

## คุณลักษณะเฉพาะ

ครุภัณฑ์ชุดวิเคราะห์ปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าสำหรับระบบกักเก็บพลังงาน จำนวน 1 ชุด

### 1. คุณลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ด้วยหลักการของ Fourier Transform Infrared Spectrometer โดยสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีเชิงลึกของแก๊สจากยานยนต์สมัยใหม่ และเคมีทางไฟฟ้าของระบบกักเก็บพลังงาน เช่น เซลล์เชื้อเพลิง เซลล์แบตเตอรี่ รวมถึงการนำเทคโนโลยีวัสดุสมัยใหม่เพื่อต่อยอดการสร้างระบบกักเก็บพลังงานจากยานยนต์ไฟฟ้าในอนาคต

### 2 คุณลักษณะทางเทคนิค

ชุดวิเคราะห์ปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าสำหรับระบบกักเก็บพลังงาน ประกอบไปด้วย

2.1 เครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ (Fourier Transform Infrared spectrometer)  
จำนวน 1 เครื่อง

ประกอบไปด้วย

- 2.1.1 เป็นเครื่องวิเคราะห์สารที่ใช้แสงอินฟราเรดครอบคลุมความยาวคลื่นไม่น้อยกว่า  $350\text{ cm}^{-1}$  ถึง  $7,800\text{ cm}^{-1}$  และสามารถขยายการวัดในช่วง Near-IR Far- IR และ UV/VIS ได้
- 2.1.2 มีแหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรด (Infrared Source) ให้แสงครอบคลุมช่วง Mid-IR และมีแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ (Laser)
- 2.1.3 มีส่วนแยกลำแสง (Beam splitter) ชนิด KBr ครอบคลุมการใช้งานช่วง Mid-IR
- 2.1.4 มี Interferometer เป็นแบบ Cube corner mirror with permanent alignment เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความผิดพลาดจากการเคลื่อนตำแหน่งไปของแสงเนื่องจากการสั่นสะเทือน
- 2.1.5 ตัวตรวจวัด (Detector) 2 ชนิด ประกอบด้วย
  - 2.1.5.1 ชนิด DTGS (Deuterated Triglycine Sulphate) ชนิด KBr window
  - 2.1.5.2 ชนิด Mid band MCT detector ที่มีช่วงการใช้งาน  $600\text{ cm}^{-1}$  ถึง  $6,000\text{ cm}^{-1}$  หรือกว้างกว่า
  - 2.1.5.3 มีโปรแกรมเลือกชนิดตัวตรวจวัด เพื่อให้ใช้งานได้อย่างสะดวก โดยที่ไม่ต้องถอดสลับเปลี่ยน
- 2.1.6 เป็นระบบปิด (Sealed) และภายในเครื่องมือมีสารดูดความชื้น (Desiccated) 2 จุด และมีระบบไล่ความชื้นด้วยก๊าซ (Purge gas)
- 2.1.7 เครื่องมีค่าความสามารถในการแยกจุดสูงสุด (Peak Resolution) เท่ากับ  $0.2\text{ cm}^{-1}$  หรือดีกว่า

สม อดุ<sup>1</sup>

- 2.1.8 เครื่องวัดค่าความถูกต้องในการอ่านเลขคลื่น (Wave number accuracy) ผิดพลาดไม่เกิน  $0.01 \text{ cm}^{-1}$
- 2.1.9 เครื่องวัดค่าความแม่นยำในการอ่านเลขคลื่น (wave number precision) คลาดเคลื่อนไม่เกิน  $0.0005 \text{ cm}^{-1}$
- 2.1.10 เครื่องมีอุปกรณ์ปรับขนาดลำแสงอินฟราเรด (Aperture wheel) ให้เหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งสามารถควบคุมจากซอฟต์แวร์ ได้อย่างอัตโนมัติ
- 2.1.11 ระบบออฟติคสำหรับสะท้อนแสงทุกชิ้นในตัวเครื่องเคลือบด้วยอลูมิเนียม (Aluminum coated optics)
- 2.1.12 เครื่องมีสาร Polystyrene and Glass Filter อยู่ภายในเครื่อง (Internal Validation Unit) สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของเลขคลื่นและค่าการดูดกลืนแสง ของแสงอินฟราเรดช่วงกลาง (Mid-IR)
- 2.1.13 เครื่องมีระบบเชื่อมต่อกับชุดประมวลผล และคอมพิวเตอร์เป็นระบบ Ethernet connection
- 2.1.14 เครื่องมีช่องรับสัญญาณแสงจากอุปกรณ์อื่นสู่ภายในเครื่อง (Input Port) 2 ช่องทาง และมีช่องส่งสัญญาณแสงจากเครื่องสู่อุปกรณ์อื่นภายนอก (Output Port) ที่ทำงานแยกจากกันอยู่ 3 ช่องทาง โดยสามารถเชื่อมต่อกับระบบ FT-IR Interface ร่วมกับอุปกรณ์อื่น เพื่อขยายประสิทธิภาพการทำงาน โดยสามารถเชื่อมต่อกับระบบอื่นได้ไม่น้อยกว่าระบบ TGA/FT-IR, FT-IR Imaging, Microscope with FPA detector
- 2.2 อุปกรณ์วิเคราะห์ตัวอย่างแบบการสะท้อน (Reflection) เพื่อรองรับการวิเคราะห์เชิงไฟฟ้าเคมี จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย
- 2.2.1 อุปกรณ์วิเคราะห์ตัวอย่างแบบการสะท้อน (Reflection) สำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์
- 2.2.2 Electrochemical cell ทำจากแก้ว ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่า 18 มิลลิเมตร ความสูงไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร พร้อมอุปกรณ์สำหรับยึดจับ จำนวน 1 ชุด
- 2.2.3 กระจกเคลือบทองสำหรับสะท้อนแสง จำนวน 2 บาน โดยมีขนาดมุมไม่น้อยกว่า ขนาดมุม 30 องศา และ ขนาดมุม 60 องศา จำนวน 1 ชุด
- 2.2.4 กระจกโค้งชนิด Si (Hemispherical window) สำหรับวิเคราะห์แบบการสะท้อน (Attenuated Total Reflection: ATR) โดยมีช่วงการวัดระหว่าง  $1,000 \text{ cm}^{-1}$  ถึง  $4,000 \text{ cm}^{-1}$  หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด
- 2.2.5 กระจกโค้งชนิด  $\text{CaF}_2$  (Hemispherical window) สำหรับวิเคราะห์แบบการสะท้อน (Reflection) โดยมีช่วงการวัดระหว่าง  $1,100 \text{ cm}^{-1}$  ถึง  $4,000 \text{ cm}^{-1}$  หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด
- 2.2.6 เครื่องมือสามารถรองรับการวิเคราะห์เชิงไฟฟ้าเคมีกับ Potentiostat ได้







2.3 อุปกรณ์วิเคราะห์ตัวอย่างแบบ Diffuse Reflectance สำหรับใช้งานร่วมกับเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ จำนวน 1 ชุด ประกอบไปด้วย

2.3.1 ชุดอุปกรณ์สำหรับวางตัวอย่างเพื่อรองรับการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาในรูปแบบเทคนิค ex-situ in-situ หรือ Operando (Reaction Chamber) จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

2.3.1.1 KBr window จำนวนอย่างน้อย 2 ชิ้น สำหรับการวิเคราะห์ที่สภาวะความดันแก๊จต่ำ (1 barg) อุณหภูมิสูง

2.3.1.2 ZnSe window จำนวนอย่างน้อย 2 ชิ้น สำหรับการวิเคราะห์ที่สภาวะความดันแก๊จสูง (10 barg) อุณหภูมิสูง

2.3.1.3 SiO<sub>2</sub> window จำนวนอย่างน้อย 2 ชิ้น สำหรับการสังเกตผิวหน้าของสารตัวอย่างระหว่างทำการวิเคราะห์

2.3.1.4 มีช่องทางเข้าออกของสาร รวมกันอย่างน้อย 3 ทางและมีช่องทางที่รองรับการไหลของสารหล่อเย็นภายในตัวอุปกรณ์

2.3.1.5 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 500 °C

2.4 ชุดคอมพิวเตอร์ (สำหรับควบคุมเครื่องมือ และการประมวลผล) จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 มีหน่วยประมวลผล Processor ไม่น้อยกว่า Core i7 หรือดีกว่า

2.4.2 มีหน่วยความจำ RAM ไม่ต่ำกว่า 16 GB

2.4.3 หน่วยเก็บข้อมูลหลัก (Hard Disk) ความจุไม่ต่ำกว่า 1 TB

2.4.4 จอแสดงผลภาพแบบ LCD ขนาดวัดตามแนวเส้นทแยงมุมไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว หรือดีกว่า

2.4.5 มี USB Port ไม่น้อยกว่า 4 port

2.4.6 มี DVD-ROM Drive, Standard Keyboard, Optical Mouse

2.4.7 ติดตั้งพร้อมระบบปฏิบัติการ Windows ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย

2.5 ซอฟต์แวร์ (software) สำหรับควบคุมการทำงาน วิเคราะห์และประมวลผล จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

2.5.1 มีโปรแกรมที่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องมือ สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งเชิงคุณภาพ (qualitative) และเชิงปริมาณ (quantitative)

2.5.2 มีโปรแกรมที่ควบคุมการทำงานบนระบบ Windows

2.5.3 มีฟังก์ชันสำหรับการจัดการสเปกตรัมที่ได้จากเครื่อง โดยเป็นลักษณะที่ง่าย และสะดวกในการใช้งาน อาทิ spectrum subtraction, spectrum calculator, baseline correction,

3  
รวม ๑๑๓/๒  
๒๖๓

smooth, derivative, peak picking, integration, spectrum comparison, export to excel file (เช่น แปลงเป็นค่า XY หรือ ไฟล์ DPT, XML) เป็นต้น

- 2.5.4 มีฟังก์ชันลบพีคน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ (atmospheric compensation)
- 2.5.5 มีโปรแกรม spectrum search เพื่อค้นหาสเปกตรัมของสารตัวอย่างเทียบกับ library ของสเปกตรัม และโปรแกรมเพิ่มสเปกตรัม และสร้าง library ของสเปกตรัมเองได้ เพื่อเก็บเป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์ต่อไป
- 2.5.6 มีโปรแกรมแสดงผล แบบ 3D (three dimension)
- 2.5.7 มีโปรแกรมในการตรวจสอบความสามารถในการทำงานระบบของเครื่องโดยอัตโนมัติ เมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้นทำให้สามารถตรวจสอบสาเหตุเบื้องต้นได้

## 2.6 อุปกรณ์ประกอบ

- 2.6.1 ชุดอัดตัวอย่างผง (Evacuable pellet die) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 13 มิลลิเมตร จำนวน 1 ชุด
- 2.6.2 เครื่องสำรองไฟฟ้าชนิด True Online ที่สามารถจ่ายกำลังไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 KVA จำนวน 1 เครื่อง
- 2.6.3 ถังบรรจุไนโตรเจนเหลวพร้อมไนโตรเจนเหลว ขนาดไม่น้อยกว่า 25 ลิตร พร้อมหัวถ่ายเท จำนวน 1 ชุด
- 2.6.4 ชุดอุปกรณ์หล่อเย็นที่มาพร้อมการติดตั้งอุปกรณ์หมุนวนสารหล่อเย็นในระบบ เพื่อใช้สำหรับการหล่อเย็นชุดอุปกรณ์ข้อ 2.3.1 ที่สามารถปรับตั้งอุณหภูมิได้ในช่วง 15 องศาเซลเซียส ถึง 40 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า จำนวน 1ชุด
- 2.6.5 ชุดอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของก๊าซ 4 ชนิด ที่รองรับการไหลของไฮโดรเจน ไนโตรเจน และก๊าซที่มีส่วนผสมของไนโตรเจนและออกซิเจนเป็นอย่างต่ำ ประกอบไปด้วยวาล์วเปิดปิด วาล์วปรับอัตราการไหล อุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนกลับของของก๊าซแต่ละชนิด พร้อมทั้งวาล์วป้องกันการผสมกันของก๊าซไฮโดรเจนและออกซิเจน
- 2.6.6 ถังไนโตรเจนสำหรับใช้ในการทำการทดสอบและวิเคราะห์ ที่มาพร้อมกับชุดอุปกรณ์ปรับลดแรงดัน
- 2.6.7 ถังไนโตรเจนสำหรับใช้ในการไล่ความชื้นภายในเครื่องฟูเรียร์ทรานส์ฟอร์มอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ ที่มาพร้อมกับชุดอุปกรณ์ปรับลดแรงดัน

## 3 ข้อกำหนดอื่น ๆ

- 3.1 ผู้เสนอราคาต้องแนบเอกสารการเป็นตัวแทนจำหน่าย โดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือได้รับอนุญาตจากตัวแทนจำหน่ายภายในประเทศ พร้อมการยืนยันความสามารถในการซ่อมแซม และบริการอะไหล่หลังการขาย สำหรับรายการที่ 2.1 รายการที่ 2.2 และ รายการที่ 2.3
- 3.2 ผู้เสนอราคาต้องยื่น catalog พร้อมรูปภาพจริงของชุดทดลองมาพร้อมกับใบเสนอราคา



com 04/16  
CASA

- 3.3 เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ไม่เคยใช้งานมาก่อน และเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิต ที่มีได้เกิดจากการดัดแปลงแก้ไข
- 3.4 มีการรับประกันผลิตภัณฑ์ไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 3.5 ผู้เสนอราคาต้องตรวจเช็คและบำรุงรักษาเครื่องทุกระยะ 6 เดือน ในระยะเวลารับประกัน พร้อมออกใบรับรองในระยะเวลารับประกัน
- 3.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าทั้งหมดสามารถใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ ความถี่ 50-60 Hz ได้
- 3.7 หากชุดผลิตภัณฑ์ต้องใช้ร่วมกับซอฟต์แวร์ บริษัทฯ หรือตัวแทนจำหน่ายต้องจัดหาซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย ไม่เป็นเวอร์ชันทดลอง และไม่มีวันหมดอายุการใช้งาน พร้อมมอบเอกสารและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับลิขสิทธิ์ให้กับทางมหาวิทยาลัยฯ

#### 4. เงื่อนไขการตรวจรับ

- 4.1 ผู้ขายต้องแสดงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องและอุปกรณ์ประกอบให้ครบถ้วน ด้วยการปฏิบัติงานจริง หากจำเป็นต้องมีการเตรียมตัวอย่างหรืออุปกรณ์ เพื่อประกอบการตรวจรับ ผู้ขายต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดเตรียม
- 4.3 ผู้ขายต้องทำการติดตั้งพร้อมรับรองการทำงานของระบบเครื่อง และแนะนำการใช้งาน จนสามารถปฏิบัติงานได้ โดยผู้เชี่ยวชาญ
- 4.4 ผู้ขายต้องฝึกอบรมหลักการใช้งานของเครื่อง การแก้ไขปัญหา และการดูแลเครื่องมือ ให้แก่เจ้าหน้าที่ โดยผู้เชี่ยวชาญจนสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี
- 4.4 หากมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งหรือติดตั้งผู้ขายต้องเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด
- 4.5 มีคู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทย หรือภาษาอังกฤษจำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด
- 4.6 ระยะเวลาการส่งมอบภายใน 150 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย



รวม 50000

