**ร่างขอบเขตของงาน**

**สำหรับการจัดซื้อครุภัณฑ์ X-ray Diffractometer (XRD)**

**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 นอกจากนั้นเครื่อง X-ray Diffractometer (XRD) ยังเป็นเครื่องมือที่จะมาใช้ในการสนับสนุนงานวิจัยอีกด้วย

**2. วัตถุประสงค์**

2.1 เพื่อจัดซื้อครุภัณฑ์ X-ray Diffractometer (XRD) 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 7,273,500 บาท (เจ็ดล้านสองแสนเจ็ดหมื่นสามพันห้าร้อยบาทถ้วน) 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 X-ray Diffractometer (XRD) จำนวน 1 เครื่อง**

**คุณลักษณะทั่วไป**

เป็นเครื่องมือวิเคราะห์โครงสร้างผลึกด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นชุดประมวลผลและควบคุมการทำงานของเครื่องวิเคราะห์

**คุณลักษณะทางเทคนิค**

1. **เครื่องมือวิเคราะห์โครงสร้างผลึกด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ จำนวน 1 เครื่อง**

ตัวเครื่องมีขนาดไม่กว้างกว่า 900 มม. ลึกไม่เกิน 700 มม. และความสูงต่ำกว่าหรือเท่ากับ 1600 มม. เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย และต้องมีน้ำหนักของเครื่องไม่เกิน 500 กิโลกรัม เพื่อให้สามารถติดตั้งบนอาคารไม่ต่ำกว่าชั้น 4 ได้ และมีอัตราการรั่วของรังสีเอ็กซ์ไม่เกิน 2.5 $\mu$Sv/h

**1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงสำหรับจ่ายให้หลอดรังสีเอ็กซ์ (X-ray generator)**

1.1.1 สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงสุดไม่ต่ำกว่า 3 กิโลวัตต์

1.1.2 สามารถจ่ายศักย์ไฟฟ้าให้กับหลอดรังสีเอ็กซ์ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 60 กิโลโวลท์ และสามารถปรับได้ครั้งละไม่มากกว่า 1 กิโลโวลท์

1.1.3 สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดรังสีเอ็กซ์ได้สูงสุดไม่ต่ำกว่า 80 มิลลิแอมป์ และสามารถปรับได้ครั้งละ 1 มิลลิแอมป์ หรือดีกว่า

1.1.4 ใช้กำลังไฟฟ้าชนิดกระแสสลับขนาด 220 โวลท์ $\pm$10% ความถี่ 50 เฮิรตซ์

**1.2 หลอดรังสีเอ็กซ์และระบบความปลอดภัย (X-ray Tube & Safety)**

1.2.1 เป็นหลอดรังสีเอ็กซ์ชนิดเป้าทองแดง (Cu-Anode) หรือโคบอลต์ (Co-Anode) หรือโครเมียม (Cr-Anode) ขนาดกำลังไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 2.0 กิโลวัตต์ หรือดีกว่า

1.2.2 อุปกรณ์กรองรังสีเอ็กซ์เพื่อการวิเคราะห์ชนิด Ni Filter จำนวนอย่างละ 1 ชิ้น

1.2.3 มีระบบป้องกันทางกลจากรังสีเอ็กซ์ คือ เซ็นเซอร์ล็อคประตูขณะทำการวิเคราะห์ (door interlock mechanism) และระบบนี้จะทำงานอัตโนมัติ และเครื่องจะสามารถสร้างรังสีเอ็กซ์หลังจากที่ประตูถูกปิดสนิทแล้วเท่านั้น

1.2.4 มีระบบหยุดทำงานฉุกเฉิน เมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้นกับตัวเครื่อง (Emergency Stop) หรือดีกว่า

**1.3 ชุดโกนิโอมิเตอร์ (Goniometer)**

1.3.1 เป็นชนิดแนวตั้ง (Vertical Type) มีรัศมีการสแกนไม่ต่ำกว่า 185 มิลลิเมตร โดยมีความเร็วในการสแกนของตัวตรวจวัดสูงสุด 1,000 องศาต่อนาที ($2\theta$) ความเร็วในการสแกนทั่วไป 0.1 ถึง 50 องศาต่อนาทีสำหรับ ($2\theta$) และ 0.05 ถึง 25 องศาต่อนาทีสำหรับ ($\theta$) หรือดีกว่า

1.3.2 ช่วงมุมการสแกนของตัวตรวจวัด (2θ) ไม่น้อยกว่า -6 ถึง 163 องศาและช่วงมุมการสแกนของแท่นวางตัวอย่าง (θ) อยู่ระหว่าง -180 ถึง 180 องศา หรือดีกว่า

1.3.3 ความละเอียดของมุมในการสแกนต่ำสุดสำหรับตัวตรวจวัด (2θ) ไม่มากกว่า 0.002 องศา และสำหรับแท่นวางตัวอย่าง (θ) ไม่มากกว่า 0.001 องศา

1.3.4 ค่าการสแกนซ้ำของตัวตรวจวัดมุม 2θ (Angle Reproducibility) ไม่เกิน ±0.001 องศา

**1.4 หัวตรวจวัดรังสี (Detector)**

1.4.1 มีหัววัดรังสีแบบ Scintillation Counter ชนิด Na I

1.4.2 ชุด Scaler ที่มีช่วง Preset time อยู่ในช่วงไม่เกิน 0.1 ถึง 1000 วินาที หรือดีกว่า

1.4.3 ความต่างศักย์สูงสุดที่ใช้อยู่ในช่วง 500-1200 โวลท์

1.4.3 มีหัวตรวจวัดชนิด Fast Detector ที่มีจำนวนช่องรับสัญญา (Numbe of Channel) ไม่น้อยกว่า 1280 ช่อง และความกว้างของช่องรับสัญญาณ (Width of one channel) ไม่น้อยกว่า 50 ไมครอนเมตร สามารถทำงานได้ทั้งแบบ Step-Scan mode และ One-shot mode

**1.5 โปรแกรมเปรียบเทียบข้อมูลที่วัดได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างเชิงคุณภาพกับฐานข้อมูล**

**1.6 อุปกรณ์หล่อเย็น มีรายละเอียดดังนี้**

เป็นชุดอุปกรณ์หล่อเย็นแบบระบบปิด (Cooling Water Circulator) จำนวน 1 ชุด

**1.7 มีฐานข้อมูล** ICDD, PDF-2 Database Search match Software 1 ชุด

1.8 มีชุดสำหรับการวิเคราะห์ความเคลียดความเค้นของโลหะ (Stress Analysis Attachment) ที่สามารถทำมุมเอียงได้ในช่วง 0 ถึง 50 องศา เทียบเท่าหรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

1.9 มีชุด Counter Monochromator เพื่อกรองรังสีอื่นๆ และให้เฉพาะรังสี Ka ผ่านเพื่อเพิ่มสัญญาณ signal-to-noise ratio ให้สูงขึ้น จำนวน 1 ชุด

1.10 มีชุดหมุนชิ้นงาน (Rotational Samples State) ที่ทำความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 1 ถึง 60 รอบต่อนาที และสามารถใช้งานตรวจวัดได้ตั้งแต่ 5 องศา ถึง 163 องศา (2θ) หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

1.11 มีชุดสำหรับตรวจวัดฟิล์มบาง (Thin Film Analysis using Attachment) ที่สามารถหมุนชิ้นงานที่ความเร็วได้ 1 ถึง 60 รอบต่อนาที

1.12 ชุดป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ 5 ตำแหน่ง (Sample Auto Changer) ที่สามารถหมุนตัวอย่างด้วยความเร็วได้ไม่น้อยกว่า 1 ถึง 60 รอบต่อนาที และสามารถใช้งานตรวจวัดได้ตั้งแต่ 5 องศา ถึง 163 องศา (2θ) หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด

1.13 มีชุด Polycapillary สำหรับรวมรังสีเอ็กซ์ในลักษณะ parallel beam เพื่อช่วยให้วิเคราะห์ตัวอย่างที่มีพื้นผิวความสูงไม่สม่ำเสมอ จำนวน 1 ชุด

1.14 มีโปรแกรมแยกพีก (Overlapping Peak Separation) จำนวน 1 ชุด

1.15 มีโปรแกรมหา Precise Lattice Constant จำนวน 1 ชุด

1.16 มีโปรแกรมหาขนาดผลึก (Crystallite Size &Lattice) จำนวน 1 ชุด

1.17 มีโปรแกรมคำนวณหา Crystallinity ของผลึก จำนวน 1 ชุด

1.18 มี Aluminum sample Holder จำนวน 5 ชิ้น

1.19 มี Non-reflective sample holder 2 ชิ้น

1.20 มี Si Standard Sample จำนวน 20 กรัม สำหรับทำการ Calibrate เครื่อง

**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 จำนวน 1 หน่วย

2.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ขนาดไม่น้อยกว่า 8 MB

2.3 มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพ โดยมีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือดีกว่า ดังนี้

1) เป็นแผงวงจรเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB หรือ

2) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่ภายในหน่วยประมวลผลกลาง แบบ Graphics Processing Unit ที่สามารถใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า 1 GB หรือ

3) มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพติดตั้งอยู่บนแผงวงจรหลัก แบบ Onboard Graphics ที่มีความสามารถในการใช้หน่วยความจำหลักในการแสดงภาพขนาด ไม่น้อยกว่า 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. เครื่องพิมพ์ชนิดเลเซอร์ หรือชนิด LED สี แบบ Network จำนวน 1 เครื่อง**

3.1 มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า 600x600 dpi

3.2 มีความเร็วในการพิมพ์ร่างขาวดำไม่น้อยกว่า 18 หน้าต่อนาที (ppm)

3.3 มีความเร็วในการพิมพ์ร่างสีไม่น้อยกว่า 18 หน้าต่อนาที (ppm)

3.4 มีหน่วยความจำ (Memory) ขนาดไม่น้อยกว่า 128 MB

3.5 สามารถพิมพ์เอกสารกลับหน้าอัตโนมัติได้

3.6 มีช่องเชื่อมต่อ (Interface) แบบ Parallel หรือ USB 2.0 หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง

3.7 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย (Network Interface) แบบ 10/100 Base-T หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ช่อง หรือ สามารถใช้งานผ่านเครือข่ายไร้สาย (Wi-Fi) ได้

3.8 สามารถใช้ได้กับ A4, Letter, Legal และ Custom โดยมีถาดใส่กระดาษได้ไม่น้อยกว่า 250 แผ่น

**4. เครื่องสำรองกำลังไฟฟ้า ขนาด 20 KVA สำหรับใช้กับเครื่องเอ็กซเรย์ จำนวน 1 เครื่อง**

4.1 มีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 20 kVA (16 kW)

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

4.3 มีช่วงแรงดันไฟฟ้า Output (VAC) ไม่มากกว่า 220+/-1%

4.4 สามารถสำรองไฟฟ้าที่ Full Load ได้ไม่น้อยกว่า 30 นาที

**5. เครื่องสำรองกำลังไฟฟ้า ขนาด 6 KVA สำหรับใช้กับอุปกรณ์หล่อเย็น จำนวน 1 เครื่อง**

5.1 มีกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 6 kVA (4.8 kW)

5.2 มีช่วงแรงดันไฟฟ้า Input (VAC) ไม่น้อยกว่า 220+/- 27%

5.3 มีช่วงแรงดันไฟฟ้า Output (VAC) ไม่มากกว่า 220+/-1%

5.4 สามารถสำรองไฟฟ้าที่ Full Load ได้ไม่น้อยกว่า 5 นาที

**6. เครื่องสำรองกำลังไฟฟ้า ขนาด 1 KVA สำหรับใช้กับคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 เครื่อง**

6.1 มีกำลังไฟฟ้าด้านนอกไม่น้อยกว่า 1 kVA (600 Watts)

6.2 สามารถสำรองไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 15 นาที

**7. มีโต๊ะสำหรับวางคอมพิวเตอร์และเครื่องพิมพ์ พร้อมเก้าอี้สำหรับผู้ปฏิบัติงาน 1 ชุด**

**8. รับประกันคุณภาพเครื่องมือวิเคราะห์ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี**

**9. รับประกันครุภัณฑ์อื่นๆนอกเหนือจากข้อ 8 ไม่น้อยกว่า 1 ปี**

**10. มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษอย่างละ 1 ชุด**

**11. มีการอบรมแนะนำการใช้เครื่องมืออย่างมีประสิทธิภาพ**

**12. ผู้เสนอราคาต้องแสดงเอกสารรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายของเครื่องมือวิเคราะห์โครงสร้างของผลึกด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์**

**13. ระยะเวลาส่งมอบงานภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญา**

**14. หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอ การพิจารณาคัดเลือกข้อเสนอใช้เกณฑ์ราคา**

คณะกรรมการร่างขอบเขตของงาน และกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

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

ลงชื่อ.....ผู้อนุมัติ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิโรจน์ ลิ้มไขแสง)

อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน