

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
ชนิดทั้งสแตน พร้อมชุดวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ และอุปกรณ์ประกอบ จำนวน 1 ชุด
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

(1) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning Electron Microscope: SEM)

จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

เป็นกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด สามารถทำงานได้ทั้งระบบสุญญากาศสูงและระบบสุญญากาศต่ำ (Variable Pressure) ซึ่งสามารถวิเคราะห์พื้นผิววัสดุได้ทั้งที่นำและไม่นำไฟฟ้า

1. แหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิด Tungsten filament หรือดีกว่า
2. มีความสามารถในการแจกแจงรายละเอียด (Resolution) สำหรับตัวรับสัญญาณแต่ละประเภท ดังนี้
 - 2.1. ตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิ (Secondary Electron detector) ที่ใช้งานในสภาวะสุญญากาศสูง มีความสามารถในการแจกแจงรายละเอียดได้ดังนี้
 1. สามารถแจกแจงรายละเอียดได้ 3.0 นาโนเมตร ที่ 30 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ หรือดีกว่า
 2. สามารถแจกแจงรายละเอียดได้ 8.0 นาโนเมตร ที่ 3 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ หรือดีกว่า
 - 2.2. ตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนกระเจิงกลับ (Back Scattered Electron detector) ที่ใช้งานในสภาวะสุญญากาศต่ำ มีความสามารถในการแจกแจงรายละเอียดได้ดังนี้
 1. สามารถแจกแจงรายละเอียดได้ 4.0 นาโนเมตร ที่ 30 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ หรือดีกว่า
 - 2.3. ตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิ (Low vacuum SE detector) ที่ใช้งานในสภาวะสุญญากาศต่ำ มีความสามารถในการแจกแจงรายละเอียดได้ดังนี้
 1. สามารถแจกแจงรายละเอียดได้ 4.0 นาโนเมตร ที่ 30 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ หรือดีกว่า
3. มีตัวรับสัญญาณ (Detector) ดังนี้
 - 3.1. มีตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิ (Secondary electron detector) จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
 - 3.2. มีตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนกระเจิงกลับ (Back scattered electron detector) สามารถหมุนตัวรับสัญญาณเข้าออกได้ จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
 - 3.3. มีตัวรับสัญญาณอิเล็กตรอนทุติยภูมิ Secondary electron ที่ใช้ในระบบสุญญากาศต่ำ (Low vacuum SE detector) จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
 - 3.4. มีตัวรับสัญญาณ Cathodoluminescence ในช่วงความยาวคลื่นแสง 185 นาโนเมตร ถึง 850 นาโนเมตร จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
 - 3.5. มีตัววัดกระแสของ Probe current ซึ่งสามารถวัดได้ถึงระดับ pA (pA Meter) หรือดีกว่า

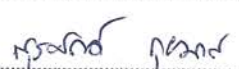
คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

1.*สุรศักดิ์ กุศล*.....ประธานกรรมการ

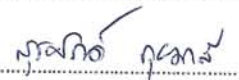
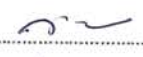
2.*ว*.....กรรมการ

3.*อึ้ง*.....กรรมการ

- 3.6. มีระบบเตือนและหยุดการเคลื่อนที่ของฐานตัวอย่างเมื่อเคลื่อนตัวอย่างไปชนส่วนหนึ่งส่วนใดภายในห้องตัวอย่าง (Touch Alarm)
- 3.7. มีกล้องซึ่งสามารถแสดงภาพภายในห้องตัวอย่าง (IR TV Camera)
4. พลังงานของศักย์ไฟฟ้าเร่งอิเล็กตรอน (Accelerating Voltage) 300 อิเล็กตรอนโวลต์ ถึง 30 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ หรือกว้างกว่า
5. สามารถปรับกำลังขยายได้ตั้งแต่ 6 เท่า ถึง 300,000 เท่า ที่ 30 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ หรือกว้างกว่า
6. มีระบบถ่ายภาพแบบ Stereoscopic Imaging
7. มีระบบถ่ายภาพแบบ Electron Channeling Pattern
8. มีโหมดทำงานทั้งในระบบสุญญากาศสูงและสุญญากาศต่ำ (Variable Pressure) โดยมีรายละเอียดดังนี้
 - 8.1. ที่ระบบสุญญากาศสูง ทำสุญญากาศได้ถึง 9×10^{-3} ปาสคาล หรือดีกว่า
 - 8.2. ที่ระบบสุญญากาศต่ำ สามารถควบคุมความดันได้อยู่ในช่วง 10 ปาสคาล ถึง 500 ปาสคาล หรือกว้างกว่า
9. มีระบบปั๊มสำหรับทำสุญญากาศและมีอุปกรณ์ครอบลดเสียงปั๊มสุญญากาศ (Silencer box) พร้อมระบบระบายความร้อนของปั๊ม เพื่อไม่ก่อให้เกิดเสียงดังจนส่งผลกระทบต่อการทำงานของผูปฏิบัติการใช้
10. ห้องใส่ตัวอย่าง (Chamber)
 - 10.1. มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในอย่างน้อย 230 mm
 - 10.2. มีช่องสำหรับต่ออุปกรณ์อย่างน้อย 11 ช่อง
11. มีระบบกันสั่นสะเทือนโดยใช้ระบบ Pneumatic หรือดีกว่า
12. มีระบบพลาสมาทำความสะอาดภายในห้องตัวอย่าง (Decontaminator/plasma cleaner)
13. มีแท่นสำหรับวางตัวอย่าง ให้ร้อนและเย็นได้ (Cooling and Heating stage) สามารถทำความเย็นถึง -50 องศาเซลเซียส หรือเย็นกว่า และทำความร้อนถึง +70 องศาเซลเซียส หรือร้อนกว่า
14. ฐานวางตัวอย่างภายใน (Chamber) สามารถเคลื่อนที่ในแบบ Eucentric หรือ Compucentric, Fully motorized โดยมีระยะเคลื่อนที่ในแกนต่างๆ ขึ้นต่ำ ดังต่อไปนี้
 - 14.1. สามารถเคลื่อนแกน X ได้ระยะอย่างน้อย 80 มิลลิเมตร (-40 มิลลิเมตร ถึง +40 มิลลิเมตร)
 - 14.2. สามารถเคลื่อนแกน Y ได้ระยะอย่างน้อย 60 มิลลิเมตร (-30 มิลลิเมตร ถึง +30 มิลลิเมตร)
 - 14.3. สามารถเคลื่อนแกน Z ได้ระยะอย่างน้อย 47 มิลลิเมตร
 - 14.4. สามารถหมุนได้รอบ 360 องศาต่อเนื่อง
 - 14.5. สามารถเอียงตัวอย่างได้อย่างน้อยตั้งแต่ -10 องศา ถึง +80 องศา
 - 14.6. สามารถใส่ตัวอย่างที่มีความสูงอย่างน้อย 54 มิลลิเมตร

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ	
1. 	ประธานกรรมการ
2. 	กรรมการ
3. 	กรรมการ

15. มีชุดคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานและประมวลผลข้อมูลของเครื่อง SEM จำนวน 1 ชุด โดยมีคุณลักษณะขั้นต่ำดังนี้
 - 15.1. คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 10/64 Bits แบบมีลิขสิทธิ์
 - 15.2. จอแสดงภาพขนาดอย่างน้อย 24 นิ้ว
 - 15.3. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ระดับ Intel Core i7-4790 ความเร็ว 3.6 GHz หรือดีกว่า
 - 15.4. หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 16 GB
 - 15.5. การ์ดจอ nVIDIA 2 GB GDDR5 หรือดีกว่า
 - 15.6. ระบบปฏิบัติการติดตั้งบน Hard Disk ขนาดความจุอย่างน้อย 2 TB
 - 15.7. มี Keyboard และ Mouse
 - 15.8. มี Track ball
16. สามารถบันทึกวิดีโอเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของตัวอย่างได้
17. โปรแกรมสามารถแสดงค่า Absorb current และ Spot size ขณะใช้งานได้
18. โปรแกรมสามารถบันทึกข้อมูลภาพนิ่งเป็นไฟล์ดิจิทัลชนิด BMP, TIFF, JPEG, GIF, และ PNG ได้เป็นอย่างน้อย
19. เครื่องมือทั้งหมดสามารถใช้ได้กับกระแสไฟฟ้าสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ ได้โดยตรง
20. อุปกรณ์ประกอบ ดังนี้
 - 20.1. มี Tungsten cathode จำนวนอย่างน้อย 20 ชิ้น
 - 20.2. มีวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ในการบำรุงรักษาเครื่อง (consumable parts) จำนวน 1 ชุด
 - 20.3. คู่มือการใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน และการบำรุงรักษาเครื่อง จำนวน 1 ชุด
21. มีโปรแกรมในการสร้างภาพ 3 มิติจากภาพที่ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด สามารถวัดขนาดพื้นที่, ความหยาบ (Roughness) และสูงต่ำของพื้นผิว (Depth profile) ได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถรวมเข้ากับโปรแกรมของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนได้
22. มีโปรแกรมในการวัดขนาดของอนุภาค และขนาดวัตถุ

