ร่างขอบเขตของงาน

สำหรับการจัดซื้อครุภัณฑ์ Thermal Conductivity Tester

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 ในการส่งผ่าน

สารบำรุงเข้าใต้ชั้นผิวหนังได้ดียิ่งขึ้น 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 นอกจากนั้นเครื่อง Thermal Conductivity Tester ยังเป็นเครื่องมือที่จะมาใช้ในการสนับสนุนงานวิจัยอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อจัดซื้อครุภัณฑ์ Thermal Conductivity Tester 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 4,000,000 บาท (สี่ล้านบาทถ้วน) จากงบประมาณรายจ่ายลงทุน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะกรรมการกำหนดร่างขอบเขตของงานและกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

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

ลงชื่อ.....ผู้อนุมัติ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ ลิ้มไขแสง)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

เครื่อง Thermal Conductivity Tester จำนวน 1 เครื่อง

<u>คุณลักษณะทั่วไป</u>

เป็นเครื่องวัดค่าการนำความร้อน เป็นเครื่องที่สามารถวัดค่าการนำความร้อนโดยอาศัยหลักการของ Heat Flow Meter สอดคล้องกับมาตรฐานการวัด ASTM C518, ASTM C1784, ISO 8301, JIS A1412, DIN EN 12667 และ DIN EN 12664 ซึ่งเป็นวิธีทดสอบที่มีความแม่นยำและรวดเร็ว เหมาะกับวัสดุกันความร้อนประเภทที่มีค่าการนำความร้อนต่ำ เช่น Polystyrene, PUR foams, Building boards, wood เป็นต้น โดยมีคุณสมบัติดังนี้

<u>คุณลักษณะเฉพาะ</u>

1. เครื่องวัดค่าการนำความร้อน จำนวน 1 เครื่อง

1.1 หลักการวัดเป็นแบบ Heat Flow Meter โดยมี Dual Heat Flux sensor สำหรับแผ่น plate ด้านบนและล่าง เพื่อวัดค่าความต่างศักย์ที่เป็นสัดส่วนกับความร้อนที่ถ่ายเทผ่านวัสดุทดสอบ

1.2 สอดคล้องกับมาตรฐานการวัด ASTM C518, ASTM C1784, ISO 8301, JIS A1412, DIN EN 12667 และ DIN EN 12664

1.3 มีช่วงการวัดค่าการนำความร้อนไม่น้อยกว่า 0.002 วัตต์ /เมตร. เคลวิน จนถึง 2.0 วัตต์ /เมตร.เคลวิน

1.4 มีความสามารถในการทำซ้ำ (Repeatability) ไม่มากกว่า +/- 0.25%

1.5 สามารถกำหนดช่วงอุณหภูมิของแผ่น plate ด้านบนและล่าง ได้ต่ำสุดไม่มากกว่า -20 องศาเซลเซียส จนถึงอุณหภูมิสูงสุดไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส

1.6 สามารถกำหนดอุณหภูมิในการทดสอบได้ต่อเนื่องสูงสุดไม่น้อยกว่า 10 จุด

1.7 มีระบบควบคุมอุณหภูมิของแผ่น plate ด้านบนและล่าง เป็นแบบ Peltier system

1.8 มีจำนวนจุดในการวัดอุณหภูมิ ในแต่ละแผ่น plate ไม่น้อยกว่า 3 จุด

1.9 สามารถใส่วัสดุทดสอบที่มีขนาดกว้าง x ยาว x สูง ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 305 x 305 x 105 มิลลิเมตรตามลำดับ

1.10 มีระบบประมวลผลและเครื่องพิมพ์ติดตั้งที่ตัวเครื่อง สามารถสั่งการทำงานและพิมพ์ผลการทดสอบได้โดยตรง แม้ไม่ได้ต่อกับคอมพิวเตอร์

1.11 โครงสร้างเป็นแบบ Air-tight system ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบ purge gas เพื่อลดโอกาสการควบแน่นของไอน้ำภายในห้องคุมอุณหภูมิ (chamber) และบนแผ่น plate ได้

1.12 สามารถกำหนดแรงกด (Variable load / Contact force) ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 850 N ทำให้สามารถควบคุมความหนาแน่นของวัสดุทดสอบได้ดีมากยิ่งขึ้น

1.13 มีอุปกรณ์ตรวจวัดความหนาของวัสดุทดสอบตามมุมทั้ง 4 ด้านได้อย่างรวดเร็วเพียงไม่กี่วินาที

1.14 สามารถวัดความลาดเอียงของผิวด้านบนของวัสดุทดสอบด้วย Two-axis inclinometer เพื่อคำนวณค่าความหนาของชิ้นงานได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นเมื่อผิวของชิ้นงานมีความลาดเอียง

1.15 มีระบบเพิ่มความปลอดภัยขณะควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้นและลงสำหรับ upper plate โดยผู้ใช้งานต้องทำการกดปุ่ม Safety และปุ่มขึ้นหรือลงพร้อมกัน

1.16 เป็นโปรแกรมที่ใช้งานบนระบบปฏิบัติการได้ทั้ง Windows 7 ได้

1.17 สามารถควบคุมการทำงานตัวเครื่องพร้อมการประมวลผล บันทึกผลการทดลอง และสร้างรายงานการทดสอบได้

