ร่างขอบเขตของงาน
สำหรับการจัดซื้อครุภัณฑ์ กล้องจุลทรรศน์วัดแรงระดับอะตอม SPM
ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา จำนวน 1 เครื่อง
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

1. ความเป็นมา

ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญเกี่ยวกับการวิจัยทางด้านนาโนเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก โดยมีการสังเคราะห์สารให้มีโครงสร้างในระดับนาโน เพื่อพัฒนาอุปกรณ์ต่างๆให้มีขนาดเล็กในระดับนาโนเมตร หรือเรียกว่า Nano devices ในทางทฤษฎีเมื่อขนาดของสารมีขนาดที่เล็กลง จะทำให้ความหนาแน่นสถานะ (Density of State) เปลี่ยนแปลงไป ความหนาแน่นสถานะจะมีบางค่าเท่านั้นซึ่งสัมพันธ์กับทฤษฎีทางกลศาสตร์ควอนตัม (Quantum mechanics) และการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นสถานะนี้จะทำให้สมบัติบางอย่างของสารเปลี่ยนแปลงไป เช่น จุดเดือด ความนำไฟฟ้า เป็นต้น โดยที่สมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นสิ่งที่น่าสนใจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาเป็นอุปกรณ์ต่างๆ เช่น อุปกรณ์ทางแสง (optical devices) อุปกรณ์เซนเซอร์ (sensor devices) เป็นต้น จึงเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญที่จะศึกษาการสังเคราะห์เส้นนาโนของสารต่างๆ เช่น nanorod, nanowires, Nano belt, Nano disk เป็นต้น โดยงานวิจัยทางด้านนาโนเทคโนโลยีนั้นมีอยู่ 3 มุมมองหลักด้วยกัน คือ

1. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีในระดับอะตอม โมเลกุล หรือโมเลกุลมหภาค (macromolecule) ที่มีขนาดเล็กในช่วง 1 ถึง 100 นาโนเมตร

2. การสร้างและการใช้ประโยชน์จากโครงสร้าง อุปกรณ์ หรือระบบต่างๆ ที่มีสมบัติและหน้าที่ใหม่ๆเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากความเล็กในระดับนาโน (nanoscale) ของสิ่งนั้นๆ

3. ความสามารถในการควบคุมและจัดการได้อย่างถูกต้องและแม่นยำในระดับอะตอม ดังนั้นความหมายโดยรวมของนาโนเทคโนโลยี ก็คือ

"การจัดการ การสร้าง การสังเคราะห์วัสดุ อุปกรณ์และระบบต่างๆ ที่มีขนาดเล็กอยู่ในช่วง 1 ถึง 100 นาโนเมตร ด้วยความถูกต้องและแม่นยำ ซึ่งจะส่งผลให้วัสดุหรืออุปกรณ์ต่างๆ มีสมบัติที่พิเศษขึ้น ทำให้เกิดประโยชน์ ต่อผู้ใช้สอยและเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจได้"

นอกจากนี้เรายังสามารถแบ่งสาขาของการวิจัยทางด้านนาโนเทคโนโลยีแบ่งออกเป็น 3 สาขา คือ

1. นาโนเทคโนโลยีชีวภาพ (Nanobiotechnology)

2. นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nanoelectronics)

3. วัสดุนาโน (Nanomaterials)

นาโนเทคโนโลยีชีวภาพ (Nanobiotechnology)

เป็นการประยุกต์วิทยาการด้านนาโนเทคโนโลยี เช่น การพัฒนาไบโอเซนเซอร์ หรือหัวตรวจชีวภาพ และสารที่ใช้ในการวินิจฉัยโรค โดยใช้วัสดุชีวโมเลกุล การปรับโครงสร้างระดับโมเลกุลของยาที่สามารถหวังผลการมุ่งทำลายชีวโมเลกุลที่เป็นเป้าหมายเฉพาะเจาะจง เช่น เซลล์มะเร็ง การประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง ในการส่งผ่านสาร

บำรุงเข้าใต้ชั้นผิวหนังได้ดียิ่งขึ้น ทางด้านอุตสาหกรรมการแพทย์และสาธารณสุข รวมถึงการผลิตยาต่างๆ ก็ใช้ความรู้ทางนาโนไบโอเทคโนโลยี ในการผลิตยา ให้สามารถนำไปใช้เฉพาะที่ เฉพาะจุดได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น ทางด้านเกษตรกรรมก็ได้นำหัวตรวจวัดชีวภาพมาใช้เพื่อศึกษาสภาวะต่างๆ ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืชให้ได้ผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้นตัวอย่างงานเทคโนโลยีชีวภาพ คือ ฟองนาโนของก๊าซโอโซน การผลิตฟองขนาดนาโนของออกซิเจนที่คงทนอยู่ในน้ำได้อย่างยาวนานโดยไม่สลายตัว ทำให้สามารถเลี้ยงปลาน้ำจืดร่วมกับปลาน้ำเค็มในตู้เลี้ยงปลาตู้เดียวกันได้ในเชิงปฏิบัติเป็นครั้งแรก ส่วนน้ำที่มีฟองนาโนของออกซิเจนจะช่วยทำให้สิ่งมีชีวิตมีชีวิตยืนยาวมากขึ้น ดังนั้นจึงสามารถนำฟองนาโนมาประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ อาหาร และการประมง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นาโนอิเล็กทรอนิกส์ (Nanoelectronics)

การประยุกต์วิทยาการด้านนาโนอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ และทำงานด้วยประสิทธิภาพสูง ตัวอย่างเช่น การพัฒนาระบบไฟฟ้าเครื่องกล ซูเปอร์จิ๋ว การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ และเซลล์เชื้อเพลิง การพัฒนา High-density probe storage device, ไมโครชิพของคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันนี้จะใช้เทคโนโลยีพวกไมโครชิพ แต่ในโลกของอนาคตอันใกล้นี้จะเข้าสู่ของเทคโนโลยีนาโนชิพแล้ว โดยการนำท่อคาร์บอนซึ่งมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าและปลดปล่อยอิเล็กตรอนดีเยี่ยมมาประยุกต์ใช้ในการสร้างไมโครชิพที่มีความเร็วสูงกว่าปัจจุบันหลายเท่าตัว ซึ่งจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของคอมพิวเตอร์ให้เร็วยิ่งขึ้น และมีประสิทธิภาพขึ้นสูง กินพลังงานน้อย ขนาดของเครื่องจะเล็กลงสะดวกในการพกพา หรือการใช้แผ่นฟิล์มบางในระดับนาโนของสารอินทรีย์มาใช้เป็นส่วนประกอบในเซลล์แสงอาทิตย์ ช่วยในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าหรืออุปกรณ์แสดงผลฟิล์มบางเปล่งแสงสารอินทรีย์ (organic light emitting diode: OLED) เพื่อใช้เป็นจอภาพกล้องถ่ายรูปดิจิตอล หรือโทรทัศน์จอพลาสมา เป็นต้น

ตัวอย่างงานนาโนอิเล็กทรอนิกส์ การประดิษฐ์คอมพิวเตอร์พลังสูงที่ขับเคลื่อนมาจากพลังงานในระดับอะตอม ของหน่วยประมวลผลกลาง (ซีพียู) ที่ใช้กระบวนการด้านนาโนเทคโนโลยีผลิต หรือเรียกกันว่า ควอนตั้มคอมพิวติ้ง (Quantum Computing) ซึ่งจะเก็บข้อมูลและประมวลผลกันในระดับอะตอม อันจะทำให้มีความเร็วและประสิทธิภาพมากกว่า คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันประมาณ 50-100 เท่า

วัสดุนาโน (Nanomaterials)

วัสดุนาโนเป็นวัสดุที่สามารถเป็นได้ทั้ง โลหะ เซรามิก พอลิเมอร์และคอมโพสิท ซึ่งถูกสังเคราะห์ขึ้นมาโดยการดัดแปลงการจัดเรียงตัวของอะตอม หรือโมเลกุลให้มีช่วงขนาด 1-100 นาโนเมตร ซึ่งเล็กกว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นผม ประมาณ 1 แสนเท่า สมบัติและพฤติกรรมต่างๆ ของวัสดุขนาดจิ๋วเหล่านี้ เช่น สมบัติการนำไฟฟ้า สมบัติเชิงกล และสมบัติทางแม่เหล็ก มีความแตกต่างจากวัสดุชนิดเดียวกันที่มีขนาดใหญ่ขึ้นในระดับที่เราคุ้นเคย วัสดุนาโนสามารถแบ่งย่อยออกได้เป็นหลายกลุ่มตามการประยุกต์ใช้สอยที่สำคัญและอยู่ในความนิยมประกอบด้วย

1. หมุดควอนตัม (Quantum Dots)
2. อนุภาคนาโน (Nanoparticles)

3. ลวดนาโน (Nanowires)

4. ท่อนาโนคาร์บอน (Carbon Nanotubes)

5. ฟิล์มบางนาโน (Nanothinfilms)

6. สารเคลือบนาโน (Nanocoating)

7. ตัวเร่งปฏิกิริยาขนาดนาโน (Nanocatalysts)

8. นาโนคอมโพสิท (Nanocomposites)

การประยุกต์ใช้นาโนเทคโนโลยีศาสตร์ด้านนาโนวัสดุ เช่น การเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในอุตสาหกรรมการพัฒนาฟิล์มพลาสติกนาโนคอมโพสิท ที่มีความสามารถในการสกัดกั้นการผ่านของก๊าซบางชนิดและไอน้ำ เพื่อใช้ทำบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุความสดของผัก และผลไม้ และเพิ่มมูลค่าการส่งออก การผลิตผลอนุภาคนาโนมาใช้ฆ่าเชื้อแบคทีเรียและไวรัสหรือ ทำให้ไม่เปียกน้ำ การใช้ท่อนาโนคาร์บอน เพื่อเป็นส่วนผสมของวัสดุต่างๆ ทำให้วัสดุ แข็งแกร่ง ทนทาน และน้ำหนักเบาขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ตัวถังรถ เป็นต้น ทำให้ประหยัดพลังงาน ในด้านของการกีฬา เช่น ไม้เทนนิส ไม้แบดมินตัน หรือว่าในการใช้ผลิตภัณฑ์บางอย่างที่ทำให้เสื้อผ้าสามารถกันน้ำ กันเปื้อน ดับกลิ่น เป็นต้น

เนื่องจากงานศึกษาวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในระดับนาโนเมตรนั้น มีความหลากหลาย อีกทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัยพัฒนา และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ชั้นสูง จึงจำเป็นจะต้องใช้บุคลากรที่มีความสามารถมาควบคุมดูแลและบำรุงรักษา การจัดตั้งศูนย์วิจัยเฉพาะทางวัสดุศาสตร์และนาโนเทคโนโลยีแห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานนี้ จะทำให้การจัดการบริการเป็นไปอย่างมีระบบ ซึ่งจะทำให้เกิดประสิทธิภาพกับการจัดการศึกษางานวิจัยและพัฒนา ตลอดจนงานด้านการบริการชุมชนและอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ตระหนักถึงความสำคัญของนาโนเทคโนโลยีและการพัฒนาองค์ความรู้ เผยแพร่องค์ความรู้สู่ชุมชน อันจะส่งผลให้คุณภาพชีวิตของประชาชนดีขึ้น โดยเน้นไปทางด้านนาโนวัสดุและนาโนอิเล็กทรอนิกส์ อันเป็นสาขาวิชาที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ได้จัดการเรียนการสอนอยู่เป็นหลัก นอกจากนี้การจัดตั้งศูนย์วิจัยเฉพาะทางวัสดุศาสตร์และนาโนเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสานนี้จะเป็นส่วนสำคัญในการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนในระดับชั้นที่สูงขึ้นไปกว่าปริญญาตรี ที่มหาวิทยาลัยฯ จะได้จัดการเปิดการเรียนการสอนขึ้นในอนาคต นอกจากนั้นกล้องจุลทรรศน์วัดแรงระดับอะตอม SPM ยังเป็นเครื่องมือที่จะมาใช้ในการสนับสนุนงานวิจัยอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อจัดซื้อครุภัณฑ์ กล้องจุลทรรศน์วัดแรงระดับอะตอม SPM จำนวน 1 เครื่อง ด้วยวิธีประกาศเชิญชวนทั่วไป

2.2 เพื่อให้อาจารย์ และเจ้าหน้าที่ ได้ใช้เครื่องมือเพื่อพัฒนาความสามารถและเพิ่มทักษะในการปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. **คุณสมบัติผู้เสนอราคา**

3.1 ผู้เสนอราคาต้องมีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว

3.2 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทิ้งงานของทางราชการและได้แจ้งเวียนชื่อแล้ว หรือไม่เป็นผู้ที่ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคลหรือบุคคลอื่นเป็นผู้ทิ้งงานตามระเบียบของทางราชการ

3.3 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคาอื่น ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม

3.4 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมรับขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นว่านั้น

3.5 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกประเมินสิทธิ์ในสถานะที่ห้ามเข้าเสนอราคาและห้ามทำสัญญาตามที่ กวพ. กำหนด

3.6 บุคคลหรือนิติบุคคลที่จะเข้าเป็นคู่สัญญาต้องไม่อยู่ในฐานะเป็นผู้ไม่แสดงบัญชีรายรับรายจ่ายหรือแสดงบัญชีรายรับรายจ่ายไม่ถูกต้องครบถ้วนในสาระสำคัญ

3.7 บุคคลหรือนิติบุคคลที่จะเข้าเป็นคู่สัญญากับหน่วยงานภาครัฐซึ่งได้ดำเนินการจัดซื้อจัดจ้าง ด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ (e-Government Procurement : e-GP) ต้องลงทะเบียนในระบบอิเล็กทรอนิกส์ ของกรมบัญชีกลาง ที่เว็บไซต์ศูนย์ข้อมูลจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐ

3.8 คู่สัญญาต้องรับและจ่ายเงินผ่านบัญชีธนาคาร เว้นแต่การจ่ายเงินแต่ละครั้งซึ่งมีมูลค่า ไม่เกินสามหมื่นบาท คู่สัญญาอาจจ่ายเป็นเงินสดก็ได้

4. **รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ**

ตามเอกสารแนบ

5. **ระยะเวลาดำเนินการ**

120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

6. **วงเงินในการจัดหา**

วงเงิน 4,905,500 บาท (สี่ล้านเก้าแสนห้าพันห้าร้อยบาทถ้วน) จากงบประมาณรายจ่ายลงทุน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะกรรมการกำหนดร่างขอบเขตของงานและกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

1. นายอนิวรรต หาสุข ประธานกรรมการ .....
2. นายรัฐพล สมนา กรรมการ .....
3. นายพีรวัส คงสง กรรมการและเลขานุการ .....

ลงชื่อ.....ผู้อนุมัติ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ ลิ้มไขแสง)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

กล้องจุลทรรศน์วัดแรงระดับอะตอม SPM จำนวน 1 เครื่อง

คุณลักษณะทั่วไป

เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง อาศัยหลักการสร้างภาพจากแรงดึงดูดระหว่างอะตอม (Scanning Probe Microscope) ใช้เพื่อทำการศึกษาและวิเคราะห์พื้นผิววัสดุ เช่น แผ่นฟิล์มบาง งานด้านไบโอ งานด้านโลหะ งานด้านเซมิคอนดัคเตอร์ งานด้านอิเล็กทรอนิกส์ งานวิจัยและพัฒนาวัสดุชนิดต่างๆ ที่ประกอบขึ้นจากอนุภาคขนาดเล็กมากถึงระดับนาโนเมตร เป็นต้น

คุณลักษณะทางเทคนิค

1. กล้องจุลทรรศน์วัดแรงระดับอะตอม (Scanning Probe Microscope (SPM)) จำนวน 1 เครื่อง

1.1 ชุด SPM Unit มีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1.1.1 จะต้องมีโหมดการทดสอบอย่างน้อย 5 แบบ ดังนี้

1.1.1.1 แบบ Contact Mode

1.1.1.2 แบบ Dynamic Mode

1.1.1.3 แบบ Phase Mode

1.1.1.4 แบบ Lateral Force Mode (LFM)

1.1.1.5 แบบ Force Modulation Mode

1.1.2 เครื่องมือวิเคราะห์ต้องมีความละเอียดของการสแกนในแนวระนาบ (Horizontal) ไม่น้อยกว่า 0.2 นาโนเมตร และในแนวตั้ง (Vertical) ไม่น้อยกว่า 0.01 นาโนเมตร

1.1.3 แหล่งกำเนิดแสงต้องเป็นชนิด Laser Diode โดยฉายเลเซอร์ลงบนปลาย Cantilever อย่างต่อเนื่อง

1.1.4 อุปกรณ์ตรวจวัดต้องเป็นชนิด Photo detector

1.1.5 ชุดขับเคลื่อนต้องเป็นแบบ Tube piezoelectric element หรือเทียบเท่า และต้องมีชุด Scanner อย่างน้อย มีดังนี้

1.1.5.1 จะต้องมีชุด Scanner ใช้ระบบขับเคลื่อนชนิด Tube Piezoelectric Element หรือเทียบเท่า โดยมีพื้นที่ในการสแกนขนาดอย่างน้อย 10 ไมโครเมตร X 10 ไมโครเมตร และความหนาที่ 1 ไมโครเมตร จำนวน 1 ชุด

1.1.6 แท่นวางชิ้นงาน (Stage) จะต้องสามารถรับขนาดชิ้นงานได้สูงสุดที่ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 24 มม. สูงสุดไม่น้อยกว่า 8 มม.

1.1.7 จะต้องมีระบบที่ไม่ต้องทำการ Adjust เลเซอร์ใหม่เมื่อทำการเปลี่ยนชิ้นงาน เช่น ระบบ Head-Slide Mechanism หรือระบบที่ดีกว่า

1.1.8 การจับยึดชิ้นงานตัวอย่างจะต้องเป็นระบบแม่เหล็ก (Magnet) หรือระบบอื่นที่ดีกว่า

1.1.9 ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกน Z จะต้องเป็นระบบอัตโนมัติโดยใช้ Stepping Motor หรือระบบอื่นที่ดีกว่า

1.1.10 แกน Z จะต้องมีระยะช่วงเคลื่อนที่ (Stroke) ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร

1.1.11 ตัวเครื่องจะต้องมีชุดป้องกันการสั่นสะเทือนภายในตัวเครื่อง (Built in) แบบ Vibration Damper) หรือระบบอื่นที่ดีกว่า

1.2 ชุดควบคุม (Control Unit) ประกอบด้วย

1.2.1 ชุดควบคุมการสแกนด้านแกน X และ Y output จะต้องมีความละเอียดอย่างน้อย 16 bit และด้านแกน Z output ความละเอียดสูงสุดที่ 26 bit ที่ +/-211V

1.2.2 จะต้องมีระบบควบคุมการทำงานแบบป้อนย้อนกลับชนิด Digital Control System หรือระบบอื่นที่ดีกว่า

1.2.3 มีระบบต่อเชื่อมสัญญาณจะต้องเป็นชนิด TCP/IP Protocol หรือระบบอื่นที่ดีกว่า

1.3 มีโปรแกรมสำเร็จรูป (Software) สามารถทำการควบคุมการทำงานดังนี้

1.3.1 การวัดในโหมด On Line สามารถทำได้ดังนี้

1.3.1.1 โปรแกรมสามารถ Input Signal ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 6 signals

1.3.1.2 โปรแกรมสามารถสแกนไปและกลับได้อย่างต่อเนื่อง (Trace/Retrace)

1.3.1.3 สามารถแสดงภาพได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 8 ภาพในเวลาเดียวกัน

1.3.1.4 สามารถตั้งความละเอียดของภาพได้หลายระดับ คือ 2048x2048, 1024x1024, 512x512, 256x256 และ 128x128 หรือดีกว่า

1.3.2 การวัดในโหมด Off Line สามารถทำได้ดังนี้

1.3.2.1 จะต้องสามารถทำ 3D Display ได้

1.3.2.2 จะต้องสามารถเลือกสีในการแสดงได้ (Color palettes)

1.3.2.3 จะต้องสามารถแสดงภาพตัดขวาง (Cross–Section Profile)

1.3.2.4 จะต้องสามารถวิเคราะห์ Line Roughness และ Surface Roughness ได้

1.3.2.5 จะต้องสามารถส่ง File Output ได้อย่างน้อย 3 แบบ คือ DIB Format, TIFF Format และ ASCII Format

1.4 เครื่องแปลงไฟฟ้าขนาด 500 VA จำนวน 1 ชุด

1.5 มี cantilever สำหรับ Contact Mode ไม่น้อยกว่า 150 ชิ้น

1.6 มี cantilever สำหรับ Dynamic Mode ไม่น้อยกว่า 60 ชิ้น

1.7 มี cantilever สำหรับ Magnetic force Mode ไม่น้อยกว่า 40 ชิ้น

1.8 มี cantilever สำหรับ Current Mode ไม่น้อยกว่า 40 ชิ้น

1.9 มี cantilever สำหรับ Surface potential Mode (KFM) ไม่น้อยกว่า 40 ชิ้น

2. เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล (จอภาพขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว) จำนวน 1 เครื่อง

2.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) หรือ 8 แกนเสมือน (8 Thread) โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.2 GHz จานวน 1 หน่วย

2.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB

2.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้

1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB หรือ

2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลางแบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB หรือ

3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่บนแผงวงจรหลัก แบบ Onboard Graphics ที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB

2.4 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

2.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2 TB หรือ ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 240 GB จำนวน 1 หน่วย

2.6 มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย

2.7 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100/1000 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

2.8 มีแป้นพิมพ์และเมาส์

2.9 มีจอภาพแบบ LCD หรือดีกว่า มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 600 : 1 และมีขนาดไม่น้อยกว่า 19 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

3. เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาด 3 KVA จำนวน 1 เครื่อง

3.1 มีกำลังไฟฟ้าด้านนอกไม่น้อยกว่า 3 kVA (2,100 Watts)

3.2 มีช่วงแรงดันไฟฟ้า Input (VAC) ไม่น้อยกว่า 220+/-25%

3.3 มีช่วงแรงดันไฟฟ้า Output (VAC) ไม่มากกว่า 220+/-5%

3.4 สามารถสำรองไฟฟ้าที่ Full Load ได้ไม่น้อยกว่า 5 นาที

4. มีโต๊ะสำหรับวางชุดประมวลผลและแสดงผลพร้อมเก้าอี้ จำนวน 1 ชุด

5. มีหนังสือแสดงการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตหรือได้รับมอบหมายจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทยเพื่อสิทธิด้านการบริการหลังการขาย

6. รับประกันคุณภาพครุภัณฑ์ทุกรายการเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

7. มีคู่มือแนะนำการใช้งานเครื่อง

8. มีบริการติดตั้งและฝึกอบรมการใช้งานเครื่องจนสามารถใช้งานเครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ

9. ระยะเวลาส่งมอบงานภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

10. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

1. นายอนิวรรต หาสุข ประธานกรรมการ.....
2. นายรัฐพล สมนา กรรมการ.....
3. นายพีรวัส คงสง กรรมการและเลขานุการ.....

ลงชื่อ.....ผู้อนุมัติ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ ลิ้มไขแสง)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน