

## ร่างขอบเขตของงาน (Terms of Reference : TOR)

จัดซื้อชุดการทดลองฟิสิกส์ประยุกต์ จำนวน 1 ชุด

### 1. ความเป็นมา

ด้วยมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ได้รับจัดสรรเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565 ตามโครงการผู้สำเร็จการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดซื้อชุดการทดลองฟิสิกส์ประยุกต์ จำนวน 1 ชุด เป็นเงินงบประมาณทั้งสิ้น 1,316,000 (หนึ่งล้านสามแสนหนึ่งหมื่นหกพันบาทถ้วน)

### 2. วัตถุประสงค์

ใช้เป็นเครื่องมือการทำวิจัยของอาจารย์และนักศึกษา ใช้ในการเรียนการสอนของนักศึกษาในรายวิชา ฟิสิกส์แผนใหม่ คลื่นแสง กลศาสตร์ควอนตัม เคมีฟิสิกส์ ฟิสิกส์โลกและอวกาศ อีกทั้งยังเป็นชุดอุปกรณ์ที่สำคัญ ในการบริการวิชาการ แก่ผู้ที่สนใจทักษะทางด้านฟิสิกส์

### 3. คุณสมบัติของผู้เสนอราคา

3.1 มีความสามารถตามกฎหมาย

3.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย

3.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ

3.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง

3.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย

3.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา

3.7 เป็นบุคคลธรรมดาหรือนิติบุคคล ผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

3.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

3.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอได้มีคำสั่งให้สละเอกสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น

### 4. คุณลักษณะเฉพาะ

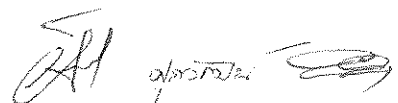
ชุดทดลองปรากฏการณ์จูล-ทอมสัน

1. คุณสมบัติทั่วไป

1.1. สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ของจูล-ทอมสันของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ได้

1.2. สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ของจูล-ทอมสันของแก๊สไนโตรเจน (N<sub>2</sub>) ได้

/2. คุณสมบัติ...



## 2. คุณสมบัติทางเทคนิค

### 2.1. เครื่องวัดอุณหภูมิ แบบดิจิตอล จำนวน 1 เครื่อง

2.1.1. ช่วงการวัดอุณหภูมิไม่น้อยกว่า ช่วง: -200 ... 1370 ° C-328 ... 2498 ° F,

2.1.2. ความละเอียด: 0.1 ° C, 0.1 ° F

2.1.3. ความแม่นยำ  $\pm(0.3\%rdg + 1^{\circ}C)$

2.1.4. อัตราการสุ่มตัวอย่าง: ตั้งโปรแกรมได้ตั้งแต่ 1 วินาทีขึ้นไป

2.1.5. จอแสดงผลเป็นแบบ LCD

2.1.6. อุณหภูมิในการทำงาน : 0 ... 50 ° C ความชื้นในการทำงาน (RH%) <80%

2.1.7. อุณหภูมิในการจัดเก็บ -20~50°C ความชื้นในการจัดเก็บ RH% <90%

### 2.2. Immersion probe NiCr-Ni, teflon, 300 °C จำนวน 2 อัน

2.2.1. ช่วงอุณหภูมิแบบต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 0 ... + 300 ° C

2.2.2. ความยาวโพรบไม่น้อยกว่า 150 ซม

### 2.3. เครื่องอุปกรณ์จุล-ทอมสัน จำนวน 1 เครื่อง

2.3.1. ขดลวดทองแดงจำนวนไม่น้อยกว่า 132 รอบ

2.3.2. ช่วงการวัดความดันของเกจ สามารถวัดได้ 0 ถึง 0.1 MPa สามารถอ่านละเอียด 5 kPa หรือดีกว่า

2.3.3. หลอดแก้วยาวไม่น้อยกว่า 250 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 46 มิลลิเมตร

