

## ร่างขอบเขตงาน (Terms of Reference : TOR)

โครงการประกวดราคาครุภัณฑ์ประจำห้องปฏิบัติการด้านวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์

### 1. ความเป็นมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ ได้รับงบประมาณประจำปี 2558 ความประสงค์ที่ต้องการจัดซื้อครุภัณฑ์ประจำห้องปฏิบัติการด้านวิทยาศาสตร์ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์

### 2. วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อจัดซื้อครุภัณฑ์ประจำห้องปฏิบัติการด้านวิทยาศาสตร์
- 2.2 เพื่อใช้สำหรับการเรียนการสอนภายใน สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

### 3. คุณสมบัติผู้เสนอราคา

- 3.1 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ ดังกล่าว ต้องเป็นนิติบุคคลสัญชาติไทย ดำเนินงานด้านธุรกิจในประเทศไทย และจดทะเบียนการค้ามาแล้วไม่น้อยกว่า 2 ปี
- 3.2 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการและได้แจ้งเวียนชื่อแล้ว หรือไม่เป็นผู้ที่ได้ผลของการสั่งให้นิติบุคคลหรือบุคคลอื่นเป็นผู้ทำงานตามระเบียบของทางราชการ
- 3.3 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของ ผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นว่านั้น
- 3.4 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่นที่เข้ามาเสนอราคาให้แก่ศูนย์ฯและ/หรือต้องไม่เป็นผู้มีประโยชน์ร่วมกันระหว่างผู้เสนอราคากับผู้ให้บริการตลาดกลางอิเล็กทรอนิกส์ ณ วันประกาศ ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรมในการประมูลด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

### 4. แบบรูปรายการ หรือคุณลักษณะเฉพาะ

รายละเอียดดังเอกสารแนบท้ายพร้อม TOR รวมจำนวน 13 หน้า

### 5. ระยะเวลาดำเนินการในการประกวดราคา

.....

## 6. การจัดทำเอกสาร

ทางผู้เสนอราคาจะต้องจัดทำเอกสารเปรียบเทียบคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์ที่กำหนดข้างต้นทั้งหมดของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ กับรายละเอียดของผู้เสนอราคาที่เสนอ โดยระบุเอกสารอ้างอิงแคตตาล็อกให้ถูกต้องและในเอกสารอ้างอิงแคตตาล็อกต้องทำเครื่องหมายระบุหมายเลขข้อที่อ้างอิง หรือขีดเส้นใต้ให้ชัดเจน โดยต้องส่งมาพร้อมกับเอกสารแสดงคุณลักษณะ

## 7. ระยะเวลาส่งมอบ

ให้ผู้ขายส่งมอบครุภัณฑ์ รายการ ครุภัณฑ์ประจำห้องปฏิบัติการด้านวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ตามรายการที่จัดซื้อดังกล่าว มีระยะเวลาส่งมอบ ภายใน 120 วัน นับตั้งแต่วันลงนามในสัญญา

## 8. วงเงินในการประกวดราคาครั้งนี้

วงเงินในการประกวดราคาซื้อครั้งนี้เป็นจำนวนทั้งสิ้น 10,291,000.- บาท (สิบล้านสองแสนห้าหมื่นหนึ่งพันบาทถ้วน) รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม 7% แล้ว

ครุภัณฑ์ประจำห้องปฏิบัติการด้านวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์

ชื่อเครื่อง	ประกอบด้วย	จำนวน / หน่วย
1. ชุดกล้องจุลทรรศน์ชนิดหัวตั้งสำหรับงาน Bright field Imaging, Fluorescence Imaging และ Polarization Microscopy พร้อมระบบ Optical Sectioning	1. กล้องจุลทรรศน์สำหรับงาน Bright field และ Fluorescence Imaging 2. กล้องจุลทรรศน์สำหรับงาน Polarization Microscopy และ Material Sciences	1 1
2. ชุดทดลองการเปลี่ยนสถานะของสสาร	1. เต้าไฟฟ้าอุณหภูมิสูง 2. เต้าไฟฟ้าอุณหภูมิต่ำ 3. เลเซอร์	2 1 1
3. ชุดสาธิตสมบัติวงจรไฟฟ้า แอวซีอา LCR	1. เครื่องวิเคราะห์ อิมพีแดนซ์	1

## รายละเอียดชุดกล้องจุลทรรศน์ชนิดหัวตั้งสำหรับงาน Bright field Imaging, Fluorescence Imaging และ Polarization Microscopy พร้อมระบบ Optical Sectioning

- คุณสมบัติของระบบ** :
- เป็นชุดกล้องจุลทรรศน์ชนิดหัวตั้ง ที่มีทั้งระบบไฟส่องขึ้น (Transmitted Light) ส่องลง (Reflected Light) และระบบแสง Fluorescence เพื่อรองรับการทำงานที่หลากหลาย ครอบคลุมการใช้งานทั้งในด้านชีววิทยา, วัสดุศาสตร์และด้านอื่นๆ
  - รองรับการทำงานในระบบ Bright field Imaging สำหรับการเก็บภาพตัวอย่างต่างๆ บน Slide เช่น ชิ้นเนื้อ (Histological Sections) หรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่นๆ (Microorganism)
  - รองรับการทำงานกับตัวอย่างที่ย้อมสีหรือมีการเรืองแสง Fluorescence ได้
  - รองรับการทำงานกับตัวอย่างที่ต้องอาศัยเทคนิค Polarization ได้

ประกอบด้วย 2 เครื่อง คือ

1. กล้องจุลทรรศน์สำหรับงาน Bright field และ Fluorescence Imaging
2. กล้องจุลทรรศน์สำหรับงาน Polarization Microscopy และ Material Sciences

### 1. รายละเอียดกล้องจุลทรรศน์สำหรับงาน Bright field และ Fluorescence Imaging

- |                            |     |  |
|----------------------------|-----|--|
| <b>หัวกล้อง</b>            | 1.1 | ชนิดสามกระบอกตาเอน ที่ให้ภาพแบบหัวตั้ง ทิศทางเดียวกับตัวอย่างจริง และสามารถเปลี่ยนทางเดินแสงได้ไม่ต่ำกว่า 2 ระดับเพื่อการถ่ายภาพที่สมบูรณ์สูงสุดในทุกระบบแสง |
|                            | 1.2 | กระบอกตาคู่สามารถปรับความสูงขึ้นลงได้ไม่ต่ำกว่า 2 ระดับ เพื่อให้เหมาะสมกับความสูงของผู้ใช้   |
|                            | 1.3 | สามารถเปลี่ยนทางเดินแสงจากหัวกล้องไปยัง Port ด้านข้างเพื่อเข้าสู่ชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพอีกชุดหนึ่ง  |
| <b>เลนส์ตา</b>             | 1.4 | มีกำลังขยาย 10 เท่า พร้อม Eyecup และเกลียวปรับสายตาดำเนิน 1 คู่ เพื่อปรับความชัดของ Ocular แต่ละข้างเป็นอิสระจากกัน  |
|                            | 1.5 | Field Number ไม่ต่ำกว่า 23 มม.   |
| <b>แป้นบรรจุเลนส์วัตถุ</b> | 1.6 | สามารถบรรจุเลนส์วัตถุได้ไม่ต่ำกว่า 7 ช่อง  |

- 1.7 เป็นระบบ Motorized ที่สามารถหมุนเปลี่ยนตำแหน่งของเลนส์วัตถุได้ด้วยระบบมอเตอร์หรือด้วยการหมุนมือ และระบบจะรู้ตำแหน่งของเลนส์วัตถุแต่ละตัวได้เมื่อต่อเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์ ตำแหน่งของเลนส์วัตถุจะแสดงที่หน้าจอ TFT (Thin Film Transistor) แบบ Touch Screen ที่ติดอยู่กับตัวเครื่องได้ และสามารถทำการเปลี่ยนตำแหน่งของเลนส์วัตถุได้จากหน้าจอ TFT หรือโปรแกรมควบคุมในระบบคอมพิวเตอร์ได้
- การปรับระยะภาพชัด**
- 1.8 เป็นระบบมอเตอร์ที่ติดตั้งอยู่ในตัวกล้อง โดยไม่มีส่วนที่เป็นมอเตอร์อยู่ภายนอก
- 1.9 มี Step size ของการ Focus อยู่ที่ 10nm หรือดีกว่า
- 1.10 มีการแสดงตัวเลขบอกระยะโฟกัสบนหน้าจอ TFT
- เลนส์วัตถุ**
- 1.11 เป็นระบบแสงอนันต์ (IC2S - Infinity Contrast & Color Corrected System) ชนิดพิเศษที่ปรับแก้ความคลาดเคลื่อนของสีแล้ว เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณภาพสูงสุดจากแสงที่ส่องผ่านเลนส์
- 1.12 ประกอบด้วยกำลังขยาย 5X, 10X, 20X, 40X และ 100X
- ระบบไฟส่องผ่าน**
- 1.13 เป็นระบบไฟชนิด Halogen 100 วัตต์ หรือสูงกว่า สามารถปรับความสว่างได้ต่อเนื่อง
- 1.14 พร้อม Field Diaphragm
- ระบบไฟฟลูออเรสเซนซ์**
- 1.15 สามารถติดตั้งชุดกรองแสง (Filter cubic) สำหรับงานย้อม Fluorescence ได้ไม่ต่ำกว่า 6 Cubic พร้อมกัน
- 1.16 สามารถถอดเปลี่ยน Filter cubic เข้าออกได้ง่าย
- 1.17 ระบบการเปลี่ยน Filter สามารถควบคุมการหมุนด้วยมอเตอร์ผ่านทางหน้าจอ TFT และโปรแกรมควบคุมในระบบคอมพิวเตอร์ และรู้ตำแหน่งของ Filter cubic แต่ละอันได้จากทั้งหน้าจอ TFT และหน้าจอคอมพิวเตอร์
- 1.18 มีฟิลเตอร์สำหรับงาน Fluorescence ติดตั้งมาแล้วในระบบอย่างน้อย 4 ชนิด
- ชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพขาวดำ (งานฟลูออเรสเซนซ์)**
- 1.19 เป็นกล้องดิจิทัลขาวดำความเร็วสูง ใช้ Chip รับภาพแบบ sCMOS ที่ออกแบบมาสำหรับการทำงานกับกล้องจุลทรรศน์โดยเฉพาะ
- 1.20 16bit Digital Output
- 1.21 ขนาด Pixel size =  $6.5\mu\text{m} \times 6.5\mu\text{m}$  หรือดีกว่า
- 1.22 Frame rate = 100 fps ที่ความละเอียดสูงสุด (1920x1080) ของตัวกล้องหรือดีกว่า
- 1.23 รองรับการทำ Binning 2x2, 4x4, 8x8
- 1.24 ระยะเวลาการเปิดหน้ากล้อง 25 $\mu\text{s}$  – 30s หรือดีกว่า
- 1.25 เชื่อมต่อกับกล้องจุลทรรศน์ด้วย Port แบบ C-Mount

<b>ชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพสี (งาน Bright field)</b>	<p>1.26 เป็นกล้องดิจิทัลความละเอียดสูง สำหรับงานถ่ายภาพสี</p> <p>1.27 ความละเอียด 5 Megapixels (2560x1920) หรือมากกว่า</p> <p>1.28 ใช้ Sensor แบบ CMOS</p> <p>1.29 ขนาด Pixel size = 2.2<math>\mu</math>m x 2.2<math>\mu</math>m หรือดีกว่า</p> <p>1.30 สามารถทำ ROI ได้</p> <p>1.31 Frame rate = 15 fps ที่ความละเอียดสูงสุด (2560x1920) ของตัวกล้อง หรือดีกว่า</p> <p>1.32 รองรับการทำ Binning 2x2, 4x4, 8x8</p> <p>1.33 ระยะเวลาการเปิดหน้ากล้อง 100<math>\mu</math>s – 2s หรือดีกว่า</p> <p>1.34 เชื่อมต่อกับกล้องจุลทรรศน์ด้วย Port แบบ C-Mount</p>
<b>ชุดโปรแกรมถ่ายภาพและ วิเคราะห์ภาพ</b>	<p>1.35 สามารถควบคุมระบบ Motorization ของกล้องจุลทรรศน์ได้อย่างสมบูรณ์</p> <p>1.36 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ห่อเดียวกันกับกล้องจุลทรรศน์เพื่อความเข้ากันได้สูงสุดในการทำงาน</p> <p>1.37 รองรับระบบ Smart Setup เพื่อความสะดวกในการใช้งาน</p> <p>1.38 รองรับระบบ Interactive Measurement</p> <p>1.39 Multi-channel Fluorescence สำหรับการเก็บภาพตัวอย่างที่ใช้สีย้อม Fluorescence มากกว่าหนึ่งชนิดได้</p> <p>1.40 Z-Stack สำหรับการเก็บภาพตัวอย่างที่มีความหนาโดยแยกเก็บเป็นหลายๆ ชั้นได้โดยอัตโนมัติ โดยอาศัยระบบ Motorized Focus ของกล้องจุลทรรศน์ (Optical sectioning)</p> <p>1.41 Extended Focus สร้างภาพ 2 มิติที่มีความคมชัดโดยใช้ภาพจาก 3D Z-Stack</p>
<b>อุปกรณ์อื่นๆ</b>	<p>1.42 ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมระบบ มีขนาดจอภาพไม่ต่ำกว่า 24 นิ้ว</p> <p>1.43 ระบบสำรองไฟ</p> <p>1.44 กระจกคลุมกล้อง</p> <p>1.45 หลอดไฟอะไหล่ 1 หลอด</p> <p>1.46 Oil Immersion ขนาด 20 มิลลิลิตร หรือมากกว่า ชนิดไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ปราศจากสาร PCB, DBP, Epoxide และ Chloroparaffin</p> <p>1.47 แผ่นป้องกันแสงสะท้อน</p> <p>1.48 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยในรูปแบบ CD และเอกสาร จำนวน 2 ชุด โดยแนบมาในวันส่งมอบครุภัณฑ์</p>
<b>มาตรฐาน</b>	<p>1.49 ได้มาตรฐาน ISO 9001 โดยแสดงเอกสารหลักฐานและแนบมาในวันยื่นซอง</p>

การรับประกัน	1.50	การรับประกันเป็นเวลา 1 ปี โดยมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต และไม่มีค่าใช้จ่ายด้านการบริการและอะไหล่ตลอดระยะเวลาประกัน รวมทั้งมีบริการทำความสะอาดฟรีปีละ 2 ครั้ง ตลอดอายุการใช้งานของกล้องจุลทรรศน์
	1.51	มีบริการการสอน อบรมการใช้งาน และให้คำปรึกษาการใช้งานระบบและการทดลองที่เกี่ยวข้องโดยไม่มีค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน
	1.52	อุปกรณ์ทุกชิ้น สามารถประกอบและพร้อมใช้งานได้โดยมีประสิทธิภาพ

## 2. รายละเอียดกล้องจุลทรรศน์สำหรับงาน Polarization Microscopy และ Material Sciences

หัวกล้อง	2.1	เป็นชนิดกระบอกตาคู่ ทางเดินแสงเป็นระบบ Infinity Color Corrected System (ICS) ซึ่งเป็นระบบที่แก้ความผิดเพี้ยนของแสงและสีแล้ว
	2.2	สามารถปรับระยะห่างระหว่างกระบอกตาได้
	2.3	มีกระบอกตาที่ 3 สำหรับการต่อชุดถ่ายภาพ
เลนส์ตา	2.4	ชนิด PL มีกำลังขยาย 10 เท่าพร้อม Eyecup และเกลียวปรับสายตาจำนวน 1 คู่ เพื่อปรับความชัดของ Ocular แต่ละข้างเป็นอิสระจากกัน
	2.5	Field Number ไม่ต่ำกว่า 23 มม.
แป้นบรรจุเลนส์วัตถุ	2.6	เป็นชนิด Pol สามารถบรรจุเลนส์วัตถุได้ไม่ต่ำกว่า 6 ช่อง
การปรับระยะภาพชัด	2.7	ระบบปรับภาพชัดหยาบและละเอียดเป็นแบบแกนร่วม สามารถปรับได้จากทั้งสองข้างของตัวกล้องเพื่อความถนัดของผู้ใช้งานทั้งมือซ้ายและมือขวา
เลนส์วัตถุ	2.8	เป็นระบบ ICS สามารถดูงานในระบบ Bright field และ Polarization
	2.9	ประกอบด้วยกำลังขยาย 5X, 10X, 20X, 50X และ 100X
ระบบไฟส่องผ่าน	2.10	เป็นระบบไฟชนิด Halogen 50 วัตต์ หรือสูงกว่า
ระบบไฟส่องลง	2.11	เป็นระบบไฟชนิด Halogen 100 วัตต์ หรือสูงกว่า
แป้นบรรจุอุปกรณ์เทคนิค	2.12	เป็นแบบ P&C (Push & Click) ซึ่งสามารถถอดและใส่เองได้โดยง่าย สามารถบรรจุอุปกรณ์เทคนิคได้ 6 ชนิด หรือมากกว่า
แท่นวางตัวอย่าง	2.13	ชนิด Rotary Stage Pol หมุนได้ 360 องศา พร้อมระบบ Clickstops ที่ช่วยให้มีจังหวะหยุดที่ระยะต่างๆ ของการหมุน
	2.14	มี Object Guide Pol พิเศษสำหรับงาน Polarization ติดตั้งอยู่บน Stage ด้วย โดยสามารถถอดออกได้ตามต้องการ
ชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพสี	2.15	เป็นกล้อง Digital CCD Color Camera ชนิดความละเอียดสูง พร้อมระบบการแสดงผลภาพความเร็วสูง (RTV – Real-Time Viewing)

- 2.16 มีระบบ RTV ซึ่งสามารถแสดงภาพ Preview และทำการ Focus ภาพได้แบบ Real-time ที่ความเร็ว 30 Frame-per-second (เต็ม Field of view) หรือมากกว่า
- 2.17 ความละเอียด 3.3 Megapixels (2048x1536) หรือมากกว่า
- 2.18 ขนาด Pixel Size = 3.45 $\mu$ m x 3.45 $\mu$ m หรือดีกว่า
- 2.19 ระยะเวลาการเปิดหน้ากล้อง 1.6ms – 17.9min หรือดีกว่า
- 2.20 มีระบบ ROI ที่ช่วยเพิ่มความเร็วในขณะการ Preview และการ Focus
- 2.21 สามารถทำ Binning ได้ในโหมด 2x2, 3x3, และ 4x4
- 2.22 เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย Port IEEE 1394 FireWire
- 2.23 สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมวิเคราะห์ภาพและโปรแกรมเก็บภาพของ Heating Stage ได้อย่างสมบูรณ์
- ชุด Heating Stage** 2.24 เป็น Stage ที่ติดตั้งแทนแท่นวางตัวอย่างในระบบ เพื่อการทดลองที่ต้องการให้ความร้อนสูงๆ หรือทำการให้ความเย็นต่ำๆ แก่ตัวอย่างในขณะเก็บภาพ
- 2.25 สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง -196°C – 600°C หรือมากกว่า
- 2.26 มีความแปรผันของอุณหภูมิ <0.1°C
- 2.27 ขนาดของ Sample Area เส้นผ่านศูนย์กลาง 22mm หรือมากกว่า
- 2.28 มีช่องให้แสงผ่านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2mm หรือดีกว่า
- 2.29 ใช้ Silver Heating Block
- 2.30 มีระบบน้ำหล่อเย็นตัว Stage ในการใช้งานร่วมกับอุณหภูมิสูงๆ (>300°C)
- 2.31 สามารถเชื่อมต่อระบบเข้ากับ Software ควบคุมในคอมพิวเตอร์ได้
- 2.32 สามารถบันทึกภาพหรือวิดีโอโดยมีการบันทึกค่าอุณหภูมิไว้กับภาพดังกล่าว สามารถดึงข้อมูลมาใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ผลได้
- ชุดโปรแกรมถ่ายภาพและวิเคราะห์ภาพทาง Material Sciences** 2.33 เป็นโปรแกรมวิเคราะห์ภาพสำหรับงาน Metallurgical and Material Science ที่มีคุณสมบัติดังนี้.-
- 2.34 สามารถควบคุมการถ่ายภาพผ่านกล้อง Digital CCD Color Camera ในระบบได้
- 2.35 รองรับการถ่ายภาพแบบ Time Lapse Capture โดยสามารถบันทึกไฟล์เป็น AVI, MPG, MPEG, และ MOV ได้
- 2.36 สามารถทำ Live Measurement โดยทำการวัดขนาดและวิเคราะห์ค่าต่างๆ ได้จากหน้าจอ Live Preview โดยตรง
- 2.37 สามารถถ่ายโอนค่าการวัดต่างๆ เข้าสู่ Microsoft Excel ได้แบบ Real-time
- 2.38 รองรับการทำการ Auto calibration และ Manual calibration



- 2.39 สามารถทำ Shading Correction ได้
- 2.40 สามารถทำ Live image stitching ได้
- 2.41 มีระบบ Microscope Focus Enhancement
- 2.42 นอกจากนั้นยังมี Features อื่นๆ อีกเช่น.-
  - Phase Analysis
  - Densitometry
  - Particle Analysis
  - Graphite Analysis
  - Grain size measurement
  - Coating thickness measurement
  - Particle shape and size analysis
  - Non-metallic inclusion rating analysis
  - Filter cleanliness analysis
  - Rusting degree analysis
  - Microindentation Hardness Test
  - Banding analysis
  - Fruit size analysis
  - Yarn filament analysis
  - Etc.

#### อุปกรณ์อื่นๆ

- 2.43 Reflector Module DIC/Pol ACR P&C
- 2.44 Conoscopy Module
- 2.45 Polarizer D, 90° rotatable
- 2.46 Analyzer module Pol ACR P&C
- 2.47 Compensator Lambda
- 2.48 ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมระบบ มีขนาดจอภาพไม่ต่ำกว่า 24 นิ้ว
- 2.49 ระบบสำรองไฟ
- 2.50 ถังคลุมกล้อง
- 2.51 หลอดไฟอะไหล่ 1 หลอด

#### มาตรฐาน

#### การรับประกัน

- 2.52 ได้มาตรฐาน ISO 9001 โดยแสดงเอกสารหลักฐานและแนบมาในวันยื่นซอง
- 2.53 การรับประกันเป็นเวลา 1 ปี โดยมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต และไม่มีค่าใช้จ่ายด้านการบริการและอะไหล่ตลอดระยะเวลาประกัน รวมทั้งมีบริการทำความสะอาดฟรีปีละ 2 ครั้ง ตลอดอายุการใช้งานของกล้องจุลทรรศน์

- 2.54 มีบริการการสอน อบรมการใช้งาน และให้คำปรึกษาการใช้งานระบบและการทดลองที่เกี่ยวข้องโดยไม่มีค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน
- 2.55 มีคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษในรูปแบบ CD และเอกสาร จำนวน 2 ชุด โดยแนบมาในวันส่งมอบครุภัณฑ์
- 2.56 อุปกรณ์ทุกชิ้น สามารถประกอบและพร้อมใช้งานได้โดยมีประสิทธิภาพ

### รายละเอียดชุดทดลองการเปลี่ยนสถานะของสสาร

- ประกอบด้วย 3 เครื่อง คือ
- 3. เต้าไฟฟ้าอุณหภูมิสูง
  - 4. เต้าไฟฟ้าอุณหภูมิต่ำ
  - 5. เลเซอร์

### 3. รายละเอียดเต้าไฟฟ้าอุณหภูมิสูง

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>คุณสมบัติของระบบ</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 เป็นเต้าเผาที่ให้อุณหภูมิใช้งานได้สูงสุด 1,800°C ใช้กับไฟฟ้า 220 โวลต์</li> <li>3.2 ความจุของห้องเผาอย่างน้อย 8 ลิตร ขนาด กว้าง x สูง x ลึก ไม่น้อยกว่า 20 x 20 x 20 เซนติเมตร</li> <li>3.3 ตัวควบคุมอุณหภูมิทำงานด้วยระบบ PID microprocessor</li> <li>3.4 หน้าจอแสดงผลสี (Color monitor)</li> <li>3.5 สามารถบันทึกข้อมูลการทำงานของเต้าผ่านพอร์ต USB</li> <li>3.6 สามารถโปรแกรมได้ไม่น้อยกว่า 10 โปรแกรม</li> <li>3.7 ใช้ฉนวนกันความร้อนแบบ fiber board ด้านในหนา 50 มม. หรือมากกว่า ด้านนอกหนา 20 มม.หรือมากกว่า</li> <li>3.8 ใช้ลวดทำความร้อนแบบรูปตัว U อุณหภูมิสูงสุด 1,800°C โครงสร้างภายนอกและภายในทำด้วยเหล็กกล้าเคลือบสี</li> </ul> |
| <b>การรับประกัน</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>3.9 รับประกันคุณภาพ 1 ปี โดยไม่มีค่าใช้จ่ายด้านการบริการและอะไหล่ตลอดระยะเวลาประกัน</li> <li>3.10 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยในรูปแบบ CD และเอกสาร จำนวน 2 ชุด โดยแนบมาในวันส่งมอบครุภัณฑ์</li> <li>3.11 อุปกรณ์ทุกชิ้น สามารถประกอบและพร้อมใช้งานได้โดยมีประสิทธิภาพ</li> </ul>  |

#### 4. รายละเอียดเตาไฟฟ้าอุณหภูมิต่ำ

คุณสมบัติของระบบ	<p>4.1 เป็นเตาเผาที่ให้อุณหภูมิใช้งานได้สูงสุด 1,200°C ใช้กับไฟฟ้า 220 โวลต์</p> <p>4.2 ความจุของห้องเผาอย่างน้อย 5.4 ลิตร ขนาด กว้าง x สูง x ลึก ไม่น้อยกว่า 18 x 20 x 15 เซนติเมตร</p> <p>4.3 ตัวควบคุมอุณหภูมิทำงานด้วยระบบ PID microprocessor</p> <p>4.4 หน้าจอแสดงผลสี (Color monitor)</p> <p>4.5 สามารถบันทึกข้อมูลการทำงานของเตาผ่านพอร์ต USB</p> <p>4.6 สามารถโปรแกรมได้ไม่น้อยกว่า 10 โปรแกรม</p> <p>4.7 โปรแกรมการใช้งานแต่ละโปรแกรมสามารถกำหนดการทำงานได้ไม่น้อยกว่า 8 ขั้นตอน (step)</p> <p>4.8 ใช้ฉนวนกันความร้อนแบบ fiber board ด้านในหนา 50 มม. หรือมากกว่า ด้านนอกหนา 20 มม. หรือมากกว่า</p> <p>4.9 ใช้หลอดทำความร้อนอุณหภูมิสูงสุด 1,200°C</p> <p>4.10 โครงสร้างภายนอกและภายในทำด้วยเหล็กกล้าเคลือบสี</p>
การรับประกัน	<p>4.11 รับประกันคุณภาพ 1 ปี โดยไม่มีค่าใช้จ่ายด้านการบริการและอะไหล่ตลอดระยะเวลาประกัน</p> <p>4.12 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยในรูปแบบ CD และเอกสาร จำนวน 2 ชุด โดยแนบมาในวันส่งมอบครุภัณฑ์</p> <p>4.13 อุปกรณ์ทุกชิ้น สามารถประกอบและพร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ</p>

#### 5. รายละเอียดเลเซอร์ Nd:YAG

คุณสมบัติทั่วไป	<p>5.1 เป็นเครื่องมือให้กำเนิดแสง (เลเซอร์) ในช่วงความถี่หนึ่ง ใช้สำหรับงานทดลอง, ทดสอบคุณสมบัติของ Material (ตัวอย่าง) ต่างๆ, เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล RS และการตรวจสอบ สเป็คตรัม ปริมาณองค์ประกอบ คุณสมบัติ เลเซอร์และตัวกำเนิดฮาร์โมนิกของอุปกรณ์ เลเซอร์ที่ช่วยทำให้ตัวเลเซอร์ทำงานได้อย่างเสถียรและมีประสิทธิภาพ</p> <p>5.2 มีแหล่งจ่ายไฟใช้งานได้กับไฟในช่วง 208 หรือ 240 โวลท์ กระแสสลับ</p> <p>5.3 มีตัวแลกเปลี่ยนความร้อน (น้ำกับอากาศ)</p> <p>5.4 สามารถควบคุมเลเซอร์ได้ง่ายมากขึ้นผ่านทาง RS232 และ USB ที่มาพร้อมกับ Labview Drivers ซึ่งรวมอยู่ในนี้เรียบร้อยแล้ว</p>
-----------------	--

<b>คุณสมบัติของระบบ</b>	5.5	มีวิศวกรจากบริษัทผู้ผลิตเลเซอร์มาทำการติดตั้งระบบการใช้งานของเลเซอร์	
	5.6	อัตราความถี่พัลส์ 10 Hz	
	5.7	ความยาวคลื่น 1,064nm	
	5.8	พลังงานพัลส์ 400mJ	
	5.9	ความเสถียรของพลังงานพัลส์ 1% หรือดีกว่า	
	5.10	ช่วงเวลาพัลส์ 3-6ns	
	5.11	การโฟลราไรต์ มากกว่า 90%	
	5.12	ความกว้างเชิงเส้น (linewidth) น้อยกว่า 1cm <sup>-1</sup>	
	5.13	เส้นผ่านศูนย์กลางลำแสงทั่วไป ประมาณ 6mm หรือดีกว่า	
	5.14	แหล่งจ่ายไฟช่วง 208 หรือ 240 โวลต์	
	5.15	ตัวระบายความร้อน (น้ำกับอากาศ)	
	5.16	อุปกรณ์ทั้งหมดสามารถเชื่อมต่อพร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ	
	<b>การรับประกัน</b>	5.17	รับประกันคุณภาพ 1 ปี โดยไม่มีค่าใช้จ่ายด้านการบริการและอะไหล่ตลอดระยะเวลาประกัน
		5.18	มีคู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษในรูปแบบ CD และเอกสาร จำนวน 2 ชุด โดยแนบมาในวันส่งมอบครุภัณฑ์
		5.19	อุปกรณ์ทุกชิ้น สามารถประกอบและพร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### รายละเอียดชุดสาริตสมบัติวงจรไฟฟ้าแอวซีอา LCR

ประกอบด้วย 1 เครื่อง คือ

6. เครื่องวิเคราะห์ อิมพีแดนซ์

#### 6. เครื่องวิเคราะห์ อิมพีแดนซ์

<b>คุณสมบัติทั่วไป</b>	6.1	เป็นเครื่องมือวัดตรวจวัดค่าอิมพีแดนซ์ที่สามารถวัดพารามิเตอร์ของ $ Z $ , $ Y $ , $\theta$ , R, X, G, B, L, C, D, Q, หรือมากกว่า
	6.2	จอแสดงผลสัมผัสแบบ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 10.4" และแสดงผลการวัดเป็นกราฟในตัวเครื่องได้
	6.3	มีช่องเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต GPIB, LAN, USB หรือมากกว่าเพื่อการเชื่อมต่อ
	6.4	ใช้งานได้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์
	6.5	มี Firmware สำหรับรองรับการวัด Permittivity parameters: $ \epsilon_r $ , $\epsilon_r'$ , $\epsilon_r''$ , $\tan \delta$ และ Permeability parameters: $ \mu_r $ , $\mu_r'$ , $\mu_r''$ , $\tan \delta$

- 6.6 มีอบรมการใช้งานเครื่องมือวัดและอบรมทฤษฎีการวัดค่าอิมพีแดนซ์ ไม่น้อยกว่า 1 วัน
- 6.7 ผู้เสนอราคาจะต้องเป็นตัวแทนจำหน่าย จากบริษัทฯ ผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ เพื่อรองรับบริการหลังการขาย โดยแนบเอกสารหลักฐานมาในวันยื่นซอง
- คุณสมบัติของ**
- คุณลักษณะทางเทคนิค**
- 6.8 ย่านความถี่ทดสอบ : 1MHz ถึง 1GHz หรือกว้างกว่า
- 6.9 มีความละเอียดของค่าความถี่ทดสอบ : 1mHz หรือดีกว่า
- 6.10 มีความแม่นยำความถี่ :  $\pm 10\text{ppm}$  ( $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) หรือดีกว่า
- 6.11 มีความแม่นยำการวัดค่าพื้นฐาน :  $\pm 0.65\%$  หรือน้อยกว่า
- 6.12 มีจำนวนจุดการกวาดสัญญาณ : ไม่น้อยกว่า 1,000 จุด
- 6.13 ย่านวัดอิมพีแดนซ์ ชิ้นงานการวัด :  $120\text{m}\Omega$  ถึง  $52\text{K}\Omega$  หรือกว้างกว่า
- 6.14 พารามิเตอร์ของการกวาดสัญญาณ : ความถี่, ระดับแรงดันหรือกระแสไฟฟ้า
- 6.15 รูปแบบการกวาดสัญญาณการวัด : Linear และ Log
- 6.16 จำนวนเส้นสัญญาณการวัด : 4 channel/4 traces หรือมากกว่า
- 6.17 รองรับการปรับเทียบหรือสอบเทียบ : แบบ OPEN, SHORT, LOAD
- 6.18 สามารถกำหนด Marker ใช้งานได้ : 10 markers หรือมากกว่า
- 6.19 มีฟังก์ชัน Trigger และ Average ให้เลือกใช้งาน
- อุปกรณ์ประกอบ**
- 6.20 คู่มือการใช้งานภาษาอังกฤษในรูปแบบ CD และ เอกสาร จำนวน 2 ชุด โดยแนบมาในวันส่งมอบครุภัณฑ์
- 6.21 อุปกรณ์ตรวจวัดชิ้นงานพร้อมวัดค่าไดอิเล็กตริกสำหรับของแข็ง ยี่ห้อเดียวกันกับตัวเครื่อง ที่รองรับความถี่ 1MHz ถึง 1GHz ได้ และสามารถรองรับชิ้นงานขนาด thickness: 0.3mm to 3mm จำนวน 1 ชุด
- 6.22 สายไฟฟ้า (AC Power) จำนวน 1 เส้น
- การรับประกัน**
- 6.23 รับประกันคุณภาพ 1 ปี โดยไม่มีค่าใช้จ่ายด้านการบริการและอะไหล่ตลอดระยะเวลาประกัน
- 6.24 อุปกรณ์ทุกชิ้น สามารถประกอบและพร้อมใช้งานได้มีประสิทธิภาพ