

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ  
เครื่องมือวิเคราะห์หาปริมาณธาตุ และโลหะด้วยเทคนิค ICP-OES

---

คุณลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องมือที่สามารถวิเคราะห์หาปริมาณธาตุและโลหะได้ไม่น้อยกว่า 70 ธาตุ โดยอาศัยหลักการวัดค่าการคายคลื่นแสงที่เกิดขึ้นอย่างพร้อมเพรียงกัน (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer) ซึ่งทำงานร่วมกับระบบควบคุม ประมวลผล และจัดเก็บข้อมูลเพื่อให้การวิเคราะห์เป็นไปตามวัตถุประสงค์

ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ส่วนเครื่องมือหลัก จำนวน 1 ชุด
  - 1.1 ระบบ Spectrometer
    - 1.2 ระบบการจุด และควบคุมพลาสมา
2. อุปกรณ์ป้อนสารตัวอย่างอัตโนมัติ (Autosampler) จำนวน 1 ชุด
3. ส่วนควบคุมการทำงาน บันทึกสัญญาณ และประมวลผล จำนวน 1 ชุด
4. อุปกรณ์ประกอบ

คุณลักษณะเฉพาะ

1. ส่วนเครื่องมือหลัก จำนวน 1 ชุด
  - 1.1 ระบบ Spectrometer
    - 1.1.1 ระบบการแยกแสง (Optical System) เป็นชนิด Truly Simultaneous แบบ Echelle Spectrometer ครอบคลุมช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 163-782 นาโนเมตร หรือกว้างกว่า
    - 1.1.2 ระบบมุมมองของพลาสมา (Plasma viewing) แบบ Dual view โดยสามารถวิเคราะห์ทั้ง Radial view และ Axial view ได้พร้อมกันใน Method เดียวกัน
    - 1.1.3 สามารถปรับตำแหน่งการมองพลาสมาเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งในแนว Radial View และแนว Axial View ได้โดยอัตโนมัติ ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์
    - 1.1.4 มองเห็นพลาสมาบนหน้าจอซอฟต์แวร์ผ่านกล้อง (PlasmaCam) ที่อยู่ในตัวเครื่อง ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้ Software ตัวเดียวกันกับเครื่อง ICP-OES
    - 1.1.5 มีหลอดกำเนิดแสงของปรอท (Mercury lamp) ติดตั้งอยู่ในระบบ shutter เพื่อใช้ในการ calibrate ความยาวคลื่น โดยจะ update ข้อมูลของการ calibrate โดยอัตโนมัติ
    - 1.1.6 ระบบตรวจวัดสัญญาณ (Detector) เป็นแบบ Segmented-array Charge-coupled Device (SCD) หรือแบบ Charge Coupled Device (CCD)
    - 1.1.7 สามารถเก็บข้อมูลของทุกความยาวคลื่นในการวิเคราะห์ (Universal Data Acquisition, UDA) เพื่อประโยชน์ในการเรียกดูความยาวคลื่นอื่นที่ไม่ได้เลือกไว้



รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ  
เครื่องมือวิเคราะห์หาปริมาณธาตุ และโลหะด้วยเทคนิค ICP-OES

---

- 1.1.8 คบพลาสมา (Torch) อยู่ในแนวตั้ง สามารถรองรับตัวอย่างที่มี Total dissolved solid (TDS) ได้ไม่น้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์หรือดีกว่า
- 1.2 ระบบการจุด และควบคุมพลาสมา
- 1.2.1 ระบบพลาสมาแบบ Flat Plate Plasma Technology ทำให้ได้พลาสมาที่มีเสถียรภาพสูง ใช้แก๊สอาร์กอนในการวิเคราะห์ได้ 9 ลิตรต่อนาที โดยไม่ทำให้ความเสถียร และประสิทธิภาพลดลง
- 1.2.2 แหล่งกำเนิดคลื่นความถี่วิทยุ (RF Generator) เป็นแบบความถี่ไม่น้อยกว่า 40 MHz ชนิด Free-Running สามารถปรับพลังงาน (RF power) ได้ในช่วง 1,000 ถึง 1,500 วัตต์ หรือกว้างกว่า
- 1.2.3 มีระบบควบคุมความปลอดภัย โดยแสดงสถานภาพบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ หากมีระบบใดระบบหนึ่งทำงานผิดปกติ พลาสมาจะดับโดยอัตโนมัติ
- 1.2.4 ระบบน้ำหล่อเย็น (Cooling System) เป็นระบบน้ำหมุนเวียนไม่ต้องอาศัยแหล่งน้ำจากภายนอก มีอัตราการไหล 4 ลิตรต่อนาที พร้อมหน้าจอแสดงอุณหภูมิและความดันแบบตัวเลข
- 1.2.5 มีระบบกำจัดส่วนปลายของพลาสมา (Cooler Plasma) โดย Shear gas จาก Air compressor ภายนอกเครื่อง เพื่อเพิ่มช่วงการวิเคราะห์ ลดการรบกวน และง่ายต่อการบำรุงรักษา
- 1.2.6 ระบบควบคุมการไหลของแก๊ส (Gas Flow Controls)
- 1.2.6.1 ระบบควบคุมการไหลของแก๊สอาร์กอน สามารถปรับอัตราการไหลได้จากคอมพิวเตอร์
- 1.2.6.2 Plasma Argon สามารถปรับอัตราการไหลในช่วง 8-17 ลิตรต่อนาที หรือกว้างกว่าโดยสามารถปรับละเอียดได้ 1 ลิตรต่อนาที
- 1.2.6.3 Auxiliary Argon สามารถปรับอัตราการไหลในช่วง 0-2.0 ลิตรต่อนาที หรือกว้างกว่าโดยสามารถปรับละเอียดได้ 0.1 ลิตรต่อนาที
- 1.2.6.4 Nebulizer เป็นแบบ Mass flow control สามารถปรับอัตราการไหลในช่วง 0-2.0 ลิตรต่อนาที หรือกว้างกว่า โดยปรับละเอียดได้ 0.01 ลิตรต่อนาที
- 1.2.7 ชุดคบบพลาสมา (Torch) และชุดนำส่งตัวอย่างที่สามารถถอดทำความสะอาดได้ง่าย (Demountable Torch) โดยคบบพลาสมา (Torch) ทำจากควอทซ์ (Quartz) และคบบพลาสมาวางตามแนวตั้งกับตัวเครื่อง
- 1.2.8 มีความสามารถในการแยกแสงชัดเจน (Resolution) 0.006 นาโนเมตร หรือละเอียดกว่า
- 1.2.9 มีระบบดูดสารตัวอย่างด้วย Peristaltic pump แบบ 12 Roller สามารถควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ มีช่องสำหรับดูดสารละลายได้ไม่น้อยกว่า 4 channel
- 1.2.10 มี Spray Chamber แบบ Cyclonic วัสดุแก้ว ซึ่งเหมาะสมกับงานที่ต้องการประสิทธิภาพสูง
- 1.2.11 มี Nebulizer เป็นแบบ Concentric วัสดุทำจากแก้ว สามารถใช้ได้กับสารละลายของกรดเกลือ กรดดินประสิว กรดซัลฟูริก กรดฟอสฟอริกเข้มข้นไม่น้อยกว่า 50% โดยปริมาตร



รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ  
เครื่องมือวิเคราะห์หาปริมาณธาตุ และโลหะด้วยเทคนิค ICP-OES

---

2. อุปกรณ์ป้อนสารตัวอย่างอัตโนมัติ (Autosampler) จำนวน 1 ชุด
  - 2.1 เป็นเครื่องป้อนสารตัวอย่างอัตโนมัติ ที่ใช้ต่อเข้ากับเครื่องวิเคราะห์หาปริมาณธาตุและโลหะ (ICP-OES) ที่ควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์
  - 2.2 สามารถควบคุมอัตราการไหลของสารตัวอย่างจากโปรแกรมหลักเดียวกันกับเครื่องมือวิเคราะห์หาธาตุโลหะ
  - 2.3 มีแขนกล (Autosampler arm) ที่สามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวแกน X, Y และ Z
  - 2.4 ถาดบรรจุตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ธาตุได้ไม่น้อยกว่า 300 ตัวอย่าง เมื่อใช้กับภาชนะบรรจุตัวอย่าง (Sample vessel) ขนาดไม่น้อยกว่า 15 มิลลิลิตร
  - 2.5 ความเร็วของแขนกล (Probe arm speed) สามารถปรับความเร็วได้จนถึง 330 mm/sec
  - 2.6 มีระบบ rinse ชนิด Dual Rinse ในการดูดสารละลายล้าง เพื่อช่วยในการลดการเกิด carry over ในกรณีตัวอย่างมีความเข้มข้นแตกต่างกันมาก
  
3. เครื่องควบคุม บันทึก และประมวลผล จำนวน 1 ชุด
  - 3.1 เป็นเครื่องแสดงผล บันทึกประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลการวิเคราะห์ สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องได้จาก keyboard และ mouse
  - 3.2 คอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด มี CPU ความเร็ว 3.0 GHz หรือดีกว่า, RAM ไม่น้อยกว่า 8 GB, LAN card, Hard disk ไม่น้อยกว่า 1TB, DVD-RW, USB Port ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง, จอสีแบบ LED ขนาดไม่น้อยกว่า 23 นิ้ว, เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) สำหรับคอมพิวเตอร์ ขนาดไม่น้อยกว่า 500VA พร้อม mouse และ คีย์บอร์ด
  - 3.3 เครื่องพิมพ์ผลชนิดเลเซอร์ พร้อมหมึกสำรอง 2 ชุด
  - 3.4 โปรแกรมการทำงาน Microsoft windows 10 ภายใต้อิคลิซิสท์
  
4. อุปกรณ์ประกอบ
  - 4.1 ชุดอัดอากาศ (Air compressor) แบบ Oil Free ขนาดไม่น้อยกว่า 1 แรงม้า พร้อม Air Dryer Filter จำนวน 1 ชุด
  - 4.2 Injector ชนิด Alumina สำรอง จำนวน 2 ชุด
  - 4.3 Flat Plate Torch สำรอง จำนวน 2 ชิ้น
  - 4.4 ท่อดูดสารตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.76 มม. จำนวน 3 แท็ค
  - 4.5 ท่อดูดสารตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.14 มม. จำนวน 3 แท็ค
  - 4.6 ชุดวิเคราะห์โดยเทคนิค Hydride generation สำหรับวิเคราะห์หา As, Hg และ Se ประกอบด้วย
    - 4.6.1 ท่อดูดสารตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.76 มม. จำนวน 1 แท็ค
    - 4.6.2 ท่อดูดสารตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.14 มม. จำนวน 1 แท็ค

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ  
เครื่องมือวิเคราะห์หาปริมาณธาตุ และโลหะด้วยเทคนิค ICP-OES

---

- 4.6.3 ท่อดูดสารตัวอย่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.85 มม. จำนวน 1 แพ็ค
- 4.6.4 ท่อ PTFE สำหรับสารประกอบไฮโดรด์ ยาว 110 mm จำนวน 1 ชิ้น
- 4.6.5 ท่อ PTFE สำหรับสารประกอบไฮโดรด์ ยาว 300 mm จำนวน 1 ชิ้น
- 4.6.6 ท่อ PTFE สำหรับสารประกอบไฮโดรด์ ยาว 700 mm จำนวน 1 ชิ้น
- 4.6.7 Gas line with quick connect จำนวน 1 ชิ้น
- 4.6.8 Adapter type C, E, A และ K จำนวนชนิดละ 1 ชิ้น
- 4.6.9 Connector 1 B จำนวน 1 ชิ้น
- 4.6.10 Silicone tubing จำนวน 1 ชิ้น
- 4.6.11 Injector adapter จำนวน 1 ชิ้น
- 4.6.12 Quartz Injector ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 1.2 mm จำนวน 1 ชิ้น
- 4.7 สารละลายมาตรฐานผสมของธาตุ 21 ธาตุ จำนวน 1 ขวด
- 4.8 สารประกอบ Sodium Borohydride จำนวน 1 ขวด
- 4.9 ระบบระบายอากาศเสีย (Exhaust Hood System) พร้อมติดตั้ง โดยวัสดุเป็นสแตนเลสเกรด 304 หรือดีกว่า

## 5. เงื่อนไข

- 5.1 ติดตั้งเครื่องมือจนกระทั่งสามารถใช้งาน และอบรมเจ้าหน้าที่ผู้ใช้เครื่องมือให้สามารถใช้เครื่องได้เป็นอย่างดี
- 5.2 รับประกันเครื่อง ระบบน้ำหล่อเย็น (Cooling System) และ ชุดอัดอากาศ (Air compressor) อย่างน้อย 2 ปี ในระหว่างการรับประกันต้องมีการบำรุงรักษา (PM) อย่างน้อย 2 ครั้งต่อปี และสอบเทียบ 1 ครั้งต่อปี
- 5.3 บริษัทผู้ผลิตได้รับมาตรฐานตามระบบ ISO 9001
- 5.4 มีคู่มือประกอบการใช้เครื่อง และบำรุงรักษา เป็นภาษาไทย และอังกฤษอย่างละ 1 ชุด
- 5.5 หากมีการแจ้งซ่อมสามารถเข้ามาดำเนินการภายในระยะเวลา 3 วัน นับจากที่แจ้ง