

ตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและรายละเอียดค่าใช้จ่าย  
การจัดซื้อจัดจ้างที่มีงานก่อสร้าง

๑. ชื่อโครงการ จัดซื้อครุภัณฑ์วิทยาศาสตร์ จำนวน ๒ รายการ ดังแนบ
๒. หน่วยงานเจ้าของโครงการ ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
๓. วงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรร ๑๔,๒๐๐,๐๐๐.- บาท
๔. วันที่กำหนดราคากลาง  
เป็นเงิน ๑๔,๒๐๐,๐๐๐.- บาท (รายละเอียดดังแนบ)  
ราคา/หน่วย (รายละเอียดดังแนบ)
๕. แหล่งที่มาของราคากลาง (ราคาอ้างอิง) **ฉบับที่ ๓๐ กันยายน ๒๕๖๔**
  - ๕.๑ สืบราคาจากท้องตลาด จำนวน ๓ ราย ดังนี้
    ๑. บริษัท พีเว่ ซิสเต็ม (ประเทศไทย) จำกัด
    ๒. บริษัท เซิร์นเทค จำกัด
    ๓. บริษัท ๒๑๑๒ แมชชีน จำกัด
  ๖. รายชื่อผู้รับผิดชอบกำหนดราคากลาง
    - ๖.๑ รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาพ ชูพันธ์
    - ๖.๒ อาจารย์ ดร.มานิช นาคสาทา
    - ๖.๓ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย นาคะพันธ์
    - ๖.๔ รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรดนัย บุญเรือง
    - ๖.๕ นายวัทธิกร สร้อยหล้า

รายละเอียดแนบตารางแสดงวงเงินงบประมาณที่ได้รับจัดสรรและราคากลาง

ลำดับ ที่	รายการ	จำนวน หน่วยนับ	ราคากลาง		ราคางบประมาณ	
			ราคาต่อหน่วย	ราคารวม	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม
๑	เครื่องรามาานสเปกโทร มิเตอร์ พร้อมอุปกรณ์	๑ ชุด	๑๐,๗๐๐,๐๐๐.-	๑๐,๗๐๐,๐๐๐.-	๑๐,๗๐๐,๐๐๐.-	๑๐,๗๐๐,๐๐๐.-
๒	เครื่องวัดการเรืองแสงและ ช่วงเวลาในการเรืองแสง	๑ เครื่อง	๓,๕๐๐,๐๐๐.-	๓,๕๐๐,๐๐๐.-	๓,๕๐๐,๐๐๐.-	๓,๕๐๐,๐๐๐.-
				๑๔,๒๐๐,๐๐๐.-		๑๔,๒๐๐,๐๐๐.-

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์  
เครื่องรามานสเปกโทรมิเตอร์ พร้อมอุปกรณ์ จำนวน ๑ ชุด

**คุณลักษณะทั่วไป**

เป็นเครื่องวิเคราะห์โครงสร้างทางเคมีของสาร โดยสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยอาศัยหลักการชนแบบไม่ยืดหยุ่นระหว่างโฟตอนกับโมเลกุลของสาร จากนั้นพลังงานบางส่วนจะถูกถ่ายเทไปยังโมเลกุล ทำให้เกิดการสั่นของโมเลกุลแล้วเกิดกระเจิงออกไป รามานสเปกตรัมของสารชนิดต่างๆ มีการบ่งบอกถึงการชนกันของโฟตอน และพันธะที่ยึดกันในโครงสร้างของโมเลกุล ในรูปแบบที่แตกต่างกัน เป็นเทคนิคที่ใช้ตรวจสอบหรือพิสูจน์ชนิดของสารได้ สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย เช่น งานด้านฟิสิกส์ เคมี วัสดุศาสตร์ นิติวิทยาศาสตร์ เกษตรศาสตร์ ธรณีวิทยา เภสัชภัณฑ์ ทันตกรรม อาหารและเครื่องดื่ม เป็นต้น โดยมีองค์ประกอบของตัวเครื่อง ดังนี้

๑. เครื่องรามานสเปกโทรมิเตอร์
๒. กล้องจุลทรรศน์
๓. โปรแกรมควบคุมการทำงาน
๔. อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน

**คุณลักษณะเฉพาะ**

**๑. เครื่องรามานสเปกโทรมิเตอร์**

- ๑.๑ มีแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์แบบ solid state laser โดยตัวเครื่องสามารถรองรับแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ Deep UV ถึง IR ได้สูงสุด ๖ ชุด
  - ช่วงความยาวคลื่น ๓๐๐-๔๐๐ นาโนเมตร ขนาด ๒๐ มิลลิวัตต์ หรือมากกว่า จำนวน ๑ ชุด หรือมากกว่า
  - ช่วงความยาวคลื่น ๕๐๐-๖๐๐ นาโนเมตร ขนาด ๑๐๐ มิลลิวัตต์ หรือมากกว่า จำนวน ๑ ชุด หรือมากกว่า
  - ช่วงความยาวคลื่น ๗๐๐-๘๐๐ นาโนเมตร ขนาด ๑๐๐ มิลลิวัตต์ หรือมากกว่า จำนวน ๑ ชุด หรือมากกว่า
- ๑.๒ มีอุปกรณ์ Coupling Mirror เพื่อให้เลเซอร์สามารถสลับใช้งานได้แบบอัตโนมัติ โดยไม่ต้องทำการปรับทางเดินแสง โดยเลือกจากโปรแกรมควบคุมการทำงาน ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ หรือดีกว่า
- ๑.๓ มีอุปกรณ์ Filter เพื่อใช้สำหรับกรองสัญญาณแสงเลเซอร์ ตามความยาวคลื่นของแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ที่ติดตั้ง
- ๑.๔ มีฟังก์ชันเลือกความเข้มของเลเซอร์ (Laser Power Adjustment) เพื่อให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ตัวอย่างแต่ละประเภทแบบอัตโนมัติ โดยเลือกจากโปรแกรมควบคุมการทำงานผ่านระบบคอมพิวเตอร์
- ๑.๕ มีช่วงความยาวคลื่นในการวิเคราะห์ (ซึ่งจะขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ และตัวตรวจวัดแสง) ได้ตั้งแต่ ๒๐๐ ถึง ๒๑๐๐ นาโนเมตร หรือมากกว่า
- ๑.๖ ความยาวของห้องแยกแสง (Focal length of Spectrometer) ๗๖๐ มิลลิเมตร หรือมากกว่า
- ๑.๗ มีช่วงการวัดรามาน (Raman Shift) ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ และตัวตรวจวัดแสง ตั้งแต่ ๕๐  $\text{cm}^{-1}$  หรือน้อยกว่า
- ๑.๘ มีชุดเกรตติง ๔ ชุด หรือมากกว่า (ครอบคลุมการใช้งาน ในย่าน UV, Visible และ NIR ประกอบด้วยชุดเกรตติงขนาด ๒๔๐๐, ๑๘๐๐, ๖๐๐ และ ๓๐๐ ร่องต่อมิลลิเมตร จำนวน ๔ ชุด หรือมากกว่า) สามารถเลือกใช้งานจากโปรแกรมควบคุมการทำงาน ผ่านระบบคอมพิวเตอร์

- ๑.๙ มีค่าความละเอียด Lateral Resolution ที่ ๕๓๒ นาโนเมตร ๐.๕ ไมครอน หรือน้อยกว่า และ Axial Resolution ๒ ไมครอน หรือน้อยกว่า
- ๑.๑๐ มีค่าความละเอียด Spectral Resolution ที่ ๕๓๒ นาโนเมตร ๐.๕  $\text{cm}^{-1}$  /pixel dispersion หรือน้อยกว่า และ ที่ ๗๘๕ นาโนเมตร ๐.๒  $\text{cm}^{-1}$  / pixel dispersion หรือน้อยกว่า
- ๑.๑๑ มีตัวตรวจวัดแสง (Detector) แบบ High sensitivity charge electron multiplying coupled device (EMCCD) มีตัวรับสัญญาณ ๑๖๐๐ x ๒๐๐ pixels หรือมากกว่า โดยใช้ระบบ Peltier เป็นระบบความเย็นแบบ Thermo electrically cooled
- ๑.๑๒ ตัวเครื่องมือมีช่องสำหรับติดตั้งตัวตรวจวัดแสง (Detector) ได้ ๓ ชุด หรือมากกว่า
- ๑.๑๓ ตัวเครื่องมือสามารถรองรับการต่อพ่วงกับเครื่อง Atomic force microscope (AFM) และ Time Correlation Single Photon Counting (TCSPC) ของ fluorescence lifetime module และ Transmission Raman module ได้ในอนาคต

## ๒. กล้องจุลทรรศน์

- ๒.๑. มีระบบเชื่อมต่อกับเครื่องรามานสเปกโตรมิเตอร์ เพื่อนำแสงเลเซอร์มายังกล้องจุลทรรศน์ เพื่อวัดตัวอย่างขนาดเล็กได้
- ๒.๒. มีเลนส์ ที่สามารถให้ค่าความละเอียดสูงสุด (Spectral Confocal Resolution) จำนวน ๖ ชุด
- กำลังขยาย ๕ เท่า จำนวน ๑ ชุด
  - กำลังขยาย ๑๐ เท่า จำนวน ๑ ชุด
  - กำลังขยาย ๑๐๐ เท่า จำนวน ๑ ชุด
  - Long Working Distance (LWD) กำลังขยาย ๕๐x จำนวน ๑ ชุด
  - Quartz lens สำหรับช่วง UV กำลังขยาย ๑๕ เท่า หรือมากกว่า จำนวน ๑ ชุด
  - Macro lens เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ และของเหลว จำนวน ๑ ชุด
- ๒.๓. เป็นกล้องจุลทรรศน์แบบ True Confocal โดยสามารถปรับตำแหน่งของช่องแสง (Pinhole) จากโปรแกรมควบคุมการทำงานผ่านระบบคอมพิวเตอร์
- ๒.๔. มีชุดอุปกรณ์ Liquid Cell Holder และ quartz cuvette สำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างของเหลว จำนวน ๑ ชุด หรือมากกว่า
- ๒.๕. มีกล้องวิดีโอ (Video Camera) ความละเอียด ๓ mega pixels หรือมากกว่า จำนวน ๑ ชุด ใช้ในการกำหนดตำแหน่งที่ต้องการวิเคราะห์บนชิ้นตัวอย่างได้พร้อมกันสองกำลังขยายและเห็นจุดเลเซอร์ (Laser spot) ในเวลาเดียวกัน
- ๒.๖. มีชุดแท่นวางตัวอย่างแบบ XY Motorized Stage สำหรับการวิเคราะห์แบบ Raman mapping มีความยาวตามแกน X ที่ ๑๓๐ มิลลิเมตร หรือมากกว่า และแกน Y ที่ ๘๐ มิลลิเมตร หรือมากกว่า โดยสามารถเคลื่อนที่ได้ต่ำสุดครั้งละ ๑๐ นาโนเมตร (Minimum Step Size) หรือน้อยกว่า
- ๒.๗. มีชุด Z stage สำหรับการวิเคราะห์แบบ Depth profile ในความลึกระดับต่างๆ ของชิ้นตัวอย่าง สามารถเคลื่อนที่ได้ต่ำสุดครั้งละ ๐.๐๑ ไมครอน (Minimum Step Size) และสูงสุด ๑.๒ มิลลิเมตร หรือมากกว่า
- ๒.๘. มีระบบสำหรับวิเคราะห์แบบ Fast Raman Swift Imaging

๓. โปรแกรมควบคุมการทำงาน

- ๓.๑ ใช้ระบบปฏิบัติการ Windows ๑๐ ลิขสิทธิ์แท้ หรือใหม่กว่า
- ๓.๒ มีฟังก์ชันแสดงภาพของชิ้นงานโดยสามารถดูภาพชิ้นงานได้จากสองกำลังขยายได้พร้อมกัน และประมวลผลข้อมูลการวิเคราะห์ Spectral แบบ Real time control บนภาพชิ้นงาน ในขณะที่เปลี่ยนแปลงเงื่อนไขการวิเคราะห์ได้
- ๓.๓ มีฟังก์ชันกำหนดจุดในการทำ Fitting ได้ทั้งแบบกำหนดเอง และอัตโนมัติ
- ๓.๔ มีฟังก์ชันแสดงผล Spectral overlay ได้
- ๓.๕ มีฟังก์ชันบันทึกเงื่อนไขการตรวจวัดสเปกตรัมได้อัตโนมัติ
- ๓.๖ มีฟังก์ชันแสดงภาพ Raman mapping บนของชิ้นตัวอย่างได้ โดยสามารถกำหนดระนาบ Autofocus บนพื้นที่ที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อใช้ในการทำ Fast Raman Imaging
- ๓.๗ มีฟังก์ชันกำหนดค่าในการ Mapping ได้ทั้งแบบเป็นพื้นที่ (Area) และแบบเส้น (Line)
- ๓.๘ มีฟังก์ชันทำ Background subtraction, Smooth ได้
- ๓.๙ มีฟังก์ชันตั้งลำดับและบันทึก (Method sequence) ในการวิเคราะห์ต่อเนื่องได้ทั้งแบบการยิงเป็นจุด (Single point, Multipoint) และแบบกวาด (Mapping)
- ๓.๑๐ มีโปรแกรม Wiley's KnowItAll เป็นโปรแกรม Library ที่มีข้อมูลสเปกตรัมของตัวอย่างประเภทต่างๆ ๖,๐๐๐ สเปกตรัม หรือมากกว่า
  - ผู้ใช้งานสามารถสร้างฐานข้อมูลสเปกตรัมเพิ่มเติมได้
  - สามารถทำการวิเคราะห์สารส่วนผสมได้ (Mixture analysis)

๔. อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน

- ๔.๑. เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานและประมวลผล จำนวน ๑ เครื่อง
  - ระบบประมวลผลแบบ core i๗ ความเร็ว ๒.๙ GHz หรือสูงกว่า
  - หน่วยความจำสำรอง RAM ๘ GB DDR๔ หรือมากกว่า
  - หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ๒ ชนิด ได้แก่ SSD ๒๕๖ GB หรือสูงกว่า และ HDD ๑ TB หรือสูงกว่า ความเร็วรอบ ๗,๒๐๐ รอบต่อนาที (rpm) หรือสูงกว่า
  - ชุด DVD RW drive
  - USB ๓.๐ Ports
  - แป้นพิมพ์และเมาส์
  - จอแสดงผลแบบ LCD ขนาดไม่น้อยกว่า ๒๒ นิ้ว
- ๔.๒. เครื่องพิมพ์เลเซอร์ พร้อมเครื่องสแกน ชนิดสี จำนวน ๑ เครื่อง
- ๔.๓. เครื่องสำรองไฟและป้องกันไฟกระชาก (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า ๓ kVA สำหรับตัวเครื่อง จำนวน ๑ เครื่อง
- ๔.๔. โต๊ะสำหรับวางเครื่องและคอมพิวเตอร์
- ๔.๕. แก้วสำหรับนั่งใช้งานเครื่อง ๒ ชุด หรือมากกว่า
- ๔.๖. มีตู้กันความชื้น สำหรับการเก็บตัวอย่าง เลนส์ หรือวัสดุอื่นๆ
- ๔.๗. มีตู้ดูดความชื้นพร้อมอุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นเพื่อควบคุมสภาวะการใช้งานอย่างเหมาะสม
- ๔.๘. มีอุปกรณ์วัดกำลังเลเซอร์ ในช่วงความยาวคลื่นตามที่กำหนด สามารถวัดกำลังเลเซอร์ ในช่วงการวัดตัวอย่างต่างๆ ได้ จำนวน ๑ ชุด
- ๔.๙. สามารถใช้ได้กับระบบไฟฟ้า ๒๒๐ โวลต์ ๕๐ เฮิร์ตซ์ .

๕. ผู้ขายจะต้องรับประกันสินค้าพร้อมบริการซ่อมฟรีรวมอะไหล่ ไม่น้อยกว่า ๒ ปี บำรุงรักษาเครื่องอย่างน้อยปีละ ๒ ครั้ง
๖. มีคู่มือการใช้งาน (User Manual) ของเครื่องมืออย่างน้อย ๒ ชุด
๗. ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องทำการอบรมการใช้งานเครื่องให้แก่ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์
๘. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย

หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือก โดยพิจารณาเกณฑ์ราคา

ขอรับรองว่าการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุข้างต้นเป็นไป ตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.๒๕๖๐ มาตรา ๙ และมติคณะรัฐมนตรี ตามหนังสือที่ สร. ๐๒๐๓/ว.๑๓๗ ลงวันที่ ๒๗ ธันวาคม ๒๕๖๔

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาพ ชูพันธ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.มานิช นาคสาทา)

ลงชื่อ.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย นาคะพันธ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรดนัย บุญเรือง)

ลงชื่อ.....กรรมการ  
(นายวิทธิกร สร้อยหล้า)

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของครุภัณฑ์  
เครื่องวัดการเรืองแสงและช่วงเวลาในการเรืองแสง จำนวน ๑ เครื่อง

**คุณลักษณะทั่วไป**

เป็นเครื่องวิเคราะห์คุณสมบัติการเรืองแสงและการวาวแสงของสาร โดยอาศัยการดูดกลืนรังสียูวี ส่งผลให้โมเลกุลถูกกระตุ้น และมีการสั่นภายในโมเลกุลจากระดับชั้นพลังงานสถานะพื้น ไปสู่ระดับพลังงานที่สูงขึ้น แต่ไม่มีความเสถียร จึงปลดปล่อยพลังงานและตกลงมาในชั้นพลังงานที่ต่ำกว่า และคายโฟตอนกลับสู่สถานะพื้น ทำให้เกิดสเปกตรัมในช่วงการเรืองแสง และการวาวแสง ณ ค่าพลังงานที่กระตุ้นที่จำเพาะของสารแต่ละชนิด โดยเครื่องมือนี้สามารถตรวจวัดช่วงเวลาในการเรืองแสงได้ ทำให้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้มีความจำเพาะและมีความแม่นยำสูง ซึ่งเครื่องมือสามารถวิเคราะห์ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ ประยุกต์กับการใช้งานที่หลากหลาย เช่น งานด้านฟิสิกส์ เคมี ชีวเคมี วัสดุศาสตร์ การศึกษาทางการแพทย์ นิติวิทยาศาสตร์ เกล็ดหินแร่ ตัวเร่งปฏิกิริยาเซลล์สุริยะ เป็นต้น โดยมีองค์ประกอบของตัวเครื่อง ดังนี้

๑. เครื่องวัดการเรืองแสงและช่วงเวลาในการเรืองแสง
๒. โปรแกรมควบคุมการทำงาน
๓. อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน

**คุณลักษณะเฉพาะ**

**๑. เครื่องวัดการเรืองแสงและช่วงเวลาในการเรืองแสง มีคุณสมบัติดังนี้**

- ๑.๑ เป็นเครื่องวิเคราะห์คุณสมบัติในการเรืองแสงและวาวแสง ทั้งในเชิงปริมาณวิเคราะห์และคุณภาพวิเคราะห์ และวัดช่วงเวลาในการเรืองแสงได้
- ๑.๒ ใช้ Ozone-free xenon lamp เป็นแหล่งกำเนิดแสงขนาด ๑๕๐ วัตต์ หรือมากกว่า
- ๑.๓ มีอุปกรณ์ Diamond-turned elliptical mirror ทำหน้าที่รวมแสงจากแหล่งกำเนิดแสงเข้าตัวอย่าง หรือดีกว่า
- ๑.๔ ปรับความยาวคลื่นแสงที่ใช้สำหรับกระตุ้น (Excitation wavelength) ได้ตั้งแต่ ๒๐๐-๙๕๐ นาโนเมตร หรือมากกว่า
- ๑.๕ สามารถเลือกวัดความยาวคลื่นแสงที่เกิดจากการเรืองแสงของสารตัวอย่าง (Emission wavelength) ได้ตั้งแต่ ๒๐๐-๙๕๐ นาโนเมตร หรือมากกว่า
- ๑.๖ ปรับขนาดความกว้างของลำแสง (Bandpass) ได้ตั้งแต่ ๐-๒๘ นาโนเมตรหรือมากกว่า ได้อย่างต่อเนื่อง ด้วยการควบคุมผ่านโปรแกรมจากระบบคอมพิวเตอร์
- ๑.๗ ใช้หัววัดเป็นแบบ Photomultiplier with Photon counting technology เป็นตัวรับคลื่นแสงที่เกิดจากการเรืองแสงในช่วงคลื่น ๒๐๐-๘๗๐ นาโนเมตร หรือมากกว่า
- ๑.๘ Grating ประกอบไม่น้อยกว่า ๑,๒๐๐ ร่องต่อมิลลิเมตร หรือมากกว่า สำหรับ grating ทำงาน Excitation จะสะท้อนแสงได้มากที่สุด (blaze) ที่ ๓๓๐ นาโนเมตร และ สำหรับงาน Emission จะสะท้อนแสงได้มากที่สุด (blaze) ที่ ๕๐๐ นาโนเมตร
- ๑.๙ ใช้ Photodiode เป็นตัวตรวจวัดความเข้มของแสงก่อนตกกระทบบตัวอย่างเพื่อใช้เป็นค่าอ้างอิง
- ๑.๑๐ มีความแม่นยำในการตรวจวัดได้ถึง (Wavelength Accuracy)  $\pm 0.5$  นาโนเมตร หรือน้อยกว่า
- ๑.๑๑ สามารถตรวจวัดด้วย Scan Speed ที่มีความเร็วในการอ่านค่าได้ถึง ๘๐ นาโนเมตรต่อวินาที หรือมากกว่า พร้อมการประมวลผลในการวัด (Integration Time) ได้ระหว่าง ๑ มิลลิวินาที ถึง ๑๖๐ วินาที หรือมากกว่า

๑.๑๒ มีค่า Sensitivity  $\geq 10000$ : ๑ Root Mean Square (RMS) โดยใช้ Peak ของน้ำ Excitation ที่ ๓๕๐ นาโนเมตร ที่ slit ๕ นาโนเมตร ทั้งของ Excitation และ Emission เป็นเวลา ๑ วินาที โดยเฉลี่ย หรือดีกว่า

๑.๑๓ ค่า Water Raman signal/noise ๑๐๐๐๐:๑ First Standard Deviation (FSD) หรือมากกว่า

๑.๑๔ ชุดใส่ตัวอย่างสามารถต่อกับระบบปรับอุณหภูมิแบบ Water bath ได้

๑.๑๕ มี Quartz cuvette ขนาด ๓.๕ มิลลิเมตร วิเคราะห์ตัวอย่างแผ่นของเหลว จำนวน ๒ อัน หรือมากกว่า

๑.๑๖ มี Solid sample holder สำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างแผ่นของแข็งและผง จำนวน ๑ อัน หรือมากกว่า

๑.๑๗ ชุด TCSPC (Time Correlation Single Photon Counting) สำหรับใช้ตรวจวัด Fluorescence Lifetime ได้ในช่วง picoseconds ถึง second (ขึ้นอยู่กับหัววัดและแหล่งกำเนิดแสง) ประกอบด้วย

- ควบคุมการทำงานด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์
- ใช้แหล่งกำเนิดแสงชนิด Pulse LED Diode และ Pulse Laser Diode จำนวน ๓ ชุด หรือมากกว่า
  - ก. Pulse LED Diode ช่วงความยาวคลื่น ๒๕๐-๓๐๐ นาโนเมตร โดยมีค่า Full Width at Half Maximum (FWHM)  $\pm$  ๑๕ นาโนเมตร หรือน้อยกว่า
  - ข. Pulse Laser Diode ช่วงความยาวคลื่น ๓๕๐-๔๐๐ นาโนเมตร โดยมีค่า Full Width at Half Maximum (FWHM)  $\pm$  ๑๐ นาโนเมตร หรือน้อยกว่า
  - ค. Pulse LED Diode ช่วงความยาวคลื่น ๔๐๐-๔๕๐ นาโนเมตร โดยมีค่า Full Width at Half Maximum (FWHM)  $\pm$  ๑๐ นาโนเมตร หรือน้อยกว่า
- ชุดควบคุมการทำงานของ Pulse LED Diode และ Pulse Laser Diode
  - ก. Pulse LED Diode ค่า Repetition rate ตั้งแต่ ๑๐ kHz - ๒๐ MHz หรือมากกว่า
  - ข. Pulse Laser Diode ค่า Repetition rate ตั้งแต่ ๑๐ kHz - ๑๐๐ MHz หรือมากกว่า
  - ค. เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ด้วยสาย USB
- ช่วงเวลาในการวิเคราะห์ ๑๐ นาโนวินาที - ๑๑ วินาที โดยมี Dead time ที่ ๑๐ นาโนวินาที หรือน้อยกว่า
- ชุดประมวลผลการวัดช่วงเวลา เป็นระบบ digital

## ๒. โปรแกรมควบคุมการทำงาน

๒.๑ ใช้ระบบปฏิบัติการในการทำงานบน Windows ๑๐ ลิขสิทธิ์แท้ หรือใหม่กว่า

๒.๒ มีฟังก์ชันรูปแบบ Graphic เช่น เลือก Method file จาก data file ได้ ทำ peak labelling ได้

๒.๓ มีฟังก์ชันรูปแบบของการ Scan สามารถทำได้ทั้ง Excitation, Emission และ Synchronous scan

๒.๔ มีฟังก์ชันทำการคำนวณ smooth, means, normalize, integrate ได้

๒.๕ มีฟังก์ชัน scan เป็น ๓ Dimension ได้

๒.๖ มีฟังก์ชันเกี่ยวกับการศึกษา Kinetics ทำ kinetic rate plot ได้

๒.๗ มีฟังก์ชันเกี่ยวกับการศึกษาหา concentration ทำ calibration curve fits ในรูปแบบต่างๆ ได้



๒.๘ โปรแกรมในการศึกษาค่า Lifetime

- มีฟังก์ชันแสดงผลค่า Fluorescence lifetime พร้อมค่า Chi-Square ได้
- มีระบบช่วยประมวลผลจากโปรแกรมเพื่อช่วยในการประเมินได้
- มีฟังก์ชันเลือกใช้การคำนวณ Exponential ที่ order แตกต่างกันได้

๓. อุปกรณ์ประกอบการใช้งาน

๓.๑ เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานและประมวลผล จำนวน ๑ เครื่อง

- ระบบประมวลผลแบบ core i๗ ความเร็ว ๒.๙ GHz หรือมากกว่า
- หน่วยความจำสำรอง RAM ๘ GB DDR๔ หรือมากกว่า
- หน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ๒ ชนิด ได้แก่ SSD ๒๕๖ GB หรือสูงกว่า และ HDD ๑ TB หรือสูงกว่า ความเร็วรอบ ๗,๒๐๐ รอบต่อวินาที (rpm) หรือสูงกว่า
- ชุด DVD RW drive
- USB ๓.๐ Ports
- แป้นพิมพ์และเมาส์
- จอแสดงผลแบบ LCD ๒๒ นิ้ว หรือใหญ่กว่า

๓.๒ เครื่องพิมพ์เลเซอร์ พร้อมเครื่องสแกน ชนิดสี จำนวน ๑ เครื่อง

๓.๓ เครื่องสำรองไฟและป้องกันไฟกระชาก (UPS) ขนาดไม่น้อยกว่า ๒ KVA สำหรับตัวเครื่อง จำนวน ๑ เครื่อง

๓.๔ โต๊ะสำหรับวางเครื่องและคอมพิวเตอร์

๓.๕ แก้วสำหรับนั่งใช้งานเครื่อง ๒ ชุด หรือมากกว่า

๓.๖ มีตู้กันความชื้น สำหรับการเก็บตัวอย่าง อุปกรณ์ หรือวัสดุอื่นๆ

๓.๗ สามารถใช้ได้กับระบบไฟฟ้า ๒๒๐ โวลต์ ๕๐ เฮิร์ตซ์

๔. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องรับประกันสินค้าพร้อมบริการซ่อมฟรีรวมอะไหล่ ไม่น้อยกว่า ๒ ปี โดยมีการตรวจสอบสภาพและบำรุงรักษาเครื่องอย่างน้อยปีละ ๒ ครั้ง

๕. มีคู่มือการใช้งาน (User Manual) ของเครื่องมืออย่างน้อย ๒ ชุด

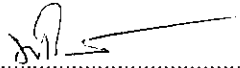
๖. ผู้ยื่นข้อเสนอจะต้องทำการอบรมการใช้งานเครื่องให้แก่ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์

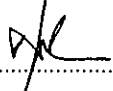
๗. ผู้ยื่นข้อเสนอต้องได้รับการแต่งตั้งให้เป็นตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตหรือตัวแทนจำหน่ายในประเทศไทย

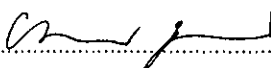
หลักเกณฑ์การพิจารณาคัดเลือก โดยพิจารณาเกณฑ์ราคา

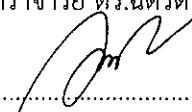
ขอรับรองว่าการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของพัสดุข้างต้นเป็นไป ตามพระราชบัญญัติการจัดซื้อจัดจ้างและการบริหารพัสดุภาครัฐ พ.ศ.๒๕๖๐ มาตรา ๙ และมติคณะรัฐมนตรี ตามหนังสือที่ สร. ๐๒๐๓/ว.๑๓๗ ลงวันที่ ๒๗ ธันวาคม ๒๕๖๔

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาพ ขุพันธ์)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(อาจารย์ ดร.มานิช นาคสาทา)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภชัย นาคะพันธ์)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรดนัย บุญเรือง)

ลงชื่อ..........กรรมการ  
(นายวัทธิกร สร้อยหล้า)