

รายละเอียดประกอบการจัดซื้อครุภัณฑ์

1. ชื่อครุภัณฑ์ ครุภัณฑ์ชุดนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ ขนาด 500 MHz
2. จำนวนที่ต้องการ 1 ชุด
3. รายละเอียดทั่วไป

เป็นเครื่องนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ แบบฟูเรียร์ทรานสฟอร์ม (FT-NMR) ประกอบไปด้วยระบบแม่เหล็กแบบตัวนำยิ่งยวดขนาด ความเข้ม(ความถี่)ของสนามแม่เหล็ก 500 เมกะเฮิรตซ์ (MHz) และมีระบบ active shielded เพื่อลดความเข้มของสนามแม่เหล็กไม่ให้เกิดการกระจายออกมาภายนอก, ส่วน Spectrometer/Console และระบบอิเล็กทรอนิกส์, ระบบคอมพิวเตอร์ และหัวตรวจวัดสารตัวอย่าง (Probe) ซึ่งสามารถตรวจวัดสารตัวอย่างได้ทั้งในสถานะของเหลว และของแข็ง

4. รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะ

4.1 ชุดนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ แบบฟูเรียร์ทรานสฟอร์ม จำนวน 1 ชุด

4.1.1 ระบบแม่เหล็ก (Magnet System) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 4.1.1.1 แม่เหล็กเป็นแบบตัวนำยิ่งยวด (Super conducting magnet) ที่มีความเข้มสนามแม่เหล็กไม่ต่ำกว่า 11.74 Tesla (500 MHz)
- 4.1.1.2 มี Bore ที่มีขนาด 54 มิลลิเมตร ใช้งานในช่วงอุณหภูมิห้อง
- 4.1.1.3 มีความสามารถในการเก็บ ฮีเลียมเหลว (Liquid Helium) ได้ 150 วัน
- 4.1.1.4 มีความสามารถในการเก็บ ไนโตรเจนเหลว (Liquid Nitrogen) ได้ 15 วัน
- 4.1.1.5 มีระบบป้องกันสนามแม่เหล็กไม่ให้แพร่ออกสู่ภายนอก โดยมีระยะปลอดภัยจากสนามแม่เหล็กวัดที่ความเข้มที่ระดับ 5 Gauss หรือ 0.5 mT (milli Tesla), โดยวัดจากกึ่งกลางของสนามแม่เหล็ก)
- 4.1.1.6 Radial 5G Line (Horizontal Direction) ไม่เกิน 0.60 เมตร
- 4.1.1.7 Axial 5G Line (Vertical Direction) ไม่เกิน 1.15 เมตร
- 4.1.1.8 มีระบบวัดระดับปริมาณของฮีเลียมเหลว และไนโตรเจนเหลว

4.1.2 Spectrometer/Console จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 4.1.2.1 มีความถี่มาตรฐานในการตรวจวัด ^1H : 500 MHz
- 4.1.2.2 ค่าเสถียรภาพ หรือค่าความคงที่ในการตรวจวัด (Stability) ไม่เกิน 0.1 เฮิรตซ์ต่อชั่วโมง(Hz/h)
- 4.1.2.3 มีระบบ Pulse Controller หรือ Time Sequencer ที่ให้ค่า Time Resolution เท่ากับ 5 นาโนวินาที (nano-second, ns) หรือดีกว่า และสามารถทำ Sequence Buffer ได้ถึง 1 GB หรือมากกว่า
- 4.1.2.4 มีระบบ High Frequency Transmission Control (Broadband Frequency) ใช้ได้ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 5 ถึง 535 MHz หรือกว้างกว่า
- 4.1.2.5 มี Step ของการเปลี่ยนความถี่ได้อย่างน้อยถึง 0.001 Hz หรือดีกว่า
- 4.1.2.6 มี Switching Time ไม่เกิน 20 นาโนวินาที (nano-second, ns)
- 4.1.2.7 มี Switching Time Interval ได้น้อยสุดถึง 5 นาโนวินาที (nano-second, ns)
- 4.1.2.8 มีระบบควบคุม Phase Shift ได้ตั้งแต่ $0 - 360^\circ$
- 4.1.2.9 มี Step ของการเปลี่ยนแปลงได้น้อยที่สุดถึง 0.005° หรือดีกว่า
- 4.1.2.10 มี Switching Time ไม่เกิน 20 นาโนวินาที (nano-second, ns)
- 4.1.2.11 มี Switching Time Interval ได้น้อยสุดถึง 5 นาโนวินาที (nano-second, ns)
- 4.1.2.12 มีระบบ Analog to Digital (AD) Converter ที่มี Resolution ขนาด 16 bits และ Sampling Rate ขนาด 100 MHz หรือดีกว่า

- 4.1.2.13 มี Spectrum Width ได้สูงถึง 10 MHz หรือมากกว่า
- 4.1.2.14 มี Data Acquisition ได้สูงถึง 64 bits word length หรือมากกว่า
- 4.1.2.15 มีระบบอิเล็กทรอนิกส์ประมวลผลที่ใช้ควบคุม และเก็บข้อมูลจาก NMR Spectrometer (Spectrometer Control Computer, SCC) มีคุณสมบัติ หรือความสามารถเทียบเท่าหรือเท่ากับ Intel Core i7, หน่วยความจำสำรอง 4 GB หน่วยความจำหลัก, 320 GB ติดตั้งอยู่ภายใน Console เพื่อประโยชน์ในการทำการทดลองที่ต่อเนื่อง และป้องกันการสูญหายของข้อมูลผลการทดลอง ในกรณีที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สั่งการจากภายนอกเกิดปัญหา
- 4.1.2.16 มีระบบ 2-Channel Amplifier สำหรับการวิเคราะห์ หรือทำ Decoupling High-frequency-band power amplifier (HF) ที่สามารถใช้ได้ในช่วงความถี่ Resonance 455-535 MHz และมี Output ได้สูงสุดถึง 100 W
- 4.1.2.17 Low-frequency-band power amplifier (LF) ที่สามารถใช้ได้ในช่วงความถี่ Resonance 10 - 210 MHz และมี Output ได้สูงสุดถึง 300 W
- 4.1.2.18 มีจำนวน Shim (Matrix Shim) ได้ถึง 44 แบบ หรือมากกว่า
- 4.1.2.19 มีระบบ Automatic NMR lock/ Automatic Shim

4.1.3 หัวตรวจวัดสารตัวอย่าง Probe แบบ 500 MHz 5mm FG/RO Digital Auto Tune Probe สำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างแบบของเหลว จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 4.1.3.1 Probe เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 5 มิลลิเมตร สามารถใช้งานได้ทั้งกับ Low Frequency ซึ่ง สามารถใช้วิเคราะห์นิวเคลียสได้ตั้งแต่ ^{31}P ถึง ^{15}N ^{39}K และ ^{109}Ag และสามารถใช้งานได้กับ High Frequency มีความสามารถในการวิเคราะห์ ^1H หรือ ^{19}F เพื่อศึกษา decoupling โดยมี ^2H lock channel ด้วย
- 4.1.3.2 มีระบบ Auto Tune
- 4.1.3.3 มีความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิตัวอย่างในช่วง $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ถึง $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ หรือกว้างกว่า มีค่า Sensitivity (Signal-to-noise ratio) สำหรับการวัดแบบ single scan สำหรับการวิเคราะห์ ^1H ของสารมาตรฐาน 0.1% ethyl benzene ได้ไม่น้อยกว่า 800:1
- 4.1.3.4 มีการควบคุมสำหรับการวิเคราะห์ ^{13}C ของสารมาตรฐาน 10% ethyl benzene ได้ไม่น้อยกว่า 310:1
- 4.1.3.5 มีการควบคุมสำหรับการวิเคราะห์ ^{13}C ของสารมาตรฐาน ASTM ได้ไม่น้อยกว่า 270:1
- 4.1.3.5.1 มีการควบคุมสำหรับการวิเคราะห์ ^{31}P ของสารมาตรฐาน 0.0485M TPP ได้ไม่น้อยกว่า 135:1
- 4.1.3.6 มีการควบคุมสำหรับการวิเคราะห์ ^{15}N ของสารมาตรฐาน 90% formamide ได้ไม่น้อยกว่า 35:1 Line-shape และ spinning ของ CHCl_3
- 4.1.3.7 มีการควบคุมสำหรับการวิเคราะห์ ^1H จะต้องมีความกว้างของพีคที่กึ่งกลางของความสูงของพีค (Peak width at half height) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.5 Hz และมีความกว้างไม่เกิน 6Hz และ 12Hz สำหรับความสูงของพีค (Peak height) ที่ 0.55% และ 0.11% ตามลำดับ
- 4.1.3.8 มี Spinning side-bands สำหรับการวิเคราะห์ ^1H จะต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1%

4.1.4 หัวตรวจวัดสารตัวอย่าง Probe แบบ 500 MHz 3.2mm HXMAS Probe สำหรับวิเคราะห์ตัวอย่าง แบบของแข็ง (Solid State NMR) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 4.1.4.1 มี Probe ขนาด 3.2 มิลลิเมตรใช้วิเคราะห์ตัวอย่างที่มีสถานะเป็นของแข็ง (Solid-State NMR) ซึ่งจะมาพร้อมอุปกรณ์ช่วยหมุนตัวอย่าง และมีระบบ Magic Shimming ซึ่งเป็นชนิดหนึ่งของ Gradient Shimming สำหรับการ spin ของ magic angle ใน NMR Spectroscopy ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้งานไม่ต้องยุ่งยากที่จะต้องใช้การทำ Shimming แบบ manual
- 4.1.4.2 มีความสามารถในการควบคุมอุณหภูมิตัวอย่างในช่วง -20°C ถึง 80°C หรือกว้างกว่า
- 4.1.4.3 มีความสามารถในการวิเคราะห์นิวเคลียสหลักที่ประกอบไปด้วย ^{31}P , ^7Li , ^{11}B , ^{23}Na , ^{27}Al , ^{13}C , ^{79}Br , ^{207}Pb , ^{29}Si , ^6Li , ^{15}N สำหรับกลุ่มนิวเคลียสความถี่ต่ำ (LF nuclei) และ ^1H , ^{19}F สำหรับกลุ่มนิวเคลียส ความถี่สูง (HF nucleus)
- 4.1.4.4 มี Resolution 0.05 ppm หรือดีกว่า (ADM, FWHM ของ ^{13}C)
- 4.1.4.5 มีค่า Sensitivity เท่ากับ 290 หรือดีกว่า (HMB, ^{13}C ในการวิเคราะห์ 8 scans)
- 4.1.4.6 มีค่า MAS speed สูงสุดที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 21,000 Hz
- 4.1.4.7 มี 90° Pulse Width: มีค่าไม่เกิน 2.1 ไมโครวินาที (μS) สำหรับการวิเคราะห์ ^1H ที่ 120 W
- 4.1.4.8 มีค่าไม่เกิน 2.3 ไมโครวินาที (μS) สำหรับการวิเคราะห์ ^{13}C ที่ 340 W

4.1.5 ระบบเติมกลับไนโตรเจนเหลวแบบอัตโนมัติ (Liquid Nitrogen Replenishment System) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 4.1.5.1 สามารถทำให้ไนโตรเจนจากสถานะแก๊ส ไปเป็นของเหลว และเติมกลับเข้าสู่ระบบได้ ปริมาณ 8.5 ลิตรต่อวัน หรือมากกว่า
- 4.1.5.2 อัตราการสั่นสะเทือน (Vibration) น้อยกว่า 2% เมื่อวัดจาก Vibration side bands ของพีคหลักของสาร Chloroform, 4 scan ใช้กับไฟฟ้าแบบ Single Phase

4.1.6 เครื่องป้อน/เปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติ (Auto Sampler Changer) จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 4.1.6.1 สามารถบรรจุตัวอย่างได้ 30 ตัวอย่าง หรือมากกว่า
- 4.1.6.2 สามารถใช้กับหลอดใส่ตัวอย่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 5 หรือ 10 มิลลิเมตร และความยาวของหลอดได้ตั้งแต่ 178 ถึง 229 มิลลิเมตร

4.1.7 โปรแกรมและระบบประมวลผล (Data Processing System and Software) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้

- 4.1.7.1 เป็นโปรแกรมที่ใช้ควบคุมเครื่อง NMR ทำงานบนระบบ Windows operating system และ Graphics system เป็นแบบ Windows GDI/ OpenGL
- 4.1.7.2 เป็นโปรแกรมควบคุมการทำงาน และแปรผล

4.2 ชุดควบคุม NMR ระบบปฏิบัติการ WINDOWS จำนวน 1 ชุด

4.2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

- 4.2.1.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็นแบบ Intel Xeon E5-1620 v4, ความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.5 GHz หรือดีกว่า

4.2.1.2 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) รองรับการประมวลผลแบบ 64 bit มีหน่วยความจำแบบ Cache Memory ไม่น้อยกว่า 10 MB

4.2.1.3 มีหน่วยความจำหลัก (RAM): 4 GB ชนิด ECC DDR4 SDRAM (Memory Speed 2400 MHz) หรือดีกว่า

4.2.1.4 สนับสนุนการทำงาน RAID

4.2.1.5 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk): ความจุอย่างน้อย 500 GB แบบ SATA, ความเร็วรอบ 7200 รอบต่อนาที (rpm) หรือดีกว่า

4.2.1.6 มี DVD-RW Drive แบบติดตั้งภายใน และ Network 10Base-T, 100Base-T/TX, 1000Base-T

4.2.1.7 มีเมาส์และคีย์บอร์ด

4.2.1.8 มีลิขสิทธิ์ Operating System, Microsoft Windows® 10 Pro ถูกต้องตามกฎหมายมีระบบปฏิบัติการ: Microsoft Windows 64 bit

4.2.2 เครื่องพิมพ์สี แบบ Laser Color Printer จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

4.2.2.1 ความละเอียดในการพิมพ์ 600x600 dpi

4.2.2.2 ความเร็วในการพิมพ์แบบ ขาว-ดำ 18 แผ่นต่อนาที

4.2.2.3 ความเร็วในการพิมพ์แบบสี 18 แผ่นต่อนาที

4.2.2.4 สามารถเชื่อมต่อเน็ตเวิร์กได้

4.3 เครื่อง Oil free air compressor และ air dryer ที่ใช้งานได้ร่วมกับเครื่อง NMR จำนวน 1 เครื่อง มีคุณสมบัติดังนี้

4.3.1 มีมอเตอร์ขนาด 1.5 กิโลวัตต์ (KW)

4.3.2 ทนความดันได้สูงถึง 0.8 MPa

4.3.3 สามารถผลิตอากาศได้ถึง 160 ลิตรต่อนาที

4.3.4 มี Air Dryer และ Air Receiver Tank ใ้ช่วยเก็บกักอากาศ

5. ผู้เสนอราคาต้องแสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติเฉพาะของครุภัณฑ์ระหว่างคุณสมบัติเฉพาะที่มหาวิทยาลัยฯ กำหนดคุณสมบัติเฉพาะของสินค้าที่เสนอราคา โดยแสดงว่าคุณสมบัติดังกล่าวตรงตามข้อกำหนดหรือดีกว่า ทั้งนี้จะทำเครื่องหมายหรือส่วนแสดงข้อกำหนดในแคตตาล็อกหรือเอกสารอ้างอิงให้ชัดเจน

6. กำหนดส่งมอบครุภัณฑ์ 240 วัน

7. ระยะเวลาการรับประกัน 3 ปี

8. สถานที่ส่งมอบและติดตั้ง สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เลขที่ 39 ม.1 ถ.รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12110

(ลงชื่อ).....ผู้กำหนดรายละเอียด
(ผศ.ดร.วารุณี อริยวิริยะนันท์)

(ลงชื่อ).....หัวหน้าหน่วยงาน
(ผศ.ดร.วารุณี อริยวิริยะนันท์)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

