

รายละเอียดคุณลักษณะเครื่องวิเคราะห์โลหะหนัก AAS nonflame ; Graphite furnaces  
จำนวน 1 เครื่อง พร้อมติดตั้ง

มีคุณลักษณะดังนี้

เป็นเครื่องวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก โดยใช้หลักการให้พลังงานด้วยเทคนิคความร้อนจาก  
กระแสไฟ (Graphite Furnace) และเทคนิคความร้อนโดยใช้เปลวไฟ (Flame Technique) ประกอบด้วย

1. ชุดวิเคราะห์โลหะหนักด้วยเทคนิคการให้ความร้อนจากกระแสไฟฟ้า (graphite furnace)  
ประกอบด้วย

1.1 ระบบแสง (Optical system) มีรายละเอียดดังนี้

1.1.1 มีระบบแยกแสง (Monochromator) เป็นแบบ Czerny Turner หรือ แบบ Littrow  
Design ครอบคลุมช่วงความยาว คลื่นตั้งแต่ 185 - 900 นาโนเมตร หรือกว้างกว่า

1.1.2 มี Holographic grating ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,800 เส้นต่อมิลลิเมตรหรือ  
มากกว่า และสามารถเลือก Slit width ได้ไม่น้อยกว่า 3 ขนาดหรือมากกว่า

1.1.3 ระบบตรวจวัดสัญญาณ(Detector) เป็นแบบ Photomultiplier Tube หรือ เป็น  
แบบ Solid State Detector

1.1.4 มีระบบแก้สัญญาณที่เกิดจากการรบกวน (Background correction) ในการอ่าน  
สัญญาณ โดยเทคนิค Zeeman Background Correction ที่มีขนาดของสนามแม่เหล็ก ไม่เกิน 0.8 เทสลา

1.1.5 สามารถบรรจุหลอดกำเนิดแสงได้ไม่น้อยกว่า 8 หลอด และมีการอุ่น (preheat or  
pre-warming) หลอดกำเนิดแสงถัดไปก่อนการวิเคราะห์หลอดถัดไป สามารถปรับตำแหน่งของหลอดกำเนิดแสง  
เพื่อให้ได้ค่าพลังงานหรือและความเข้มแสงที่เหมาะสม และมีระบบกำเนิดพลังงานของหลอดกำเนิดแสงชนิด  
ความเข้มสูงอยู่ภายในตัวเครื่อง

1.2 ระบบเตาเผา มีรายละเอียดดังนี้

1.2.1 สามารถใช้เผาสารตัวอย่างที่เป็นสารละลาย (Solution) โดยมีการให้ความร้อนแบบ  
Transversely Heated Graphite Atomizer หรือ Transverse AC electromagnet

1.2.2 สามารถตั้งโปรแกรมอุณหภูมิการให้ความร้อนของหลอดกราฟไฟท์ได้สูงสุดไม่  
น้อยกว่า 2,600 องศาเซลเซียสหรือมากกว่า โดยสามารถปรับได้ครั้งละ 10 °C หรือดีกว่า

ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ

(อาจารย์ ดร.สุวคนธ์ จันทร์ดี)

(นายพิชิต พรหมเสนใจ)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียดคุณลักษณะ

(อาจารย์ถนัด บุญชัย)

1.2.3 สามารถตั้งโปรแกรมอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 9 ช่วง แต่ละช่วงสามารถตั้งเวลาในการทำงานในทุกขั้นตอนได้

1.2.4 สามารถแสดงอุณหภูมิภายใน graphite tube ได้

1.2.5 มีระบบควบคุมการไหลของก๊าซอาร์กอน และสามารถปรับอัตราการไหลของก๊าซอาร์กอนภายในหลอดกราไฟต์ได้ ด้วยโปรแกรม (software) คอมพิวเตอร์

1.2.6 ตัวเครื่องมีระบบขจัดไอระเหยหลอดเตากราไฟต์โดยก๊าซอาร์กอน

1.2.7 มีระบบหล่อเย็นสำหรับเตาเผา (Cooling unit) โดยใช้ระบบน้ำหมุนเวียนในตัวเครื่องเป็นระบบปิด สามารถปรับตั้งอุณหภูมิของน้ำได้ โดยเป็นยี่ห้อเดียวกันกับตัวเครื่องวิเคราะห์

1.2.8 มีกล้องแสดงให้เห็นภาพภายในหลอดกราไฟต์ขณะทำการฉีดสารตัวอย่างโดยแสดงผลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์เป็นภาพสี

1.2.9 มีระบบความปลอดภัยที่เหมาะสม

1.3 อุปกรณ์ป้อนสารตัวอย่างและสารละลายชนิดอัตโนมัติ (Auto sample) สำหรับเทคนิคการให้ความร้อนจากกระแสไฟฟ้า มีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 มีช่องใส่ตัวอย่างได้ไม่น้อยกว่า 130 ช่อง หรือมากกว่า

1.3.2 สามารถตั้งอัตราการดูดปริมาณสารตัวอย่าง (Inject volume) ได้ตั้งแต่ 1 ถึง 50 ไมโครลิตร หรือดีกว่า

1.3.3 สามารถทำการฟามาตรฐานจากสารละลายมาตรฐานเดียวได้โดยอัตโนมัติ (Auto dilution) ได้ไม่น้อยกว่า 10 ความเข้มข้นหรือมากกว่า

1.3.4 เป็นยี่ห้อเดียวกันกับตัวเครื่องวิเคราะห์

2. ชุดวิเคราะห์โลหะหนักด้วยเทคนิคการให้ความร้อนจากเปลวไฟ (Flame Technique) ประกอบด้วย

2.1 ระบบแสง (Optical system) มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 มีระบบแยกแสง (Monochromator) เป็นชนิดลำแสงคู่ แบบ Czerny Turner หรือแบบ Littrow Design ครอบคลุมช่วงความยาว คลื่นตั้งแต่ 185 - 900 นาโนเมตร หรือกว้างกว่า

2.1.2 มี Holographic grating ความละเอียดไม่น้อยกว่า 1,800 เส้นต่อมิลลิเมตร และสามารถเลือก Slit width ได้ไม่น้อยกว่า 3 ขนาดหรือมากกว่า

ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ

(อาจารย์ ดร.สุวคนธ์ จันทร์ดี)

(นายพิชิต พรหมเสนใจ)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียดคุณลักษณะ

(อาจารย์ถนัด บุญชัย)

2.1.3 ระบบตรวจวัดสัญญาณ(Detector) เป็นแบบ Photomultiplier Tube หรือ เป็นแบบ Solid State Detector

2.1.4 มีระบบแก้สัญญาณที่เกิดจากการรบกวน (Background correction) ในการอ่านสัญญาณ โดยเทคนิค Deuterium Background Correction

2.1.5 สามารถบรรจุหลอดกำเนิดแสงได้ 8 หลอด และมีการอุ่น (preheat or pre-warming)) หลอดกำเนิดแสงถัดไปก่อนการวิเคราะห์หลอดถัดไป สามารถปรับตำแหน่งของหลอดกำเนิดแสงเพื่อให้ได้ค่าพลังงานหรือและความเข้มแสงที่เหมาะสม

2.1.6 มีระบบควบคุมอัตราการไหลของแก๊สเชื้อเพลิงและออกซิเจนด้วยคอมพิวเตอร์ และมีระบบจุดเปลวไฟชนิดไนโตรเจนออกไซด์กับอะเซทิลีนด้วยระบบอัตโนมัติเพื่อป้องกันความผิดพลาด โดยระบบจะปรับอัตราการไหลของก๊าซอะเซทิลีนโดยคอมพิวเตอร์ก่อนการเปลี่ยนชนิดของก๊าซออกซิเจน

2.2 ระบบเตาเผา มีรายละเอียดดังนี้

2.2.1 เตาเผา(Burner) ทำจากวัสดุ Titanium ทังอัม หรือ Incoloy และสามารถปรับหาตำแหน่งที่เหมาะสมได้โดยผ่านทางคอมพิวเตอร์

2.2.2 ห้องผสมสาร (chamber) ทำจากวัสดุที่ทนการกัดกร่อนสูง สามารถใช้ได้ทั้ง Aqueous และ Organic Solvent

2.2.3 ตัวทำให้เกิดละออง (nebulizer) ทำจากวัสดุทนการกัดกร่อนของสารเคมี และมี Impact bead เพื่อเพิ่ม sensitivity สามารถปรับอัตราการดูดสารละลายได้

2.2.4 มี Sensitivity โดยมีค่าดูดกลืนแสงไม่น้อยกว่า 0.70 Abs ค่า%RSD ไม่เกิน 1.0%RSD เมื่อวัดด้วยสารละลายคอปเปอร์ ความเข้มข้น 5 mg/L

2.2.5 มีระบบความปลอดภัยที่เหมาะสม

2.3 อุปกรณ์วิเคราะห์สารประกอบไฮไดรไรด์ (Hydride Generator) ซึ่งสามารถวิเคราะห์อะตอมของ Hg, As, Se, Bi, Sn ได้ ในระดับความเข้มข้น ppb มีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 เป็นระบบ Continuous flow technique หรือ Flow Injection Analysis

2.3.2 มีระบบจ่ายรีเอเจนต์ โดยใช้ peristaltic pump และมีระบบควบคุมอัตราการไหลของก๊าซอาร์กอน และสามารถปรับปริมาณของสารที่เข้าทำปฏิกิริยาได้

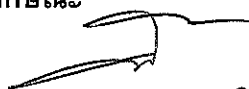
2.3.3 มี absorption cell เป็นแบบ quartz cell

2.3.4 การให้ความร้อนกับ Absorption เป็นแบบใช้ไฟฟ้า (ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 600 จนถึง 950 องศาเซลเซียส หรือกว้างกว่า) หรือแบบใช้เปลวไฟ

ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ



(อาจารย์ ดร.สุวณธ์ จันทร์ดี)



(นายพิชิต พรหมเสนใจ)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียดคุณลักษณะ



(อาจารย์ถนัด บุญชัย)

2.4 อุปกรณ์ป้อนสารตัวอย่างและสารละลายชนิดอัตโนมัติ (Auto sample)

2.4.1 มีช่องใส่ตัวอย่างได้ไม่น้อยกว่า 130 ช่อง หรือมากกว่า

2.4.2 เป็นยี่ห้อเดียวกันกับตัวเครื่องวิเคราะห์

3. ระบบควบคุมการทำงานและการรายงานผล (Software) มีคุณลักษณะดังนี้

3.1 ใช้กับระบบปฏิบัติการ Windows 7 หรือสูงกว่า

3.2 สามารถควบคุมการทำงานของตัวเครื่อง และอุปกรณ์การใช้งาน, เก็บข้อมูล, รายงานผลการทำงาน และเรียกดูโปรแกรมการทำงานของแต่ละขั้นตอนได้หลายๆ หน้าต่างในเวลาเดียวกัน (Multitasking) โดยสั่งงานผ่าน Mouse

3.3 มีโปรแกรมขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ของธาตุต่างๆ (Cookbook) เพื่อความสะดวกในการทำงาน

3.4 สามารถแสดงผล (Data presentation) ออกมาในรูปแบบ Absorbance และ Concentration ได้

3.5 สามารถทำ Calibration ได้ทั้ง Standard calibration, Standard addition

3.6 สามารถทำการประมวลผลข้อมูลที่วิเคราะห์ตามหลักสถิติ (Statistical methods) ได้

3.7 สามารถจัดเก็บข้อมูล และส่งผ่านข้อมูลไปยังโปรแกรมอื่นๆ ได้

3.8 สามารถตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องมือ และส่วนประกอบต่างๆ ได้

4. อุปกรณ์ประกอบเครื่อง มีดังนี้

4.1 เครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ผล จำนวน 2 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ชนิด core i7 ไม่ต่ำกว่า 3.0 GHz

4.2.2 หน่วยความจำหลัก (RAM) ความจุไม่ต่ำกว่า 4 GB

4.2.3 ส่วนเก็บข้อมูลสำรองชนิดจานแข็ง (Hard disk) ความจุไม่ต่ำกว่า 1 TB

4.2.4 DVD RW

4.2.5 จอแสดงผลชนิดสี LED ขนาดไม่ต่ำกว่า 21 นิ้ว

4.2.6 มีแป้นพิมพ์ (Keyboard) และ Mouse

4.2.7 เครื่องพิมพ์ผลชนิด LaserJet

ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ



(อาจารย์ ดร.สุวคนธ์ จันทรัตน์)



(นายพิชิต พรหมเสนใจ)


ผู้ตรวจสอบรายละเอียดคุณลักษณะ

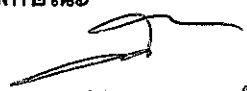


(อาจารย์ถนัด บุญชัย)


- 4.2 ระบบดูดอากาศเสีย (Exhaust Vent System) วัสดุเป็นสแตนเลสสตีล จำนวน 2 ชุด
- 4.3 หลอดกำเนิดแสง (HCL) ชนิด Single element (Cu Pb Mn Cd Zn Fe Cr Al Ca Mg K Na )  
จำนวน 12 หลอด
- 4.4 หลอดกำเนิดแสงชนิดความเข้มสูง ชนิด Single element (UltraAA Lamps หรือ Electrode Discharge lamp ; Hg,As,Se,Cd,Pb) จำนวน 5 หลอด
- 4.5 สารละลายมาตรฐานตามความเข้มข้น 1000 ppm ตามชนิดของหลอดกำเนิดแสง (500ml)  
จำนวน 16 ขวด
- 4.6 Graphite tube (Platform หรือ non-platform) จำนวน 35 อัน
- 4.7 Absorption Cell(ชนิด Quartz cell) สำหรับชุด Hydride จำนวน 2 ชุด
- 4.8 Burner head ขนาด 5 cm หรือ 6 CM พร้อมชุดขจัดเขม่าบนหัวเผา หรือเป็นชนิดที่ไม่  
เกิดเขม่า จำนวน 1 ชุด
- 4.9 Burner head ชนิด 10 cm จำนวน 1 ชุด
- 4.10 ก๊าซอาร์กอนพร้อมถัง และชุดปรับความดัน จำนวน 2 ชุด
- 4.11 ก๊าซ Acetylene gas พร้อมถัง และชุดปรับความดัน จำนวน 1 ชุด
- 4.12 ก๊าซ Nitrous oxide gas พร้อมถัง และชุดปรับความดัน จำนวน 1 ชุด
- 4.13 บี้มลม (Air Compressor) พร้อมระบบกรองอากาศ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้  
(1) เป็นชนิดไม่ใช้น้ำมัน ( oil free)  
(2) ขนาดไม่น้อยกว่า 1 แรงม้า  
(3) มีอัตราการไหลของก๊าซไม่น้อยกว่า 15 ลิตรต่อนาที
- 4.14 เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) แบบ True Online ขนาดไม่ต่ำกว่า 15 KVA จำนวน 1 ชุด
- 4.15 เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) แบบ True Online เปลี่ยนแบตเตอรี่ได้ ขนาดไม่ต่ำกว่า 3 KVA  
จำนวน 1 ชุด
- 4.16 Waste bottle จำนวน 2 ชุด

ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ

  
(อาจารย์ ดร.สุวคนธ์ จันทร์ดี)

  
(นายพิชิต พรหมสนใจ)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียดคุณลักษณะ

  
(อาจารย์ณัด บุญชัย)

4.17 ไม้สำหรับวางเครื่องมือพร้อมเก้าอี้ จำนวน 2 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

(1) เป็นไม้ที่ออกแบบสำหรับใช้ทำปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการ มีคุณสมบัติทนต่อการกัดกร่อนของกรด-ด่าง และสารเคมี

(2) สามารถรองรับน้ำหนักของเครื่องมือและอุปกรณ์ได้ โครงสร้างทำจากเหล็ก

(3) เก้าอี้แบบมีพนักพิง บุด้วยพองน้ำ หุ้มด้วยหนังเทียม มีที่พักแขน สามารถปรับระดับสูง-ต่ำ ด้วยระบบใช้คหรือไฮดรอลิก หมุนได้โดยรอบ ขา 5 แฉก

4.18 สารเคมี  $\text{NaBH}_4$  จำนวน 1 ขวด

4.19 สารละลาย  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  หรือ  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  Matrix Modifier จำนวน 1 ขวด

4.20 สารละลาย  $\text{Pd}(\text{NO}_3)_2$  Matrix Modifier จำนวน 1 ขวด

4.21 หลอดสำหรับใส่ตัวอย่างสำหรับเครื่องดูดสารอัตโนมัติ (ชุด non-flame)

จำนวน 250 หลอด

4.21 หลอดสำหรับใส่ตัวอย่างสำหรับเครื่องดูดสารอัตโนมัติ (ชุด flame) จำนวน 500 หลอด

4.22 ชุดย่อยสลายสารแบบหลุมกราไฟต์ พร้อมอุปกรณ์ จำนวน 1 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

(1) เตาความร้อนชนิดกราไฟต์ (Graphite Block) เคลือบผิวด้วยเทฟลอน (Teflon)

(2) สามารถใส่ตัวอย่างขนาด 100 ml ได้ไม่น้อยกว่า 42 ตัวอย่าง

(3) สามารถให้ความร้อนได้ไม่น้อยกว่า 180 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า

(4) ให้ค่าอุณหภูมิทั่วพื้นผิวที่สม่ำเสมอ ที่  $\pm 1.0$  องศาเซลเซียส

(5) ระบบควบคุมอุณหภูมิเป็นแบบกดหรือแบบสัมผัส (Touch controller) สามารถ

ตั้งเวลาในการย่อยได้ และสามารถแสดงอุณหภูมิขณะทำงาน

(6) ได้รับมาตรฐาน CE หรือ UL

(7) หลอดสำหรับย่อยตัวอย่างพร้อมฝาปิด จำนวน 200 หลอด

(8) Watch Glasses จำนวน 500 อัน

(9) อุปกรณ์สำหรับวางหลอดตัวอย่าง จำนวน 2 อัน

4.23 micropipette ขนาด 5-50 , 20-200 , 100-1000 , 1000-5000 ไมโครลิตร

จำนวน 1 ชุด

4.24 คู่มือประกอบการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องภาษาไทย ภาษาอังกฤษ อย่างละ 2 ชุด

ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ



(อาจารย์ ดร.สุวคนธ์ จันทร์ดี)



(นายพิชิต พรหมเสนใจ)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียดคุณลักษณะ



(อาจารย์ถนัด บุญชัย)

## 5. ข้อกำหนดทั่วไป

- 5.1 ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์
- 5.2 มีระบบ Safety เพื่อควบคุมความปลอดภัยของส่วนต่างๆ ในขณะที่ใช้งานที่เหมาะสม
- 5.3 มีการอบรมเจ้าหน้าที่จนสามารถใช้เครื่องได้อย่างดี อย่างน้อย 2 ครั้ง ๆ ละไม่น้อยกว่า 1 วัน
- 5.4 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี สำหรับตัวเครื่อง AAS และความบกพร่องของอุปกรณ์ที่ต่อกับเครื่องอันเนื่องมาจากการใช้งานตามปกติ
- 5.5 มีการตรวจเช็คและสอบเทียบ 2 ครั้ง ทุก 12 เดือนนับจากวันติดตั้ง
- 5.6 มีหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายและบริการจากบริษัทฯ ผู้ผลิต โดยแนบเอกสารในวันยื่นซองเสนอราคา
- 5.7 ภายในระยะเวลา 5 ปี หากมีการขนย้ายหรือเปลี่ยนแปลงสถานที่ติดตั้ง ผู้ขายต้องรับผิดชอบการดำเนินการและค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ทั้งหมด และ Calibrate อุปกรณ์ให้สามารถใช้งานได้อย่างน้อย 2 ครั้ง

6. ผู้เสนอราคาต้องรับผิดชอบในการติดตั้งครุภัณฑ์เครื่องวิเคราะห์โลหะหนัก AAS nonflame ; Graphite furnaces พร้อมอุปกรณ์ให้สามารถใช้งานได้ตามที่มหาวิทยาลัยกำหนด รวมทั้งติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาดไม่น้อยกว่า 27,000 บีทียู เพื่อให้เครื่องดังกล่าวสามารถใช้งานได้ภายในอุณหภูมิและสภาวะที่เหมาะสมกับการทำงานของเครื่อง

ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ

(อาจารย์ ดร.สุวคนธ์ จันทร์ดี)

(นายพิชิต พรหมสนใจ)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียดคุณลักษณะ

(อาจารย์ถนัด บุญชัย)