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ	
1. 	ประธานกรรมการ
2. 	กรรมการ
3. 	กรรมการ

- (2) ตัวรับสัญญาณชุดวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy; EDS) จำนวน 1 ชุด
- รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ
1. หัวตรวจรับสัญญาณที่มีพื้นที่รับสัญญาณไม่น้อยกว่า 20 ตารางมิลลิเมตร
 2. ทำความเย็นโดย Peltier Cooling System ไม่ต้องใช้ไนโตรเจนเหลว
 3. สามารถแจกแจงพลังงานได้ความละเอียด 127 อิเล็กตรอนโวลต์ หรือดีกว่า เมื่อทำการวัดด้วยธาตุ Manganese (Mn) ที่ระดับชั้นพลังงาน K-alpha
 4. สามารถวิเคราะห์และระบุชนิดของธาตุได้อัตโนมัติตั้งแต่ธาตุเบริลเลียม (Be) ถึง ธาตุแคลิฟอร์เนียม (Cf)
 5. สามารถเก็บบันทึกข้อมูลทั้งในรูปแบบของภาพและข้อมูลสเปกตรัมได้
 6. สามารถวิเคราะห์ในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพได้
 7. สามารถวิเคราะห์สเปกตรัมของตัวอย่างได้ทั้งแบบจุด (Point) แบบเส้น (LineScan) และแบบ Mapping
 8. สามารถกำหนดสีที่แตกต่างกันของธาตุแต่ละชนิดได้ในการวิเคราะห์แบบ Mapping
 9. มีเอกสารรับรองความสามารถการป้องกันรังสีจาก Detector ได้
 10. มีชุดคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานและประมวลผลข้อมูลของ EDS จำนวน 1 ชุด โดยมีคุณลักษณะขั้นต่าดังนี้
 - 10.1. คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 10/64bits แบบมีลิขสิทธิ์
 - 10.2. จอแสดงผลขนาดอย่างน้อย 24 นิ้ว
 - 10.3. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ระดับ Intel i3-6100 ความเร็ว 3.7 GHz หรือดีกว่า
 - 10.4. หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 4 GB
 - 10.5. ระบบปฏิบัติการติดตั้งบน Hard Disk ขนาดความจุอย่างน้อย 1 TB
 - 10.6. มี Keyboard และ Mouse
 - 10.7. โปรแกรม Microsoft office แบบมีลิขสิทธิ์
 11. คู่มือการใช้งานชุดวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ (Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy) จำนวน 1 ชุด

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ	
1.....	ประธานกรรมการ
2.....	กรรมการ
3.....	กรรมการ

(3) อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ

มีอุปกรณ์ประกอบเครื่องตามมาตรฐานครบชุดเพื่อให้เครื่องทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ดังนี้

1. โต๊ะสำหรับใช้ในการปฏิบัติงาน สำหรับชุดกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พร้อมชุดวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ จำนวน 1 ชุด
2. เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) จำนวน 1 เครื่อง
 - 2.1. ขนาดไม่น้อยกว่า 10,000 VA / 9,000 watts
 - 2.2. เป็นชนิด Online Double Conversion หรือดีกว่า
 - 2.3. สามารถใช้งานได้อย่างน้อย 60 นาที หลังไฟดับในขณะที่ SEM และ EDS ทำงานพร้อมกันทั้งระบบ
 - 2.4. สามารถแสดงเวลาที่สำรองไฟ และสถานะไฟที่จ่ายของตัวเครื่องได้
 - 2.5. สามารถควบคุมกระแสไฟฟ้าให้สม่ำเสมอและคงที่ 220 โวลต์ $\pm 1\%$
3. ถังแก๊สไนโตรเจนพร้อมวาล์วควบคุมแรงดัน จำนวน 1 ชุด
4. บั๊มลม (Air compressor) จำนวน 1 ชุด

(4) เครื่องเคลือบผิวตัวอย่างให้นำไฟฟ้าในสภาวะสุญญากาศสูง (High vacuum coater)

จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

1. สามารถเคลือบผิวตัวอย่างได้ทั้งแบบ Metal sputtering และ Carbon fiber evaporation
2. เครื่องมีความสามารถในการทำ plasma etching ได้
3. ส่วนหัว Sputtering
 - 3.1. เป็นระบบ Plug-in สามารถถอดหัวเข้าและออกได้ง่าย
 - 3.2. เป็นหัว ชนิดที่มีความสามารถในการเคลือบด้วยอัตราความแรงสูง (High Sputtering rates) สามารถใช้กับวัสดุเคลือบ (Target) ชนิด Indium tin oxide (ITO) และ Carbon (C) ได้
 - 3.3. สามารถปรับค่า Process current ได้ตั้งแต่ 10 mA ถึง 100 mA หรือกว้างกว่า
4. ส่วนหัว Carbon fiber evaporation
 - 4.1. เป็นระบบ Plug-in สามารถถอดหัวเข้าและออกได้ง่าย
 - 4.2. เป็นหัว ชนิดที่มีความสามารถในการเคลือบด้วยระบบ Evaporation
 - 4.3. สามารถปรับค่า Process current ได้ตั้งแต่ 10 ถึง 20 A หรือกว้างกว่า
 - 4.4. มีระบบการป้อนเส้นใยคาร์บอนแบบอัตโนมัติ ความยาวอย่างน้อย 2 เมตรแบบต่อเนื่อง

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ	
1.	ประธานกรรมการ
2.	กรรมการ
3.	กรรมการ

5. มีแท่นวางตัวอย่าง 2 ชนิด ดังนี้
 - 5.1. แท่นวางตัวอย่าง (Standard stage) จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
 - 5.1.1. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 80 มิลลิเมตร
 - 5.1.2. สามารถวางแท่นตัวอย่างขนาดไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร ได้อย่างน้อย 18 ตัวอย่าง
 - 5.1.3. แท่นวางตัวอย่างสามารถเอียงได้อย่างน้อย 45 องศา
 - 5.1.4. สามารถปรับระดับความสูงของแท่นวางตัวอย่างได้ตั้งแต่ 30 มิลลิเมตร ถึง 90 มิลลิเมตร หรือกว้างกว่า
 - 5.1.5. มีตัววัดความหนาติดที่ตำแหน่งกึ่งกลางหรือใกล้ขอบของแท่นวางตัวอย่าง
 - 5.2. แท่นวางตัวอย่างชนิดหมุนได้ (Rotary stage) จำนวนอย่างน้อย 1 ชุด
 - 5.2.1. มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 80 มิลลิเมตร
 - 5.2.2. สามารถวางแท่นตัวอย่างขนาดไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร ได้อย่างน้อย 20 ตัวอย่าง
 - 5.2.3. สามารถหมุนแท่นวางตัวอย่างได้ และปรับความเร็วได้ในช่วง 6 ถึง 120 รอบต่อนาที หรือกว้างกว่า
 - 5.2.4. แท่นวางตัวอย่างสามารถเอียงได้อย่างน้อย 45 องศา
 - 5.2.5. สามารถปรับระดับความสูงของแท่นวางตัวอย่างได้ตั้งแต่ 30 มิลลิเมตร ถึง 90 มิลลิเมตร หรือกว้างกว่า
 - 5.2.6. มีตัววัดความหนาติดที่ตำแหน่งกึ่งกลางของแท่นวางตัวอย่าง
6. Working Chamber ทำจากแก้วโบโรซิลิเกต มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่า 120 มิลลิเมตร และมี scale bar จำนวนอย่างน้อย 2 ชิ้น
7. การควบคุมการทำงานของเครื่อง
 - 7.1. หน้าจอแสดงผลระบบสัมผัส (Touch screen)
 - 7.2. สามารถสั่งเปิดปิดการทำงานของปั๊มได้
 - 7.3. สามารถควบคุมความหนาในการเคลือบผิวตัวอย่างได้ และสามารถแสดงความหนาในระหว่างการเคลือบได้
 - 7.4. สามารถตั้งค่ารูปแบบการใช้งานเฉพาะและเรียกใช้ซ้ำได้
 - 7.5. สามารถสั่งงานตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดการเคลือบผิวได้อย่างอัตโนมัติสามารถบันทึกเงื่อนไขของการเคลือบผิวตัวอย่าง และสามารถเรียกใช้งานภายหลังได้
8. ระบบปั๊มสุญญากาศ
 - 8.1. มีปั๊มสุญญากาศ 2 ตัว ดังนี้
 - 8.1.1. Turbomolecular pump
 - 8.1.2. Membrane pump
 - 8.2. สามารถควบคุมสุญญากาศสูงได้ถึง 2×10^{-6} มิลลิบาร์ หรือดีกว่า
 - 8.3. ระบบปั๊มทั้งหมด ต้องถูกติดตั้งอยู่ในตัวเครื่อง

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ	
1.	ประธานกรรมการ
2.	กรรมการ
3.	กรรมการ

- 8.4. ระบบปั๊มทั้งหมด เป็นระบบปั๊มที่ไม่ใช้น้ำมัน (oil free pump)
- 8.5. มีเกจวัดสุญญากาศชนิด Pirani gauge และ cold cathode gauges เป็นอย่างน้อย
9. สามารถใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 Volt / 50 Hz
10. อุปกรณ์ประกอบ
 - 10.1. เส้นใยคาร์บอนสำหรับใช้กับระบบการป้อนคาร์บอนแบบอัตโนมัติ ความยาวอย่างน้อย 2 เมตร จำนวน 1 ม้วน หรือมากกว่า
 - 10.2. เป้าแพลตตินัม Platinum target (Pt) เส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 54 มิลลิเมตร และความหนาอย่างน้อย 0.2 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น หรือมากกว่า
 - 10.3. เป้าทอง Gold target (Au) เส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 54 มิลลิเมตร และความหนาอย่างน้อย 0.2 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น หรือมากกว่า
 - 10.4. เป้าคาร์บอน Carbon target (C) เส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 54 มิลลิเมตร และความหนาอย่างน้อย 1 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น หรือมากกว่า
 - 10.5. เป้า Indium Tin Oxide (ITO 90/10) เส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 54 มิลลิเมตร และความหนาอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชิ้น หรือมากกว่า
 - 10.6. ตัววัดความหนาชนิด Quartz จำนวน 2 ชิ้น หรือมากกว่า
 - 10.7. มีถังอาร์กอน (Ar) มีความบริสุทธิ์ 99.999% พร้อมเกจอ่านและปรับแรงดัน (regulator gauge) จำนวน 1 ชุด
11. คู่มือการใช้งานเคลือบผิวชิ้นงานให้นำไฟฟ้าในสถานะสุญญากาศสูง (High vacuum coater) จำนวน 1 ชุด

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ	
1.	ประธานกรรมการ
2.	กรรมการ
3.	กรรมการ

(5) เครื่องทำตัวอย่างให้แห้ง ณ จุดวิกฤติ (Critical point dryer)

จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

1. เป็นเครื่องทำแห้งตัวอย่าง ณ จุดวิกฤติได้โดยใช้คาร์บอนไดออกไซด์เหลวเป็นตัวกลาง
2. ช่องใส่ตัวอย่างวางตามแนวดิ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 32 มิลลิเมตร และสูงอย่างน้อย 47 มิลลิเมตร สามารถทนแรงดันได้ถึง 3000 psi หรือสูงกว่า
3. มีระบบกวนในช่องใส่ตัวอย่างที่ใช้ Magnetic Stirrer ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์เหลวไหลเวียนทั่วตัวอย่างได้
4. มีอุปกรณ์เพิ่มอุณหภูมิให้กับช่องใส่ตัวอย่างที่ติดตั้งอยู่ภายในเครื่องและควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติ
5. มีระบบให้ความเย็นแก่ช่องใส่ตัวอย่างเพื่อลดการระเหยของคาร์บอนไดออกไซด์เหลวก่อนการทำให้ตัวอย่างแห้ง
6. ควบคุมการให้ความร้อนและความเย็นแก่ระบบของเครื่องด้วยอุปกรณ์ thermo-electric
7. มีอุณหภูมิใช้งานในช่วง +5 ถึง +35 องศาเซลเซียสหรือกว้างกว่า ทำให้มีความปลอดภัยสูง
8. มีช่องสำหรับตรวจสอบระดับคาร์บอนไดออกไซด์เหลวในช่องใส่ตัวอย่าง เพื่อความปลอดภัย
9. มีจอแสดงค่าอุณหภูมิภายในช่องใส่ตัวอย่างขณะนั้นๆ
10. มีระบบความปลอดภัยเพื่อป้องกันความดันในช่องใส่ตัวอย่างสูงเกิน 1700 psi ขึ้นไป
11. สามารถใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220-240 Volt / 50 Hz
12. อุปกรณ์ประกอบ
 - 12.1. มีตะแกรงใส่ตัวอย่างพร้อมกันอย่างน้อย 2 ตะแกรง รวม 12 ช่องตัวอย่าง หรือมากกว่า จำนวน 1 ชุด
 - 12.2. มีถ้วยพูนเพื่อใช้ใส่ตัวอย่าง จำนวน 10 ชิ้น
 - 12.3. มีถังบรรจุคาร์บอนไดออกไซด์เหลว พร้อมมาตรวัดความดัน จำนวน 1 ชุด
13. คู่มือการใช้งาน และดูแลรักษา จำนวน 1 ชุด

(6) กล้องจุลทรรศน์ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค

จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

1. สามารถทำงานได้ทั้งระบบ Transmit และ Reflective
2. สามารถแสดงภาพ Bright field, Dark field, Polarization ได้
3. มี Objective lenses ไม่น้อยกว่า ดังต่อไปนี้
 - 3.1. 5x/ 0.12/∞/ - (BF) WD 15.5mm
 - 3.2. 10x/ 0.25/∞/ - (BF/DF) WD 10.0mm
 - 3.3. 20x/ 0.4/∞/ 0 (BF/DF) WD 4.3mm
 - 3.4. 50x/ 0.75/∞/ 0 (BF) WD 0.32mm

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ	
1.....	ประธานกรรมการ
2.....	กรรมการ
3.....	กรรมการ

- 3.5. 100x/ 0.8/∞/ 0 (BF) WD 2mm
- 3.6. 40x/ 0.65/∞/ 0.17 WD 0.54mm
- 3.7. 100x/ 1.25/∞/ 0.17 WD 0.13mm
4. มีตัวกดตัวอย่าง (Specimen presser) จำนวน 1 ชุด
5. มีกล้องดิจิทัลความละเอียดไม่น้อยกว่า 20MP ต่อกับกล้องจุลทรรศน์ ที่สามารถถ่ายภาพและวิดีโอจากกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งมีโปรแกรมที่สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด
6. ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับประมวลผล มีคุณลักษณะขั้นต่ำ ดังนี้
 - 6.1. คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 10/64 bits แบบมีลิขสิทธิ์
 - 6.2. จอแสดงผลขนาดอย่างน้อย 21.5 นิ้ว
 - 6.3. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ระดับ Intel i5 หรือดีกว่า
 - 6.4. หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 8 GB
 - 6.5. ระบบปฏิบัติการติดตั้งบน Hard Disk ขนาดความจุอย่างน้อย 1 TB

(7) เครื่องควบคุมความชื้นในอากาศ (Dehumidifier)

จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

1. สามารถดูดความชื้นได้อย่างน้อย 110 ลิตรต่อ 24 ชม ในห้องที่มีอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีความชื้น 80%
2. สามารถควบคุมความชื้นได้ที่ 40-80% RH หรือดีกว่า
3. ระบบควบคุมความชื้นแบบ Automatic Control สามารถปรับค่าความชื้นได้ตามต้องการ
4. วัสดุตัวเครื่องมีความทนทานสูงและน้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิม พร้อมมีล้อเลื่อน เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย
5. ภายในตัวเครื่องมีแผ่นกรองอากาศ สามารถถอดล้างทำความสะอาดโดยการเป่าหรือล้างด้วยน้ำได้
6. มีท่อต่อน้ำทิ้งออกสู่ภายนอกได้

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ	
1.....	ประธานกรรมการ
2.....	กรรมการ
3.....	กรรมการ

(8) อุปกรณ์อื่นๆ

1. แท่นวางตัวอย่าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร จำนวน 2 ชั้น
2. แท่นวางตัวอย่าง ทำมุมเอียง 90 และ 45 องศา จำนวน 12 ชั้น
3. แท่นวางตัวอย่าง สามารถวางตัวอย่างขนาดอย่างน้อย 12 มิลลิเมตร
ได้อย่างน้อย 12 ตัวอย่าง จำนวน 2 ชั้น
4. แท่นวางตัวอย่าง แบบปรับมุมการเอียงได้ตั้งแต่ 0-90 องศา หรือกว้างกว่า โดยมีขีดบอกระยะ จำนวน 1 ชั้น
30, 45, 90 องศา สามารถวางตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดถึง 25 มม
5. แท่นวางตัวอย่างขนาดอย่างน้อย 12 มิลลิเมตร จำนวน 100 อัน
6. เทปทองแดงขนาด กว้าง 6.3 มิลลิเมตร x ยาว 15 เมตร หรือมากกว่า จำนวน 1 ม้วน
7. เทปคาร์บอนไฟฟ้านขนาด กว้าง 8 มิลลิเมตร x ยาว 20 เมตร หรือมากกว่า จำนวน 1 ม้วน
8. ที่คีบตัวอย่าง (Tweezer) ปลายโค้งวงกลม สำหรับคีบแท่นวางตัวอย่าง จำนวน 2 อัน
9. กล้องใส่แท่นวางตัวอย่าง สามารถใส่ได้อย่างน้อย 18 ตัวอย่าง หรือมากกว่า จำนวน 2 กล้อง
10. ผ้าเช็ดชิ้นงาน (Wiper) ขนาด 9 นิ้ว x 9 นิ้ว (100ชิ้น/แพค) จำนวน 5 แพค
11. ถังมือยางชนิดไม่มีแป้ง (100ชิ้น/กล่อง) จำนวน 5 กล่อง
12. ตู้ดูดควันแบบไร้ท่อ มีมาตรฐานการทดสอบ EN14175 และ ASHRAE110-1995 จำนวน 1 เครื่อง
พร้อมชุดกรองอากาศ (carbon filter และ acids & bases filter)
ที่สามารถถอดเปลี่ยนด้านบริเวณด้านหน้าตู้ ขนาดความกว้างอย่างน้อย 1.2 เมตร
แบบติดตั้งพื้น มีล้อเคลื่อนที่ได้โดยง่าย มีอ่างและก๊อกรับน้ำภายในเครื่อง
13. เครื่องล้างอัลตราโซนิก ขนาดความจุ 10 ลิตร หรือใหญ่กว่า จำนวน 1 ชุด
14. ตู้อบ (Oven) ควบคุมความร้อนแบบดิจิตอล จำนวน 1 เครื่อง
ถึง 250 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า ขนาดความจุภายใน 62 ลิตร หรือใหญ่กว่า
15. เครื่องกวนสารทำความร้อน (Hotplate stirrer) ควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอล จำนวน 1 เครื่อง
ในช่วงอุณหภูมิห้องถึง 280 องศาเซลเซียส หรือกว้างกว่า และควบคุมรอบการปั่น
แบบดิจิตอล 200-1500 RPM หรือกว้างกว่า
16. ตู้ดูดความชื้นอัตโนมัติ (Auto Desiccator) ขนาดความจุอย่างน้อย 50 ลิตร จำนวน 2 ชุด
ควบคุมความชื้นได้ แสดงอุณหภูมิและความชื้นแบบดิจิตอล
17. เครื่องพิมพ์ชนิดเลเซอร์ที่สามารถถ่ายเอกสารและทำสำเนาได้ในเครื่องเดียวกัน จำนวน 1 ชุด

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

1. พรศักดิ์ กุศลประธานกรรมการ

2. [ลายเซ็น]กรรมการ

3. [ลายเซ็น]กรรมการ

18. มีชุดคอมพิวเตอร์ All-in-one มีคุณลักษณะขั้นต่ำ ดังนี้

จำนวน 1 ชุด

18.1. คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 10/64 bits แบบมีลิขสิทธิ์

18.2. จอแสดงภาพขนาดอย่างน้อย 21.5 นิ้ว

18.3. หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ระดับ Intel i5 หรือดีกว่า

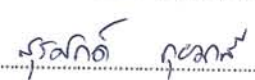
18.4. หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 8 GB

18.5. ระบบปฏิบัติการติดตั้งบน Hard Disk ขนาดความจุอย่างน้อย 1 TB

(9) การรับประกันสินค้า

อุปกรณ์ทุกชิ้น ต้องมีการรับประกันอย่างน้อย 1 ปี ได้แก่ เครื่องดังต่อไปนี้

1. ชุดกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)
2. ชุดตัวรับสัญญาณชุดวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ (EDS)
3. เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS)
4. เครื่องเคลือบผิวตัวอย่างให้นำไฟฟ้าในสภาวะสุญญากาศสูง (High vacuum coater)
5. เครื่องทำตัวอย่างให้แห้ง ณ จุดวิกฤติ (Critical point dryer)
6. กล้องจุลทรรศน์ตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค (Microscope)
7. เครื่องควบคุมความชื้นในอากาศ (Dehumidifier)
8. ตู้ดูดควันแบบไร้ท่อ (Ductless Fume Hood)
9. เครื่องล้างอัลตราโซนิก
10. ตู้อบ
11. เครื่องกวนสารทำความร้อน

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ	
1. 	ประธานกรรมการ
2. 	กรรมการ
3. 	กรรมการ

(10) การปรับปรุงห้องสำหรับการติดตั้งชุดกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ให้พร้อมติดตั้งเครื่อง

ต้องทำการกันห้องแยกระหว่างห้องปฏิบัติการกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน และห้องปฏิบัติการสำหรับเตรียมตัวอย่าง อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน

- | | |
|--|-----------------|
| 1. เครื่องปรับอากาศ ขนาดอย่างน้อย 24,000 BTU | จำนวน 1 เครื่อง |
| 2. เครื่องปรับอากาศ ขนาดอย่างน้อย 18,000 BTU | จำนวน 3 เครื่อง |
| 3. ติดตั้งอุปกรณ์ตัดไฟ (Circuit Breaker) | จำนวน 1 จุด |
| 4. ติดตั้งอุปกรณ์ดับไฟแบบอัตโนมัติ | จำนวน 1 ชุด |
| 5. มีโต๊ะสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานเครื่องมือและการเตรียมตัวอย่าง | จำนวน 2 ตัว |
| 5.1. โต๊ะสามารถหนกรดและต่างได้ | |
| 5.2. มีขนาดอย่างน้อย ดังนี้ 750 x 1500 x 800 (กว้าง x ยาว x สูง) | |
| 6. มีโต๊ะสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานทั่วไป | จำนวน 1 ตัว |
| 7. เก้าอี้แบบมีพนักพิงปรับสูงต่ำได้ | จำนวน 6 ตัว |
| 8. มีตู้เหล็กบานเปิดกระจก ขนาดอย่างน้อย 90 x 45 x 185 ซม | จำนวน 1 ตัว |
| 9. มีทีวี ขนาดจอแสดงผลอย่างน้อย 50 นิ้ว | จำนวน 3 เครื่อง |
| 10. อ่างล้างภาชนะ 2 อ่าง วัสดุชนิดเหล็กกล้าผสม (Stainless steel) | จำนวน 1 ชุด |
| 11. ติดตั้งระบบน้ำประปา น้ำทิ้ง และเครื่องปรับอากาศ | |
| 12. ติดตั้งม่านบังตาที่ผนังในตำแหน่งที่เหมาะสมกับการทำงาน เช่น ในห้อง SEM และส่วนหน้าของห้อง เป็นต้น | |

หมายเหตุ สำหรับการปรับปรุงห้องในการติดตั้งชุดกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด เนื่องจากห้องที่จะนำมาใช้เป็นห้องคอมพิวเตอร์เดิม ทางบริษัท จะต้องทำการย้ายอุปกรณ์จากห้องเดิมและทำการติดตั้งยังห้องใหม่ เพื่อให้คอมพิวเตอร์ชุดเดิม ยังคงสามารถใช้งานได้ โดยรายละเอียดการปรับปรุงห้องแสดงดังเอกสารแนบ

(11) การจัดฝึกอบรมการใช้งานแก่เจ้าหน้าที่ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้**

1. การฝึกอบรมการใช้งาน SEM (SEM operation training) อย่างน้อยเป็นเวลา 3 วัน
 - 1.1. หัวข้อการฝึกอบรม ตามหัวข้อดังนี้
 - 1.1.1. Fundamental of Scanning Electron Microscope (SEM)
 - 1.1.2. Basic operation of SEM
 - 1.1.3. 3D imaging reconstruction
 - 1.1.4. Electron Channeling Pattern Imaging
 - 1.1.5. Cathodoluminescent Imaging

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ	
1.	ประธานกรรมการ
2.	กรรมการ
3.	กรรมการ

2. การฝึกอบรมการใช้งาน EDS (EDS operation training) อย่างน้อยเป็นเวลา 2 วัน

2.1. หัวข้อการฝึกอบรม ตามหัวข้อดังนี้

2.1.1. Fundamental of Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS)

2.1.2. Basic operation of EDS

3. การใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ในชุดประกอบนี้ทั้งหมด

****หมายเหตุ** การฝึกอบรม จะจัดฝึกอบรม ณ สถานที่ที่ติดตั้งตัวเครื่อง ตามระยะเวลาที่กำหนด หรือจนกว่าจะสามารถใช้งานพื้นฐานได้

(12) การจัดอบรมแก่บุคคลทั่วไป โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้***

ทางบริษัทผู้ขายเครื่อง จะต้องจัดสัมมนาเพื่อให้ความรู้และสาธิตการใช้งานกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด และชุดวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ ณ สถานที่ที่มีการติดตั้งเครื่อง แก่บุคคลทั่วไป และบุคคลที่สนใจ

*****หมายเหตุ** การจัดอบรมจะเกิดขึ้นหลังจากการติดตั้งเครื่องและจัดฝึกอบรมแก่เจ้าหน้าที่ใช้งานเครื่องเรียบร้อยแล้ว

(13) ข้อกำหนดอื่นๆ

1. หากมีความชำรุดบกพร่องหรือเสียหายอันเนื่องมาจากการทำงานของเครื่องหรือผู้ขาย ผู้ขายจะทำการซ่อมแซมแก้ไขหรือเปลี่ยนใหม่ให้ใช้งานได้ดังเดิม ภายในระยะเวลาไม่เกิน 60 วัน นับจากวันที่ได้รับแจ้งจากผู้ซื้อ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ ในช่วงระยะเวลาประกัน
2. ผู้ขายต้องทำการบริการตรวจสอบและบำรุงรักษาชุดกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พร้อมชุดวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ (EDS) ปีละ 2 ครั้ง หรือทุกๆ 6 เดือน ในระยะเวลา 3 ปี นับจากวันติดตั้ง โดยบริษัทผู้ขายจะเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายทั้งหมด
3. ผู้ขายต้องมีเจ้าหน้าที่ชำนาญที่สามารถให้คำปรึกษาและแนะนำการแก้ไขปัญหาผ่านระบบวิดีโอคอนเฟอเรนซ์ หรือออนไลน์ หรือโทรศัพท์ภายในเวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมง หรือเรียกเข้ามาตรวจสอบเครื่องได้ภายในเวลาไม่เกิน 3 วัน โดย ไม่จำกัดจำนวนครั้ง ในระยะเวลา 3 ปี นับจากวันติดตั้ง
4. ผู้ขายต้องมีทีมที่ชำนาญ ที่ผ่านการฝึกอบรมที่สามารถซ่อม ติดตั้งชุดเครื่องมือ และอบรมการใช้งาน จากโรงงานผู้ผลิตโดยตรงพร้อมแสดงใบรับรอง
5. ผู้ขายต้องมีเอกสารใบรับรองการแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยโดยตรงจากผู้ผลิต
6. บริษัทผู้ผลิตกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน ต้องได้รับการรับรองตามมาตรฐานสากล ISO 9001 หรือเทียบเท่า
7. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากทวีปยุโรป หรือประเทศสหรัฐอเมริกา หรือประเทศญี่ปุ่น

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ	
1. 	ประธานกรรมการ
2. 	กรรมการ
3. 	กรรมการ

(14) สถานที่ติดตั้ง

ห้อง 2104 (ห้องคอมพิวเตอร์) ชั้น 1 อาคาร 60 ปี

(15) เกณฑ์การพิจารณา

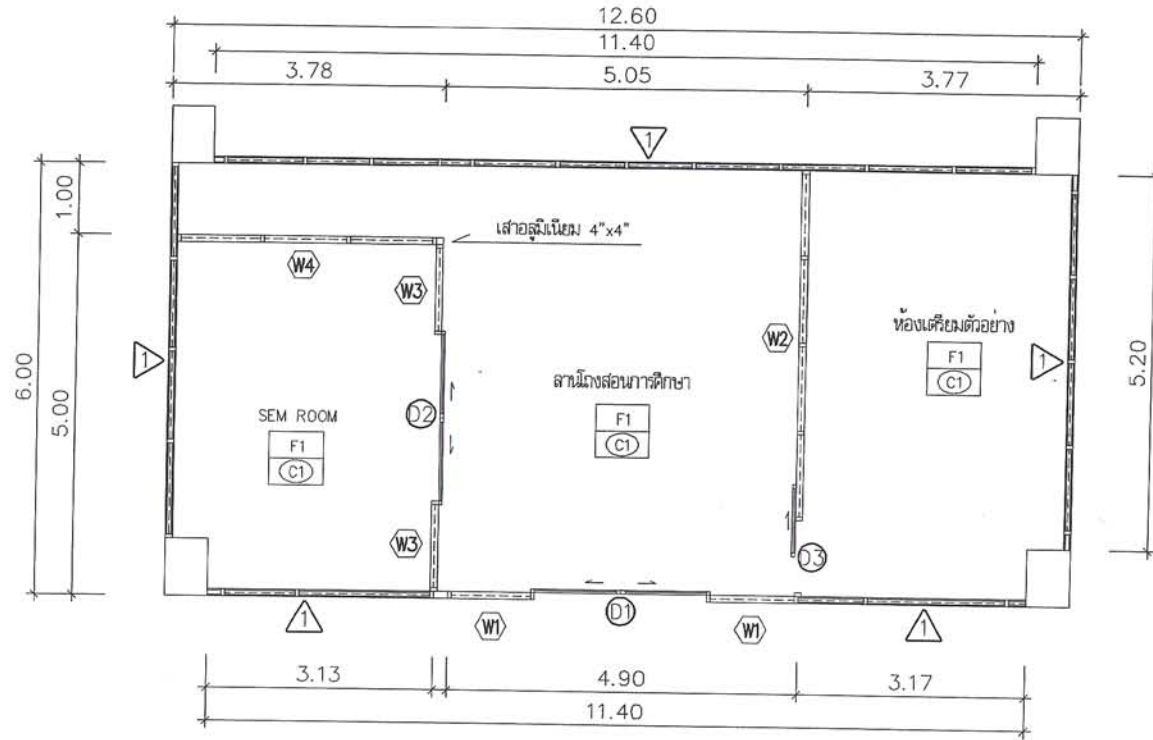
ตัวแปรที่ใช้ในการพิจารณา	ค่าน้ำหนัก (ร้อยละ)
15.1 ราคา	40
15.2 คุณภาพและคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ต่อราชการ	60
15.2.1 ต้นทุนของพัสดุนั้นตลอดอายุการใช้งาน ได้แก่ ค่าบริการรายปีแบบไม่จำกัดจำนวนครั้งของการเรียกและรายละเอียด ในการให้บริการ ราคาวัสดุสิ้นเปลือง ตลอดอายุการใช้งาน 10 ปี	20
15.2.2 มาตรฐานของสินค้าหรือบริการ เช่น มาตรฐาน ISO 9000 ของผู้ผลิต มาตรฐาน ISO ของผลิตภัณฑ์ ใบรับรอง การฝึกอบรมของวิศวกรที่ให้บริการที่ออกโดยผู้ผลิต เป็นต้น	10
15.2.3 การบริการหลังการขาย เช่น ความรวดเร็วในการบริการ มีศูนย์บริการกล้องจุลทรรศน์ให้บริการ ระหว่างรออะไหล่ เป็นต้น	10
15.2.4 ข้อเสนอด้านเทคนิคหรือข้อเสนออื่น ๆ เช่น เทคโนโลยีการปรับ probe current ขนาด Field of View กว้างที่สุด ที่ ทำได้ในระยะเวลาทำงาน ที่ 10 มิลลิเมตร เทคนิคการ Tilt Beam คุณภาพของ Backscatter Detector คุณภาพและเทคนิคในการถ่ายภาพ Electron Channeling Pattern ความละเอียดสูงสุดที่ภาพที่สามารถบันทึกได้ เป็นต้น	20
คะแนนรวม	100

คณะกรรมการกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ	
1. <u>สรศักดิ์ กุศล</u>	ประธานกรรมการ
2. <u>วณิ</u>	กรรมการ
3. <u>อัฐ</u>	กรรมการ

เอกสารแนบ

สุรศักดิ์ กุศล
ณ
กรุงเทพฯ

เอกสารแนบ



ขอบเขตงานปรับปรุงห้อง

- 1 ผนังกรุด้วยแผ่นผ้าใยหินบอร์ดหนา 9.0 มม. ปิดทั้ง 2 ด้าน ปิดทับโครงเคร่าอลูมิเนียมของเดิมพร้อมทาสีน้ำอะคริลิค 100% ภายใน Supershield หรือเทียบเท่า
- F1 ไม้พื้นโพลีไมด์ หนาไม่น้อยกว่า 4 มม. UNIX รหัส DJ404 หรือเทียบเท่า
- C1 รื้อถอนฝ้าเพดานที่มีบาร์เดิมพร้อมขึงตั้ง พร้อมทำการติดตั้งฝ้าใยหินบอร์ดหนา 9 มม. โครงสร้างเหล็กชุบสังกะสี ฝ้าเพดานฉาบเรียบ ทาสีน้ำอะคริลิค 100%
- ผู้รับจ้างต้องทำการรื้อถอนเครื่องคอมพิวเตอร์ จำนวน 12 ชุด พร้อมโต๊ะวางคอมพิวเตอร์ ไปติดตั้งใหม่ในห้องสมุด โดยจะต้องทำการเดินสายร้อยท่อระบบไฟฟ้า และระบบ Network ตามมาตรฐานการติดตั้งงานใช้งานได้ดี เพื่อเตรียมสถานที่ปรับปรุงห้อง ต่อไป
- ผู้รับจ้างต้องทำการรื้อถอนเครื่องปรับอากาศของเดิมออก จำนวน 2 ชุด แล้วส่งมอบคืนให้กับคณะวิทยาศาสตร์ ต่อไป
- ระบบน้ำทิ้งจากอ่างล้างเครื่องมือ และตู้ดูดควันแบบไร้ท่อ จะต้องเชื่อมต่อเข้ากับระบบบำบัดน้ำเสียของอาคาร ตามมาตรฐาน
- ผู้รับจ้างต้องทำการติดตั้งเครื่องดับเพลิงอัตโนมัติ ชนิดสารเหลวระเหย ขนาด 10 ปอนด์ จำนวน 3 ชุด ขวบนบนฝ้าเพดาน
- ผู้รับจ้างต้องทำการเก็บความเรียบร้อย และทำความสะอาดพื้นที่ ให้เรียบร้อยจนใช้งานได้

รศ.ดร.กมล
กมล
อัคร

แบบปรับปรุงห้อง 2104 เพื่อรองรับครุภัณฑ์กล้องจุลทรรศน์

SCALE

1:100



คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

โครงการ
งานปรับปรุงห้องบรรยาย 2104 อาคาร 60 ปี
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เจ้าของ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ภูมิสถาปนิก

วิศวกรโยธา

วิศวกรสุขาภิบาล

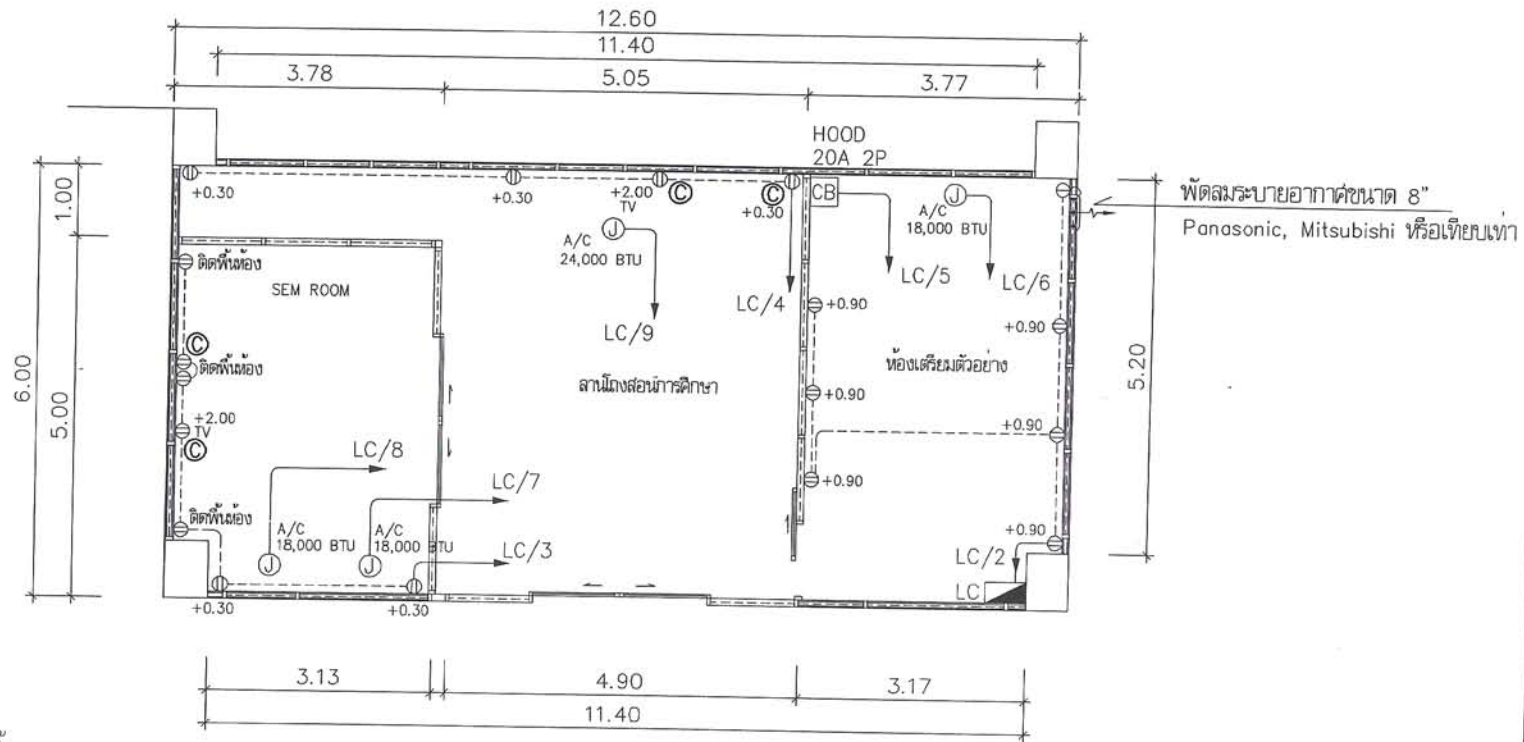
วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรเครื่องกล

ตรวจ		หัวหน้างาน จัดการก่อสร้าง
ตรวจ		ผู้อำนวยการกอง อาคารและสถานที่
เก็บรอบ		คณะบดี คณะวิทยาศาสตร์
อนุมัติ		อธิการบดี

ชื่อแบบ	
SCALE	DWG.No.
เขียนแบบโดย นาย ประดิษฐ์ มาลาศรี	1
ผู้ตรวจแบบ	TOTAL DWG.
DATE :	5

เอกสารแนบ



ขอบเขตงานระบบไฟฟ้า

- การติดตั้งระบบไฟฟ้าจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้า วสท.
- ระบบแสงสว่างใช้ตัวโคมไฟฟ้าชนิดฝังฝ้า 2x18 W. T8 LED แบบมีฝาครอบกันฝุ่น พร้อมเดินท่อร้อยสายโลหะ EMT สายเมนวงจรขนาด 2.5 Sq.mm และสายวงจรตัวโคมไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 1.5 Sq.mm. IEC01 ยี่ห้อบางกอกเคเบิ้ล หรือไทยยชาทิกิ ได้รับไฟฟ้ายี่ห้อ PANASONIC ติดตั้งในบล็อกโลหะ ตามรูปแบบที่กำหนด
- เติร์ปไฟฟ้าชนิดมีกราวด์ เดินท่อร้อยสายท่อโลหะ EMT เดินลอยเกาะติดผนัง สายวงจรขนาด 4 Sq.mm. และสายกราวด์ไม่น้อยกว่า 2.5 Sq.mm IEC01 ยี่ห้อบางกอกเคเบิ้ล หรือไทยยชาทิกิ ได้รับไฟฟ้ายี่ห้อ PANASONIC ติดตั้งในบล็อกโลหะ ตามรูปแบบที่กำหนด
- ระบบเมนไฟฟ้าติดตั้งตู้โหลดเซ็นเตอร์ 1P จำนวน 10 ช่อง เมนขนาด 63 A.2P ยี่ห้อ Schneider พร้อมลูกย่อย เดินท่อร้อยสายโลหะ EMT 3/4" สายเมนขนาด 16 Sq.mm. สายกราวด์ไม่น้อยกว่า 10 Sq.mm ยี่ห้อบางกอกเคเบิ้ล หรือไทยยชาทิกิ โดยเชื่อมต่อจากตู้เมนประจำชั้น
- ระบบอินเตอร์เน็ตเดินท่อร้อยสายท่อโลหะ EMT สาย CAT6E พร้อมติดตั้งเตีร์ป LAN ในบล็อกโลหะ ตามรูปแบบที่กำหนด
- ผู้รับจ้างต้องทำการย้ายสวิตช์ควบคุมดวงโคมภายในห้องด้านในของห้องที่ทำการปรับปรุง ไปติดตั้งใหม่ยังห้องด้านในจนสามารถใช้งานได้ดี (เนื่องจากสวิตช์ไฟฟ้าเดิมอยู่รวมกันเพียงจุดเดียว)
- เครื่องปรับอากาศเป็นชนิดแขวน split type การเดินท่อน้ำยาเครื่องปรับอากาศภายนอกอาคารจะต้องปิดด้วยรางครอบท่อ และสายไฟฟ้าต้องเดินสายร้อยท่อนำบนผ้าเพดาน ตามมาตรฐานการติดตั้ง

อรุณรัตน์ ฤกษ์งาม
วัน
อัมรินทร์

แบบปรับปรุงระบบไฟฟ้ากำลังห้อง 2104 เพื่อรองรับครุภัณฑ์กล้องจุลทรรศน์

SCALE

1:100

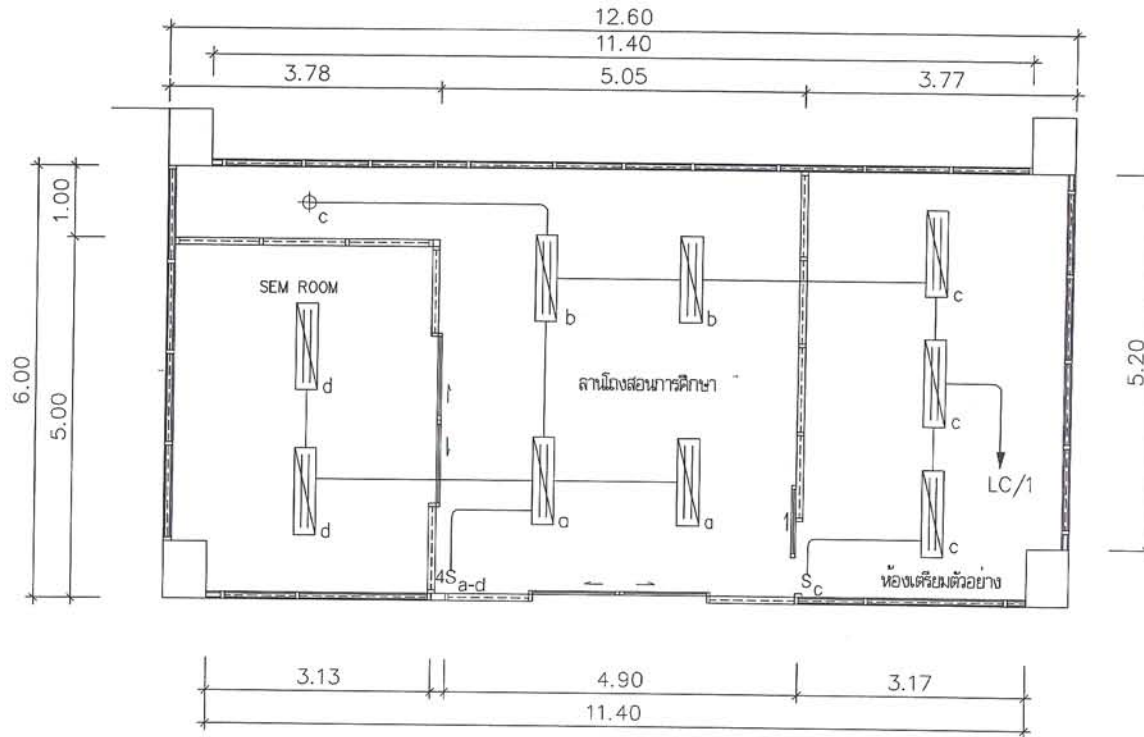


คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

โครงการ	งานปรับปรุงห้องบรรยาย 2104 อาคาร 60 ปี มหาวิทยาลัยแม่โจ้
เจ้าของ	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ภาคการศึกษา	
วิศวกรโครงการ	
วิศวกรตรวจสอบ	
วิศวกรไฟฟ้า	
วิศวกรเครื่องกล	

ตรวจ		หัวหน้างาน จัดการอาคาร
ตรวจ		ผู้อำนวยการกอง อาคารและสถานที่
แก้ไข		คณะบดี คณะวิทยาศาสตร์
อนุมัติ		อธิการบดี
รวม		
SCALE	DWG.No.	
เขียนแบบโดย	2	
ผู้ตรวจสอบแบบ	TOTAL DWG.	
DATE :	5	

เอกสารแนบ



PANELBOARD LOAD SCHEDULE								
PANEL NO. : LC			LOCATION: ห้อง 2104					
CAPACITY : 10			MOUNTING : SURFACE					
CONNECTED TO : ตู้โหลดประจำชั้น			IC : $\geq 6 \text{ KA, At } 240/415 \text{ V.}$					
CKT. NO.	DESCRIPTION	CONNECTED LOAD		BRANCH			WIRE	
		(VA)	POLE	AT	AF	SIZE (Sq.mm.)	TYPE	
1	โคมไฟแสงสว่าง	1,000	1	10	63	2.5	IEC01	
2	เต้ารับไฟฟ้า	1,080	1	16	63	4/2.5	IEC01	
3	เต้ารับไฟฟ้า	1,260	1	16	63	4/2.5	IEC01	
4	เต้ารับไฟฟ้า	720	1	16	63	4/2.5	IEC01	
5	HOOD	2,000	1	20	63	4/2.5	IEC01	
6	เครื่องปรับอากาศ 18,000 BTU	1,700	1	10	63	2.5/2.5	IEC01	
7	เครื่องปรับอากาศ 18,000 BTU	1,700	1	10	63	2.5/2.5	IEC01	
8	เครื่องปรับอากาศ 18,000 BTU	1,700	1	10	63	2.5/2.5	IEC01	
9	เครื่องปรับอากาศ 24,000 BTU	2,600	1	20	63	4/2.5	IEC01	
10								
AT 1.0 COINCIDENCE FACTOR		13,760	MCB			MAIN FEEDER		
TOTAL CONNECTED LOAD		13,760	63AT ,2P			2x16/10 Sq.mm IEC01 IN 3/4" EMT		

ศาสตราจารย์
ดร. กุศล
งาน
ไฟฟ้า

แบบปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างห้อง 2104 เพื่อรองรับครุภัณฑ์กล้องจุลทรรศน์

SCALE

1:100



คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

โครงการ
งานปรับปรุงห้องบรรยาย 2104 อาคาร 60 ปี
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เจ้าของ
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผู้รับผิดชอบโครงการ

วิศวกรโครงการ

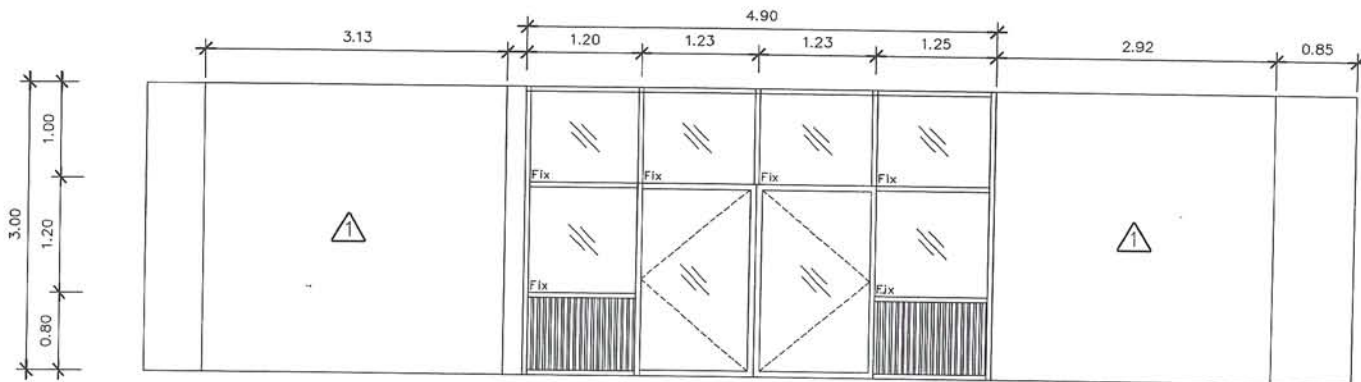
วิศวกรผู้ควบคุมงาน

วิศวกรไฟฟ้า

วิศวกรเครื่องกล

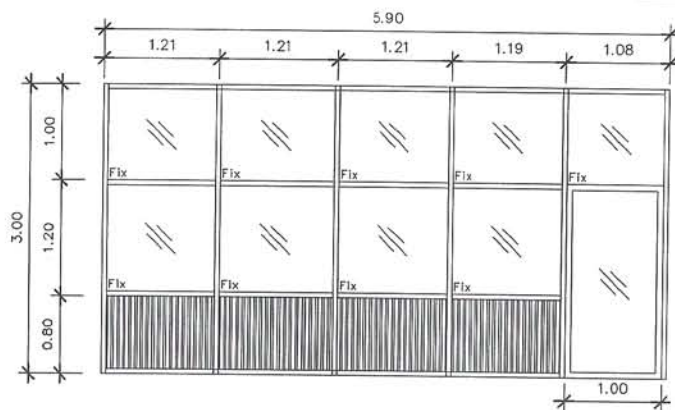
ตรวจ		ผู้ควบคุมงาน ผู้ควบคุมงาน
ตรวจ		ผู้อำนวยการกอง อาคารและสถานที่
เก็บรอบ		คณะบดี คณะวิทยาศาสตร์
อนุมัติ		อธิการบดี

ชื่อแบบ	
SCALE	DWG.No.
เขียนแบบโดย นาย ปิยะสิทธิ์ นาคะศิริ	3
ผู้ตรวจสอบแบบ	TOTAL DWG.
DATE :	5



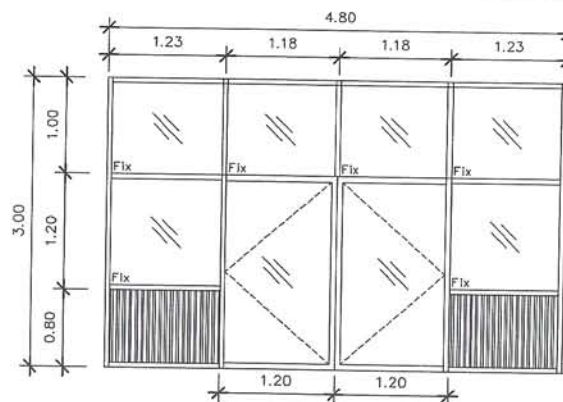
(W)

ลักษณะ	ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 2 นิ้ว ด้านนอกทาสีเขียว ด้านในทาสีขาว ผนังภายในทาสีเขียว
วัสดุ	อิฐสีแดงขนาด 1.5 ซม. ขนาด 2"x4" 180.
กรอบบาน	อลูมิเนียมสีเทาขนาด 1.5 ซม. 180.
ช่องเปิด	กระจกใสหนา 5 มม. 180.
บาน	บานพับเหล็กขนาดมาตรฐาน 180.
บาน	บานพับเหล็กขนาดมาตรฐาน 180.
บาน	บานพับเหล็กขนาดมาตรฐาน 180.



(W)

ลักษณะ	ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 2 นิ้ว ด้านนอกทาสีเขียว ด้านในทาสีขาว ผนังภายในทาสีเขียว
วัสดุ	อิฐสีแดงขนาด 1.5 ซม. ขนาด 2"x4" 180.
กรอบบาน	อลูมิเนียมสีเทาขนาด 1.5 ซม. 180.
ช่องเปิด	กระจกใสหนา 5 มม. 180.
บาน	บานพับเหล็กขนาดมาตรฐาน 180.
บาน	บานพับเหล็กขนาดมาตรฐาน 180.
บาน	บานพับเหล็กขนาดมาตรฐาน 180.



(W)

ลักษณะ	ผนังก่ออิฐฉาบปูนหนา 2 นิ้ว ด้านนอกทาสีเขียว ด้านในทาสีขาว ผนังภายในทาสีเขียว
วัสดุ	อิฐสีแดงขนาด 1.5 ซม. ขนาด 2"x4" 180. และปูนฉาบปูนหนา 1.5 ซม. ขนาด 4"x4" 180.
กรอบบาน	อลูมิเนียมสีเทาขนาด 1.5 ซม. 180.
ช่องเปิด	กระจกใสหนา 5 มม. 180.
บาน	บานพับเหล็กขนาดมาตรฐาน 180.
บาน	บานพับเหล็กขนาดมาตรฐาน 180.
บาน	บานพับเหล็กขนาดมาตรฐาน 180.

SCALE 1:75



คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
สาขานานาชาติ วิชาฟิสิกส์

โครงการ
งานวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชน 2564 งบฯ 600
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผู้วิจัย
มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ผู้ช่วยผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

หัวหน้าโครงการ

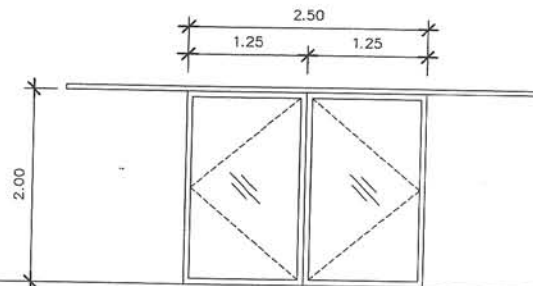
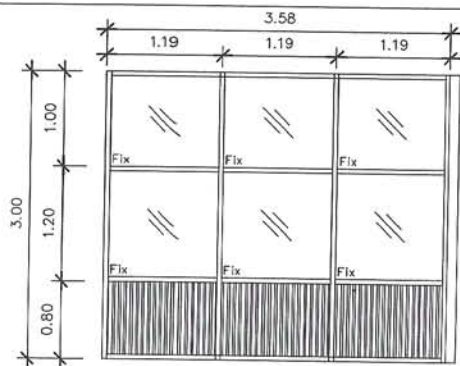
หัวหน้าโครงการ

หัวหน้าโครงการ

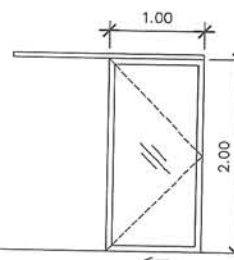
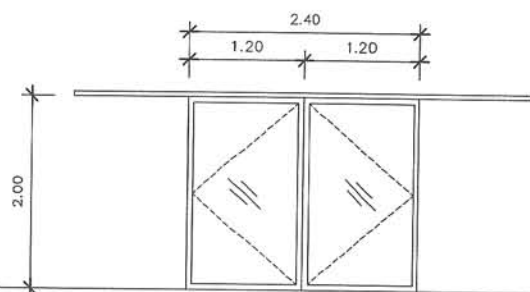
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ

SCALE	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ
ชื่อ	ชื่อ	ชื่อ

ผู้จัดทำ
ผู้ตรวจ
ผู้ตรวจ

[illegible]

ผู้ศึกษา	นางสาวนงนิตย์ 2 คณ. ตำบลบึงนาราง พิจิตร
อาชีพ	ครู
สถานภาพ	อยู่โสด
ขอติดต่อจาก	นางสาวนงนิตย์ 6 คณ. 1888
ศึกษา	ปริญญาโท สาขาบริหารการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มจร.
วิจัย	ปริญญาโท สาขาบริหารการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มจร.
ปริญญาตรี	ปริญญาตรี สาขาบริหารการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มจร.



(D2)	
ลักษณะ	เป็นรูปสี่เหลี่ยม 2 ด้าน ด้านบนและด้านขวา มีรูปร่างคล้าย
ขนาด	ขนาด 10 ซม.
การวัด	ขนาด 10 ซม.
สี	สีขาว
ลักษณะ	การวัดขนาด 6 mm. 187.
ลักษณะ	ลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านยาวด้านสั้น 187.
ลักษณะ	ลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านยาวด้านสั้น 187.
ลักษณะ	ลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านยาวด้านสั้น 187.

03	
ลักษณะ	รูปทรงกลม 1 ด้าน ด้านบนทึบสีขาว ด้านล่างโปร่ง
ขนาด	Ø 5.5 มม.
การบรรจุ	Ø 5.5 มม.
สีผิว	ทึบสีเทา 6 มม. 200%
กบดาน	ปลูกฝังไว้ที่กระดูกสันหลังระดับ L5/S1 200%
ฉลึงค์	ปลูกฝังไว้ที่กระดูกสันหลังระดับ L5/S1 200%
การนำเนื้อเยื่อ	ปลูกฝังไว้ที่กระดูกสันหลังระดับ L5/S1 200%



คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้
ตำบลหนองหาร อำเภอเมืองจันทบุรี จังหวัดฉะเชิงเทรา

[illegible]

งานปริณิญาบัตรวิทยานิพนธ์ 2104 สาขาการ 60 ปี
มหาวิทยาลัยมหิดล

1972-3

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

துவித்காபிதகாபா

វិទ្យាសាស្ត្រសង្គម

အိမ်ထောင်ရေး

22/04/2014

វិទ្យាសាស្ត្រសាស្ត្រ

ครั้งที่		ชื่อหน่วยงาน จัดกิจกรรม
ครั้งที่		ผู้ฝึกสอน/วิทยากร จากหน่วยงาน
เนื้อหา		ความรู้ เกี่ยวกับ
วันที่		กิจกรรม

	ชื่อและนาม
--	------------

SCALE	DRAWING
เขียนแบบโดย นาง ปิยะฉัตร มาลาพันธ์	5
ผู้ควบคุมงาน	TOTAL DWG
DATE :	5

SCALE 1:75

নবাবগঞ্জ পল্লী
১৯৬০

ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและรายละเอียดค่าใช้จ่าย
การจัดซื้อจัดจ้างที่มีใช้งานก่อสร้าง

1. ชื่อโครงการ : จัดซื้อครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ จำนวน 1 รายการ

2. หน่วยงานเจ้าของโครงการ : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

3. วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร : 10,000,000.00
 (สิบล้านบาทถ้วน)

รายการที่ 1 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิด ทั้งสแตนพร้อมชุดวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ และอุปกรณ์ประกอบ 1 ชุด	วงเงิน	10,000,000.00	บาท
---	--------	---------------	-----

4. วันที่กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) : วันที่ 31 มกราคม 2563

เป็นเงิน 10,000,000.00 บาท (สิบล้านบาทถ้วน)

รายการที่ 1 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดชนิด ทั้งสแตนพร้อมชุดวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์ และอุปกรณ์ประกอบ 1 ชุด	ราคา/หน่วย	10,000,000.00	บาท
---	------------	---------------	-----

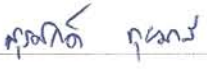
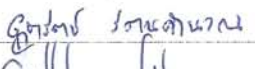
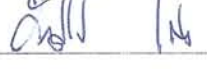
5. แหล่งที่มาของราคากลาง (ราคาอ้างอิง) :

รายการที่ 1 สืบราคาจากท้องตลาด 3 ราย ดังนี้

- 1 บริษัท ABSOTEC จำกัด
- 2 บริษัท ANDERSSON&CO จำกัด
- 3 บริษัท Look-kid จำกัด

6. รายชื่อผู้รับผิดชอบกำหนดราคากลาง

- 1 นายสุรศักดิ์ กุยมาลี
- 2 นางสาวอุษารัตน์ รัตนคำนวน
- 3 นายศักดิ์นันท์ นันตัง

 _____	 _____
 _____	 _____