

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. รายการ ครุภัณฑ์ประกอบห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม

2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด

3. งบประมาณ 7,957,300 บาท

4. ครุภัณฑ์ประกอบห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม

จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

4.1 ชุดทดลองกฎของโอห์ม จำนวน 4 ชุด วงเงินต่อชุด 104,500 บาท วงเงินรวม 418,000 บาท
แต่ละชุดประกอบด้วย :

4.1.1 เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply)

จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 36,200 บาท

4.1.2 มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Multimeter)

จำนวน 2 เครื่อง วงเงิน 19,200 บาท

4.1.3 ชุดตรวจความต้านทาน (Resistance Apparatus)

จำนวน 1 ชุด วงเงิน 38,400 บาท

4.1.4 สายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจร 15 เส้นต่อชุด

จำนวน 1 ชุด วงเงิน 10,700 บาท

4.2 ชุดทดลองการเหนี่ยวนำไฟฟ้าแม่เหล็ก จำนวน 4 ชุด วงเงินต่อชุด 177,600 บาท วงเงินรวม 710,400 บาท

แต่ละชุดประกอบด้วย :

4.2.1 เครื่องวัดค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Teslometer)

จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 50,000 บาท

4.2.2 เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply)

จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 44,300 บาท

4.2.3 ชุดลดทอร์กกระบอก

จำนวน 1 ชุด วงเงิน 62,800 บาท

4.2.4 ฐานตั้งขนาดไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม (Barrel Foot)

จำนวน 1 อัน วงเงิน 3,600 บาท

4.2.5 แคลมป์ยึดจับแท่งเหล็ก (Universal Clamp)

จำนวน 1 อัน วงเงิน 2,100 บาท

4.2.6 แคลมป์ยึดจับหัววัดสนามแม่เหล็ก (Universal Jaw Clamp)

จำนวน 1 อัน วงเงิน 1,800 บาท

4.2.7 แท่งเหล็กขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 250 มิลลิเมตร

จำนวน 1 อัน วงเงิน 600 บาท

4.2.8 ฐานสำหรับวางชุดลดทอร์ก

จำนวน 1 อัน วงเงิน 4,900 บาท

4.2.9 สายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจร 15 เส้นต่อชุด

จำนวน 1 ชุด วงเงิน 7,500 บาท

4.3 ชุดทดลองหาค่าประจุต่อมวลของอิเล็กตรอน จำนวน 4 ชุด วงเงินต่อชุด 245,600 บาท

วงเงินรวม 982,400 บาท แต่ละชุดประกอบด้วย :

4.3.1 หลอดกำเนิดอิเล็กตรอนแบบ Fine Beam Tube พร้อมฐานตั้ง

จำนวน 1 หลอด วงเงิน 100,000 บาท

4.3.2 ชุดลดเฮล์มโฮลต์ (Helmholtz Coils)

จำนวน 1 คู่ วงเงิน 48,700 บาท

4.3.3 เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 0 ถึง 500 โวลต์

จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 67,000 บาท

4.3.4 มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Multimeter)

จำนวน 2 เครื่อง วงเงิน 19,200 บาท

4.3.5 สายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจร 15 เส้นต่อชุด

จำนวน 1 ชุด วงเงิน 10,700 บาท

- 4.4 ชุดทดลองสเปกโตรมิเตอร์ จำนวน 4 ชุด วงเงินต่อชุด 205,700 บาท วงเงินรวม 822,800 บาท
แต่ละชุดประกอบด้วย :
- 4.4.1 เครื่องสเปกโตรมิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 205,700 บาท
- 4.5 ชุดทดลองวงจรบริดจ์ของวีสตัน จำนวน 4 ชุด วงเงินต่อชุด 225,800 บาท วงเงินรวม 903,200 บาท
แต่ละชุดประกอบด้วย :
- 4.5.1 ชุดบริดจ์ความต้านทาน (Resistance Bridge) จำนวน 1 ชุด วงเงิน 24,600 บาท
- 4.5.2 เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ (AC/DC Power Supply) จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 67,800 บาท
- 4.5.3 กัลวานอมิเตอร์ (Zero Point Galvanometer) จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 43,200 บาท
- 4.5.4 ตัวต้านทานปรับค่าได้ (Resistance Decades) จำนวน 1 ชุด วงเงิน 72,700 บาท
- 4.5.5 ตัวต้านทานที่มีความแม่นยำสูง (High Precision Resistors) ขนาดไม่น้อยกว่า 100 โอห์ม จำนวน 1 อัน วงเงิน 3,400 บาท
- 4.5.6 ตัวต้านทานที่มีความแม่นยำสูง (High Precision Resistors) ขนาดไม่น้อยกว่า 1 กิโลโอห์ม จำนวน 1 อัน วงเงิน 3,400 บาท
- 4.5.7 สายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจร 15 เส้นต่อชุด จำนวน 1 ชุด วงเงิน 10,700 บาท
- 4.6 ชุดทดลองการตกอย่างอิสระ จำนวน 7 ชุด วงเงินต่อชุด 63,700 บาท วงเงินรวม 445,900 บาท
แต่ละชุดประกอบด้วย :
- 4.6.1 อุปกรณ์ชุดการตกอย่างอิสระ (Free Fall Apparatus) จำนวน 1 ชุด วงเงิน 40,500 บาท
- 4.6.2 เครื่องแสดงเวลาแบบตัวเลขดิจิทัลขนาดไม่น้อยกว่า 4 หลัก จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 20,800 บาท
- 4.6.3 สายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจรสำหรับชุดทดลองการตกอย่างอิสระ จำนวน 1 ชุด วงเงิน 2,400 บาท
- 4.7 ชุดทดลองโมเมนต์ความเฉื่อย จำนวน 2 ชุด วงเงินต่อชุด 106,000 บาท วงเงินรวม 212,000 บาท
แต่ละชุดประกอบด้วย :
- 4.7.1 แกนหมุน (Torsion axle) จำนวน 1 อัน วงเงิน 24,000 บาท
- 4.7.2 วัตถุทรงกลมทำจากไม้ จำนวน 1 อัน วงเงิน 13,000 บาท
- 4.7.3 วัตถุทรงกระบอกกลวงทำจากโลหะ จำนวน 1 อัน วงเงิน 14,500 บาท
- 4.7.4 วัตถุทรงกระบอกตันทำจากไม้ จำนวน 1 อัน วงเงิน 10,000 บาท
- 4.7.5 แกนเหล็ก มีตุ้มน้ำหนักเลื่อนไปมาได้ทั้งสองด้าน จำนวน 1 ชุด วงเงิน 15,600 บาท
- 4.7.6 จานหมุนเจาะรู จำนวน 1 แผ่น วงเงิน 15,000 บาท
- 4.7.7 ฐานตั้งชุดทดลองโมเมนต์ความเฉื่อย จำนวน 1 อัน วงเงิน 8,200 บาท
- 4.7.8 นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิทัล จำนวน 1 เรือน วงเงิน 3,100 บาท
- 4.7.9 ตาชั่งสปริงขนาดไม่น้อยกว่า 1 นิวตัน จำนวน 1 อัน วงเงิน 2,600 บาท
- 4.8 ชุดทดลองการขยายตัวเชิงเส้นของโลหะจากความร้อน จำนวน 2 ชุด วงเงินต่อชุด 106,300 บาท
วงเงิน 212,600 บาท แต่ละชุดประกอบด้วย :
- 4.8.1 อุปกรณ์ชุดทดลองการขยายตัวเชิงเส้น จำนวน 1 ชุด วงเงิน 40,600 บาท
- 4.8.2 เกจวัดการขยายตัว จำนวน 1 อัน วงเงิน 13,500 บาท
- 4.8.3 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 50,000 บาท
- 4.8.4 ท่อ silicone จำนวน 2 เส้น วงเงิน 2,200 บาท

- 4.9 ชุดทดลองกฎของก๊าส จำนวน 7 ชุด วงเงินต่อชุด 48,400 บาท วงเงินรวม 338,800 บาท
แต่ละชุดประกอบด้วย :
- 4.9.1 ชุดทดลองกฎของบอยล์ จำนวน 1 ชุด วงเงิน 48,400 บาท
- 4.10 ชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า จำนวน 2 ชุด วงเงินต่อชุด 145,500 บาท วงเงินรวม 291,000 บาท
แต่ละชุดประกอบด้วย :
- 4.10.1 ขดลวด ขนาดไม่น้อยกว่า 600 รอบ จำนวน 1 อัน วงเงิน 9,350 บาท
- 4.10.2 ขดลวด ขนาดไม่น้อยกว่า 1200 รอบ จำนวน 1 อัน วงเงิน 9,350 บาท
- 4.10.3 ขดลวดแรงดันต่ำ (Low voltage Coil) จำนวน 2 อัน วงเงิน 17,200 บาท
- 4.10.4 แกนหม้อแปลง (Transformer Core) จำนวน 1 ชุด วงเงิน 25,200 บาท
- 4.10.5 เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ (AC/DC Power Supply)
จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 44,900 บาท
- 4.10.6 มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Multimeters) จำนวน 3 เครื่อง วงเงิน 28,800 บาท
- 4.10.7 สายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจร 15 เส้นต่อชุด จำนวน 1 ชุด วงเงิน 10,700 บาท
- 4.11 ชุดทดลองความต้านทานเชิงซ้อน จำนวน 2 ชุด วงเงินต่อชุด 153,100 บาท วงเงินรวม 306,200 บาท
แต่ละชุดประกอบด้วย :
- 4.11.1 บอร์ดสำหรับทดลอง ขนาดไม่น้อยกว่า 290x190x20 มิลลิเมตร
จำนวน 1 อัน วงเงิน 8,600 บาท
- 4.11.2 ขดลวดขนาดไม่น้อยกว่า 1200 รอบ จำนวน 2 อัน วงเงิน 10,000 บาท
- 4.11.3 เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 64,800 บาท
- 4.11.4 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับทดลองเรื่องความต้านทานเชิงซ้อน
จำนวน 1 ชุด วงเงิน 4,000 บาท
- 4.11.5 เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าแบบดิจิตอล จำนวน 1 เครื่อง วงเงิน 50,000 บาท
- 4.11.6 สายไฟสำหรับเชื่อมต่อการทดลอง 15 เส้นต่อชุด จำนวน 1 ชุด วงเงิน 5,800 บาท
- 4.11.7 ปลั๊ก HF แปลง BNC/4 มิลลิเมตร จำนวน 2 อัน วงเงิน 6,800 บาท
- 4.11.8 ชุดจัมเปอร์ 10 อันต่อชุด จำนวน 1 ชุด วงเงิน 3,100 บาท
- 4.12 ชุดอุปกรณ์พื้นฐาน จำนวน 1 ชุด วงเงิน 265,000 บาท
ประกอบด้วย :
- 4.12.1 เครื่องควบคุมอุณหภูมิสำหรับชุดทดลองการขยายตัวเชิงเส้น
จำนวน 5 เครื่อง วงเงิน 250,000 บาท
- 4.12.2 ปีกเกอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร จำนวน 10 ใบ วงเงิน 3,000 บาท
- 4.12.3 ปีกเกอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร จำนวน 10 ใบ วงเงิน 5,000 บาท
- 4.12.4 ปีกเกอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร จำนวน 10 ใบ วงเงิน 7,000 บาท
- 4.13 ตู้เหล็กเก็บอุปกรณ์ ขนาดไม่น้อยกว่า 4 ฟุต จำนวน 24 ใบ วงเงิน 120,000 บาท
- 4.14 ชั้นวางอุปกรณ์ขนาดไม่น้อยกว่า 60x220x200 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง)
จำนวน 8 ชุด วงเงิน 90,400 บาท
- 4.15 กระดานไวท์บอร์ดขนาดไม่น้อยกว่า 1.20x4.80 เมตร (กว้างxยาว)
จำนวน 13 ชุด วงเงิน 114,400 บาท
- 4.16 โต๊ะผู้สอนสำหรับห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ขนาดไม่น้อยกว่า 0.75x2.00x0.80 เมตร (กว้างxยาวxสูง)
จำนวน 1 ตัว วงเงิน 18,300 บาท

4.17	โต๊ะปฏิบัติการกลาง ขนาดไม่น้อยกว่า 1.20x2.40x0.80 เมตร (กว้างxยาวxสูง)	จำนวน 10 ตัว	วงเงิน 315,000 บาท
4.18	โต๊ะปฏิบัติการติดผนัง ขนาดไม่น้อยกว่า 0.65x4.00x0.75 เมตร (กว้างxยาวxสูง)	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน 62,300 บาท
4.19	เก้าอี้หัวไม้กลม	จำนวน 120 ตัว	วงเงิน 180,000 บาท
4.20	โต๊ะผู้สอน ขนาดไม่น้อยกว่า 0.60x1.20x0.75 เมตร (กว้างxยาวxสูง)	จำนวน 1 ตัว	วงเงิน 3,300 บาท
4.21	เก้าอี้ผู้สอน	จำนวน 2 ตัว	วงเงิน 6,000 บาท
4.22	โต๊ะปฏิบัติการกลาง ขนาดไม่น้อยกว่า 1.20x3.60x0.80 เมตร (กว้างxยาวxสูง)	จำนวน 1 ตัว	วงเงิน 50,300 บาท
4.23	โต๊ะปฏิบัติการติดผนังตัวแอล ขนาดไม่น้อยกว่า 0.65x5.00x0.75 เมตร (กว้างxยาวxสูง)	จำนวน 3 ชุด	วงเงิน 103,800 บาท
4.24	ตู้เก็บอุปกรณ์ทรงสูง	จำนวน 3 ใบ	วงเงิน 22,500 บาท
4.25	อ่างล้างสแตนเลสสำหรับล้างอุปกรณ์	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน 12,500 บาท
4.26	อ่างล้างตาฉุกเฉิน	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน 7,400 บาท
4.27	พาร์ทิชันขนาดไม่น้อยกว่า 80x5x120 เซนติเมตร (กว้างxหนาxสูง)	จำนวน 8 แผ่น	วงเงิน 35,200 บาท
4.28	พาร์ทิชันขนาดไม่น้อยกว่า 100x5x120 เซนติเมตร (กว้างxหนาxสูง)	จำนวน 8 แผ่น	วงเงิน 42,400 บาท
4.29	พาร์ทิชันขนาดไม่น้อยกว่า 90x5x120 เซนติเมตร (กว้างxหนาxสูง)	จำนวน 8 แผ่น	วงเงิน 38,400 บาท
4.30	เครื่องขยายเสียง ขนาดไม่น้อยกว่า 60 วัตต์	จำนวน 5 เครื่อง	วงเงิน 27,500 บาท
4.31	ลำโพงสองทางแบบติดผนัง	จำนวน 10 ตัว	วงเงิน 25,000 บาท
4.32	ไมโครโฟนไร้สาย	จำนวน 5 ชุด	วงเงิน 31,000 บาท
4.33	เครื่องฉายภาพโปรเจกเตอร์พร้อมจอรับภาพ	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน 25,000 บาท
4.34	เครื่องปรับอากาศขนาดไม่น้อยกว่า 9,000 บีทียู	จำนวน 3 เครื่อง	วงเงิน 45,000 บาท
4.35	เครื่องปรับอากาศขนาดไม่น้อยกว่า 24,000 บีทียู	จำนวน 1 เครื่อง	วงเงิน 27,000 บาท
4.36	ผ้า màn ปรับแสงและผ้า màn จับจีบ	จำนวน 1 ชุด	วงเงิน 178,300 บาท
4.37	งานปรับปรุงห้องปฏิบัติการฟิสิกส์และอาคารเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบ	จำนวน 1 งาน	วงเงิน 468,000 บาท

5. คุณสมบัติเฉพาะ (Specification)

ครุภัณฑ์ประกอบห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม

จำนวน 1 ชุด

ประกอบด้วย

5.1 ชุดทดลองกฎของโอห์ม จำนวน 4 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย

5.1.1 รายละเอียดทั่วไป

5.1.1.1 ชุดทดลองสำหรับศึกษากฎของโอห์มในเส้นลวดคอนสแตนตันและทองเหลือง

5.1.1.2 ชุดทดลองสำหรับศึกษากฎของโอห์มในเส้นลวดคอนสแตนตันที่มีความยาวต่างกัน

5.1.1.3 ชุดทดลองสำหรับศึกษากฎของโอห์มในเส้นลวดคอนสแตนตันที่มีความหนาต่างกัน

5.1.2 รายละเอียดเฉพาะ

- 5.1.2.1 เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply) จำนวน 1 เครื่อง**
- 5.1.2.1.1 เป็นเครื่องจ่ายไฟที่มีหน้าจอแสดงผลแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแบบดิจิตอล LED 2 ช่อง โดยแยกจากกันชัดเจน แต่ละช่องมีตัวเลขแสดงผลค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า 3 หลัก
- 5.1.2.1.2 สามารถปรับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง
- 5.1.2.1.3 สามารถเป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบคงที่ที่จำกัดกระแสไฟฟ้าหรือเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าคงที่ที่จำกัดแรงดันไฟฟ้าได้
- 5.1.2.1.4 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้ในช่วง 0 ถึง 20 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าได้ในช่วง 0 ถึง 5 แอมแปร์ ผ่านช่องเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกขนาด 4 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
- 5.1.2.1.5 มีค่า Stability under full Load น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.01% +5 มิลลิโวลต์ และน้อยกว่า หรือเท่ากับ 0.2% +5 มิลลิแอมแปร์ หรือดีกว่า
- 5.1.2.1.6 มีค่า Residual ripple น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 มิลลิโวลต์ และ 3 มิลลิแอมแปร์ หรือดีกว่า
- 5.1.2.1.7 ตัวเครื่องทำจากเหล็กเคลือบสีกันสนิมและป้องกันการไฟฟ้ารั่ว มีความทนทาน แข็งแรง มีขนาดไม่น้อยกว่า 120x140x250 มิลลิเมตร
- 5.1.2.2 มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Multimeter) จำนวน 2 เครื่อง**
- 5.1.2.2.1 เป็นเครื่องมือสำหรับวัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบดิจิตอล สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า ความถี่ ความจุไฟฟ้า และอุณหภูมิได้ นอกจากนี้ยังสามารถทดสอบไดโอดและความต่อเนื่องได้
- 5.1.2.2.2 มีระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน
- 5.1.2.2.3 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ในช่วง 400 มิลลิโวลต์ ถึง 1,000 โวลต์ หรือดีกว่า
- 5.1.2.2.4 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ในช่วง 4 โวลต์ ถึง 700 โวลต์ หรือดีกว่า
- 5.1.2.2.5 สามารถวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงได้ในช่วง 400 ไมโครแอมป์ ถึง 10 แอมป์ หรือดีกว่า
- 5.1.2.2.6 สามารถวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับได้ในช่วง 400 ไมโครแอมป์ ถึง 10 แอมป์ หรือดีกว่า
- 5.1.2.2.7 สามารถวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าได้ในช่วง 400 โอห์ม ถึง 40 เมกะโอห์ม หรือดีกว่า
- 5.1.2.2.8 สามารถวัดค่าความจุไฟฟ้าได้ในช่วง 40 นาโนฟารัด ถึง 100 ไมโครฟารัด หรือดีกว่า
- 5.1.2.2.9 สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ในช่วง -20 องศา ถึง 760 องศา หรือดีกว่า
- 5.1.2.2.10 มีระบบความปลอดภัย CAT II 1000 V (IEC-1010-1)
- 5.1.2.2.11 ใช้ไฟ 9 โวลต์จากแบตเตอรี่

- 5.1.2.3 ชุดรางความต้านทาน (Resistance Apparatus) จำนวน 1 ชุด**
- 5.1.2.3.1 เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับหาค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ขึ้นอยู่กับความยาว พื้นที่หน้าตัด และวัสดุบนเส้นลวดตัวนำไฟฟ้าติดตั้งบนฐานขนาดไม่น้อยกว่า 1,000x100x40 มิลลิเมตร
- 5.1.2.3.2 ประกอบด้วยเส้นลวดตัวนำความยาว 1 เมตร ชนิดต่างๆ 6 เส้น ดังนี้
- 5.1.2.3.2.1 คอนสแตนตันเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร 1 เส้น หรือดีกว่า
- 5.1.2.3.2.2 คอนสแตนตันเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.7 มิลลิเมตร 2 เส้น หรือดีกว่า
- 5.1.2.3.2.3 คอนสแตนตันเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร 1 เส้น หรือดีกว่า
- 5.1.2.3.2.4 คอนสแตนตันเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.35 มิลลิเมตร 1 เส้น หรือดีกว่า
- 5.1.2.3.2.5 ทองเหลืองเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 มิลลิเมตร 1 เส้น หรือดีกว่า
- 5.1.2.4 สายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจร 15 เส้นต่อชุด จำนวน 1 ชุด**
- 5.1.2.4.1 สายไฟชนิดทองแดงที่มีฉนวนทำจาก PVC มีความยืดหยุ่นสูง
- 5.1.2.4.2 มีปลั๊กเสียบแบบ Safety ขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร
- 5.1.2.4.3 สายไฟมี 15 เส้น ความยาวไม่น้อยกว่า 70 เซนติเมตร ดังนี้
- 5.1.2.4.3.1 สายสีแดง จำนวน 5 เส้น
- 5.1.2.4.3.2 สายสีดำ จำนวน 5 เส้น
- 5.1.2.4.3.3 สายสีฟ้า จำนวน 5 เส้น
- 5.1.2.4.4 รองรับกระแสไฟฟ้าได้ต่อเนื่องสูงสุดไม่น้อยกว่า 32 แอมแปร์

5.2 ชุดทดลองการเหนี่ยวนำไฟฟ้าแม่เหล็ก จำนวน 4 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย

5.2.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.2.1.1 ชุดทดลองสำหรับหาค่าความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็ก (B) ภายในขดลวดทรงกระบอกที่เป็นฟังก์ชันของกระแสไฟฟ้า

5.2.2 รายละเอียดเฉพาะ

5.2.2.1 เครื่องวัดค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Teslameter) จำนวน 1 เครื่อง

- 5.2.2.1.1 เป็นเครื่องวัดค่าสนามแม่เหล็กไฟฟ้าแบบดิจิตอล ซึ่งประกอบด้วยหัววัดสนามแม่เหล็ก (Hall sensor probe) สำหรับการวัดสนามแม่เหล็กในแนว axial และ tangential
- 5.2.2.1.2 หัววัดสนามแม่เหล็กมีสเกลสามารถวัดระยะได้
- 5.2.2.1.3 สามารถเลือกช่วงการวัดค่าสนามแม่เหล็กได้ 2 ช่วง ดังนี้ 0 ถึง ± 20 มิลลิเทสลา ความละเอียดของการวัด 0.01 มิลลิเทสลา และช่วงการวัด 0 ถึง ± 200 มิลลิเทสลา ความละเอียดของการวัด 0.1 มิลลิเทสลาหรือดีกว่า
- 5.2.2.1.4 หน้าจอแสดงผลแบบ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 3 digits ความสูงไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร
- 5.2.2.1.5 สามารถเชื่อมต่อสัญญาณขาเข้าแบบ GX16-6 ได้

- 5.2.2.1.6 สามารถเชื่อมต่อสัญญาณขาออกขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร ได้
- 5.2.2.1.7 หัววัดสนามแม่เหล็กขนาดไม่น้อยกว่า 340×10×20 มิลลิเมตร
- 5.2.2.1.8 ตัวเครื่องขนาดไม่น้อยกว่า 200×200×70 มิลลิเมตร
- 5.2.2.2 **เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply) จำนวน 1 เครื่อง**
 - 5.2.2.2.1 เป็นเครื่องจ่ายไฟที่มีหน้าจอแสดงผลแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าแบบดิจิตอล LED 2 ช่อง โดยแยกจากกันชัดเจน แต่ละช่องมีตัวเลขแสดงผลค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า 3 หลัก
 - 5.2.2.2.2 สามารถปรับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าขาออกได้อย่างต่อเนื่อง
 - 5.2.2.2.3 สามารถเป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบคงที่ที่จำกัดกระแสไฟฟ้าหรือเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าคงที่ที่จำกัดแรงดันไฟฟ้าได้
 - 5.2.2.2.4 สามารถปรับค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำผ่านปุ่มหมุนสำหรับปรับแบบหยาบและแบบละเอียดบนตัวเครื่อง
 - 5.2.2.2.5 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าขาออกได้ในช่วง 0 ถึง 32 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าขาออกได้ ในช่วง 0 ถึง 20 แอมแปร์ ผ่านช่องเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกขนาด 4 มิลลิเมตรด้านหลังของตัวเครื่อง และยังสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าขาออกได้ในช่วง 0 ถึง 5 แอมแปร์ ผ่านช่องเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกด้านหน้าของตัวเครื่อง หรือดีกว่า
 - 5.2.2.2.6 มีค่า Residual ripple เท่ากับ 5 มิลลิโวลต์ แบบ RMS
 - 5.2.2.2.7 ตัวเครื่องมีขนาดไม่น้อยกว่า 150×80×200 มิลลิเมตร
- 5.2.2.3 **ขดลวดทรงกระบอก จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย**
 - 5.2.2.3.1 ขดลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
 - 5.2.2.3.1.1 มีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร จำนวนรอบ 120 รอบ
 - 5.2.2.3.1.2 รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุด 10 แอมแปร์ หรือดีกว่า
 - 5.2.2.3.1.3 มีช่องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร
 - 5.2.2.3.2 ขดลวดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
 - 5.2.2.3.2.1 มีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร จำนวนรอบ 100 รอบ
 - 5.2.2.3.2.2 รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุด 10 แอมแปร์ หรือดีกว่า
 - 5.2.2.3.2.3 มีช่องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร
 - 5.2.2.3.3 ขดลวดที่มีจำนวนรอบแปรผันกับความยาว จำนวน 1 อัน
 - 5.2.2.3.3.1 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร จำนวนรอบ 30 รอบ
 - 5.2.2.3.3.2 มีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 450 มิลลิเมตร

- 5.2.2.3.3 รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุด 10 แอมแปร์ หรือดีกว่า
- 5.2.2.3.4 มีช่องเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร
- 5.2.2.4 ฐานตั้งขนาดไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม (Barrel Foot) จำนวน 1 อัน
- 5.2.2.4.1 ฐานตั้งทำจากเหล็ก มีสกรูสำหรับยึดแท่งเหล็ก
- 5.2.2.5 แคลมป์ยึดจับแท่งเหล็ก (Universal Clamp) จำนวน 1 อัน
- 5.2.2.5.1 แคลมป์ทำจากเหล็ก ยึดจับแท่งเหล็กได้ไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร
- 5.2.2.5.2 มีสกรูสำหรับยึดแท่งเหล็ก
- 5.2.2.6 แคลมป์ยึดจับหัววัดสนามแม่เหล็ก (Universal Jaw Clamp) จำนวน 1 อัน
- 5.2.2.6.1 แคลมป์ทำจากเหล็ก ความกว้างของแคลมป์ไม่น้อยกว่า 0-80 มิลลิเมตร
- 5.2.2.7 แท่งเหล็กขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 250 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
- 5.2.2.7.1 แท่งเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร
- 5.2.2.8 ฐานสำหรับวางขดลวด จำนวน 1 อัน
- 5.2.2.8.1 ฐานทำจากอะคริลิก ใช้สำหรับวางขดลวด
- 5.2.2.9 สายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจร 15 เส้นต่อชุด จำนวน 1 ชุด
- 5.2.2.9.1 สายไฟชนิดทองแดงที่มีฉนวนทำจาก PVC มีความยืดหยุ่นสูง
- 5.2.2.9.2 มีปลั๊กเสียบแบบ nickel-plated ขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร
- 5.2.2.9.3 สายไฟมี 15 เส้น ความยาวไม่น้อยกว่า 70 เซนติเมตร ดังนี้
- 5.3.2.5.3.1 สายสีแดง จำนวน 5 เส้น
- 5.3.2.5.3.2 สายสีดำ จำนวน 5 เส้น
- 5.3.2.5.3.3 สายสีฟ้า จำนวน 5 เส้น
- 5.2.2.9.4 รองรับกระแสไฟฟ้าได้ต่อเนื่องสูงสุดไม่น้อยกว่า 32 แอมแปร์
- 5.3 ชุดทดลองหาค่าประจุต่อมวลของอิเล็กตรอน จำนวน 4 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย
- 5.3.1 รายละเอียดทั่วไป
- 5.3.1.1 เป็นชุดทดลองสำหรับศึกษาการเลี้ยวเบนของอิเล็กตรอนในรูปแบบสนามแม่เหล็กวงปิด
- 5.3.1.2 สามารถหาค่ากระแสไฟฟ้าเฮล์มโฮลต์ (I_H) ที่เป็นฟังก์ชันของศักย์เร่งของลำอิเล็กตรอน (U) สำหรับรัศมีที่มีเส้นทางคงที่ (r)
- 5.3.1.3 สามารถหาค่าประจุต่อมวลของอิเล็กตรอน (e/m) ได้
- 5.3.2 รายละเอียดเฉพาะ
- 5.3.2.1 หลอดกำเนิดอิเล็กตรอนแบบ Fine Beam Tube พร้อมฐานตั้ง จำนวน 1 หลอด
- 5.3.2.1.1 หลอดกำเนิดอิเล็กตรอนแบบ Fine Beam Tube ตั้งอยู่บนฐานตั้งแบบวงกลม ฐานตั้งมีช่องเชื่อมต่อขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร จำนวน 4 ช่อง สำหรับเชื่อมต่อไปที่เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง โดยแต่ละช่องมีสีแตกต่างกัน ดังนี้
- 5.3.2.1.1.1 สีแดง สำหรับเชื่อมต่อกับขั้วแอโนด
- 5.3.2.1.1.2 สีดำ สำหรับเชื่อมต่อกับขั้วแคโทด

- 5.3.2.1.1.3 สีฟ้า สำหรับเชื่อมต่อกับ Wehnelt cylinder
- 5.3.2.1.1.4 สีเขียว สำหรับเชื่อมต่อกับตัวทำความร้อน
- 5.3.2.1.2 หลอดกำเนิดอิเล็กตรอนภายในบรรจุก๊าซนีออน (Ne) ความดันของก๊าซประมาณ 1.3×10^{-5} เฮกโตปาสกาล
- 5.3.2.1.3 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้ไส้หลอดได้ในช่วง 5 ถึง 7 โวลต์ หรือดีกว่า
- 5.3.2.1.4 สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ไส้หลอดได้ไม่เกิน 150 มิลลิแอมแปร์ หรือดีกว่า
- 5.3.2.1.5 สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ Wehnelt 0 ถึง -50 โวลต์ หรือดีกว่า
- 5.3.2.1.6 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าสำหรับขั้วแอโนดได้ในช่วง 200 ถึง 300 โวลต์ หรือดีกว่า
- 5.3.2.1.7 สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าสำหรับขั้วแอโนดน้อยกว่า 0.3 มิลลิแอมแปร์ หรือดีกว่า
- 5.3.2.1.8 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหลอดไม่น้อยกว่า 160 มิลลิเมตร
- 5.3.2.1.9 หลอดและฐาน มีขนาดรวมไม่น้อยกว่า 110x110x30 มิลลิเมตร
- 5.3.2.2 **ขดลวดเฮล์มโฮลต์ (Helmholtz Coils) จำนวน 1 คู่**
 - 5.3.2.2.1 ขดลวดมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร
 - 5.3.2.2.2 ขดลวดแต่ละอัน มีจำนวนรอบไม่น้อยกว่า 124 รอบ
 - 5.3.2.2.3 ขดลวดสามารถรองรับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 5 แอมแปร์ หรือดีกว่า
- 5.3.2.3 **เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 0 ถึง 500 โวลต์ จำนวน 1 เครื่อง**
 - 5.3.2.3.1 เป็นเครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ที่มีช่องสำหรับจ่ายแรงดันไฟฟ้าแยกอิสระจากกัน
 - 5.3.2.3.2 สามารถปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้อย่างอิสระโดยการหมุนปุ่มที่ด้านหน้าของตัวเครื่อง
 - 5.3.2.3.3 สามารถเลือกจ่ายแรงดันไฟฟ้าขาออกได้ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง ดังนี้
 - 5.3.2.3.3.1 ช่องสำหรับจ่ายแรงดันไฟฟ้าขาออก 500 โวลต์
 - 5.3.2.3.3.1.1 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ในช่วง 0 ถึง 500 โวลต์ และกระแสสูงสุด 50 มิลลิแอมแปร์ หรือดีกว่า
 - 5.3.2.3.3.1.2 มีค่า Stability at the full load น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.01 % ± 100 มิลลิโวลต์ หรือดีกว่า
 - 5.3.2.3.3.1.3 มีค่า Residual ripple น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 มิลลิโวลต์ หรือดีกว่า
 - 5.3.2.3.3.2 ช่องสำหรับจ่ายแรงดันไฟฟ้าขาออก 50 โวลต์
 - 5.3.2.3.3.2.1 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ในช่วง 0 ถึง 50 โวลต์และกระแสสูงสุด 50 มิลลิแอมแปร์ หรือดีกว่า

- 5.3.2.3.3.2.2 มีค่า Stability at the full load น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 % ± 30 มิลลิโวลต์ หรือดีกว่า
- 5.3.2.3.3.2.3 มีค่า Residual ripple น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 มิลลิโวลต์ หรือดีกว่า
- 5.3.2.3.3.3 ช่องสำหรับจ่ายแรงดันไฟฟ้าขาออก 8 โวลต์
 - 5.3.2.3.3.3.1 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้า กระแสตรงได้ในช่วง 0 ถึง 8 โวลต์ และกระแสสูงสุด 3 แอมแปร์ หรือดีกว่า
 - 5.3.2.3.3.3.2 มีค่า Stability at the full load น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 % ± 30 มิลลิโวลต์ หรือดีกว่า
- 5.3.2.3.3.4 ช่องสำหรับจ่ายแรงดันไฟฟ้าขาออก 12 โวลต์
 - 5.3.2.3.3.4.1 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้า กระแสตรงได้ในช่วง 0 ถึง 12 โวลต์ และกระแสสูงสุด 4 แอมแปร์ หรือดีกว่า
 - 5.3.2.3.3.4.2 มีค่า Stability at the full load น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 % ± 30 มิลลิโวลต์ หรือดีกว่า
- 5.3.2.3.4 หน้าจอแสดงผลค่าแรงดันไฟฟ้าเป็นแบบอนาล็อก Class 2 จำนวน 4 ช่อง
- 5.3.2.3.5 มีช่องเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 8 ช่อง (4 คู่)
- 5.3.2.3.6 มีตัวปรับสเกลไปที่ศูนย์โวลต์ที่หน้าจอแสดงผลค่าแรงดันไฟฟ้า
- 5.3.2.3.7 กำลังไฟ (Power consumption) 50 VA หรือดีกว่า
- 5.3.2.3.8 มีขนาดของตัวเครื่องไม่น้อยกว่า 80x300x180 มิลลิเมตร
- 5.3.2.4 มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล (Digital Multimeter) จำนวน 2 เครื่อง**
 - 5.3.2.4.1 เป็นเครื่องมือสำหรับวัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบดิจิตอล สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า ความถี่ ความจุไฟฟ้า และอุณหภูมิได้ นอกจากนี้ยังสามารถทดสอบไดโอด และความต่อเนื่องได้
 - 5.3.2.4.2 มีระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน
 - 5.3.2.4.3 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ในช่วง 400 มิลลิโวลต์ ถึง 1,000 โวลต์ หรือดีกว่า
 - 5.3.2.4.4 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ในช่วง 4 โวลต์ ถึง 700 โวลต์ หรือดีกว่า

- 5.3.2.4.5 สามารถวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงได้ในช่วง 400 ไมโครแอมป์ ถึง 10 แอมป์ หรือดีกว่า
- 5.3.2.4.6 สามารถวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับได้ในช่วง 400 ไมโครแอมป์ ถึง 10 แอมป์ หรือดีกว่า
- 5.3.2.4.7 สามารถวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าได้ในช่วง 400 โอห์ม ถึง 40 เมกะโอห์ม หรือดีกว่า
- 5.3.2.4.8 สามารถวัดค่าความจุไฟฟ้าได้ในช่วง 40 นาโนฟารัด ถึง 100 ไมโครฟารัด หรือดีกว่า
- 5.3.2.4.9 สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ในช่วง -20 องศา ถึง 760 องศา หรือดีกว่า
- 5.3.2.4.10 มีระบบความปลอดภัย CAT II 1000 V (IEC-1010-1)
- 5.3.2.4.11 ใช้ไฟ 9 โวลต์จากแบตเตอรี่
- 5.3.2.5 **สายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจร 15 เส้นต่อชุด จำนวน 1 ชุด**
 - 5.3.2.5.1 สายไฟชนิดทองแดงที่มีฉนวนทำจาก PVC มีความยืดหยุ่นสูง
 - 5.3.2.5.2 มีปลั๊กเสียบแบบ Safety ขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร
 - 5.3.2.5.3 สายไฟมี 15 เส้น ความยาวไม่น้อยกว่า 70 เซนติเมตร ดังนี้
 - 5.3.2.5.3.1 สายสีแดง จำนวน 5 เส้น
 - 5.3.2.5.3.2 สายสีดำ จำนวน 5 เส้น
 - 5.3.2.5.3.3 สายสีฟ้า จำนวน 5 เส้น
 - 5.3.2.5.4 รองรับกระแสไฟฟ้าได้ต่อเนื่องสูงสุดไม่น้อยกว่า 32 แอมแปร์
- 5.4 **ชุดทดลองสเปกโตรมิเตอร์ จำนวน 4 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย**
 - 5.4.1 **รายละเอียดทั่วไป**
 - 5.4.1.1 ชุดทดลองสำหรับศึกษาการส่งผ่านและการดูดกลืนสเปกตรัม
 - 5.4.2 **รายละเอียดเฉพาะ**
 - 5.4.2.1 **เครื่องสเปกโตรมิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง**
 - 5.4.2.1.1 เครื่องสเปกโตรมิเตอร์มีฐานสำหรับหมุนปริซึมหรือแผ่นเกรตติง และสามารถปรับทิศทางกล้องมองวัตถุสำหรับสังเกตและวัดการส่งผ่านและการดูดกลืนสเปกตรัมได้ ภายในชุดมาพร้อมปริซึมและเกรตติงที่มีตัวยึดจับเพื่อความเสถียรเมื่อทำการทดลอง
 - 5.4.2.1.2 กล้องมองวัตถุสามารถปรับความกว้างของสลิตและระยะทางของวัตถุได้ มีความยาวโฟกัส 175 มิลลิเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
 - 5.4.2.1.3 มีสเกลบอกมุมตั้งแต่ 0 องศาถึง 360 องศา
 - 5.4.2.1.3.1 แบ่งสเกลละเอียด (Scale Divisions) 0.5 องศา หรือดีกว่า
 - 5.4.2.1.4 กล้องมองใกล้ตาสามารถปรับโฟกัสและปรับมุมการมองภาพได้อย่างต่อเนื่อง มีความยาวโฟกัสไม่น้อยกว่า 175 มิลลิเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 32 มิลลิเมตร

- 5.4.2.1.5 มีปริซึมชนิด Flint glass ขนาดไม่น้อยกว่า 60 องศา จำนวน 1 ชิ้น
 - 5.4.2.1.5.1 มีค่า Dispersion ($n_F - n_C$) 0.017 หรือดีกว่า
 - 5.4.2.1.5.2 ความยาวฐาน (Base length) ไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร ความสูง (Height) ไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร
- 5.4.2.1.6 มีเกรตติง ขนาดไม่น้อยกว่า 300 เส้นต่อมิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น

5.5 ชุดทดลองวงจรปริซึมของวีลโตน จำนวน 4 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย

5.5.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.5.1.1 ชุดทดลองสำหรับหาค่าความต้านทานที่ไม่ทราบค่าโดยใช้วงจรปริซึมของวีลโตนได้

5.5.2 รายละเอียดเฉพาะ

5.5.2.1 ชุดปริซึมความต้านทาน (Resistance Bridge) จำนวน 1 ชุด

- 5.5.2.1.1 เป็นชุดอุปกรณ์สำหรับวัดค่าความต้านทานในวงจรปริซึม และตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่ลดลงตามเส้นลวดได้
- 5.5.2.1.2 รางมีสเกลสำหรับวัดระยะติดอยู่และมีเส้นสวดถูกยึดอยู่ระหว่างช่องเสียบทั้งสอง ขนาดความยาวของสเกลตั้งแต่ 0 ถึง 1000 มิลลิเมตร อ่านค่าความละเอียดในหน่วยมิลลิเมตร หรือดีกว่า
- 5.5.2.1.3 ชุดอุปกรณ์ ขนาดไม่น้อยกว่า 1200 x 90 x 80 มิลลิเมตร
- 5.5.2.1.4 เส้นลวดตัวต้านทานทำจากวัสดุ NiCr ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 900 มิลลิเมตร และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตร
- 5.5.2.1.5 รางสามารถเชื่อมต่อเครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้า ผ่านช่องเชื่อมต่อขนาด 4 มิลลิเมตร
- 5.5.2.1.6 สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้สูงสุด 8 โวลต์ หรือดีกว่า
- 5.5.2.1.7 สามารถทนกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 1.5 แอมแปร์ หรือดีกว่า

5.5.2.2 เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ (AC/DC Power Supply) จำนวน 1 เครื่อง

- 5.5.2.2.1 เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบแรงดันต่ำ สามารถปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ต่อเนื่อง
- 5.5.2.2.2 มีระบบป้องกันไฟเกินผ่านฟิวส์แบบ semiconductor (multifuses)
- 5.5.2.2.3 มีระบบความปลอดภัยแบบ extra-low voltage (SELV) และ functional extra-low voltage (FELV)
- 5.5.2.2.4 มีระบบความปลอดภัยของหม้อแปลงไฟฟ้าตามมาตรฐาน EN 61558-2-6 หรือมาตรฐานอื่นที่เทียบเท่าหรือสูงกว่า
- 5.5.2.2.5 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้แบบต่อเนื่องได้ตั้งแต่ 0 ถึง 12 โวลต์ และกระแสสูงสุด 3 แอมแปร์ ผ่านช่องเชื่อมต่อขนาด 4 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
- 5.5.2.2.6 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ตั้งแต่ 3 โวลต์ 6 โวลต์ 9 โวลต์ และ 12 โวลต์ และกระแสสูงสุด 3 แอมแปร์ ผ่านช่องเชื่อมต่อขนาด 4 มิลลิเมตร หรือดีกว่า

- 5.5.2.2.7 มี ค่า Stability under full load น้อยกว่าหรือเท่ากับ 50 มิลลิโวลต์ หรือดีกว่า
- 5.5.2.2.8 มีค่า Residual ripple under full load น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 มิลลิโวลต์ แบบ P-P
- 5.5.2.3 **กัลวานอมิเตอร์ (Zero Point Galvanometer) จำนวน 1 เครื่อง**
 - 5.5.2.3.1 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าได้ในช่วง 100 มิลลิโวลต์ วัดกระแสไฟฟ้าได้ในช่วง 30 ไมโครแอมแปร์ และ 3 มิลลิแอมแปร์ โดยวัดแบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) หรือดีกว่า
 - 5.5.2.3.2 มีค่าความต้านทานภายใน (Internal resistance) 3333 โอห์ม 460 โอห์ม และ 500 โอห์ม หรือดีกว่า
 - 5.5.2.3.3 มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) +/- 1.5 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า
 - 5.5.2.3.4 มีจุดศูนย์ (Zero point) อยู่ศูนย์กลางหน้าปัดของตัวเครื่อง
 - 5.5.2.3.5 สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่านช่องเชื่อมต่อขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร
 - 5.5.2.3.6 ตัวเครื่อง ขนาดไม่น้อยกว่า 160x100x45 มิลลิเมตร
- 5.5.2.4 **ตัวต้านทานปรับค่าได้ (Resistance Decades) จำนวน 1 ชุด**
 - 5.5.2.4.1 เป็นตัวต้านทานสำหรับใช้ในชุดทดลองวงจรบริดจ์ของวีส์โตน
 - 5.5.2.4.2 มีปุ่มสำหรับปรับค่าความต้านทานได้ 10 Steps หรือดีกว่า
 - 5.5.2.4.3 สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่านช่องเชื่อมต่อขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร
 - 5.5.2.4.4 ตัวต้านทาน มีขนาดไม่น้อยกว่า 60x60x70 มิลลิเมตร เพื่อความเหมาะสมต่อการทดลอง
 - 5.5.2.4.5 ตัวต้านทานปรับค่าได้มีขนาดต่างๆ ดังนี้
 - 5.5.2.4.5.1 ตัวต้านทานปรับค่าได้ (Resistance Decade) ขนาดไม่น้อยกว่า 1 กิโลโอห์ม จำนวน 1 อัน
 - 5.5.2.4.5.2 ตัวต้านทานปรับค่าได้ (Resistance Decade) ขนาดไม่น้อยกว่า 10 กิโลโอห์ม จำนวน 1 อัน
 - 5.5.2.4.5.3 ตัวต้านทานปรับค่าได้ (Resistance Decade) ขนาดไม่น้อยกว่า 100 โอห์ม จำนวน 1 อัน
- 5.5.2.5 **ตัวต้านทานที่มีความแม่นยำสูง (High Precision Resistors) ขนาดไม่น้อยกว่า 100 โอห์ม จำนวน 1 อัน**
 - 5.5.2.5.1 ตัวต้านทานที่มีความแม่นยำสูงบรรจุอยู่ในกล่องพลาสติกที่มีช่องเสียบขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร ขนาดไม่น้อยกว่า 115x60x40 มิลลิเมตร
 - 5.5.2.5.2 ความคลาดเคลื่อน (Tolerance) 1 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า รองรับโหลดได้ถึง 4 วัตต์
- 5.5.2.6 **ตัวต้านทานที่มีความแม่นยำสูง (High Precision Resistors) ขนาดไม่น้อยกว่า 1 กิโลโอห์ม จำนวน 1 อัน**
 - 5.5.2.6.1 ตัวต้านทานที่มีความแม่นยำสูงบรรจุอยู่ในกล่องพลาสติกที่มีช่องเสียบขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร ขนาดไม่น้อยกว่า 115x60x40 มิลลิเมตร

- 5.5.2.6.2 ความคลาดเคลื่อน (Tolerance) 1 เปอร์เซ็นต์ หรือดีกว่า รองรับ โหลดได้ถึง 4 วัตต์
- 5.5.2.7 **สายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจร 15 เส้นต่อชุด จำนวน 1 ชุด**
 - 5.5.2.7.1 สายไฟชนิดทองแดงที่มีฉนวนทำจาก PVC มีความยืดหยุ่นสูง
 - 5.5.2.7.2 มีปลั๊กเสียบแบบ Safety ขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร
 - 5.5.2.7.3 สายไฟมี 15 เส้น ความยาวไม่น้อยกว่า 70 เซนติเมตร ดังนี้
 - 5.5.2.7.3.1 สายสีแดง จำนวน 5 เส้น
 - 5.5.2.7.3.2 สายสีดำ จำนวน 5 เส้น
 - 5.5.2.7.3.3 สายสีฟ้า จำนวน 5 เส้น
 - 5.5.2.7.4 รองรับกระแสไฟฟ้าได้ต่อเนื่องสูงสุดไม่น้อยกว่า 32 แอมแปร์
- 5.6 **ชุดทดลองการตกอย่างอิสระ จำนวน 7 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย**
 - 5.6.1 **รายละเอียดทั่วไป**
 - 5.6.1.1 สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลาที่ลูกบอลตกถึงพื้นได้
 - 5.6.1.2 สามารถคำนวณหาค่าความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกได้
 - 5.6.2 **รายละเอียดเฉพาะ**
 - 5.6.2.1 **อุปกรณ์ชุดการตกอย่างอิสระ (Free Fall Apparatus) จำนวน 1 ชุด**
 - 5.6.2.1.1 อุปกรณ์ปล่อยลูกบอล จำนวน 1 อัน
 - 5.6.2.1.1.1 จุดสัมผัสแบบ 3 จุดของสวิทช์จะพร้อมทำงาน เมื่อนำลูกบอลโลหะไปวางในตำแหน่งที่พร้อม ก่อนที่จะตกและทำงานหลังลูกบอลถูกปล่อยให้ตก
 - 5.6.2.1.1.2 ลูกบอลโลหะติดอยู่ได้โดยใช้แม่เหล็กขนาดเล็ก
 - 5.6.2.1.1.3 มีช่องสำหรับเสียบสายไฟต่อเข้ากับเครื่องนับสัญญาณเวลาเพื่อส่งสัญญาณเริ่มนับ
 - 5.6.2.1.2 เสาสามารถเลื่อนตำแหน่งความสูงได้ 20-960 มิลลิเมตร หรือดีกว่า โดยมีสเกลบอกระยะติดอยู่แบบถาวรบนแท่งเหล็ก
 - 5.6.2.1.3 ฐานสำหรับรับลูกบอล จำนวน 1 อัน
 - 5.6.2.1.3.1 มีช่องสำหรับเสียบสายไฟต่อเข้ากับเครื่องนับสัญญาณเวลาเพื่อส่งสัญญาณหยุดนับ
 - 5.6.2.1.3.2 ตัวฐานเป็นสี่เหลี่ยม มีแผ่นรองรับลูกบอล แบบวงกลมทำให้ลูกบอลไม่กระเด็นออกไปข้างนอก
 - 5.6.2.1.4 ลูกบอลโลหะ จำนวน 3 ลูก
 - 5.6.2.1.4.1 ลูกบอลทำจากโลหะ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 16 มิลลิเมตร จำนวน 3 ลูก
 - 5.6.2.2 **เครื่องแสดงเวลาแบบตัวเลขดิจิทัลขนาดไม่น้อยกว่า 4 หลัก จำนวน 1 เครื่อง**
 - 5.6.2.2.1 สามารถวัดเวลาได้ตั้งแต่ 1 มิลลิวินาที ถึง 9999 วินาที หรือดีกว่า
 - 5.6.2.2.2 มีช่องต่อสายไฟแบบ 4 มิลลิเมตร จำนวน 3 ช่อง สำหรับช่อง Start, Stop และ Ground หรือดีกว่า
 - 5.6.2.2.3 ใช้ไฟ 12 โวลต์ AC

- 5.6.2.3 สายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจรสำหรับชุดทดลองการตกอย่างอิสระ จำนวน 1 ชุด
- 5.6.2.3.1 สายไฟชนิดทองแดงที่มีฉนวนทำจาก PVC มีความยืดหยุ่นสูง สำหรับใช้ทดลองเรื่องการตกอิสระโดยเฉพาะ
- 5.6.2.3.2 มีปลั๊กเสียบแบบ Safety ขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร
- 5.6.2.3.3 สายไฟมี 3 เส้น ดังนี้ เส้นสีแดงและสีดำ จำนวนอย่างละ 1 เส้น ความยาวไม่น้อยกว่า 75 เซนติเมตร เส้นสีเขียว จำนวน 1 เส้น ความยาวไม่น้อยกว่า 150 เซนติเมตร
- 5.6.2.3.4 รองรับกระแสไฟฟ้าได้ต่อเนื่องสูงสุดไม่น้อยกว่า 32 แอมแปร์
- 5.7 ชุดทดลองโมเมนต์ความเฉื่อย จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย
- 5.7.1 รายละเอียดทั่วไป
- 5.7.1.1 เป็นชุดการทดลองสำหรับศึกษาโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุรูปทรงต่างๆ
- 5.7.1.2 สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การบิด (D,) ของสปริงได้
- 5.7.2 รายละเอียดเฉพาะ
- 5.7.2.1 แกนหมุน (Torsion axle) จำนวน 1 อัน
- 5.7.2.1.1 ประกอบด้วยสปริงม้วนติดอยู่รอบแกน ค่าคงที่สปริงแกนหมุน ประมาณ 0.028 Nm/rad หรือดีกว่า
- 5.7.2.1.2 มีความสูงไม่น้อยกว่า 190 มิลลิเมตร
- 5.7.2.2 วัตถุทรงกลมทำจากไม้ จำนวน 1 อัน
- 5.7.2.2.1 เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 145 มิลลิเมตร
- 5.7.2.2.2 มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 1,180 กรัม
- 5.7.3 วัตถุทรงกระบอกกลวงทำจากโลหะ จำนวน 1 อัน
- 5.7.3.1 เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร
- 5.7.3.2 มีความสูงไม่เกิน 90 มิลลิเมตร
- 5.7.3.3 มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 400 กรัม
- 5.7.4 วัตถุทรงกระบอกตันทำจากไม้ จำนวน 1 อัน
- 5.7.4.1 เส้นผ่าเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 90 มิลลิเมตร
- 5.7.4.2 มีความสูงไม่เกิน 90 มิลลิเมตร
- 5.7.4.3 มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 400 กรัม
- 5.7.5 แกนเหล็ก มีตุ้มน้ำหนักเลื่อนไปมาได้ทั้งสองด้าน จำนวน 1 ชุด
- 5.7.5.1 ความยาวของแกนไม่น้อยกว่า 610 มิลลิเมตร
- 5.7.5.2 ตุ้มน้ำหนักแต่ละอัน มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 260 กรัม
- 5.7.6 จานหมุนเจาะรู จำนวน 1 แผ่น
- 5.7.6.1 เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร
- 5.7.6.2 มีรูเจาะไม่น้อยกว่า 6 รู
- 5.7.6.3 มีน้ำหนักไม่น้อยกว่า 480 กรัม
- 5.7.7 ฐานตั้งชุดทดลองโมเมนต์ความเฉื่อย จำนวน 1 ตัว
- 5.7.7.1 ฐานมีความยาวแต่ละด้านไม่น้อยกว่า 185 มิลลิเมตร
- 5.7.7.2 ยึดจับแท่งโลหะเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ได้อย่างน้อย 2 จุด
- 5.7.7.3 สกรูทำจากเหล็กโดยมีตัวบิดทำจากพลาสติกหรือโลหะ มีความคงทนแข็งแรง

- 5.7.8 นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิทัล จำนวน 1 เรือน**
- 5.7.8.1 แสดงผลด้วย LCD 7 ตำแหน่ง
 - 5.7.8.2 ช่วงการวัด 9 ชั่วโมง, 59 นาที, 59 วินาที, 99/100 วินาที ความละเอียดในการวัด 1/100 วินาที หรือดีกว่า
 - 5.7.8.3 มีปุ่ม Start, Stop และ Split/Reset
- 5.7.9 ตาชั่งสปริงขนาดไม่น้อยกว่า 1 นิวตัน จำนวน 1 อัน**
- 5.7.9.1 ตาชั่งสปริงมีความเที่ยงตรงสูงที่มีรหัสสี (Colour coded) บรรจุอยู่ในท่อพลาสติก โปร่งใส มาพร้อมกับสเกลบอกแรงที่อ่านได้ง่าย
 - 5.7.9.2 มีระบบป้องกันการยืดออกของสปริงและสามารถสอบเทียบจุดศูนย์ได้ (zero-point calibration)
 - 5.7.9.3 ค่าความเที่ยงตรง (Precision) น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ของช่วงการวัดค่าทั้งหมด
 - 5.7.9.4 การแบ่งสเกลละเอียด (Scale division) 1 เปอร์เซ็นต์ ของช่วงการวัดค่าทั้งหมด
 - 5.7.9.5 ตาชั่งสปริงขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 270 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร
- 5.8 ชุดทดลองการขยายตัวเชิงเส้นของโลหะจากความร้อน จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย**
- 5.8.1 รายละเอียดทั่วไป**
- 5.8.1.1 เป็นชุดทดลองที่ใช้ศึกษาเกี่ยวกับการขยายตัวเชิงเส้นของวัสดุชนิดต่างๆ เช่น เหล็ก ทองเหลือง แก้ว ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิได้
- 5.8.2 รายละเอียดเฉพาะ**
- 5.8.2.1 อุปกรณ์ชุดทดลองการขยายตัวเชิงเส้น จำนวน 1 ชุด**
- 5.8.2.1.1 เป็นชุดทดลองสำหรับศึกษาเรื่องการขยายตัวเชิงเส้นของวัสดุ ประกอบด้วย แท่งตัวอย่าง ไม่น้อยกว่า 3 แท่ง เช่น เหล็ก ทองเหลือง และแก้ว เป็นต้น
 - 5.8.2.1.2 ช่วงการวัดไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร
 - 5.8.2.1.3 สามารถอ่านละเอียดได้ 0.05 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
 - 5.8.2.1.4 ความยาวของแท่งตัวอย่างมีขนาดไม่น้อยกว่า 600 มิลลิเมตร
 - 5.8.2.1.5 สามารถเลือกช่วงการวัดของตัวอย่างได้ไม่น้อยกว่า 3 จุด คือ ที่ความยาว 200 มิลลิเมตร 400 มิลลิเมตร และ 600 มิลลิเมตร หรือตำแหน่งอื่นๆ
- 5.8.2.2 เกจวัดการขยายตัว จำนวน 1 ตัว**
- 5.8.2.2.1 ช่วงของการวัดไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร
 - 5.8.2.2.2 สามารถอ่านละเอียดได้ 0.01 มิลลิเมตร หรือดีกว่า
- 5.8.2.3 เครื่องควบคุมอุณหภูมิ จำนวน 1 เครื่อง**
- 5.8.2.3.1 เป็นอ่างน้ำเย็นแบบหมุนวน
 - 5.8.2.3.2 ควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบ Microprocessor temperature controller พร้อมแสดงค่าอุณหภูมิเป็นตัวเลขดิจิทัล
 - 5.8.2.3.3 สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -10 องศาเซลเซียส ถึง 100 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
 - 5.8.2.3.4 มีความละเอียด (Resolution) ในการแสดงผลอุณหภูมิ 0.1 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

- 5.8.2.3.5 แสดงผลอุณหภูมิด้วยหน้าเป็นตัวเลขดิจิตอล
- 5.8.2.3.6 ขนาดอ่างน้ำ (WxDxH) ไม่น้อยกว่า 140x150x140 มิลลิเมตร
ความจุไม่น้อยกว่า 3.9 ลิตร
- 5.8.2.3.7 มีปั๊มเพื่อหมุนวนน้ำภายในอ่าง
- 5.8.2.3.8 ปั๊มสามารถทำงานด้วยอัตรา (flux) ไม่น้อยกว่า 4 ลิตรต่อนาที
- 5.8.2.3.9 เครื่องมีท่อระบายน้ำทิ้ง
- 5.8.2.3.10 แหล่งจ่ายไฟ 220 V 50/60 Hz
- 5.8.2.3.11 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- 5.8.2.4 ท่อ silicone สำหรับเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องควบคุมอุณหภูมิไปที่อุปกรณ์ชุดทดลอง
การขยายตัวเชิงเส้น จำนวน 2 เส้น

5.9 ชุดทดลองกฎของก๊าซ จำนวน 7 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย

5.9.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.9.1.1 ชุดทดลองสำหรับศึกษาเกี่ยวกับสมการสถานะของก๊าซในอุดมคติ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและความดันของก๊าซ เมื่ออุณหภูมิคงที่ ตามกฎของบอยล์

5.9.2 รายละเอียดเฉพาะ

5.9.1.2 ชุดทดลองกฎของบอยล์

จำนวน 1 ชุด

- 5.9.1.2.1 ชุดทดลองกฎของบอยล์ ทำจากท่อ Acrylic ทรงกระบอกโปร่งใส มีลูกสูบที่สามารถเคลื่อนที่ไปมาอยู่ภายในท่อได้ สามารถมองเห็นภายในได้อย่างชัดเจน ชุดทดลองมีวาล์วสำหรับปล่อยก๊าซออกเมื่อความดันเกิน เพื่อความปลอดภัยในการทดลอง
- 5.9.1.2.2 มีสเกลบอกระยะสำหรับวัดปริมาตรและมีหน้าปัดสำหรับวัดความดัน (Manometer) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร
- 5.9.1.2.3 ความยาวของท่อไม่น้อยกว่า 280 มิลลิเมตร
- 5.9.1.2.4 เส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่า 35 มิลลิเมตร
- 5.9.1.2.5 ลูกสูบ (Piston) มีขนาดไม่น้อยกว่า 30 x 40 มิลลิเมตร (เส้นผ่านศูนย์กลาง) มีประเก็นวงแหวน 2 วง สำหรับป้องกันการรั่วไหลของอากาศที่มีความดันสูงภายในท่อระหว่างทำการทดลอง ที่ทำให้ได้ผลการทดลองมีความคลาดเคลื่อนสูง
- 5.9.1.2.6 อุปกรณ์สามารถทนความดันสูงสุด 4 บาร์ หรือดีกว่า

5.10 ชุดทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย

5.10.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.10.1.1 ชุดทดลองสำหรับศึกษาการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าได้
- 5.10.1.2 สามารถหาค่าการสูญเสียพลังงานและประสิทธิภาพได้

5.10.2 รายละเอียดเฉพาะ

5.10.2.1 ขดลวด ขนาดไม่น้อยกว่า 600 รอบ

จำนวน 1 อัน

- 5.10.2.1.1 เป็นขดลวดแบบ Primary หรือ Secondary ใช้สำหรับทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า
- 5.10.2.1.2 มีพลาสติกครอบคลุมทั่วขดลวด เพื่อความปลอดภัยเมื่อสัมผัส

- 5.10.2.1.3 ขดลวดมีจำนวนรอบไม่น้อยกว่า 600 รอบ
- 5.10.2.1.4 สามารถเลือกจำนวนรอบสำหรับการทดลองได้ 200 หรือ 600 รอบ หรือดีกว่า
- 5.10.2.1.5 มีค่าความต้านทาน (Resistance) 3 โอห์ม และรองรับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 2.2 แอมแปร์ หรือดีกว่า
- 5.10.2.1.6 มีค่าความเหนี่ยวนำ (Inductance) 15 มิลลิเทสลา หรือดีกว่า
- 5.10.2.2 ขดลวด ขนาดไม่น้อยกว่า 1200 รอบ จำนวน 1 อัน**
- 5.10.2.2.1 เป็นขดลวดแบบ Primary หรือ Secondary ใช้สำหรับทดลองหม้อแปลงไฟฟ้า
- 5.10.2.2.2 มีพลาสติกครอบคลุมทั่วขดลวด เพื่อความปลอดภัยเมื่อสัมผัส
- 5.10.2.2.3 ขดลวดมีจำนวนรอบไม่น้อยกว่า 1200 รอบ
- 5.10.2.2.4 สามารถเลือกจำนวนรอบสำหรับการทดลองได้ 400 หรือ 1200 รอบ หรือดีกว่า
- 5.10.2.2.5 มีค่าความต้านทาน (Resistance) 12 โอห์ม และรองรับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 1.2 แอมแปร์ หรือดีกว่า
- 5.10.2.2.6 มีค่าความเหนี่ยวนำ (Inductance) 60 มิลลิเทสลา หรือดีกว่า
- 5.10.2.3 ขดลวดแรงดันต่ำ (Low voltage Coil) จำนวน 2 อัน**
- 5.10.2.3.1 เป็นขดลวดแบบ Secondary ใช้สำหรับสร้างแรงดันไฟฟ้าแรงดันต่ำได้ถึง 24 โวลต์
- 5.10.2.3.2 มีพลาสติกครอบคลุมทั่วขดลวด เพื่อความปลอดภัยเมื่อสัมผัส
- 5.10.2.3.3 ขดลวดมีจำนวนรอบไม่น้อยกว่า 72 รอบ
- 5.10.2.3.4 สามารถเลือกจำนวนรอบสำหรับการทดลองได้ 6/30/54/66/72 รอบ หรือดีกว่า
- 5.10.2.3.5 สามารถทนกระแสได้สูงสุด 12 แอมแปร์ หรือดีกว่า
- 5.10.2.3.6 มีค่าความต้านทาน (Resistance) 0.1 โอห์ม และรองรับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 12 แอมแปร์ หรือดีกว่า
- 5.10.2.3.7 มีค่าความเหนี่ยวนำ (Inductance) 0.23 มิลลิเทสลา หรือดีกว่า
- 5.10.2.4 แกนหม้อแปลง (Transformer Core) จำนวน 1 ชุด**
- 5.10.2.4.1 แกนเป็นรูปตัวยู (U) ทำจากแผ่นลามิเนตเกรดสูง มีคานที่สามารถถอดออกจากแกนรูปตัวยูได้ และมีคลิป 2 ตัว สำหรับยึดจับระหว่างแกนรูปตัวยู (U) และคานให้แน่นเมื่อทำการทดลอง
- 5.10.2.4.2 พื้นที่ตัดขวางของแกนขนาดไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร x 40 มิลลิเมตร
- 5.10.2.4.3 แกนรูปตัวยู (U) มีขนาดไม่น้อยกว่า 145 มิลลิเมตร x 125 มิลลิเมตร
- 5.10.2.4.4 คานมีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร

5.10.2.5 เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ (AC/DC Power Supply)

จำนวน 1 เครื่อง

- 5.10.2.5.1 เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ สามารถปรับแรงดันไฟฟ้าได้หลายค่าซึ่งขึ้นอยู่กับการทดลอง
- 5.10.2.5.2 ตัวเครื่องทำจากกล่องโลหะ
- 5.10.2.5.3 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ดังนี้ 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าสูงสุด 10 แอมแปร์ หรือดีกว่า
- 5.10.2.5.4 สามารถจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ดังนี้ 1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15 โวลต์ และกระแสไฟฟ้าสูงสุด 10 แอมแปร์ หรือดีกว่า
- 5.10.2.5.5 กำลังไฟฟ้าสูงสุด 150 VA หรือดีกว่า
- 5.10.2.5.6 สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกผ่านช่องเสียบขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร
- 5.10.2.5.7 เครื่องจ่ายแรงดันไฟฟ้ามีขนาดไม่น้อยกว่า 160x150x200 มิลลิเมตร

5.10.2.6 มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัล (Digital Multimeters)

จำนวน 3 เครื่อง

- 5.10.2.6.1 เป็นเครื่องมือสำหรับวัดสัญญาณทางไฟฟ้าแบบดิจิทัล สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า ความถี่ ความจุไฟฟ้า และอุณหภูมิได้ นอกจากนี้ยังสามารถทดสอบไดโอดและความต่อเนื่องได้
- 5.10.2.6.2 มีระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกิน
- 5.10.2.6.3 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงได้ในช่วง 400 มิลลิโวลต์ ถึง 1,000 โวลต์ หรือดีกว่า
- 5.10.2.6.4 สามารถวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับได้ในช่วง 4 โวลต์ ถึง 700 โวลต์ หรือดีกว่า
- 5.10.2.6.5 สามารถวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงได้ในช่วง 400 ไมโครแอมป์ ถึง 10 แอมป์ หรือดีกว่า
- 5.10.2.6.6 สามารถวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับได้ในช่วง 400 ไมโครแอมป์ ถึง 10 แอมป์ หรือดีกว่า
- 5.10.2.6.7 สามารถวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าได้ในช่วง 40 โอห์ม ถึง 40 เมกะโอห์ม หรือดีกว่า
- 5.10.2.6.8 สามารถวัดค่าความจุไฟฟ้าได้ในช่วง 40 นาโนฟารัด ถึง 100 ไมโครฟารัด หรือดีกว่า
- 5.10.2.6.9 สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ในช่วง -20 องศา ถึง 760 องศา หรือดีกว่า
- 5.10.2.6.10 มีระบบความปลอดภัย CAT II 1000 V (IEC-1010-1)
- 5.10.2.6.11 ใช้ไฟ 9 โวลต์จากแบตเตอรี่

- 5.10.2.7 สายไฟสำหรับเชื่อมต่อวงจร 15 เส้นต่อชุด จำนวน 1 ชุด**
- 5.10.2.7.1 สายไฟชนิดทองแดงที่มีฉนวนทำมาจาก PVC มีความยืดหยุ่นสูง
 - 5.10.2.7.2 มีปลั๊กเสียบแบบ Safety ขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร
 - 5.10.2.7.3 สายไฟมี 15 เส้น ความยาวไม่น้อยกว่า 70 เซนติเมตร ดังนี้
 - 5.10.2.7.3.1 สายสีแดง จำนวน 5 เส้น
 - 5.10.2.7.3.2 สายสีดำ จำนวน 5 เส้น
 - 5.10.2.7.3.3 สายสีฟ้า จำนวน 5 เส้น
 - 5.10.2.7.4 รองรับกระแสไฟฟ้าได้ต่อเนื่องสูงสุดไม่น้อยกว่า 32 แอมแปร์

5.11 ชุดทดลองความต้านทานเชิงซ้อน จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย

5.11.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.11.1.1 ชุดทดลองวงจรไฟฟ้าบนบอร์ดแบบ Plug-in สามารถทดลองเรื่องการสั่นพ้องในวงจร RLC ได้

5.11.2 รายละเอียดเฉพาะ

- 5.11.2.1 บอร์ดสำหรับทดลอง ขนาดไม่น้อยกว่า 290x190x20 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
 - 5.11.2.1.1 มีช่องเสียบต่ออุปกรณ์ขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง
 - 5.11.2.1.2 บอร์ดแบ่งช่องเชื่อมต่อเป็นกลุ่มสี่เหลี่ยมแบบ 9 ช่อง ได้ 16 กลุ่ม ระยะห่างของแต่ละช่องต่อกลุ่มไม่น้อยกว่า 18 มิลลิเมตร
- 5.11.2.2 ขดลวดขนาดไม่น้อยกว่า 1200 รอบ จำนวน 2 อัน
- 5.11.2.3 เครื่องกำเนิดสัญญาณความถี่ จำนวน 1 เครื่อง
 - 5.11.2.3.1 สามารถกำเนิดสัญญาณความถี่ (Function generator) ให้กำเนิดสัญญาณไฟฟ้ารูปไซน์สามเหลี่ยมและสี่เหลี่ยมได้
 - 5.11.2.3.2 สามารถจ่ายความถี่ได้ในช่วง 0.001 เฮิรตซ์ ถึง 100 กิโลเฮิรตซ์ หรือดีกว่า
 - 5.11.2.3.3 สามารถปรับ Offset ได้ตั้งแต่ 0 ถึง ± 5 โวลต์ หรือดีกว่า
 - 5.11.2.3.4 สามารถปรับแอมพลิจูดได้ตั้งแต่ 0 ถึง 10 โวลต์ แบบต่อเนื่อง หรือดีกว่า
 - 5.11.2.3.5 สามารถจ่ายกระแสได้ 1 แอมแปร์แบบถาวร หรือ 2 แอมแปร์แบบชั่วคราว
 - 5.11.2.3.6 มีโหมด Sweep แบบ External, continuous internal และ individual internal
 - 5.11.2.3.7 ใช้ไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์
- 5.11.2.4 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับทดลองเรื่องความต้านทานเชิงซ้อน จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย :
 - 5.11.2.4.1 ตัวเก็บประจุ ขนาดไม่น้อยกว่า 10 ไมโครฟารัด จำนวน 1 อัน
 - 5.11.2.4.2 ตัวเก็บประจุ ขนาดไม่น้อยกว่า 47 ไมโครฟารัด จำนวน 1 อัน
 - 5.11.2.4.3 ตัวต้านทาน ขนาดไม่น้อยกว่า 10 โอห์ม จำนวน 1 อัน
 - 5.11.2.4.4 ตัวต้านทาน ขนาดไม่น้อยกว่า 47 โอห์ม จำนวน 1 อัน

- 5.11.2.5 เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าแบบดิจิตอล** **จำนวน 1 เครื่อง**
- 5.11.2.5.1 เป็นออสซิลโลสโคปที่วัดสัญญาณได้ตั้งแต่ DC-70 MHz หรือดีกว่า
 - 5.11.2.5.2 เป็นออสซิลโลสโคปแบบ 2 เส้นภาพ
 - 5.11.2.5.3 ขนาดพื้นที่ใช้งานของจอภาพไม่น้อยกว่า 5 นิ้ว Color TFT ชนิด LCD
 - 5.11.2.5.4 มีโหมดการทำงานในลักษณะ CURSOR MEASUREMENT
 - 5.11.2.5.5 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับรองตามมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001
 - 5.11.2.5.6 ระบบแนวตั้ง (VERTICAL SYSTEM)
 - 5.11.2.5.6.1 ความไวในการวัด (SENSITIVITY)
 - : 2 mV/div ถึง 10 V/div สามารถปรับได้เป็น STEP แบบ 1-2-5 INCREMENTS หรือดีกว่า
 - 5.11.2.5.6.2 ค่าแบนด์วิดท์ (BANDWIDTH) ที่ -3dB
 - : DC ~70 MHz หรือดีกว่า
 - 5.11.2.5.6.3 เวลาขึ้น (RISE TIME)
 - : <5 ns approx. หรือดีกว่า
 - 5.11.2.5.6.4 แรงดันไฟสูงสุด (MAX INPUT VOLTAGE)
 - : 300 V (DC + AC peak) CAT II หรือดีกว่า
 - 5.11.2.5.6.5 อินพุตคัพปีง (INPUT CUPPING)
 - : AC, DC, GND หรือมากกว่า
 - 5.11.2.5.6.6 ความเที่ยงตรง (ACCURACY)
 - : $\pm 3\%$ หรือดีกว่า
 - 5.11.2.5.6.7 อินพุทอิมพีแดนซ์ (INPUT IMPEDANCE)
 - : $1\text{ M}\Omega \pm 2\%$ หรือดีกว่า
 - 5.11.2.5.7 ระบบแนวนอน (HORIZONTAL SYSTEM)
 - 5.11.2.5.7.1 ย่าน (RANGE)
 - : 1 ns/div ถึง 50 s/div ปรับได้เป็น STEP แบบ 1-2.5-5 INCREMENTS ; ROLL 50 ms/div ~ 50 s/div หรือดีกว่า
 - 5.11.2.5.7.2 ความเที่ยงตรง (ACCURACY)
 - : $\pm 0.01\%$ หรือดีกว่า
 - 5.11.2.5.7.3 โหมด (MODES)
 - : MAIN, WINDOW, WINDOW ZOOM, ROLL, X-Y หรือมากกว่า
 - 5.11.2.5.7.4 พรีทริกเกอร์ (PRE-TRIGGER)
 - : 10 div Maximum หรือดีกว่า

- 5.11.2.5.8 ระบบทริกเกอร์ (TRIGGERING SYSTEM)
 - 5.11.2.5.8.1 แหล่งทริกเกอร์ (SOURCE)
 - : CH1, CH2, EXT, LINE หรือมากกว่า
 - 5.11.2.5.8.2 การคัปปลิง (COUPLING)
 - : AC, DC, HF rej, LF rej, Noise rej หรือมากกว่า
- 5.11.2.5.9 เคอร์เซอร์และการวัด (CURSORS AND MEASUREMENT)
 - 5.11.2.5.9.1 การวัดแรงดันไฟฟ้า (Voltage MEASUREMENT)
 - : Vpp, Vamp, Vavg, Vrms, Vhi, Vlo, Vmax, Vmin, Rise Preshoot/Over shoot หรือมากกว่า
 - 5.11.2.5.9.2 ออโตเคาน์เตอร์ (AUTO COUNTER)
 - : Resolution 6 digit, Accuracy $\pm 2\%$ หรือดีกว่า
- 5.11.2.5.10 สาย PROBE วัดสัญญาณแบบ 10:1 จำนวน 2 เส้น ยึดหัวเดียวกับเครื่อง
- 5.11.2.5.11 สามารถรองรับการบันทึกข้อมูลโดย SD card
- 5.11.2.5.12 สาย AC POWER CORD
- 5.11.2.5.13 คู่มือการใช้งาน จำนวน 1 ชุด
- 5.11.2.6 สายไฟสำหรับเชื่อมต่อการทดลอง 15 เส้นต่อชุด จำนวน 1 ชุด
 - 5.11.2.6.1 สายไฟชนิดทองแดงที่มีฉนวนทำจาก PVC มีความยืดหยุ่นสูง
 - 5.11.2.6.2 มีปลั๊กเสียบแบบ nickel-plated ขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร
 - 5.11.2.6.3 สายไฟมี 15 เส้น ความยาวไม่น้อยกว่า 70 เซนติเมตร ดังนี้
 - 5.11.2.6.3.1 สายสีแดง จำนวน 5 เส้น
 - 5.11.2.6.3.2 สายสีดำ จำนวน 5 เส้น
 - 5.11.2.6.3.3 สายสีฟ้า จำนวน 5 เส้น
 - 5.11.2.6.4 รองรับกระแสไฟฟ้าได้ต่อเนื่องสูงสุดไม่น้อยกว่า 19 แอมแปร์
- 5.11.2.7 ปลั๊ก HF แปลง BNC/4 มิลลิเมตร จำนวน 1 อัน
 - 5.11.2.7.1 เป็นปลั๊ก HF Patch Cord ปลายด้านหนึ่งมีปลั๊กแบบ BNC และปลายอีกด้านหนึ่งมีปลั๊กขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร
 - 5.11.2.7.2 มีค่า Impedance 50 โอห์ม หรือดีกว่า
 - 5.11.2.7.3 มีขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร
- 5.11.2.8 ชุดจัมเปอร์ 10 อันต่อชุด จำนวน 1 ชุด
 - 5.11.2.8.1 ชุดจัมเปอร์มีลายพิมพ์แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง 2 ปลั๊ก สำหรับประกอบในวงจรรบอร์ดแบบ Plug-in
 - 5.11.2.8.2 รองรับกระแสได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 25 แอมแปร์
 - 5.11.2.8.3 ระยะห่างระหว่างปลั๊กไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร

- 5.12 ชุดอุปกรณ์พื้นฐาน จำนวน 1 ชุด
ประกอบด้วย :
- 5.12.1 อ่างควบคุมอุณหภูมิสำหรับชุดทดลองการขยายตัวเชิงเส้น จำนวน 5 เครื่อง
รายละเอียดทั่วไป
- 5.12.1.1 เป็นอ่างน้ำเย็นแบบหมุนวน
 - 5.12.1.2 ควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบ Microprocessor temperature controller พร้อมแสดงค่าอุณหภูมิเป็นตัวเลขดิจิทัล
 - 5.12.1.3 สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -10 องศาเซลเซียส ถึง 100 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
 - 5.12.1.4 มีความละเอียด (Resolution) ในการแสดงผลอุณหภูมิ 0.1 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า
 - 5.12.1.5 แสดงผลอุณหภูมิด้วยหน้าเป็นตัวเลขดิจิทัล
 - 5.12.1.6 ขนาดอ่างน้ำ (WxDxH) ไม่น้อยกว่า 140x150x140 มิลลิเมตร ความจุ ไม่น้อยกว่า 3.9 ลิตร
 - 5.12.1.7 มีปั๊มเพื่อหมุนวนน้ำภายในอ่าง
 - 5.12.1.8 ปั๊มสามารถทำงานด้วยอัตรา (flux) ไม่น้อยกว่า 3 ลิตรต่อนาที
 - 5.12.1.9 เครื่องมีท่อระบายน้ำทิ้ง
 - 5.12.1.10 แหล่งจ่ายไฟ 220 V 50/60 Hz
 - 5.12.1.11 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- 5.12.2 บีกเกอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 100 มิลลิลิตร จำนวน 10 ใบ
- 5.12.3 บีกเกอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 500 มิลลิลิตร จำนวน 10 ใบ
- 5.12.4 บีกเกอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 1000 มิลลิลิตร จำนวน 10 ใบ
- 5.13 ตู้เหล็กเก็บอุปกรณ์ ขนาดไม่น้อยกว่า 4 ฟุต จำนวน 24 ใบ
5.13.1 รายละเอียดทั่วไป
- 5.13.1.1 ตู้เหล็กเก็บอุปกรณ์ ขนาดไม่น้อยกว่า 115x44x80 เซนติเมตร (กว้างxลึกxสูง)
 - 5.13.1.2 ผลิตจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตรพ่นสีด้วยระบบ Epoxy
 - 5.13.1.3 มีกุญแจสำหรับล็อกตู้
 - 5.13.1.4 มีแผ่นชั้นวาง 2 แผ่น สามารถปรับระดับได้
- 5.14 ชั้นวางอุปกรณ์ขนาดไม่น้อยกว่า 60x220x200 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) จำนวน 8 ชุด
5.14.1 รายละเอียดทั่วไป
- 5.14.1.1 ชั้นวางอุปกรณ์เหล็กระบบ Knock Down สามารถถอดประกอบได้ง่าย
 - 5.14.1.2 ชั้นวางทำจากเหล็กพ่นสีด้วยระบบสีฝุ่น Epoxy
 - 5.14.1.3 มีชั้นวางไม่น้อยกว่า 4 ชั้น สามารถปรับระดับได้

- 5.15 กระดานไวท์บอร์ดขนาดไม่น้อยกว่า 1.20x4.80 เมตร (กว้างxยาว) จำนวน 13 ชุด
- 5.15.1 รายละเอียดทั่วไป
- 5.15.1.1 กระดานไวท์บอร์ดขนาดไม่น้อยกว่า 1.20x4.80 เมตร (กว้างxยาว) (กระดาน 2 แผ่นต่อกัน)
- 5.15.1.2 กระดานแบบติดแขวนผนัง หน้าบอร์ดเคลือบเมลามีนอย่างดี เขียนลื่น ลบง่าย
- 5.15.1.3 ขอบกระดานทำจากอลูมิเนียม พร้อมมีรางสำหรับวางแปรงลบกระดานและช่องสำหรับเก็บปากกาไวท์บอร์ดหลังจากการใช้งาน
- 5.16 โต๊ะผู้สอนสำหรับห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ขนาดไม่น้อยกว่า 0.75x2.00x0.80 เมตร (กว้างxยาวxสูง) จำนวน 1 ตัว
- 5.16.1 รายละเอียดทั่วไป
- 5.16.1.1 ส่วนของพื้นโต๊ะ (WORK TOP) เป็นไม้อัด หนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร ตลอดทั้งแผ่นตอนบนปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท (HIGH PRESSURE LAMINATE) ปิดขอบด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ด้วยกาวกันน้ำ
- 5.16.1.2 โครงสร้าง เป็นเหล็กกล่องไม้ขีดชุบซิงค์ฟอสเฟต เคลือบกันสนิมทั่วถึงทุกชิ้นส่วน โดยสีทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ที่ปลายขาโต๊ะมีปุ่มปรับระดับรองรับ
- 5.16.1.3 ส่วนของตัวตู้ที่ติดกับโต๊ะ ทำด้วยไม้อัดหนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท (HIGH PRESSURE LAMINATE) มิลลิเมตร ปิดขอบด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร เฉพาะด้านหน้า ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT) ชั้นวางของภายในตู้ สามารถปรับระดับได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับเป็นไม้อัด หนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท (HIGH PRESSURE LAMINATE) ทั้ง 2 ด้าน การต่อยึดประกอบตัวตู้ด้วยอุปกรณ์ FULLY KNOCK DOWN SYSTEMS พร้อมเดือยไม้ เพื่อเสริมความแข็งแรงของตัวตู้ สามารถถอดประกอบตัวตู้ทุกชิ้นส่วนใหม่ได้โดยไม่ทำให้ตัวตู้ได้รับความเสียหายสะดวงในการซ่อมบำรุง
- 5.16.1.4 ส่วนหน้าบานและหน้าลิ้นชัก ทำด้วยไม้อัด หนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท (HIGH PRES-SURE LAMINATE) ทั้ง 2 ด้าน ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT) พร้อมทั้งลบมุมด้วยเครื่องจักรเพื่อความเรียบร้อย
- 5.16.1.5 มือจับทำด้วย PVC ชนิด GRIP SECTION POSTFORM EMULATION SYSTEM ฝังอยู่ด้านบนหรือด้านล่างสุดของหน้าบานมี CHANEL CAP สำหรับปิด GRIP SECTION ทั้งสองด้าน ทำจากพลาสติก ABS ใส่ป้ายบอกรายการ (CARD LABEL) ลงใน LABEL CHANNEL มีแผ่นพลาสติก LABEL COVER MASK ที่ทำจากพลาสติก ACRYLIC ใสชนิดขึ้นรูปปิดครอบป้องกันการเป็ยกชั้นหรือเปราะเป็นแผ่นป้าย
- 5.16.1.6 กุญแจล็อก ใส่กุญแจสามารถถอดออกเปลี่ยนได้
- 5.16.1.7 บานพับของตู้ใช้บานสปริงล็อก สามารถเปิดได้ไม่น้อยกว่า 90° สามารถปรับหน้าบานได้
- 5.16.1.8 รางลิ้นชัก เป็นระบบปิดได้ด้วยตัวเอง (SELF CLOSING SYSTEM) ตัวรางลิ้นชักเป็นโลหะชุบอีพ็อกซี่ (EPOXY COATED) เมื่อดึงลิ้นชักออกมาจนสุดลิ้นชักจะไม่หลุดออกมา และลูกล้อทำจากพลาสติกชนิดดูดซับเสียง เมื่อเลื่อนลิ้นชักจะมีเสียงเบาและลื่น
- 5.16.1.9 ปลั๊กไฟฟ้า 3 สาย 2 เต้าเสียบ เสียบได้ทั้งกลมและแบนในตัวเดียวกัน

5.17 โต๊ะปฏิบัติการกลาง ขนาดไม่น้อยกว่า 1.20x2.40x0.80 เมตร (กว้างxยาวxสูง) จำนวน 10 ตัว

5.17.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.17.1.1 ส่วนของพื้นโต๊ะ (WORK TOP) เป็นไม้อัด หนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร ตลอดทั้งแผ่นตอนบนปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท (HIGH PRESSURE LAMINATE) ปิดขอบด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ด้วยกาวกันน้ำ
- 5.17.1.2 โครงสร้าง เป็นเหล็กกล่องไม้ขีดชุบซิงค์ฟอสเฟต เคลือบกันสนิมทั่วถึงทุกชิ้นส่วน โดยสีทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ที่ปลายขาโต๊ะมีปุ่มปรับระดับรองรับ
- 5.17.1.3 หน้าลิ้นชัก ทำด้วยไม้อัด หนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท (HIGH PRES-SURE LAMINATE) ทั้ง 2 ด้าน ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT) พร้อมทั้งลบมุมด้วยเครื่องจักรเพื่อความเรียบร้อย
- 5.17.1.4 มือจับทำด้วย PVC ชนิด GRIP SECTION POSTFORM EMULATION SYSTEM ฝังอยู่ด้านบนหรือด้านล่างสุดของหน้าบานมี CHANEL CAP สำหรับปิด GRIP SECTION ทั้งสองด้าน ทำจากพลาสติก ABS ใส่ป้ายบอกรายการ (CARD LABEL) ลงใน LABEL CHANNEL มีแผ่นพลาสติก LABEL COVER MASK ที่ทำจากพลาสติก ACRYLIC ใสชนิดขึ้นรูปปิดครอบป้องกันการเป็ยกขึ้นหรือเปราะเป็นแผ่นป้าย
- 5.17.1.5 กุญแจล็อก ใส่กุญแจสามารถถอดออกเปลี่ยนได้
- 5.17.1.6 รางลิ้นชัก เป็นระบบปิดได้ด้วยตัวเอง (SELF CLOSING SYSTEM) ตัวรางลิ้นชักเป็นโลหะชุบอีพอกซี (EPOXY COATED) เมื่อดึงลิ้นชักออกมาจนสุดลิ้นชักจะไม่หลุดออกมา และลูกล้อทำจากพลาสติกชนิดดูดซับเสียง เมื่อเลื่อนลิ้นชักจะมีเสียงเบาและลื่น
- 5.17.1.7 ปลั๊กไฟฟ้า 3 สาย 2 เต้าเสียบ เสียบได้ทั้งกลมและแบนในตัวเดียวกัน

5.18 โต๊ะปฏิบัติการติดผนัง ขนาดไม่น้อยกว่า 0.65x4.00x0.75 เมตร (กว้างxยาวxสูง) จำนวน 1 ชุด

5.18.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.18.1.1 ส่วนของพื้นโต๊ะ (WORK TOP) เป็นไม้อัด หนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร ตลอดทั้งแผ่นตอนบนปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท (HIGH PRESSURE LAMINATE) ปิดขอบด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ด้วยกาวกันน้ำ
- 5.18.1.2 โครงสร้าง เป็นเหล็กกล่องไม้ขีดชุบซิงค์ฟอสเฟต เคลือบกันสนิมทั่วถึงทุกชิ้นส่วน โดยสีทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ที่ปลายขาโต๊ะมีปุ่มปรับระดับรองรับ
- 5.18.1.3 ส่วนของตัวตู้ที่ติดกับโต๊ะ ทำด้วยไม้อัดหนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท (HIGH PRESSURE LAMINATE) มิลลิเมตร ปิดขอบด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร เฉพาะด้านหน้า ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT) ชั้นวางของภายในตู้ สามารถปรับระดับได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับเป็นไม้อัด หนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท (HIGH PRESSURE LAMINATE) ทั้ง 2 ด้าน การต่อยึดประกอบตัวตู้ด้วยอุปกรณ์ FULLY KNOCK DOWN SYSTEMS พร้อมเดือไม้เพื่อเสริมความแข็งแรงของตัวตู้ สามารถถอดประกอบตัวตู้ทุกชิ้นส่วนใหม่ได้โดยไม่ทำให้ตัวตู้ได้รับความเสียหายสะดวกในการซ่อมบำรุง
- 5.18.1.4 ส่วนหน้าบาน ทำด้วยไม้อัด หนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท (HIGH PRES-SURE LAMINATE) ทั้ง 2 ด้าน ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT) พร้อมทั้งลบมุมด้วยเครื่องจักรเพื่อความเรียบร้อย

- 5.18.1.5 มือจับทำด้วย PVC ชนิด GRIP SECTION POSTFORM EMULATION SYSTEM ฝังอยู่ด้านบนหรือด้านล่างสุดของหน้าบานมี CHANEL CAP สำหรับปิด GRIP SECTION ทั้งสองด้าน ทำจากพลาสติก ABS ใส่ป้ายบอกรายการ (CARD LABEL) ลงใน LABEL CHANNEL มีแผ่นพลาสติก LABEL COVER MASK ที่ทำจากพลาสติก ACRYLIC ใส่นิดขึ้นรูปปิดครอบป้องกันการเปียกชื้นหรือเปราะเป็นแผ่นป้าย
- 5.18.1.6 กุญแจล็อค ใส่กุญแจสามารถถอดออกเปลี่ยนได้
- 5.18.1.7 บานพับของตู้ใช้บานสปริงล็อค สามารถเปิดได้ไม่น้อยกว่า 90° สามารถปรับหน้าบานได้
- 5.18.1.8 ปลั๊กไฟฟ้า 3 สาย 2 เต้าเสียบ เสียบได้ทั้งกลมและแบนในตัวเดียวกัน
- 5.18.1.9 ส่วนของตัวตู้ที่ติดตั้งอ่าง (UNIT SINK) ทำด้วยไม้อัดกันน้ำ หนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตรปิดทับด้วยแผ่นลามิเนต (HIGH PRESSURE LAMINATED) ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำ
- 5.18.1.10 อ่างน้ำชนิด POLYPROPYLENE สามารถทนต่อการกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี มีตะกั่วอ่าง (WASTES) และที่ดักกลิ่น (BOTTLETRAP) พร้อมระบบอน้ำทิ้ง
- 5.18.1.11 ก๊อกน้ำ 1 ทาง ตั้งพื้น ตัวก๊อกทำด้วยทองเหลืองพ่นสีฟ็อกซี เป็นก๊อกที่ใช้เฉพาะห้องปฏิบัติการทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีปลายก๊อกเรียวยาวสามารถสวมต่อกับท่อยางหรือพลาสติก

5.19 เก้าอี้หัวไม้กลม

จำนวน 120 ตัว

5.19.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.19.1.1 เก้าอี้ปฏิบัติการสามารถหมุนปรับระดับได้ ความสูงอยู่ระหว่าง 530– 630 มิลลิเมตร ไม่มีพนักพิง
- 5.19.1.2 ที่นั่งเป็นไม้กลึงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 250 มิลลิเมตร หนาไม่น้อยกว่า 24 มิลลิเมตร ลงน้ำยารักษาเนื้อไม้แล้วพ่นทับด้วยแล็คเกอร์อย่างดี
- 5.19.1.3 ใต้พื้นที่นั่งยึดติดกับแผ่นเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดไม่น้อยกว่า 150x150 มิลลิเมตร
- 5.19.1.4 มีแกนทำด้วยเหล็กตันเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว ยาวไม่น้อยกว่า 6 นิ้ว มีเกลียวโดยรอบหมุนขึ้น – ลง ใต้ด้านบนยึดกับแผ่นเหล็กจัตุรัส ใต้พื้นที่นั่ง ด้านล่างสวมอยู่ในปลอกเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร มีเกลียวภายใน
- 5.19.1.5 โครงขาเก้าอี้พ่นสีดำด้วยระบบ Epoxy
- 5.19.1.6 ขาเก้าอี้ทำจากเหล็กกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

5.20 โต๊ะผู้สอน ขนาดไม่น้อยกว่า 0.60x1.20x0.75 เมตร (กว้างxยาวxสูง)

จำนวน 1 ตัว

5.20.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.20.1.1 ส่วนของพื้นโต๊ะ (WORK TOP) หนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วยเมลามีนกันชื้น กันร้อน
- 5.20.1.2 มือจับลิ้นชักทำจากพลาสติก หรือวัสดุที่ดีกว่า
- 5.20.1.3 โต๊ะมีลิ้นชักไม่น้อยกว่า 2 ลิ้นชัก

5.21 เก้าอี้ผู้สอน

จำนวน 2 ตัว

5.21.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.21.1.1 เก้าอี้ ขนาดไม่น้อยกว่า 55x55x80 เซนติเมตร (กว้างxลึกxสูง)
- 5.21.1.2 สามารถปรับระดับความสูงได้ไม่น้อยกว่า 100 เซนติเมตร
- 5.21.1.3 พนักพิงหลังแบบเน็ต เบาะหุ้มผ้าอย่างดี
- 5.21.1.4 ปรับระดับสูง - ต่ำด้วยระบบแก๊สลิฟท์ (Gas lift) ล้อระดับได้
- 5.21.1.5 ขาทำจากพลาสติกหล่อขึ้นรูป 5 แฉก หรือวัสดุอื่นที่ดีกว่า

5.22 โต๊ะปฏิบัติการกลาง ขนาดไม่น้อยกว่า 1.20x3.60x0.80 เมตร (กว้างxยาวxสูง) จำนวน 1 ตัว

5.22.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.22.1.1 ส่วนของพื้นโต๊ะ (WORK TOP) เป็น PHENOLIC RESIN (LAB GRADE) หนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร มีคุณสมบัติทนทานต่อการกัดกร่อนต่อต้านขอบ TOP ทำ PROFILE รัศมีไม่น้อยกว่า 9 มิลลิเมตร พร้อมมีระบบ WATER DROP ป้องกันการไหลย้อนกลับของน้ำและสารเคมีเข้าตัวตู้
- 5.22.1.2 ส่วนของตัวตู้ที่ติดกับโต๊ะ ทำด้วยไม้ MDF หรือดีกว่า หนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วยเมลามีน ทั้ง 2 ด้าน ปิดขอบด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร เฉพาะด้านหน้า ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT) ชั้นวางของภายในตู้ สามารถปรับระดับได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับ เป็นไม้ MDF หนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วยเมลามีน ทั้ง 2 ด้าน การต่อยึดประกอบตัวตู้ด้วยอุปกรณ์ FULLY KNOCK DOWN SYSTEMS พร้อมเตื่อยไม้ เพื่อเสริมความแข็งแรงของตัวตู้ สามารถถอดประกอบตัวตู้ทุกชิ้นส่วนใหม่ได้โดยไม่ทำให้ตัวตู้ได้รับความเสียหาย สะดวกในการซ่อมบำรุง
- 5.22.1.3 ส่วนหน้าบาน ทำด้วยไม้ MDF หนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนต (HIGH PRES-SURE LAMINATE) 1 ด้าน และปิดผิวด้วยเมลามีน 1 ด้าน ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT) พร้อมทั้งลบมุมด้วยเครื่องจักรเพื่อความเรียบร้อย
- 5.22.1.4 มือจับทำด้วย PVC ชนิด GRIP SECTION POSTFORM EMULATION SYSTEM ฝังอยู่ด้านบนหรือด้านล่างสุดของหน้าบานมี CHANEL CAP สำหรับปิด GRIP SECTION ทั้งสองด้าน ทำจากพลาสติก ABS ใส่ป้ายบอกรายการ (CARD LABEL) ลงใน LABEL CHANNEL มีแผ่นพลาสติก LABEL COVER MASK ที่ทำจากพลาสติก ACRYLIC ใสฉีดขึ้นรูปปิดครอบป้องกันการเป็ยกชื้นหรือเปราะเป็ยแผ่นป้าย
- 5.22.1.5 กุญแจล็อค ใส่กุญแจสามารถถอดออกเปลี่ยนได้
- 5.22.1.6 บานพับของตู้ใช้บานสปริงล็อค สามารถเปิดได้ไม่น้อยกว่า 90° สามารถปรับหน้าบานได้
- 5.22.1.7 ปลั๊กไฟฟ้า 3 สาย 2 เต้าเสียบ เสียบได้ทั้งกลมและแบนในตัวเดียวกัน

5.23 โต๊ะปฏิบัติการติดผนังตัวแอล ขนาดไม่น้อยกว่า 0.65x5.00x0.75 เมตร (กว้างxยาวxสูง)

จำนวน 3 ชุด

5.23.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.23.1.1 ส่วนของพื้นโต๊ะ (WORK TOP) เป็นไม้อัด หนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร ตลอดทั้งแผ่นตอนบนปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท (HIGH PRESSURE LAMINATE) ปิดขอบด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ด้วยกาวกันน้ำ
- 5.23.1.2 ส่วนของตัวตู้ที่ติดกับโต๊ะ ทำด้วยไม้ MDF หรือดีกว่า หนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วยเมลามีน ทั้ง 2 ด้าน ปิดขอบด้วย PVC หนาไม่น้อยกว่า 1 มิลลิเมตร เฉพาะด้านหน้า ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT) ชั้นวางของภายในตู้สามารถปรับระดับได้ไม่น้อยกว่า 4 ระดับ เป็นไม้ MDF หนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วยเมลามีน ทั้ง 2 ด้าน การต่อยึดประกอบตัวตู้ด้วยอุปกรณ์ FULLY KNOCK DOWN SYSTEMS พร้อมเดือยไม้ เพื่อเสริมความแข็งแรงของตัวตู้สามารถถอดประกอบตัวตู้ทุกชิ้นส่วนใหม่ได้โดยไม่ทำให้ตัวตู้ได้รับความเสียหาย สะดวกในการซ่อมบำรุง
- 5.23.1.3 ส่วนหน้าบาน ทำด้วยไม้ MDF หนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร ปิดผิวด้วยแผ่นลามิเนท (HIGH PRES-SURE LAMINATE) 1 ด้าน และปิดผิวด้วยเมลามีน 1 ด้าน ปิดขอบด้วย PVC ด้วยกาวกันน้ำ (HOT MELT) พร้อมทั้งลบมุมด้วยเครื่องจักรเพื่อความเรียบร้อย
- 5.23.1.4 มือจับทำด้วย PVC ชนิด GRIP SECTION POSTFORM EMULATION SYSTEM ฝังอยู่ด้านบนหรือด้านล่างสุดของหน้าบานมี CHANEL CAP สำหรับปิด GRIP SECTION ทั้งสองด้าน ทำจากพลาสติก ABS ใส่ป้ายบอกรายการ (CARD LABEL) ลงใน LABEL CHANNEL มีแผ่นพลาสติก LABEL COVER MASK ที่ทำจากพลาสติก ACRYLIC ใสชนิดขึ้นรูปปิดครอบป้องกันการเปียกชื้นหรือเปราะเปื้อนแผ่นป้าย
- 5.23.1.5 กุญแจล็อค ใส่กุญแจสามารถถอดออกเปลี่ยนได้
- 5.23.1.6 บานพับของตู้ใช้บานสปริงล็อค สามารถเปิดได้ไม่น้อยกว่า 90° สามารถปรับหน้าบานได้
- 5.23.1.7 ปลั๊กไฟฟ้า 3 สาย 2 เต้าเสียบ เสียบได้ทั้งกลมและแบนในตัวเดียวกัน

5.24 ตู้เก็บอุปกรณ์ทรงสูง

จำนวน 3 ใบ

5.24.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.24.1.1 ตู้เหล็กเก็บอุปกรณ์ ขนาดไม่น้อยกว่า 90x40x180 เซนติเมตร (กว้างxลึกxสูง)
- 5.24.1.2 ผลิตจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มิลลิเมตร พ่นสีด้วยระบบ Epoxy
- 5.24.1.3 มีกุญแจสำหรับล็อคตู้
- 5.24.1.4 มีแผ่นชั้นวางไม่น้อยกว่า 3 แผ่น สามารถปรับระดับได้

- 5.25 อ่างล้างสแตนเลสสำหรับล้างอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด
- 5.25.1 รายละเอียดทั่วไป
- 5.25.1.1 อ่างล้างอุปกรณ์พร้อมขาตั้ง อ่าง 1 หลุม ขนาดไม่น้อยกว่า 90x50x75 เซนติเมตร
 - 5.25.1.2 อ่างล้างผลิตจากสแตนเลสสตีล เนื้อคุณภาพดี
 - 5.25.1.3 ด้านข้างมีที่วางอุปกรณ์หลังจากล้างเสร็จ
 - 5.25.1.4 มีสะดืออ่างพร้อมท่อน้ำล้นและสายน้ำทิ้ง
- 5.26 อ่างล้างตาฉุกเฉิน จำนวน 1 ชุด
- 5.26.1 รายละเอียดทั่วไป
- 5.26.1.1 อ่างล้างตาฉุกเฉินสแตนเลส ชนิดติดผนัง
 - 5.26.1.2 ผลิตจากสแตนเลสเกรด 304 อย่างดี
 - 5.26.1.3 บอลวาล์วสแตนเลสขนาดไม่น้อยกว่า 1/2 นิ้ว
 - 5.26.1.4 ท่อจ่ายน้ำและตัวจ่ายขนาดไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว
- 5.27 พาร์ทิชันขนาดไม่น้อยกว่า 80x5x120 เซนติเมตร (กว้างxหนาxสูง) จำนวน 8 แผ่น
- 5.27.1 รายละเอียดทั่วไป
- 5.27.1.1 พาร์ทิชันแบบครึ่งกระจกขัดลาย ขนาดไม่น้อยกว่า 80x5x120 เซนติเมตร (กว้างxหนาxสูง)
 - 5.27.1.2 ส่วนล่างเป็นผนังทึบและส่วนบนเป็นกระจกขัดลาย
 - 5.27.1.3 แผงด้านในเป็นโครงไม้ทำด้วยปาติเกิลบอร์ด
 - 5.27.1.4 หุ้มแผงด้วยผ้าฝ้ายอย่างดี
- 5.28 พาร์ทิชันขนาดไม่น้อยกว่า 100x5x120 เซนติเมตร (กว้างxหนาxสูง) จำนวน 8 แผ่น
- 5.28.1 รายละเอียดทั่วไป
- 5.28.1.1 พาร์ทิชันแบบครึ่งกระจกขัดลาย ขนาดไม่น้อยกว่า 100x5x120 เซนติเมตร (กว้างxหนาxสูง)
 - 5.28.1.2 ส่วนล่างเป็นผนังทึบและส่วนบนเป็นกระจกขัดลาย
 - 5.28.1.3 แผงด้านในเป็นโครงไม้ทำด้วยปาติเกิลบอร์ด
 - 5.28.1.4 หุ้มแผงด้วยผ้าฝ้ายอย่างดี
- 5.29 พาร์ทิชันขนาดไม่น้อยกว่า 90x5x120 เซนติเมตร (กว้างxหนาxสูง) จำนวน 8 แผ่น
- 5.29.1 รายละเอียดทั่วไป
- 5.29.1.1 พาร์ทิชันแบบครึ่งกระจกขัดลาย ขนาดไม่น้อยกว่า 90x5x120 เซนติเมตร (กว้างxหนาxสูง)
 - 5.29.1.2 ส่วนล่างเป็นผนังทึบและส่วนบนเป็นกระจกขัดลาย
 - 5.29.1.3 แผงด้านในเป็นโครงไม้ทำด้วยปาติเกิลบอร์ด
 - 5.29.1.4 หุ้มแผงด้วยผ้าฝ้ายอย่างดี

5.30 เครื่องขยายเสียง ขนาดไม่น้อยกว่า 60 วัตต์

จำนวน 5 เครื่อง

5.30.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.30.1.1 เป็นเครื่องขยายสัญญาณเสียงชนิดมีเครื่องขยายเสียงในตัวที่ให้กำลังขับไม่น้อยกว่า 60 วัตต์
- 5.30.1.2 เหมาะสำหรับติดตั้งในห้องเรียน (Classroom sound system)
- 5.30.1.3 สามารถรองรับ MP3 Player, FM Radio & Blue tooth
- 5.30.1.4 รองรับการขับลำโพงที่รองรับ 4,8,16 โอห์มได้ และสามารถขับลำโพงที่รับ 70,100 โวลท์ได้
- 5.30.1.5 เครื่องสามารถรองรับการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับและกระแสตรงได้
- 5.30.1.6 มีไฟแสดงสถานะเป็น LED โดยแสดงสถานะ Power, Clip, Protect and Signal เป็นอย่างน้อย
- 5.30.1.7 มีระบบป้องกันการลัดวงจร, ใช้กำลังเกิน, อุณหภูมิสูงเกินและคลิบ
- 5.30.1.8 คุณสมบัติด้านเทคนิค
 - 5.30.1.8.1 กำลังขาออก (Rate Power Output): 60 W หรือมากกว่า
 - 5.30.1.8.2 ลำโพงขาออก (Speaker Output) : 4, 8, 16 Ohms และ 100 V, 70 V หรือ ดีกว่า
 - 5.30.1.8.3 ขาเข้า (Input) : MIC1-3 : 5 ถึง 8 mV, 600 Ω ; Line, 50-470 mV, 10 k Ω , unbalanced RCA หรือ ดีกว่า
 - 5.30.1.8.4 สัญญาณขาออก (Line Output) : 0.775 (0dBV) หรือ ดีกว่า
 - 5.30.1.8.5 ความเพี้ยนของสัญญาณ (THD) : <0.5% หรือ ดีกว่า
 - 5.30.1.8.6 ตอบสนองความถี่ (Frequency Response) : 60 Hz ถึง 15 kHz (± 3 dB) หรือ ดีกว่า
 - 5.30.1.8.7 ระบบป้องกัน (Protection) : Short-circuit, clip, overload and High temp protection หรือ มากกว่า

5.31 ลำโพงสองทางแบบติดผนัง

จำนวน 10 ตัว

5.31.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.31.1.1 ทำจากวัสดุ ABS รองรับติดตั้งแบบแขวนได้
- 5.31.1.2 มีขายึดลำโพงมาด้วย
- 5.31.1.3 มีลำโพง LF ขนาดไม่น้อยกว่า 5 นิ้วและลำโพงเสียงสูงขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 นิ้ว
- 5.31.1.4 คุณสมบัติด้านเทคนิค
 - 5.31.1.4.1 กำลังขาออก (Rate Power Output) : 7.5 W, 15 W, 30 W หรือ ดีกว่า
 - 5.31.1.4.2 สัญญาณขาออก (Line Input) : 100 V หรือ 70 V หรือ ดีกว่า

- 5.31.1.4.3 ตอบสนองความถี่
(Frequency Response) : 100 ถึง 20 kHz หรือดีกว่า
- 5.31.1.4.4 ค่าความดังสูงสุด (SPL) (ที่ 1 W/m) : 89 dB หรือดีกว่า

5.32 ไมโครโฟนไร้สาย

จำนวน 5 ชุด

5.32.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.32.1.1 เป็นไมค์ลอยชนิดมือถือ
- 5.32.1.2 ย่านความถี่ใช้งาน UHF
- 5.32.1.3 รับส่งสัญญาณได้ไกลถึง 40 เมตร หรือมากกว่า
- 5.32.1.4 สามารถเปลี่ยนความถี่ได้ไม่น้อยกว่า 20 ช่อง
- 5.32.1.5 คุณสมบัติด้านเทคนิค
- 5.32.3.5.1 ช่วงความถี่ (Frequency Range) : UHF
- 5.32.3.5.2 ความไวในการรับสัญญาณ
(Receiving Sensitivity) : -95 dBm หรือดีกว่า
- 5.32.3.5.3 ตอบสนองความถี่
(Frequency Response) : 30 Hz-20 kHz
(±2dB) หรือดีกว่า
- 5.32.3.5.4 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) : 3 V (2x1.5 V AA Battery)

5.33 เครื่องฉายภาพโปรเจกเตอร์พร้อมจอรับภาพ

จำนวน 1 ชุด

5.33.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.33.1.1 เป็นเครื่องฉายชนิด 3 LCD Projector มีขนาด LCD Panel ไม่น้อยกว่า 0.55 นิ้ว ความละเอียดภาพระดับ True XGA (1024x768 จุด)
- 5.33.1.2 ค่าความส่องสว่างของแสงขาว (White Light Output) และแสงสี (Color Light Output) ไม่น้อยกว่า 3,600 lumen
- 5.33.1.3 ใช้หลอดภาพชนิดUHE กำลังไฟไม่เกิน 210 วัตต์ อายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 6,000 ชั่วโมงในโหมดปกติ และไม่น้อยกว่า 12,000 ชั่วโมง ในโหมดประหยัดพลังงาน
- 5.33.1.4 มีอัตราส่วน Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 16,000:1
- 5.33.1.5 มีช่องต่อสัญญาณอย่างน้อยดังนี้
- 5.33.1.5.1 Computer port (D-Sub 15 pin) ขาเข้าไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.33.1.5.2 Composite (RCA) ขาเข้าไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.33.1.5.3 HDMI ขาเข้าไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.33.1.5.4 Audio ขาเข้า แบบ RCA (สีขา 1 ช่อง และสีแดง 1 ช่อง) ไม่น้อยกว่า 1 ชุด.
- 5.33.1.5.5 USB Port Type A และ Type B อย่างละไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 5.33.1.6 สามารถปรับแก้ไขสี่เหลี่ยมคางหมูโดยปรับมุมได้ทั้ง 4 มุม (Quick Corner) เพื่อรองรับการวางเครื่องฉายแบบเอียงได้
- 5.33.1.7 สามารถปรับแก้ไขสี่เหลี่ยมคางหมูในแนวตั้ง และแนวนอน (Keystone Correction) ได้ไม่น้อยกว่า +/- 30 องศา และแบบAuto ได้ในแนวตั้งเป็นอย่างน้อย
- 5.33.1.8 มีฟังก์ชันหน้าจอหลัก (Home Screen) เพื่อตั้งค่าเมนูที่ใช้ง่าย, แสดงสถานะของสัญญาณที่เชื่อมต่อ, แสดงสถานะการตั้งค่าเครื่องฉาย

- 5.33.1.9 สามารถเปิดเครื่องได้ทันที เมื่อมีการเชื่อมต่อช่องสัญญาณภาพขาเข้า (Auto Power On) และเมื่อมีกระแสไฟจ่ายเข้าตัวเครื่องโปรเจคเตอร์ (Direct Power On) เป็นอย่างน้อย
- 5.33.1.10 มีฟังก์ชันการตรวจจับสัญญาณขาเข้า (input signal) อัตโนมัติ (Auto Source Search)
- 5.33.1.11 มีปุ่มเลื่อนสไลด์เพื่อปรับสีเหลืองคางหมูในแนวนอน
- 5.33.1.12 สามารถนำเสนอฟิล์มรูปภาพผ่าน USB Thumb Drive โดยไม่ต้องผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์
- 5.33.1.13 มีระบบ Instant Off เพื่อรองรับการปิดเครื่องได้โดยไม่ต้องรอ Cool-Down
- 5.33.1.14 มีฝาปิดครอบเลนส์ เป็นอุปกรณ์มาตรฐาน ซึ่งเป็นส่วนประกอบเดียวกับตัวเครื่อง
- 5.33.1.15 สามารถฉายภาพ 2 ภาพบนจอเดียวกันจาก 2 แหล่งสัญญาณภาพ (Split Screen)
- 5.33.1.16 มีระบบป้องกันการใช้งานและการโจรกรรมไม่น้อยกว่า 4 ระบบ
 - 5.33.1.16.1 ระบบตั้งค่าน์รหัสในการใช้เครื่อง (Password)
 - 5.33.1.16.2 ระบบการตั้งรูปภาพ Logo ของหน่วยงาน เพื่อระบุถึงส่วนงานที่เป็นเจ้าของเครื่อง
 - 5.33.1.16.3 ระบบการล็อคปุ่มบนตัวเครื่องเพื่อป้องกันการปรับเปลี่ยนค่ากำหนด (Panel Lock)
 - 5.33.1.16.4 มีช่องสำหรับสาย Kensington ใช้ต่อสายเคเบิลนิรภัยเพื่อป้องกันการโจรกรรม
- 5.33.1.17 มีจอรับภาพขนาดไม่น้อยกว่า 100 นิ้ว จำนวน 1 ชุด
 - 5.33.1.17.1 เป็นจอรับภาพแบบแขวนมือตั้ง สามารถติดตั้งกับผนังเพดานได้
 - 5.33.1.17.2 เนื้อจอสีขาว ทำจากวัสดุ Fiber Glass ด้านหลังเคลือบสีต้านทานต่อการฉีกขาด
 - 5.33.1.17.3 เนื้อจอติดกับแกนเหล็กและใช้ระบบลูกปืนกลม (Roller Lock) ล็อคแกนหมุนเพื่อป้องกันการติดยึดในการดึงเนื้อจอลงหรือม้วนเก็บในกระบอกจอ

5.34 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (แบบติดผนัง) ขนาดไม่น้อยกว่า 9,000 บีทียู จำนวน 3 เครื่อง

5.34.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.34.1.1 ขนาดทำความเย็น (Cooling Capacity) ไม่น้อยกว่า 9,000 บีทียูต่อชั่วโมง
- 5.34.1.2 ใช้ระบบไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ตซ์
- 5.34.1.3 มีแผ่นกรองอากาศที่สามารถถอดล้างได้
- 5.34.1.4 คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ชนิด Rotary หรือชนิด Scroll
- 5.34.1.5 มีรีโมทคอนโทรลแบบไร้สายหรือแบบมีสาย
- 5.34.1.6 มีฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5

5.35 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (แบบตั้งพื้นหรือชนิดแขวน) ขนาดไม่น้อยกว่า 24,000 บีทียู จำนวน 1 เครื่อง

5.35.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.35.1.1 ขนาดทำความเย็น (Cooling Capacity) ไม่น้อยกว่า 24,000 บีทียูต่อชั่วโมง
- 5.35.1.2 ใช้ระบบไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ตซ์
- 5.35.1.3 มีแผ่นกรองอากาศที่สามารถถอดล้างได้

- 5.35.1.4 คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ชนิด Rotary หรือชนิด Scroll
- 5.35.1.5 มีรีโมทคอนโทรลแบบไร้สายหรือแบบมีสาย
- 5.35.1.6 มีฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5

5.36 ผ้า màn ปรับแสงและผ้า màn จับจีบ

จำนวน 1 ชุด

5.36.1 รายละเอียดทั่วไป

- 5.36.1.1 ผ้า màn ปรับแสงแบบกันแสง 70% หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด
 - 5.36.1.1.1 ผ้า màn ปรับแสงแบบดิมเอาท์ (Dim out) ตัวผ้า màn สามารถผ่านได้ ผลิตจากเส้นใย Polyester หรือดีกว่า
 - 5.36.1.1.2 เป็นผ้าที่มีสีสั่นและลวดลายในตัว
 - 5.36.1.1.3 รางทำจากอลูมิเนียม เคลือบด้วยสี Epoxy ตัวรางมีความแข็งแรงทนทาน เชือกดึงทำจากด้าย Polyester
 - 5.36.1.1.4 โซ่ขายล่าง ทำจากโซ่ขายพลาสติกขาว ใช้สำหรับเชื่อมใบผ้า màn
 - 5.36.1.1.5 ติดตั้งชั้น 2 ห้องสำนักงานและห้องประชุมคณะศิลปศาสตร์
 - 5.36.1.1.6 ติดตั้งชั้น 8 ห้อง 6801 และ 6805
- 5.36.1.2 ผ้า màn จับจีบ จำนวน 1 ชุด
 - 5.36.1.2.1 ผ้า màn จับจีบทำจากผ้า Polyester กันแสง 80% หรือดีกว่า
 - 5.36.1.2.2 เนื้อผ้าเงากันฝุ่นด้านหน้า สามารถซักล้างและรีดได้
 - 5.36.1.2.3 รางผ้า màn ทำจากอลูมิเนียม มีความแข็งแรง และทนทาน ไม่ขึ้นสนิม
 - 5.36.1.2.4 ติดตั้งชั้น 3 ห้อง 6303 6305 6302 และ 6304
 - 5.36.1.2.5 ติดตั้งชั้น 4 ห้อง 6401 6402 6403 6405 6406 และ 6407
 - 5.36.1.2.6 ติดตั้งชั้น 5 ห้อง 6505 6507 และ 6506

5.37 งานปรับปรุงห้องปฏิบัติการฟิสิกส์และอาคารเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบ จำนวน 1 งาน

งานปรับปรุงห้องปฏิบัติการฟิสิกส์และอาคารเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบ มีรายละเอียดดังนี้

- 5.37.1 งานปรับปรุงห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ห้อง 6301 มีรายละเอียดดังนี้
 - 5.37.1.1 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องรื้อผนังอลูมิเนียมเดิมภายในห้องปฏิบัติการและย้ายไปเก็บในสถานที่ที่ทางเจ้าหน้าที่ได้จัดเตรียมไว้ พร้อมทำความสะอาดและเก็บงานให้เรียบร้อย
 - 5.37.1.2 ผู้ยื่นข้อเสนอ ต้องรื้อ ขนย้าย ตู้ดูดไอสารเคมีและเตาเผาสารภายในห้อง 6301 พร้อมติดตั้งใหม่ในห้องปฏิบัติการ 6308
 - 5.37.1.3 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในห้องปฏิบัติการ ทั้งในส่วนพื้นห้องและโต๊ะปฏิบัติการ ถ้ามีสายไฟ รางไฟ เต้ารับ เต้าเสียบชำรุดหรือมีไฟรั่ว ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ให้พร้อมใช้งาน
- 5.37.2 งานปรับปรุงห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ห้อง 6302 มีรายละเอียดดังนี้
 - 5.37.2.1 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในห้องปฏิบัติการ ทั้งในส่วนพื้นห้องและโต๊ะปฏิบัติการ ถ้ามีสายไฟ รางไฟ เต้ารับ เต้าเสียบชำรุดหรือมีไฟฟ้าว ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ให้พร้อมใช้งาน

- 5.37.3 งานปรับปรุงห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ห้อง 6303 มีรายละเอียดดังนี้
- 5.37.3.1 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องรื้อผนังอลูมิเนียมเดิมภายในห้องปฏิบัติการและขนย้ายไปเก็บในสถานที่ที่ทางเจ้าหน้าที่ได้จัดเตรียมไว้ พร้อมทำความสะอาดและเก็บงานให้เรียบร้อย
- 5.37.3.2 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในห้องปฏิบัติการ ทั้งในส่วนพื้นห้องและโต๊ะปฏิบัติการ ถ้ามีสายไฟ ร่วงไฟ เต้ารับ เต้าเสียบชำรุดหรือมีไฟฟ้ารั่ว ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ให้พร้อมใช้งาน
- 5.37.3.3 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องปูกระเบื้องภายในห้องปฏิบัติการ ขนาด 200 ตารางเมตร พร้อมทำความสะอาดและเก็บงานให้เรียบร้อย
- 5.37.4 งานปรับปรุงห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ห้อง 6304 มีรายละเอียดดังนี้
- 5.37.4.1 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องรื้อผนังอลูมิเนียมเดิมภายในห้องปฏิบัติการและขนย้ายไปเก็บในสถานที่ที่ทางเจ้าหน้าที่ได้จัดเตรียมไว้ พร้อมทำความสะอาดและเก็บงานให้เรียบร้อย
- 5.37.4.2 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องตรวจสอบระบบไฟฟ้าภายในห้องปฏิบัติการ ทั้งในส่วนพื้นห้องและโต๊ะปฏิบัติการ ถ้ามีสายไฟ ร่วงไฟ เต้ารับ เต้าเสียบชำรุดหรือมีไฟฟ้ารั่ว ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องแก้ไขหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่ให้พร้อมใช้งาน
- 5.37.4.3 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องปูกระเบื้องภายในห้องปฏิบัติการ ขนาด 200 ตารางเมตร พร้อมทำความสะอาดและเก็บงานให้เรียบร้อย
- 5.37.5 งานปรับปรุงห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ห้อง 6305 มีรายละเอียดดังนี้
- 5.37.5.1 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในห้องปฏิบัติการ ทั้งในส่วนพื้นห้องและโต๊ะปฏิบัติการ ให้พร้อมใช้งาน
- 5.37.6 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องปูกระเบื้องภายในห้องปฏิบัติการ ชั้น 4 ห้อง 6403 ขนาดไม่น้อยกว่า 128 ตารางเมตร พร้อมทำความสะอาดและเก็บงานให้เรียบร้อย

6. รายละเอียดอื่นๆ

- 6.1 ครุภัณฑ์รายการที่ 5.1 – 5.11 ต้องมีคู่มือการใช้งาน จำนวน 2 ชุด
- 6.2 ครุภัณฑ์รายการที่ 5.1 – 5.11 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิต โดยผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
- 6.3 ครุภัณฑ์รายการที่ 5.1 – 5.11, 5.30, 5.31 และ 5.33 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีเอกสารแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ เพื่อการบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ โดยระบุเลขที่เอกสารการประกวดราคาในครั้งนี้ โดยยื่นเสนอเอกสารดังกล่าวมาพร้อมกับการยื่นข้อเสนอที่ยื่นผ่านทางระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์
- 6.4 ส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 120 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย
- 6.5 ส่งมอบ ณ คณะศิลปศาสตร์ (พื้นที่ศาลายา) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
- 6.6 รับประกันความชำรุดบกพร่องของครุภัณฑ์ เป็นเวลา 1 ปี นับจากวันที่คณะกรรมการตรวจรับพัสดุ มีมติตรวจรับ