2.3.4. มีจุดสำหรับเสียบหัววัดอุณหภูมิ ไม่น้อยกว่า 2 จุด

### 2.4. ชุดวาล์วควบคุมสำหรับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 1 อัน

### 2.5. ชุดวาล์วควบคุมสำหรับแก๊สคาร์บอนไดรเจน จำนวน 1 อัน

### 2.6. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ไม่น้อยกว่า 10 ลิตร จำนวน 1 ถัง

### 2.7. แก๊สไนโตรเจน ไม่น้อยกว่า 10 ลิตร จำนวน 1 ถัง

### 2.8. ชุดสำหรับเคลื่อนย้ายถึงแก๊ส มีล้อสามารถเข็นได้ จำนวน 1 ชุด

### 2.9. อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ครบสมบูรณ์พร้อมที่จะทำการทดลองได้

## 3. คุณสมบัติอื่น ๆ

3.1. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา

3.2. คู่มือประกอบการทดลอง 1 ชุด

3.3. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี

## ชุดทดลองสนามแม่เหล็กภายนอกตัวนำเส้นตรง

### 1. คุณลักษณะทั่วไป

1.1. เป็นชุดทดลองที่ใช้ในการศึกษาสนามแม่เหล็กภายนอกตัวนำ

1.2. หาสนามแม่เหล็กของตัวนำที่เป็นฟังก์ชันของกระแส และระยะห่างจากตัวนำ

1.3. หาสนามแม่เหล็กของตัวนำขนานกัน 2 ตัว โดยให้กระแสไหลในตัวนำทั้งสอง มีทิศทางเดียวกันและ ทิศทางตรงข้ามกัน

### 2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1. ลวดตัวนำ รูปแบบต่าง ๆ 4 แบบ จำนวน 1 ชุด

2.1.1. แบบเส้นเดี่ยว กระแสวิ่งเป็นเส้นตรง

/2.1.2 แบบขนาน...

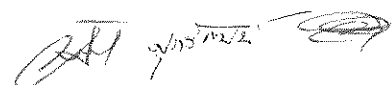
- 2.1.2.แบบขนาน กระแสวิ่งตามกัน
- 2.1.3.แบบขนาน กระแสวิ่งสวนทางกัน
- 2.1.4.แบบวงกลม กระแสวงเป็นวง
- 2.2. ขดลวด จำนวน 6 รอบ จำนวน 1 อัน
  - 2.2.1.ทนกระแสได้สูงสุด 120 A
- 2.3. ขดลวด จำนวน 140 รอบ จำนวน 1 อัน
  - 2.3.1.ทนกระแสได้สูงสุด 10 A
  - 2.3.2.มีแท็บให้เลือก 6 ช่วง
  - 2.3.3.ความต้านทาน 0.2  $\Omega$
  - 2.3.4.ความเหนี่ยวนำ 0.6 mH
- 2.4. ตัวยึดโลหะรูปตัว U ติดกับ แกนเหล็กสั้น จำนวน 1 ตัว
- 2.5. แกนเหล็กสั้น ใช้ร่วมกับโลหะรูปตัว U จำนวน 1 แท่ง
- 2.6. แท่งเหล็กรูปตัว U จำนวน 1 อัน
- 2.7. แหล่งจ่ายไฟ (Power supply) จำนวน 1 เครื่อง
  - 2.7.1.ช่วงของการจ่ายความต่างศักย์
    - 2.7.1.1. กระแสตรง ปรับได้ 0 ถึง 12 VDC หรือมากกว่า
    - 2.7.1.2. กระแสสลับ ปรับได้ 0 ถึง 15 VAC หรือมากกว่า
    - 2.7.1.3. กระแสสลับ แบบเลือกได้ 6 V, 12 V หรือค่าสูงกว่า
  - 2.7.2.ช่วงของการจ่ายกระแส
    - 2.7.2.1. กระแสตรงไม่น้อยกว่า 5 A
    - 2.7.2.2. กระแสสลับไม่น้อยกว่า 5 A
  - 2.7.3.มีวงจรตัดกระแสไฟเกิน 3 จุด หรือมากกว่า
- 2.8. เครื่องวัดสนามแม่เหล็ก จำนวน 1 เครื่อง
  - 2.8.1.ความคลาดเคลื่อนในช่วงการวัด 1 T
    - 2.8.1.1. สนามแม่เหล็กตรง  $\pm 2\%$  หรือดีกว่า
    - 2.8.1.2. สนามแม่เหล็กสลับ 50 ถึง 500 Hz  $\pm 2\%$  หรือดีกว่า
    - 2.8.1.3. สนามแม่เหล็กสลับ 500 ถึง 1000 Hz  $\pm 3\%$  หรือดีกว่า
  - 2.8.2.ความละเอียดสูงสุดไม่น้อยกว่า 0.01 mT
  - 2.8.3.สามารถวัดสนามแม่เหล็กได้ทั้งในแนวแกน (Axial) และแนวตั้งฉากกับแกน (Tangential)
  - 2.8.4.สามารถวัดสนามแม่เหล็กได้ในช่วง  $10^{-5}$  ถึง 1999 mT หรือมากกว่า
  - 2.8.5.มีหน้าปัดแสดงผล แบบตัวเลข LED หรือดีกว่า
  - 2.8.6.สามารถเลือกช่วงการวัดได้ไม่น้อยกว่า 3 ช่วงการวัด
    - 2.8.6.1. ช่วง 0 ถึง 20 mT (accuracy 0.01 mT) หรือดีกว่า
    - 2.8.6.2. ช่วง 0 ถึง 200 mT (accuracy 0.1 mT) หรือดีกว่า
    - 2.8.6.3. ช่วง 0 ถึง 1999 mT (accuracy 1 mT) หรือดีกว่า
  - 2.8.7.มีปุ่มปรับ ค่าสนามแม่เหล็กเป็นศูนย์ แบบหยาบและละเอียด
  - 2.8.8.มีปุ่มปรับสำหรับสลับเพื่อเปลี่ยนการวัดค่าสนามแม่เหล็กตรงและสลับ

