

## ร่างขอบเขตงาน (Term Of Reference : TOR)

ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 1 ชุด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

ด้วยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ซึ่งต่อไปในเอกสารนี้เรียกว่า “มหาวิทยาลัยฯ” มีความประสงค์จัดซื้อครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 1 ชุด จำนวนวงเงิน 1,308,100 บาท (หนึ่งล้านสามแสนแปดพันหนึ่งร้อยบาทถ้วน) เพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนเชิงวิชาชีพ ทางด้านวิชาชีพ พัฒนาห้องปฏิบัติการพื้นฐาน และศูนย์ความเชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านวิชาชีพ และการบูรณาการ การจัดการเรียนการสอนกับการปฏิบัติงานจริง โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1. หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันและอนาคต ทุกประเทศมุ่งเน้นที่จะพัฒนากำลังคนให้มีขีดความสามารถที่สูงขึ้น เพื่อสามารถแข่งขันในตลาดโลก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา มียุทธศาสตร์ด้านการผลิตบัณฑิต ให้เป็นบัณฑิตนักปฏิบัติ ที่มีความรู้ความสามารถ ทักษะและความชำนาญ โดยเน้นการเรียน การสอนด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและภาษา เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลาย เสริมสร้างศักยภาพที่มีอยู่แล้วของผู้เรียนให้ได้พัฒนาอย่างเต็มที่ ซึ่งสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ของประเทศ ด้านการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในเชิงธุรกิจและสร้างนวัตกรรมที่ทันสมัย

ปัจจุบัน แผนกวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร จังหวัดเชียงใหม่ รับผิดชอบต่อการเรียนการสอนนักศึกษาวิศวกรรมทุกสาขาได้แก่ สาขาวิศวกรรม อุตสาหการ ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ คอมพิวเตอร์ เครื่องกล แม่พิมพ์ เหมืองแร่ โยธา และ สิ่งแวดล้อม โดยในแต่ละภาคการศึกษา จะมีนักศึกษาเรียนรวมกันทั้งสิ้นประมาณ 1,100 คน ซึ่งในแต่ละภาคเรียนจะต้องจัดห้องห้องเรียนจำนวนห้องทั้งสิ้น 30 ห้อง

เนื่องจากความถี่ในการใช้งานในแต่ละวันมีปริมาณสูงมาก อยู่ในระดับ 6 – 9 ชั่วโมงการทำงาน/วัน ทำให้ในบางชุดปฏิบัติการนั้น มีอุปกรณ์บางส่วนเกิดการชำรุด และเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวทางแผนกได้พยายามทำการซ่อมแซมมาโดยตลอด แต่อย่างไรก็ตาม ยังมีอุปกรณ์บางส่วนที่ไม่สามารถซ่อมแซมให้กลับมาใช้ได้ดังเดิม ส่งผลให้นักศึกษาที่จะต้องใช้ในครั้งต่อไป ไม่สามารถทำการศึกษาได้ ซึ่งจะกระทบต่อเนื่องไปยังคุณภาพในการจัดการศึกษา

ดังนั้น ทางแผนกจึงขอครุภัณฑ์ฟิสิกส์สำหรับวิศวกร เพื่อทดแทนและเพิ่มประสิทธิภาพ สำหรับนำมา  
ทดแทนอุปกรณ์บางส่วนที่ไม่สามารถซ่อมแซมได้เพื่อให้ชุดปฏิบัติการเดิมที่มีอยู่สามารถนำมาใช้งานได้ต่อไป  
อันจะเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาและส่วนราชการในการประหยัดงบประมาณ อีกทั้งครุภัณฑ์ในส่วนที่เสนอขอ  
เพิ่มเติมนี้ยังมีส่วนในการช่วยลดการใช้งานของชุดปฏิบัติการลงจากเดิมวันละ 9 ชั่วโมงการทำงาน/วัน ซึ่งเริ่มใช้  
งานตั้งแต่เวลา 08.00-17.00 น. ลงมาเป็นวันละ 6 ชั่วโมงการทำงาน/วัน โดยทางแผนกจะนำอุปกรณ์บางส่วน  
ที่ทางแผนกมีอยู่มาประกอบกันเป็นชุดใหม่ ซึ่งจะมีผลให้เครื่องมืออุปกรณ์การทดลองมีอายุการใช้งานได้ยาว  
ขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อจัดหาครุภัณฑ์ทางการศึกษา โครงการครุภัณฑ์ฟิสิกส์สำหรับวิศวกรเพื่อทดแทนและเพิ่ม  
ประสิทธิภาพ สำหรับให้ชุดปฏิบัติการเดิมที่มีอยู่สามารถนำมาใช้งานในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมี  
ประสิทธิภาพ

2.2 เพื่อใช้ในการฝึกทักษะและความชำนาญในการปฏิบัติงานทางด้านวิทยาศาสตร์ ให้กับนักศึกษา

2.3 เพื่อใช้ในการวิจัยและพัฒนา

## 3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

3.1 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อดังกล่าว

3.2 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ถูกระบุชื่อในรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการ และได้แจ้งเวียนชื่อแล้ว

3.3 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่  
มหาวิทยาลัยฯ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการ  
แข่งขันราคาอย่างเป็นธรรมในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

3.4 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่  
รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์ความคุ้มกันเช่นนั้น

3.5 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกประเมินสิทธิผู้เสนอราคาในสถานะที่ห้ามเข้าเสนอราคาและห้าม  
ทำสัญญาตามที่ กวพ. กำหนด

3.6 บุคคลหรือนิติบุคคลที่จะเข้าเป็นคู่สัญญาต้องไม่อยู่ในฐานะเป็นผู้ไม่แสดงบัญชีรายรับรายจ่าย  
หรือแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายไม่ถูกต้องครบถ้วนในสาระสำคัญ

3.7 บุคคลหรือนิติบุคคลที่จะเข้าเป็นคู่สัญญากับหน่วยงานของรัฐ ซึ่งได้ดำเนินการจัดซื้อจัดจ้างด้วย  
ระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement : e-GP) ต้องลงทะเบียนในระบบอิเล็กทรอนิกส์ของ  
กรมบัญชีกลางที่เว็บไซต์ข้อมูลจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ



3.8 คู่สัญญาต้องรับและจ่ายเงินผ่านบัญชีธนาคาร เว้นแต่การจ่ายเงินแต่ละครั้งซึ่งมีมูลค่าไม่เกิน สามหมื่นบาทคู่สัญญาอาจจ่ายเป็นเงินสดก็ได้

3.9 มหาวิทยาลัยฯ ขอสงวนสิทธิ์ที่จะทำสัญญากับต่อเมื่อมหาวิทยาลัยฯ ได้รับงบประมาณแล้ว

#### รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์

ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการครุภัณฑ์ฟิสิกส์ ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 1 ชุด จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วยนับ
1.	ชุดปฏิบัติการ RLC	1	ชุด
2.	ชุดปฏิบัติการการหาค่าสนามแม่เหล็กและโมเมนต์แม่เหล็ก	1	ชุด
3.	ชุดปฏิบัติการการศึกษาการใช้งานออสซิลโลสโคป	2	ชุด
4.	ชุดปฏิบัติการการหาค่าประจุต่อมวล	1	ชุด
5.	ชุดปฏิบัติการการวัดความเร็วแสง	1	ชุด
6.	ชุดปฏิบัติการฟูรีเยร์เชิงแสง	1	ชุด

#### 4. คุณลักษณะเฉพาะ (Specification)

##### 4.1 ชุดปฏิบัติการ RLC

จำนวน 1 ชุด

##### 4.1.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณ

จำนวน 2 เครื่อง

4.1.1.1 ทำงานได้ดีที่ย่านความถี่ 0.2 Hz – 2 MHz

4.1.1.2 มีปุ่มปรับค่าแบบ หยาบและละเอียด

4.1.1.3 สามารถกำเนิดสัญญาณแบบ sine, triangle, square, TTL pulse

4.1.1.4 เอาท์พุท CMOS

4.1.1.5 จอแสดงภาพแบบ LED ขนาดไม่ต่ำกว่า 0.5 นิ้ว

4.1.1.6 มีวงจรป้องกัน output overload

4.1.1.7 มีขั้วรับสัญญาณไฟ DC แบบ VCF input

4.1.1.8 ใช้กับแหล่งจ่ายไฟ 220 V AC 50/60 Hz

##### 4.1.2 เครื่องกำเนิดสัญญาณ

จำนวน 2 เครื่อง

4.1.2.1 ทำงานได้ดีที่ย่านความถี่ 10 Hz ถึง 1 MHz

4.1.2.2 สามารถจ่ายสัญญาณ Sine และ Square-wave

4.1.2.3 แรงดันไฟฟ้าขาออก (Sine-wave) ไม่ต่ำกว่า 5 V<sub>rms</sub> (600 Ω load)

7

- 4.1.2.4 แรงดันไฟฟ้าขาออก (Square-wave) ไม่ต่ำกว่า  $10 V_{rms}$  (no load)
- 4.1.2.5 Distortion (Sine-wave) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.02 % (ที่ 500 Hz – 20 kHz)
- 4.1.2.6 Rise time (Square-wave) น้อยกว่า 200 นาโนวินาที
- 4.1.2.7 Overshoot (Square-wave) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2% (ที่ 1 kHz max output)
- 4.1.2.8 มีฟังก์ชัน external synchronization
- 4.1.2.9 ใช้กับแหล่งจ่ายไฟ 220 V AC 50/60 Hz
- 4.1.3 ออสซิลโลสโคปแบบอนาล็อก จำนวน 1 เครื่อง
- 4.1.3.1 มีจำนวนช่องสัญญาณอย่างน้อย 2 ช่องสัญญาณ
- 4.1.3.2 ความกว้างของคลื่นความถี่ ไม่ต่ำกว่า 20 MHz
- 4.1.3.3 มีระบบกำเนิดสัญญาณ ที่ความถี่ 1 MHz หรือ ดีกว่า
- 4.1.3.4 ความไวในการวัด 1 mV / div หรือดีกว่า
- 4.1.3.5 Input impedance selection ขนาด  $1 M\Omega$  หรือดีกว่า
- 4.1.3.6 มีฟังก์ชัน ALT Triggering
- 4.1.3.7 มี XY mode
- 4.1.3.8 ใช้กับแหล่งจ่ายไฟ 220 V AC 50/60 Hz
- 4.1.4 สายไฟที่มีขนาดและจำนวนพอเพียงสำหรับการทดลอง จำนวน 1 ชุด
- 4.1.5 กล่องตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด 0 ถึง  $1 M\Omega$  จำนวน 1 กล่อง
- 4.1.5.1 มีปุ่มปรับอย่างน้อย 7 อัน
- 4.1.5.2 ขนาดประมาณ 280 X 85 X 175 มิลลิเมตร
- 4.1.5.3 สามารถปรับได้ละเอียดครั้งละ 0.1  $\Omega$  ในช่วง 0 ถึง 999,999.9  $\Omega$
- 4.1.5.4 ค่าความคลาดเคลื่อน (Precision)
- |   |                        |
|---|------------------------|
| 4.1.5.4.1 ในช่วง $\times 0.1 \Omega$                      | $\pm(5\%+0.04 \Omega)$ |
| 4.1.5.4.2 ในช่วง $\times 1 \Omega$ และ $\times 10 \Omega$ | $\pm(2\%+0.04 \Omega)$ |
| 4.1.5.4.3 ในช่วง $\times 100 \Omega$ ถึง $100 k\Omega$    | $\pm(1\%+0.04 \Omega)$ |
- 4.2 ชุดปฏิบัติการการหาค่าสนามแม่เหล็กและโมเมนต์แม่เหล็ก จำนวน 1 ชุด
- 4.2.1 เครื่องวัดค่าแรงกระทำของสนามแม่เหล็ก (Torsion Dynamometer) จำนวน 2 เครื่อง
- 4.2.1.1 มีสเกลสำหรับวัดแรงด้านหน้าได้ 10 mN หรือมากกว่า
- 4.2.1.2 มีสเกลสำหรับวัดแรงด้านข้างได้ - 3 ถึง 3 mN หรือกว้างกว่า
- 4.2.1.3 มีตัวเลขแสดงค่า (Raw subdivision) แต่ละ 1 mN



- 4.2.1.4 สเกลสามารถอ่านค่าได้ละเอียด (Fine subdivision) 0.1 mN
- 4.2.1.5 แขนสามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด (Maximum lever load) ไม่น้อยกว่า 0.2 N
- 4.2.1.6 ความไวในการตอบสนอง (Response sensitivity) 0.05 mN หรือดีกว่า
- 4.2.1.7 มีตัวปรับศูนย์ (Zero setting knob)
- 4.2.1.8 มีตัวแสดงตำแหน่งศูนย์หรือสมดุลของแขนรับน้ำหนัก
- 4.2.1.9 มี Eddy current attenuation, shortens setting time
- 4.2.1.10 มีแท่งเหล็กสามารถยึดติดกับตัวเครื่องเพื่อตั้งหรือยึดกับตัวยึดจับ
- 4.2.1.11 มีปุ่มสำหรับหมุนเพื่ออ่านค่าแรง

#### 4.2.2 Digital Multimeter ประสิทธิภาพสูง

จำนวน 2 เครื่อง

- 4.2.2.1 เป็นดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบมือถือที่สามารถวัดแรงดัน กระแส ความต้านทาน ค่าความจุ ค่าความเหนี่ยวนำ ความถี่ และอุณหภูมิ ได้
- 4.2.2.2 แสดงผลเป็นตัวเลขแบบ LCD หรือ LED ที่แสดงค่าได้ไม่น้อยกว่า 3 ½ digit
- 4.2.2.3 ย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ต้องไม่น้อยกว่า 5 ย่านวัด
- 4.2.2.4 ย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ต้องไม่น้อยกว่า 5 ย่านวัด
- 4.2.2.5 ย่านวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง ต้องไม่น้อยกว่า 4 ย่านวัด
- 4.2.2.6 ย่านวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ ต้องไม่น้อยกว่า 4 ย่านวัด
- 4.2.2.7 ย่านวัดความต้านทาน ต้องไม่น้อยกว่า 7 ย่านวัด
- 4.2.2.8 สามารถวัดความถี่ได้ถึง 10 MHz หรือมากกว่า
- 4.2.2.9 สามารถวัดอุณหภูมิได้ - 20 ถึง +1000 องศาเซลเซียส โดยใช้หัววัดแบบ type - K
- 4.2.2.10 มี HFE Transistor test
- 4.2.2.11 มีระบบป้องกัน EN 61010-1; CAT III 600 V

#### 4.2.3 เครื่องวัดสนามแม่เหล็กพร้อมหัววัดสนามแม่เหล็ก

จำนวน 2

ชุด

- 4.2.3.1 ช่วงของการวัดสนามแม่เหล็ก 0.01 ถึง 2 เทสลา สามารถอ่านค่าได้ละเอียด 1 มิลลิเทสลา
- 4.2.3.2 ช่วงของการวัดสนามแม่เหล็ก 1 ถึง 200 มิลลิเทสลา สามารถอ่านค่าได้ละเอียด 0.1 มิลลิ เทสลา
- 4.2.3.3 สามารถสลับช่วงการวัดได้แบบอัตโนมัติ
- 4.2.3.4 ความแม่นยำ (Precision) 5% หรือดีกว่า
- 4.2.3.5 ที่หัววัดมีช่องสกรูสำหรับยึดจับแท่งเหล็กเพื่อใช้ตั้งกับฐานตั้งหรือที่ยึดจับอื่น ๆ ได้
- 4.2.3.6 การเชื่อมต่อหัววัดกับเครื่องเป็น DIN connector

 21/10/53

4.2.3.7 ใช้แหล่งจ่ายไฟแบบอเด็คเตอร 6-12 VDC

#### 4.3 ชุดปฏิบัติการการศึกษาการใช้งานออสซิลโคป

จำนวน 2 ชุด

##### แต่ละชุดประกอบด้วย

##### 4.3.1 ออสซิลโคปแบบอนาล็อก

จำนวน 1 เครื่อง

4.3.1.1 มีจำนวนช่องสัญญาณอย่างน้อย 2 ช่องสัญญาณ

4.3.1.2 ความกว้างของคลื่นความถี่ ไม่ต่ำกว่า 20 MHz

4.3.1.3 มีระบบกำเนิดสัญญาณ ที่ความถี่ 1 MHz หรือ ดีกว่า

4.3.1.4 ความไวในการวัด 1 mV / div หรือดีกว่า

4.3.1.5 Input impedance selection ขนาด 1 M $\Omega$  หรือดีกว่า

4.3.1.6 มีฟังก์ชัน ALT Triggering

4.3.1.7 มี XY mode

4.3.1.8 ใช้กับแหล่งจ่ายไฟ 220 V AC 50/60 Hz

##### 4.3.2 Digital Multimeter คุณภาพสูง

จำนวน 1 เครื่อง

4.3.2.1 เป็นดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบมือถือที่สามารถวัดแรงดัน กระแส ความต้านทาน ค่าความจุ  
ค่าความเหนี่ยวนำ ความถี่ และอุณหภูมิ ได้

