

คุณลักษณะเฉพาะ เครื่อง Raman Spectrometer

๑. วัตถุประสงค์ในการนำใช้งาน

เป็นเครื่องมือประจำห้องปฏิบัติการเพื่อใช้ตรวจวิเคราะห์วัตถุพยานในคดีต่างๆ เช่น หาชนิดของสารเคมีและสารเคมีที่ใช้เป็นส่วนผสมของวัตถุระเบิด โดยสามารถตรวจเปรียบเทียบข้อมูลสเปกตรัม ของสารกับข้อมูลสเปกตรัมใน Raman Spectrum Library เพื่อหาชนิดของสารนั้นๆ ได้

๒. ลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องวิเคราะห์ที่ใช้วิเคราะห์เชิงโมเลกุลและหมู่ฟังก์ชัน โดยการกระเจิงแสงของสารตัวอย่าง เพื่อหาองค์ประกอบโครงสร้างของวัตถุนั้น ๆ ว่าประกอบด้วยสารใดและมีโครงสร้างเป็นอย่างไร โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ Dispersive Raman Spectroscopy ที่มีแสง laser ให้เลือกอย่างน้อย ๒ ความยาวคลื่น โดยจะต้องครอบคลุมช่วงการวัด (Spectral Range) อย่างน้อย $50 - 3000 \text{ cm}^{-1}$ และมีความละเอียดของเลขคลื่น (Spectral Resolution) ดีกว่าหรือเท่ากับ 3 cm^{-1} ส่องตรวจวิเคราะห์วัตถุตัวอย่างผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบ confocal ชนิดลำแสงสะท้อนกลับ (Reflected light) และชนิดลำแสงส่องผ่าน (Transmitted light) สามารถแสดงตำแหน่งของสารเคมีแต่ละชนิด (Mapping) ที่ตรวจพบในวัตถุตัวอย่างบนจอแสดงภาพ และสามารถทำ depth Profile ได้ โดยมีความสามารถในการแยกในแนวลึก (Confocal depth resolution) ดีกว่าหรือเท่ากับ ๒ ไมโครเมตร ซึ่งต้องมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

๒.๑ ประกอบด้วย

๒.๑.๑ ชุด Raman Spectrometer

๒.๑.๒ กล้องจุลทรรศน์

๒.๑.๓ ระบบควบคุม, ประมวลผล และ Raman Spectrum Library

๒.๒ โครงสร้างของตัวเครื่องทำด้วยวัสดุที่แข็งแรง ทนต่อการถูกร่อนและเคลือบด้วยสีตามมาตรฐานของผู้ผลิต

๒.๓ สามารถใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ ๒๒๐ โวลต์ ความถี่ ๕๐ เฮิร์ตซ์

๓. คุณลักษณะเฉพาะทางวิชาการ

๓.๑ ชุด Raman Spectrometer

ทำหน้าที่แยกแสงที่เกิด Raman Shift ซึ่งต้องสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยมีองค์ประกอบ อย่างน้อยดังต่อไปนี้

๓.๑.๑ มีส่วนกำเนิดแสงเลเซอร์ เกรตติง ฟิลเตอร์กรองแสง ส่วนวิเคราะห์ตัวอย่างผ่านกล้องจุลทรรศน์ และ ส่วนบันทึกความเข้มแสง



- ๓.๑.๒ มีชุดเกรตติง (Grating) และฟิวเตอร์กรองแสงที่เหมาะสมทำงานร่วมกันได้ ทั้งชนิด low resolution grating และ high resolution grating ที่วิเคราะห์ในช่วง $50 - 3000 \text{ cm}^{-1}$ หรือกว้างกว่าของเลเซอร์ไดโอด ที่ความยาวคลื่น ๗๘๐ นาโนเมตร และ ๕๓๒ นาโนเมตร หรือ เลเซอร์ไดโอด ที่ความยาวคลื่น ๗๘๕ นาโนเมตร และ ๕๓๒ นาโนเมตร
- ๓.๑.๓ สามารถเลือกความเข้มของเลเซอร์ที่ส่งได้ โดยเลือกค่าได้จากซอฟต์แวร์ผ่านคอมพิวเตอร์
- ๓.๑.๔ มีระบบตรวจเช็คความยาวคลื่นแบบอัตโนมัติและต่อเนื่อง เพื่อให้เครื่องมีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ผลได้อย่างแม่นยำ
- ๓.๑.๕ มีความละเอียดในการแยกสเปกตรัม (Spectral resolution) ดีกว่าหรือเท่ากับ 3 cm^{-1}
- ๓.๑.๖ เมื่อต้องการเลือกเปลี่ยนความยาวคลื่นของเลเซอร์ เปลี่ยน Spectral resolution และ เปลี่ยน Aperture (ทั้งแบบ pin hole และ slit) สำหรับการวิเคราะห์ ผู้ใช้งานต้องสามารถเปลี่ยนได้จากซอฟต์แวร์และใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องทำการ Automatic Calibration ใดๆ
- ๓.๑.๗ ความแม่นยำของเลขคลื่น (Wave Number) มีเสถียรภาพของการวัด (Measurement Stability) ดีกว่า 0.1 cm^{-1}
- ๓.๑.๘ มีตัวตรวจวัด (Detector) และ High sensitivity CCD มีจำนวนตัวรับสัญญาณอย่างน้อย $1024 \times 255 \text{ pixel}$ และมีการระบายความร้อนด้วย Thermo electrical cooled น้อยกว่าหรือเท่ากับ -65 องศาเซลเซียส
- ๓.๑.๙ มีมาตรฐานความปลอดภัยของเลเซอร์ในระดับสูง Class I Laser product และมีระบบป้องกันแสงจากภายนอกมารบกวนในระหว่างการวิเคราะห์
- ๓.๑.๑๐ มีระบบช่องแสง (Aperture) เป็นแบบ pin-hole ขนาด ๒๕ และ ๕๐ ไมโครเมตร และแบบ slit ขนาด 25×1000 และ 50×1000 ไมโครเมตร สามารถเลือกปรับได้ อัตโนมัติจากซอฟต์แวร์
- ๓.๑.๑๑ สามารถเชื่อมต่อกับ Fiber probe ได้ในอนาคต
- ๓.๑.๑๒ สามารถรองรับการวิเคราะห์ด้วยเลเซอร์ ที่ความยาวคลื่น ๑,๐๖๔ นาโนเมตร ได้ในอนาคต

๓.๒ กล้องจุลทรรศน์

- ๓.๒.๑ เป็นกล้องไมโครสโคปที่สามารถต่อกับเครื่อง Raman Spectrometer เพื่อนำแสงเลเซอร์มายังกล้องไมโครสโคปเพื่อวัดตัวอย่างที่มีขนาดเล็กได้
- ๓.๒.๒ มีเลนส์วัตถุ (Microscope Objective) ๕ เลนส์ ที่มีกำลังขยาย $4x$ (ระยะการทำงานประมาณ ๑๘.๕ มม.), $20x$ (ระยะการทำงานประมาณ ๑.๓ มม.), $50x$ (ระยะการ



๗๖ พ.ต.๓

ทำงานประมาณ ๐.๓๘ มม.), ๕๐x (ระยะการทำงานประมาณ ๑๐.๖ มม.) และ ๑๐๐x (ระยะการทำงานประมาณ ๐.๒ มม.)

- ๓.๒.๓ ฐานวางตัวอย่าง (sample stage) มีขนาดไม่น้อยกว่า ๒๒ x ๒๒ เซนติเมตร มีระยะการเคลื่อนที่ได้ไม่น้อยกว่า ๕ x ๗ x ๒.๓ เซนติเมตร (แนว X, Y, Z) และมีระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติทำให้สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งแกน X, แกน Y และแกน Z ควบคุมการทำงานด้วยซอฟต์แวร์ และต้องรองรับการทำ confocal depth profile และ mapping ได้
- ๓.๒.๔ มีความสามารถในการแยกในแนวลึก (Confocal depth resolution) ดีกว่าหรือเท่ากับ ๒ ไมโครเมตร และมี Spatial Resolution ไม่น้อยกว่า ๑ ไมโครเมตร
- ๓.๒.๕ ตัวเครื่องมีกล้องสำหรับดูภาพตำแหน่งของตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์สามารถโฟกัสภาพให้ชัดเจนได้โดยอัตโนมัติ (Auto focus) หรือปรับภาพให้ชัดเจนด้วยตัวของผู้ใช้งานเอง
- ๓.๒.๖ มี Polarizer สำหรับที่ใช้กับการมองเห็น (Visible polarizer) ทั้งแบบที่ใช้กับเลเซอร์ไดโอด ที่ความยาวคลื่น ๗๘๐ นาโนเมตร และ ๕๓๒ นาโนเมตร หรือเลเซอร์ไดโอด ที่ความยาวคลื่น ๗๘๕ นาโนเมตร และ ๕๓๒ นาโนเมตร

๓.๓ ระบบควบคุม ประมวลผล และ Raman Spectrum Library สำหรับเครื่อง Raman Spectrometer สพ.พล.ต.ต.

- ๓.๓.๑ เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งติดตั้งและทำงานด้วยระบบปฏิบัติการ Windows 7 หรือสูงกว่า
- ๓.๓.๒ ระบบควบคุมและประมวลผล สำหรับเครื่อง Raman Spectrometer จำนวน ๑ ชุด ตามที่บริษัทกำหนด คือ มีคุณสมบัติและประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่า Microprocessor แบบ Core i7 ความเร็วไม่ต่ำกว่า ๒.๘ GHz มี RAM ไม่ต่ำกว่า ๔ GB มี Hard Disk ไม่ต่ำกว่า ๑ TB จอแสดงผลภาพแบบ LCD ขนาดวัดตามแนวเส้นทแยงมุมไม่น้อยกว่า ๒๑ นิ้ว USB Port ไม่น้อยกว่า ๔ Ports, DVD-Rom Drive, Standard Keyboard, Optical Mouse
- ๓.๓.๓ สามารถเลือกการวิเคราะห์สเปกตรัมเป็นแบบ single point, line scan, area mapping และทำ confocal depth profile ได้
- ๓.๓.๔ มีโปรแกรมทำ Chemical Mapping, Three-dimensional (3D) และ 2D contour maps ได้
- ๓.๓.๕ สามารถทำการย่อ/ขยาย label peak, overlay หรือ split สเปกตรัมได้
- ๓.๓.๖ มีโปรแกรมเปรียบเทียบสเปกตรัมของสารตัวอย่างกับ สเปกตรัมใน Raman Spectrum Library ได้และสามารถสร้าง Raman Spectrum Library เองได้
- ๓.๓.๗ มีโปรแกรมช่วยวิเคราะห์หาหมู่ฟังก์ชันจากตำแหน่ง Peak Raman



๓.๓.๘ มีโปรแกรมวิเคราะห์สารผสม (Mixture Analysis) โดยสามารถแสดงผลการเปรียบเทียบสเปกตรัม ของสารผสมเทียบกับสเปกตรัมใน Raman Spectrum Library ได้ไม่ต่ำกว่า ๕ สาร

๓.๓.๙ มี Raman Spectrum Library ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย ดังนี้ ๑๗.พ.ล.ต.๓

๓.๓.๙.๑ Raman Spectrum ของสารเคมีทั่วไป จำนวนไม่น้อยกว่า ๓,๖๐๐ สเปกตรัม

๓.๓.๙.๒ Raman Spectrum ของสารอนินทรีย์ จำนวนไม่น้อยกว่า ๓๕๐ สเปกตรัม

๓.๓.๙.๓ Raman Spectrum ของ Polymer and Polymer additives, Food additives and Food Packaging, Solvent, Biochemical, Aldehyde, Ketone, Alcohol, Phenol, Ester, Lactone, Hydrocarbon, Flavor, Fragrance and Cosmetic Ingredient, Pesticide, Semiconductor, Forensic, Dyes, Pigment and Stain, Hazardous and Toxic Chemical, Pharmaceutical, Drug and Antibiotic จำนวนไม่น้อยกว่า ๘,๖๕๐ สเปกตรัม

๓.๓.๑๐ มีโปรแกรมเช็คประสิทธิภาพของเครื่องมือ (Validation) เช่น ความถูกต้องของการวัดตำแหน่งเลขคลื่นค่าความละเอียดในการแยกสเปกตรัม และค่าพลังงานของแสง เป็นต้น

๓.๓.๑๑ เครื่องพิมพ์เลเซอร์สี ความละเอียดไม่น้อยกว่า ๑๒๐๐ x ๑๒๐๐ dpi จำนวน ๑ เครื่อง

๓.๓.๑๑.๑ มีความละเอียดในการพิมพ์ไม่น้อยกว่า ๑,๒๐๐ x ๖๐๐ จุดต่อนิ้ว (dpi)

๓.๓.๑๑.๒ ความเร็วในการพิมพ์ ไม่น้อยกว่า ๒๐ หน้าต่อนาที

๓.๓.๑๑.๓ เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย USB ๒.๐ หรือดีกว่า

๓.๓.๑๑.๔ มีถาดใส่กระดาษขนาดมาตรฐาน A๔ สำหรับการพิมพ์ได้ไม่น้อยกว่า ๕๐ แผ่น

๓.๓.๑๑.๕ มี Driver รองรับระบบปฏิบัติการ ตามข้อ ๓.๓.๑

๓.๓.๑๒ เครื่องพิมพ์ multifunction ชนิดอิงค์แทงค์สี ที่ติดตั้งจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องพิมพ์ จำนวน ๑ เครื่อง

๓.๓.๑๒.๑ มีความสามารถพิมพ์ สแกน สำเนา และแฟกซ์ ภายในเครื่องเดียวกัน

๓.๓.๑๒.๒ ติดตั้งระบบ Ink Tank จากบริษัทผู้ผลิตเครื่องพิมพ์

๓.๓.๑๒.๓ มีความละเอียดในการพิมพ์ได้ไม่น้อยกว่า ๕,๗๐๐ x ๑,๔๐๐ จุดต่อนิ้ว (dpi)

๓.๓.๑๒.๔ ความเร็วในการพิมพ์ ขาว-ดำ ไม่น้อยกว่า ๓๐ หน้าต่อนาที และความเร็วในการพิมพ์ สี ไม่น้อยกว่า ๑๐ หน้าต่อนาที (เมื่อพิมพ์หน้าเดียวบนกระดาษหนึ่งแผ่น)

๓.๓.๑๒.๕ ช่องรับกระดาษอัตโนมัติ (Automatic Document Feeder, ADF) สำหรับการใช้งานแฟกซ์และการสแกน สามารถใส่กระดาษได้ไม่น้อยกว่า ๒๐ แผ่น

๓.๓.๑๒.๖ เชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ด้วย USB ๒.๐ หรือดีกว่า

๓.๓.๑๒.๗ มีถาดใส่กระดาษขนาดมาตรฐาน A๔ สำหรับการพิมพ์ได้ไม่น้อยกว่า ๕๐ แผ่น



๓.๓.๑๒.๘ มี Driver รองรับระบบปฏิบัติการ ตามข้อ ๓.๓.๑

๓.๓.๑๓ เครื่องควบคุมและสำรองกระแสไฟฟ้า (UPS) ชนิด True online สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เครื่อง Raman Spectrometer และระบบควบคุมการทำงานนานไม่น้อยกว่า ๑๕ นาที หลังจากระบบกระแสไฟฟ้าภายนอกขัดข้อง จำนวน ๑ เครื่อง

๓.๓.๑๔ อุปกรณ์จัดยึดตัวอย่างสำหรับวางที่ฐานกล้องไมโครสโคป (Microvice Sample holder) พร้อม ใบมีดตัดและชุดเตรียมตัวอย่าง Multilayer พร้อม adapter สำหรับตัดมุม ๑๕๐ และ ๓๐๐ จำนวน ๑ ชุด

๓.๓.๑๕ มีอุปกรณ์ตัวแปลงปรับทิศทางเลนส์วัตถุไป ๙๐° จากแนวตั้ง

๓.๓.๑๖ ซอฟแวร์ทั้งหมดต้องมีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย



๔. ส่วนประกอบและอุปกรณ์อะไหล่

อุปกรณ์สำหรับเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์

- ๔.๑ ชุดคอมพิวเตอร์เน็ตบุ๊กที่สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ตามข้อ ๓.๓.๑ ในระยะไกลได้ จำนวน ๑ ชุด
- ๔.๒ ใบมีดตัดตัวอย่าง จำนวน ๑๐๐ ใบ
- ๔.๓ ชุดเตรียมตัวอย่างตามมาตรฐานของบริษัท จำนวน ๑ ชุด
- ๔.๔ โต้ะสำหรับวางเครื่อง Raman Spectrometer และชุดคอมพิวเตอร์ควบคุม ที่เหมาะสมกับเครื่อง จำนวน ๑ ชุด พร้อมเก้าอี้ ที่มั่นคง แข็งแรง สามารถรองรับน้ำหนักได้ไม่ต่ำกว่า ๑๐๐ กิโลกรัม จำนวน ๓ ตัว
- ๔.๕ หมึกสำหรับเครื่องพิมพ์เลเซอร์สี ตามข้อ ๓.๓.๑๑ จำนวน ๓ ชุด
- ๔.๖ หมึกสำหรับเครื่องพิมพ์อิงค์แทงค์สี แต่ละสีที่ใช้กับเครื่อง ตามข้อ ๓.๓.๑๒ จำนวนอย่างน้อยอย่างละ ๕๐๐ มิลลิลิตร
- ๔.๗ แผ่น DVD RW จำนวนไม่น้อยกว่า ๑๐๐ แผ่น

๕. การทดสอบและผล

- ๕.๑ ตรวจสอบความเรียบร้อยตามข้อ ๒ ข้อ ๓ และข้อ ๔
- ๕.๒ ต้องทำการทดสอบจนสามารถใช้งานได้


๖. ข้อกำหนดอื่นๆ


- ๖.๑ ติดตั้งเครื่อง Raman Spectrometer พร้อมอุปกรณ์ โดยช่างผู้ชำนาญของผู้ขายที่ผ่านการฝึกอบรมจากโรงงานผู้ผลิต ณ สถานที่ที่ทางราชการกำหนด พร้อมทั้งทดสอบจนใช้งานได้





- ๖.๒ คู่มือการใช้งานเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมทั้ง CD-ROM จำนวน อย่างน้อย ๒ ชุด และ คู่มือการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ จำนวน อย่างน้อย ๒ ชุด
- ๖.๓ ก่อนส่งมอบจะต้องอบรมเจ้าหน้าที่ผู้ตรวจพิสูจน์ จำนวน ไม่น้อยกว่า ๕ นาย เป็นเวลาไม่น้อยกว่า ๑๘ ชั่วโมง ให้สามารถใช้เครื่องฯ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยฝึกแต่ละวันไม่เกิน ๖ ชั่วโมง โดยทางบริษัทต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจัดการฝึกอบรมทั้งหมด
- ๖.๔ ภายหลังจากส่งมอบผ่านไป ๓ เดือน จะต้องจัดฝึกอบรมทบทวนการใช้เครื่องมือดังกล่าวให้แก่เจ้าหน้าที่ผู้ใช้งานจำนวน ไม่น้อยกว่า ๕ นาย เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๔๐ ชั่วโมง โดยฝึกอบรมวันละไม่เกิน ๖ ชั่วโมง ให้สามารถใช้เครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทางบริษัทต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจัดการฝึกอบรมทั้งหมด
- ๖.๕ ภายหลังจากส่งมอบผ่านไป ๑ ปี จะต้องฝึกอบรมทบทวนอย่างน้อยอีก ๑ ครั้ง ให้แก่เจ้าหน้าที่ผู้ใช้งานจำนวน ไม่น้อยกว่า ๕ นาย เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๑๘ ชั่วโมง โดยทางบริษัทต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการจัดการฝึกอบรมทั้งหมด
- ๖.๖ รับประกันคุณภาพพร้อมความชำรุดเสียหายตามสภาพการใช้งานปกติ ทั้งค่าแรงและอะไหล่เวลา ไม่น้อยกว่า ๒ ปี โดยจะต้องมีอะไหล่ไว้คอยบริการให้ตลอดระยะเวลาไม่น้อยกว่า ๕ ปี
- ๖.๗ ผู้ขายต้องส่งช่างมาตรวจสอบพร้อมบำรุงรักษาเครื่อง และต้องทำการ Calibrate เครื่องพร้อมออกไปรับรองปีละ ๑ ครั้ง เป็นจำนวนอย่างน้อย ๔ ครั้ง โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายใดๆ
- ๖.๘ ในช่วงระยะเวลาการรับประกันหากทางบริษัทผู้ผลิตมีการเปลี่ยนหรือเพิ่มสมรรถนะ (Upgrade) ของซอฟต์แวร์ใหม่ทางผู้ขายจะต้องแจ้งให้ผู้ซื้อทราบ และทำการเปลี่ยนหรือ Upgrade software ให้กับผู้ซื้อ ภายใน ๓๐ วันนับแต่วันที่ผู้ผลิตประกาศโดยทั่วไปต่อลูกค้าโดยไม่คิดมูลค่าใดๆ ทั้งสิ้น.

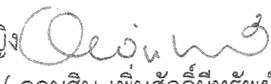
- อนุมัติตามเส้น

พล.ต.ท. 
 (ม.จ. เมฆหมอก)
 ผบช.สพฐ.ตร.
 ๑๘ พ.ย. ๒๕๕๓


พ.ต.อ.หญิง 
 (สุนันท์ พูปลิ่ม)
 นวท.(สบ ๔) กยศ.พฐก. ประธานกรรมการ

พ.ต.ท.หญิง 
 (อรุมา อังธารักษ์)
 นวท.(สบ ๓) กคม.พฐก. กรรมการ

พ.ต.ท.หญิง 
 (วิภาวดี เกษมวรภูมิ)
 นวท.(สบ ๓) กคม.พฐก. กรรมการ

พ.ต.ต.หญิง 
 (ออมสิน เพิ่มศักดิ์มีทรัพย์)
 นวท.(สบ ๒) กคม.พฐก. กรรมการ

คณะกรรมการพิจารณาคณะลักษณะเฉพาะ
 ของพัสดุและขอบเขตโดยละเอียดของงาน(TOR) เครื่อง
 มือวิทยาศาสตร์และอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้เกี่ยวกับ
 การตรวจพิสูจน์ สำนักงานพิสูจน์หลักฐานตำรวจ ได้มี
 มติเห็นชอบให้ใช้ ในการประชุม ครั้งที่ ๒ /๒๕๕๓/
 วันที่ ๓๑ ต.ค. ๕๓

รศ. พล.ต.ต. 
 (สันดี สุขวัจน์)
 ผบก.สฝจ./เลขานุการ