- 2.9. หัววัดสนามแม่เหล็ก ในแนวแกน (Axial) ใช้ร่วมกับเครื่องวัดสนามแม่เหล็ก จำนวน 1 อัน
- 2.10. มัลติมิเตอร์ แบบดิจิตอล จำนวน 1 เครื่อง
- 2.11. ไม้เมตร จำนวน 1 อัน
  - 2.11.1. ความยาว 1 เมตร
  - 2.11.2. แบ่งสเกลเป็นเซนติเมตร อ่านค่าได้ละเอียด 1 มม.
- 2.12. ฐานตั้งแบบกลม (Barrel base) จำนวน 1 ตัว
- 2.13. แท่งโลหะยาว 400 มม. จำนวน 1 แท่ง
- 2.14. อุปกรณ์จับยึดวัตถุกับแท่งเหล็ก (Right angle clamp) จำนวน 1 ตัว
- 2.15. อุปกรณ์ยึดจับอุปกรณ์ต่าง ๆ ติดกับโต๊ะรูปตัว G จำนวน 2 ตัว
- 2.16. สายไฟความยาว 500 มม. จำนวน 2 เส้น
- 2.17. อุปกรณ์ประกอบอื่นๆครบสมบูรณ์พร้อมที่จะทำการทดลองได้
- 2.18. อุปกรณ์ที่เสนอทุกตัวต้องถูกนำไปใช้ในการทดลอง
3. รายละเอียดอื่น ๆ
  - 3.1. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ โดยให้ยื่นขอใบเสนอราคา
  - 3.2. คู่มือประกอบการทดลองไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 3.3. รับประกันคุณภาพ ไม่น้อยกว่า 1 ปี

#### การเหนี่ยวนำของขดลวดโซลินอยด์

1. คุณลักษณะทั่วไป
  - 1.1. เป็นชุดทดลองที่ใช้ในการศึกษาการเหนี่ยวนำของขดลวดโซลินอยด์ ได้
  - 1.2. สามารถศึกษาการเหนี่ยวนำที่ขึ้นอยู่กับจำนวนของขดลวด, ความยาว และรัศมีของขดลวดได้
2. คุณลักษณะเฉพาะ
  - 2.1. แหล่งกำเนิดสัญญาณไฟฟ้า (Function Generator) จำนวน 1 เครื่อง
    - 2.1.1. ให้ความถี่ได้ในช่วง 0.1 Hz ถึง 0.9999 MHz หรือกว้างกว่า และสามารถปรับได้ครั้งละ 0.1 Hz หรือละเอียดกว่า
    - 2.1.2. ให้สัญญาณ ไฟฟ้ารูป sine, triangle, square, frequency ramp และ voltage ramp หรือมากกว่า
    - 2.1.3. ค่า Distortion factor น้อยกว่า 0.5%
    - 2.1.4. กำลังเอาต์พุตไม่น้อยกว่า 5 W
    - 2.1.5. จอแสดงผลเป็นแบบ Monochrome graphic 128 x 64 pixels หรือละเอียดกว่า
    - 2.1.6. มีพอร์ต USB 2.0 สำหรับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ หรือดีกว่า
    - 2.1.7. มี Sync (trigger) output via BNC หรือดีกว่า
    - 2.1.8. Sync output มี ค่าความต้านทานภายใน (Ri) 50 โอห์ม และ ความต่างศักย์เอาต์พุต 5 โวลต์ (CMOS level)
    - 2.1.9. มีช่องสำหรับเสียบหูฟัง เป็นแบบ 3.5 mm jack socket หรือดีกว่า

/2.2 ขดลวดเหนี่ยวนำ...



- 2.2. ขดลวดเหนี่ยวนำ 300 รอบ เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 40 มม. จำนวน 1 ขด
  - 2.2.1.สัมประสิทธิ์ ความต้านทานไม่น้อยกว่า 3.5 โอห์ม
  - 2.2.2.สภาพเหนี่ยวนำไม่น้อยกว่า 800 uH
  - 2.2.3.ปรับกระแสได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 1.2 A
- 2.3. ขดลวดเหนี่ยวนำ 300 รอบ เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 32 มม. จำนวน 1 ขด
  - 2.3.1.สัมประสิทธิ์ ความต้านทานไม่น้อยกว่า 2.8 โอห์ม
  - 2.3.2.สภาพเหนี่ยวนำไม่น้อยกว่า 530 uH
  - 2.3.3.ปรับกระแสได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 1.2 A
- 2.4. ขดลวดเหนี่ยวนำ 300 รอบ เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม. จำนวน 1 ขด
  - 2.4.1.สัมประสิทธิ์ ความต้านทานไม่น้อยกว่า 2.2 โอห์ม
  - 2.4.2.สภาพเหนี่ยวนำไม่น้อยกว่า 330 uH
  - 2.4.3.ปรับกระแสได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 1.2 A
- 2.5. ขดลวดเหนี่ยวนำ 200 รอบ เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 40 มม. จำนวน 1 ขด
  - 2.5.1.สัมประสิทธิ์ ความต้านทานไม่น้อยกว่า 2.2 โอห์ม
  - 2.5.2.สภาพเหนี่ยวนำไม่น้อยกว่า 500 uH
  - 2.5.3.ปรับกระแสได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 1.2 A
- 2.6. ขดลวดเหนี่ยวนำ 150 รอบ เส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม. จำนวน 1 ขด
  - 2.6.1.สัมประสิทธิ์ ความต้านทานไม่น้อยกว่า 0.3 โอห์ม
  - 2.6.2.สภาพเหนี่ยวนำไม่น้อยกว่า 90 uH
  - 2.6.3.ปรับกระแสได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 4 A
- 2.7. ขดลวดเหนี่ยวนำ 100 รอบ เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 40 มม. จำนวน 1 ขด
  - 2.7.1.สัมประสิทธิ์ ความต้านทานไม่น้อยกว่า 1.1 โอห์ม
  - 2.7.2.สภาพเหนี่ยวนำไม่น้อยกว่า 200 uH
  - 2.7.3.ปรับกระแสได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 1.2 A
- 2.8. ขดลวดเหนี่ยวนำ 75 รอบ เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มม. จำนวน 1 ขด
  - 2.8.1.สัมประสิทธิ์ ความต้านทานไม่น้อยกว่า 0.15 โอห์ม
  - 2.8.2.สภาพเหนี่ยวนำไม่น้อยกว่า 0.025 mH
  - 2.8.3.ปรับกระแสได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 4 A
- 2.9. ขดลวด 1,200 รอบ จำนวน 1 ขด
  - 2.9.1.ทนกระแสสูงสุด 1 แอมป์ หรือมากกว่า
  - 2.9.2.ความต้านทาน 12 โอห์ม หรือมากกว่า
  - 2.9.3.สภาพเหนี่ยวนำ 35 mH หรือมากกว่า
- 2.10. ตัวเก็บประจุ 470 นาโนฟารัส จำนวน 1 ตัว
- 2.11. กล่องสำหรับเชื่อมต่อวงจร จำนวน 1 อัน
- 2.12. ออสซิลโลสโคปไม่น้อยกว่า 20 MHz ไม่น้อยกว่า 2 ช่องสัญญาณ จำนวน 1 เครื่อง
- 2.13. อแดปเตอร์ BNC-plug/socket 4 mm จำนวน 1 อัน
- 2.14. สายไฟความถี่สูงต่อการต่อวงจร จำนวน 1 ชุด
- 2.15. อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ครบสมบูรณ์พร้อมที่จะทำการทดลองได้

3. คุณสมบัติอื่น ๆ

- 3.1. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา
- 3.2. คู่มือประกอบการทดลอง 1 ชุด
- 3.3. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี

ชุดทดลองหยดน้ำมันของมิลลิแกน

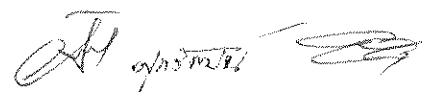
1. คุณสมบัติทั่วไป

- 1.1. เป็นชุดทดลองที่ใช้หาประจุ โดยวิธีหยดน้ำมันของมิลลิแกน
- 1.2. ศึกษาขนาดของหยดน้ำมันกับประจุไฟฟ้าที่อยู่บนหยดน้ำมัน

2. คุณสมบัติเฉพาะ

- 2.1. อุปกรณ์ทดลองของมิลลิแกน จำนวน 1 ชุด
  - 2.1.1. ใช้ทดลองหาประจุบนหยดน้ำมัน โดยให้หยดน้ำมันเคลื่อนที่ในแผ่นเก็บประจุ
  - 2.1.2. สามารถสเปรย์ น้ำมันให้เป็นละอองเล็กๆได้
  - 2.1.3. มีแผ่นเก็บประจุ เพื่อสร้างสนามไฟฟ้า ระยะห่างระหว่างแผ่นเก็บประจุไม่น้อยกว่า 2.5 มม.  $\pm 0.01$  มม.
  - 2.1.4. มีกล่องจุลทรรศน์ สำหรับขยายภาพหยดน้ำมัน ภายในมีสเกลสำหรับบอกระยะของหยดน้ำมัน และมีปุ่มสำหรับหมุนปรับกล่องเลื่อนเข้าออกเพื่อปรับโฟกัสได้
  - 2.1.5. แหล่งกำเนิดแสงแบบฮาโลเจน 6 V / 10 W
  - 2.1.6. ต่อกับแท่งเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 มม. ยาวไม่น้อยกว่า 160 มม.
  - 2.1.7. มีที่ยึดจับแหล่งกำเนิดรังสีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 12 มม.
  - 2.1.8. แรงดันสำหรับแผ่นเก็บประจุสูงสุดไม่น้อยกว่า 500 V DC
- 2.2. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง
  - 2.2.1. ช่วงการวัดแรงดันไฟฟ้าสามารถเลือกช่วงการวัดได้
    - 2.2.1.1. แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงสามารถวัดได้ 0...0.2 / 2 / 20 / 200 / 600 V DC
    - 2.2.1.2. แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับสามารถวัดได้ 0...2 / 20 / 200 / 600 V AC
  - 2.2.2. ช่วงการวัดกระแสไฟฟ้า สามารถเลือกช่วงการวัดได้
    - 2.2.2.1. กระแสไฟฟ้ากระแสตรง สามารถวัดได้ 0...0.2 / 2 / 20 / 200 mA; 0...10 A
    - 2.2.2.2. กระแสไฟฟ้ากระแสสลับ สามารถวัดได้ 0...0.2 / 2 / 20 / 200 mA; 0...10 A
- 2.3. แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง ขนาด ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์ 50 มิลลิแอมป์ จำนวน 1 เครื่อง
  - 2.3.1. สามารถจ่ายไฟฟ้าได้อย่างน้อย 5 ช่อง และมีระบบป้องกันการลัดวงจร
    - 2.3.1.1. ช่องที่ 1
      - 2.3.1.1.1. จ่ายความต่างศักย์ ปรับค่าได้ 0 - 12 VDC
      - 2.3.1.1.2. จ่ายกระแส 0.5 A
      - 2.3.1.1.3. การกระเพื่อมของสัญญาณน้อยกว่า 5 mV
      - 2.3.1.1.4. มี LED สำหรับแสดงการตั้งค่ากระแส

/2.3.1.2 ช่องที่ 2...



2.3.1.2. ช่องที่ 2

2.3.1.2.1. จ่ายความต่างศักย์ ปรับค่าได้ 0 - 50 VDC

2.3.1.2.2. จ่ายกระแส 50 mA

2.3.1.2.3. การกระเพื่อมของสัญญาณน้อยกว่า 5 mV

2.3.1.2.4. มี LED สำหรับแสดงการตั้งค่ากระแส

2.3.1.3. ช่องที่ 3

2.3.1.3.1. จ่ายความต่างศักย์ ปรับค่าได้ 0 - 300 VDC

2.3.1.3.2. จ่ายกระแส 50 mA

2.3.1.3.3. การกระเพื่อมของสัญญาณน้อยกว่า 20 mV

2.3.1.3.4. มี LED สำหรับแสดงการตั้งค่ากระแส

2.3.1.4. ช่องที่ 4

2.3.1.4.1. จ่ายความต่างศักย์ 300 VDC

2.3.1.4.2. จ่ายกระแส 50 mA

2.3.1.4.3. การกระเพื่อมของสัญญาณน้อยกว่า 20 mV

2.3.1.5. ช่องที่ 5

2.3.1.5.1. จ่ายความต่างศักย์ 6.3 VAC

2.3.1.5.2. จ่ายกระแส 2 A

2.3.1.5.3. มีวงจรป้องกันการเกิด Over load แบบ Auto cutout พร้อมปุ่ม Reset เพื่อกลับมาใช้งานได้

2.3.2. มีมือจับและฐานตั้งชนิดพับเก็บได้

2.4. นาฬิกาจับเวลาแบบดิจิตอล จำนวน 1 เรือน

2.5. สวิตช์สำหรับสลับทิศของกระแส จำนวน 1 อัน

2.6. ฐานตั้งสามารถปรับระดับได้ทั้งสามขา (Tripod base) จำนวน 1 ตัว

2.6.1. ฐานปรับระดับเป็นเกลียวพลาสติกทั้งสามขา

2.6.2. ยึดจับแท่งโลหะเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 มม. ถึง 14 มม.

2.6.3. สกรูทำจากเหล็กโดยมีตัวบิดทำจากพลาสติก

2.7. อุปกรณ์ประกอบอื่นๆครบสมบูรณ์พร้อมที่จะทำการทดลองได้

3. คุณลักษณะอื่น ๆ

3.1. ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ โดยให้ยื่นขอเข้าเสนอราคา

3.2. คู่มือประกอบการทดลอง 1 ชุด

3.3. รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี

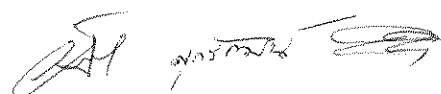
ชุดทดลองปฏิกิริยาควอนตัมของแสงและปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกโดยใช้แผ่นกรองแสง

1. คุณลักษณะทั่วไป

1.1 เป็นชุดอุปกรณ์เพื่อใช้ศึกษาปรากฏการณ์ Photoelectric

1.2 สามารถนำมาอธิบายปฏิกิริยาควอนตัมของแสง และหาค่าคงที่ของแสงได้

/2. คุณลักษณะ...



