Storage Map) ติดไว้หน้าห้อง นิสิตสามารถเดินไปหยิบเองได้

ตัวอย่าง

Zone A A1 A2 A3

Zone B B1 B2 B3

Zone C C1 C2 C3

5. กำหนดผู้รับผิดชอบประจำกลุ่ม

แต่ละกลุ่มเลือก "หัวหน้ากลุ่มดูแลอุปกรณ์" ช่วยลดภาระนักวิทยาศาสตร์ มีหน้าที่

1) เบิกกุญแจ
2) รับตะกร้า
3) ตรวจรายการ
4) คืนตะกร้า
5) ตรวจนับก่อนส่งคืน

Library and Learning, University of Phayao

6. ใช้ระบบ Check–in / Check–out

ก่อนคืนตะกร้า หัวหน้ากลุ่มต้องตรวจรายการ Checklist หากไม่ครบ แจ้งทันที ไม่ใช่มาพบภายหลัง

7. ปรับรูปแบบการจัดเก็บ จากการวางซ้อนกัน เปลี่ยนเป็น ชั้นวางแนวตั้ง, Mobile Rack, Sliding Shelf สามารถเพิ่มพื้นที่จัดเก็บได้ 2–3 เท่า โดยไม่ต้องขยายห้อง

8. พัฒนาระบบดิจิทัล ในอนาคตสามารถใช้ Google Form Microsoft Forms Power Apps แอปพลิเคชันของมหาวิทยาลัย แอปพลิเคชันของมหาวิทยาลัย สแกน QR เบิกกุญแจ ยืนยันรับอุปกรณ์ ยืนยันคืนอุปกรณ์ ระบบจะบันทึกเวลา ผู้รับผิดชอบ และสถานะอัตโนมัติ

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

การพัฒนาระบบจัดเก็บและเบิกจ่ายดังกล่าวจะช่วยลดระยะเวลาในการค้นหาและแจกจ่ายอุปกรณ์ ลดความผิดพลาดในการจัดเก็บคืน เพิ่มความถูกต้องในการตรวจนับ และลดภาระงานของนักวิทยาศาสตร์ที่ต้องปฏิบัติหน้าที่หลายด้านพร้อมกัน ทั้งยังช่วยยกระดับการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพ โปร่งใส และสามารถรองรับการขยายจำนวนตะกร้าปฏิบัติการและจำนวนนิสิตในอนาคตได้อย่างเป็นระบบ

Library and Learning University of Phayao

5.1.3 การตรวจสอบสภาพความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือไม่ทั่วถึง

วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติมีจำนวนมากและถูกใช้งานอย่างต่อเนื่องในหลายรายวิชา ส่งผลให้เครื่องมือบางส่วนเกิดการชำรุด เสื่อมสภาพ หรือมีค่าการวัดคลาดเคลื่อนตามอายุการใช้งาน อย่างไรก็ตาม การตรวจสอบสภาพความพร้อมของเครื่องมือก่อนการใช้งานยังไม่สามารถดำเนินการได้อย่างครอบคลุมและสม่ำเสมอ

สาเหตุสำคัญเกิดจากนักวิทยาศาสตร์ต้องรับผิดชอบภารกิจหลายด้านในช่วงเวลาเดียวกัน ได้แก่ การเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ การจัดการเรียนการสอน การให้คำแนะนำระหว่างการทดลอง การตรวจรายงานผลการทดลอง การบำรุงรักษาเครื่องมือ และงานสนับสนุนด้านอื่น ๆ ทำให้มีเวลาจำกัดในการตรวจสอบสภาพของเครื่องมือทุกชิ้นอย่างละเอียดก่อนการเรียนการสอน

