

ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและราคากลาง (ราคาอ้างอิง)  
ในการจัดซื้อจัดจ้างที่มีไข่งานก่อสร้าง

- ๑ ชื่อโครงการ อนุรักษ์วิทยาศาสตร์และการแพทย์ จำนวน ๒ รายการ
- ๒ หน่วยงานเจ้าของโครงการ ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ๓ วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร ๙,๙๙๗,๐๐๐.- บาท (เก้าล้านเก้าแสนเก้าหมื่นเจ็ดพันบาทถ้วน)  
(ดังตารางแนบ)
- ๔ วันที่กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง) ณ วันที่ ๗ มีนาคม ๒๕๖๗  
เป็นเงิน ๙,๙๙๗,๐๐๐.- บาท (เก้าล้านเก้าแสนเก้าหมื่นเจ็ดพันบาทถ้วน) (ดังตารางแนบ)
- ๕ แหล่งที่มาของราคากลาง (ราคาอ้างอิง)
  - ๕.๑ รายการที่ ๑ เครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิวและรูพรุนด้วยแก๊สไนโตรเจนและวิเคราะห์รูพรุนระดับไมโครพอร์  
ด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ พร้อมอุปกรณ์ จำนวน ๑ ชุด  
สืบราคาจากท้องตลาด จำนวน ๓ ราย ดังนี้
    ๑. บริษัท เม็กกาแมทท์ จำกัด
    ๒. บริษัท ไอ ที เอส (ไทยแลนด์) จำกัด
    ๓. บริษัท ยีนพลัส จำกัด
  - ๕.๒ รายการที่ ๒ เครื่องวัดสมบัติการไหลแบบเนียนสำหรับของไหลและผงอนุภาคของแข็ง จำนวน ๑ เครื่อง  
สืบราคาจากท้องตลาด จำนวน ๓ ราย ดังนี้
    ๑. บริษัท แอนตัน พาร์ (ประเทศไทย) จำกัด
    ๒. บริษัท กรีน บรรอยน์ จำกัด
    ๓. บริษัท แสงวิทย์ ชายนันท์ จำกัด
- ๖ รายชื่อเจ้าหน้าที่ผู้กำหนดราคากลาง (ราคาอ้างอิง)
  - ๖.๑ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ เทียมสอน
  - ๖.๒ รองศาสตราจารย์ ดร.ปริมาณันท์ เชิญธงไชย
  - ๖.๓ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทราวรรณ พุ่มชูศักดิ์
  - ๖.๔ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิพนธ์ นันทิยา
  - ๖.๕ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ ไสยสุข
  - ๖.๖ นางนงคราญ ไชยวงศ์

รายละเอียดแนบตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและราคากลาง

ลำดับที่	รายการ	จำนวน หน่วยนับ	ราคากลาง		ราคางบประมาณ	
			ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม
๑	เครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิวและรูพรุนด้วยแก๊สไนโตรเจนและวิเคราะห์รูพรุนระดับไมโครพอร์ด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ พร้อมอุปกรณ์	๑ ชุด	๕,๐๐๐,๐๐๐.-	๕,๐๐๐,๐๐๐.-	๕,๐๐๐,๐๐๐.-	๕,๐๐๐,๐๐๐.-
๒	เครื่องวัดสมบัติการไหลแบบเฉือนสำหรับของไหลและผงอนุภาคของแข็ง	๑ เครื่อง	๔,๙๙๗,๐๐๐.-	๔,๙๙๗,๐๐๐.-	๔,๙๙๗,๐๐๐.-	๔,๙๙๗,๐๐๐.-
	รวม			๙,๙๙๗,๐๐๐.-		๙,๙๙๗,๐๐๐.-

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์  
เครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิวและรูพรุนด้วยแก๊สไนโตรเจน และวิเคราะห์รูพรุนระดับไมโครพอร์  
ด้วยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ พร้อมอุปกรณ์ จำนวน ๑ ชุด

๑. คุณสมบัติทั่วไป

๑. เป็นเครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิว (Surface area), การกระจายขนาดรูพรุน (Pore size distribution) ทั้ง Micropore และ Mesopore, ปริมาตรของรูพรุน (Pore Volume) ของอนุภาค โดยอัตโนมัติ ใช้หลักการวัดปริมาณแก๊สที่ถูกดูดซับบนผิวของอนุภาคแบบ Static volumetric gas adsorption method ✓
๒. สามารถใช้กับงานทางด้าน MOFs, Zeolites, activated carbons, adsorbents, และตัวอย่างต่าง ๆ ที่มีความเป็นรูพรุน (porous materials) และไม่มีรูพรุน (non-porous materials) ✓
๓. สามารถวัด Isotherm การดูดซับด้วยแก๊สไนโตรเจน และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ ✓

๒. คุณลักษณะเฉพาะของเครื่องวิเคราะห์

- ๒.๑ สามารถวิเคราะห์พื้นที่ผิวจำเพาะของอนุภาค (Specific surface area) ได้ตั้งแต่ ๐.๐๑ ตารางเมตรต่อกรัม เมื่อใช้แก๊สไนโตรเจน ( $N_2$ ) หรือได้ตั้งแต่ ๐.๐๐๐๕ ตารางเมตรต่อกรัม เมื่อใช้แก๊สคริปทอน (Kr) ✓
- ๒.๒ สามารถวิเคราะห์ได้ไม่น้อยกว่า ๓ ตัวอย่างพร้อมกันโดยตัวอย่างทั้งหมดอยู่ในภาชนะใส่ไนโตรเจนเหลวอันเดียวกัน เพื่อประหยัดไนโตรเจนเหลวในการวิเคราะห์แต่ละครั้ง ✓
- ๒.๓ สามารถวิเคราะห์ ๓ ตัวอย่างพร้อมกันโดยใช้แก๊สดูดซับ (Adsorptive gas) ต่างชนิดกันได้ ✓
- ๒.๔ มีหลอดวัดความดันอ้างอิง (Saturation pressure tube,  $P_0$ ) เพื่อให้ระบบสามารถวัดค่าความดัน ณ จุดอิ่มตัวของแก๊สที่ใช้ในการวิเคราะห์ (Adsorptive) ขณะทำการวิเคราะห์ ✓
- ๒.๕ มีช่องสำหรับต่อเข้ากับแก๊สที่เป็นตัวดูดซับ (Adsorptive gas inputs) จำนวนไม่น้อยกว่า ๕ ช่อง ✓
- ๒.๖ มีระบบ Servo valve หรือ Pneumatic valve ในการควบคุมการจ่ายและการดึงแก๊สออกจากระบบ ✓
- ๒.๗ สามารถใช้แก๊สที่เป็นตัวดูดซับ (Adsorptive gas) ได้หลายชนิด เช่น Nitrogen, Oxygen, Argon, Carbon dioxide, Carbon monoxide, Hydrogen, Butane และ Non-corrosive gas อื่นได้ ✓
- ๒.๘ ภาชนะใส่ไนโตรเจนเหลว (Liquid Nitrogen) มีความจุไม่น้อยกว่า ๒.๖ ลิตร สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ยาวนานไม่น้อยกว่า ๗๐ ชั่วโมง ✓
- ๒.๙ มี Isothermal jacket สามารถทำให้มี thermal profile คงที่ตลอดความยาวของหลอดใส่ตัวอย่าง (Sample tube) และ  $P_0$  tube ขณะทำการวิเคราะห์ หรือมีหลอดอ้างอิงสำหรับการคำนวณเพื่อแก้ไขค่า Free space หรือ Dead volume ตลอดระยะเวลาทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องแม่นยำ ✓
- ๒.๑๐ มีระบบปั๊มสุญญากาศเป็นชนิด Turbo molecular drag pump in series with four-stage diaphragm pump ซึ่งสามารถทำ Ultimate vacuum ได้ไม่น้อยกว่า  $๓.๗๕ \times 10^{-๑๐}$  มิลลิเมตรปรอท หรือมีระบบปั๊มสุญญากาศเป็นชนิด Turbo molecular pump in series with rotary pump ซึ่งสามารถทำ Ultimate vacuum ได้ไม่น้อยกว่า  $๑ \times 10^{-๕}$  Pa ✓
- ๒.๑๑ มีชุดวัดแรงดัน (Transducer) ดังนี้ ✓
  - ๒.๑๑.๑  $๑๐๐๐ \text{ mmHg} \pm ๐.๑๕ \%$  หรือดีกว่า of reading (Instrument) จำนวนไม่น้อยกว่า ๕ ชุด