## 2. คุณสมบัติเฉพาะ

### 2.1 โฟโตเซลล์ จำนวน 1 อัน

- 2.1.1 สำหรับทดลองเรื่องปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กทริกเพื่อหาค่าคงที่ของแพลงค์
- 2.1.2 บรรจุอยู่ในกล่องพลาสติกที่มีฝาโลหะ
- 2.1.3 กระแสสำหรับขั้วแคโทดสูงสุดไม่เกิน 6 ไมโครแอมป์
- 2.1.4 มีช่องเปิดให้แสงเข้า 2 แบบ คือ แบบรูกลม และ แบบช่องสลิต

### 2.2 ตัวต้านทานปรับค่าได้ 100 โอห์ม 1.8 แอมป์ จำนวน 1 อัน

### 2.3 ชุดเลนส์กระจกกรองแสงสีชนิดแทรกสอด (Interference filter) จำนวน 1 ชุด

- 2.3.1 กรองแสงให้แสงที่มีความยาวคลื่นเดียว 1 ชุด
- 2.3.2 ประกอบด้วยเลนส์กรองแสงความยาวคลื่นต่างๆ 3 แผ่น ได้แก่
  - 2.3.2.1 เลนส์กระจกกรองแสงสีเหลือง (578 nm) 1 แผ่น
  - 2.3.2.2 เลนส์กระจกกรองแสงสีเขียว (546 nm) 1 แผ่น
  - 2.3.2.3 เลนส์กระจกกรองแสงสีน้ำเงิน (436 nm) 1 แผ่น
- 2.3.3 สามารถติดเข้ากับที่ยึดเลนส์ได้เป็นอย่างดี
- 2.3.4 ค่าความกว้าง Half width ประมาณ 10 nm
- 2.3.5 ประกอบบนที่ครอบโลหะเพื่อป้องกันการแตกหัก
- 2.3.6 เส้นผ่านศูนย์กลางแผ่นกรองแสงสี 40 มม.

### 2.4 ชุดเลนส์กระจกกรองแสงสีชนิดแทรกสอด (Interference filter) จำนวน 1 ชุด

- 2.4.1 กรองให้แสงที่มีความยาวคลื่นเดียว 1 ชุด
- 2.4.2 ประกอบด้วยเลนส์กรองแสงความยาวคลื่นต่างๆ 2 อัน ได้แก่
  - 2.4.2.1 เลนส์กระจกกรองแสงสีน้ำเงิน (405 nm) 1 แผ่น
    - 2.4.2.1.1 ค่าความกว้าง Half width ประมาณ 10 -15 nm
  - 2.4.2.2 เลนส์กระจกกรองแสง UV (360 nm) 1 แผ่น
    - 2.4.2.2.1 ค่าความกว้าง Half width ประมาณ 10 - 15 nm
- 2.4.3 สามารถติดเข้ากับที่ยึดเลนส์ได้เป็นอย่างดี
- 2.4.4 ประกอบบนที่ครอบโลหะเพื่อป้องกันการแตกหัก
- 2.4.5 เส้นผ่านศูนย์กลางแผ่นกรองแสงสี 40 มม.

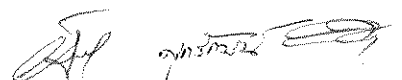
### 2.5 กล่องสำหรับใส่หลอดฮาโลเจน 12 โวลต์ 10 วัตต์ จำนวน 1 กล่อง

- 2.5.1 กล่องพลาสติกที่มีฝาโลหะที่สามารถถอดออกได้
- 2.5.2 มีช่องสำหรับให้แสงออก
- 2.5.3 มีช่องเสียบสายไฟสำหรับต่อกับแหล่งจ่ายไฟ
- 2.5.4 หลอดฮาโลเจน 12 โวลต์ 10 วัตต์ จำนวน 1 หลอด

### 2.6 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) จำนวน 1 เครื่อง

- 2.6.1 มีวงจรป้องกันการลัดวงจร และ วงจรตัดกระแสไฟเกิน
- 2.6.2 ช่วงของการจ่ายกระแส
  - 2.6.2.1 กระแสตรง ปรับได้ 0 ถึง 2 A
  - 2.6.2.2 กระแสสลับ สูงสุด 5 A

/2.6.3 ช่วงของการ...