4.3.2.2 แสดงผลเป็นตัวเลขแบบ LCD หรือ LED ที่แสดงค่าได้ไม่น้อยกว่า 3 ½ digit

4.3.2.3 ย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ต้องไม่น้อยกว่า 5 ย่านวัด

4.3.2.4 ย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ต้องไม่น้อยกว่า 5 ย่านวัด

4.3.2.5 ย่านวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง ต้องไม่น้อยกว่า 4 ย่านวัด

4.3.2.6 ย่านวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ ต้องไม่น้อยกว่า 4 ย่านวัด

4.3.2.7 ย่านวัดความต้านทาน ต้องไม่น้อยกว่า 7 ย่านวัด

4.3.2.8 สามารถวัดความถี่ได้ถึง 10 MHz หรือมากกว่า

4.3.2.9 สามารถวัดอุณหภูมิได้ - 20 ถึง +1000 องศาเซลเซียส โดยใช้หัววัดแบบ type - K

4.3.2.10 มี HFE Transistor test

4.3.2.11 มีระบบป้องกัน EN 61010-1; CAT III 600 V

##### 4.3.3 กล่องตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด 0 ถึง 1 M $\Omega$

จำนวน 1 กล่อง

4.3.3.1 มีปุ่มปรับ 7 อัน

4.3.3.2 ขนาดประมาณ 280 X 85 X 175 มิลลิเมตร

4.3.3.3 สามารถปรับได้ละเอียดครั้งละ 0.1  $\Omega$  ในช่วง 0 ถึง 999,999.9  $\Omega$



#### 4.3.3.4 ค่าความคลาดเคลื่อน (Precision)

4.3.3.4.1 ในช่วง $\times 0.1 \Omega$	$\pm(5\%+0.04 \Omega)$
4.3.3.4.2 ในช่วง $\times 1 \Omega$ และ $\times 10 \Omega$	$\pm(2\%+0.04 \Omega)$
4.3.3.4.3 ในช่วง $\times 100 \Omega$ ถึง $100 \text{ k}\Omega$	$\pm(1\%+0.04 \Omega)$

#### 4.4 ชุดปฏิบัติการการหาค่าประจุต่อมวล

จำนวน 1 ชุด

##### 4.4.1 หลอดกำเนิดอิเล็กตรอน

จำนวน 2 หลอด

4.4.1.1 ภายในหลอดบรรจุแก๊สนีออน และมีช่องแบ่งสเกลฉาบสารเรืองแสงบอกระยะรัศมีอิเล็กตรอนซึ่งเคลื่อนที่เป็นแนวโค้ง

4.4.1.2 ความดันภายในหลอดไม่น้อยกว่า  $0.004 \text{ mbar}$

4.4.1.3 หลอดแก้วมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ  $170 \text{ มิลลิเมตร}$  ด้านหัวและท้ายหลอดปิดครอบด้วยพลาสติกเพื่อให้นำไปวางกับชุดลดเฮล์มโฮลทซ์ในแนวนอนได้ โดยที่ด้านปลายด้านใดด้านหนึ่งมีช่องสำหรับให้จ่ายค่าความต่างศักย์ Heat Cathod, ความต่างศักย์ที่ขั้ว Cathod และ Anode ได้

4.4.1.4 สามารถจ่ายความต่างศักย์ที่ Heat Cathod ไม่น้อยกว่า  $6.3 \text{ V}$

4.4.1.5 สามารถจ่ายความต่างศักย์ที่ขั้ว Cathod สูงสุดไม่เกิน  $-50 \text{ V}$

4.4.1.6 สามารถจ่ายความต่างศักย์ที่ขั้ว Anode สูงสุดไม่น้อยกว่า  $+250 \text{ V}$

4.4.1.7 ขนาดโดยรวมของหลอดประมาณ  $47 \text{ เซนติเมตร}$

##### 4.4.2 Digital Multimeter คุณภาพสูง

จำนวน 2 เครื่อง

4.4.2.1 เป็นดิจิตอลมัลติมิเตอร์แบบมือถือที่สามารถวัดแรงดัน กระแส ความต้านทาน ค่าความจุ ค่าความเหนี่ยวนำ ความถี่ และอุณหภูมิ ได้

4.4.2.2 แสดงผลเป็นตัวเลขแบบ LCD หรือ LED ที่แสดงค่าได้ไม่น้อยกว่า  $3 \frac{1}{2} \text{ digit}$

4.4.2.3 ย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ต้องไม่น้อยกว่า 5 ย่านวัด

4.4.2.4 ย่านวัดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ ต้องไม่น้อยกว่า 5 ย่านวัด

4.4.2.5 ย่านวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง ต้องไม่น้อยกว่า 4 ย่านวัด

4.4.2.6 ย่านวัดกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ ต้องไม่น้อยกว่า 4 ย่านวัด

4.4.2.7 ย่านวัดความต้านทาน ต้องไม่น้อยกว่า 7 ย่านวัด

4.4.2.8 สามารถวัดความถี่ได้ถึง  $10 \text{ MHz}$  หรือมากกว่า

4.4.2.9 สามารถวัดอุณหภูมิได้  $-20$  ถึง  $+1000$  องศาเซลเซียส โดยใช้หัววัดแบบ type - K