- ๒.๑๑.๒  $10 \text{ mmHg} \pm 0.5\%$  หรือดีกว่า of reading (Instrument and Performance) จำนวน ไม่น้อยกว่า ๑ ชุด ✓
- ๒.๑๑.๓  $0.1 \text{ mmHg} \pm 0.25\%$  หรือดีกว่า of reading (Instrument and Performance) จำนวน ไม่น้อยกว่า ๑ ชุด ✓
- ๒.๑๒ มีระบบ Degas หลอดใส่ตัวอย่างตรงส่วนการวิเคราะห์ (Analysis port) ก่อนเริ่มทำการวิเคราะห์ ตัวอย่างเพื่อเป็นการไล่แก๊สที่อาจกลับเข้ามาปนเปื้อนขณะย้ายตัวอย่างออกจากเครื่องเตรียมตัวอย่าง ก่อนการวิเคราะห์ ✓
- ๒.๑๓ สามารถรายงานผลได้ดังนี้ Isotherm, BET Surface area, Langmuir Surface area, t-Plot, Alpha-S Method, รวมถึงสามารถแสดงผลปริมาตรรูพรุนหรือการกระจายขนาดรูพรุนด้วยวิธี Barrett-Joyner-Halenda (BJH), Dollimore-Heal (DH), Horvath-Kawazoe (HK) method, Dubinin-Astakhov Method และ Non-local density functional theory (NLDFT) หรือ DFT Pore size and surface energy ได้ ✓
- ๒.๑๔ สามารถแสดงจำนวนคำสั่งการวิเคราะห์และจำนวนการวิเคราะห์ที่เสร็จสมบูรณ์แล้ว, จำนวนวันที่ เหลือก่อนจะถึงกำหนดการบำรุงรักษาปั๊ม, Manifold outgas rate, Manifold temperature statistics และ Nitrogen  $P_0$  statistics ✓
- ๒.๑๕ มีโปรแกรมควบคุมการทำงาน เก็บ ประมวลผลและแสดงผลการวิเคราะห์ด้วยระบบ Windows ๑๐ หรือ ดีกว่า ✓
- ๒.๑๖ มีระบบการวิเคราะห์การดูดซับด้วยไอของของเหลวในเครื่องเดียวกัน (Vapor Adsorption)
- ๒.๑๖.๑ ชุดภาชนะสำหรับใส่ของเหลวทดสอบ (Vapor Source) ✓
- ๓ อุปกรณ์ประกอบ
- ๓.๑ ชุดเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ จำนวน ๑ ชุด
- ๓.๑.๑ สามารถเตรียมตัวอย่างโดยระบบสุญญากาศ (Vacuum) และให้ความร้อนแก่สารตัวอย่างเพื่อ ระเหยแก๊สหรือไอน้ำที่เกาะอยู่ที่ผิวหรือรูพรุนของตัวอย่างออก ✓
- ๓.๑.๒ สามารถเตรียมตัวอย่างได้พร้อมกันสูงสุดอย่างน้อย ๖ ตัวอย่าง โดยแต่ละ port ทำงานแยกจาก กันทำให้สามารถใส่หรือถอดตัวอย่างออกได้โดยไม่รบกวนการทำงานของตัวอย่างอื่น ✓
- ๓.๑.๓ สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่อุณหภูมิห้องถึง  $430 \text{ }^{\circ}\text{C}$  หรือสูงกว่า ✓
- ๓.๑.๔ สามารถตั้งอุณหภูมิแต่ละ port ให้แตกต่างกันได้ โดยควบคุมการทำงานผ่านโปรแกรม คอมพิวเตอร์ ✓
- ๓.๑.๕ สามารถตั้ง Heating ramp rate ได้ ✓
- ๓.๑.๖ สามารถตั้งค่า Hold time ได้ ✓
- ๓.๑.๗ มีระบบ Automatic backfill ✓
- ๓.๒ เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมจอแสดงผลภาพ จำนวน ๑ ชุด ✓
- ๓.๒.๑ มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Core i๕ หรือดีกว่า จำนวน ๑ หน่วย ✓
- ๓.๒.๒ มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๔ หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๘ GB ✓
- ๓.๒.๓ มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๒๕๐ GB หรือดีกว่า จำนวน ๑ หน่วย ✓
- ๓.๒.๔ ระบบปฏิบัติการ Microsoft Window ๑๐ หรือดีกว่า ✓
- ๓.๒.๕ มีเมาส์และแป้นพิมพ์ จำนวน ๑ ชุด ✓

