

## ข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุ (Term of Reference: TOR)

### คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

#### ชุดเครื่องวัดความเสถียรทางความร้อนของวัสดุ จำนวน 1 ชุด

#### 1. เหตุผลและความจำเป็น

นโยบายประเทศไทย 4.0 ที่รัฐบาลได้ประกาศให้เป็นยุทธศาสตร์ในการพัฒนาประเทศ เพื่อสร้างความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน จึงได้มีแผนงานพัฒนาระเบียงเศรษฐกิจภาคตะวันออก (EEC) ขึ้นส่งผลให้ภาคอุตสาหกรรมไทยโดยเฉพาะ 10 อุตสาหกรรมเป้าหมายสำคัญสำหรับขับเคลื่อนเศรษฐกิจเพื่ออนาคตของชาติ อาทิเช่น อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ อุตสาหกรรมซ่อมบำรุงอากาศยาน อุตสาหกรรมผลิตพอลิเมอร์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น โดยอุตสาหกรรมดังกล่าวล้วนเป็นอุตสาหกรรมที่มีความจำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับการนำวัสดุที่เหมาะสมมาผลิตขึ้นส่วนต่าง ๆ การพัฒนาวัสดุจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งยวดต่อการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมดังกล่าว การศึกษาเสถียรภาพทางความร้อนจึงเป็นกุญแจสำคัญสำหรับการพัฒนาและปรับปรุงคุณสมบัติโดยเฉพาะวัสดุเชิงประกอบ (Composite Materials) หรือการพัฒนาวัสดุให้ทนทาน ยั่งยืน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Sustainable and Eco-Friendly Materials) อันเป็นการสร้างพื้นฐานการสร้างอุตสาหกรรมใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เพื่อรองรับการพัฒนาสินค้าที่มีนวัตกรรม โดยการท้าวิจัยและพัฒนาโดยทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญดังกล่าวอันเนื่องมาจากยุทธศาสตร์หลักบนพื้นที่ EEC จึงมุ่งหวังให้บัณฑิตได้เรียนรู้ศึกษากระบวนการพัฒนาวัสดุผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุด้วยกระบวนการทางความร้อนและนำไปใช้พัฒนาคุณสมบัติต่อไป อันนำไปซึ่งการเตรียมความพร้อมด้านความเชี่ยวชาญเฉพาะเพื่อรองรับอุตสาหกรรมเป้าหมาย

#### 2. รายละเอียดคุณสมบัติทั่วไป

เครื่องมือสำหรับวิเคราะห์สมบัติทางความร้อนของสารตัวอย่าง โดยวิเคราะห์หาค่าประกอบของสารตัวอย่างจากน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปภายใต้การควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศ อีกทั้งยังสามารถวิเคราะห์กับสารตัวอย่างประเภทพลาสติก อีลาสโตเมอร์ และเทอร์โมเซตได้ เป็นต้น จากการวิเคราะห์หาน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป (Mass change) น้ำหนักคงเหลือ (Residual mass) และอุณหภูมิการสลายตัว (Decomposition temperature) เป็นต้น

#### 3. คุณลักษณะทางเทคนิค

ชุดเครื่องวัดความเสถียรทางความร้อนของวัสดุ จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

- 3.1 เป็นเครื่องที่ใช้สำหรับศึกษาสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุ โดยวัดการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของวัสดุ ภายใต้การควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศ (Thermogravimetric analysis : TGA)
- 3.2 สามารถวิเคราะห์สารตัวอย่างของแข็งที่มีลักษณะเป็นผง เม็ด แผ่น และ ของเหลวได้
- 3.3 ระบบการให้ความร้อนเป็นแบบแนวตั้ง (Vertical type)
- 3.4 สามารถใส่สารตัวอย่างแบบแขวน (Hang-down) ได้
- 3.5 มีความสามารถในการวิเคราะห์ในช่วงอุณหภูมิ (Temperature range) ครอบคลุมช่วงอุณหภูมิโดยรอบ (Ambient temperature) ถึง 1,000 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า



วิศวะ

P.ม. อธิการ

รับ

- 3.6 ค่าความถูกต้องของการวัดอุณหภูมิ (Temperature accuracy) มีค่าไม่มากกว่า  $\pm 1.0$  องศาเซลเซียส
- 3.7 ค่าความแม่นยำของการวัดอุณหภูมิ (Temperature precision) มีค่าไม่มากกว่า  $\pm 0.1$  องศาเซลเซียส
- 3.8 มีค่าเปลี่ยนแปลงของเส้นฐานแบบพลวัต (Weight Baseline Drift) น้อยกว่า 27 ไมโครกรัม เมื่อทดสอบที่อุณหภูมิโดยรอบ (Ambient temperature) จนถึง 1,000 องศาเซลเซียส โดยต้องไม่มีการทำ Baseline subtraction
- 3.9 มีอัตราเร็วในการให้ความร้อน (Heating rate) ตั้งแต่ 0.1 ถึง 100 องศาเซลเซียสต่อนาที หรือดีกว่า
- 3.10 เตาเผามีระบบระบายความร้อนโดยใช้อากาศหรือน้ำเป็นตัวระบายความร้อน
- 3.11 สามารถควบคุมการเปิดและปิดเตาเผาผ่านการสั่งงานผ่านซอฟต์แวร์หรือแผงควบคุมหน้าเครื่อง
- 3.12 เครื่องชั่งเป็นแบบการวางในแนวตั้ง (Vertical type) หรือแบบวางในแนวนอน (Horizontal type)
- 3.13 เครื่องชั่งสามารถชั่งน้ำหนักของสารตัวอย่างรวมกับภาชนะบรรจุสารตัวอย่างได้สูงสุดไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัม
- 3.14 ค่าความละเอียดของการชั่งน้ำหนัก (Weighing resolution) มีค่าไม่มากกว่า  $\pm 0.1$  ไมโครกรัม
- 3.15 ค่าความถูกต้องของการชั่งน้ำหนัก (Weighing accuracy) มีค่าไม่มากกว่า  $\pm 0.1$  เปอร์เซ็นต์
- 3.16 ค่าความแม่นยำของการชั่งน้ำหนัก (Weighing precision) มีค่าไม่มากกว่า  $\pm 0.5$  เปอร์เซ็นต์
- 3.17 มีความสามารถเคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุสารตัวอย่างไปยังเครื่องชั่งได้โดยอัตโนมัติ
- 3.18 สามารถใช้งานได้กับก๊าซเฉื่อย (Inert gas) และก๊าซทำปฏิกิริยา (Oxidation gas) อย่างน้อยดังนี้ ไนโตรเจน ฮีเลียม อาร์กอน ออกซิเจน โดยสามารถเชื่อมต่อกับเครื่องได้อย่างน้อย 2 ชนิดก๊าซ
- 3.19 มีระบบควบคุมการไหลของก๊าซที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันสารระเหยจากการเผาไหม้ของตัวอย่างในเตาเผาเข้าป้อนเปื้อนเครื่องชั่ง โดยก๊าซดังกล่าวจะต้องไปรวมกับก๊าซที่ควบคุมบรรยากาศเพื่อระบายออกจากเตาเผา
- 3.20 มีระบบควบคุมการไหลของก๊าซอยู่ในตัวเครื่องทำงานอย่างอัตโนมัติ เพื่อควบคุมอัตราการไหลของก๊าซที่ป้อนเข้าสู่ระบบและสามารถสลับเปลี่ยนชนิดของก๊าซที่ใช้ระหว่างการทดสอบโดยการควบคุมจากโปรแกรมสามารถเชื่อมต่อระบบเข้ากับคอมพิวเตอร์หรือส่วนควบคุมผ่านทางอุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณ
- 3.21 อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลสามารถควบคุมปริมาณการไหลของก๊าซ ครอบคลุมช่วง 0 ถึง 200 มิลลิลิตรต่อนาที หรือดีกว่า
- 3.22 สามารถเลือกชนิดของแก๊ส ปริมาณของแก๊ส ระยะเวลาที่ต้องการไล่แก๊สชนิดที่ใช้ครั้งก่อนหน้าออกจากเตาเผาได้
- 3.23 สามารถสอบเทียบการวัดอุณหภูมิ (Temperature calibration) ของเครื่องได้ โดยใช้อุณหภูมิหลอมผลึก (Melting temperature,  $T_m$ ) ของโลหะอินเดียม (Indium) และใช้อุณหภูมิคูรี (Curie temperature) ของโลหะอลูเมลล์ (Alumel), นิกเกิล (Nikel), สารผสม (นิกเกิล 83% + โคบอล 17%), สารผสม (นิกเกิล 63% + โคบอล 37%), สารผสม (นิกเกิล 37% + โคบอล 63%) เป็นไปตามมาตรฐานในการสอบเทียบของสมาพันธ์นานาชาติด้านการวิเคราะห์เชิงความร้อนและความร้อนของสาร (ICTAC)



