

ข้อกำหนดรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ (Term of Reference: TOR)

รายการ เครื่องวัดพื้นที่ผิวและความพรุน จำนวน 1 ชุด

1. ความเป็นมาและวัตถุประสงค์

ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีการบริการเครื่องมือวิเคราะห์เพื่องานวิจัยและนวัตกรรมหลากหลายรูปแบบ ครอบคลุมงานด้านวิจัยพื้นฐาน ด้านวัสดุศาสตร์ ด้านตัวเร่งปฏิกิริยา รวมถึงด้านคอมพิวเตอร์สมรรถนะสูง แต่อย่างไรก็ตาม ในการวิเคราะห์พื้นผิวของตัวอย่างโดยใช้เทคนิคกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope: SEM) ที่มีในศูนย์เครื่องมือฯ ยังไม่สามารถตอบโจทย์ในการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวจำเพาะ (Specific surface area) พื้นที่ผิวว่องไวของโลหะ (Active metal) การกระจายตัวของโลหะว่องไว (Metal dispersion) ขนาดและปริมาตรรูพรุน (Pore size and pore volume) รวมถึงการกระจายขนาดรูพรุน (Pore size distribution) ประเภทต่างๆ ได้แก่ Micropore (รูพรุนที่มีขนาดน้อยกว่า 2 นาโนเมตร) Mesopore (รูพรุนที่มีขนาดอยู่ในช่วง 2-50 นาโนเมตร) และ Macropore (รูพรุนที่มีขนาดมากกว่า 50 นาโนเมตร) ดังนั้น เพื่อให้การวิเคราะห์พื้นผิวของวัสดุให้ข้อมูลที่ครอบคลุม เครื่องวัดพื้นที่ผิวและความพรุนที่ใช้หลักการการดูดซับแก๊สทางกายภาพ (Physisorption) และการดูดซับแก๊สทางเคมี (Chemisorption) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ศูนย์เครื่องมือต้องมีการจัดซื้อเพิ่มเติม นอกจากนี้เครื่องมือดังกล่าวยังสามารถใช้เพื่อวิเคราะห์ตัวอย่างที่ใช้สำหรับการเรียนการสอนให้กับนักศึกษา รวมถึงสาคิตการทำงานของเครื่องให้นักศึกษาได้เรียนรู้อีกด้วย

2. คุณสมบัติของผู้ยื่นข้อเสนอ

- 2.1 มีความสามารถตามกฎหมาย
- 2.2 ไม่เป็นบุคคลล้มละลาย
- 2.3 ไม่อยู่ระหว่างเลิกกิจการ
- 2.4 ไม่เป็นบุคคลซึ่งอยู่ระหว่างถูกระงับการยื่นข้อเสนอหรือทำสัญญากับหน่วยงานของรัฐไว้ชั่วคราว เนื่องจากเป็นผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้ประกอบการตามระเบียบที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังกำหนดตามที่ประกาศเผยแพร่ในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง
- 2.5 ไม่เป็นบุคคลซึ่งถูกระงับชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานและได้แจ้งเวียนชื่อให้เป็นผู้ทำงานของหน่วยงานของรัฐในระบบเครือข่ายสารสนเทศของกรมบัญชีกลาง ซึ่งรวมถึงนิติบุคคลที่ผู้ทำงานเป็นหุ้นส่วนผู้จัดการ กรรมการผู้จัดการ ผู้บริหาร ผู้มีอำนาจในการดำเนินงานในกิจการของนิติบุคคลนั้นด้วย
- 2.6 มีคุณสมบัติและไม่มีลักษณะต้องห้ามตามที่คณะกรรมการนโยบายการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐกำหนดในราชกิจจานุเบกษา
- 2.7 เป็นนิติบุคคลผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- 2.8 ไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้ยื่นข้อเสนอรายอื่นที่เข้ายื่นข้อเสนอให้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ณ วันประกาศประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่เป็นผู้กระทำการอันเป็นการขัดขวางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรม ในการประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้

2.9 ไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทยเว้นแต่รัฐบาลของผู้ยื่นข้อเสนอ ได้มีคำสั่งสละเอกสิทธิ์และความคุ้มกันเช่นนั้น

2.10 ผู้ยื่นข้อเสนอที่ยื่นข้อเสนอในรูปแบบของ "กิจการร่วมค้า" ต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าจะต้องมีการกำหนดสัดส่วนหน้าที่และความรับผิดชอบในปริมาณงาน สิ่งของหรือมูลค่าตามสัญญาของผู้เข้าร่วมค้าหลักมากกว่าผู้เข้าร่วมค้ารายอื่นทุกราย

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก กิจการร่วมค่านั้นต้องใช้ผลงานของผู้เข้าร่วมค้าหลักรายเดียวเป็นผลงานของกิจการร่วมค้าที่ยื่นข้อเสนอ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้เข้าร่วมค้าหลัก ผู้เข้าร่วมค้าทุกรายจะต้องมีคุณสมบัติครบถ้วนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในเอกสารเชิญชวน

กรณีที่ข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้ากำหนดให้มีการมอบหมายผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่ง เป็นผู้ยื่นข้อเสนอ ในนามกิจการร่วมค้า การยื่นข้อเสนอดังกล่าวต้องมีหนังสือมอบอำนาจ

สำหรับข้อตกลงระหว่างผู้เข้าร่วมค้าที่ไม่ได้กำหนดให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดเป็นผู้ยื่นข้อเสนอผู้เข้าร่วมค้า ทุกรายจะต้องลงลายมือชื่อในหนังสือมอบอำนาจให้ผู้เข้าร่วมค้ารายใดรายหนึ่งเป็นผู้ยื่นข้อเสนอในนามกิจการร่วมค้า

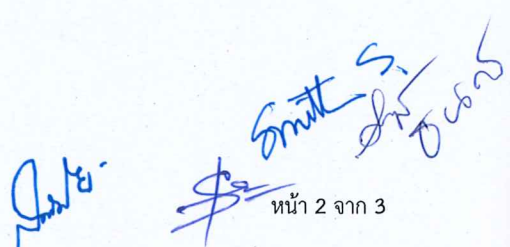
2.11 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องลงทะเบียนที่มีข้อมูลถูกต้องครบถ้วนในระบบจัดซื้อจัดจ้างภาครัฐด้วยอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Government Procurement : e-GP) ของกรมบัญชีกลาง

2.12 ผู้ยื่นข้อเสนอต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ ดังนี้

(1) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทยซึ่งได้จดทะเบียนเกินกว่า 1 ปี ต้องมีมูลค่าสุทธิของกิจการ จากผลต่างระหว่างสินทรัพย์สุทธิหักด้วยหนี้สินสุทธิ ที่ปรากฏในงบแสดงฐานะการเงิน ที่มีการตรวจรับรองแล้ว ซึ่งจะต้องแสดงค่าเป็นบวก 1 ปีสุดท้ายก่อนวันยื่นข้อเสนอ

(2) กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็นนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นตามกฎหมายไทย ซึ่งยังไม่มีงบแสดงฐานะการเงินกับกรมพัฒนาธุรกิจการค้า ให้พิจารณาการกำหนดมูลค่าของทุนจดทะเบียน โดยผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องมีทุนจดทะเบียนที่เรียกชำระมูลค่าหุ้นแล้ว ณ วันที่ยื่นข้อเสนอ ไม่ต่ำกว่า 1 ล้านบาท

(3) สำหรับการจัดซื้อจัดจ้างครั้งหนึ่งที่มีวงเงินเกิน 500,000.00 บาทขึ้นไป กรณีผู้ยื่นข้อเสนอเป็น บุคคลธรรมดา โดยพิจารณาจากหนังสือรับรองบัญชีเงินฝากไม่เกิน 90 วัน ก่อนวันยื่นข้อเสนอ โดยต้องมีเงินฝาก คงเหลือในบัญชีธนาคารเป็นมูลค่า 1 ใน 4 ของมูลค่างบประมาณของโครงการหรือรายการที่ยื่นข้อเสนอในแต่ละครั้ง และหากเป็นผู้ชนะการจัดซื้อจัดจ้างหรือเป็นผู้ได้รับการคัดเลือกจะต้องแสดงหนังสือรับรองบัญชีเงินฝาก ที่มีมูลค่าดังกล่าวอีกครั้งหนึ่งในวันลงนามในสัญญา

 The bottom right corner of the page contains several handwritten signatures and stamps. There are two distinct signatures in blue ink. Below them, there is a circular official stamp, partially obscured by the signatures. The text 'หน้า 2 จาก 3' (Page 2 of 3) is printed at the bottom right.

เครื่องวัดพื้นที่ผิวและความพรุน จำนวน 1 ชุด

1. คุณสมบัติทั่วไปของครุภัณฑ์

เครื่องวัดพื้นที่ผิวและความพรุน เป็นเครื่องวิเคราะห์โดยใช้หลักการการดูดซับแก๊สทางกายภาพ (Physisorption) และการดูดซับแก๊สทางเคมี (Chemisorption) เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่ผิวจำเพาะ (Specific surface area) พื้นที่ผิวว่องไวของโลหะ (Active metal) การกระจายตัวของโลหะว่องไว (Metal dispersion) ขนาดและปริมาตรรูพรุน (Pore size and pore volume) รวมถึงการกระจายขนาดรูพรุน (Pore size distribution) ประเภทต่างๆ ได้แก่ Micropore (รูพรุนที่มีขนาดน้อยกว่า 2 นาโนเมตร) Mesopore (รูพรุนที่มีขนาดอยู่ในช่วง 2-50 นาโนเมตร) และ Macropore (รูพรุนที่มีขนาดมากกว่า 50 นาโนเมตร) โดยอาศัยหลักการวัดปริมาตรของแก๊สที่ใช้ในการดูดซับบนพื้นผิวของวัสดุ สามารถวิเคราะห์รูปแบบการดูดซับหรือคายซับของแก๊สที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้ (Adsorption/Desorption isotherm) และสามารถวิเคราะห์รูปแบบการดูดซับและคายซับของแก๊สที่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของพื้นผิววัสดุ สามารถนำไปใช้กับตัวอย่างได้หลากหลายทั้งที่มีรูพรุน (Porous materials) และไม่มีรูพรุน (Non-porous materials) เช่น ตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalysts) วัสดุแบตเตอรี่ (Battery Materials) ถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) ตัวดูดซับ (Absorbents) ซีเมนต์ (Cement) สีย้อม (Pigments) วัสดุกึ่งตัวนำไฟฟ้า (Semiconductor materials) เซรามิกส์ (Ceramics) พอลิเมอร์ (Polymers) วัสดุโครงข่ายโลหะอินทรีย์ (Metal Organic Frameworks: MOFs) ซีโอไลต์ (Zeolites) ยา (Medicines) และเครื่องสำอางค์ (Cosmetics) เป็นต้น โดยสามารถควบคุมการทำงานและการประมวลผลด้วยโปรแกรมผ่านระบบคอมพิวเตอร์ได้

2. รายการประกอบ มีดังนี้

- | | |
|--|-------------|
| 2.1 เครื่องวัดการดูดซับแก๊สทางกายภาพ (Physisorption) | จำนวน 1 ชุด |
| 2.2 เครื่องวัดการดูดซับแก๊สทางเคมี (Chemisorption) | จำนวน 1 ชุด |

3. รายละเอียดคุณสมบัติ

- 3.1 เครื่องวัดการดูดซับแก๊สทางกายภาพ (Physisorption) จำนวน 1 ชุด

มีรายละเอียด ดังนี้

- 3.1.1 สามารถวิเคราะห์พื้นที่ผิวจำเพาะของสารตัวอย่าง (Specific surface area) ได้อย่างน้อย 0.01 ตารางเมตรต่อกรัม เมื่อใช้แก๊สไนโตรเจน (N_2) หรือได้อย่างน้อย 0.0005 ตารางเมตรต่อกรัม เมื่อใช้แก๊สคริปทอน (Kr)
- 3.1.2 สามารถใช้กับแก๊สที่เป็นตัวถูกดูดซับ (Adsorptive gas) ได้หลากหลายชนิด เช่น ไนโตรเจน (N_2) หรือ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นต้น

Signature: *[Handwritten Signature]*
Date: *[Handwritten Date]*
Name: *[Handwritten Name]*

- 3.1.3 มีช่องหรือกระเปาะใส่สารตัวอย่าง (Sample Cell) ในการวิเคราะห์ได้ 3 ตัวอย่างพร้อมกัน โดยสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีรูพรุนแบบ Micropore ได้ทั้ง 3 ช่องตัวอย่าง และสามารถควบคุมการทำงานเป็นอิสระจากกันได้ โดยตัวอย่างทั้งหมดอยู่ในภาชนะใส่ไนโตรเจนเหลวเดียวกัน
- 3.1.4 สามารถวิเคราะห์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูพรุน (Pore size diameter) ได้ในช่วง 0.35 ถึง 500 นาโนเมตร หรือดีกว่า
- 3.1.5 มีอุปกรณ์วัดความดัน (Pressure Transducer) ติดตั้งภายในระบบไม่น้อยกว่า 9 ชิ้น ประกอบด้วย
- อุปกรณ์วัดความดันที่ 1000 ทอร์ (Torr) มีความแม่นยำ (Accuracy) ไม่น้อยกว่า $\pm 0.11\%$ of full scale หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชิ้น
 - อุปกรณ์วัดความดันที่ 10 ทอร์ (Torr) มีความแม่นยำ (Accuracy) ไม่น้อยกว่า $\pm 0.12\%$ of reading หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชิ้น
 - อุปกรณ์วัดความดันที่ 1 ทอร์ (Torr) มีความแม่นยำ (Accuracy) ไม่น้อยกว่า $\pm 0.12\%$ of reading หรือดีกว่า จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชิ้น
- 3.1.6 มีหน่วย degassing เป็นส่วนแยกจากส่วนวิเคราะห์ตัวอย่างสำหรับเตรียมตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดดังนี้
- มีช่องใส่ตัวอย่าง ไม่น้อยกว่าจำนวน 4 ช่อง
 - สามารถโปรแกรมการให้ความร้อนของอุณหภูมิและระยะเวลาได้
 - สามารถให้ความร้อนสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 350 องศาเซลเซียส
 - สามารถ degassing แบบทำสุญญากาศ (Vacuum degassing) ด้วย Turbo pump ที่สามารถสร้างความดันต่ำได้ไม่น้อยกว่า 1×10^{-7} mbar
 - มีชุดดักความชื้น (Cold trap) จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 3.1.7 มีช่องสำหรับใส่หลอดแก้วสำหรับวัดความดันอ้างอิง (Saturation vapor pressure, P_0) จำนวน ไม่น้อยกว่า 1 ช่อง
- 3.1.8 มีปั๊มสุญญากาศจำนวนเพียงพอและสามารถทำความดันต่ำพิเศษสำหรับเครื่องมือในการวิเคราะห์หาพื้นที่ผิว ขนาดรูพรุนระดับเล็ก (Micropore) ประกอบด้วย Turbo pump ต่อเชื่อมกับ Diaphragm pump สามารถสร้างความดันสุญญากาศได้ต่ำกว่า 1×10^{-7} mbar
- 3.1.9 รองรับการคำนวณหา free space void volume แบบที่ใช้แก๊สฮีเลียม และแบบที่ไม่ใช้แก๊สฮีเลียม (Nova method) หรือป้อนค่าโดยตรงก่อนการทดสอบได้
- 3.1.10 มีช่องสำหรับต่อแก๊สทดสอบต่างๆ จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ช่อง และ 1 ช่องสำหรับแก๊สฮีเลียม และ 1 ช่องสำหรับ back fill รวมทั้งหมดไม่น้อยกว่า 7 ช่อง
- 3.1.11 มีระบบวาล์วที่ใช้ในการ เปิด-ปิด เพื่อควบคุมการจ่ายแก๊สเข้าระบบ และดึงแก๊สออกจากระบบ แบบ Magnetic latching พร้อม metal O-ring และ metal gasket seal

Smitt S
S. S.
S. S.

- 3.1.12 มีภาชนะสำหรับใส่แก๊สเหลว (Dewar) เช่น ไนโตรเจนเหลว (Liquid N₂) ที่มีความจุไม่น้อยกว่า 3 ลิตร รองรับการทดสอบตัวอย่างได้นานไม่น้อยกว่า 70 ชั่วโมง และมีหัววัดระดับไนโตรเจนเหลว เพื่อควบคุมตำแหน่งของตัวอย่างไนโตรเจนเหลวให้คงที่
- 3.1.13 สามารถหยุดการวัดตัวอย่างชั่วคราวสำหรับการเติมไนโตรเจนเหลว ในระหว่างการทดสอบตัวอย่าง และสามารถวัดตัวอย่างได้อย่างต่อเนื่องหลังจากมีการเติมไนโตรเจนเหลวลงในภาชนะเรียบร้อยแล้ว โดยไม่กระทบต่อผลการทดสอบที่ได้
- 3.1.14 อุปกรณ์ประกอบ ดังนี้
- 3.1.14.1 ถังสำหรับบรรจุไนโตรเจนเหลวที่มีความจุไม่น้อยกว่า 30 ลิตร พร้อมล้อเลื่อนและหัวจ่าย จำนวน 1 ถัง
 - 3.1.14.2 หลอดบรรจุตัวอย่าง (Sample cell) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านหลอด (Stem diameter) ขนาด 9 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 9 ชิ้น
 - 3.1.14.3 หลอดแก้วสำหรับวัดความดันอ้างอิง (P₀ Cell) จำนวน ไม่น้อยกว่า 3 ชิ้น
 - 3.1.14.4 มีแท่งแก้วสำหรับใส่ในหลอดบรรจุตัวอย่าง (Glass rod หรือ Filler rod) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านแท่งแก้วสัมพันธ์กับหลอดบรรจุตัวอย่าง จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชิ้น
 - 3.1.14.5 สารอ้างอิงที่มีพื้นที่ผิวจำเพาะไม่น้อยกว่า 105 ตารางเมตรต่อกรัม จำนวนไม่น้อยกว่า 2 กรัม
 - 3.1.14.6 สารอ้างอิงที่มีรูพรุน สำหรับเป็นสารอ้างอิงกลุ่ม Micropores จำนวนไม่น้อยกว่า 0.25 กรัม
 - 3.1.14.7 ท่อแก๊ส และอุปกรณ์ที่ใช้ สำหรับการทดสอบทางกายภาพ (Physisorption) มีรายละเอียดดังนี้
 - ท่อพร้อมแก๊สไนโตรเจน 99.999% พร้อมตัวควบคุมความดัน จำนวน 1 ชุด
 - ท่อพร้อมแก๊สฮีเลียม 99.999% พร้อมตัวควบคุมความดัน จำนวน 1 ชุด
 - ท่อพร้อมแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 99.995% พร้อมตัวควบคุมแรงดัน จำนวน 1 ชุด
 - 3.1.14.8 ชุดควบคุมอุณหภูมิภายนอก (External water bath) สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ครอบคลุมในช่วง 0 ถึง 25 องศาเซลเซียส หรือกว้างกว่า
- 3.1.15 ชุดเครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานและประมวลผล จำนวน 1 เครื่อง
- 3.1.15.1 ชุดเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมการทำงาน มีส่วนประกอบดังนี้
 - Microprocessor แบบ Intel Core i7 ความเร็วไม่น้อยกว่า 3.0 GHz หรือดีกว่า
 - หน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
 - หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard drive) ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB
 - ระบบปฏิบัติการ (Operating system) เป็น Window 10 หรือดีกว่า มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
 - มีช่องสำหรับการใช้งาน DVD-RW หรือดีกว่า

- หน้าจอแสดงผล (Monitor) ขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว
 - เม้าส์และคีย์บอร์ด
- 3.1.15.2 มีโปรแกรมควบคุมเครื่อง ติดตั้งใช้งานบนคอมพิวเตอร์ มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย พร้อมแผ่นต้นฉบับ
- 3.1.15.3 สามารถแสดงค่าการทำงานต่างๆ ในขณะที่ทำการทดสอบตัวอย่างได้ เช่น ค่าความดันสัมบูรณ์ (Absolute pressure) หรือ ค่าความดันสัมพัทธ์ (Relative pressure, P/P_0) และปริมาตรของแก๊สที่ถูกดูดซับ เป็นต้น
- 3.1.15.4 สามารถกำหนดการเพิ่มปริมาตรของแก๊สในระหว่างการทดสอบได้ 3 แบบ คือ Vector dose, Standard dose และ Hysteresis scan
- 3.1.15.5 มีโปรแกรมประมวล หรือคำนวณผลการวิเคราะห์พื้นที่ผิว (Surface area) ขนาดรูพรุน (Pore size) ปริมาตรรูพรุน (Pore volume) และการกระจายตัวของขนาดรูพรุน (Pore size distribution) โดยอ้างอิงทฤษฎีการคำนวณ หรือวิธีต่างๆ อย่างน้อย ดังนี้
- Adsorption/Desorption isotherm, BET Surface area, Langmuir Surface area, t method, α -S method, BJH adsorption and desorption, Dollimore-Heal (DH) method, Dubinin-Radushkevich (DR) method, Dubinin-Astakhov (DA) method, Horvath-Kawazoe method, MP method
 - Density function theory (DFT) Pore size distribution calculation แบบ NLDFT และแบบ Heterogeneous surface chemistry สำหรับตัวอย่างที่มีลักษณะพื้นผิวที่ไม่เป็นระเบียบ (Disorder surface) และสามารถสร้างกราฟที่ได้จากการคำนวณเทียบกับกราฟของตัวอย่างได้เพื่อใช้ในการดูความถูกต้องของผลที่คำนวณได้
- 3.1.15.6 โปรแกรมการควบคุมและการประมวลผลที่มีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังต่อไปนี้
- สามารถควบคุมเครื่องมือวิเคราะห์ (Control) การรับข้อมูล (Data acquisition) และการประมวลผลข้อมูล (Data processing) ได้
 - สามารถแสดงผลข้อมูลในขณะที่ทำการวิเคราะห์สารตัวอย่างได้
 - สามารถทำการทดสอบ และวิเคราะห์ผลการทดสอบไปได้พร้อมกัน
 - สามารถทำการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์บนหน้าจอเดียวกันได้
 - สามารถส่งผลการทดสอบที่ได้ (Export) เป็นไฟล์ชนิดต่างๆ อย่างน้อย เช่น Text file, Word file, Excel file หรือ ASCII file เพื่อสามารถเปิดกับโปรแกรมอื่นๆ ได้ เช่น โปรแกรม Microsoft Word หรือ Excel เป็นต้น

Sub. Inp
Date 5/11/25
Unit 5

3.1.16 เครื่องพิมพ์ จำนวน 1 เครื่อง

มีรายละเอียดดังนี้

- 3.1.16.1 เป็นเครื่องพิมพ์เลเซอร์ สามารถพิมพ์ได้ทั้ง สี และ ขาว-ดำ
- 3.1.16.2 มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 600 x 600 dpi
- 3.1.16.3 มีความเร็วการพิมพ์ สี และ ขาว-ดำ ไม่น้อยกว่า 16 แผ่น/นาที
- 3.1.16.4 รองรับงานพิมพ์สูงสุดไม่น้อยกว่า 30,000 แผ่น/เดือน
- 3.1.16.5 มีหน่วยความจำมาตรฐานไม่น้อยกว่า 128 MB
- 3.1.16.6 มีการเชื่อมต่อ Hi-Speed USB 2.0 หรือดีกว่า
- 3.1.16.7 ช่องใส่กระดาษไม่น้อยกว่า 150 แผ่น

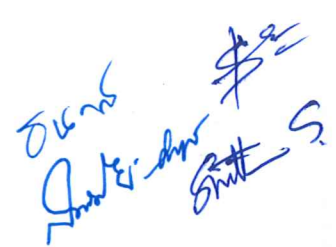
3.1.17 เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 4 kVA จำนวน 1 เครื่อง

มีรายละเอียดดังนี้

- 3.1.17.1 เป็นเครื่องสำรองไฟฟ้าและปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ ที่มีขนาดกำลังไฟไม่น้อยกว่า 4 kVA/ 2.8 kW หรือดีกว่า
- 3.1.17.2 มีระบบการทำงานแบบ True online double conversion design ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Microprocessor
- 3.1.17.3 มีหน้าจอแสดงการทำงานแบบ LCD Display สามารถแสดงสถานะการทำงานได้ดังนี้ Input voltage, Output voltage, Input frequency, Output frequency, Load fevel, Battery level และ Charge status
- 3.1.17.4 มีสัญญาณเสียงเตือนได้อย่างน้อย ดังนี้ Main Failure, Low battery and fault
- 3.1.17.5 แรงดันขาเข้า (Input voltage) 220 Vac. สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าได้ที่ 110- 290 หรือดีกว่า
- 3.1.17.6 ความถี่ขาเข้า 50 หรือ 60 Hz $\pm$ 10%
- 3.1.17.7 แรงดันขาออก (Output voltage) 220 Vac. $\pm$ 1 % หรือดีกว่า
- 3.1.17.8 มีค่า Total harmonic distortion (THD) <3 % at linear load
- 3.1.17.9 Overload capacity > 110% for 30 Sec turn to bypass mode หรือดีกว่า

3.1.18 การติดตั้งระบบท่อแก๊ส มีรายละเอียดดังนี้

- 3.1.18.1 ใช้ท่อแก๊สสแตนเลส 316 ขนาด 1/4", 1/8" หรือ 1/16"
- 3.1.18.2 มีวาล์วเปิด - ปิด แก๊สแต่ละชนิด
- 3.1.18.3 มีการเดินท่อแก๊สขาออกเพื่อระบายแก๊สออกนอกอาคาร
- 3.1.18.4 ถังแก๊สติดตั้งในพื้นที่ตามที่กำหนดในเอกสารแนบ
- 3.1.18.5 มีการติดตั้งโซ่คล้องถังแก๊สเพื่อความปลอดภัย
- 3.1.18.6 ใช้ระบบข้อต่อ nut และ fitting ในการเดินท่อแก๊ส

อ.ดร.  5

3.1.18.7 การติดตั้งระบบท่อแก๊สต้องแล้วเสร็จพร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย โดยผู้ขายต้องเสนอแบบการเดินท่อแก๊สให้คณะกรรมการตรวจรับพิจารณา ก่อนการติดตั้งและใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน

3.2 เครื่องวัดการดูดซับแก๊สทางเคมี (Chemisorption) จำนวน 1 ชุด

มีรายละเอียด ดังนี้

- 3.2.1 สามารถใช้กับแก๊สสำหรับทดสอบได้หลากหลายชนิดเช่น ฮีเลียม (He), ไฮโดรเจน (H₂), ออกซิเจน (O₂), คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และแอมโมเนีย (NH₃) เป็นต้น
- 3.2.2 มีช่องใส่สารตัวอย่าง (Sample Cell) ในการวิเคราะห์ได้ไม่น้อยกว่า 1 ตัวอย่าง
- 3.2.3 มีอุปกรณ์ให้ความร้อนแบบเตาเผา (Furnace) ให้ความร้อนตัวอย่างในระหว่างการทดสอบ ควบคุมการทำงานโดยผ่านโปรแกรมได้โดยตรง สามารถให้ความร้อนสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 1100 °C สามารถปรับอัตราการให้ความร้อน (Temperature ramp rate) ได้ครอบคลุมช่วง 1-20°C/min หรือดีกว่า
- 3.2.4 มีพัดลมเพื่อช่วยระบายความร้อนของเตาเผาเมื่อต้องการให้อุณหภูมิลดลง
- 3.2.5 มีช่องสำหรับต่อแก๊สทดสอบต่างๆ ไม่น้อยกว่า 5 ช่อง
- 3.2.6 มีชุดสำหรับการทำงานและทดสอบแบบ Pulse titration ติดตั้งมากับตัวเครื่อง
- 3.2.7 มีชุดวัดสัญญาณของแก๊สทดสอบชนิด TCD (Thermal conductivity detector)
- 3.2.8 อุปกรณ์ประกอบ ดังนี้
 - 3.2.8.1 หลอดบรรจุตัวอย่าง (Sample cell) ทำจากวัสดุควอตซ์ (Quartz) จำนวนไม่น้อยกว่า 5 ชิ้น
 - 3.2.8.2 สารอ้างอิงสำหรับการทดสอบการดูดซับทางเคมี (Chemisorption) จำนวน 2 ชนิด
 - 3.2.8.3 Pulse loop ขนาด 100 µL จำนวน 1 ชิ้น
 - 3.2.8.4 ท่อแก๊ส และอุปกรณ์ที่ใช้ สำหรับการทดสอบการดูดซับทางเคมี มีรายละเอียดดังนี้
 - 5% ออกซิเจน ในฮีเลียม (5%O₂ Balance in He) พร้อมตัวควบคุมแรงดัน จำนวน 1 ชุด
 - 5% แอมโมเนีย ในฮีเลียม (5%NH₃ Balance in He) พร้อมตัวควบคุมแรงดัน จำนวน 1 ชุด
 - 5% ไฮโดรเจน ในไนโตรเจน (5%H₂ Balance in N₂) พร้อมตัวควบคุมความดัน จำนวน 1ชุด
- 3.2.9 ชุดเครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานและประมวลผล จำนวน 1 เครื่อง
 - 3.2.9.1 ชุดเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมการทำงาน มีส่วนประกอบดังนี้
 - Microprocessor แบบ Intel Core i7 ความเร็วไม่น้อยกว่า 3.0 GHz หรือดีกว่า
 - หน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ที่มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

Signature: *[Handwritten Signature]*
Date: *[Handwritten Date]*

- หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard drive) ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB
- ระบบปฏิบัติการ (Operating system) เป็น Window 10 หรือดีกว่า มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย
- มีช่องสำหรับการใช้งาน DVD-RW หรือดีกว่า
- หน้าจอแสดงผล (Monitor) ขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว
- เม้าส์และคีย์บอร์ด

3.2.9.2 มีโปรแกรมควบคุมเครื่อง ติดตั้งใช้งานบนคอมพิวเตอร์ มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย พร้อมแผ่นต้นฉบับ มีรายละเอียดดังนี้

- สามารถกำหนดการทดสอบทางเคมีได้อย่างน้อย คือ Dynamic flow chemisorption แบบ TPR, TPO และ TPD
- สามารถกำหนดการทดสอบแบบ Pulse titration สำหรับการวิเคราะห์หา % Dispersion และ Crystallite size
- มีโปรแกรมสำหรับการแยกพีคที่ซ้อนกัน ด้วยวิธี Deconvolution และเป็นโปรแกรมที่มาพร้อมกับเครื่องโดยไม่ต้องใช้งานกับโปรแกรมเสริมอื่นๆ และมี baseline adjustment, baseline subtraction, curve fitting มาพร้อมกับโปรแกรม
- สามารถส่งผลการทดสอบที่ได้ (Export) เป็นไฟล์ชนิดต่างๆ อย่างน้อย เช่น Text file, Word file, Excel file หรือ ASCII file เพื่อสามารถเปิดกับโปรแกรมอื่นๆ ได้ เช่น โปรแกรม Microsoft Word หรือ Excel เป็นต้น

3.2.10 เครื่องพิมพ์ จำนวน 1 เครื่อง

มีรายละเอียดดังนี้

- 3.2.10.1 เป็นเครื่องพิมพ์เลเซอร์ สามารถพิมพ์ได้ทั้ง สี และ ขาว-ดำ
- 3.2.10.2 มีความละเอียดไม่น้อยกว่า 600 x 600 dpi
- 3.2.10.3 มีความเร็วการพิมพ์ สี และ ขาว-ดำ ไม่น้อยกว่า 16 แผ่น/นาที
- 3.2.10.4 รองรับงานพิมพ์สูงสุดไม่น้อยกว่า 30,000 แผ่น/เดือน
- 3.2.10.5 มีหน่วยความจำมาตรฐานไม่น้อยกว่า 128 MB
- 3.2.10.6 มีการเชื่อมต่อ Hi-Speed USB 2.0 หรือดีกว่า
- 3.2.10.7 ช่องใส่กระดาษไม่น้อยกว่า 150 แผ่น

3.2.10 เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาดไม่น้อยกว่า 4 kVA จำนวน 1 เครื่อง

มีรายละเอียดดังนี้

- 3.2.10.1 เป็นเครื่องสำรองไฟฟ้าและปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ ที่มีขนาดกำลังไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 4 kVA/ 2.8 kW หรือดีกว่า

อ.ดร. สุทธิชัย
อ.ดร. สุทธิชัย
อ.ดร. สุทธิชัย

- 3.2.10.2 มีระบบการทำงานแบบ True online double conversion design ควบคุมการทำงานด้วยระบบ Microprocessor
- 3.2.10.3 มีหน้าจอแสดงการทำงานแบบ LCD Display สามารถแสดงสภาวะการทำงานได้ดังนี้
Input voltage, Output voltage, Input frequency, Output frequency, Load level, Battery level และ Charge status
- 3.2.10.4 มีสัญญาณเสียงเตือนได้อย่างน้อยดังนี้ Main Failure, Low battery and Fault
- 3.2.10.5 แรงดันขาเข้า (Input voltage) 220 Vac. สามารถรองรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้าได้ที่ 110-290 หรือดีกว่า
- 3.2.10.6 ความถี่ขาเข้า 50 หรือ 60 Hz $\pm$ 10%
- 3.2.10.7 แรงดันขาออก (Output voltage) 220 Vac. $\pm$ 1 % หรือดีกว่า
- 3.2.10.8 มีค่า Total harmonic distortion (THD) <3 % at linear load
- 3.2.10.9 Overload capacity > 110% for 30 Sec turn to bypass mode หรือดีกว่า
- 3.2.11 โต๊ะวางเครื่องมือ จำนวน 1 ตัว
มีรายละเอียดดังนี้
 - 3.2.11.1 ขนาดไม่น้อยกว่า 80x150x80 เซนติเมตร ($\pm$ 2 เซนติเมตร) (กว้างxยาวxสูง)
จำนวน 1 ตัว
 - 3.2.11.2 โครงโต๊ะผลิตจากเหล็ก พ่นท้บด้วยสีฝุ่นอีพ็อกซี่ หรือ วัสดุที่ดีกว่า
 - 3.2.11.3 ส่วนบนหน้าโต๊ะ (Top) ทำจากหินแกรนิต หรือวัสดุที่ดีกว่า หนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร ($\pm$ 2 มิลลิเมตร)
 - 3.2.11.4 ขาโต๊ะปรับระดับได้
- 3.2.12 เก้าอี้สำนักงาน จำนวน 1 ตัว
มีรายละเอียดดังนี้
 - 3.2.12.1 ปรับระดับความสูงได้ มีพนักพิง มีล้อเลื่อน
 - 3.2.12.2 เบาะทำจากวัสดุโพลียูรีเทน (Polyurethane) หรือวัสดุที่ดีกว่า ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 35 เซนติเมตร หนาไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
 - 3.2.12.3 พนักพิงยึดกับเบาะหุ้มด้วยวัสดุโพลียูรีเทน หรือวัสดุที่ดีกว่า
 - 3.2.12.4 โครงเก้าอี้เป็นขาแบบ 5 แฉก พร้อมล้อ
 - 3.2.12.5 เก้าอี้สามารถหมุนได้รอบตัว 360 องศา
- 3.2.13 การติดตั้งระบบท่อแก๊ส มีรายละเอียดดังนี้
 - 3.2.13.1 ใช้ท่อแก๊สสแตนเลส 316 ขนาด 1/4", 1/8" หรือ 1/16"
 - 3.2.13.2 มีวาล์วเปิด - ปิด แก๊สแต่ละชนิด
 - 3.2.13.3 มีการเดินท่อแก๊สขาออกเพื่อระบายแก๊สออกนอกอาคาร

Sub. Smith S.
S. S. S.
S. S. S.

- 3.2.13.4 ถึงแก๊สติดตั้งในพื้นที่ตามที่กำหนดในเอกสารแนบ 1
- 3.2.13.5 มีการติดตั้งโซ่คล้องถังแก๊สเพื่อความปลอดภัย
- 3.2.13.6 ใช้ระบบข้อต่อ nut และ fitting ในการเดินท่อแก๊ส
- 3.2.13.7 การติดตั้งระบบท่อแก๊สต้องแล้วเสร็จพร้อมใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย
โดยผู้ขายต้องเสนอแบบการเดินท่อแก๊สให้คณะกรรมการตรวจรับพิจารณา ก่อน
การติดตั้งและใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน

4. ข้อกำหนดอื่นๆ

- 4.1 เงินค่าพัสดุสำหรับจัดซื้อครั้งนี้ได้มาจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 การลงนามในสัญญา หรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2567 มีผลบังคับใช้ และได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2567 จากสำนักงบประมาณแล้วเท่านั้น สำหรับกรณีที่ไม่ได้รับการจัดสรรงบประมาณรายจ่ายเพื่อการจัดหาในครั้งดังกล่าว ส่วนราชการสามารถยกเลิกการจัดหาได้
- 4.2 ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารข้อกำหนดหรือรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์ ซึ่งตรงหรือดีกว่าที่กำหนดไว้ในเอกสารนี้ และต้องแนบแค็ตตาล็อก ซึ่งเป็นเอกสารจากผู้ผลิต โดยระบุยี่ห้อ และรุ่นที่เสนอราคาอย่างชัดเจน เพื่อประกอบการเสนอราคาและพิจารณาผล
- 4.3 ผู้เสนอราคาต้องจัดทำตารางเปรียบเทียบรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์ตามข้อกำหนดของมหาวิทยาลัย กับรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์ที่ผู้เสนอราคานำเสนอ โดยอ้างอิงหัวข้อและหน้าของเอกสารอย่างชัดเจน เพื่อประกอบการเสนอราคาและพิจารณาผล
- 4.4 ผู้เสนอราคาต้องทำรายการเอกสารเปรียบเทียบคุณลักษณะของรายการวัสดุ อุปกรณ์และครุภัณฑ์ที่มีคุณลักษณะพิเศษเหนือข้อกำหนด (หากมี) ตามตัวอย่างในเอกสารแนบ 2 โดยให้แนบมาพร้อมเอกสารนี้ เพื่อประกอบการเสนอราคาและพิจารณาผล
- 4.5 ผู้เสนอราคาต้องแสดงหลักฐานการนำเข้าครุภัณฑ์ว่าขนส่งเข้ามาด้วยวิธีใด หากมีการนำเข้าทางเรือจะต้องปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการพาณิชย์ โดยให้นำเอกสารมาแสดงในวันส่งมอบครุภัณฑ์
- 4.6 มีการติดตั้งเครื่องมือพร้อมอุปกรณ์ประกอบ ระบบท่อแก๊ส และระบบไฟฟ้า ณ สถานที่ปฏิบัติงาน และทำการสอบเทียบเครื่องมือ (Calibrate) พร้อมตรวจสอบความถูกต้องของระบบหลังติดตั้ง จนเครื่องสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ และส่งมอบรายงานผลการติดตั้ง (Installation certificate) และผลการสอบเทียบ (Calibration certificate) ตามระบบคุณภาพและข้อกำหนด
- 4.7 มีการอบรมการใช้งานของเครื่อง (On-site training) ให้กับเจ้าหน้าที่ จนสามารถใช้เครื่องมือได้อย่างมีประสิทธิภาพ ณ สถานที่ปฏิบัติงาน เมื่อทำการส่งมอบเครื่องมือ โดยหัวข้อที่ใช้ในการอบรมมีดังนี้
 - 4.7.1 ความรู้เบื้องต้นในการใช้งานเครื่องมือ
 - 4.7.2 การใช้โปรแกรมในการวิเคราะห์ทดสอบและการวิเคราะห์ผลเบื้องต้นที่ได้จากเครื่องมือ
 - 4.7.3 การแก้ไขปัญหาเครื่องมือขั้นต้น

Handwritten signatures and initials in blue ink at the bottom right corner of the page.

- 4.7.4 การดูแลเครื่องมือ พร้อมทั้งอบรมฟื้นฟูปีละครั้ง และหากมีค่าใช้จ่ายในการอบรมและการเดินทางให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้ขายทั้งหมด
- 4.8 มีการให้บริการตรวจสอบซ่อมบำรุง และสอบเทียบเครื่องมือ (Preventive maintenance and calibration) จำนวนอย่างน้อย 1 ครั้งต่อปี ตลอดระยะเวลารับประกันเครื่องมือ โดยไม่คิดค่าบริการ และมีอะไหล่ให้บริการไม่น้อยกว่า 5 ปี
- 4.9 มีช่างที่มีประสบการณ์ในการติดตั้ง ตรวจสอบซ่อม และบำรุงรักษาเครื่องมือในกรณีที่เครื่องชำรุด และสามารถส่งช่างให้เดินทางมาทำการตรวจสอบ และแก้ไขได้ภายใน 7 วันทำการ นับจากวันที่แจ้ง
- 4.10 ผู้เสนอราคาต้องจัดเตรียม คู่มือการใช้งาน 3 ชุด ต่อ 1 ชุดครุภัณฑ์ มาในวันส่งมอบครุภัณฑ์
- 4.11 ผู้เสนอราคาต้องรับประกันคุณภาพสินค้าที่นำเสนอทั้งหมด ไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 4.12 กำหนดส่งมอบภายใน 180 วัน

Sub. Sup
Turn
Gmt S