นอกจากนี้ บุคลากรที่เกี่ยวข้องบางส่วนยังขาดองค์ความรู้หรือทักษะเฉพาะด้านเกี่ยวกับการตรวจสอบความถูกต้อง (Verification) และการประเมินสภาพความพร้อมของเครื่องมือวัด ทำให้การตรวจสอบอาจพิจารณาเฉพาะลักษณะภายนอกของเครื่องมือ โดยยังไม่สามารถประเมินความถูกต้องของค่าการวัดหรือประสิทธิภาพการทำงานได้อย่างครบถ้วน

ปัญหาดังกล่าวอาจส่งผลให้เครื่องมือที่มีความคลาดเคลื่อนหรือชำรุดถูกนำไปใช้ในการเรียนการสอน ส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของผลการทดลอง ประสิทธิภาพของการเรียนรู้ และความปลอดภัยของผู้ใช้งาน

แนวทางการแก้ไข

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือ ได้ดำเนินการดังนี้

1. จัดทำรายการตรวจสอบ (Inspection Checklist) สำหรับเครื่องมือแต่ละประเภท เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตรวจสอบก่อนและหลังการใช้งาน
2. กำหนดรอบการตรวจสอบเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance; PM) และการตรวจสอบความถูกต้อง (Verification) ของเครื่องมือตามความถี่ในการใช้งาน
3. แยกเครื่องมือที่ชำรุดหรือไม่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบออกจากการใช้งาน พร้อมติดป้ายแสดงสถานะอย่างชัดเจน
4. บันทึกประวัติการซ่อมบำรุง การสอบเทียบ และผลการตรวจสอบของเครื่องมือแต่ละรายการ เพื่อใช้ประกอบการวางแผนบำรุงรักษาและการจัดซื้อทดแทน

Library and Learning, University of Phayao

แนวทางการพัฒนางาน

เพื่อให้การตรวจสอบเครื่องมือมีประสิทธิภาพและลดภาระของบุคลากร ควรพัฒนาระบบดังต่อไปนี้

1. จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบเครื่องมือ (Standard Inspection Procedure) จัดทำคู่มือการตรวจสอบสำหรับเครื่องมือแต่ละชนิด โดยระบุ

1) วิธีการตรวจสอบ

2) เกณฑ์การยอมรับ

3) ความถี่ในการตรวจสอบ

4) ผู้รับผิดชอบ

เพื่อให้บุคลากรทุกคนสามารถปฏิบัติได้ตามมาตรฐานเดียวกัน

2. พัฒนาศักยภาพบุคลากร จัดอบรมเกี่ยวกับ

1) การตรวจสอบความถูกต้อง (Verification)

2) การสอบเทียบ (Calibration)

3) การตั้งศูนย์ (Zero Adjustment)

4) การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

เพื่อเพิ่มความรู้และทักษะในการดูแลเครื่องมือวัด

3. พัฒนาระบบบริหารเครื่องมือ จัดทำฐานข้อมูลเครื่องมือที่สามารถบันทึก

1) วันที่ตรวจสอบ

2) ผู้ตรวจสอบ

3) ผลการตรวจสอบ

Library and Learning University of Phayao

4) วันครบกำหนดสอบเทียบ

5) ประวัติการซ่อมบำรุง

6) สถานะพร้อมใช้งาน

พร้อมระบบแจ้งเตือนเมื่อถึงกำหนดตรวจสอบหรือสอบเทียบ

4. แบ่งระดับการตรวจสอบ

กำหนดการตรวจสอบเป็น 3 ระดับ

1) การตรวจสอบประจำวัน (Daily Inspection) ก่อนและหลังการใช้งาน

2) การตรวจสอบรายภาคการศึกษา (Semester Inspection) ตรวจสอบความครบถ้วนและความพร้อมของเครื่องมือทุกชิ้น

3) การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ (Technical Verification/Calibration) สำหรับเครื่องมือวัดที่ต้องการความแม่นยำสูง

5. ลดภาระงานที่ซ้ำซ้อน

วางแผนกระจายภารกิจด้านการเตรียมเครื่องมือ การตรวจสอบ และการบันทึกข้อมูลให้เหมาะสม หรือใช้ระบบดิจิทัลช่วยบันทึกและติดตามสถานะของเครื่องมือ เพื่อให้นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้เวลาในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือได้มากขึ้น

Library and Learning, University of Phayao

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

การพัฒนาระบบดังกล่าวจะช่วยให้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือมีความพร้อมใช้งานมากขึ้น ลดโอกาสเกิดความผิดพลาดจากเครื่องมือที่ชำรุดหรือคลาดเคลื่อน เพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการทดลอง ลดภาระงานที่ซ้ำซ้อนของนักวิทยาศาสตร์ และยกระดับการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามหลักการประกันคุณภาพและมาตรฐานห้องปฏิบัติการในระดับอุดมศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.4 การใช้ห้องปฏิบัติการและทรัพยากรร่วมกัน ทำให้เกิดความซ้ำซ้อนของตารางเรียน

ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์มีการจัดเก็บวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือประจำตู้และโต๊ะปฏิบัติการ โดยกำหนดหมายเลขตำแหน่งจัดเก็บให้สอดคล้องกับห้องเรียนและบทปฏิบัติการ เพื่อให้นิสิตสามารถเข้าถึงอุปกรณ์ได้สะดวก ลดระยะเวลาในการแจกจ่าย และลดความผิดพลาดในการเบิก–คืนอุปกรณ์

อย่างไรก็ตาม การจัดตารางเรียนภาคปฏิบัติการดำเนินการโดยหน่วยงานส่วนกลาง ซึ่งบางช่วงเวลามีการกำหนดรายวิชาที่ใช้ห้องปฏิบัติการเดียวกันหรือใช้อุปกรณ์ประเภทเดียวกันในเวลาเดียวกัน ส่งผลให้เกิดความซ้ำซ้อนในการใช้ห้องปฏิบัติการและทรัพยากรที่มีอยู่

แม้ว่าสาขาวิชาจะพยายามประสานงานเพื่อหลีกเลี่ยงการจัดตารางเรียนที่ซ้ำซ้อน แต่ในบางกรณีไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ จึงมีความจำเป็นต้องเคลื่อนย้ายตะกร้าปฏิบัติการและอุปกรณ์จากห้องจัดเก็บเดิมไปยังห้องปฏิบัติการอื่น ส่งผลให้เพิ่มภาระงานของนักวิทยาศาสตร์ เพิ่มระยะเวลาในการเตรียมการเรียนการสอน และเพิ่มความเสี่ยงต่อการกระแทก ความเสียหาย การสูญหาย หรือการจัดเก็บอุปกรณ์ผิดตำแหน่ง โดยเฉพาะเครื่องมือที่มีน้ำหนักมากหรือมีความละเอียดอ่อนต่อการเคลื่อนย้าย

แนวทางการแก้ไข

เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนสามารถดำเนินการได้อย่างต่อเนื่อง ได้ดำเนินการดังนี้

1. ประสานงานกับผู้รับผิดชอบการจัดตารางเรียนของคณะเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ซ้ำซ้อนในช่วงเวลาเดียวกัน
2. วางแผนการหมุนเวียนห้องปฏิบัติการและลำดับการเรียนของแต่ละหมู่เรียนให้สอดคล้องกับตำแหน่งการจัดเก็บอุปกรณ์
3. กำหนดขั้นตอนการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ พร้อมตรวจนับก่อนและหลังการเคลื่อนย้ายทุกครั้ง
4. ใช้อุปกรณ์ช่วยเคลื่อนย้าย เช่น รถเข็นสำหรับตะกร้าปฏิบัติการ เพื่อลดความเสี่ยงจากการยกด้วยแรงคน หรือให้นิสิตแต่ละกลุ่มส่งตัวแทน 2 คนช่วยกันยก

Library and Learning, University of Phayao

แนวทางการพัฒนางาน

1. จัดทำห้องเก็บอุปกรณ์กลาง (Central Laboratory Storage) ไม่ผูกอุปกรณ์กับแต่ละห้อง แต่มีห้องกลาง ทุกห้องมาเบิกจากจุดเดียว

   ข้อดี

   1) บริหารง่าย

   2) ลดอุปกรณ์ซ้ำ

   3) ลดการย้ายหลายรอบ

2. เชื่อมโยงการจัดตารางเรียนกับข้อมูลทรัพยากร ปัจจุบันส่วนกลางมองเพียงห้องว่าง แต่ควรเพิ่มข้อมูลว่า

   1) ห้องนี้ใช้ชุดทดลองอะไร

   2) เครื่องมือชุดนี้ถูกใช้อยู่หรือไม่

   3) ต้องใช้เวลาจัดเตรียมกี่นาที

   จะช่วยลดการชนของทรัพยากร แม้ห้องจะว่างก็ตาม

3. จัดทำ "Master Laboratory Schedule" เป็นตารางกลางของสาขาแสดง ห้อง เวลา รายวิชา ชุดอุปกรณ์ที่ใช้ นักวิทยาศาสตร์ผู้รับผิดชอบ เมื่อมีการเปลี่ยนตาราง ทุกฝ่ายเห็นพร้อมกัน

Library and Learning, University of Phayao

การจัดตารางเรียนไม่ได้คำนึงถึงข้อจำกัดด้านทรัพยากรห้องปฏิบัติการ (Laboratory Resources) เช่น อุปกรณ์ บุคลากร และพื้นที่จัดเก็บ ควรพัฒนาระบบบริหารจัดการห้องปฏิบัติการแบบบูรณาการ (Integrated Laboratory Resource Management System) โดยเชื่อมโยงข้อมูลตารางเรียน ห้องปฏิบัติการ วัสดุ อุปกรณ์ และบุคลากรผู้รับผิดชอบเข้าด้วยกัน เพื่อใช้ประกอบการวางแผนการจัดตารางเรียนภาคปฏิบัติการ ลดความซ้ำซ้อนของการใช้ทรัพยากร ลดการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ และเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการในระยะยาว

5.2 ข้อเสนอแนะพัฒนางาน

จากการจัดทำคู่มือปฏิบัติงานการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติการวิชาหลักฟิสิกส์ พบว่าการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยการวางแผนด้านทรัพยากร ทั้งในด้านวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ พื้นที่จัดเก็บ บุคลากร และการจัดตารางการใช้งานห้องปฏิบัติการอย่างเป็นระบบ ดังนั้น จึงมีข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนางาน ดังนี้

1) พัฒนาระบบบริหารจัดการห้องปฏิบัติการแบบบูรณาการ (Integrated Laboratory Management System)

ควรพัฒนาระบบฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงข้อมูลวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ห้องปฏิบัติการ ตารางการใช้งาน และการบำรุงรักษา เพื่อสนับสนุนการวางแผน การเบิก–คืน การติดตามสถานะเครื่องมือ และการจัดการทรัพยากรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2) พัฒนาระบบจัดเก็บวัสดุและอุปกรณ์ให้มีมาตรฐาน

ควรปรับปรุงพื้นที่จัดเก็บโดยใช้ชั้นวางแนวตั้ง (Vertical Storage) หรือชั้นวางแบบเคลื่อนย้ายได้ (Mobile Rack) พร้อมกำหนดรหัสตำแหน่งจัดเก็บ (Location Code) และใช้ระบบ QR Code หรือ Barcode เพื่อช่วยลดความผิดพลาดในการเบิก–คืนและการจัดเก็บอุปกรณ์

3) พัฒนาระบบการตรวจสอบและบำรุงรักษาเครื่องมือเชิงป้องกัน

ควรกำหนดแผนการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือ การสอบเทียบ และการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) อย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งพัฒนาศักยภาพของบุคลากรด้านการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือวัด เพื่อให้เครื่องมือมีความพร้อมใช้งานอยู่เสมอ

4) ส่งเสริมการพัฒนาอุปกรณ์การทดลองต้นทุนต่ำ

ควรสนับสนุนการออกแบบและประดิษฐ์อุปกรณ์การทดลองที่สามารถผลิตและซ่อมบำรุงได้ภายในสาขาวิชา โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยี เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ เซนเซอร์ และเครื่องพิมพ์สามมิติ เพื่อเพิ่มจำนวนชุดปฏิบัติการ ลดงบประมาณในการจัดซื้อ และเพิ่มความยั่งยืนในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการ

Library and Learning, University of Phayao

5) พัฒนาการจัดตารางการใช้ห้องปฏิบัติการโดยคำนึงถึงทรัพยากร

ควรประสานความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่รับผิดชอบการจัดตารางเรียนกับสาขาวิชา เพื่อให้การจัดตารางเรียนภาคปฏิบัติการคำนึงถึงความพร้อมของห้องปฏิบัติการ วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และบุคลากร ลดความซ้ำซ้อนในการใช้ทรัพยากรและลดความจำเป็นในการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ระหว่างห้องเรียน

6) ส่งเสริมการพัฒนางานอย่างต่อเนื่อง

ควรนำข้อมูลจากการปฏิบัติงานจริง เช่น ปัญหาที่พบในการเบิก–คืนอุปกรณ์ การตรวจสอบเครื่องมือ การจัดเก็บวัสดุ และการจัดการเรียนการสอน มาวิเคราะห์และพัฒนางานตามวงจร PDCA (Plan–Do–Check–Act) รวมทั้งต่อยอดเป็นงานวิจัยจากงานประจำ (Routine to Research: R2R) เพื่อยกระดับประสิทธิภาพการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการและพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง

การพัฒนาระบบบริหารจัดการห้องปฏิบัติการไม่ควรมุ่งเน้นเพียงการเพิ่มจำนวนวัสดุ อุปกรณ์หรือเครื่องมือเท่านั้น แต่ควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาระบบบริหารจัดการทรัพยากรห้องปฏิบัติการแบบบูรณาการ ทั้งด้านการจัดเก็บ การตรวจสอบความพร้อม การบริหารพื้นที่ การวางแผนการใช้ทรัพยากรร่วมกัน และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อให้เกิดความคุ้มค่า ปลอดภัย และสามารถรองรับการขยายตัวของการจัดการเรียนการสอนในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

Library and Learning, University of Phayao

บรรณานุกรม

กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. (2554). *พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554*. กระทรวงแรงงาน.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2558). *ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2558*. กระทรวงศึกษาธิการ.

มหาวิทยาลัยพะเยา. (2560). *ประกาศมหาวิทยาลัยพะเยา เรื่อง กำหนดอัตราค่าธรรมเนียมการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา พ.ศ. 2560*. มหาวิทยาลัยพะเยา.

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2552). *ประกาศคณะกรรมการการอุดมศึกษา เรื่อง แนวทางการปฏิบัติตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552*. กระทรวงศึกษาธิการ.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2555). *แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ พ.ศ. 2555 ภายใต้โครงการยกระดับมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการวิจัยในประเทศไทย (ESPReL)*.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2553). *IEC 61010: Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use*. กระทรวงอุตสาหกรรม.

Baird, J. R. (1990). Metacognition, purposeful inquiry and conceptual change. In P. L. Peterson & H. J. Walberg (Eds.), *Research on teaching: Concepts, findings, and implications* (pp. 183–208). McCutchan Publishing.

Ellis, D., & Boyd, W. E. (2014). Procedural skills, SketchUp and vodcasting: Distance teaching of design drawing skills and student learning autonomy. *Creative Education, 5*(12), 1106–1117. https://doi.org/10.4236/ce.2014.512125

Library and Learning, University of Phayao

Hake, R. R. (1998). Interactive–engagement versus traditional methods: A six–thousand–student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics, 66*(1), 64–74.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty–first century. *Science Education, 88*(1), 28–54. https://doi.org/10.1002/sce.10106

International Organization for Standardization. (2017). *ISO/IEC 17025:2017 general requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. ISO.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education, 93*(3), 223–231.

Redish, E. F. (2003). *Teaching physics with the physics suite*. John Wiley & Sons.

Wieman, C., & Perkins, K. (2005). Transforming physics education. *Physics Today, 58*(11), 36–41. https://doi.org/10.1063/1.2155756

Library and Learning, University of Phayao

ภาคผนวก

Library and Learning, University of Phayao

ภาคผนวก ก แบบตรวจสอบความพร้อมก่อนการจัดการเรียนการสอน

แบบตรวจสอบความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือก่อนการจัดการเรียนการสอน

รายวิชา 244108 หลักฟิสิกส์

บทปฏิบัติการที่ ..... เรื่อง .....

วันที่ ..... ผู้ตรวจสอบ .....

รายการตรวจสอบ	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
วัสดุและอุปกรณ์ครบตามจำนวน	☐	☐	
เครื่องมืออยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน	☐	☐	
ตรวจสอบสภาพสายไฟ/ขั้วต่อ/สายสัญญาณ	☐	☐	
ตรวจสอบอุปกรณ์วัดก่อนใช้งาน	☐	☐	
ชุดทดลองประกอบและทดสอบเบื้องต้นแล้ว	☐	☐	
อุปกรณ์ชำรุดถูกแยกออกจากชุดทดลอง	☐	☐	
จัดชุดลงตะกร้าครบตามจำนวนกลุ่ม	☐	☐	
พื้นที่ปฏิบัติการพร้อมใช้งาน	☐	☐	

ผลการตรวจสอบ: ☐ พร้อมใช้งาน ☐ ต้องแก้ไขก่อนใช้งาน

Library and Learning, University of Phayao

ภาคผนวก ข แบบบันทึกปัญหาและความผิดปกติของเครื่องมือและอุปกรณ์

วันที่	บทปฏิบัติการ	เครื่องมือ/ อุปกรณ์	ปัญหาที่พบ	สาเหตุเบื้องต้น	การแก้ไข	สถานะ
						☐ ใช้งานได้ ☐ รอซ่อม

Library and Learning, University of Phayao

ผู้แจ้งปัญหา: .....

ผู้ดำเนินการแก้ไข: .....

วันที่แก้ไขแล้วเสร็จ: .....

ภาคผนวก ค.1 แบบตรวจนับวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือประจำบทปฏิบัติการ

รายวิชา: 244108 หลักฟิสิกส์

บทปฏิบัติการที่: .....เรื่อง:.....

วันที่: ..... จำนวนกลุ่ม: ..... กลุ่ม.....

ผู้ตรวจสอบ: .....

การตรวจนับก่อนการใช้งาน

ลำดับ	รายการวัสดุ/ อุปกรณ์/เครื่องมือ	จำนวนที่กำหนด	จำนวนที่ตรวจพบ	สภาพ	หมายเหตุ
1				☐ ปกติ ☐ ชำรุด	
2				☐ ปกติ ☐ ชำรุด	
3				☐ ปกติ ☐ ชำรุด	
4				☐ ปกติ ☐ ชำรุด	
5				☐ ปกติ ☐ ชำรุด	
6				☐ ปกติ ☐ ชำรุด	
7				☐ ปกติ ☐ ชำรุด	
8				☐ ปกติ ☐ ชำรุด	
9				☐ ปกติ ☐ ชำรุด	

Library and Learning, University of Phayao

ผลการตรวจสอบก่อนใช้งาน

☐ ครบถ้วนและพร้อมใช้งาน

☐ ไม่ครบถ้วน ต้องจัดหา/เพิ่มเติม

☐ พบอุปกรณ์ชำรุด ต้องเปลี่ยนหรือแก้ไขก่อนใช้งาน

รายละเอียดปัญหา/การดำเนินการแก้ไข:

.....

.....

การตรวจนับหลังการใช้งาน

ผลการตรวจรับคืน	**ผลการตรวจสอบ**
จำนวนวัสดุและอุปกรณ์	☐ ครบถ้วน ☐ ไม่ครบถ้วน
สภาพเครื่องมือและอุปกรณ์	☐ ปกติ ☐ พบการชำรุด
การทำความสะอาด	☐ เรียบร้อย ☐ ต้องดำเนินการเพิ่มเติม
การจัดเก็บ	☐ เรียบร้อย ☐ ต้องดำเนินการเพิ่มเติม

Library and Learning, University of Phayao

รายละเอียดความผิดปกติที่พบ:

.....

การดำเนินการ: ☐ นำกลับเข้าชุดพร้อมใช้งาน ☐ แยกตรวจสอบ ☐ ส่งซ่อม ☐ เปลี่ยนทดแทน

ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจสอบ

วันที่ ..... / ..... / .....

ภาคผนวก ค.2 ตัวอย่างการบันทึกแบบตรวจนับ

รายวิชา: 244108 หลักฟิสิกส์ บทปฏิบัติการที่: 2 เรื่อง: การใช้มัลติมิเตอร์

วันที่: 10 สิงหาคม 2569 จำนวนกลุ่ม: 8 กลุ่ม ผู้ตรวจสอบ: นางสาว.....

การตรวจนับก่อนการใช้งาน

ลำดับ	รายการวัสดุ/อุปกรณ์/เครื่องมือ	จำนวนที่กำหนด	จำนวนที่ตรวจพบ	สภาพ	หมายเหตุ
1	มัลติมิเตอร์	8 เครื่อง	8เครื่อง	☑ ปกติ ☐ ชำรุด	ผ่านการตรวจสอบความพร้อม
2	สายวัดมัลติมิเตอร์ สีแดง–ดำ	8 คู่	8 คู่	☑ ปกติ ☐ ชำรุด	สายและขั้วต่อสมบูรณ์
3	เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง	8 เครื่อง	8 เครื่อง	☑ ปกติ ☐ ชำรุด	พร้อมใช้งาน
4	บอร์ดเอนกประสงค์	8 อัน	8 อัน	☑ ปกติ ☐ ชำรุด	ช่องเสียบสมบูรณ์
5	ตัวต้านทาน	8 ชุด	8 ชุด	☑ ปกติ ☐ ชำรุด	ครบตามค่าที่กำหนด
6	สายต่อวงจร	8 ชุด	8 ชุด	☑ ปกติ ☐ ชำรุด	ไม่พบสายชำรุด

ผลการตรวจสอบก่อนใช้งาน

☑ ครบถ้วนและพร้อมใช้งาน

☐ ไม่ครบถ้วน ต้องจัดหา/เพิ่มเติม

☐ พบอุปกรณ์ชำรุด ต้องเปลี่ยนหรือแก้ไขก่อนใช้งาน

Library and Learning, University of Phayao

รายละเอียดปัญหา/การดำเนินการแก้ไข: ไม่พบความผิดปกติ เครื่องมือและอุปกรณ์มีจำนวนครบถ้วน และผ่านการตรวจสอบความพร้อมก่อนนำไปจัดประจำโต๊ะปฏิบัติการ

การตรวจนับหลังการใช้งาน

ผลการตรวจรับคืน	ผลการตรวจสอบ
จำนวนวัสดุและอุปกรณ์	☑ ครบถ้วน ☐ ไม่ครบถ้วน
สภาพเครื่องมือและอุปกรณ์	☑ ปกติ ☐ พบการชำรุด
การทำความสะอาด	☑ เรียบร้อย ☐ ต้องดำเนินการเพิ่มเติม
การจัดเก็บ	☑ เรียบร้อย ☐ ต้องดำเนินการเพิ่มเติม

รายละเอียดความผิดปกติที่พบ: ไม่พบเครื่องมือหรืออุปกรณ์สูญหายและไม่พบความเสียหายจากการใช้งาน

การดำเนินการ:

☑ นำกลับเข้าชุดพร้อมใช้งาน ☐ แยกตรวจสอบ ☐ ส่งซ่อม ☐ เปลี่ยนทดแทน

ลงชื่อ ..... ผู้ตรวจสอบ

วันที่ 10 / 08 / 2569

Library and Learning, University of Phayao

ภาคผนวก ง เกณฑ์การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือสำคัญ

เครื่องมือ	จุดตรวจสอบ	เกณฑ์พร้อมใช้งาน	เมื่อไม่ผ่าน
มัลติมิเตอร์	หน้าจอ/สายวัด/ขั้วต่อ	แสดงผลปกติ สายไม่ชำรุด	แยกออกและเปลี่ยนเครื่อง
Power Supply	สวิตช์/ขั้ว Output	เปิด–ปิดและจ่ายไฟได้ปกติ	งดใช้งาน/ส่งตรวจ
Oscilloscope	หน้าจอ/Probe/CH1–CH2	แสดงสัญญาณได้ปกติ	ตรวจ Probe หรือแยกเครื่อง
Function Generator	Output/Frequency	สร้างสัญญาณได้ตามที่กำหนด	ตรวจสายและเครื่อง
เครื่องชั่งดิจิทัล	หน้าจอ/ถาดชั่ง	แสดงผลนิ่งและพร้อมใช้งาน	ตรวจสอบก่อนนำกลับใช้
สปริงสเกล	ตัวสเกล/ตะขอ	ไม่ติดขัดและสภาพสมบูรณ์	เปลี่ยนชุดใหม่

Library and Learning, University of Phayao

ประวัติผู้วิจัย

1. **ชื่อ – นามสกุล** (ภาษาไทย) นาย นางสาว นาง ยศ

นางสาวสุพรรณษา จันทร์สุริยา

ชื่อ – นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr., Miss, Mrs., Rank

Miss.Suphansa Chansuriya

2. **ตำแหน่งปัจจุบัน**

พนักงานสายบริการ ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ สังกัด คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา

3. **หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์** (e-mail)

สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา 19 หมู่ 2 ตำบล แม่กา อำเภอ เมือง จังหวัด พะเยา 56000 หมายเลขโทรศัพท์ 054 466666 ต่อ 1702 E-mail: suphansac@hotmail.com

4. **ประวัติการศึกษา**

ปีที่สำเร็จการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา (วิชาเอก)	สถาบันการศึกษา	
			ชื่อ	ประเทศ
2546	ปริญญาตรี	วทบ. (รังสีเทคนิค)	มหาวิทยาลัยนเรศวร	ไทย
2550	ปริญญาโท	วทม. (ฟิสิกส์การแพทย์)	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	ไทย

5. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ** (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

Radiation Physics.

Library and Learning, University of Phayao



Library and Learning, University of Phayao

ทรัพยากรเล่มนี้ ได้มอบให้ศูนย์บรรณสารและการเรียนรู้
สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยพะเยา
เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ
ห้ามผู้ใดทำซ้ำ คัดลอก ลอกเลียน ดัดแปลง ปลอมแปลง จัดแผยแพร่
จำหน่าย ให้เช่า เข้าครอบครอง เรียกดึงข้อมูล บันทึก ส่งผ่าน
หรือกระทำการใด ๆ เกี่ยวกับลิขสิทธิ์ของเล่ม โดยไม่ชอบด้วยกฎหมาย
หรือโดยไม่ได้รับอนุญาตอย่างเป็นทางการจากเจ้าของผลงาน