ปิยะ ธีระกุล



- 3.24 สามารถสอบเทียบน้ำหนัก (Weight calibration) ของเครื่องชั่ง โดยใช้การสอบเทียบจากลูกตุ้ม น้ำหนักที่ติดตั้งในระบบเครื่องชั่ง หรือจากการใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐานที่มีใบรับรองการสอบเทียบ
- 3.25 มีหน้าจอสีแบบสัมผัส (Touch screen) ซึ่งติดตั้งมากับตัวเครื่องสำหรับการควบคุมการปฏิบัติการ บนตัวเครื่องและสามารถแสดงค่าผลลัพธ์จากการทดสอบในรูปแบบของกราฟและตัวเลขแบบ real time อย่างน้อยต้องแสดงน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไปและอุณหภูมิของสารตัวอย่าง ผ่านทาง หน้าจอสีระบบสัมผัสได้
- 3.26 สามารถตั้งโปรแกรมอุณหภูมิที่แตกต่างกันและต่อเนื่องกันได้ภายใน 1 การทดลองทั้งแบบการเพิ่ม อุณหภูมิและแบบรักษาอุณหภูมิให้คงที่แก่สารตัวอย่าง
- 3.27 มีเทคโนโลยีในการกำหนดอุณหภูมิ เพื่อใช้ศึกษาทางด้านพลังงานจลน์พลศาสตร์ (Kinetic energy) และสามารถให้ผลการทดสอบเป็นเส้นกราฟแบบต่อเนื่องของค่าพลังงานก่อกัมมันต์ (Activation Energy) ได้
- 3.28 มีซอฟต์แวร์ในการควบคุมการให้ความร้อนเพื่อช่วยในการแยกการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักที่มีการ ซ้อนทับกัน (Hi-Resolution TGA)
- 3.29 มีเทคโนโลยีในการกำหนดอุณหภูมิของสารตัวอย่างในลักษณะแบบขั้นบันได เพื่อกำหนดให้เครื่อง TGA มีการเปลี่ยนอัตราการเปลี่ยนแปลงความร้อน (Heating rate) แบบเพิ่มขึ้น (dynamic) คงที่ เป็นการคงความร้อน (Isothermal) โดยอัตโนมัติเมื่อถึงจุดที่อัตราการสูญเสียน้ำหนักในหน่วย ร้อยละต่อเวลาที่ถึงค่าที่กำหนดไว้
- 3.30 มีซอฟต์แวร์ทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสารตัวอย่างเทียบกับสารอ้างอิง (Differential temperature analysis, DTA) สำหรับการตรวจสอบปฏิกิริยาดูดความร้อนและคายความร้อน
- 3.31 สามารถทำการเรียกเส้นกราฟของผลการทดลองใด ๆ ก่อนหน้านี้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับ เส้นกราฟที่ได้ในขณะที่เครื่องทำการทดสอบ โดยไม่จำเป็นต้องหยุดการทำงานของเครื่องมือ
- 3.32 สามารถเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างตัวเครื่อง TGA กับคอมพิวเตอร์โดยใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณ แบบ Ethernet
- 3.33 มีซอฟต์แวร์สำหรับการควบคุม ติดตามการทำงานของเครื่องและซอฟต์แวร์ประมวลผล โดยซอฟต์แวร์ทั้งสองต้องสามารถทำงานในเวลาเดียวกันได้
- 3.34 มีซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานและสอบเทียบอุณหภูมิ (Temperature calibration) และ ตรวจสอบความถูกต้องของอุณหภูมิ (Verification)
- 3.35 มีสัญลักษณ์แสดงแบบปุ่มสีบนหน้าจอสัมผัสบนเครื่อง TGA และบนหน้าจคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ เป็นระบบติดตามการทำงานของเครื่อง TGA และมีระบบติดตามการทำงานของอุปกรณ์ของเครื่อง TGA ดังนี้ ระบบติดตามการทำงานแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์บอร์ดในตัวเครื่อง TGA (Single board computer within the instrument) ระบบควบคุมก๊าซ (Gas delivery module) ระบบควบคุม กำลัง (Power control unit) และระบบติดตามการทำงานแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในตัวเครื่องที่ แปลงสัญญาณดิบให้เป็นสัญญาณดิจิทัลเพื่อส่งไปยังคอมพิวเตอร์ (Board within the instrument that digitizes the raw signals so that they can be read by the computer)
- 3.36 สามารถปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขเพิ่มเติมการตั้งค่าอุณหภูมิการทดสอบของโปรแกรมที่ได้มีการตั้งค่า ไว้ก่อนแล้วหรือในขณะที่เครื่องมือกำลังทำงานอยู่ โดยไม่ต้องหยุดการทำงานของเครื่องมือ