- ๓.๒.๖ จอแสดงภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๑ นิ้ว ✓
- ๓.๓ เครื่องพิมพ์เลเซอร์ ขนาดดำ จำนวน ๑ เครื่อง ✓
- ๓.๔ เครื่องสำรองไฟ (UPS) สำหรับสำรองไฟฟ้าเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะขนาดไม่น้อยกว่า ๑ KVA จำนวน ๑ เครื่อง ✓
- ๓.๕ ระบบแก๊ส จำนวน ๑ ชุด ประกอบด้วย
  - ๓.๕.๑ ชุดแก๊สฮีเลียมบริสุทธิ์ ไม่ต่ำกว่า ๙๙.๙๙ % บรรจุถังขนาดไม่ต่ำกว่า ๗ ลูกบาศก์เมตร พร้อมหัวปรับแรงดันแก๊ส จำนวน ๑ ชุด ✓
  - ๓.๕.๒ ชุดแก๊สไนโตรเจนบริสุทธิ์ ไม่ต่ำกว่า ๙๙.๙๙ % บรรจุถังขนาดไม่ต่ำกว่า ๗ ลูกบาศก์เมตร พร้อมหัวปรับแรงดันแก๊ส จำนวน ๑ ชุด ✓
  - ๓.๕.๓ ชุดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์บริสุทธิ์ ไม่ต่ำกว่า ๙๙.๙๙ % บรรจุถังขนาดไม่ต่ำกว่า ๗ ลูกบาศก์เมตร พร้อมหัวปรับแรงดันแก๊ส จำนวน ๑ ชุด ✓
  - ๓.๕.๔ ถังบรรจุไนโตรเจนเหลวและหัวจ่าย ขนาดไม่ต่ำกว่า ๓๐ ลิตร อย่างน้อยจำนวน ๑ ชุด ✓
- ๓.๕ เครื่องควบคุมอุณหภูมิสามารถควบคุมอุณหภูมิในการวิเคราะห์ได้ในช่วงอย่างน้อย ๐-๗๕ องศาเซลเซียส หรือช่วงอุณหภูมิที่กว้างกว่า ✓
- ๓.๖ หลอดบรรจุตัวอย่าง พร้อมฝาปิดหลอดใส่ตัวอย่าง จำนวนไม่น้อยกว่า ๖ ชุด ✓
- ๓.๗ สารอ้างอิงชนิดซิลิกา-อะลูมินา สำหรับวัดค่าพื้นที่ผิวและ Mesopore จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด ✓
- ๓.๘ สารอ้างอิงชนิดวาย-ซีโอไลท์ (Y Zeolite) สำหรับวัดค่า Micropore จำนวนไม่น้อยกว่า ๑ ชุด ✓
- ๓.๙ เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ kVA จำนวน ๑ เครื่อง ✓
- ๓.๑๐ มี CD หรือไฟล์ คู่มือการใช้งานเครื่องจำนวนอย่างน้อย ๒ ชุด และมีคู่มือการใช้งานและการดูแลรักษา ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษจำนวนอย่างน้อย ๒ ชุด ✓

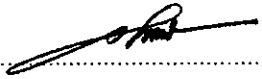
#### ๔ ข้อกำหนดอื่น ๆ

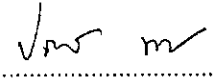
- ๔.๑ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องแนบเอกสารการรับรองมาตรฐานระดับสากลของผลิตภัณฑ์ที่เสนอขาย เช่น IEC หรือ EU หรือ UK หรือ CSA พร้อมรายละเอียด ✓
- ๔.๒ การรับประกันคุณภาพการใช้งานไม่น้อยกว่า ๑ ปี ✓
- ๔.๓ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องให้บริการดูแลบำรุงรักษาเครื่อง ตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของเครื่อง (Validation) จำนวน ไม่น้อยกว่า ๑ ครั้งต่อปี เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๓ ปี โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย ✓
- ๔.๔ ใช้ไฟฟ้า ๒๒๐ โวลท์ ๕๐ เฮิร์ต ✓
- ๔.๕ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีเอกสารการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นหนังสือขอเข้าเสนอราคา ✓
- ๔.๖ ภายในระยะเวลาการรับประกันผู้ยื่นข้อเสนอต้องตอบสนอง เมื่อครุภัณฑ์มีปัญหาไม่สามารถทำงานได้ ภายใน ๔๘ ชั่วโมง หลังจากที่ได้รับแจ้ง ✓
- ๔.๗ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีวิศวกรที่ได้รับการฝึกอบรมโดยตรงกับบริษัทผู้ผลิตและมีประสบการณ์ในการดูแลซ่อมบำรุงเครื่องของบริษัทผู้ผลิตอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๓ ปี พร้อมเอกสารประกอบการพิจารณา ✓
- ๔.๘ มีการอบรมการใช้งาน และบำรุงรักษาให้แก่เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลครุภัณฑ์ ให้สามารถใช้งานและดูแลรักษา เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ ✓