- 2.6.3 ช่วงของการจ่ายความต่างศักย์
    - 2.6.3.1 กระแสตรง ปรับได้ 0 ถึง 12 VDC
    - 2.6.3.2 กระแสสลับ เลือกได้ 6, 12 VAC
  - 2.7 เครื่องขยายสัญญาณ จำนวน 1 เครื่อง
    - 2.7.1 สามารถขยายสัญญาณความต่างศักย์ได้ทั้งกระแสตรงและกระแสสลับ
    - 2.7.2 เลือกรูปแบบการทำงานได้ 2 แบบคือ
      - 2.7.2.1 โหมด electrometer ความต้านทานอินพุตมากกว่า  $10^{13} \Omega$
      - 2.7.2.2 โหมด low drift ความต้านทานอินพุต  $10 \text{ k}\Omega$
    - 2.7.3 สามารถเลือกการขยายสัญญาณได้ 1, 10,  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$ ,  $10^5$  เท่า
    - 2.7.4 ความคลาดเคลื่อนในการขยายสัญญาณน้อยกว่า 3%
    - 2.7.5 มีสวิตช์สำหรับกักคายประจุ (discharging switch)
    - 2.7.6 เลือกค่า time constant ได้ 0, 0.1, 0.3, 1, 3 วินาที
  - 2.8 มัลติมิเตอร์ แบบดิจิตอล จำนวน 2 เครื่อง
  - 2.9 สายไฟเพียงพอสำหรับการต่อวงจร จำนวน 1 ชุด
  - 2.10 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ครบสมบูรณ์พร้อมที่จะทำการทดลองได้
3. รายละเอียดอื่น ๆ
- 3.1 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศ โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคา
  - 3.2 คู่มือประกอบการทดลองไม่น้อยกว่า 1 ชุด
  - 3.3 รับประกันคุณภาพ ไม่น้อยกว่า 1 ปี

#### 5. ระยะเวลาดำเนินการ

ปีงบประมาณ พ.ศ.2565

#### 6. ระยะเวลาส่งมอบพัสดุ

ภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามสัญญา

#### 7. วงเงินในการจัดหา

วงเงินงบประมาณที่ใช้ในการจัดหาในครั้งนี้ 1,316,000 (หนึ่งล้านสามแสนหนึ่งหมื่นหกพันบาทถ้วน)

#### 8. การจ่ายเงิน

เมื่อผู้ขายได้ส่งมอบพัสดุ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร และคณะกรรมการได้ตรวจรับเรียบร้อยแล้ว ตามรายละเอียดแนบท้ายสัญญา

#### 9. การลงนามสัญญา

การจัดซื้อจัดจ้างครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2565 มีผลใช้บังคับและได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2565 จากสำนักงบประมาณแล้ว และกรณีที่หน่วยงานของรัฐไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณเพื่อการจัดซื้อจัดจ้างในครั้งดังกล่าว หน่วยงานของรัฐสามารถยกเลิกการจัดซื้อจัดจ้างได้

/10. ติดต่อบ...

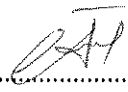


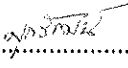
**10. ติดต่อสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่**

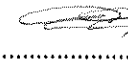
ชื่อผู้ติดต่อ      มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร (งานพัสดุ สำนักงานอธิการบดี)  
69 หมู่ 1 ตำบลนครชุม อำเภอเมือง จังหวัดกำแพงเพชร 62000  
โทรศัพท์      0-5570-6555 ต่อ 1080 หรือ 0-5570-6554 โทรสาร 0-5570-6518  
E-mail      [eprocurement@kpru.ac.th](mailto:eprocurement@kpru.ac.th)

หากท่านต้องการเสนอแนะ วิจารณ์ หรือมีความเห็นเกี่ยวกับงานดังกล่าว โปรดให้ความเห็นเป็นลายลักษณ์อักษรหรือทางเว็บไซต์มายังหน่วยงาน ตามรายละเอียดที่อยู่ข้างต้น โดยระบุชื่อ ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ ที่สามารถติดต่อได้

ประกาศ ณ วันที่ 16 ธันวาคม 2564 สิ้นสุดวันวิจารณ์ วันที่ 22 ธันวาคม 2564

ลงชื่อ..........ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิจิตร ฤทธิธรรม)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวัฒน์ วิสุทธิศรีกุล)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพโรจน์ เอกอุฬาร)