4.4.2.10 มี HFE Transistor test



#### 4.5 ชุดปฏิบัติการการวัดความเร็วแสง

จำนวน 1 ชุด

##### 4.5.1 เครื่องวัดความเร็วแสง (Speed of light meter)

จำนวน 1 เครื่อง

4.5.1.1 สร้างความถี่ (Modulation frequency) ไม่น้อยกว่า 50 MHz (quartz stabilized)

4.5.1.2 Tolerance สูงสุด 5% หรือดีกว่า

4.5.1.3 ระบบป้องกัน (Protective class) Laser Class 2

4.5.1.4 แสดงผลแบบดิจิตอล 3-place LED-Display

4.5.1.5 ใช้แหล่งจ่ายไฟ 12 VDC

4.5.1.6 Power consumption 5 W หรือดีกว่า

4.5.1.7 มีปุ่มโหมด สำหรับเลือกการทำงาน โดยสามารถเลือกโหมด ความถี่ ( $f_{emit}$ ), เฟสสัญญาณ

( $\Delta\phi$ ), โหมดเวลา ( $\Delta t \cdot 1000$ ) และ โหมดระยะทาง ( $\Delta X$ ) ได้ หรือเลือกโหมดได้มากกว่านี้

4.5.1.8 มีช่องสำหรับให้แสงเลเซอร์

4.5.1.9 ด้านหลังมีแคลมป์สำหรับยึดจับ

4.5.1.10 มีปุ่ม Calibration

4.5.1.11 ที่โหมดเริ่มต้นที่เครื่องเริ่มทำงานโดยจ่ายค่าความต่างศักย์จากแหล่งจ่ายไฟแบตเตอรี่หน้า

จอแสดงผลจะแสดงคำว่า OFF

4.5.1.12 มี USB-port สำหรับเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์

4.5.1.13 มี Modulation frequency BNC socket

4.5.1.14 มี Signal emitted/Signal received BNC sockets

##### 4.5.2 แหล่งจ่ายไฟ 12 VDC สำหรับใช้กับเครื่องวัดความเร็วแสง

จำนวน 1 อัน

##### 4.5.3 รางโลหะสำหรับวางอุปกรณ์การทดลอง

จำนวน 1 อัน

4.5.3.1 มีสเกลอ่านค่าอยู่ด้านข้างราง

4.5.3.2 ยาวไม่น้อยกว่า 1800 มิลลิเมตร

##### 4.5.4 ที่ยึดวัตถุสำหรับตั้งบนราง

จำนวน 2 อัน

4.5.4.1 มีมาร์คสำหรับไว้อ่านค่าตำแหน่งด้านข้าง

4.5.4.2 สามารถยึดจับแท่งเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 12 มิลลิเมตร ได้

##### 4.5.5 อุปกรณ์สำหรับยึดจับเครื่องวัดความเร็วแสงกับรางโลหะ

จำนวน 1 อัน

##### 4.5.6 กระจกสะท้อนแสง (Retro-reflector) พร้อมแท่งเหล็ก

จำนวน 1 อัน

##### 4.5.7 ท่อสำหรับใส่ของเหลว พร้อมฐานตั้ง

จำนวน 1 อัน



4.5.8 แท่งแก้วอะคริลิกทรงกระบอก (Acrylic glass cylinder) พร้อมที่ยึดจับ	จำนวน 1 แท่ง
<b>4.6 ชุดปฏิบัติการฟิสิกส์เชิงแสง</b>	<b>จำนวน 1 ชุด</b>
4.6.1 ฐานแบบกระดานโลหะ (Steel Breadboard)	จำนวน 1 ชุด
4.6.1.1 เป็นฐานโลหะ เจาะรูแบบมีสกรู สำหรับใส่ ตัวยึดจับอุปกรณ์	
4.6.1.2 ขนาด ไม่น้อยกว่า 60 cm X 120 cm	จำนวน 1 ตัว
4.6.1.3 ขนาด ไม่น้อยกว่า 30 cm X 45 cm	จำนวน 1 ตัว
4.6.2 ชุดกำเนิดแสงเลเซอร์	จำนวน 1 ชุด
4.6.2.1 เลเซอร์ชนิด He – Ne ความยาวคลื่น 632.8 nm มีกำลังไม่น้อยกว่า 2 mW	จำนวน 1 เครื่อง
4.6.2.2 เลเซอร์ไดโอด ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร Class II หรือดีกว่า	จำนวน 1 เครื่อง
4.6.3 ที่ยึดกระจกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว	จำนวน 2 อัน
4.6.4 เลนส์นูน	จำนวน 1 อัน
4.6.4.1 ความยาวโฟกัส 50 มิลลิเมตร	
4.6.4.2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว	
4.6.5 ที่ยึดจับอุปกรณ์เอนกประสงค์	จำนวน 4 อัน
4.6.6 Non-Polarizing Beamsplitter Cube, 400–700 nm	จำนวน 1 อัน
4.6.7 แท่นยึดแบบหมุนได้ความละเอียดสูง	จำนวน 1 อัน
4.6.8 แผ่น Plexiglas ความหนา 8 มิลลิเมตร	จำนวน 1 อัน
4.6.9 แผ่น Plexiglas ความหนา 12 มิลลิเมตร	จำนวน 1 อัน
4.6.10 ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์พร้อมเซนเซอร์	จำนวน 1 ชุด
4.6.11 เครื่องมือวัดค่า LCR/ESR 100 Hz– 100 kHz	จำนวน 1 เครื่อง
4.6.11.1 สามารถวัดค่า R (ความต้านทาน), C (ความจุไฟฟ้า), L (ความเหนี่ยวนำ), DCR, ESR, D, Q	
4.6.11.2 หน้าจอแสดงผล LCD 4 ½ digit ซึ่งสามารถไขว้ได้ 2 ค่าพร้อมกัน และมีกราฟแท่งแสดงผล	
4.6.11.3 มีปุ่ม CAL สามารถทำ OPEN/Short Calibration ได้	
4.6.11.4 สามารถใช้งานได้กับแบตเตอรี่หรือใช้กับ AC/DC Adaptor ได้	
4.6.11.5 มีปุ่ม Data Hold สามารถเก็บบันทึกได้ และสามารถเก็บบันทึก ผ่าน USB– Interface	
4.6.11.6 มีฟังก์ชัน Relative Mode เพื่อ เปรียบเทียบค่าที่วัดได้ครั้งแรกกับค่าที่วัดได้ครั้งหลัง	
4.6.11.7 Capacitance Range : 200/2000 pF, 20 nF, 20/200 $\mu$ F, 2/20 mF	
4.6.11.8 Resistance Range : 20/200 $\Omega$ , 2/20/200 k $\Omega$ , 2/20/200 M $\Omega$	
4.6.11.9 Inductance Range : 20/200/2000 $\mu$ H, 20/200 mH, 20/2000 H, 20 kH	

  

- 4.6.11.10 DCR : 200  $\Omega$  ~ 200 M $\Omega$
- 4.6.11.11 ESR : 0.00  $\Omega$  ~ 20.0 M $\Omega$
- 4.6.11.12  $\theta$  phase angle :  $-180^\circ \sim +180^\circ$
- 4.6.11.13 D/Q : 0.001 ~ 1999
- 4.6.11.14 Measurement Frequency : 100/120 Hz; 1/10/100 kHz
- 4.6.11.15 Capacitance Resolution : 0.01 pF หรือละเอียดกว่า
- 4.6.11.16 Resistance Resolution : 1 M $\Omega$  หรือละเอียดกว่า
- 4.6.11.17 Inductance Resolution : 0.001  $\mu$ H หรือละเอียดกว่า
- 4.6.12 กล้องถ่ายภาพความร้อน 60 x 60 พิกเซล จำนวน 1 เครื่อง
- 4.6.12.1 หน้าจอ 2.8 นิ้ว LCD พร้อมตัวนำทางและกล้องสำหรับจับภาพ
- 4.6.12.2 ความละเอียดของภาพ 60 x 60 พิกเซล
- 4.6.12.3 สามารถวัดค่าความร้อนจากรูปภาพที่จับได้
- 4.6.12.4 มี 5 สีที่บอกค่าความต่างของอุณหภูมิได้
- 4.6.12.5 สามารถเก็บค่าความจำด้วย SD การ์ด
- 4.6.12.6 สามารถบอกค่าความต่างของอุณหภูมิก่อนและหลังได้
- 4.6.12.7 Temperature Range :  $-20^\circ\text{C}$  ถึง  $300^\circ\text{C}$  /  $-4^\circ\text{F}$  ถึง  $572^\circ\text{F}$  ;  $0.1^\circ$  Resolution
- 4.6.12.8 Thermal Sensivity :  $0.3^\circ\text{C}$
- 4.6.12.9 Accuracy :  $\pm 2\%$  or  $2^\circ\text{C}$
- 4.6.12.10 Display : 60 mm (2.4") Color TFT
- 4.6.12.11 Thermal Resolution : 60 x 60 Pixel
- 4.6.12.12 Emissivity : 0.1 – 1.0
- 4.6.12.13 Wave length Range : 8 – 14  $\mu\text{m}$
- 4.6.12.14 Image Frequency : 6 Hz
- 4.6.13 ออสซิลโลสโคปขนาดไม่น้อยกว่า 60 MHz ไม่น้อยกว่า 4 ช่องสัญญาณ จำนวน 1 เครื่อง
- 4.6.13.1 เป็นออสซิลโลสโคป ที่ใช้วัดสัญญาณขนาด DC ถึง 60 MHz
- 4.6.13.2 สามารถวัดสัญญาณได้พร้อมกัน 4 ช่องสัญญาณ
- 4.6.13.3 มีซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการควบคุมและ สามารถ เก็บบันทึกค่าได้
- 4.6.13.4 สามารถเก็บบันทึกรูปสัญญาณได้ และอ่านค่าต่าง ๆ ได้บนจอภาพ
- 4.6.13.5 สามารถ เชื่อมสัญญาณผ่าน PC โดยใช้ช่อง USB หรือ LAN ได้
- 4.6.13.6 ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 220 V 50 Hz




- 4.6.13.7 Bandwidth : 60 MHz
- 4.6.13.8 Real time sample rate : 500 MSa/s
- 4.6.13.9 Vertical sensitivity : 2 mV/div to 5 V/div
- 4.6.13.10 Time base range : 5 ns/div to 100 s/div
- 4.6.13.11 Input coupling : DC, AC, Ground
- 4.6.13.12 Input impedance : 1 M $\Omega$  / 10 pF  $\pm$  5 pF
- 4.6.13.13 Trigger type : Alternate / Edge / Video / Pulse / Slope
- 4.6.13.14 Trigger modes : Single, Normal, Auto
- 4.6.13.15 Trigger Acquisition : Sample, Peak, Detect, Average
- 4.6.13.16 Auto measurements
  - 4.6.13.16.1  $V_{pp}$ ,  $V_{max}$ ,  $V_{min}$ ,  $V_{top}$ ,  $V_{base}$ ,  $V_{avg}$ ,  $V_{rms}$ , Overshoot, Preshoot  
Frequency, period, +width, -width, +duty cycle,  
-duty cycle, rise time, fall time, delay
- 4.6.13.17 Math functions : +, -, x, invert, FFT
- 4.6.13.18 สายไฟ AC Power Cord จำนวน 1 เส้น
- 4.6.13.19 สายวัดสัญญาณขนาด DC ถึง 100 MHz หรือมากกว่า Attenuater 10 : 1  
จำนวนไม่น้อยกว่า 4 เส้น หรือจำนวนเท่ากับช่องสัญญาณวัด
- 4.6.13.20 ซีดี 1 แผ่น สำหรับเชื่อมต่อซอฟต์แวร์
- 4.6.13.21 สาย USB 1 เส้น
- 4.6.14 เตาเผาอุณหภูมิสูง จำนวน 1 เครื่อง
  - 4.6.14.1 เครื่องใช้สำหรับการเผาตัวอย่าง สามารถเผาได้ที่อุณหภูมิสูงสุด 1200 องศาเซลเซียส  
(อุณหภูมิสูงสุดที่ แนะนำในการใช้งานเครื่องไม่เกิน 1000 องศาเซลเซียส)
  - 4.6.14.2 มีความจุประมาณ 4.5 ลิตร
  - 4.6.14.3 มีการควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบ Digital PID Controller
  - 4.6.14.4 มีขนาดภายในเตาเผา (Internal) ประมาณ 150 x 300 x 100 มิลลิเมตร (W x D x H)
  - 4.6.14.5 มีขนาดของเครื่อง (External) ประมาณ 420 x 535 x 520 มิลลิเมตร (W x D x H)
  - 4.6.14.6 ตัวเครื่องภายนอกทำจากเหล็กเคลือบสี (Steel, powder coating)
  - 4.6.14.7 อุปกรณ์ทำความร้อน (Heater) เป็น Kantal
  - 4.6.14.8 มีฉนวนทำจากใยเซรามิค (Ceramic fiber)
  - 4.6.14.9 มีหน้าจอแสดงผลของอุณหภูมิเป็นตัวเลขดิจิทัล



- 4.6.14.10 สามารถตั้งเวลาการทำงานได้สูงสุด 99 ชั่วโมง 59 นาที
- 4.6.14.11 มีระบบป้องกันกระแสไฟรั่ว ELB (Earth Leakage Circuit Breaker)
- 4.6.14.12 มีไฟแสดงการทำงานของ Heater
- 4.6.14.13 ขนาดของฮีตเตอร์ 2600 วัตต์
- 4.6.14.14 ใช้ไฟฟ้า 220 V, 50/60Hz
- 4.6.14.15 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษอย่างละ 1 ฉบับ
- 4.6.14.16 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากบริษัทที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 และ ISO 14001

## 5. รายละเอียดอื่นๆ

- ครุภัณฑ์ทั้งหมดต้องเป็นของใหม่ ไม่เคยผ่านการใช้งานมาก่อน
- ผู้เสนอราคาจะต้องรับประกันการใช้งานครุภัณฑ์และการติดตั้งต่าง ๆ เป็นระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 1 ปี ในกรณีเกิดการเสียหายจากการใช้งานตามปกติ

## 6. ระยะเวลาดำเนินการ

ภายใน 120 วัน นับถัดจากลงนามในสัญญา

## 7. ระยะเวลาส่งมอบของหรืองาน

งวดเดียว ภายใน 120 วัน

## 8. แผนการใช้จ่ายงบประมาณ (ระบุจำนวนเงิน)

งบประมาณโครงการ 1,308,100 บาท (หนึ่งล้านสามแสนแปดพันหนึ่งร้อยบาทถ้วน)

ราคากลาง 1,308,100 บาท (หนึ่งล้านสามแสนแปดพันหนึ่งร้อยบาทถ้วน)



9. สถานที่ติดต่อเพื่อขอทราบข้อมูลเพิ่มเติมและส่งข้อเสนอแนะ วิจารณ์ หรือแสดงความคิดเห็น

สามารถส่งข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ วิจารณ์เกี่ยวกับร่างขอบเขตของงานได้ที่

สถานที่ติดต่อ งานพัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

เลขที่ 128 ถนนห้วยแก้ว ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50300

โทรศัพท์ 0-5392-1444 ต่อ 1321

โทรสาร 0-5392-1444 ต่อ 1321

เว็บไซต์ <http://www.rmutl.ac.th>

E-Mail [pasadu@rmutl.ac.th](mailto:pasadu@rmutl.ac.th)

สาธารณชนที่ต้องการเสนอแนะ วิจารณ์ หรือมีความเห็น ต้องเปิดเผยชื่อและที่อยู่ของผู้ให้ข้อเสนอแนะ วิจารณ์ หรือมีความเห็นด้วย

คณะกรรมการร่างขอบเขตงาน



(นายสุวิทย์ ณะศานวรคุณ)



(นายศิริพงษ์ สมวรรณ)



(นายพิศักดิ์ อำมา)

วิเทศกิจ



ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและราคากลาง (ราคาอ้างอิง)  
ในการจัดซื้อจัดจ้างที่มีใช้งานก่อสร้าง

๑. ชื่อโครงการ ชุดครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ตำบลช้างเผือก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่  
/หน่วยงานเจ้าของโครงการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร
๒. วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรจำนวน ๑,๓๐๘,๑๐๐ บาท (หนึ่งล้านสามแสนแปดพันหนึ่งร้อย  
บาทถ้วน)
๓. วันที่กำหนดราคากลาง(ราคาอ้างอิง) ๑๖ ตุลาคม ๒๕๖๐  
เป็นเงิน ๑,๓๐๘,๑๐๐ บาท (หนึ่งล้านสามแสนแปดพันหนึ่งร้อยบาทถ้วน) ราคา/หน่วย  
(ถ้ามี) .....บาท
๔. แหล่งที่มาของราคากลาง(ราคาอ้างอิง)
  - ๔.๑ บริษัท ลิ้มเต็ด ชายนัน จำกัด
  - ๔.๒ บริษัท จี.เอ็ม.ที. จำกัด
  - ๔.๓ Product Family Trading Co., Ltd.
๕. รายชื่อเจ้าหน้าที่ผู้กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) ทุกคน
  - ๕.๑ นายสุวิทย์ ณะตานวรคุณ .....
  - ๕.๒ นายศิริพงษ์ สมวรรณ .....
  - ๕.๓ นายกิตติศักดิ์ อามา .....

๒๐๒๕/๑๐/๑๖

ตารางราคากลาง

ครุภัณฑ์ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ตำบลช่องเม็ก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	วงเงิน
<b>1.ชุดปฏิบัติการ RLC</b>		<b>1 ชุด</b>	<b>98,200</b>	<b>98,200</b>
1.1 เครื่องกำเนิดสัญญาณ	2 เครื่อง			
1.2 เครื่องกำเนิดสัญญาณ	2 เครื่อง			
1.3 ออสซิลโลสโคปแบบอนาล็อก	1 เครื่อง			
1.4 สายไฟที่มีขนาดและจำนวนพอเพียงสำหรับการทดลอง	1 ชุด			
1.5 กล่องตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด 0 ถึง 1 MW	1 กล่อง			
<b>2.ชุดปฏิบัติการการหาค่าสนามแม่เหล็กและโมเมนต์แม่เหล็ก</b>		<b>1 ชุด</b>	<b>165,000</b>	<b>165,000</b>
2.1 เครื่องวัดค่าแรงกระทำของสนามแม่เหล็ก (Torsion Dynamometer)	2 เครื่อง			
2.2 Digital Multimeter ประสิทธิภาพสูง	2 เครื่อง			
2.3 เครื่องวัดสนามแม่เหล็กพร้อมหัววัดสนามแม่เหล็ก	2 ชุด			
<b>3.ชุดปฏิบัติการการศึกษาการใช้งานออสซิลโลสโคป</b>		<b>2 ชุด</b>	<b>60,000</b>	<b>120,000</b>
3.1 ออสซิลโลสโคปแบบอนาล็อก	1 เครื่อง			
3.2 Digital Multimeter คุณภาพสูง	1 เครื่อง			
3.3 กล่องตัวต้านทานปรับค่าได้ขนาด 0 ถึง 1 MW	1 กล่อง			
<b>4.ชุดปฏิบัติการการหาค่าประจุต่อมวล</b>		<b>1 ชุด</b>	<b>233,200</b>	<b>233,200</b>
4.1 หลอดกำเนิดอิเล็กตรอน	2 หลอด			
4.2 Digital Multimeter คุณภาพสูง	2 เครื่อง			
<b>5.ชุดปฏิบัติการการวัดความเร็วแสง</b>		<b>1 ชุด</b>	<b>194,200</b>	<b>194,200</b>
5.1 เครื่องวัดความเร็วแสง (Speed of light meter)	1 เครื่อง			
5.2 แหล่งจ่ายไฟ 12 VDC สำหรับใช้กับเครื่องวัดความเร็วแสง	1 อัน			
5.3 รางโลหะสำหรับวางอุปกรณ์การทดลอง	1 อัน			
5.4 ที่ยึดวัตถุสำหรับตั้งบนราง	2 อัน			
5.5 อุปกรณ์สำหรับยึดจับเครื่องวัดความเร็วแสงกับรางโลหะ	1 อัน			
5.6 กระจกสะท้อนแสง (Retro-reflector) พร้อมแท่งเหล็ก	1 อัน			

รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	วงเงิน
5.7 ท่อสำหรับใส่ของเหลว พร้อมฐานตั้ง	1 อัน			
5.8 แท่งแก้วอะคริลิกทรงกระบอก (Acrylic glass cylinder) พร้อมที่ยึด	1 แท่ง			
<b>6.ชุดปฏิบัติการฟูรีเยร์เชิงแสง</b>		<b>1 ชุด</b>	<b>497,500</b>	<b>497,500</b>
6.1 ฐานแบบกระดานโลหะ (Steel Breadboard)	1 ชุด			
6.2 ชุดกำเนิดแสงเลเซอร์	1 ชุด			
6.3 ที่ยึดกระจกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว	2 อัน			
6.4 เลนส์นูน	1 อัน			
6.5 ที่ยึดจับอุปกรณ์เอนกประสงค์	4 อัน			
6.6 Non-Polarizing Beamsplitter Cube, 400-700 nm	1 อัน			
6.7 แท่นยึดแบบหมุนได้ความละเอียดสูง	1 อัน			
6.8 แผ่น Plexiglas ความหนา 8 มิลลิเมตร	1 อัน			
6.9 แผ่น Plexiglas ความหนา 12 มิลลิเมตร	1 อัน			
6.10 ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์พร้อมเซนเซอร์	1 ชุด			
6.11 เครื่องมือวัดค่า LCR/ESR 100 Hz- 100 kHz	1 เครื่อง			
6.12 กล้องถ่ายภาพความร้อน 60 x 60 พิกเซล	1 เครื่อง			
6.13 ออสซิลโลสโคปขนาดไม่น้อยกว่า 60 MHz	1 เครื่อง			
6.14 เตาเผาอุณหภูมิสูง	1 เครื่อง			
รวม (หนึ่งล้านสามแสนแปดพันหนึ่งร้อยบาทถ้วน)				1,308,100