Prof. อธิการบดี

- 3.37 มีซอฟต์แวร์สำหรับการทดสอบและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างเพื่อหาค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ได้เป็นอย่างดี ค่าน้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงไป ค่าน้ำหนักที่เหลืออยู่ และสามารถทำกราฟอนุพันธ์ (Derivative curve) เพื่อช่วยให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของกราฟได้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยที่สามารถเรียกใช้งานซอฟต์แวร์ดังกล่าวได้จากหน้าจอคอมพิวเตอร์
- 3.38 มีซอฟต์แวร์สำหรับการวิเคราะห์ผลที่สามารถติดตั้งกับคอมพิวเตอร์อื่น ๆ ที่ไม่ได้เชื่อมต่อกับเครื่องมือและสามารถวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบสารตัวอย่าง โดยต้องสามารถใช้งานได้ทุกฟังก์ชันตามที่ปรากฏในเอกสารข้อกำหนดด้านคุณลักษณะเฉพาะและเอกสารเสนอราคา โดยไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์เสริมใด ๆ โดยไม่มีค่าใช้จ่ายและไม่จำกัดจำนวนคอมพิวเตอร์และไม่จำกัดระยะเวลาในการใช้ซอฟต์แวร์
- 3.39 สามารถทำกราฟซ้อนทับ (Curve Overlay) ได้เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบ
- 3.40 สามารถพิมพ์ผลการทดสอบออกทางเครื่องพิมพ์ได้
- 3.41 ชุดอุปกรณ์ประกอบทำงานร่วมกับเครื่อง TGA ประกอบด้วย
- 3.41.1 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับประกอบการทำงานร่วมกับเครื่อง TGA
- มีหน่วยประมวลผลกลางชนิด 12 แกนหลัก (12 core) มีหน่วยความจำ Cache ไม่น้อยกว่า 25 MB มีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 2.1 GHz
  - มีหน่วยประมวลผลด้านกราฟิกที่มีความจำไม่น้อยกว่า 2 GB หรือดีกว่า
  - หน่วยความจำสำรอง (RAM) ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 8GB หรือดีกว่า
  - จอแสดงผลชนิด LCD ขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว
  - อุปกรณ์สำรองข้อมูล (Hard disk) ชนิด SATA ความจุไม่น้อยกว่า 1 TB ที่ความเร็วรอบ 7,200 รอบต่อนาที
  - Mouse และ Keyboard เป็นชนิดไร้สาย
  - ระบบปฏิบัติการ Window 11 Professional ความเร็ว 64 bits หรือดีกว่า มีลิขสิทธิ์ถูกต้องและแบบไม่จำกัดเวลาใช้งาน โดยการส่งมอบจะต้องมีหมายเลข Serial ระบุชัดเจน
  - ซอฟต์แวร์ Microsoft office 2019 หรือดีกว่าและมีลิขสิทธิ์ถูกต้อง
  - ระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกอย่างน้อยดังนี้ USB port, VGA port, HDMI port
  - มีการบริการและรับประกันคอมพิวเตอร์แบบ On-site service หรือดีกว่าเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 3 ปี จากบริษัทผู้ผลิตและมีเอกสารการรับประกันมาแสดงกับคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ
- 3.41.2 มีอุปกรณ์สำรองไฟฟ้าและควบคุมแรงดันไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 3 kVA จำนวน 1 เครื่อง
- 3.41.3 เครื่องอัดอากาศชนิดไร้น้ำมันแบบเสียงเบาสำหรับ TGA air cooling จำนวน 1 เครื่อง
- 3.41.4 ภาชนะสำหรับบรรจุสารตัวอย่างชนิดอลูมินา (เซรามิค) ขนาด 100 ไมโครลิตร จำนวนอย่างน้อย 1 กล่อง กล่องละ 3 ชั้น
- 3.41.5 ภาชนะสำหรับบรรจุสารตัวอย่างชนิดแพลตทินัม ขนาด 100 ไมโครลิตร จำนวนอย่างน้อย 1 กล่อง กล่องละ 3 ชั้น

25/07  


Pr. ติงอฬ วัฒน



## 3.41.6 ชุดอุปกรณ์ประกอบ (Accessory kit) ประกอบด้วย


- กล่องที่สามารถบรรจุภาชนะสำหรับบรรจุสารตัวอย่างชนิดแพลตทินัมทนอุณหภูมิสูง ขนาด 100 ไมโครลิตร 3 ชั้น จำนวน 1 กล่อง
- ภาชนะสำหรับบรรจุสารตัวอย่างชนิดแพลตทินัมทนอุณหภูมิสูง ขนาด 100 ไมโครลิตร จำนวน 3 ชั้น
- ตัวแขวนภาชนะสำหรับบรรจุสารตัวอย่าง จำนวน 2 ชั้น
- ตัวแขวนภาชนะสำหรับบรรจุสารตัวอย่างอ้างอิง จำนวน 2 ชั้น
- ลูกตุ้มน้ำหนัก 1 กรัม สำหรับสอบเทียบน้ำหนัก จำนวน 1 ชั้น
- ลูกตุ้มน้ำหนัก 100 มิลลิกรัม สำหรับสอบเทียบน้ำหนัก จำนวน 1 ชั้น
- สารตัวอย่างโลหะมาตรฐานอินเดียม (Indium) จำนวน 1 ขวด
- สารตัวอย่างโลหะมาตรฐานนิกเกิล (Nickel) จำนวน 1 ขวด
- แคลเซียมออกไซด์ จำนวน 1 ขวด
- อุปกรณ์ช่วยติดตั้ง (Position Gauge) สำหรับเตาเผา ฮุค และภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง จำนวน 1 ชั้น
- ปากคิบบำมาจากทองเหลือง หรือสแตนเลส จำนวน 1 ชั้น
- ซ้อนตักสารทำมาจากโลหะสแตนเลส จำนวน 1 ชั้น
- ไชควงปลายหกเหลี่ยมหัวกลม (7/64 นิ้ว) จำนวน 1 ชั้น
- ไชควงปลายหกเหลี่ยมหัวกลม (5/64 นิ้ว) จำนวน 1 ชั้น
- ไชควงปลายหกเหลี่ยมหัวกลม (3/32 นิ้ว) จำนวน 1 ชั้น
- ไชควงปลายหกเหลี่ยมหัวกลม (9/64 นิ้ว) จำนวน 1 ชั้น
- Loop Decoupler Kit จำนวน 1 ชั้น
- Balance Spacer Foam จำนวน 2 ชั้น
- ฟิวส์ชนิด T 250V 12A จำนวน 2 ชั้น
- Glass Inspection Mirror โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7/8 นิ้ว จำนวน 1 ชั้น
- Tube Load Sample/Reference (hang down wire replacement tool) จำนวน 1 ชั้น

## 3.41.7 สารตัวอย่างโลหะมาตรฐานสำหรับสอบเทียบการวัดอุณหภูมิ (Temperature calibration) พร้อมใบรับรองมาตรฐานในการสอบเทียบของสมาพันธ์นานาชาติด้านการวิเคราะห์เชิงความร้อนและความร้อนของสาร (ICTAC) ประกอบด้วย

- สารตัวอย่างโลหะมาตรฐานอลูเมลล์ (Alumel) จำนวน 1 ขวด
- สารตัวอย่างโลหะมาตรฐานสารผสม (นิกเกิล 83% + โคบอล 17%) จำนวน 1 ขวด
- สารตัวอย่างโลหะมาตรฐานสารผสม (นิกเกิล 63% + โคบอล 37%) จำนวน 1 ขวด
- สารตัวอย่างโลหะมาตรฐานสารผสม (นิกเกิล 37% + โคบอล 63%) จำนวน 1 ขวด

## 3.41.8 อุปกรณ์ควบคุมแรงดัน (Pressure regulator) ของก๊าซไนโตรเจนที่มี Diaphragm (ความดันด้านสูงได้ไม่น้อยกว่า 165 บาร์ ช่วงการทำงานของความดันด้านต่ำ 0 บาร์) จำนวน 1 ชุด

## 3.41.9 อุปกรณ์ควบคุมแรงดัน (Pressure Regulator) ของก๊าซอัดบริสุทธิ์ (ความดันด้านสูงได้ไม่น้อยกว่า 165 บาร์ ช่วงการทำงานของความดันด้านต่ำ 0 บาร์) จำนวน 1 ชุด

  
 ป.อ. ลักขณ์ รัตน์

- 3.41.10 อุปกรณ์ควบคุมแรงดัน (Pressure Regulator) ของก๊าซออกซิเจน (ความดันด้านสูงได้ไม่น้อยกว่า 165 บาร์ ช่วงการทำงานของความดันด้านต่ำ 0 บาร์) จำนวน 1 ชุด
- 3.41.11 ถังก๊าซพร้อมเนื้อก๊าซไนโตรเจนบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.999 % ความจุไม่น้อยกว่า 47 ลิตร จำนวน 2 ถัง
- 3.41.12 ถังก๊าซพร้อมเนื้อก๊าซออกซิเจนที่บริสุทธิ์ ไม่น้อยกว่า 99.999 % ความจุไม่น้อยกว่า 47 ลิตร จำนวน 1 ถัง
- 3.41.13 ถังก๊าซพร้อมเนื้อก๊าซออกซิเจนที่บริสุทธิ์ความจุไม่น้อยกว่า 47 ลิตร จำนวน 1 ถัง
- 3.41.14 ชุดอุปกรณ์เก็บถังแก๊สมีขนาดมิติความกว้าง x ยาว x สูง ไม่น้อยกว่า 50 x 95 x 100 เซนติเมตร ทำด้วยเหล็กพร้อมสายคล้อง
- 3.41.15 แขนดูดควันแบบเคลื่อนที่ได้
- ขนาดตัวตู้มีขนาดมิติความกว้าง x ยาว x สูง ไม่น้อยกว่า 50 x 50 x 98 เซนติเมตร ทำด้วยเหล็กแผ่นรีดเย็นความหนา 1.2 มิลลิเมตร พ่นทับสีด้วยสีที่พอกซ์ชนิดสีผง
  - ท่อดูดทำด้วยท่อพอลิโพรพิลีนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 75 มิลลิเมตร ซ็อกเข้ามาจากพอลิโพรพิลีน พร้อม inter lock เพื่อปรับแต่งองศาของท่อ ปลายท่อเป็น Dome hood ทำมาจากพอลิโพรพิลีนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 375 มิลลิเมตร สามารถทนไอสารเคมีได้
  - พัดลมระบายอากาศติดตั้งภายในตัวเครื่องด้านล่าง มอเตอร์ Induction motor ขนาด 181 วัตต์ 220 โวลต์ 2,400 รอบต่อนาที พร้อมสวิตช์เปิด-ปิด พัดลมหน้าตู้ แรงลมดูดประมาณ 0.3 - 0.6 เมตรต่อนาที
  - ภายในตัวตู้ติดตั้งชุดฟิลเตอร์เพื่อกรองอากาศให้สะอาดประกอบด้วย Pre filter ทำการกรองฝุ่นละอองที่มีอนุภาคใหญ่ในชั้นแรก Activate carbon filter ทำหน้าที่กรองกลิ่น และ Hepa filter 99.97% ทำหน้าที่กรองไรฝุ่น
  - ติดตั้งล้อเลื่อน สามารถเคลื่อนย้ายได้อย่างอิสระ
- 3.41.16 โต๊ะสำหรับวางเครื่อง TGA ชนิดป้องกันการสั่นสะเทือนที่มีส่วนของพื้นโต๊ะ (Worktop) ทำมาจากหินแกรนิต ความหนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร โดยมีขนาดมิติความกว้าง x ยาว x สูง ไม่น้อยกว่า 90 x 60 x 75 เซนติเมตร ขาโต๊ะทำด้วยหินขนาดไม่น้อยกว่า 45 x 66 เซนติเมตร จำนวน 1 ชุด
- 3.41.17 โต๊ะสำหรับวางคอมพิวเตอร์ โดยมีขนาดมิติความกว้าง x ยาว x สูง ไม่น้อยกว่า 90 x 150 x 75 เซนติเมตร ขาโต๊ะทำด้วยเหล็กกล่องขนาดมิติความกว้าง x ยาว ไม่น้อยกว่า 2 x 2 นิ้ว หนา 1.5 เซนติเมตร หน้าโต๊ะปูด้วยแผ่นหินแกรนิต พร้อมลิ้นชักมีล้อเลื่อน และเก้าอี้นวมที่มีพนักพิงพร้อมล้อและปรับระดับความสูงได้ จำนวน 1 ชุด
- 3.41.18 เครื่องล้างความถี่สูงขนาดความจุของถัง 9 ลิตร สามารถตั้งค่าเวลาได้ตั้งแต่ 1 ถึง 99 นาที และตั้งค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0 ถึง 80 องศาเซลเซียส จำนวน 1 เครื่อง
- 3.41.19 แล็บแจ๊คสำหรับวางแท่งแม่เหล็ก และแท่งแม่เหล็ก จำนวนอย่างละ 1 ชิ้น
- 3.41.20 ติดตั้งระบบไฟฟ้าสำหรับเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องวัดความเสถียรทางความร้อนของวัสดุ จากตู้ไฟฟ้าหลักของห้องปฏิบัติการ จำนวนไม่น้อยกว่า 2 จุด

วิเศษ  


วิเศษ อัครกุล  




#### 4. รายละเอียดอื่นๆ

- 4.1 ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์ที่ตรงหรือดีกว่าตามที่กำหนดไว้ในเอกสารนี้โดยต้องแนบแคตตาล็อก (catalog) ที่แสดงรูปภาพและรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ พร้อมระบุยี่ห้อและรุ่นที่เสนอราคาอย่างชัดเจนครบทุกรายการประกอบการเสนอราคา
- 4.2 ผู้เสนอราคาต้องได้รับการแต่งตั้งเป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย โดยให้ยื่นขณะเข้าเสนอราคาเพื่อประกอบการพิจารณา ยกเว้นครุภัณฑ์ในข้อ 3.41
- 4.3 ผู้เสนอราคาต้องเสนอผลิตภัณฑ์ทั้งหมดที่เป็นของใหม่ ไม่เคยใช้งานมาก่อน โดยเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามสายพานการผลิตไม่ใช่สินค้าผลิตเฉพาะกิจ ยกเว้นครุภัณฑ์ในข้อ 3.41.15, 3.41.16 และ 3.41.17 ทั้งนี้ต้องสามารถตรวจสอบได้โดยตรงจากเว็บไซต์ของผู้ผลิตสำหรับรุ่นและยี่ห้อที่นำเสนอ โดยต้องแสดงรูปภาพและรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่ตรงกับรายละเอียดครุภัณฑ์ครบทุกรายการ ที่มีได้เกิดจากการดัดแปลงแก้ไข เพื่อประโยชน์ในการซ่อมบำรุง และการให้บริการหลังการขาย
- 4.4 หากชุดทดลองต้องใช้ร่วมกับซอฟต์แวร์ ผู้เสนอราคาต้องจัดหาซอฟต์แวร์จากผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่ายซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย ไม่เป็นเวอร์ชันทดลอง พร้อมมอบเอกสารและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับลิขสิทธิ์ให้กับทางมหาวิทยาลัย
- 4.5 ผู้เสนอราคาต้องส่งมอบสินค้า ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง และรับผิดชอบดำเนินการติดตั้งครุภัณฑ์และอุปกรณ์ประกอบ รวมถึงระบบประกอบต่าง ๆ เพื่อให้ครุภัณฑ์ทำงานได้ โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม และให้แล้วเสร็จก่อนการส่งมอบสินค้า
- 4.6 มีหนังสือคู่มือการใช้งานหรือคู่มือการบำรุงรักษาเป็นภาษาอังกฤษและภาษาไทย (พร้อมไฟล์ .docx) และไฟล์ข้อมูลในอุปกรณ์บันทึกข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ เช่น flash drive, CD, DVD หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่ดีกว่า อย่างละ 3 ชุด พร้อมไฟล์วิดีโอการถ่ายทำการใช้งาน (VDO presentation) โดยส่งมอบพร้อมครุภัณฑ์ ณ สถานที่ติดตั้ง
- 4.7 มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ และอาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี จนใช้งานได้เป็นอย่างดี ณ สถานที่ติดตั้ง รวมถึงจัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการทดสอบการทำงานของเครื่อง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใด ๆ เพิ่มเติม
- 4.8 มีการรับประกันอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ จากการใช้งานปกติเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับจากวันที่ผู้ซื้อได้รับสิ่งของทั้งหมดไว้โดยถูกต้องครบถ้วนตามข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์ตามที่กำหนดไว้ในเอกสารนี้ และมีการบริการบำรุงรักษา (Maintenance Service) อย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง โดยการ Maintenance Service ระหว่างปีครั้งที่ 1 ไม่เกินเดือนที่ 6 และครั้งที่ 2 ไม่เกินเดือนที่ 11 นับจากวันที่ผู้ซื้อได้รับมอบสิ่งของทั้งหมดไว้โดยถูกต้องครบถ้วนตามสัญญา และไม่เสียค่าใช้จ่ายเพิ่ม
- 4.9 ให้คำปรึกษาการใช้งานระบบและการทดลองที่เกี่ยวข้องโดยไม่มีค่าใช้จ่ายตลอดอายุการใช้งาน
- 4.10 สามารถจัดหาอะไหล่ เมื่อเครื่องหรือชิ้นส่วนมีการชำรุดเสียหายภายหลังหมดอายุการรับประกัน
- 4.11 ในการส่งมอบครุภัณฑ์ ผู้เสนอราคาต้องเสนอแผนการซ่อมบำรุงและระยะเวลาในการซ่อมบำรุงประจำปี เพื่อประโยชน์ในการจัดหาอะไหล่หากเครื่องหรือชิ้นส่วนมีความชำรุดเสียหายหลังจากการหมดอายุการรับประกัน โดยส่งมอบพร้อมครุภัณฑ์ ณ สถานที่ตั้ง

 ๖๕๖

จิราพร  
P.๐๒

- 4.12 ในการส่งมอบครุภัณฑ์ ถ้าสินค้าเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อส่งมอบให้กับมหาวิทยาลัย ผู้เสนอราคาต้องส่งมอบเอกสารการนำเข้าสินค้า (การขนส่งทางอากาศ ทางรถยนต์ ทางเรือ และวิธีการอื่น ๆ) ให้กับคณะกรรมการตรวจรับครุภัณฑ์ และถ้าเป็นการขนส่งด้วยเรือต่างประเทศจะต้องมีสำเนาเอกสารยืนยันจากกรมเจ้าท่าถึงการยกเว้นไม่ต้องใช้เรือไทย และถ้าใช้การขนส่งด้วยเรือต่างประเทศไปแล้วในขณะที่เส้นทางเดินเรือนั้นมีบริการการขนส่งด้วยเรือไทย จะต้อง มีสำเนาเอกสารแสดงการชำระค่าธรรมเนียมพิเศษการกระทำผิด พระราชบัญญัติขนส่ง
- 4.13 กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ภายใน 120 วัน นับถัดจากวันที่ลงนามในสัญญาซื้อขาย
- 4.14 เงินค่าพัสดุสำหรับการซื้อครั้งนี้ได้มาจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 การจัดซื้อครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 มีผลบังคับใช้ และได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 จากสำนักงบประมาณแล้ว สำหรับกรณีที่ไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณรายจ่ายเพื่อการจัดหาในครั้งดังกล่าว ส่วนราชการสามารถยกเลิกการจัดหาได้

ดิเรก



๒๕๖๓

๑.๐๖ ๒๕๖๓



การพิจารณาคัดเลือกผู้ชนะการเสนอราคา

โดยใช้หลักเกณฑ์การประเมินค่าประสิทธิภาพต่อราคา (Price Performance)

การจัดซื้อครุภัณฑ์รายการชุดเครื่องวัดความเสถียรทางความร้อนของวัสดุ จำนวน 1 ชุด

ลำดับ	ชื่อตัวแปรที่ใช้ในการประเมิน	ประเภทตัวแปร	ตัวแปรที่เลือก	น้ำหนัก	คะแนน		
					e-GP เป็นผู้กำหนด	คะแนน	
					100%	80%	60%
1	ราคาเสนอราคา	ตัวแปรหลัก		70			
2	บริการหลังการขาย						
	ระยะเวลาการรับประกันของวัสดุที่จะซื้อ	ตัวแปรรอง		10	มากกว่าข้อกำหนด 12 เดือน	มากกว่าข้อกำหนด 7-11 เดือน	มากกว่าข้อกำหนด 1-6 เดือน
	ระยะเวลาการรับประกันเตา TGA	ตัวแปรรอง		10	มากกว่าข้อกำหนด 3 ปี	มากกว่าข้อกำหนด 2 ปี	มากกว่าข้อกำหนด 1 ปี
	ระยะเวลาการบำรุงรักษา	ตัวแปรรอง		10	มากกว่าข้อกำหนด 3 ปี	มากกว่าข้อกำหนด 2 ปี	มากกว่าข้อกำหนด 1 ปี

Prm

ม.ค.ท

อภิมภ

อภิมภ