

รายละเอียดคุณลักษณะครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์
เครื่องวิเคราะห์แยกองค์ประกอบของสารและปริมาณสาร
(High Performance Liquid Chromatography : HPLC) จำนวน 1 เครื่อง

คุณลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณของสารโดยใช้หลักการ High Performance Liquid Chromatography ที่ความดันสูงกว่าระบบทั่วไปเพื่อลดระยะเวลาการแยกและตัวทำละลายที่ใช้ในระบบเครื่องประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. ระบบขับเคลื่อนสารละลาย (Pump) 1 ชุด
2. ระบบกำจัดฟองอากาศ (Degasser) 1 ชุด
3. ระบบฉีดสารตัวอย่างแบบอัตโนมัติ (Auto Sampler) 1 ชุด
4. ระบบควบคุมอุณหภูมิของคอลัมน์ (Column Oven) 1 ชุด
5. ชุดตรวจวัดสารชนิดดูดกลืนแสง ชนิดไดโอดอะเรย์ (DAD) 1 ชุด
6. ระบบควบคุม และประมวลผล (Control and Data Processor) 1 ชุด
7. อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ

คุณลักษณะเฉพาะ

1. ระบบขับเคลื่อนสารละลาย (Pump)

1.1 ใช้แรงดันสูงสุดได้ถึง 62 MPa หรือ ไม่น้อยกว่า 9000 psi สามารถปรับอัตราการไหล (Flow rate range) ตั้งแต่ 0.01-10.000 ml/min โดยที่แรงดันสูงสุด 9000 MPa อัตราการไหล ตั้งแต่ 0 - 2 ml/min ที่ 6000 psi อัตราการไหลตั้งแต่ 2-5 ml/min และ ที่ 3000 psi อัตราการไหล ตั้งแต่ 5-10 ml/min หรือดีกว่า

1.2 เป็นปั๊มแรงดันสูงสามารถ ทำงานได้ทั้งแบบ isocratic และการทำการผสมตัวทำละลาย (Gradient) ทั้ง แบบ binary gradient และ quaternary gradient ตามความต้องการ

1.3 สามารถควบคุมอัตราการไหลในช่วงไม่น้อยกว่า 0.001-10.000 มิลลิลิตรต่ออนาที และปรับอัตราการไหลได้ละเอียดไม่เกิน 0.001 มิลลิลิตรต่ออนาที

1.4 มีค่าความถูกต้องของอัตราการไหล (Flow rate accuracy) ผิดพลาดไม่เกิน $\pm 0.5\%$ ที่ อัตราการไหลของน้ำ 1 mL/min

1.5 มีค่าความแม่นยำของอัตราการไหล (Flow rate precision) คลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.1% ที่อัตราการไหลของน้ำ 1 mL/min โดยมาตรฐาน JJG และไม่เกิน 0.07% RSD ที่อัตราการไหล ของน้ำ 1 mL/min โดยมาตรฐาน ASTM

- 1.6 ค่าความถูกต้องของการผสมตัวทำละลาย (Gradient Accuracy) คลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 0.5\%$
- 1.7 มีค่าความแม่นยำ ของการผสมตัวทำละลายซ้ำคลาดเคลื่อนไม่เกิน $0.2\% \text{ SD}$
- 1.8 มีความแม่นยำของทั้ง flow rate และ การทำ gradient สามารถดู status แบบ real time ผ่านหน้าจอ และปรับ parameter เพื่อความเหมาะสมการใช้งาน
- 1.9 มีค่าการเหวี่ยงของความดัน (Pressure Pulsation) ไม่เกิน 1% ที่ อัตราการไหลของน้ำ 1 mL/min และแรงดันย้อนกลับมากกว่า 10 MPa
- 1.10 มีความคงที่ของความดัน สามารถควบคุมให้แกว่งไม่เกิน 10 psi มีผลให้การทำซ้ำเชิงคุณภาพดีเยี่ยม
- 1.11 สามารถให้ความดันสูงถึง $9,000 \text{ psi}$ ซึ่งเครื่องทั่วไปที่ให้ความดันสูงสุดได้แค่ประมาณ $6,000 \text{ psi}$ ทำให้การวิเคราะห์เร็วขึ้น (Faster analysis) การแยกได้สูงขึ้น (Higher resolution) และ ประสิทธิภาพที่ดีขึ้น (Better efficiency)

2. ระบบกำจัดฟองอากาศ (Degassing)

- 2.1 สามารถรองรับสารละลายในการกำจัดฟองอากาศแบบ online (Online degassing) ได้ 4 ช่อง
- 2.2 มีความจุของ Chamber 480 mL ไมโครลิตรต่อ 1 channel

3. ระบบฉีดสารตัวอย่างแบบอัตโนมัติ (Auto-Sampler)

- 3.1 เป็นเครื่องบรรจุและฉีดสารตัวอย่างเข้าคอลัมน์โดยตัวเครื่องประกอบด้วยส่วนฉีดสารตัวอย่าง และส่วนบรรจุหลอดใส่สารตัวอย่าง
- 3.2 มีระบบการฉีดตัวอย่างแบบ Loop Injection 3 วิธี คือ Full Loop, Partial loopfill และ μl pick-up
- 3.3 มีปริมาณการฉีดแบบ Sample Loop มาตรฐานขนาด $100 \mu\text{L}$ และสามารถเลือกขนาดเพิ่ม $10 \mu\text{L}$ และ $20 \mu\text{L}$
- 3.4 ค่าความถูกต้องในการฉีด (Injection accuracy) คลาดเคลื่อนไม่เกิน $0.3\% \text{ RSD}$
- 3.5 ส่วนบรรจุตัวอย่างสามารถบรรจุขนาด 1.5 mL และสามารถเลือกปริมาณการฉีดได้ในช่วง $2.5\text{--}50 \mu\text{L}$
- 3.6 มีการปนเปื้อนน้อยกว่า 0.02% และสามารถทำ Linearity ได้ถึง 0.9999
- 3.7 มีขีดจำกัดของความดัน (Pressure Limit) ถึง 6000 psi และถึง $15,000$ (สำหรับ sampling ที่เลือกเฉพาะงาน)

4. ระบบควบคุมอุณหภูมิของคอลัมน์ (Column Oven)

- 4.1 สามารถตั้งค่าและควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วงตั้งแต่ 10 °C ต่ำกว่าอุณหภูมิห้องถึง 85 °C หรือกว้างกว่า
- 4.2 มีค่าความถูกต้องของอุณหภูมิ (Temperature Accuracy) ± 1.0 °C
- 4.3 มีค่าความคงที่ของอุณหภูมิ (Temperature Stability) ± 0.1 °C
- 4.4 สามารถบรรจุคอลัมน์ขนาด 250 มิลลิเมตร พร้อมการ์ดคอลัมน์ (guard column) ขนาด 50 มิลลิเมตร
- 4.5 มีชุด Preheating ค่อย ๆ อุ่น เพิ่มอุณหภูมิตัวอย่างก่อนเข้า column ทำให้ตัวอย่างไม่เสียสภาพเมื่อเข้า column oven ที่อุณหภูมิสูง

5 ชุดตรวจวัดสารชนิดดูดกลืนแสงชนิดไดโอดอะเรย์ (DAD)

- 5.1 สามารถใช้งานในช่วงความยาวคลื่นตั้งแต่ 190-640 nm หรือกว้างกว่า โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงเป็นหลอดดิวเทอเรียม
- 5.2 มีจำนวน ไดโอดไม่น้อยกว่า 1024 พิกเซล (pixels)
- 5.3 มีค่าความละเอียดสเปกตรัม (Spectrum Resolution) ไม่เกิน 0.6 nm/pixel
- 5.4 มีค่าสัญญาณรบกวน (Baseline noise) ไม่เกิน 1×10^{-5} AU ตามมาตรฐาน JJG และไม่เกิน 0.6×10^{-5} AU ตามมาตรฐาน ASTM และมีค่าความเบี่ยงเบนจากเส้นฐาน (Drift) ไม่เกิน 0.5×10^{-3} AU/Hr
- 5.5 มีค่าความถูกต้องของความยาวคลื่น (Wavelength accuracy) $+1$ nm และมีความแม่นยำของความยาวคลื่น (Wavelength precision) คลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.1 nm
- 5.6 มีความกว้างของช่องแสงผ่าน (Spectral Width) 4.8 นาโนเมตร หรือดีกว่า
- 5.7 มีช่วงเชิงเส้น (Linear range) มากกว่า 2 AU ตามมาตรฐาน ASTM
- 5.8 มีสเปคของการเก็บข้อมูลตัวอย่าง ไม่น้อยกว่า ดังนี้คือ 8 ช่องสัญญาณ ความถี่ไม่น้อยกว่า 100Hz และเก็บแบบ Full spectrum ได้
- 5.9 ส่วนของ Flow cell มีขนาด ความจุ 12 μ L ความยาวของช่องแสงผ่าน 10 mm มีความทนต่อแรงดัน 1200 PSI
- 5.10 มีค่าต่ำสุดที่วัดได้ (Detection limit) 2×10^{-8} g/mL โดยทดสอบกับ naphthalene
- 5.11 สามารถตรวจสอบความถูกต้องของความยาวคลื่น (Wavelength calibration) ด้วย Holmium oxide filter ที่ประกอบติดมาด้วยแล้วในตัวตรวจวัด (Built-in holmium oxide filter)

6. ระบบควบคุม และประมวลผล (Control and Data Processor)

6.1 ระบบคอมพิวเตอร์ (Personal Computer) สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรมควบคุมระบบการทำงานของเครื่อง HPLC พร้อมทั้งรับสัญญาณ, บันทึกสัญญาณ, ประมวลผลและรายงานผล พร้อมทั้งมีฟังก์ชันการใช้งานและคุณสมบัติเพิ่มเติมไม่น้อยกว่าดังนี้

- การตั้งค่าวิธีการต่าง ๆ (Method setup)
- การเก็บข้อมูล (Data acquisition)
- การสนับสนุนทางเทคนิค (Technical support)
- การพิมพ์รายงาน รูปแบบไฟล์ pdf และ อีเมลล์ (report printing, PDF, emails)
- ฟังก์ชันตรวจสอบคุณสมบัติ (Qualification tools)
- รองรับตามมาตรฐานข้อบังคับ 21CFR part 11(Regulatory compliance 21CFR part 11)
- มีฟังก์ชันการจัดการจัดลำดับ การเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ (Audit trail) เพื่อป้องกัน การลบ หรือ

แก้ไขข้อมูล

7. อุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ

7.1 คอมพิวเตอร์

จำนวน 1 ชุด

7.1.1 คอมพิวเตอร์ใช้หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็นชนิด Pentium Core i5 หรือดีกว่า พร้อม Windows 10 มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย

7.1.2 หน่วยความจำหลักชนิด DDR RAM ความจุไม่น้อยกว่า 4 GB

7.1.3 หน่วยเก็บสำรองข้อมูลจานแม่เหล็ก (Hard Disk) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB

7.1.4 จอภาพ LCD ขนาดไม่ต่ำกว่า 20 นิ้ว

7.1.5 เครื่องอ่านและบันทึกข้อมูล แบบ DVD-RW Drive, Key Board, Mouse

7.2 เครื่องพิมพ์ผลชนิด Laser

จำนวน 1 ชุด

7.3 ขวดใส่สารละลาย Mobile phase

จำนวน 4 ขวด

7.4 ขวดใส่สารละลายที่ทิ้ง (Waste)

จำนวน 1 ขวด

7.5 ขวดใส่สารตัวอย่างสีชาขนาดไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิลิตร พร้อม septum จำนวน 1,000 ขวด

7.6 Column พร้อม Guard Column

จำนวน 1 ชุด

7.7 คู่มือการใช้และการบำรุงรักษา

จำนวน 1 ชุด

7.8 เครื่องเตรียมตัวอย่าง

7.8.1 เครื่องเขย่าสารละลาย ปรับความเร็วรอบด้วยปุ่มหมุนเพียงปุ่มเดียว

7.8.2 ความเร็วรอบในการเขย่าสารละลายสูงสุด 3,000 รอบต่อนาที หรือดีกว่า

7.8.3 เป็นโหมดการปฏิบัติการแบบทำงานต่อเนื่อง (Continuous) และเซนเซอร์อินฟราเรด (Infra-red sensor)

7.8.4 โครงสร้างทำจากซิงค์อัลลอยด์และเทคโนโลยีเมอร์ (zinc alloy and technopolymer)

7.8.5 มีระบบการป้องกันการเลือนทั้ง 4 ด้าน เพื่อลดการเคลื่อนที่ของตัวเครื่อง ในระหว่างปฏิบัติงาน

7.8.6 มีกำลังมอเตอร์ 15 วัตต์

7.8.7 ผู้ขายต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่าย ในประเทศไทยเพื่อบริการหลังการขาย

7.9 ตู้เก็บอุปกรณ์

7.9.1 ตัวตู้และบานประตูทำจากพลาสติก (PMMA) สีชาดำ หนาไม่น้อยกว่า 5 มม. สามารถทนอุณหภูมิความร้อนได้ไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส

7.9.2 มีขนาดไม่น้อยกว่า กว้าง 34.5 ซม. x สูง 49 ซม. x ลึก 30 ซม. ความจุภายในตู้ ไม่ต่ำกว่า 50 ลิตร

7.9.3 มีชั้นสำหรับวางของทำจากพลาสติก (PMMA) สีใสหนาไม่น้อยกว่า 5 มม. จำนวน 4 ชั้น และสามารถปรับระดับได้ 21 ระดับ ที่ชั้นวางมีช่องสำหรับอากาศหมุนเวียนได้

7.9.4 ที่บานประตูมีฉนวนกันความร้อนระบบแม่เหล็ก สำหรับดูบานประตูให้สนิท

7.9.5 มีตัวล็อกระหว่างบานประตูตู้กับตัวตู้ จำนวน 2 อัน

7.9.6 มีมิเตอร์วัดอุณหภูมิ และความชื้น (Electronic Thermo Hygrometer) ติดไว้ด้านหน้าของบานประตูตู้ เพื่อแสดงระดับความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้สามารถอ่านค่าความชื้นได้ในช่วง 10-99% RH

7.9.7 ฐานของตู้ทำจากยางสามารถถอดเปลี่ยนและปรับระดับได้

7.9.8 มีชุดไล่ความชื้นแบบอัตโนมัติ (Automatic Drying System) เป็นผลิตภัณฑ์ผลิตในประเทศไทย ติดอยู่ด้านข้างตัวตู้ จำนวน 1 ชุด ซึ่งสามารถรักษาระดับความชื้นภายในตู้ให้อยู่ในช่วง 20-40 % RH หรือดีกว่า โดยใช้ระบบลดความชื้นแบบอัตโนมัติ และมีสัญญาณไฟแสดงสถานะของเครื่อง

7.9.9 ผู้ขายต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่าย ในประเทศไทย เพื่อบริการหลังการขาย

8. การรับประกัน และการบริการ

8.1 รับประกันคุณภาพเครื่องมือทุกชิ้นส่วนเป็นเวลา 1 ปี

8.2 มีใบรับรองมาตรฐานการผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองตามระบบ ISO 9001 หรือเทียบเท่า และ ISO 14001

8.3 ส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง HPLC จะต้องเป็นของยี่ห้อเดียวกัน

8.4 บริการตรวจเช็ค และสอบเทียบเครื่องโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายอย่างน้อย 2 ครั้ง ภายในปีรับประกัน

8.5 ติดตั้งและสอนการใช้งานเครื่องมือจนสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีโดยผู้เชี่ยวชาญจากช่างที่มีความชำนาญ และมีประสบการณ์ในการติดตั้งและดูแลเครื่องมือไม่น้อยกว่า 10 ปี ทั้งนี้เพื่อ ประสิทธิภาพในการดูแลหลังการขาย

8.6 ผู้ขายต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย เพื่อบริการหลังการขายและอะไหล่