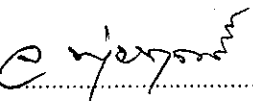
- ๔.๙ มีการจัดอบรมผู้ใช้งานในรูปแบบ application workshop โดยวิศวกร หรือนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจหลักการทำงาน การประยุกต์และการแปลผลที่ได้จากชุดตรวจวิเคราะห์ต่าง ๆ ของเครื่องมือ อย่างน้อย ๑ ครั้ง
- ๔.๑๐ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีประสบการณ์การจำหน่าย ติดตั้ง หรือบำรุงรักษา เครื่องวิเคราะห์พื้นที่ผิวและรูพรุน ด้วยแก๊สไนโตรเจน ในประเทศไทยกับหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนอื่น อย่างน้อย ๓ แห่ง ภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๒ ปี โดยมีหนังสือรับรองหรือสัญญาซื้อขายอย่างน้อย ๓ แห่ง โดยยื่นหลักฐานประกอบพิจารณาในวันยื่นเสนอราคา เช่น หน้าแรกของสัญญา หรือรูปการติดตั้งเครื่องมือกับหน่วยงานนั้น ๆ
- ๔.๑๑ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องทำเครื่องหมายด้วยการขีดเส้นหรือเน้นข้อความคุณลักษณะเฉพาะที่เสนอในแคตตาล็อก หรือคู่มือการใช้งาน หรือเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และระบุข้อให้สอดคล้องกับคุณลักษณะเฉพาะที่เสนอทุกรายการ โดยแนบรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะพร้อมทั้งระบุเอกสารอ้างอิงมาให้ครบถ้วน

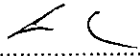
หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือก โดยพิจารณาเกณฑ์ราคา

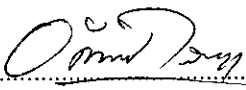
ขอรับรองว่าการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุข้างต้น เป็นไปตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. ๒๕๖๐ มาตรา ๙


ลงชื่อ..........ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวงษ์ เทียมสอน)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปริมาณันท์ เชิญธงไชย)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทราวรรณ พุ่มชูศักดิ์)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภินันท์ นันทิยา)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ ไสยสุข)

ลงชื่อ..........กรรมการและเลขานุการ  
(นางนงคราญ ไชยวงศ์)

## รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์ /

เครื่องวัดสมบัติการไหลแบบเฉือนสำหรับของไหลและผงอนุภาคของแข็ง จำนวน ๑ เครื่อง /

### ๑. รายละเอียดคุณลักษณะทั่วไป

เครื่องมือศึกษาสมบัติและการวิเคราะห์ทางด้านวิทยากระแส (Rheology) ในสภาวะต่าง ๆ เช่น เวลาและอุณหภูมิ โดยเครื่องสามารถทำงานได้ทั้งแบบหมุน (Rotation) และ แบบสั่น (Oscillation) ซึ่งสามารถกำหนดการทำงานของเครื่องได้ทั้งแบบกำหนดความเร็วรอบ (Shear rate) ความเค้น (Shear stress) และความเครียด (Shear strain) ใช้สำหรับวิเคราะห์สมบัติการไหลของวัสดุ เช่น ความหนืด (Viscosity) สมบัติวิสโคอีลาสติก (Viscoelastic property) โมดูลัสกักเก็บ (Storage modulus) และโมดูลัสสูญเสีย (Loss modulus) เป็นต้น สามารถวัดได้ตั้งแต่ของเหลวถึงของแข็งขึ้นอยู่กับระบบการวัดและหัววัด นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์การยึดเหนี่ยวของอนุภาคภายใต้แรง โดยมีทางเลือกให้สามารถวัดสมบัติทางความร้อนของวัสดุเชิงกล (DMA) ได้ด้วย /

### ๒. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะครุภัณฑ์

๒.๑ ตัวเครื่องมีมอเตอร์ที่ช่วยให้สามารถควบคุมและวัดแรงบิดที่ค่าแรงบิดต่ำได้ /

๒.๒ มอเตอร์ใช้แบบแบริ่งอากาศ (Air bearing) เพื่อความถูกต้องแม่นยำในช่วงแรงบิดต่ำ /

๒.๓ ระบบเปลี่ยนหัววัดที่สามารถทำให้เปลี่ยนหัววัดได้สะดวกและรวดเร็วโดยไม่ต้องใช้การหมุนสกรู /

๒.๔ สามารถรับรู้และกำหนดค่าของหัววัดสำหรับการวัดวิทยากระแสเมื่อมีการใช้หัววัดและชุดควบคุมอุณหภูมิแบบต่าง ๆ ได้อย่างอัตโนมัติ และยังสามารถจดจำตำแหน่ง Gap เช่น Zero gap เป็นต้น /

๒.๕ มีหน้าจอแสดงค่า อุณหภูมิ ระยะห่าง แรงในแนวตั้งฉาก (Normal force) และสถานะการทำงานได้ในเวลาเดียวกัน /

๒.๖ สามารถควบคุมระยะห่างของ Gap ได้อย่างอัตโนมัติ /

๒.๗ มีระบบช่วยควบคุมการวัดในโหมด Rotation และ โหมด Oscillation /

๒.๘ ตัวเครื่องสามารถกำหนดและวัดค่าต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย /

๒.๘.๑ มีค่าแรงหมุน (Torque rotation) ๑ นาโนนิวตันเมตร ถึง ๒๐๐ มิลลินิวตันเมตร หรือดีกว่า สำหรับโหมด Rotation /

๒.๘.๒ มีค่าแรงบิด (Torque oscillation) ๑ นาโนนิวตันเมตร ถึง ๒๐๐ มิลลินิวตันเมตร หรือดีกว่า สำหรับโหมด Oscillation /

๒.๘.๓ มีค่า Angular velocity ในช่วง ๐-๓๐๐ เรเดียนต่อวินาที หรือดีกว่า /

๒.๘.๔ มีค่า Angular frequency ๑-๑๐๐ Hz หรือดีกว่า /

๒.๘.๕ สามารถวัดค่า Normal force sensor ได้ไม่น้อยกว่า ๕๐ นิวตัน /

๒.๘.๖ สามารถกำหนดการวัดได้ทั้งแบบควบคุมความเค้นเฉือน (Controlled shear stress; CSS) และควบคุมอัตราเฉือน (Controlled shear rate; CSR) /

๒.๙ มีช่องติดต่อการใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ได้ ๒ แบบคือ USB และ Ethernet (LAN) /

๒.๑๐ ใช้งานร่วมกับโปรแกรมการควบคุมและวิเคราะห์ผลที่มีคุณสมบัติตามที่กำหนดดังต่อไปนี้

๒.๑๐.๑ สามารถศึกษาการวัดแบบควบคุมอัตราเฉือน (Controlled shear rate) /

๒.๑๐.๒ สามารถศึกษาการวัดแบบควบคุมความเค้นเฉือน (Controlled shear stress) /

๒.๑๐.๓ สามารถออกแบบการทดสอบ Thixotropic ได้ /

- ๒.๑๐.๔ สามารถกำหนดการวัดเพื่อหาค่า Yield point ได้ ✓
- ๒.๑๐.๕ สามารถกำหนดการวัดแบบ Creep and Recovery เพื่อศึกษาสมบัติ Elastic ของตัวอย่างได้ ✓
- ๒.๑๐.๖ สามารถกำหนดการวัดในรูปแบบ Amplitude sweep, Frequency sweep, Time sweep และ Temperature sweep ได้ ✓
- ๒.๑๐.๗ สามารถออกแบบการวัดแบบผสมผสานทั้งแบบ Rotation และ Oscillation สำหรับในการทำงานแบบต่อเนื่องได้ ✓
- ๒.๑๐.๘ สามารถกำหนดอัตราการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ (Heating rate or Cooling rate) สำหรับชุดควบคุมอุณหภูมิได้ ✓
- ๒.๑๐.๙ สามารถหา Shear diagram, Mohr-Coulomb diagram, Flow function coefficient ของอนุภาคของแข็งได้ ✓
- ๒.๑๐.๑๐ สามารถทดสอบสมบัติของวัสดุแบบ Dynamic Mechanical analysis (DMA) ด้วยโหมดการวัดแบบ Frequency sweep และ Amplitude sweep ✓
- ๒.๑๐.๑๑ สามารถกำหนดรูปแบบของการเก็บข้อมูลได้ทั้งแบบ Constant, Linear scale และ Logarithmic scale ✓
- ๒.๑๐.๑๒ สามารถเปรียบเทียบกราฟในขณะที่ทำการวัดกับกราฟอื่น ๆ ได้ ✓
- ๒.๑๐.๑๓ สามารถวิเคราะห์ผลด้วย Rheology regression หรือ curve fitting แบบต่าง ๆ ได้ตั้งนี้เป็นอย่างน้อย: Arrhenius, Carreau และ LVE Range ✓
- ๒.๑๐.๑๔ สามารถ export รายงานออกมาอยู่ในรูปแบบไฟล์ text, CSV, XML และ excel ✓

### ๓. คุณสมบัติเฉพาะของอุปกรณ์ประกอบครุภัณฑ์

#### ๓.๑ หัววัดแบบต่าง ๆ ✓

- ๓.๑.๑ Parallel plate โดยมีหัววัดแบบ Plate ชนิด Stainless steel ขนาด ๒๐-๒๕ mm. จำนวน ๑ ชิ้น ✓
- ๓.๑.๒ Parallel plate โดยมีหัววัดแบบ Plate ชนิด Stainless steel ขนาด ๔๐-๕๐ mm. จำนวน ๑ ชิ้น ✓
- ๓.๑.๓ Measuring cone โดยมีหัววัดแบบ Measuring cone ชนิด Stainless steel ขนาด ๔๐-๕๐ mm. มุม ๑-๒ องศา จำนวน ๑ ชิ้น ✓
- ๓.๑.๔ ชุดจับชิ้นงานแบบ Torsion สำหรับการทดสอบแบบ DMA จำนวน ๑ ชุด ✓
- ๓.๑.๕ Powder shear cell โดยมีหัววัดสำหรับตัวอย่างที่เป็นผง ซึ่งประกอบด้วย ✓
  - ๓.๑.๕.๑ ถ้วยบรรจุตัวอย่าง ความจุ ไม่น้อยกว่า ๔ mL จำนวน ๑ ชิ้น และ ความจุ ไม่น้อยกว่า ๑๐ mL จำนวน ๑ ชิ้น ✓
  - ๓.๑.๕.๒ หัววัดแบบ Wall friction geometry สำหรับการวัดแรงเสียดทานที่ผนัง จำนวน ๑ ชิ้น ✓
  - ๓.๑.๕.๓ แท่นเตรียมตัวอย่างชนิดผงและตุ้มน้ำหนัก จำนวน ๑ ชุด ✓

#### ๓.๒ ชุดควบคุมอุณหภูมิ

- ๓.๒.๑ ชุดควบคุมอุณหภูมิชนิด Peltier-temperature-controlled device (PTD) แบบ Hood ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -๑๐ ถึง ๒๐๐ °C หรือดีกว่า จำนวน ๑ ชุด ✓
- ๓.๒.๒ ชุดควบคุมอุณหภูมิชนิด Peltier-temperature-controlled device (PTD) แบบเรียบที่ สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -๑๐ ถึง ๒๐๐ °C หรือดีกว่า จำนวน ๑ ชุด ✓



- ๓.๒.๓ ชุดควบคุมอุณหภูมิชนิด Convection temperature device (CTD) ที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -๑๖๐ ถึง ๖๐๐ °C หรือดีกว่า จำนวน ๑ ชุด
- ๓.๓ ระบบอัดอากาศแบบไร้น้ำมัน (Oil free air compressor) และชุดกรองอากาศให้แห้งและสะอาดแบบ Membrane air dryer และ Activated carbon จำนวน ๑ ชุด
- ๓.๔ เครื่องควบคุมอุณหภูมิแบบหมุนวน (Fluid Circulator) ที่สามารถทำอุณหภูมิได้ในช่วงตั้งแต่ -๒๐ องศาเซลเซียส จนถึง ๒๐๐ องศาเซลเซียส จำนวน ๑ เครื่อง
- ๓.๕ ชุดทำความเย็นด้วยระบบไนโตรเจน พร้อมถังบรรจุไนโตรเจนเหลว ขนาดไม่น้อยกว่า ๕๐ ลิตร จำนวน ๑ ชุด
- ๓.๖ เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมจอแสดงผลภาพ จำนวน ๑ ชุด
  - ๓.๖.๑ มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Core i๗ หรือดีกว่า จำนวน ๑ หน่วย
  - ๓.๖.๒ มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR๔ หรือดีกว่า มีขนาดไม่น้อยกว่า ๑๖ GB
  - ๓.๖.๓ มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ชนิด Solid State Drive ขนาดความจุไม่น้อยกว่า ๑ TB หรือดีกว่า จำนวน ๑ หน่วย
  - ๓.๖.๔ ระบบปฏิบัติการ Microsoft Window ๑๐ Pro (๖๔ bit) ถูกต้องตามลิขสิทธิ์ จำนวน ๑ ชุด
  - ๓.๖.๕ มีเมาส์และแป้นพิมพ์ จำนวน ๑ ชุด
  - ๓.๖.๖ จอแสดงผลภาพ ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๒ นิ้ว
- ๓.๗ เครื่องพิมพ์เลเซอร์ ขาวดำ จำนวน ๑ เครื่อง
- ๓.๘ เครื่องสำรองไฟ (UPS) สำหรับสำรองไฟฟ้าเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะขนาดไม่น้อยกว่า ๑ KVA จำนวน ๑ เครื่อง
- ๓.๙ โต๊ะหินป้องกันการสั่นสะเทือนสำหรับวางเครื่องวัดคุณสมบัติการไหลและผงอนุภาคของแข็ง จำนวน ๑ ตัว
- ๓.๑๐ โต๊ะสำหรับวางคอมพิวเตอร์ จำนวน ๑ ตัว
- ๓.๑๑ เครื่องสำรองไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า ๔ kVA จำนวน ๑ เครื่อง

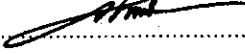
#### ๔. รายละเอียดและเงื่อนไขอื่น ๆ

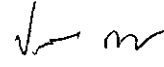
- ๔.๑ ใช้ไฟฟ้า ๒๒๐ โวลต์ ๕๐ เฮิร์ตซ์
- ๔.๒ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องติดตั้งและทดสอบการใช้งานจนสามารถใช้งานได้
- ๔.๓ มี CD หรือไฟล์คู่มือการใช้งานเครื่องจำนวนอย่างน้อย ๒ ชุด และมีคู่มือการใช้งานและการดูแลรักษาทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษจำนวนอย่างน้อย ๒ ชุด
- ๔.๔ การรับประกันคุณภาพการใช้งานไม่น้อยกว่า ๑ ปี
- ๔.๕ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องให้บริการดูแลบำรุงรักษาเครื่อง ตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของเครื่อง (Validation) จำนวน ไม่น้อยกว่า ๑ ครั้งต่อปี เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๓ ปี โดยไม่คิดค่าใช้จ่าย
- ๔.๖ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีเอกสารการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นหนังสือขณะเข้าเสนอราคา
- ๔.๗ ภายในระยะเวลาการรับประกันผู้ยื่นข้อเสนอต้องตอบสนอง เมื่อครุภัณฑ์มีปัญหาไม่สามารถทำงานได้ภายใน ๔๘ ชั่วโมงหลังจากที่ได้รับแจ้ง

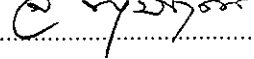
- ๔.๘ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีวิศวกรที่ได้รับการฝึกอบรมโดยตรงกับบริษัทผู้ผลิตและมีประสบการณ์ในการดูแลซ่อมบำรุงเครื่องของบริษัทผู้ผลิตอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๓ ปี พร้อมเอกสารประกอบการพิจารณา
- ๔.๙ มีการอบรมการใช้งาน และบำรุงรักษาให้แก่เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลครุภัณฑ์ ให้สามารถใช้งานและดูแลรักษาเครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ๔.๑๐ มีการจัดอบรมผู้ใช้งานในรูปแบบ application workshop โดยวิศวกร หรือนักวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าใจหลักการการทำงาน การประยุกต์และการแปลผลที่ได้จากชุดตรวจวิเคราะห์ต่าง ๆ ของเครื่องมืออย่างน้อย ๑ ครั้ง
- ๔.๑๑ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีประสบการณ์การจำหน่าย ติดตั้ง และบำรุงรักษา เครื่องวัดสมบัติการไหลแบบเฉือนสำหรับของไหลและผงอนุภาคของแข็ง ในประเทศไทยกับหน่วยงานภาครัฐหรือเอกชนอื่น อย่างน้อย ๓ แห่ง ภายในระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๒ ปี โดยมีหนังสือรับรองหรือสัญญาซื้อขายอย่างน้อย ๓ แห่ง โดยยื่นหลักฐานประกอบการพิจารณาในวันยื่นเสนอราคา เช่น หน้าแรกของสัญญา หรือรูปการติดตั้งเครื่องมือกับหน่วยงานนั้น ๆ
- ๔.๑๒ ผู้ยื่นข้อเสนอต้องทำเครื่องหมายด้วยการขีดเส้นหรือเน้นข้อความคุณลักษณะเฉพาะที่เสนอในแคตตาล็อก หรือคู่มือการใช้งาน หรือเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และระบุข้อให้สอดคล้องกับคุณลักษณะเฉพาะที่เสนอทุกรายการ โดยแนบรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะพร้อมทั้งระบุเอกสารอ้างอิงมาให้ครบถ้วน

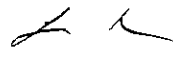
หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือก โดยพิจารณาเกณฑ์ราคา


ขอรับรองว่าการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุข้างต้น เป็นไปตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ. ๒๕๖๐ มาตรา ๘

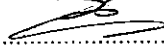
ลงชื่อ..........ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรพงษ์ เทียมสอน)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปริมาณันท์ เชิญธงไชย)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทราวรรณ พุ่มชูศักดิ์)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนินท์ นันทิยา)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิศักดิ์ ไสยสุข)

ลงชื่อ..........กรรมการและเลขานุการ  
(นางนงคราญ ไชยวงศ์)