1.18 สามารถจัดเตรียมรูปแบบและขั้นตอนการทดลองไว้ล่วงหน้า (user-predefined parameter) เพื่อพร้อมให้ใช้งานได้โดยง่าย

1.19 สามารถกำหนดลำดับอุณหภูมิในการทดสอบอย่างต่อเนื่องได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 10 ลำดับ

1.20 ทำการสร้างกราฟระหว่างอุณหภูมิ plate/mean และค่าการนำความร้อนได้

1.21 สามารถทำการปรับแก้รูปแบบของรายงาน (Test report) ด้านการจัดวางข้อมูลและตราสัญลักษณ์ของสถาบันผู้ทำการทดสอบได้

1.22 โปรแกรมปฏิบัติการสามารถควบคุมแรงในการกดชิ้นงานทดสอบ เพื่อปรับเปลี่ยนความหนาแน่นของชิ้นงานได้

1.23 สามารถคำนวณค่า Specific Heat Capacity (Cp) ได้

1.24 โปรแกรมสามารถสร้างรูปแบบการรายงานผลที่สอดคล้องกับมาตรฐาน ASTM C518 ได้

1.25 สามารถนำส่งข้อมูลผลการทดลองออกไปอยู่ในรูปของ Word file และ Excel file ได้

1.26 มีชุดอุปกรณ์เสริม (Instrument kit) ซึ่งประกอบด้วย thermocouple พร้อมอุปกรณ์เชื่อมต่อ จำนวน 2 ชิ้น และ แผ่นยางสำหรับประกอบที่วัสดุทดสอบ (interface pad) จำนวน 2 ชิ้น สำหรับวัสดุทดสอบที่มีค่าการนำความร้อนสูงและเหมาะสำหรับวัสดุทดสอบที่ผิวหน้าไม่เรียบ

1.27 ถาดภาชนะรองรับวัสดุทดสอบประเภทผง โดยมีปริมาตรความจุสำหรับวัสดุทดสอบ ขนาด กว้าง x ยาว x สูง 240 x 240 x 50 มิลลิเมตรตามลำดับ

1.28 เครื่องทำความเย็น (Circulator) โดยมี cooling capacity สูงสุดไม่น้อยกว่า 900 วัตต์ (ณ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส) จำนวน 1 เครื่อง

1.29 แผ่นวัสดุอ้างอิงสำหรับสอบเทียบ (NIST reference material sample SRM 1450D) มีขนาด กว้าง x ยาว x สูง 305 x 305 x 26 มิลลิเมตรตามลำดับ จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชิ้น

2 ถังก๊าซไนโตรเจน **จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ถัง**

2.1 ความจุไม่น้อยกว่า 7 ลูกบาศก์เมตร

2.2 มีวาล์วลดแรงดัน

3 เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับงานประมวลผล แบบที่ 1 จำนวน 1 เครื่อง

3.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ไม่น้อยกว่า 4 แกนหลัก (4 core) จำนวน 1 หน่วย โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้

1) ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 2 MB โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.8 GHz และมีหน่วยประมวลผลด้านกราฟิก (Graphics Processing Unit) ไม่น้อยกว่า 8 แกน หรือ

2) ในกรณีที่มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 6 MB ต้องมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.7 GHz

3.2 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้

1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB หรือ

2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB หรือ

3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่บนแผงวงจรหลัก แบบ Onboard Graphics ที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB

3.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR3 หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB

3.4 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด SATA หรือ ดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือ ชนิด Solid State Disk ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 120 GB จำนวน 1 หน่วย

3.5 มี DVD-RW หรือดีกว่า จำนวน 1 หน่วย

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

3.7 มีแป้นพิมพ์และเมาส์

3.8 มีจอภาพแบบ LCD หรือดีกว่า มี Contrast Ratio ไม่น้อยกว่า 600 : 1 และมีขนาดไม่น้อย กว่า 22 นิ้ว จำนวน 1 หน่วย

4 เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาด 3 kVA จำนวน 1 เครื่อง

4.1 มีกำลังไฟฟ้าด้านนอกไม่น้อยกว่า 3 kVA (2,100 Watts)

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

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

4.4 สามารถสำรองไฟฟ้าที่ Full Load ได้ไม่น้อยกว่า 5 นาที

5 เครื่อง Stabilizer 5 kVA จำนวน 1 เครื่อง

5.1 มี output Voltage ไม่มากกว่า +/- 5%

6 โต๊ะหินแกรนิต สำหรับวางเครื่องมือและคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ตัว

6.1 เป็นโต๊ะหินแกรนิตขาเป็นโครงเหล็กทาสีขาว

6.2 มีขนาดไม่น้อยกว่า 150 x 75 x 75 (ยาว x ลึก x สูง)

7 รับประกันคุณภาพครุภัณฑ์ทุกรายการเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี

8 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษอย่างละ 1 ชุด

9 ติดตั้งและอบรมการใช้งานจนสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

10 ผู้เสนอราคาต้องแสดงเอกสารรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่าย

11 ระยะเวลาส่งมอบงานภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา

12 หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอโดยใช้เกณฑ์ราคา

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

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

ลงชื่อ.....ผู้อนุมัติ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ ลิ้มไขแสง)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน