



Faculty of Science and Technology
Chiang Mai Rajabhat University

คู่มือปฏิบัติงาน

การเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2
(PHYS1114)



กมลพรรณ เมืองมา

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ

สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

คำนำ

คู่มือการปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 (PHYS 1114) ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำคู่มือการปฏิบัติงาน ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ทราบวิธีการใช้งาน วิธีการการจัดเตรียมอุปกรณ์ การดูแลรักษา ซ่อมแซม อุปกรณ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 สำหรับคู่มือเล่มนี้จะเป็นการรวบรวม ข้อมูล เทคนิค วิธีการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมจัดเตรียมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ใน ปฏิบัติการ การดูแลรักษาห้องปฏิบัติการ ตลอดจนการแก้ปัญหาในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครู วิทยาศาสตร์ 2 ของภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์ ปุณยวัจน์พรกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ คำเจริญ และอาจารย์อาจารย์ ทองอ่อน และนางสาวอมลรัศมี จันทร์แก้ว ที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำตลอดการการทำคู่มือจนทำให้คู่มือการปฏิบัติงานสำเร็จลุล่วง ไปด้วยดี

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือการปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครู วิทยาศาสตร์ 2 (PHYS 1114) ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้ที่ปฏิบัติงาน และผู้ที่มีส่วน เกี่ยวข้อง หรือผู้ที่สนใจ

กมลพรรณ เมืองมา
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์
เมษายน 2568

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	๗
สารบัญตาราง	๙
สารบัญภาพ	๑๑
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของคู่มือ	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 โครงสร้างและหน้าที่ความรับผิดชอบ	4
2.1 โครงสร้างของหน่วยงาน	4
2.1.1 โครงสร้างการบริหารงาน	5
2.1.2 โครงสร้างการแบ่งส่วนราชการ	5
2.1.3 คณะผู้บริหาร	6
2.1.4 โครงสร้างการบริหารงานของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	7
2.1.5 บุคลากรภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป	7
2.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง	9
2.2.1 หน้าที่ความรับผิดชอบหลัก	9
2.3 คุณสมบัติเฉพาะสำหรับตำแหน่ง	10
2.4 ความรู้ความสามารถ ทักษะ และสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับตำแหน่ง	10
2.5 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ	10
2.5.1 หน้าที่ความรับผิดชอบหลักที่ได้รับมอบหมาย	10
2.5.2 งานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย	12
บทที่ 3 หลักเกณฑ์และวิธีการปฏิบัติงาน	14
3.1 สำรวจตารางการเรียนการสอน และศึกษารายละเอียดในรายวิชาปฏิบัติการ	14
3.2 ประสานงานกับอาจารย์ผู้สอน	15
3.3 วางแผนการปฏิบัติการ	15
3.4 จัดเตรียมปฏิบัติการ	16
3.5 ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ หลังจากการใช้งาน	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.6 การจัดเก็บอุปกรณ์ เครื่องมือ เข้าที่เก็บ	37
บทที่ 4 เทคนิคการปฏิบัติงาน	39
4.1 การทดลองที่ 1 การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า	39
4.2 การทดลองที่ 2 กฎของโอห์ม	43
4.3 การทดลองที่ 3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในเซลล์	45
4.4 การทดลองที่ 4 กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์	47
4.5 การทดลองที่ 5 การหาสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยใช้วงจรวิทส์โตนบริดจ์	49
4.6 การทดลองที่ 6 การสร้างโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์จากกัลวานอมิเตอร์	51
4.7 การทดลองที่ 7 การหักเหของแสง	53
4.8 การทดลองที่ 8 การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง	55
4.9 การทดลองที่ 9 กระจกโค้ง	57
4.10 การทดลองที่ 10 เลนส์บาง	59
บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรคและข้อเสนอแนะ	61
5.1 ปัญหาอุปสรรค และแนวทางแก้ไข	61
5.2 ข้อเสนอแนะ	62
บรรณานุกรม	63
ภาคผนวก	64

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ตารางการเรียนการสอนเฉพาะรายวิชาปฏิบัติการ ประจำภาคเรียนที่ 2/2567	14
3.2 ตารางแสดงโครงการสอนภาคปฏิบัติของรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2	16
3.3 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 1 การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า	17
3.4 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 2 กฎของโอห์ม	19
3.5 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในเซลล์	21
3.6 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 4 กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์	23
3.7 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 5 การหาสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยใช้วงจร วีทสโตนบริดจ์	25
3.8 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 6 การสร้างโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ จากกัลป์วานอมิเตอร์	27
3.9 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 7 การหักเหของแสง	29
3.10 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 8 การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง	30
3.11 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 9 กระจกโค้ง	32
3.12 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 10 เลนส์บาง	35
5.1 ปัญหาอุปสรรค และแนวทางแก้ไขในการปฏิบัติงาน	61

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 โครงสร้างการบริหารงาน	5
2.2 โครงสร้างการแบ่งส่วนราชการ	5
2.3 ผู้บริหารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	6
2.4 โครงสร้างการบริหารงานของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	7
2.5 บุคลากรภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป	8
2.6 การดำเนินงานตามผังงาน (Flow chart) เตรียมปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอน	13
4.1 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 1 การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า	39
4.2 แสดงเครื่องมือวัดที่ใช้งานได้	40
4.3 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 2 กฎของโอห์ม	43
4.4 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในเซลล์	45
4.5 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 4 กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์	47
4.6 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 5 การหาสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยใช้วงจร วีทสโตนบริดจ์	49
4.7 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 6 การสร้างโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์จาก กัลวานอมิเตอร์	51
4.8 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 7 การหักเหของแสง	53
4.9 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 8 การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง	55
4.10 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 9 กระจกโค้ง	57

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

วิชาฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 (PHYS1114) เป็นรายวิชาเอกบังคับ มีหน่วยกิต 3(2-3-6) ซึ่งหมายถึงมีการเรียนภาคทฤษฎี 2 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ภาคปฏิบัติ 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ และศึกษาเรียนรู้ด้วยตัวเอง 6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ รายวิชาดังกล่าวเป็นรายวิชาแกน อยู่ในหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป โดยมีวัตถุประสงค์ของรายวิชาเพื่อให้สามารถอธิบาย หลักการ กฎ ทฤษฎีปรากฏการณ์ธรรมชาติทางฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนศาสตร์ ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ฟิสิกส์ยุคใหม่ ใช้เครื่องมืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาและการทดลองทางฟิสิกส์ ได้อย่างถูกต้อง แสดงคุณลักษณะนิสัยของบุคคลที่ใช้ในการศึกษาฟิสิกส์เหมาะสมกับงาน ใช้การสื่อสารการสื่อสารวิทยาศาสตร์สู่กลุ่มเป้าหมายให้เกิดความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ได้ สามารถปฏิบัติการทดลอง บันทึกข้อมูลการทดลอง วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง และใช้ประจักษ์พยานที่ได้จากการทดลองเพื่ออธิบายหลักการทางฟิสิกส์ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านฟิสิกส์เพื่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานให้เหมาะสมกับสภาพและบริบทของท้องถิ่น

ซึ่งภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ประกอบด้วยหลักสูตรทั้งหมด 3 หลักสูตร ดังนี้ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาการสอนวิทยาศาสตร์) หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (สาขาฟิสิกส์) หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต (สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป) ซึ่งในแต่ละหลักสูตรดังกล่าวมา มีการจัดการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติควบคู่กัน เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจทฤษฎีในรายวิชานั้น ๆ เพิ่มมากขึ้นจึงมีการทดลองปฏิบัติการในวิชาฟิสิกส์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการเรียนการสอนในทุกระดับชั้น เนื่องจากการทำปฏิบัติการเป็นวิธีที่ช่วยให้นักศึกษาได้เห็นและเข้าใจหลักการฟิสิกส์ที่เรียนในทฤษฎีได้อย่างชัดเจน และเป็นการให้ผู้เรียนได้มีโอกาสมือปฏิบัติ รวมทั้งได้ฝึกทักษะในการวิเคราะห์ข้อมูล การใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ และการทำงานเป็นทีม ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ การเรียนรู้ที่ครบถ้วนและตรงตามเป้าหมายการศึกษา ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ความเข้าใจได้ด้วยตัวเอง และช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น ผู้จัดทำจึงทำคู่มือปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 เพื่อให้ทราบถึง การจัดเตรียมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในปฏิบัติการ การดูแลรักษาห้องปฏิบัติการ ตลอดจนการแก้ปัญหาในห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ไว้สำหรับผู้ปฏิบัติงาน อาจารย์ผู้สอน นักศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานและสามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นคู่มือในการปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2
2. เพื่อให้ทราบวิธีใช้งานและวิธีการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2
3. เพื่อให้ทราบวิธีการดูแลรักษาซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ใช้ในบปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2
4. เพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานที่ถูกต้องและเป็นไปในมาตรฐานเดียวกันสำหรับผู้ปฏิบัติงานแทน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้คู่มือการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2
2. ได้ทราบวิธีใช้งานและวิธีการจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2
3. ได้ทราบวิธีการดูแลรักษา ซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2
4. ได้แนวทางในการปฏิบัติงานที่ถูกต้องและเป็นไปในมาตรฐานเดียวกัน สำหรับผู้ปฏิบัติงานแทน

1.4 ขอบเขตของคู่มือ

1. คำอธิบายรายวิชา

ไฟฟ้า แม่เหล็ก แม่เหล็กไฟฟ้า แสงและทัศนศาสตร์ สัมพัทธภาพและฟิสิกส์ควอนตัมเบื้องต้น ฟิสิกส์อะตอมและอนุภาคมูลฐาน การทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลองเชิงประจักษ์ทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้อง

2. จุดประสงค์ การเรียนรายวิชานี้มีจุดมุ่งหมายให้นักศึกษามีสมรรถนะการเรียนรู้ ดังนี้
 - 1) สามารถอธิบาย หลักการ กฎ ทฤษฎีปรากฏการณ์ธรรมชาติทางฟิสิกส์ เรื่อง แสงและทัศนศาสตร์ ไฟฟ้าและแม่เหล็ก ฟิสิกส์ยุคใหม่
 - 2) ใช้เครื่องมืออุปกรณ์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาและการทดลองทางฟิสิกส์ ได้อย่างถูกต้อง
 - 3) แสดงคุณลักษณะนิสัยของบุคคลที่ใช้ในการศึกษาฟิสิกส์ เหมาะสมกับงาน
 - 4) ใช้การสื่อสารการสื่อสารวิทยาศาสตร์ สู่กลุ่มเป้าหมายให้เกิดความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ได้
 - 5) สามารถปฏิบัติการทดลอง บันทึกข้อมูลการทดลอง วิเคราะห์และอภิปรายผลการทดลอง และใช้ประจักษ์พยานที่ได้จากการทดลองเพื่ออธิบายหลักการทางฟิสิกส์
 - 6) ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านฟิสิกส์เพื่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ให้เหมาะสมกับสภาพและบริบทของท้องถิ่น
3. คู่มือการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 มีเนื้อหาครอบคลุมตั้งแต่วิธีใช้งาน วิธีการจัดเตรียม วิธีการดูแลรักษา ซ่อมแซมอุปกรณ์ทางฟิสิกส์ที่ใช้ในบทปฏิบัติการของรายวิชาหลักฟิสิกส์ ประกอบด้วย 10 บทปฏิบัติการได้แก่

- | | |
|----------------|--|
| การทดลองที่ 1 | การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า |
| การทดลองที่ 2 | กฎของโอห์ม |
| การทดลองที่ 3 | แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในเซลล์ |
| การทดลองที่ 4 | กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์ |
| การทดลองที่ 5 | การหาสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยใช้วงจรวีทสโตนบริดจ์ |
| การทดลองที่ 6 | การสร้างโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์จากกัลวานอมิเตอร์ |
| การทดลองที่ 7 | การหักเหของแสง |
| การทดลองที่ 8 | การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง |
| การทดลองที่ 9 | กระจกโค้ง |
| การทดลองที่ 10 | เลนส์บาง |

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **อุปกรณ์ทางฟิสิกส์** หมายถึง เครื่องมือหรือสิ่งของที่ใช้ในการทดลองหรือศึกษาทางฟิสิกส์เพื่อวัดค่าต่าง ๆ ที่ทำการทดลอง
2. **บทปฏิบัติการ** หมายถึง ส่วนของเอกสารหรือคู่มือที่นำเสนอขั้นตอนหรือกระบวนการที่ต้องดำเนินการในทางปฏิบัติ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่กำหนดไว้
3. **ปฏิบัติการฟิสิกส์ (Physics laboratory)** หมายถึง การทดลองหรือกิจกรรมที่ดำเนินการในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาและยืนยันกฎทางฟิสิกส์ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อในหลักสูตร เช่น ไฟฟ้า แม่เหล็ก แสง และคลื่น
4. **วงจรไฟฟ้า (electric circuit)** หมายถึง ระบบที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ และองค์ประกอบอื่น ๆ เพื่อศึกษากฎของกระแสไฟฟ้า
5. **ปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2** หมายถึง วิชาฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 รหัสวิชา (PHYS1114) ใช้ในการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

บทที่ 2

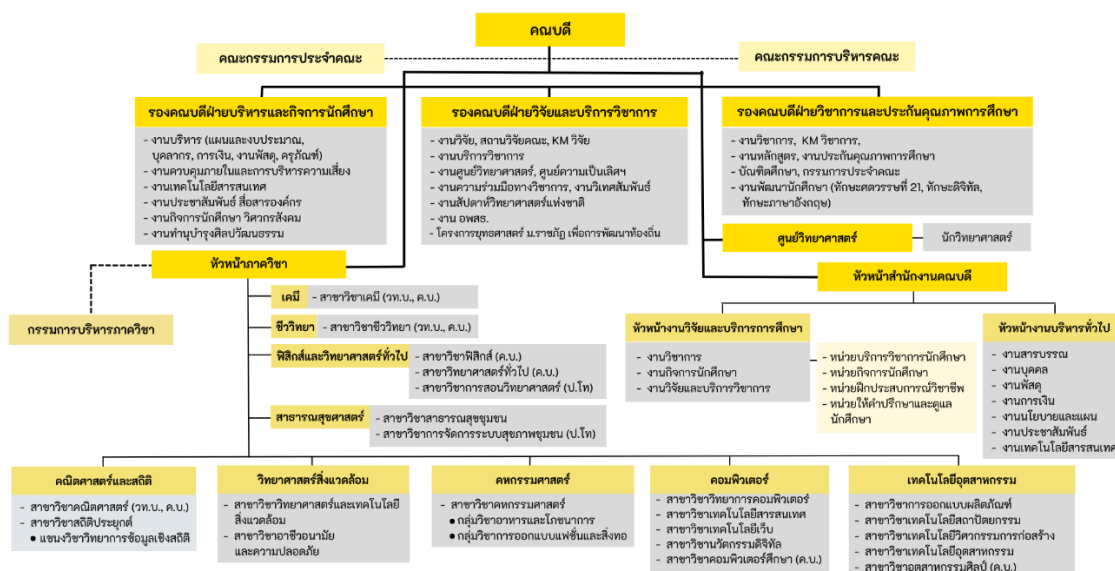
โครงสร้างและหน้าที่ความรับผิดชอบ

2.1 โครงสร้างของหน่วยงาน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ มีประวัติความเป็นมาพร้อมกับการก่อตั้งมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยมีวิวัฒนาการดังต่อไปนี้ปีพ.ศ. 2467 ก่อตั้งโรงเรียนฝึกหัดครูประกาศนียบัตรกสิกรรมมณฑลพายัพ ปีพ.ศ. 2490 ได้เปลี่ยนชื่อเป็น “โรงเรียนฝึกหัดครูเชียงใหม่” โดยเปิดสอนเป็นโรงเรียนฝึกหัดครูสามัญ ต่อมาได้จัดการสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรครูประถมศึกษา (ป.ป.) และหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา (ป.กศ.) ซึ่งคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขณะนั้นมีฐานะเป็น “หมวดวิทยาศาสตร์” ขึ้นอยู่กับฝ่ายวิชาการ โดยมีหัวหน้าหมวดเป็นผู้บริหารหมวด ต่อมาในปีพ.ศ.2503 ได้ยกฐานะเป็น “วิทยาลัยครูเชียงใหม่” เปิดสอนหลักสูตรป.กศ.ชั้นสูง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ก็ยังคงมีฐานะเป็น “หมวดวิทยาศาสตร์” ปีพ.ศ. 2518 ได้ประกาศใช้พระราชบัญญัติวิทยาลัยครู จากหมวดวิทยาศาสตร์ จึงเปลี่ยนฐานะเป็น “คณะวิชาวิทยาศาสตร์” มีหัวหน้าคณะวิชาเป็นผู้บริหารคณะวิชา และในปี พ.ศ. 2528 ได้ประกาศใช้พระราชบัญญัติวิทยาลัยครู (ฉบับที่ 2) โดยมีการจัดการศึกษาในสาขาวิชาการศึกษา สาขาวิชาศิลปศาสตร์และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ จึงเปลี่ยนชื่อเป็นคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีหัวหน้าคณะวิชาเป็นผู้บริหารคณะวิชาเช่นเดิม พ.ศ. 2538 ประกาศใช้พระราชบัญญัติสถาบันราชภัฏ โดยให้สถาบันราชภัฏเป็นสถาบันอุดมศึกษาเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น มีวัตถุประสงค์ให้การศึกษาวิชาการ และวิชาชีพชั้นสูง ทำการวิจัยให้บริการทางวิชาการแก่สังคม ปรับปรุง ถ่ายทอดและพัฒนาเทคโนโลยี ทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม ผลิตครูและส่งเสริมวิทยฐานะครู แต่ได้ปรับเปลี่ยนเป็นคณบดีเป็นผู้บริหารคณะ และในปีพ.ศ. 2547-ปัจจุบัน พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช รัชกาลที่ 9 ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ลงพระปรมาภิไธยในพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏ พ.ศ.2547 เมื่อวันที่ 10 มิถุนายน พ.ศ. 2547 อันมีผลให้ “สถาบันราชภัฏ” มีสถานภาพเป็นนิติบุคคลโดยสมบูรณ์ และใช้ชื่อ “มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่” จนถึงปัจจุบัน และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ยังคงใช้ชื่อคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเช่นเดิม โดยที่ทำการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเดิมที่มีที่ตึกเลขที่ 202 ถนนช้างเผือก ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300 อาคารศูนย์วิทยาศาสตร์ (อาคาร 28) จนปัจจุบันย้ายที่ทำการมายังอาคารบริหารงานกลาง (SCi-1) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เลขที่180 หมู่ที่ 7 ตำบลชี้เหล็ก อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ 50180 โดยมีโครงสร้างของหน่วยงานดังนี้

2.1.1 โครงสร้างการบริหารงาน

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ มีโครงสร้างการบริหารงาน ดังภาพที่ 2.1

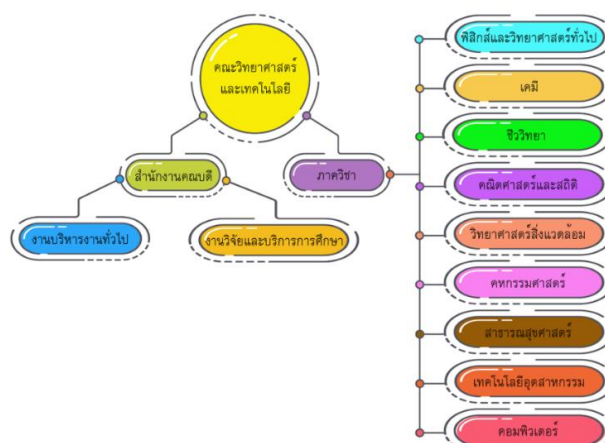


ภาพที่ 2.1 โครงสร้างการบริหารงาน

ที่มา: <https://www.science.cmru.ac.th/structure01>

2.1.2 โครงสร้างการแบ่งส่วนราชการ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ มีโครงสร้างการแบ่งส่วนราชการ ดังภาพที่ 2.2

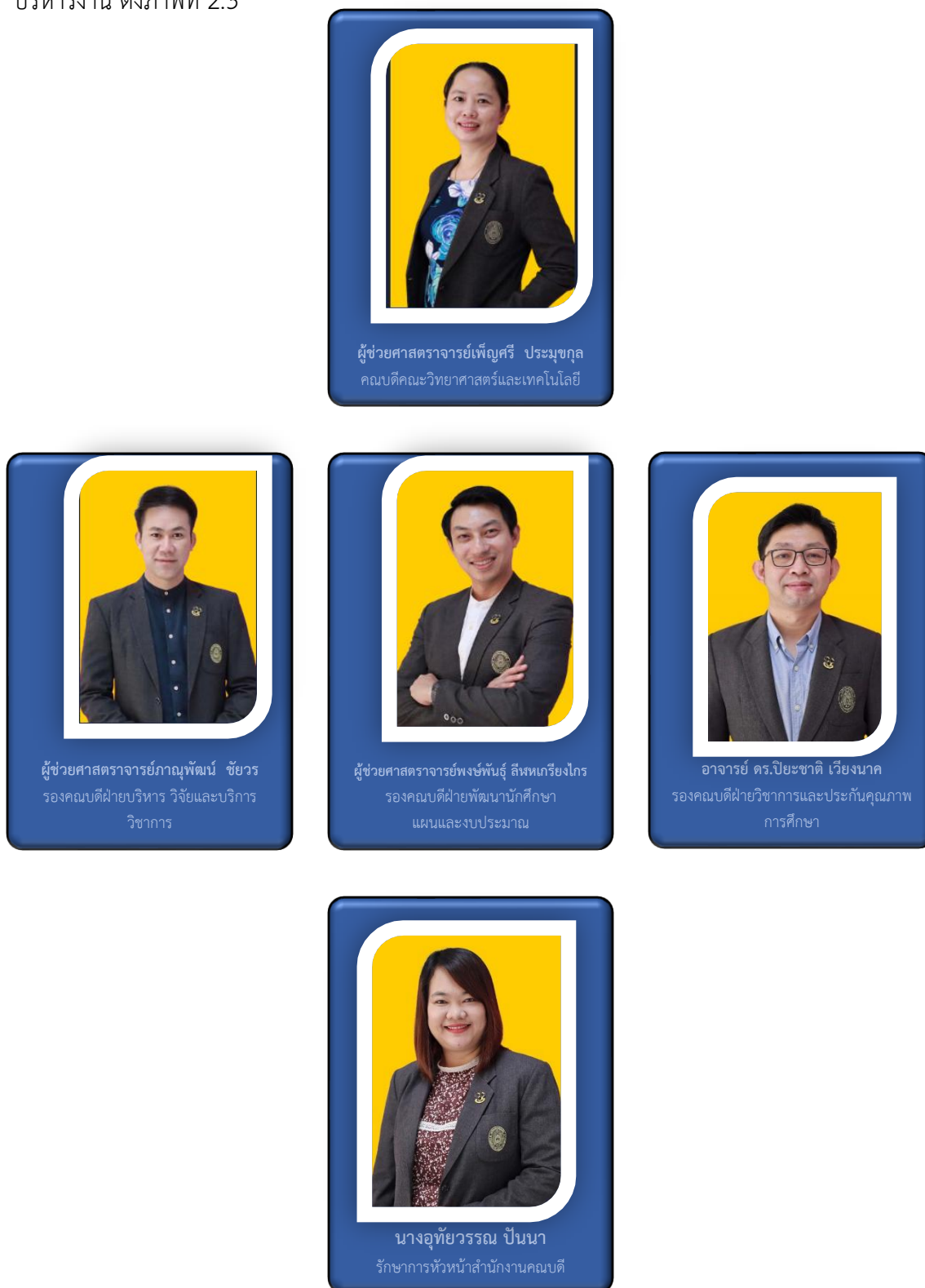


ภาพที่ 2.2 โครงสร้างการแบ่งส่วนราชการ

ที่มา: <https://www.science.cmru.ac.th/structure02>

2.1.3 คณะผู้บริหาร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ มีคณะผู้บริหารที่บริหารงาน ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ผู้บริหารคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.4 โครงสร้างการบริหารงานของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ มีโครงสร้างการบริหารงานของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งบริการงานโดยแบ่งงานตามความรับผิดชอบหลัก เป็น 3 ส่วน ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 โครงสร้างการบริหารงานของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.1.5 บุคลากรภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป

ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ มีบุคลากรสายวิชาการทั้งหมด จำนวน 15 คน และจำนวนสายสนับสนุน จำนวน 2 คน ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 บุคลากรภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป

2.2 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบของตำแหน่ง

ตำแหน่งประเภท	เชี่ยวชาญเฉพาะ
ชื่อสายงาน	วิทยาศาสตร์
ชื่อตำแหน่งในสายงาน	นักวิทยาศาสตร์
ระดับตำแหน่ง	ปฏิบัติการ

2.2.1 หน้าที่ความรับผิดชอบหลัก

ปฏิบัติงานในฐานะผู้ปฏิบัติงานระดับต้นที่ต้องใช้ความรู้ความสามารถทางวิชาการในการทำงาน ปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ภายใต้การกำกับ แนะนำ ตรวจสอบ และปฏิบัติงานอื่นตามที่ได้รับมอบหมาย โดยลักษณะงานที่ปฏิบัติในด้านต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1.1 ด้านการปฏิบัติการ

1) ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ข้อมูล และร่วมดำเนินการวิจัย เผยแพร่ผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อสร้างองค์ความรู้และพัฒนาอุตสาหกรรม

2) วิเคราะห์ ทดสอบ ตรวจสอบ ตรวจวัด ตรวจพิสูจน์ วิจัยทางวิทยาศาสตร์ของวัสดุตัวอย่าง สอบเทียบเครื่องมือ อุปกรณ์วัด เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำฐานข้อมูลห้องปฏิบัติการ ส่งเสริมพัฒนาห้องปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน

3) ให้บริการวิชาการในด้านต่าง ๆ เช่น ให้คำปรึกษา แนะนำ ในการปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ระดับรองลงมาและแก่นักศึกษาที่มาฝึกปฏิบัติงาน ตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง มีประสิทธิภาพ และปฏิบัติหน้าที่อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.2.1.2 ด้านการวางแผน

วางแผนการทำงานที่รับผิดชอบ ร่วมวางแผนการทำงานของหน่วยงานหรือโครงการ เพื่อให้เกิดการดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด

2.2.1.3 ด้านการประสานงาน

1) ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างทีมงานหรือหน่วยงานภายในและภายนอก เพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้

2) ชี้แจงและให้รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล ข้อเท็จจริง แก่บุคคลหรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างความเข้าใจหรือความร่วมมือในการดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมาย

2.2.1.4 ด้านการบริการ

1) ให้คำปรึกษา แนะนำเบื้องต้น เผยแพร่ ถ่ายทอดความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้ผู้รับบริการได้รับทราบข้อมูล ความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์

2) จัดเก็บข้อมูลเบื้องต้น และให้บริการข้อมูลทางวิชาการ เกี่ยวกับด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อให้บุคลากรทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน นักศึกษา ตลอดจนผู้รับบริการได้ทราบข้อมูลและความรู้ต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ สอดคล้องและสนับสนุนภารกิจของหน่วยงาน และใช้ประกอบการพิจารณากำหนดนโยบาย แผนงาน หลักเกณฑ์ มาตรการต่าง ๆ

2.3 คุณสมบัติเฉพาะสำหรับตำแหน่ง

มีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้

- 1) ได้รับปริญญาตรี หรือเทียบได้ไม่ต่ำกว่านี้ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง
- 2) ได้รับปริญญาโท หรือเทียบได้ไม่ต่ำกว่านี้ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง
- 3) ได้รับปริญญาเอก หรือเทียบได้ไม่ต่ำกว่านี้ ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง

2.4 ความรู้ความสามารถ ทักษะ และสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับตำแหน่ง

ความรู้ความสามารถ ทักษะ และสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับตำแหน่งให้เป็นไปตามที่สภาสถาบันอุดมศึกษากำหนดตามมาตรฐานกำหนดตำแหน่งของพนักงานมหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2566-2569 (ก.พ.อ. กำหนดให้มีตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ เมื่อวันที่ 21 กันยายน พ.ศ.2553)

2.5 บทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบ

นางกมลพรรณ เมืองมา ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ ระดับปฏิบัติการ

2.5.1 หน้าที่ความรับผิดชอบหลักที่ได้รับมอบหมาย

2.5.1.1 ด้านปฏิบัติการ

- 1) ศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิเคราะห์ สังเคราะห์ หรือวิจัย หรือ ร่วมดำเนินการวิจัย โดยทำงานวิจัยร่วมกับอาจารย์ในฐานะผู้ร่วมวิจัย และในฐานะหัวหน้าโครงการวิจัย โดยเขียน โครงการขอทุนสนับสนุนจากแหล่งทุนภายในและ/หรือภายนอกมหาวิทยาลัย
- 2) จัดทำฐานข้อมูลห้องปฏิบัติการ
- 3) งานช่วยสอนในรายวิชาปฏิบัติการร่วมปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานช่วยสอนในรายวิชาปฏิบัติการ ให้คำแนะนำในระหว่างที่นักศึกษาทำการศึกษา ในกระบวนการปฏิบัติการ
- 4) งานด้านการสนับสนุนการเรียนการสอน เตรียมวัสดุอุปกรณ์ การแจกอุปกรณ์ ในกระบวนการปฏิบัติการ
- 5) ด้านงานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ การดูแล บำรุงรักษา ตรวจสอบอุปกรณ์ จัดเก็บรักษาอุปกรณ์เครื่องมือประจำห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ในกระบวนการปฏิบัติการ

2.5.1.2 ด้านการวางแผน

ร่วมกำหนดนโยบายและแผนงานของหน่วยงานที่สังกัด วางแผนหรือร่วมวางแผนการทำงานตามแผนงานหรือโครงการของหน่วยงาน แก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน เพื่อให้การดำเนินงานบรรลุตามเป้าหมายและผลสัมฤทธิ์ที่กำหนด ดังนี้

1) ร่วมวางแผนกับอาจารย์ผู้สอนในวิชาปฏิบัติการ ในกระบวนวิชาปฏิบัติการ เพื่อให้การเรียนการสอนในกระบวนวิชาต่าง ๆ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และบรรลุวัตถุประสงค์ตามกระบวนวิชานั้น ๆ

2) วางแผนกับอาจารย์ผู้สอนในวิชาปฏิบัติการเกี่ยวกับการเบิก-คืน วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ในกระบวนวิชา ปฏิบัติการฟิสิกส์ เพื่อให้การเรียนการสอนในกระบวนวิชาต่าง ๆ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และให้ทันต่อความต้องการในการใช้งานครั้งต่อไป

3) วางแผนกับอาจารย์ผู้สอนในวิชาปฏิบัติการเกี่ยวกับการดูแลความเรียบร้อย และอำนวยความสะดวกขณะมีการปฏิบัติการในกระบวนวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์เพื่อให้การเรียนการสอนในกระบวนวิชาต่าง ๆ เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และไม่เกิดอุบัติเหตุในขณะที่ทำปฏิบัติการ

4) ร่วมวางแผนกับอาจารย์ผู้สอนในวิชาปฏิบัติการเกี่ยวกับวิธีการใช้วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ทางฟิสิกส์ ประจำห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ฯลฯ เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้งานได้ถูกต้องและเหมาะสม

5) ร่วมวางแผนกับอาจารย์ผู้สอนในวิชาปฏิบัติการเกี่ยวกับการดูแลบำรุงรักษา ตรวจสอบอุปกรณ์ จัดเก็บ วัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ ทางฟิสิกส์ ฯลฯ เพื่อให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานได้เสมอ

6) ร่วมวางแผนกับอาจารย์ผู้สอนในวิชาปฏิบัติการ หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป เพื่อจัดทำแผนการใช้จ่ายงบประมาณที่ได้รับจัดสรรให้ดำเนินการโครงการวัสดุฝึกสำหรับนักศึกษา เพื่อให้การขออนุมัติงบประมาณประจำปี งบประมาณแผ่นดินเป็นไปด้วยความเรียบร้อย เป็นที่พึงพอใจ และถูกต้องตามระเบียบ ตามขั้นตอนของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

2.5.1.3 ด้านการประสานงาน

ประสานการทำงานร่วมกันโดยมีบทบาทในการให้ความเห็นและคำแนะนำ เบื้องต้นแก่สมาชิกในทีมงาน หรือหน่วยงานอื่น เพื่อให้เกิดความร่วมมือและผลสัมฤทธิ์ตามที่กำหนดไว้ดังนี้

1) ประสานงานกับอาจารย์ผู้สอนในวิชาปฏิบัติการ ในกระบวนวิชาปฏิบัติการ

2) ประสานงานกับนักศึกษา ในกระบวนวิชาปฏิบัติการ

3) ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไปโดยการติดต่อโดยตรง และผ่านสื่อระบบออนไลน์ ฯลฯ เพื่อให้เกิดความร่วมมือซึ่งกันและกัน และเกิดผลสัมฤทธิ์กับองค์กรมากที่สุด

4) ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไปกับนักศึกษาในภาคโดยการติดต่อโดยตรง และผ่านสื่อระบบออนไลน์ ฯลฯ เพื่อให้เกิดความร่วมมือซึ่งกันและกัน และเกิดผลสัมฤทธิ์กับองค์กรมากที่สุด

5) ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไปกับหน่วยงานภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เช่น ติดต่อประสานงานกับสำนักทะเบียน กองพัฒนานักศึกษา การเงิน ฯลฯ เพื่อให้เกิดความร่วมมือซึ่งกันและกัน และเกิดผลสัมฤทธิ์กับองค์กรมากที่สุด

6) ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไปกับบัณฑิตศึกษา (ประสานงานป.โท หลักสูตรการสอนวิทยาศาสตร์ วท.ม.) เพื่อให้เกิดความร่วมมือซึ่งกันและกัน และเกิดผลสัมฤทธิ์กับองค์กรมากที่สุด

7) ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไปกับศิษย์เก่า (GSAP) เพื่อให้เกิดความร่วมมือซึ่งกันและกัน และเกิดผลสัมฤทธิ์กับองค์กรมากที่สุด

8) ประสานการทำงานร่วมกันระหว่างภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไปกับหน่วยงานภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เช่น โรงเรียน มหาวิทยาลัย หน่วยงานทางราชการ ชุมชน บริษัทร้านค้า ฯลฯ

2.5.1.4 ด้านการบริการ

ให้คำปรึกษา แนะนำ นิเทศ ฝึกอบรม ถ่ายทอดความรู้ ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แก่ผู้ได้บังคับบัญชา นักศึกษา ผู้รับบริการทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน รวมทั้งตอบปัญหาและชี้แจงเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับงานในหน้าที่ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจ และสามารถดำเนินงานได้อย่างถูกต้อง ดังนี้

1) ให้คำปรึกษา แนะนำเบื้องต้น รวมถึงถ่ายทอดความรู้แก่นักศึกษาในวิชาปฏิบัติการ

2) ให้คำปรึกษา แนะนำ การเตรียมเครื่องมือ Ten SILE TEST เพื่อเตรียมตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ เพื่อให้ นักศึกษาสามารถใช้งานได้ถูกต้อง ตามขั้นตอนและการใช้เครื่องมือ

3) ให้บริการเบิก-คืน วัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้กับอาจารย์ นักศึกษาและบุคคลภายใน-นอกหน่วยงาน

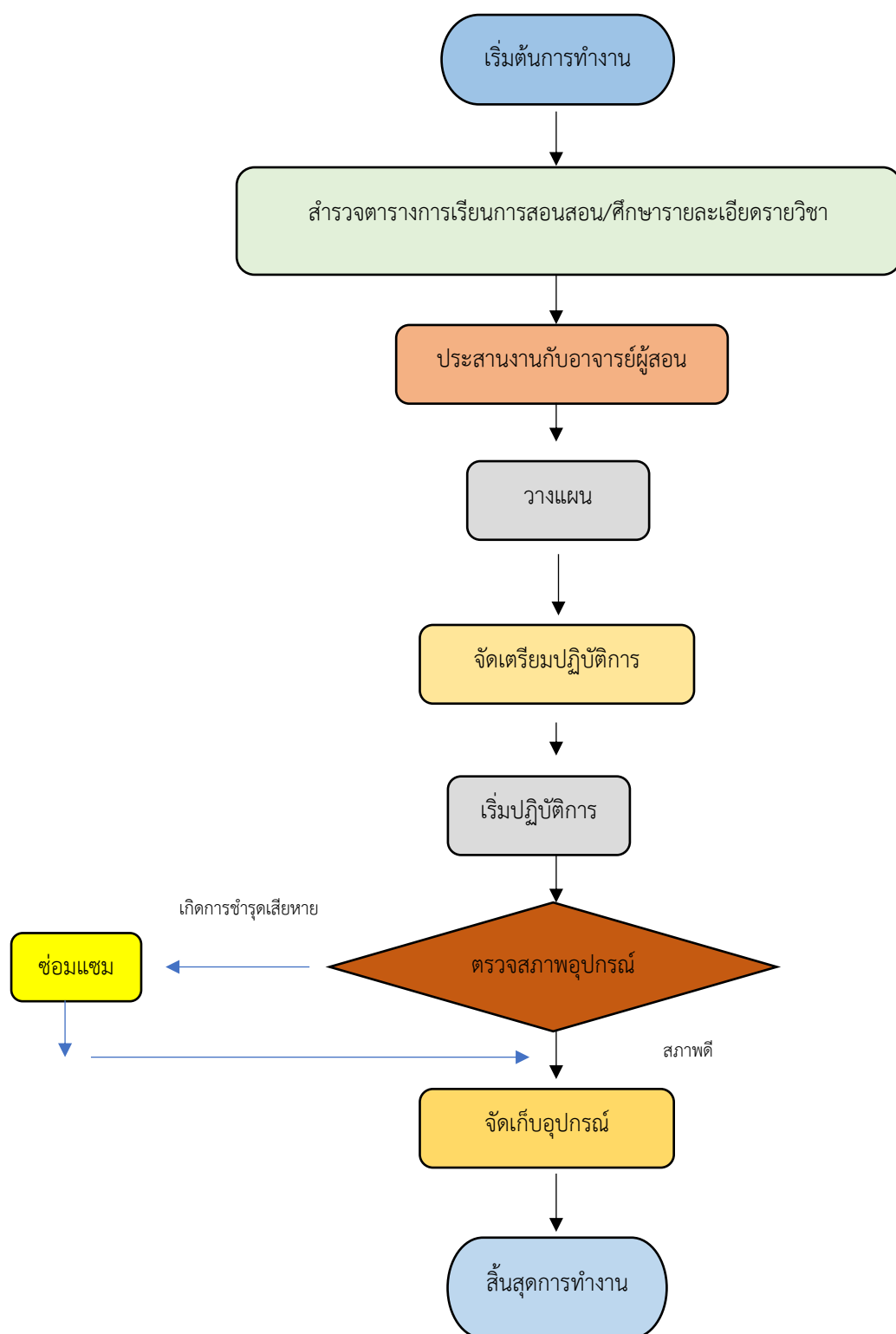
4) ให้บริการเกี่ยวกับการดูแลความเรียบร้อยโดยรวม ความสะอาด จัดเก็บอุปกรณ์ บำรุงรักษาอุปกรณ์ก่อน-หลังการเรียนการสอนปฏิบัติการ เพื่อให้พร้อมในสภาพพร้อมใช้งานได้เสมอ และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5) เป็นผู้ช่วยวิทยากรอบรม ในโครงการบริการวิชาการต่าง ๆ ตามที่ได้รับเชิญ

2.5.2 งานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

ปฏิบัติงานตามคำสั่งที่ได้รับการแต่งตั้งและงานที่ได้รับมอบหมายจากหลักสูตร ภาควิชา และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จากบทบาทหน้าที่ความรับผิดชอบตามที่ได้รับมอบหมายดังกล่าวข้างต้น ข้าพเจ้าจึงได้เลือกเอาการจัดเตรียมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในปฏิบัติการ การดูแลรักษาห้องปฏิบัติการ ตลอดจนการแก้ปัญหาในห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ มาเขียนเป็นคู่มือปฏิบัติงาน เรื่องคู่มือในการปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 โดยมีขั้นตอนการปฏิบัติงานตามผังงาน (Flow chart) แสดงดังภาพที่ 26



ภาพที่ 2.6 การดำเนินงานตามผังงาน (Flow chart) เตรียมปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอน

บทที่ 3

จากแผนผังขั้นตอนในกระบวนการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครุวิทยาศาสตร์ 2 (PHYS1114) ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ผู้ปฏิบัติดำเนินงานมีหลักเกณฑ์วิธีการปฏิบัติงานและรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 สํารวจตารางการเรียนการสอน และคําศัพท์ละเอียดในรายวิชาปฏิบัติการ

3.1.1 ผู้ปฏิบัติงานในการดูแลและจัดเตรียมปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ จะต้องดำเนินการสำรวจตารางการเรียนการสอนของภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการ ดังตัวอย่างตารางการเรียนการสอน ภาคเรียนที่ 2/2567 ในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตารางการเรียนการสอนเฉพาะรายวิชาปฏิบัติการ ประจำภาคเรียนที่ 2/2567

SCI7-206																				
ภาคเรียนที่ 2/2567 ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี																				
วัน/เวลา	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30
	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00
จันทร์	PHYS1101-63 ฟิสิกส์พื้นฐาน (2-3-6) (14+7 คน) ห้อง SCI7-206 (ผศ.ดร.อัมรินทร์ 67.ค.บ.4.2 (31 คน) ห้อง SCI7-206 (อ.อาจารย์						PHYS1114-66 ฟิสิกส์สำหรับครูวัย 2													
							PHYS1112-66 หลักฟิสิกส์ 2 (2 5), พล.ศ.ดร.ค.บ.4.1 (13คน) ห้อง SCI7 201 (อ.ดร.ชนนย์พร ดร.จิราภา													
							PHYS1110 66 ฟิสิกส์สำหรับครู (ค.บ. 67.ค.บ.4.1 (17 คน)SCI7-204 Lab (ผศ.ดร.ภาคภูมิ)													
อังคาร	PHYS1103-66 ฟิสิกส์ทั่วไป 2 (2-3-6) (9 คน) Lab ห้อง SCI7-206 (ผศ.ดร.ภาคภูมิ																			
	PHYS1115-63 ฟิสิกส์พื้นฐานสำหรับวัยสุขภาพ (ขก 67.วท.บ.4.1 (41 คน)ห้อง SCI7 204 (ผศ.ดร.ชาญวิทย์ 7.ค.บ.4.1 (31 คน) ห้อง SCI7-206 (อ.อาจารย์						PHYS1114-66 ฟิสิกส์สำหรับครูวัย 2													
พุธ																				
พฤหัสบดี	PHYS1109-63ปฏิบัติการฟิสิกส์เบื้องต้น 1(0-3-2), คศ.อ/คศ.พ 66.วท.บ.4.2 (36 คน) Sec. 51 ห้อง SCI7-206 (รศ.ดร.วิระภรณ์						PHYS1109-66 ปฏิบัติการฟิสิกส์เบื้องต้น 1(0-3-2) ขว.67.วท.บ.4.1 (12 คน) Sec. 53 ห้อง SCI7-206 (รศ.ดร.วิระภรณ์													
ศุกร์	PHYS2112-66 อุณหพลศาสตร์ (ค.บ. 66.ค.บ.4.1 (5 คน)ห้อง SCI7-201 (รศ.ดร.วิไลพร, คศ.อ/คศ.พ 66.วท.บ.4.1 (38 คน)ห้อง SCI7 206 (รศ.ดร.วิ						PHYS1109-63 ปฏิบัติการฟิสิกส์เบื้องต้น													

จากตารางที่ 3.1 พบว่า มีการจัดการเรียนการสอนสำหรับปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครู
วิทยาศาสตร์ 2 จำนวน 2 หมู่เรียน/ต่อสัปดาห์

3.1.2 ศึกษารายละเอียดและทำความเข้าใจจุดประสงค์รายวิชาและคำอธิบายรายวิชา เพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ และดำเนินการจัดเตรียมอุปกรณ์ (หากในส่วนที่อุปกรณ์ชำรุด/เสียหาย ก็จัดหาเพิ่มเติม)

3.2 ประสานงานกับอาจารย์ผู้สอน

หลังจากที่ผู้ปฏิบัติงานได้สำรวจตารางการใช้ห้องปฏิบัติการ และศึกษารายละเอียดของบทปฏิบัติการ เพื่อเป็นข้อมูลในการดำเนินงานดังนี้

3.2.1 ประสานงานร่วมกับอาจารย์ผู้สอน ในการกำหนดสัปดาห์ที่จะเริ่มจัดการเรียนการสอน ปฏิบัติการ ตามการทดลองที่มีในบทปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 ทั้งหมด 10 ปฏิบัติการดังนี้

- 1) การทดลองที่ 1 การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
- 2) การทดลองที่ 2 กฎของโอห์ม
- 3) การทดลองที่ 3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในเซลล์
- 4) การทดลองที่ 4 กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์
- 5) การทดลองที่ 5 การหาสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยใช้วงจรวีทสโตนบริดจ์
- 6) การทดลองที่ 6 การสร้างโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์จากกัลป์วานอมิเตอร์
- 7) การทดลองที่ 7 การหักเหของแสง
- 8) การทดลองที่ 8 การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง
- 9) การทดลองที่ 9 กระจุจโค้ง
- 10) การทดลองที่ 10 เลนส์บาง

3.3 วางแผนการปฏิบัติการ

เพื่อให้การดำเนินงานการเรียนการสอนของบทปฏิบัติการสำเร็จ ตามวัตถุประสงค์ของรายวิชา ปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 ผู้ปฏิบัติงานทำการวางแผนทำโครงการสอนภาคปฏิบัติร่วมกับผู้สอน โดยทำการวางแผนว่าต้องดำเนินการอย่างไร เมื่อไหร่ เพื่อไม่ให้เกิดความล่าช้าหรือติดขัดในกระบวนการทำงาน และควรกำหนดของการเตรียมการปฏิบัติล่วงหน้า ตามแนวทางดังนี้

3.3.1 ดำเนินการตรวจสอบ วัสดุ อุปกรณ์ทางฟิสิกส์ที่ใช้ในปฏิบัติการ ล่วงหน้าอย่างน้อย 1 สัปดาห์

3.3.2 ดำเนินการเตรียมความพร้อมสถานที่ โสตทัศนูปกรณ์และสิ่งแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการ อย่างน้อยครึ่งชั่วโมง ก่อนทำการปฏิบัติการจริง

3.3.3 ดำเนินการจัดการเรียนการสอนร่วมกับอาจารย์ผู้สอนตามโครงการสอนภาคปฏิบัติ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงโครงการสอนภาคปฏิบัติของรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2

สัปดาห์ที่	วัน/เดือน/ปี	หัวข้อ/รายละเอียด
1	28 ต.ค. 67	ชี้แจงรายละเอียด
2	4 พ.ย. 67	LAB 1 การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
3	11 พ.ย. 67	LAB 2 กฎของโอห์มและการต่อต้านทาน
4	18 พ.ย. 67	LAB 3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ
5	25 พ.ย. 67	LAB 4 กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์
6	2 ธ.ค. 67	LAB 5 การหาสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยใช้วงจรวิทสโตนบริดจ์
7	9 ธ.ค. 67	LAB 6 การสร้างโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์จากกัลวานอมิเตอร์
8-9	16-24 ธ.ค. 67	สอบกลางภาคเรียนที่ 2/2567 (16ธ.ค.-24ธ.ค. 67)
10	30 ธ.ค.67-3 ม.ค.68	หยุดวันสิ้นปี-วันขึ้นปีใหม่ปีใหม่
11	6 ม.ค. 68	LAB 7 การหักเหของแสง
12	13 ม.ค. 68	LAB 8 การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง
13	20 ม.ค. 68	LAB 9 กระจุยโค้ง -
14	27 ม.ค. 68	LAB 10 เลนส์
15	3 ก.พ. 68	สอบ(LAB) **ตามอาจารย์ผู้สอน
**สอบปลายภาคเรียนที่ 2/2567 (20 -28 ก.พ. 68)		

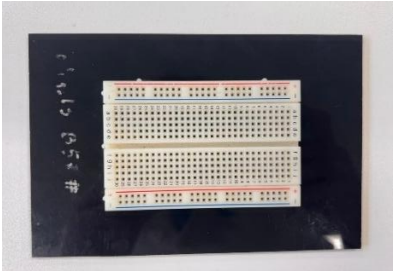
จากตารางที่ 3.2 พบว่า มีการจัดการเรียนการสอนสำหรับปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 ทั้งหมด 10 บทปฏิบัติการที่ผู้ปฏิบัติงานจะต้องเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ทางฟิสิกส์ให้ตรงตามโครงการสอนภาคปฏิบัติของรายวิชาฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 ที่ได้วางแผนไว้ เพื่อให้การเรียนการสอนบรรลุตามแผนที่วางไว้

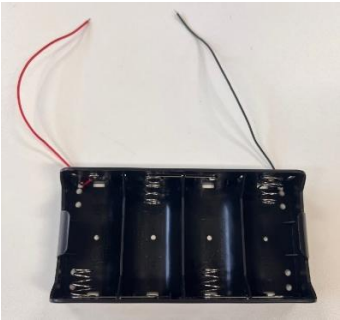
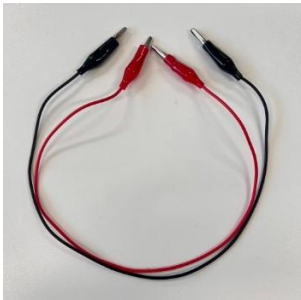
3.4 จัดเตรียมปฏิบัติการ

งานจัดเตรียมอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความรู้ความสามารถและทักษะด้านวิทยาศาสตร์ในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานด้านวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะงานในการใช้ของวัสดุ อุปกรณ์ ซึ่งงานในการใช้ในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 ต้องใช้อุปกรณ์หลากหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดมีการใช้งานที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงรวบรวมรายการ วัสดุ อุปกรณ์การทดลองวิชาปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 ทั้ง 10 การทดลอง ดังต่อไปนี้

3.4.1 การทดลองที่ 1 การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 1 การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

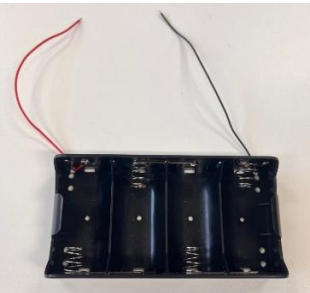
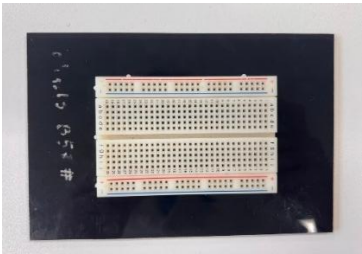
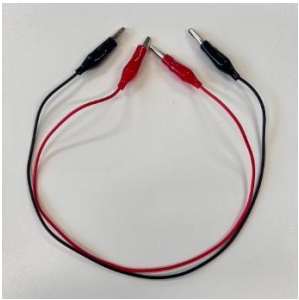
รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
1	มัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก	 A Sanwa YX-361TR analog multimeter with a red and black case, featuring a large circular scale and two test leads (red and black) attached.
2	มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัล	 A Sanwa digital multimeter with a black and grey case, featuring a digital LCD display and two test leads (red and black) attached.
3	แผงต่อวงจร (Breadboard)	 A standard white breadboard with a black border, used for prototyping electronic circuits.
4	ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D	 Two green and white 1.5V D batteries, one standing upright and one lying flat.

รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
5	กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D 4 ก้อน	
6	หม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DC	
7	ตัวต้านทาน 1) ตัวต้านทานขนาด 560 Ω (แถบสีดังนี้ เขียว น้ำเงิน น้ำตาล ทอง) 2) ตัวต้านทานขนาด 1 k Ω (แถบสีดังนี้ น้ำตาล ดำ แดง ทอง) 3) ตัวต้านทานขนาด 2.2 k Ω (แถบสีดังนี้ แดง แดง แดง ทอง) 4) ตัวต้านทานขนาด 4.7 k Ω (แถบสีดังนี้ เหลือง ม่วง แดง ทอง)	
8	สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง	

3.4.2 การทดลองที่ 2 กฎของโอห์ม

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 2 กฎของโอห์ม

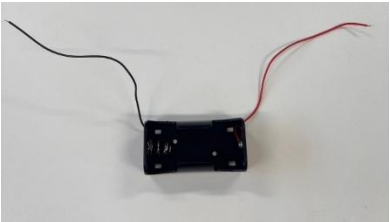
รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
1	มัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก	 A Sanwa YX-361TR analog multimeter with a red and black casing, a large circular scale, and two test leads (red and black) attached.
2	มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัล	 A digital multimeter with a black casing and a yellow display screen, shown next to its open carrying case which contains two test leads (red and black).
3	เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC power supply)	 A white and black HDP-15N heavy-duty DC power supply unit with a digital display, various control knobs, and output terminals.
4	ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D	 Two Energizer D batteries, one standing upright and one lying flat, showing their green and silver packaging.

รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
5	กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D 4 ก้อน	
6	ตัวต้านทาน 1) ตัวต้านทานขนาด 560 Ω (แถบสีดังนี้ เขียว น้ำเงิน น้ำตาล ทอง) 2) ตัวต้านทานขนาด 1 k Ω (แถบสีดังนี้ น้ำตาล ดำ แดง ทอง) 3) ตัวต้านทานขนาด 2.2 k Ω (แถบสีดังนี้ แดง แดง แดง ทอง) 4) ตัวต้านทานขนาด 4.7 k Ω (แถบสีดังนี้ เหลือง ม่วง แดง ทอง)	
7	แผงต่อวงจร (Breadboard)	
8	สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง	

3.4.3 การทดลองที่ 3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในเซลล์

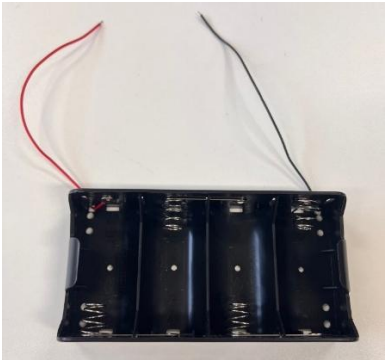
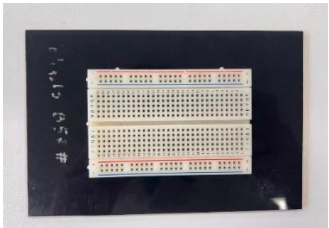
ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในเซลล์

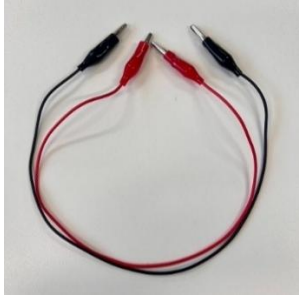
รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
1	มัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก	 A red and black Sanwa YX-361TR analog multimeter with a large circular scale and two test leads (red and black) plugged into the bottom.
2	มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล	 A black Sanwa digital multimeter with a small LCD screen and several buttons, shown next to its open carrying case which contains two test leads.
3	เครื่องควบคุมกระแส (Rheostat)	 A black cylindrical rheostat with a sliding contact and two terminals at the ends.
4	ถ่านไฟฉาย 1.5 V ขนาด D	 Two D-cell batteries, one is a Duracell and the other is a Rayovac, both labeled 1.5V.

รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
5	กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D เดี่ยว	
6	สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง	

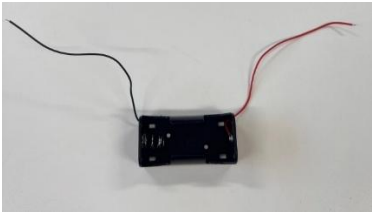
3.4.4 การทดลองที่ 4 กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์

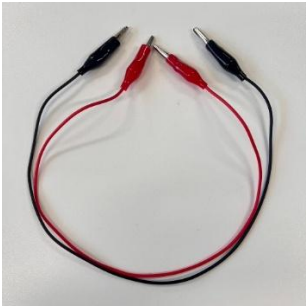
ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 4 กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์

รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
1	มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัล	
2	ถ่านไฟฉาย 1.5 V ขนาด D	
3	กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D 4 ก้อน	
4	แผงต่อวงจร (Breadboard)	

รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
5	ตัวต้านทาน (ขนาด 100Ω) (แถบสีดังนี้ น้ำตาล ดำ น้ำตาล ทอง)	
6	ตัวต้านทาน (ขนาด 200Ω) (แถบสีดังนี้ แดง ดำ น้ำตาล ทอง)	
7	สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง	
8	แผ่นอลูมิเนียม	

3.4.5 การทดลองที่ 5 การหาสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยใช้วงจรวีทสโตนบริดจ์
 ตารางที่ 3.7 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 5 การหาสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยใช้วงจรวีทสโตนบริดจ์

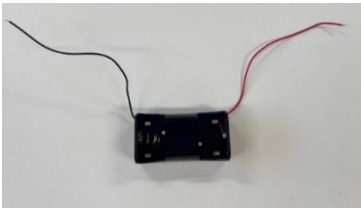
รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
1	ไมโครมิเตอร์	
2	ถ่านไฟฉาย 1.5 V ขนาด D	
3	กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D เดี่ยว	
4	กัลวานอมิเตอร์	

รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
5	ชุดทดลองวีทสโตนบริดจ์	
6	ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แบบกล่อง	
7	สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง	
8	สายไฟพร้อมแจ๊คเสียบคู่	

3.4.6 การทดลองที่ 6 การสร้างโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์จากกัลป์วานอมิเตอร์

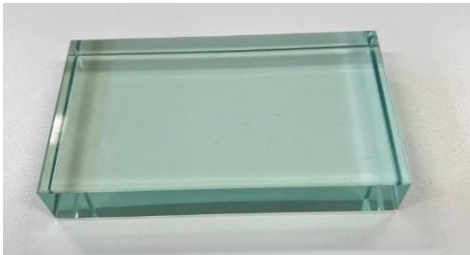
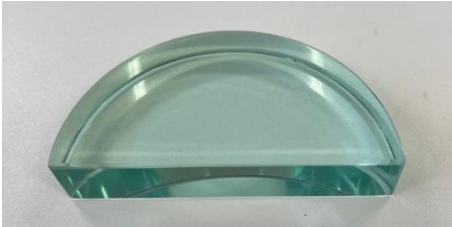
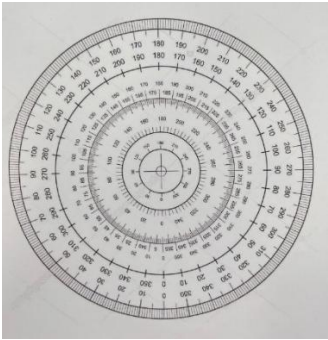
ตารางที่ 3.8 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 6 การสร้างโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์จากกัลป์วานอมิเตอร์

รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
1	กัลวานอมิเตอร์	
2	ตัวต้านทาน (ขนาด 300Ω)	
3	ตัวต้านทาน (ขนาด 560Ω)	
4	ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แบบกลิ้ง	
5	ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D	

รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
6	กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D เดี่ยว	
7	มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัล	
8	สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง	
9	สายไฟพร้อมแจ๊คเสียบคู่	

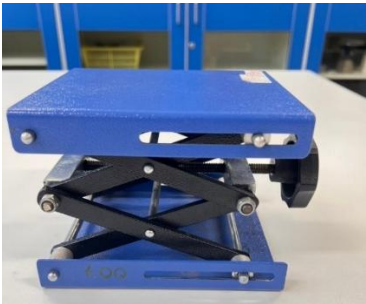
3.4.7 การทดลองที่ 7 การหักเหของแสง

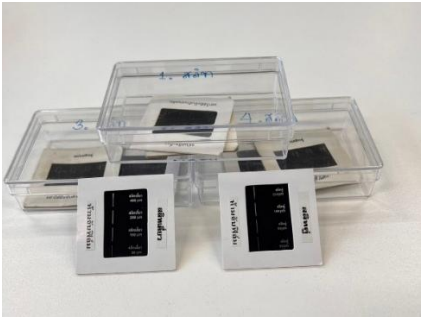
ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 7 การหักเหของแสง

รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
1	Laser pointer	
2	แท่งแก้วควานแบบสี่เหลี่ยม	
3	แท่งแก้วควานแบบครึ่งวงกลม	
4	แผ่นวัดวงกลม 360 องศา	

3.4.8 การทดลองที่ 8 การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง

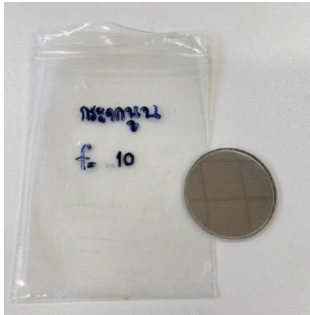
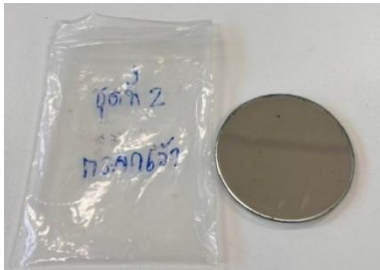
ตารางที่ 3.10 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 8 การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง

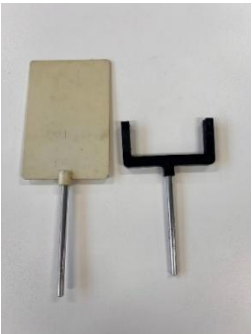
รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
1	Laser pointer	
2	ขาตั้งติดฉาก	
3	Jack	
4	ไม้เมตร	

รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
5	ที่จับเลนส์	
6	ไม้บรรทัด	
7	สลิตคู่-สลิตเดี่ยว	
8	Optical bench	

3.4.9 การทดลองที่ 9 กระจกโค้ง

ตารางที่ 3.11 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 9 กระจกโค้ง

รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
1	กระจกเงาแบน	
2	กระจกเงาเว้า	
3	กระจกเงาราบ	
4	ที่จับเลนส์	

รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
5	หม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DC	
6	ที่จับกระจกและฉาก	
7	หลอดไฟ	
8	วัตถุเข็ม	

รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
9	Optical bench	

3.4.10 การทดลองที่ 10 เลนส์บาง

ตารางที่ 3.12 ตารางแสดงอุปกรณ์การทดลองที่ 10 เลนส์บาง

รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
1	เลนส์นูน	
2	เลนส์เว้า	
3	ที่จับเลนส์	
4	หม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DC	

รายการที่	ชื่ออุปกรณ์	รูปภาพ
5	ที่จับกระจกและฉากร	
6	หลอดไฟ	
7	วัตถุเข็ม	
8	Optical bench	

3.5 ตรวจสอบอุปกรณ์ หลังจากการใช้งาน

เมื่อการทดลองดำเนินการเสร็จแล้ว ผู้ปฏิบัติงานจะต้องตรวจสอบอุปกรณ์ทางฟิสิกส์ทุกครั้งหลังการใช้งานเพราะเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์ยังสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัยมีประสิทธิภาพ และเพื่อความสะดวกในการจัดเตรียมปฏิบัติการในครั้งต่อไปโดยตรวจสอบอุปกรณ์เบื้องต้นหลังการใช้งานบางชนิด ดังนี้

- 1) ตรวจสอบรอยแตกร้าวหรือเสียหายของอุปกรณ์ เช่น แก้วทดลอง หลอดทดลอง ขาตั้งและเครื่องมืออื่น ๆ
- 2) ตรวจสอบว่ามีส่วนประกอบใดที่บิดเบี้ยว หรือมีร่องรอยการสึกหรอผิดปกติ
- 3) ตรวจสอบความสะอาดของอุปกรณ์ และกำจัดคราบสกปรกที่อาจตกค้าง
- 4) ทดสอบการเปิด-ปิดของเครื่องมือ เช่น มัลติมิเตอร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือเครื่องวัดอื่น ๆ
- 5) ตรวจสอบสายไฟว่ามีการชำรุด ขาด หรือมีรอยไหม้หรือไม่
- 6) ตรวจสอบขั้วต่อว่ามีการหลวม หรือเกิดสนิมที่อาจมีผลต่อการนำไฟฟ้าหรือไม่
- 7) ตรวจสอบค่าการวัดของอุปกรณ์ เช่น ไมโครมิเตอร์ กัลวานอมิเตอร์ โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานว่ามีการคลาดเคลื่อนของค่าที่วัดได้หรือไม่ หากพบความคลาดเคลื่อนมาก ควรทำการสอบเทียบ (Calibration)
- 8) ทำความสะอาดอุปกรณ์ด้วยสารทำความสะอาดที่เหมาะสม เช่น แอลกอฮอล์ น้ำกลั่น หรือผ้าแห้ง
- 9) เก็บอุปกรณ์ในที่ที่เหมาะสม เช่น หลีกเลี่ยงความชื้นและแสงแดดจัด และจัดอุปกรณ์ในตู้จัดเก็บ
- 10) ใช้สารหล่อลื่นสำหรับอุปกรณ์ที่มีชิ้นส่วนเคลื่อนไหว เช่น ลูกกลิ้งหรือบานพับ
- 11) จัดบันทึกสถานะของอุปกรณ์แต่ละชิ้น และระบุว่าต้องมีการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอะไหล่หรือไม่
- 12) หากพบอุปกรณ์ชำรุด ผู้ปฏิบัติงานทำรายงานดำเนินการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่
- 13) ทำ-การตรวจสอบชุดการทดลอง โต๊ะทดลอง ปิดสวิตซ์ไฟฟ้า พัดลม แอร์ รวมทั้งไฮดรอลิกอุปกรณ์อื่น ๆ ภายในห้องปฏิบัติการแล้วแจ้งแม่บ้านให้ทำความสะอาดและทำการปิดห้องเรียน

3.6 การจัดเก็บอุปกรณ์ เครื่องมือ เข้าที่เก็บ

หลังจากมีการตรวจสอบอุปกรณ์ทางฟิสิกส์หลังจากการใช้งานแล้ว ต้องมีการจัดหมวดหมู่ของอุปกรณ์ อย่างเป็นระเบียบและปลอดภัย เพื่อป้องกันความเสียหายและเพิ่มความสะดวกในการใช้งานครั้งต่อไป ดังนี้ จัดประเภทของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์ แล้วนำเข้าตู้เก็บอุปกรณ์โดยจัดเป็นหมวดหมู่ของ การทดลอง เช่น อุปกรณ์การวัด อุปกรณ์ทางไฟฟ้า เป็นต้น และติดฉลากระบุชื่ออุปกรณ์และตำแหน่ง การจัดเก็บ ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แสดงตู้จัดเก็บอุปกรณ์ทางฟิสิกส์โดยแยกเป็นหมวดหมู่

บทที่ 4

เทคนิคในการปฏิบัติงาน

เทคนิคการปฏิบัติงาน เป็นเทคนิคการปฏิบัติงานในการจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองปฏิบัติการ ฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 (PHYS1114) ภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่ โดยผู้เขียนได้รวบรวมเป็นคำบรรยายการจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลอง รวมทั้งรูปภาพ ประกอบการจัดเตรียม แยกเป็นการทดลองตามบทปฏิบัติการ 10 การทดลอง เพื่อให้สามารถมอง ภาพรวมได้เข้าใจมากยิ่งขึ้น ตลอดจนจัดอุปกรณ์ การดูแล ซ่อมบำรุงรักษา ซึ่งเป็นแนวทางในการให้ คำแนะนำแก่นักศึกษาต่อไป

4.1 การทดลองที่ 1 การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

4.1.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

- 1) เพื่อศึกษาการวัดค่ากระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์สำหรับไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า
- 2) เพื่อศึกษาการใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าเบื้องต้น

4.1.2 อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|--|---------------|
| 1) มัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก | 1 เครื่อง |
| 2) มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัล | 1 เครื่อง |
| 3) แผงต่อวงจร (Breadboard) | 1 อัน |
| 4) ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D | 4 ก้อน |
| 5) กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D 4 ก้อน | 1 อัน |
| 6) หม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DC | 1 เครื่อง |
| 7) ตัวต้านทาน (ขนาด 560Ω $1\text{ k}\Omega$ $2.2\text{ k}\Omega$ $4.7\text{ k}\Omega$) | อย่างละ 1 ตัว |
| 8) สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง | 2 เส้น |

4.1.3 วิธีการจัดเตรียมและการตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

- ก) การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 1 การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ใส่ตะกร้าตามภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 1 การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

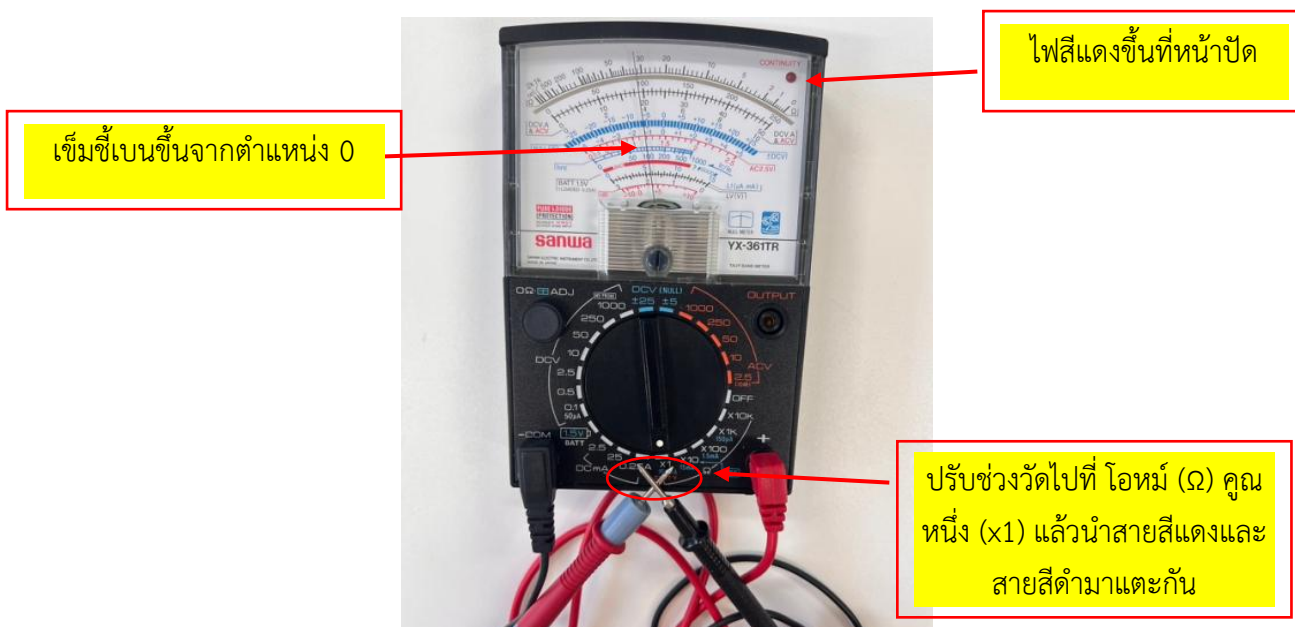
ข) ตรวจสอบอุปกรณ์การทดลองก่อนนำไปจัดใส่ตะกร้า ดังนี้

1. มัลติมิเตอร์แบบเข็มอนาล็อก จำนวน 1 เครื่องต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

1.1 ต่อสายสีแดงเข้าที่ขั้วบวก

1.2 ต่อสายสีดำเข้าที่ขั้วลบ

1.3 ปรับช่วงวัดไปที่ โอห์ม (Ω) คูณหนึ่ง ($\times 1$) แล้วนำสายสีแดงและสายสีดำมาแตะกันจะมีไฟสีแดงขึ้นที่หน้าปัดหรือเข็มชี้เบนขึ้นจากตำแหน่ง 0 ถ้ามีไฟสีแดงขึ้นที่หน้าปัดหรือเข็มชี้เบนขึ้นจากตำแหน่ง 0 แสดงว่าเครื่องมัลติมิเตอร์ใช้ได้ ดังภาพที่ 4.2 แต่ถ้าหากไม่มีไฟสีแดงไม่ขึ้นที่หน้าปัดหรือเข็มชี้ไม่เบนขึ้นจากตำแหน่ง 0 ให้สันนิษฐานว่า ฟิวส์ในเครื่องอาจจะขาด ให้ขันน็อตด้านหลังเครื่องมัลติมิเตอร์แล้วเปลี่ยนฟิวส์ ทั้งนี้ควรดูขนาดของฟิวส์ว่าใช้ขนาดเท่าใด ดูที่ขั้วโลหะของฟิวส์ โดยทั่วไปจะมีขนาด 0.5 mA , 220 V เป็นการเช็คเครื่องมัลติมิเตอร์เบื้องต้น หากเปลี่ยนฟิวส์ใหม่แล้วนำสายสีแดงและสายสีดำมาแตะกันอีกครั้งก็ยังไม่ไฟสีแดงขึ้นหรือเข็มชี้เบนขึ้นจากตำแหน่ง 0 ให้เปลี่ยนเครื่องใหม่ เพราะอาจจะต้องการซ่อมในจุดอื่นต่อไป



ภาพที่ 4.2 แสดงเครื่องมัลติมิเตอร์ที่สามารถใช้งานได้

2. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล จำนวน 1 เครื่องต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็ค ว่า เครื่องมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล สามารถใช้งานได้หรือไม่ นั้น สามารถทำได้ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ตรวจสอบแบตเตอรี่ของมัลติมิเตอร์

2.1.1 เปิดเครื่องมัลติมิเตอร์

2.1.2 ดูว่าจอแสดงผลเปิดติดหรือไม่ หากจอไม่ติดหรือจาง อาจต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่

2.1.3 บางรุ่นอาจมีสัญลักษณ์เตือนแบตเตอรี่ต่ำ

2.2 ตรวจสอบจอแสดงผล (Display)

2.2.1 เมื่อเปิดเครื่อง จอแสดงผลควรแสดงตัวเลข "0" หรือ "OL" (ขึ้นอยู่กับโหมดที่เลือก)

2.2.2 ลองกดปุ่มหรือตั้งค่าฟังก์ชันต่าง ๆ เพื่อดูว่าจอแสดงผลตอบสนองได้ถูกต้อง

2.3 ตรวจสอบสายวัด (Probes/Leads)

- 2.3.1 ตรวจสอบว่ามีรอยขาดหรือสายชำรุดหรือไม่
- 2.3.2 เสียบสายวัดสีดำที่ช่อง COM และสายสีแดงที่ช่อง V Ω mA (หรือช่องที่กำหนดตามรุ่น)

2.4 ทดสอบฟังก์ชันโหมวัดความต่อเนื่อง (Continuity Test)

- 2.4.1 หมุนสวิตช์ไปที่สัญลักษณ์ ไดโอด/ความต่อเนื่อง (Diode/Continuity)
- 2.4.2 แตะปลายสายวัดสีแดงและสีดำเข้าด้วยกัน
- 2.4.3 เครื่องควรส่งเสียงบี๊ป และจอแสดงผลควรแสดงค่าใกล้เคียงกับศูนย์
- 2.4.4 หากไม่มีเสียงหรือค่าไม่ขึ้น อาจมีปัญหที่สายวัดหรือภายในเครื่อง

2.5 ทดสอบโหมวัดแรงดันไฟฟ้า (DC Voltage Test)

- 2.5.1 ตั้งเครื่องไปที่โหมวัด DC Voltage (V $\equiv$)
- 2.5.2 ใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันจากแบตเตอรี่ขนาดเล็ก เช่น แบตเตอรี่ AA (1.5V) หรือ แบตเตอรี่ 9V
- 2.5.3 ผลการวัดควรใกล้เคียงกับแรงดันที่ระบุ หากค่าไม่ตรง อาจต้องสอบเทียบ (Calibration)

2.6 ทดสอบโหมวัดความต้านทาน (Resistance Test)

- 2.6.1 ตั้งมัลติมิเตอร์ไปที่ Ω (โอห์ม)
 - 2.6.2 นำสายวัดแตะกัน ค่าแสดงผลควรเป็น 0 Ω
 - 2.6.3 ทดสอบกับตัวต้านทาน (Resistor) ที่ทราบค่า เพื่อดูว่าผลลัพธ์ใกล้เคียงกับค่าที่ควรเป็นหรือไม่
- ****หากทำตามขั้นตอนข้างต้นแล้วมัลติมิเตอร์ดิจิทัลยังไม่ทำงาน อาจต้องส่งซ่อมต่อไป

3. แผงต่อวงจร(Breadboard) จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

3.1 ตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection)

- 3.1.1 ตรวจสอบว่ามีรอยแตกหรือรอยเสียหายบนแผงหรือไม่
- 3.1.2 มองหาสิ่งสกปรกหรือเศษโลหะที่อาจทำให้เกิดการลัดวงจร
- 3.1.3 ตรวจสอบว่าขั้วต่อ (Contact strips) ยังคงอยู่ในสภาพที่ดีและไม่บิดเบี้ยว

3.2 ทดสอบด้วยวงจรพื้นฐาน (Simple Circuit Test)

- 3.2.1 ต่อวงจรง่าย ๆ เช่น แบตเตอรี่, ตัวต้านทาน (Resistor) และ LED
 - 3.2.2 หากไฟ LED ติด แสดงว่าบอร์ดสามารถใช้งานได้ปกติ
 - 3.2.3 หากไม่ติด ให้ตรวจสอบสายไฟและขั้ววงจรว่าต่อถูกต้องหรือไม่
- ****หากตรวจสอบตามขั้นตอนข้างต้นแล้วทุกอย่างปกติ ก็สามารถใช้งานบอร์ดได้

4. ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D จำนวน 4 ก้อนต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

4.1 ใช้มัลติมิเตอร์ (Multimeter) วัดแรงดันไฟฟ้า

- 4.1.1 ตั้งมัลติมิเตอร์ไปที่การวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC Voltage) สัมผัสสายวัดสีแดงที่ขั้วบวก (+) และสายสีดำที่ขั้วลบ (-)
- 4.1.2 ถ่าน AA ค่าควรอยู่ที่ประมาณ 1.5V หากต่ำกว่า 1.5V ถ่านอาจเริ่มเสื่อมหรือต้องเปลี่ยนใหม่

4.2 ตรวจสอบสภาพภายนอก

4.2.1 หากมีรอยร้าว ชีม หรือบวม ให้ทั้งทันที เพราะอาจเกิดอันตรายหรือทำให้อุปกรณ์เสียหายและห้าม นำถ่านที่ร้าวมาใช้งานต่อ

5.กล่องถ่านไฟฉายขนาดD จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

5.1 ตรวจสอบสภาพภายนอกของกล่องถ่าน

5.1.1 ตรวจสอบว่ากล่องถ่านไม่มีรอยแตก หัก หรือเสียหาย

5.2 ตรวจสอบขั้วสปริงและขั้วสัมผัส

5.2.1 ขั้วสปริงและขั้วโลหะควรสะอาด ปราศจากคราบสนิมหรือการกัดกร่อน

5.3 ตรวจสอบสายไฟและจุดบัดกรี

5.3.1 หากกล่องถ่านมีสายไฟต่อออกมา ตรวจสอบว่าสายไฟไม่ขาดหรือหลุด

5.3.2 จุดบัดกรีควรแน่นหนา ไม่มีรอยหลวม

5.3.3 หากมีคราบสนิม สามารถใช้กระดาษทรายละเอียดขัดเบา ๆ หรือใช้สำลีชุบน้ำส้มสายชูเช็ดทำความสะอาด

6.หม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DC จำนวน 1 เครื่องต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

6.1 ตรวจสอบว่าเมื่อเสียบปลั๊กของหม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DCเข้ากับไฟบ้าน แล้วกดปุ่มเปิดสวิตช์จะมีไฟแสดงสถานะขึ้นมาแสดงว่าเครื่องนี้สามารถใช้งานได้ แต่ถ้าหากไฟแสดงสถานะไม่ขึ้น ให้ใช้มัลติมิเตอร์เช็คไฟแต่ละจุดว่ามีกระแสหรือไม่ เพราะหลอดไฟแสดงสถานะอาจจะขาด แต่ถ้าหากนำมัลติมิเตอร์ไปเช็คแต่ละจุด ทั้งจุดกระแสตรง (DCV) และกระแสสลับ (ACV) แล้วยังมีกระแสไฟยังไหลไปยังจุดต่าง ๆ ก็สามารถไปใช้ได้

7.ตัวต้านทาน จำนวนอย่างละ 1 ตัวต่อกลุ่ม ควรเตรียมดังนี้

7.1 ตัวต้านทานขนาด 560Ω (แถบสีดังนี้ เขียว น้ำเงิน น้ำตาล ทอง)

7.2 ตัวต้านทานขนาด $1k\Omega$ (แถบสีดังนี้ น้ำตาล ดำ แดง ทอง)

7.3 ตัวต้านทานขนาด $2.2k\Omega$ (แถบสีดังนี้ แดง แดง แดง ทอง)

7.4 ตัวต้านทานขนาด $4.7k\Omega$ (แถบสีดังนี้ เหลือง ม่วง แดง ทอง)

8.สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง จำนวนอย่างละ 2 เส้นต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

8.1 นำมัลติมิเตอร์ปรับช่วงวัดไปที่ โอห์ม (Ω) คูณหนึ่ง ($\times 1$) แล้วนำสายสีแดงและสายสีดำมาแตะที่สายไฟทั้ง 2 ด้านโดยสายสีดำแตะไปที่สายไฟ 1 ด้าน และสายสีแดงแตะไปที่สายไฟอีก 1 ด้าน) เมื่อแตะเสร็จจะมีไฟสีแดงขึ้นที่หน้าปัดหรือเข็มชี้เบนขึ้นจากตำแหน่ง 0 ของมัลติมิเตอร์ ถ้ามีไฟสีแดงขึ้นที่หน้าปัดหรือเข็มชี้เบนขึ้นจากตำแหน่ง 0 แสดงว่าสายไฟสามารถใช้งานได้

เมื่อตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการตามที่กล่าวมาข้างต้น ให้จัดเตรียมอุปกรณ์ใส่ตะกร้ารวมอุปกรณ์ จำนวน 10 ตะกร้าหรือตามจำนวนกลุ่มที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาและเสร็จสิ้นการเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 1 การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

4.2 การทดลองที่ 2 กฎของโอห์ม

4.2.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

- 1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ กระแสไฟฟ้า และความต้านทานในวงจร
- 2) เพื่อหาค่าความต้านทานโดยอาศัยกฎของโอห์ม และศึกษาการต่อตัวต้านทานแบบต่าง ๆ

4.2.2 อุปกรณ์การทดลอง

- | | | |
|---|---|---------|
| 1) มัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก | 1 | เครื่อง |
| 2) มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล | 1 | เครื่อง |
| 3) เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC power supply) | 1 | เครื่อง |
| 4) ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D | 4 | ก้อน |
| 5) ถังถ่านไฟฉาย ขนาด D 4 ก้อน | 1 | อัน |
| 6) แผงต่อวงจร (Breadboard) | 1 | อัน |
| 7) ตัวต้านทาน (ขนาด 560Ω 1kΩ 2.2kΩ 4.7kΩ) อย่างละ | 1 | ตัว |
| 8) สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง | 2 | เส้น |

4.3.3 วิธีการจัดเตรียมและการตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

- ก) การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 2 กฎของโอห์ม ใส่ตะกร้าตามภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 2 กฎของโอห์ม

ข) ตรวจสอบอุปกรณ์การทดลองก่อนนำไปจัดใส่ตะกร้า ดังนี้

1. มัลติมิเตอร์แบบเข็มอนาล็อก จำนวน 1 เครื่องต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบมัลติมิเตอร์แบบเข็มอนาล็อก ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1
2. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล จำนวน 1 เครื่องต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1
3. แผงต่อวงจร(Breadboard) จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการการตรวจสอบแผงต่อวงจร (Breadboard) ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

4. ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D จำนวน 4 ก้อนต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการการตรวจสอบ ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

5. กล่องถ่านไฟฉายขนาด D จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการการตรวจสอบกล่อง ถ่านไฟฉายขนาด D ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

6. แผงต่อวงจร (Breadboard) จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

6.1 ตรวจสอบด้วยสายตา (Visual Inspection)

- 6.1.1 ตรวจสอบว่ามีรอยแตกหรือรอยเสียหายบนแผงหรือไม่
- 6.1.2 มองหาสิ่งสกปรกหรือเศษโลหะที่อาจทำให้เกิดการลัดวงจร
- 6.1.3 ตรวจสอบว่าขั้วต่อ (Contact strips) ยังคงอยู่ในสภาพที่ดีและไม่บิดเบี้ยว

6.2 ทดสอบด้วยวงจรพื้นฐาน (Simple Circuit Test)

- 6.2.1 ต่อวงจรง่าย ๆ เช่น แบตเตอรี่, ตัวต้านทาน (Resistor), และ LED
- 6.2.2 หากไฟ LED ติด แสดงว่าบอร์ดสามารถใช้งานได้ปกติ
- 6.2.3 หากไม่ติดให้ตรวจสอบสายไฟและขั้ววงจรว่าต่อถูกต้องหรือไม่และหาก ตรวจสอบตามขั้นตอนข้างต้นแล้วทุกอย่างปกติ ก็สามารถใช้งานบอร์ดได้

7. ตัวต้านทาน จำนวนอย่างละ 1 ตัวต่อกลุ่ม ควรเตรียมดังนี้

- 7.1 ตัวต้านทานขนาด 560Ω (แถบสีดังนี้ เขียว น้ำเงิน น้ำตาล ทอง)
- 7.2 ตัวต้านทานขนาด $1k\Omega$ (แถบสีดังนี้ น้ำตาล ดำ แดง ทอง)
- 7.3 ตัวต้านทานขนาด $2.2k\Omega$ (แถบสีดังนี้ แดง แดง แดง ทอง)
- 7.4 ตัวต้านทานขนาด $4.7k\Omega$ (แถบสีดังนี้ เหลือง ม่วง แดง ทอง)

8. สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง จำนวนอย่างละ 2 เส้นต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการ ตรวจสอบสายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

เมื่อตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการตามที่กล่าวมาข้างต้น ให้จัดเตรียมอุปกรณ์ใส่ตะกร้า รวมอุปกรณ์ จำนวน 10 ตะกร้าหรือตามจำนวนกลุ่มที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาและเสร็จสิ้นการเตรียม อุปกรณ์การทดลองที่ 2 กฎของโอห์ม

4.3 การทดลองที่ 3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในเซลล์

4.3.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

- 1) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร
- 2) เพื่อวิเคราะห์หาแรงเคลื่อนไฟฟ้า และความต้านทานภายในเซลล์

4.3.2 อุปกรณ์การทดลอง

- | | | |
|-----------------------------------|---|---------|
| 1) มัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก | 1 | เครื่อง |
| 2) มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล | 1 | เครื่อง |
| 3) เครื่องควบคุมกระแส (Rheostat) | 1 | เครื่อง |
| 4) ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D | 1 | ก้อน |
| 5) กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D เดี่ยว | 1 | อัน |
| 6) สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง | 4 | เส้น |

4.3.3 วิธีการจัดเตรียมและการตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

ก) การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในเซลล์
ใส่ตะกร้าตามภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในเซลล์

ข) ตรวจสอบอุปกรณ์การทดลองก่อนนำไปจัดใส่ตะกร้า ดังนี้

1. มัลติมิเตอร์แบบเข็มอนาล็อก จำนวน 1 เครื่องต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบมัลติมิเตอร์แบบเข็มอนาล็อก ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1
2. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล จำนวน 1 เครื่องต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1
3. เครื่องควบคุมกระแส (Rheostat) จำนวน 1 เครื่องต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

3.1 ตรวจสอบภายนอก:

- 3.1.1 ตรวจสอบว่ามีการเสียหายภายนอก เช่น รอยแตกหรือชิ้นส่วนที่หลุดออกจากกัน

3.1.2 ตรวจสอบความสะอาดของ Rheostat หากมีฝุ่นหรือสิ่งสกปรก อาจทำให้การทำงานผิดปกติ

3.2 ใช้มัลติมิเตอร์วัดความต้านทาน

3.2.1 ตั้งมิเตอร์ให้เป็นโหมดวัดความต้านทาน (Resistance Mode) และเชื่อมต่อขั้วทั้งสองข้างของ Rheostat

3.2.2 หมุนปรับ Rheostat และสังเกตการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานที่แสดงบนมิเตอร์

3.2.3 หากค่าเปลี่ยนแปลงอย่างราบรื่นตามการหมุนและไม่มีการขัดข้อง หรือค่าความต้านทานไม่คงที่ (เช่น ไม่มีการกระโดดค่าอย่างผิดปกติ) แสดงว่า Rheostat ยังคงทำงานได้ปกติ

4. ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D จำนวน 1 ก้อนต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการการตรวจสอบถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

5 .กล่องถ่านไฟฉายขนาด D เดี่ยว จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการการตรวจสอบกล่องถ่านไฟฉายขนาด D เดี่ยว ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

6. สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง จำนวนอย่างละ 2 เส้นต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบสายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

เมื่อตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการตามที่กล่าวมาข้างต้น ให้จัดเตรียมอุปกรณ์ใส่ตะกร้ารวมอุปกรณ์ จำนวน 10 ตะกร้าหรือตามจำนวนกลุ่มที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาและเสร็จสิ้นการเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในเซลล์

4.4 การทดลองที่ 4 กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์

4.4.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

- 1) เพื่อศึกษาและตรวจสอบกฎของเคิร์ชฮอฟฟ์

4.4.2 อุปกรณ์การทดลอง

- | | | |
|-----------------------------------|---|---------|
| 1) มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล | 1 | เครื่อง |
| 2) ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D | 7 | ก้อน |
| 3) กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D 4ก้อน | 2 | อัน |
| 4) แผงต่อวงจร (Breadboard) | 1 | อัน |
| 5) ตัวต้านทาน (ขนาด 100Ω) | 2 | ตัว |
| 6) ตัวต้านทาน (ขนาด 200Ω) | 1 | ตัว |
| 7) สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง | 4 | เส้น |
| 8) แผ่นอลูมิเนียม | 1 | แผ่น |

4.4.3 วิธีการจัดเตรียมและการตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

- ก) การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 4 กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์ ใส่ตะกร้าตามภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 4 กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์

ข) ตรวจสอบอุปกรณ์การทดลองก่อนนำไปจัดใส่ตะกร้า ดังนี้

1. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล จำนวน 1 เครื่องต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1
2. ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D จำนวน 7 ก้อนต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1
3. กล่องถ่านไฟฉายขนาด D เดี่ยว จำนวน 2 อันต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบกล่องถ่านไฟฉายขนาด D เดี่ยว ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1
4. แผงต่อวงจร (Breadboard) จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบแผงต่อวงจร (Breadboard) ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1
5. ตัวต้านทานขนาด 100Ω (แถบสีดังนี้ น้ำตาล ดำ น้ำตาล ทอง) จำนวน 2 ตัวต่อกลุ่ม

6. ตัวต้านทานขนาด 200 Ω (แถบสีดังนี้ แดง ดำ น้ำตาล ทอง) จำนวน 1 ตัวต่อกลุ่ม

7. สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง จำนวนอย่างละ 4 เส้นต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบสายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

8. แผ่นอลูมิเนียม จำนวน 1 แผ่นต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้ นำแผ่นอลูมิเนียมมาตัดเป็นเส้นความยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร เพื่อให้เสียบระหว่างขั้วถ่านไฟฉายกับกล่องถ่านได้

เมื่อตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการตามที่กล่าวมาข้างต้น ให้จัดเตรียมอุปกรณ์ใส่ตะกร้ารวมอุปกรณ์ จำนวน 10 ตะกร้าหรือตามจำนวนกลุ่มที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาและเสร็จสิ้นการเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 4 กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์

4.5 การทดลองที่ 5 การหาสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยใช้วงจรวิธสโตนบริดจ์

4.5.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

- 1) เพื่อหาค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของขดลวดนิโครม
- 2) เพื่อศึกษาการทำงานของวงจรวิธสโตนบริดจ์

4.5.2 อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|------------------------------------|--------|
| 1) ไมโครมิเตอร์ | 1 อัน |
| 2) ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D | 1 ก้อน |
| 3) กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D เดี่ยว | 1 อัน |
| 4) กัลวานอมิเตอร์ | 1 ตัว |
| 5) ชุดทดลองวิธสโตนบริดจ์ | 1 ชุด |
| 6) ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แบบกล่อง | 1 อัน |
| 7) สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง | 6 เส้น |
| 8) สายไฟพร้อมแจ๊คเสียบคู่ | 2 เส้น |

4.5.3 วิธีการจัดเตรียมและการตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

ก) การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 5 การหาสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยใช้วงจรวิธสโตนบริดจ์ ใส่ตะกร้าตามภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 5 การหาสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยใช้วงจรวิธสโตนบริดจ์

ข) ตรวจสอบอุปกรณ์การทดลองก่อนนำไปจัดใส่ตะกร้า ดังนี้

1. ไมโครมิเตอร์ จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

- 1.1 ตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีรอยขีดข่วนหรือความเสียหายที่อาจทำให้การวัดไม่ถูกต้อง
- 1.2 เช็คให้แน่ใจว่าไม่มีสิ่งสกปรกหรือฝุ่นเกาะอยู่ในช่องวัดที่อาจรบกวนการวัด
- 1.3 หมุนวงล้อหรือสกรูการปรับเพื่อดูว่าเคลื่อนที่ได้ราบรื่นหรือไม่ หากหมุนไม่สะดวกหรือ

ขัดขวางแสดงว่าอาจมีปัญหาภายใน และตรวจสอบให้แน่ใจว่าไม่มีการล็อกหรือความผิดปกติเมื่อหมุน

2. ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D จำนวน 1 ก้อนต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการการตรวจสอบ ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

3. กล่องถ่านไฟฉายขนาด D เดี่ยว จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบกล่อง ถ่านไฟฉายขนาด D เดี่ยว ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

4. กัลวานอมิเตอร์ จำนวน 1 ตัวต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้ ใช้แหล่งจ่ายไฟที่มีแรงดันไฟฟ้าต่ำ เช่น ถ่าน หรือแหล่งจ่ายไฟอื่น ๆ แล้วเชื่อมต่อกับเครื่องกัลวานอมิเตอร์เพื่อดูว่าเข็มของเครื่องขยับหรือไม่ หากเข็มขยับแสดงว่าเครื่องยังสามารถทำงานได้

5. ชุดทดลองวิทสโตนบริดจ์ จำนวน 1 ชุดต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

5.1 สายไฟหรือขั้วต่อหลวม ควรตรวจสอบและขยับสายให้แน่น

5.2 ตัวต้านทานเสียหาย ให้ลองเปลี่ยนตัวต้านทานใหม่

6. ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แบบกล่อง จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

6.1 ตรวจสอบค่าความต้านทานที่แสดงบนมัลติมิเตอร์ ค่าควรใกล้เคียงกับค่าที่ระบุไว้บนตัวต้านทาน (เช่น $10k\Omega$ $50k\Omega$ เป็นต้น)

7. สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง จำนวนอย่างละ 6 เส้นต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบสายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

8. สายไฟพร้อมแจ๊คเสียบคู่ จำนวนอย่างละ 2 เส้นต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

8.1 นำมัลติมิเตอร์ปรับช่วงวัดไปที่ โอห์ม (Ω) คูณหนึ่ง ($\times 1$) แล้วนำสายสีแดงและสายสีดำมาแตะที่สายไฟทั้ง 2 ด้านโดยสายสีดำแตะไปที่สายไฟ 1 ด้าน และสายสีแดงแตะไปที่สายไฟอีก 1 ด้านเมื่อแตะเสร็จจะมีไฟสีแดงขึ้นที่หน้าปัดหรือเข็มชี้เบนขึ้นจากตำแหน่ง 0 ของมัลติมิเตอร์ ถ้ามีไฟสีแดงขึ้นที่หน้าปัดหรือเข็มชี้เบนขึ้นจากตำแหน่ง 0 แสดงว่าสายไฟสามารถใช้งานได้

เมื่อตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการตามที่กล่าวมาข้างต้น ให้จัดเตรียมอุปกรณ์ใส่ตะกร้ารวมอุปกรณ์ จำนวน 10 ตะกร้าหรือตามจำนวนกลุ่มที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาและเสร็จสิ้นการเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 5 การหาสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยใช้วงจรวิทสโตนบริดจ์

4.6 การทดลองที่ 6 การสร้างโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์จากกัลวานอมิเตอร์

4.6.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

- 1) เพื่อศึกษาหลักการสร้างโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ จากกัลวานอมิเตอร์

4.6.2 อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|------------------------------------|-----------|
| 1) กัลวานอมิเตอร์ | 1 ตัว |
| 2) ตัวต้านทาน (ขนาด 300Ω) | 1 ตัว |
| 3) ตัวต้านทาน (ขนาด 560Ω) | 1 ตัว |
| 4) ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แบบกลิ้ง | 1 อัน |
| 5) ถ่านไฟฉาย 1.5 V ขนาด D | 1 ก้อน |
| 6) กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D เดี่ยว | 1 อัน |
| 7) มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล | 1 เครื่อง |
| 8) สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง | 6 เส้น |
| 9) สายไฟพร้อมแจ็คเสียบคู่ | 2 เส้น |

4.6.3 วิธีการจัดเตรียมและการตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

- ก) การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 6 การสร้างโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์จากกัลวานอมิเตอร์ ใส่ตะกร้าตามภาพที่ 4.7



ภาพที่ 4.7 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 6 การสร้างโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์จากกัลวานอมิเตอร์

ข) ตรวจสอบอุปกรณ์การทดลองก่อนนำไปจัดใส่ตะกร้า ดังนี้

1. กัลวานอมิเตอร์ จำนวน 1 ตัวต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบกัลวานอมิเตอร์ ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 5
2. ตัวต้านทานขนาด 300 Ω (แถบสีดังนี้ ส้ม ดำ น้ำตาล ทอง) จำนวน 1 ตัวต่อกลุ่ม
3. ตัวต้านทานขนาด 560 Ω (แถบสีดังนี้ เขียว น้ำเงิน น้ำตาล ทอง) จำนวน 1 ตัวต่อกลุ่ม
4. ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แบบกลิ้ง จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แบบกลิ้งให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 5

5. ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D จำนวน 1 ก้อนต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบ ถ่านไฟฉาย 1.5V ขนาด D ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

6. กล่องถ่านไฟฉายขนาด D เดี่ยว จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบกล่อง ถ่านไฟฉายขนาด D เดี่ยว ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

7. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล จำนวน 1 เครื่องต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบมัลติมิเตอร์ แบบดิจิตอล ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

8. สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง จำนวนอย่างละ 6 เส้นต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการ ตรวจสอบสายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

9. สายไฟพร้อมแจ็คเสียบคู่ จำนวนอย่างละ 2 เส้นต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบ สายไฟพร้อมแจ็คเสียบคู่ ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 5

เมื่อตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการตามที่กล่าวมาข้างต้น ให้จัดเตรียมอุปกรณ์ใส่ตะกร้า รวมอุปกรณ์ จำนวน 10 ตะกร้าหรือตามจำนวนกลุ่มที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาและเสร็จสิ้นการเตรียม อุปกรณ์การทดลองที่ 6 การสร้างโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์จากกัลวานอมิเตอร์

4.7 การทดลองที่ 7 การหักเหของแสง

4.7.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

- 1) เพื่อศึกษาการหักเหของแสงและวัดค่าดัชนีหักเหของตัวกลาง
- 2) เพื่อศึกษาการเกิดมุมวิกฤติของแสงในตัวกลาง

4.7.2 อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|--------------------------------|--------|
| 1) Laser pointer | 1 ตัว |
| 2) แท่งแก้วควารันแบบสี่เหลี่ยม | 1 อัน |
| 3) แท่งแก้วควารันแบบครึ่งวงกลม | 1 อัน |
| 4) แผ่นวัดวงกลม 360 องศา | 1 แผ่น |

4.7.3 วิธีการจัดเตรียมและการตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

- ก) การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 7 การหักเหของแสง ใส่ตะกร้าตามภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 7 การหักเหของแสง

ข) ตรวจสอบอุปกรณ์การทดลองก่อนนำไปจัดใส่ตะกร้า ดังนี้

1. Laser pointer จำนวน 1 ตัวต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

1.1 ตรวจสอบแบตเตอรี่ว่าใส่แบตเตอรี่ถูกขั้ว (+/-) หรือไม่ และลองเปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่หากใช้งานมานานหรือแสงเลเซอร์ไม่ออก

1.2 ตรวจสอบปุ่มกดว่ากดปุ่มแล้วสังเกตแสงเลเซอร์ออกมาหรือไม่ถ้าปุ่มหลวมหรือกดแล้วไม่ดังกลับ อาจเป็นปัญหาที่สวิตช์

1.3 ทดสอบกับพื้นผิวที่สะท้อนแสงโดยฉายเลเซอร์ลงบนพื้นผิวเรียบ เช่น ผนังสีขาว เพื่อดูว่าแสงสว่างชัดเจนหรือไม่

1.4 ตรวจสอบเลนส์เลเซอร์โดยเลนส์ด้านหน้าควรสะอาด ไม่มีฝุ่นหรือรอยนิ้วมือและควรใช้ผ้าเช็ดเบา ๆ หากมีคราบ

2. แท่งแก้วควารันแบบสี่เหลี่ยม จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

2.1 ตรวจสอบรอยร้าวหรือรอยบิ่นตามขอบหรือมุม ถ้าหากมีรอยร้าวหรือบิ่นควรเปลี่ยนแท่งแก้วคราวใหม่ และควรทำความสะอาดไม่มีฝุ่นหรือรอยนิ้วมือโดยใช้ผ้าเช็ดเบา ๆ หากมีคราบ

3. แท่งแก้วคราวแบบครึ่งวงกลม จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

3.1 ตรวจสอบรอยร้าวหรือรอยบิ่นตามขอบหรือมุม ถ้าหากมีรอยร้าวหรือบิ่นควรเปลี่ยนแท่งแก้วคราวใหม่ และควรทำความสะอาดไม่มีฝุ่นหรือรอยนิ้วมือโดยใช้ผ้าเช็ดเบา ๆ หากมีคราบ

4. แผ่นวัดวงกลม 360 องศา จำนวน 1 แผ่นต่อกลุ่ม โดยสามารถดูในหน้าภาคผนวก ค

เมื่อตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการตามที่กล่าวมาข้างต้น ให้จัดเตรียมอุปกรณ์ใส่ตะกร้ารวมอุปกรณ์ จำนวน 10 ตะกร้าหรือตามจำนวนกลุ่มที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาและเสร็จสิ้นการเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 7 การหักเหของแสง

4.8 การทดลองที่ 8 การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง

4.8.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

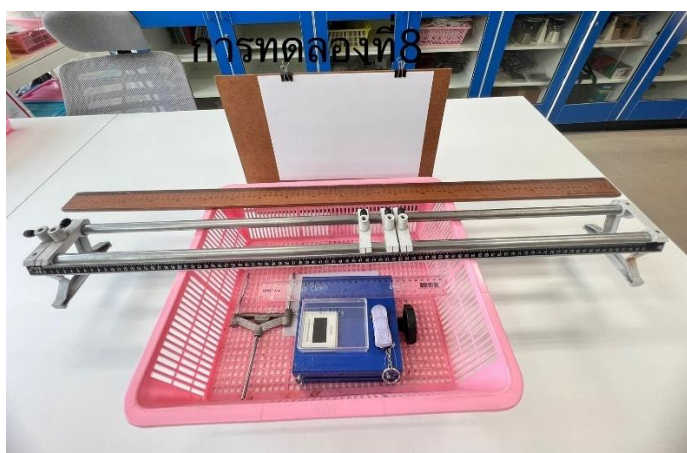
- 1) เพื่อศึกษาการเลี้ยวเบนของแสงเลเซอร์ผ่านสลิตเดี่ยวและสลิตคู่
- 2) เพื่อศึกษาวิธีการหาขนาดของวัตถุขนาดเล็กโดยใช้หลักการเลี้ยวเบนของแสง

4.8.2 อุปกรณ์การทดลอง

1) Laser pointer	1 ตัว
2) ขาตั้งติดฉาก	1 ชุด
3) Jack	1 อัน
4) ไม้มเมตร	1 อัน
5) ที่จับเลนส์	1 อัน
6) ไม้มบรรทัด	1 อัน
7) สลิตคู่	1 อัน
8) สลิตเดี่ยว	1 อัน
9) Optical bench	1 ตัว

4.8.3 วิธีการจัดเตรียมและการตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

ก) การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 8 การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง ใส่ตะกร้าตามภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 8 การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง

ข) ตรวจสอบอุปกรณ์การทดลองก่อนนำไปจัดใส่ตะกร้า ดังนี้

1. Laser pointer จำนวน 1 ตัวต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบ Laser pointer ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 7

2. ขาตั้งติดฉาก จำนวน 1 ชุดต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

2.1 ตรวจสอบตรวจสอบว่า ไม่แตกหัก หากพบว่าขาตั้งมีปัญหา เช่น หลวม เอียง ควรทำการซ่อมหรือเปลี่ยนใหม่เพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน

3. Jack จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

3.1 ตรวจสอบว่าสามารถหมุนขึ้นลงได้หรือไม่ ถ้าหาหมุนขึ้นลงไม่ได้ควรเปลี่ยน Jack ใหม่ และควรทำความสะอาดไม่มีฝุ่น

4. ไม้มเมตร จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

4.1 ตรวจสอบความตรงและสภาพของไม้มเมตรโดยวางไม้มเมตรบนพื้นผิวที่เรียบ เช่น โต๊ะ หรือพื้น แล้วดูว่ามีการโก่งงอหรือไม่และตรวจสอบว่าขอบของไม้มเมตรสึกหรอหรือไม่ เพราะอาจทำให้การ วัดผิดพลาด

4.2 ตรวจสอบมาตราส่วนและตัวเลขโดยดูว่าตัวเลขและขีดสเกลบนไม้มเมตรชัดเจนหรือไม่ ถ้ามีรอยขีดลบเลือน อาจส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการวัด

5. ที่จับเลนส์จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

5.1 ดูว่าที่จับเลนส์มีรอยแตกร้าวหรือบิ่นหรือไม่ ขั้วโลหะสำหรับเชื่อมต่อมีสนิมหรือสึกกร่อนหรือไม่ ตรวจสอบว่ากลไกล็อกเลนส์ (Mount Lock) ทำงานได้ปกติหรือไม่ (หมุนเข้าออกแล้วมีเสียง ล็อกที่แน่นหนา)

6. ไม้มบรรทัด จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

6.1 ตรวจสอบมาตราส่วนและตัวเลขโดยดูว่าตัวเลขและขีดสเกลบนไม้มบรรทัดชัดเจนหรือไม่ ถ้ามีรอยขีดลบเลือน อาจส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการวัด

7. สลิตคู่ จำนวน 1 แผ่นต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

7.1 ตรวจสอบว่าการฉายแสงผ่านสลิตคู่โดยใช้เลเซอร์หรือแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นลำตรง ยิ่งแสงผ่านสลิตคู่มีการแทรกสอด (Interference) เกิดขึ้นที่ฉากรับภาพหรือไม่ ถ้ามีแถบสว่าง-มืดสลับกัน แสดงว่าสลิตคู่ทำงานได้ปกติ

8. สลิตเดี่ยว จำนวน 1 แผ่นต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

8.1 ตรวจสอบว่าการฉายแสงผ่านสลิตเดี่ยวโดยใช้เลเซอร์หรือแหล่งกำเนิดแสงที่เป็นลำตรง ยิ่งแสงผ่านสลิตเดี่ยวมีการแทรกสอด (Interference) เกิดขึ้นที่ฉากรับภาพหรือไม่ ถ้ามีแถบสว่าง-มืดสลับกัน แสดงว่าสลิตเดี่ยวทำงานได้ปกติ

9. Optical bench ตัวต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

9.1 ตรวจสอบว่าโครงสร้างของ Optical Bench ไม่มีรอยแตก หรืองอเสียรูป โดยวาง เลื่อนและส่วนประกอบต่าง ๆ ว่ามีความเรียบร้อยและมั่นคง หากอุปกรณ์ขยับไม่ได้หรือหลวม ให้ปรับ หรือขันสกรูให้แน่น

เมื่อตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการตามที่กล่าวมาข้างต้น ให้จัดเตรียมอุปกรณ์ใส่ตะกร้า รวมอุปกรณ์ จำนวน 10 ตะกร้าหรือตามจำนวนกลุ่มที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาและเสร็จสิ้นการเตรียม อุปกรณ์การทดลองที่ 8 การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง

4.9 การทดลองที่ 9 กระจกโค้ง

4.9.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

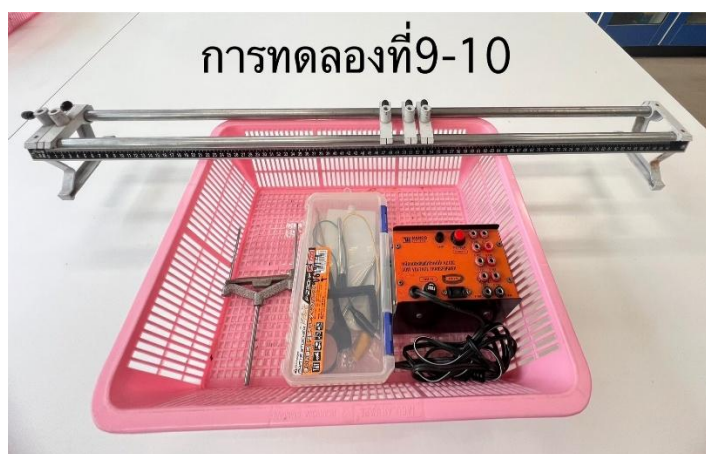
- 1) เพื่อหาระยะโฟกัสของกระจกนูน และกระจกเว้า

4.9.2 อุปกรณ์การทดลอง

1) กระจกเงา	1 อัน
2) กระจกเงา	1 อัน
3) กระจกเงาราบ	1 อัน
4) ที่จับเลนส์/กระจก	1 อัน
5) หม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DC	1 เครื่อง
6) ที่จับกระจกและฉาก	1 ชุด
7) หลอดไฟ	1 หลอด
8) วัตถุเข็ม	1 อัน
9) Optical bench	1 ตัว

4.9.3 วิธีการจัดเตรียมและการตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

- ก) การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 9 กระจกโค้ง ใส่ตะกร้าตามภาพที่ 4.10



ภาพที่ 4.10 ตะกร้ารวมอุปกรณ์การทดลองที่ 9 กระจกโค้ง

ข) ตรวจสอบอุปกรณ์การทดลองก่อนนำไปจัดใส่ตะกร้า ดังนี้

1. กระจกเงา จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

1.1 ตรวจสอบตรวจสอบว่ากระจกเงาโดยการมองหาจุดหรือรอยแตกที่อาจจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง รอยขีดข่วนจะทำให้ภาพที่ได้มีความบิดเบี้ยวหรือไม่ชัดเจน

1.2 ตรวจสอบว่ากระจกเงาไม่มีฝุ่น คราบ หรือคราบน้ำมันที่อาจจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของกระจกเงาลดลง โดยใช้ผ้านุ่มหรือแปรงอ่อนๆ ทำความสะอาด

2. กระจกเงา จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

2.1 ตรวจสอบตรวจสอบว่ากระจกเงาแว้าโดยการมองหาจุดหรือรอยแตกที่อาจจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง รอยขีดข่วนจะทำให้ภาพที่ได้มีความบิดเบี้ยวหรือไม่ชัดเจน

2.2 ตรวจสอบว่ากระจกเงาแว้าไม่มีฝุ่น คราบ หรือคราบน้ำมันที่อาจจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของกระจกเงาแว้าลดลง โดยใช้ผ้านุ่มหรือแปรงอ่อนๆ ทำความสะอาด

3. กระจกเงาราบ จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

3.1 ตรวจสอบตรวจสอบว่ากระจกเงาราบโดยการมองหาจุดหรือรอยแตกที่อาจจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง รอยขีดข่วนจะทำให้ภาพที่ได้มีความบิดเบี้ยวหรือไม่ชัดเจน

3.2 ตรวจสอบว่ากระจกเงาราบไม่มีฝุ่น คราบ หรือคราบน้ำมันที่อาจจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของกระจกเงาราบลดลง โดยใช้ผ้านุ่มหรือแปรงอ่อนๆ ทำความสะอาด

4. ที่จับเลนส์/กระจก จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

4.1 ตรวจสอบว่ามีรอยขีดข่วนหรือความเสียหายที่เห็นได้ชัดเจนหรือไม่ ตรวจสอบความสะอาดของที่จับเลนส์ เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีฝุ่นหรือสิ่งสกปรกที่อาจทำให้การยึดเลนส์ไม่แน่น

5. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DC จำนวน 1 เครื่องต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบ หม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DC ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

6. ที่จับกระจกและฉาก จำนวน 1 แผ่นต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

6.1 ตรวจสอบว่ามีรอยขีดข่วนหรือความเสียหายที่เห็นได้ชัดเจนหรือไม่ ตรวจสอบความสะอาดของที่จับกระจกและฉาก เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีฝุ่นหรือสิ่งสกปรกที่อาจทำให้การยึดกระจกและฉากไม่แน่น

7. หลอดไฟ 1 หลอดต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

7.1 ตรวจสอบว่าหลอดไฟมีไส้หลอดที่ยังไม่ขาด โดยจะมีความสว่าง ถ้าไส้ในของหลอดไฟขาดอาจจะต้องเปลี่ยนหลอดใหม่ (หลอดไฟนี้ต้องยึดติดกับไม้ตะเกียบที่มีความแข็งแรง โดยต่อสายไฟออกมาจากหลอดไฟ 2 เส้น คือสายไฟขั้วบวก และสายไฟขั้วลบ เพื่อนำไปต่อกับหม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DC โดยหลอดไฟนี้ให้ต่อกับหม้อแปลงโวลต์ต่ำ แบบDC ขนาด 8โวลต์)

8. วัตถุเข็ม 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

8.1 ตรวจสอบว่าวัตถุเข็มนั้นมีความตรงไม่เอียงหรืองอ (วัตถุเข็มทำจากไม้โดยปลายอีกด้านของวัตถุเข็มจะแหลม แล้วทาด้วยสีสะท้อน)

9. Optical bench จำนวน 1 ตัวต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบ Optical bench ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 8

เมื่อตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการตามที่กล่าวมาข้างต้น ให้จัดเตรียมอุปกรณ์ใส่ตะกร้ารวมอุปกรณ์ จำนวน 10 ตะกร้าหรือตามจำนวนกลุ่มที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาและเสร็จสิ้นการเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 9 กระจกโค้ง

4.10 การทดลองที่ 10 เลนส์บาง

4.10.1 วัตถุประสงค์การทดลอง

- 1) เพื่อหาความยาวโฟกัสของเลนส์นูนและเลนส์เว้า
- 2) เพื่อศึกษาการเกิดภาพที่เกิดจากเลนส์

4.10.2 อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|---------------------------|-----------|
| 1) เลนส์นูน | 1 อัน |
| 2) เลนส์เว้า | 1 อัน |
| 3) ที่จับเลนส์/กระจก | 1 อัน |
| 4) หม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DC | 1 เครื่อง |
| 5) ที่จับกระจกและฉาก | 1 ชุด |
| 6) หลอดไฟ | 1 หลอด |
| 7) วัตถุเข็ม | 1 อัน |
| 8) Optical bench | 1 ตัว |

4.10.3 วิธีการจัดเตรียมและการตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

ก) การจัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 10 เลนส์บาง ใส่ตะกร้าตามภาพที่ 4.10

ข) ตรวจสอบอุปกรณ์การทดลองก่อนนำไปจัดใส่ตะกร้า ดังนี้

1. เลนส์นูน จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

1.1 ตรวจสอบตรวจสอบว่ามีรอยขีดข่วน รอยแตก หรือคราบสกปรกบนพื้นผิวเลนส์ที่อาจจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเลนส์ลดลง โดยใช้ผ้านุ่มหรือแปรงอ่อนๆ ทำความสะอาด

1.2 สามารถรวมแสงได้ดี ให้ภาพที่คมชัด และไม่มีความผิดเพี้ยนผิดปกติ ก็ถือว่ายังสามารถใช้งานได้

2. เลนส์เว้า จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม ควรตรวจเช็คดังนี้

2.1 ตรวจสอบตรวจสอบว่าเลนส์โดยการมองหาจุดหรือรอยแตกที่อาจจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง รอยขีดข่วนจะทำให้ภาพที่ได้มีความบิดเบี้ยวหรือไม่ชัดเจน

2.2 ตรวจสอบว่าเลนส์ไม่มีฝุ่น คราบ หรือคราบน้ำมันที่อาจจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเลนส์ลดลง โดยใช้ผ้านุ่มหรือแปรงอ่อนๆ ทำความสะอาด

3. ที่จับเลนส์/กระจก จำนวน 1 อันต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบที่จับเลนส์/กระจก ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 9

4. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DC จำนวน 1 เครื่องต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบ หม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DC ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 1

5. ที่จับกระจกและฉาก จำนวน 1 แผ่นต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบที่จับกระจกและฉาก ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 9

6. หลอดไฟ 1 หลอดต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบหลอดไฟ ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 9

7. **วัตถุเข้ม** 1 อันต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบที่วัตถุเข้ม ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 9

8. **Optical bench** จำนวน 1 ตัวต่อกลุ่ม โดยขั้นตอนการตรวจสอบ Optical bench ให้ปฏิบัติเช่นเดียวกับปฏิบัติการที่ 8

เมื่อตรวจสอบอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการตามที่กล่าวมาข้างต้น ให้จัดเตรียมอุปกรณ์ใส่ตะกร้ารวมอุปกรณ์ จำนวน 10 ตะกร้าหรือตามจำนวนกลุ่มที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาและเสร็จสิ้นการเตรียมอุปกรณ์การทดลองที่ 10 เสนอส่ง

บทที่ 5

ปัญหาอุปสรรค และข้อเสนอแนะ

คู่มือปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 (PHYS1114) ฉบับนี้
ผู้จัดทำได้รวบรวมปัญหาอุปสรรค แนวทางแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะที่ได้จากการปฏิบัติงานจริง
โดยสรุปดังนี้

5.1 ปัญหาอุปสรรค และแนวทางแก้ไข

ในการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 (PHYS1114) ผู้ดูแลพบปัญหาและ
สามารถแก้ไขปัญหตามแนวทางที่แสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ปัญหาอุปสรรค และแนวทางแก้ไขในการปฏิบัติงาน

ลำดับที่	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
1	การจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ทำปฏิบัติการใน บางบทปฏิบัติการอาจเกิดปัญหาด้าน อุปกรณ์หรือเครื่องมือไม่ครบตามความ ต้องการ(ไม่มีหรืออยู่ในระหว่างทำการ ซ่อมแก้ไข)	ดำเนินการแจ้งอาจารย์ผู้สอนล่วงหน้า 3-5 วันเพื่อ ทำการวางแผนและปรับเปลี่ยนงานให้สอดคล้อง กับความต้องการในการลงมือปฏิบัติจริงของ นักศึกษา
2	เครื่องมือ อุปกรณ์ที่มีในห้องปฏิบัติการ เกิดปัญหาขึ้นขณะทำการปฏิบัติ เช่นฟิวส์ ขาด ถ่านที่ใช้ในเครื่องมือหมดสภาพ ทำ ให้ไม่สามารถทำการทดลองได้	ดำเนินการเปลี่ยนฟิวส์ คอยตรวจสอบการต่อวงจร ขณะทำการทดลอง และทำการปรับตั้งเครื่องมือให้ ตรงค่าที่ต้องการทดลอง
3	เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ทำปฏิบัติการ ชำรุด เสียหายบ่อย	หมั่นตรวจสอบและกำชับในการใช้งาน และคอยให้ คำปรึกษาขณะทำการทดลอง หรือการปฏิบัติใน ห้องปฏิบัติการ เพื่อลดความเสียหายที่อาจขึ้นได้
4	นักศึกษาหรือผู้ใช้เครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ไม่ทราบวิธีใช้งานหรือตำแหน่งที่จัดเก็บ อุปกรณ์	จัดทำป้ายชื่อเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการใช้ งานไว้ประจำเครื่องมือ อุปกรณ์
5	นักศึกษาต่อวงจรไฟฟ้าผิดทำให้อุปกรณ์ เสียหาย	ตรวจอุปกรณ์ทุกครั้งที่ได้รับอุปกรณ์คืนจากนักศึกษา หลังจากทำการปฏิบัติการทดลองเสร็จ
6	อุปกรณ์เสื่อมสภาพจากการใช้งาน	จัดเก็บฐานข้อมูลการใช้งานเพื่อเป็นสถิติการใช้งาน ในการเสนอหัวหน้าภาคพิจารณาของงบประมาณ จัดซื้อใหม่

ลำดับที่	ปัญหาและอุปสรรค	แนวทางแก้ไข
7	อุปกรณ์ซ่อมไม่ได้เนื่องจากได้ปรับ/ซ่อมจนขีดสุดของอุปกรณ์	กรณีอุปกรณ์ชำรุดมากจนขีดสุดของอุปกรณ์ให้สรุปรายการ รายงานหัวหน้าภาควิชาและขอจัดซื้อใหม่
8	นักศึกษานำอาหาร น้ำดื่ม และขนม มารับประทานที่ห้องปฏิบัติการ	ให้นักศึกษาปฏิบัติตามระเบียบของห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การใช้คู่มือควรศึกษาขั้นตอน และทำความเข้าใจคู่มือก่อนลงมือทำการปฏิบัติจริง
2. การตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องมือหลังการใช้เป็นประจำเป็นการยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการได้
3. ผู้ปฏิบัติงานควรปฏิบัติตามกฎระเบียบและข้อควรปฏิบัติอย่างเคร่งครัด และปฏิบัติ งานด้วยความระมัดระวัง

บรรณานุกรม

- จักรกฤษ แก้วนิคม. (2561). *คู่มือปฏิบัติการฟิสิกส์ 2 และฟิสิกส์ทั่วไป 2*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- ณัฐนันท์ เรียบเรียง. (2562). *คู่มือการปฏิบัติงาน ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
- สืบศักดิ์ ลีลาอัมพรสิน. (ม.ป.ป.). *คู่มือการปฏิบัติงานการเตรียมห้องปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน*. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.
- ว่าที่ร้อยตรีหญิง ลักษณนารา คำரச. (2567). *คู่มือการปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการหลักเคมี*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ .
- มหาวิทยาลัยบูรพา. (n.d.). *คู่มือการใช้มัลติมีเตอร์* [ไฟล์ PDF]. สืบค้นจาก <https://www.chanthaburi.buu.ac.th/~physics/documents/%E1%BA%BD%D6%A1/253/%A4%D9%E8%C1%D7%CD%A1%D2%C3%E3%AA%E9%C1%D1%C5%B5%D4%C1%D4%E0%B5%CD%C3%EC.pdf>

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญและแบบตอบรับในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงาน



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ...สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและเทคโนโลยี.....

ที่.....อว.๐๖๑๒.๐๖/ว.๒๕๕.....วันที่ ๙ เมษายน ๒๕๖๔.....

เรื่อง.....ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงาน.....

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.จิรากรณ์ ปุณยวัจนพรกุล

ด้วยนางกมลพรรณ เมืองมา บุคลากรสังกัดภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป ได้จัดทำคู่มือปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ๒ ในกรณีนี้ เพื่อให้ทราบถึงการเตรียมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในปฏิบัติการ การดูแลรักษาห้องปฏิบัติการ ตลอดจนการแก้ปัญหาในห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ ไว้สำหรับผู้ปฏิบัติงาน อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษา และผู้เกี่ยวข้องใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน และสามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้ นางกมลพรรณ เมืองมา จึงมีความประสงค์เรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงานเพื่อให้คู่มือสำเร็จตามวัตถุประสงค์

ดังนั้นคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ทางด้านวิชาการปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ๒ เป็นอย่างยิ่ง จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงานฯ ดังกล่าว โดยนางกมลพรรณ เมืองมา (โทร ๐๙ ๘๕๘๔ ๔๓๓๘) เป็นผู้ประสานงานครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศรี ประมุขกุล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงาน
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

วันที่ 16 เดือน เมษายน พ.ศ. 2568

เรื่อง ตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงาน

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตามที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้เชิญข้าพเจ้า ตามหนังสือเชิญที่.....อว.0612.06/ว.259.....ลงวันที่.....9 เมษายน 2568... มาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการพิธีกรสำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 ของนางกมลพรรณ เมืองมา นั้น

ในการนี้ข้าพเจ้ายินดีที่จะเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงาน ดังกล่าว และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เป็นอย่างยิ่งที่ได้เกียรติเชิญข้าพเจ้าในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

ลงชื่อ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิราภรณ์ ปุณยวัฒน์พรกุล)



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ...สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและเทคโนโลยี.....
 ที่.....อว.๐๖๑๒.๐๖/ว.๒๕๙.....วันที่.....๙ เมษายน ๒๕๖๘.....
 เรื่อง.....ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงาน.....

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ คำเจริญ

ด้วยนางกมลพรรณ เมืองมา บุคลากรสังกัดภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป ได้จัดทำคู่มือปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ๒ ในงานนี้ เพื่อให้ทราบถึงการเตรียมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในปฏิบัติการ การดูแลรักษาห้องปฏิบัติการ ตลอดจนการแก้ปัญหาในห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ ไว้สำหรับผู้ปฏิบัติงาน อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษา และผู้เกี่ยวข้องใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน และสามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้ นางกมลพรรณ เมืองมา จึงมีความประสงค์เรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงานเพื่อให้คู่มือสำเร็จตามวัตถุประสงค์

ดังนั้นคณะกรรมการการอุดมศึกษาและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ทางด้านวิชาการปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ๒ เป็นอย่างยิ่ง จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงานฯ ดังกล่าว โดยนางกมลพรรณ เมืองมา (โทร ๐๙ ๘๕๘๔ ๔๓๓๘) เป็นผู้ประสานงานครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ช.ช.

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศรี ประมุขกุล)
 คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงาน
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

วันที่ 4 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2568

เรื่อง ตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงาน

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตามที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้เชิญข้าพเจ้า ตามหนังสือเชิญที่.....อว.0612.06/ว.259.....ลงวันที่.....9 เมษายน 2568.... มาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 ของนางกมลพรรณ เมืองมานั้น

ในการนี้ข้าพเจ้ายินดีที่จะเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงาน ดังกล่าว และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เป็นอย่างยิ่งที่ได้เกียรติเชิญข้าพเจ้าในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

ลงชื่อ 

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาณุวิทย์ คำเจริญ)



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ...สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและเทคโนโลยี.....

ที่...อว.๐๖๑๒.๐๖/ว.๒๕๕.....วันที่...๙ เมษายน ๒๕๖๔.....

เรื่อง...ขอเรียนเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงาน.....

เรียน อาจารย์อาจารย์ ทองอ่อน

ด้วยนางกมลพรรณ เมืองมา บุคลากรสังกัดภาควิชาฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์ทั่วไป ได้จัดทำคู่มือปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ๒ ในกรณีนี้ เพื่อให้ทราบถึงการเตรียมอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในปฏิบัติการ การดูแลรักษาห้องปฏิบัติการ ตลอดจนการแก้ปัญหาในห้องปฏิบัติการทางฟิสิกส์ ไว้สำหรับผู้ปฏิบัติงาน อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษา และผู้เกี่ยวข้องใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน และสามารถแก้ไขปัญหาเบื้องต้นได้ นางกมลพรรณ เมืองมา จึงมีความประสงค์เรียนเชิญผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงานเพื่อให้คู่มือสำเร็จตามวัตถุประสงค์

ดังนั้นคณะกรรมการการอุดมศึกษาและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ทางด้านวิชาการ ปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ ๒ เป็นอย่างดี จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงานฯ ดังกล่าว โดยนางกมลพรรณ เมืองมา (โทร ๐๙ ๘๕๘๔ ๔๓๓๘) เป็นผู้ประสานงานครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ช.ช.

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญศรี ประมุขกุล)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แบบตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงาน
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

วันที่ 16 เดือน เมษายน พ.ศ. 2568

เรื่อง ตอบรับการเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงาน

เรียน คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตามที่คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้เชิญข้าพเจ้า ตามหนังสือเชิญที่.....อว.0612.06/ว.259.....ลงวันที่.....9 เมษายน 2568... มาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงานการเตรียมปฏิบัติการฟิสิกส์สำหรับครูวิทยาศาสตร์ 2 ของนางกมลพรรณ เมืองมา นั้น

ในการนี้ข้าพเจ้ายินดีที่จะเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบคู่มือปฏิบัติงาน ดังกล่าว และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ เป็นอย่างยิ่งที่ได้เกียรติเชิญข้าพเจ้าในครั้งนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

ลงชื่อ



(อาจารย์อาจารย์ ทองอ่อน)

ภาคผนวก ข

ใบเบิกอุปกรณ์การทดลอง

ใบเบิกอุปกรณ์การทดลองที่ 1 การใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

วันที่ทำการทดลอง..... เวลา..... การทดลองชุดที่.....

ผู้เบิกอุปกรณ์..... รหัสประจำตัว.....

รายการอุปกรณ์

1. มัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก	1	เครื่อง
2. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล	1	เครื่อง
3. แผงต่อวงจร(Breadboard)	1	อัน
4. ถ่านไฟฉาย 1.5 V ขนาด D	4	ก้อน
5. กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D 4ก้อน	1	อัน
6. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DC	1	เครื่อง
7. ตัวต้านทาน (ขนาด 560Ω, 1 kΩ, 2.2 kΩ, 4.7 kΩ)	อย่างละ 1	ตัว
8. สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง	2	เส้น

ผู้ให้เบิกอุปกรณ์.....

ผู้รับคืนอุปกรณ์.....

หมายเหตุ (กรณีที่อุปกรณ์มีการชำรุดเสียหาย)

.....

.....

.....

ข้อตกลงเบื้องต้น : นักศึกษาต้องตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้นตอนเบิก หากมีอุปกรณ์ชำรุดต้องแจ้งผู้สอนตอนที่เบิกอุปกรณ์ทุกครั้ง มิฉะนั้นหากมีการตรวจพบอุปกรณ์ชำรุดท้ายชั่วโมง นักศึกษากลุ่มที่เบิกอุปกรณ์จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าเสียหายของอุปกรณ์ที่ชำรุดนั้น ๆ

ใบเบิกอุปกรณ์การทดลองที่ 2 กฎของโอห์ม

วันที่ทำการทดลอง..... เวลา..... การทดลองชุดที่.....

ผู้เบิกอุปกรณ์..... รหัสประจำตัว.....

รายการอุปกรณ์

1. มัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก	1	เครื่อง
2. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล	1	เครื่อง
3. เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง(DC power supply)	1	เครื่อง
4. ถ่านไฟฉาย 1.5 V ขนาด D	4	ก้อน
5. กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D 4ก้อน	1	อัน
6. แผงต่อวงจร(Breadboard)	1	อัน
7. ตัวต้านทาน (ขนาด 560Ω, 1 kΩ, 2.2 kΩ, 4.7 kΩ)	อย่างละ 1	ตัว
8. สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง	4	เส้น

ผู้ให้เบิกอุปกรณ์.....

ผู้รับคืนอุปกรณ์.....

หมายเหตุ (กรณีที่อุปกรณ์มีการชำรุดเสียหาย)

.....

ข้อตกลงเบื้องต้น : นักศึกษาต้องตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้นตอนเบิก หากมีอุปกรณ์ชำรุดต้องแจ้งผู้สอนตอนที่เบิก

อุปกรณ์ทุกครั้ง มิฉะนั้นหากมีการตรวจพบอุปกรณ์ชำรุดท้ายชั่วโมง นักศึกษากลุ่มที่เบิกอุปกรณ์จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
 ค่าเสียหายของอุปกรณ์ที่ชำรุดนั้น ๆ

ใบเบิกอุปกรณ์การทดลองที่ 3 แรงเคลื่อนไฟฟ้าและความต้านทานภายในเซลล์

วันที่ทำการทดลอง..... เวลา..... การทดลองชุดที่.....

ผู้เบิกอุปกรณ์..... รหัสประจำตัว.....

รายการอุปกรณ์

1. มัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก	1	เครื่อง
2. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล	1	เครื่อง
3. เครื่องควบคุมกระแส(Rheostat)	1	เครื่อง
4. ถ่านไฟฉาย 1.5 V ขนาด D	1	ก้อน
5. กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D เดี่ยว	1	อัน
6. สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง	4	เส้น

ผู้ให้เบิกอุปกรณ์.....

ผู้รับคืนอุปกรณ์.....

หมายเหตุ (กรณีที่อุปกรณ์มีการชำรุดเสียหาย)

.....

ข้อตกลงเบื้องต้น : นักศึกษาต้องตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้นก่อนเบิก หากมีอุปกรณ์ชำรุดต้องแจ้งผู้สอนตอนที่เบิก

อุปกรณ์ทุกครั้ง มิฉะนั้นหากมีการตรวจพบอุปกรณ์ชำรุดท้ายชั่วโมง นักศึกษากลุ่มที่เบิกอุปกรณ์จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
 ค่าเสียหายของอุปกรณ์ที่ชำรุดนั้น ๆ

ใบเบิกอุปกรณ์การทดลองที่ 4 กฎของเคิร์ชฮอฟฟ์

วันที่ทำการทดลอง..... เวลา..... การทดลองชุดที่.....

ผู้เบิกอุปกรณ์..... รหัสประจำตัว.....

รายการอุปกรณ์

1. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล	1	เครื่อง
2. ถ่านไฟฉาย 1.5 V ขนาด D	7	ก้อน
3. กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D 4ก้อน	2	อัน
4. แผงต่อวงจร(Breadboard)	1	อัน
5. ตัวต้านทาน (ขนาด 100Ω)	2	ตัว
6. ตัวต้านทาน (ขนาด 200Ω)	1	ตัว
7. สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง	4	เส้น

ผู้ให้เบิกอุปกรณ์.....

ผู้รับคืนอุปกรณ์.....

หมายเหตุ (กรณีที่อุปกรณ์มีการชำรุดเสียหาย)

.....

.....

.....

ข้อตกลงเบื้องต้น : นักศึกษาต้องตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้นตอนเบิก หากมีอุปกรณ์ชำรุดต้องแจ้งผู้สอนตอนที่เบิก

อุปกรณ์ทุกครั้ง มิฉะนั้นหากมีการตรวจพบอุปกรณ์ชำรุดท้ายชั่วโมง นักศึกษากลุ่มที่เบิกอุปกรณ์จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
ค่าเสียหายของอุปกรณ์ที่ชำรุดนั้น ๆ

ใบเบิกอุปกรณ์การทดลองที่ 5 การหาสภาพต้านทานไฟฟ้าโดยใช้วงจรวิธสโตนบริดจ์

วันที่ทำการทดลอง..... เวลา..... การทดลองชุดที่.....

ผู้เบิกอุปกรณ์..... รหัสประจำตัว.....

รายการอุปกรณ์

1. ไมโครมิเตอร์	1 อัน
2. ถ่านไฟฉาย 1.5 V ขนาด D	1 ก้อน
3. กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D เดี่ยว	1 อัน
4. กัลวานอมิเตอร์	1 ตัว
5. ชุดทดลองวิธสโตนบริดจ์	1 ชุด
6. ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แบบกล่อง	1 อัน
7. สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง	6 เส้น
8. สายไฟพร้อมแจ๊คเสียบคู่	2 เส้น

ผู้ให้เบิกอุปกรณ์.....

ผู้รับคืนอุปกรณ์.....

หมายเหตุ (กรณีที่อุปกรณ์มีการชำรุดเสียหาย)

.....

ข้อตกลงเบื้องต้น : นักศึกษาต้องตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้นตอนเบิก หากมีอุปกรณ์ชำรุดต้องแจ้งผู้สอนตอนที่เบิก

อุปกรณ์ทุกครั้ง มิฉะนั้นหากมีการตรวจพบอุปกรณ์ชำรุดท้ายชั่วโมง นักศึกษากลุ่มที่เบิกอุปกรณ์จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
 ค่าเสียหายของอุปกรณ์ที่ชำรุดนั้น ๆ

ใบเบิกอุปกรณ์การทดลองที่ 6 การสร้างโวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์จากกัลวานอมิเตอร์

วันที่ทำการทดลอง..... เวลา..... การทดลองชุดที่.....

ผู้เบิกอุปกรณ์..... รหัสประจำตัว.....

รายการอุปกรณ์

1. กัลวานอมิเตอร์	1	ตัว
2. ตัวต้านทาน (ขนาด 300Ω)	1	ตัว
3. ตัวต้านทาน (ขนาด 560Ω)	1	ตัว
4. ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้แบบกลิ้ง	1	อัน
5. ถ่านไฟฉาย 1.5 V ขนาด D	1	ก้อน
6. กล่องถ่านไฟฉาย ขนาด D เดี่ยว	1	อัน
7. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล	1	เครื่อง
8. สายไฟพร้อมคลิปปากจระเข้ 2 ข้าง	6	เส้น
9. สายไฟพร้อมแจ๊คเสียบคู่	2	เส้น

ผู้ให้เบิกอุปกรณ์.....

ผู้รับคืนอุปกรณ์.....

หมายเหตุ (กรณี que อุปกรณ์มีการชำรุดเสียหาย)

.....

ข้อตกลงเบื้องต้น : นักศึกษาต้องตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้นตอนเบิก หากมีอุปกรณ์ชำรุดต้องแจ้งผู้สอนตอนที่เบิก

อุปกรณ์ทุกครั้ง มิฉะนั้นหากมีการตรวจพบอุปกรณ์ชำรุดท้ายชั่วโมง นักศึกษากลุ่มที่เบิกอุปกรณ์จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
 ค่าเสียหายของอุปกรณ์ที่ชำรุดนั้น ๆ

ใบเบิกอุปกรณ์การทดลองที่ 7 การหักเหของแสง

วันที่ทำการทดลอง..... เวลา..... การทดลองชุดที่.....

ผู้เบิกอุปกรณ์..... รหัสประจำตัว.....

รายการอุปกรณ์

- | | |
|--------------------------------|--------|
| 1. Laser pointer | 1 ตัว |
| 2. แท่งแก้วคราวน์แบบสี่เหลี่ยม | 1 อัน |
| 3. แท่งแก้วคราวน์แบบครึ่งวงกลม | 1 อัน |
| 4. แผ่นวัตถุวงกลม 360 องศา | 1 แผ่น |

ผู้ให้เบิกอุปกรณ์.....

ผู้รับคืนอุปกรณ์.....

หมายเหตุ (กรณีที่อุปกรณ์มีการชำรุดเสียหาย)

.....

.....

.....

ข้อตกลงเบื้องต้น : นักศึกษาต้องตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้นตอนเบิก หากมีอุปกรณ์ชำรุดต้องแจ้งผู้สอนตอนที่เบิก

อุปกรณ์ทุกครั้ง มิฉะนั้นหากมีการตรวจพบอุปกรณ์ชำรุดท้ายชั่วโมง นักศึกษากลุ่มที่เบิกอุปกรณ์จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
ค่าเสียหายของอุปกรณ์ที่ชำรุดนั้น ๆ

ใบเบิกอุปกรณ์การทดลองที่ 8 การเลี้ยวเบนและการแทรกสอดของแสง

วันที่ทำการทดลอง..... เวลา..... การทดลองชุดที่.....

ผู้เบิกอุปกรณ์..... รหัสประจำตัว.....

รายการอุปกรณ์

1. Laser pointer	1	ตัว
2. ขาตั้งติดฉาก	1	ชุด
3. Jack	1	อัน
4. ไม้มเมตร	1	อัน
5. ที่จับเลนส์	1	อัน
6. ไม้มบรรทัด	1	อัน
7. สลิตคู่	1	แผ่น
8. สลิตเดี่ยว	1	แผ่น
9. Optical bench	1	ตัว

ผู้ให้เบิกอุปกรณ์.....

ผู้รับคืนอุปกรณ์.....

หมายเหตุ (กรณีที่อุปกรณ์มีการชำรุดเสียหาย)

.....

.....

.....

ข้อตกลงเบื้องต้น : นักศึกษาต้องตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้นตอนเบิก หากมีอุปกรณ์ชำรุดต้องแจ้งผู้สอนตอนที่เบิก

อุปกรณ์ทุกครั้ง มิฉะนั้นหากมีการตรวจพบอุปกรณ์ชำรุดท้ายชั่วโมง นักศึกษากลุ่มที่เบิกอุปกรณ์จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
ค่าเสียหายของอุปกรณ์ที่ชำรุดนั้น ๆ

ใบเบิกอุปกรณ์การทดลองที่ 9 กระจกโค้ง

วันที่ทำการทดลอง..... เวลา..... การทดลองชุดที่.....

ผู้เบิกอุปกรณ์.....รหัสประจำตัว.....

รายการอุปกรณ์

1. กระจกเงาหุ่น	1	อัน
2. กระจกเงาแว้า	1	อัน
3. กระจกเงาราบ	1	อัน
4. ที่จับเลนส์	1	อัน
5. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DC	1	เครื่อง
6. ที่จับกระจกและฉาก	1	ชุด
7. หลอดไฟ	1	หลอด
8. วัตถุเข็ม	1	อัน
9. Optical bench	1	ตัว

ผู้ให้เบิกอุปกรณ์.....

ผู้รับคืนอุปกรณ์.....

หมายเหตุ (กรณีที่อุปกรณ์มีการชำรุดเสียหาย)

.....

ข้อตกลงเบื้องต้น : นักศึกษาต้องตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้นตอนเบิก หากมีอุปกรณ์ชำรุดต้องแจ้งผู้สอนตอนที่เบิก

อุปกรณ์ทุกครั้ง มิฉะนั้นหากมีการตรวจพบอุปกรณ์ชำรุดท้ายชั่วโมง นักศึกษากลุ่มที่เบิกอุปกรณ์จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
 ค่าเสียหายของอุปกรณ์ที่ชำรุดนั้น ๆ

ใบเบิกอุปกรณ์การทดลองที่ 10 เลนส์บาง

วันที่ทำการทดลอง..... เวลา..... การทดลองชุดที่.....

ผู้เบิกอุปกรณ์..... รหัสประจำตัว.....

รายการอุปกรณ์

1. เลนส์นูน	1 อัน
2. เลนส์เว้า	1 อัน
3. ที่จับเลนส์	1 อัน
4. หม้อแปลงโวลต์ต่ำ AC/DC	1 เครื่อง
5. ที่จับกระแสและฉาก	1 ชุด
6. หลอดไฟ	1 หลอด
7. วัตถุเข็ม	1 อัน
8. Optical bench	1 ตัว

ผู้ให้เบิกอุปกรณ์.....

ผู้รับคืนอุปกรณ์.....

หมายเหตุ (กรณีที่อุปกรณ์มีการชำรุดเสียหาย)

.....

ข้อตกลงเบื้องต้น : นักศึกษาต้องตรวจสอบอุปกรณ์ทุกชิ้นตอนเบิก หากมีอุปกรณ์ชำรุดต้องแจ้งผู้สอนตอนที่เบิก

อุปกรณ์ทุกครั้ง มิฉะนั้นหากมีการตรวจพบอุปกรณ์ชำรุดท้ายชั่วโมง นักศึกษากลุ่มที่เบิกอุปกรณ์จะต้องเป็นผู้รับผิดชอบ
 ค่าเสียหายของอุปกรณ์ที่ชำรุดนั้น ๆ

ภาคผนวก ค

แผ่นวัดวงกลม 360 องศา

