

ชุดวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์

แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ชุด

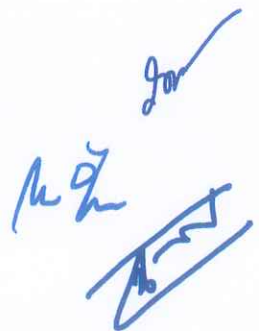
คุณลักษณะทั่วไป

เป็นเครื่องมือสำหรับใช้วิเคราะห์หาค่าประกอบของธาตุต่าง ๆ ในสารทั้งในเชิงคุณภาพ (Qualitative) และปริมาณ (Quantitative) ของสารด้วยการใช้เทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (X-ray Diffraction) แบบตั้งโต๊ะ ซึ่งจะถูกวัดความเข้มกำลัง (Power) ด้วยการสแกน (Scan) ของตัวรับสัญญาณ (Detector) สัญญาณที่วัดได้จะถูกถ่ายถอดออกมาเป็นสเปกตรัมแล้วถูกประมวลผลออกมาทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยมีคอมพิวเตอร์เป็นหน่วยประมวลผลและควบคุมการทำงานของเครื่องเอกซ์เรย์ โดยมีอุปกรณ์ประกอบดังนี้

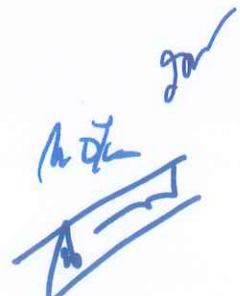
ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วยนับ
1	เครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-Ray Diffraction)	1	เครื่อง
2	เครื่องสำรองไฟ สำหรับเครื่องวิเคราะห์การของรังสีเอกซ์	1	เครื่อง
3	ค่าปรับปรุงห้องปฏิบัติการขนาด 40 ตารางเมตร สำหรับเครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์	1	งาน

คุณลักษณะเฉพาะ

1. เครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-Ray Diffraction)
 - 1.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแรงสูงสำหรับจ่ายให้หลอดรังสีเอกซ์ (X-Ray generator) ที่มีรายละเอียดดังนี้
 - 1.1.1 มีกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่จ่ายได้ไม่น้อยกว่า 4.0 กิโลวัตต์
 - 1.1.2 สามารถปรับค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 45 กิโลโวลต์
 - 1.1.3 สามารถปรับค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดไม่น้อยกว่า 60 มิลลิแอมป์
 - 1.2 หลอดรังสีเอกซ์ ที่มีรายละเอียดดังนี้
 - 1.2.1 หลอดรังสีเอกซ์ทำจากวัสดุฉนวนเซรามิก (Ceramic insulation) หรือดีกว่า
 - 1.2.2 มีแอโนดเป็นโลหะชนิดทองแดง (Cu tube)
 - 1.2.3 กำลังหลอดขณะทำงานสูงสุดไม่น้อยกว่า 1.5 กิโลวัตต์



- 1.2.4 มีระบบโพกัสอัตโนมัติที่ช่วยในการวิเคราะห์ตัวอย่างชนิดผง ผงอัด ฟิล์มบาง และของเหลว ได้อย่างแม่นยำ
- 1.2.5 มีระบบที่ช่วยในการจัดลำรังสีเอกซ์อัตโนมัติที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ หรือระบบที่เทียบเคียงเมื่อมีการเปลี่ยนเทคนิคการวัดหรือมีการสลับอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แบบต่างๆ
- 1.3 ชุดเปลี่ยนมุมในการวิเคราะห์ (Goniometer) ที่มีรายละเอียดดังนี้
- 1.3.1 เป็นระบบการทำงานในแนวตั้ง (Vertical Goniometer) แบบ theta-theta โดยวางตัวอย่างในแนวนอน
- 1.3.2 สามารถกำหนดมุม 2 theta ได้ในช่วง -10° ถึง $+160^{\circ}$ หรือกว้างกว่า (ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ประกอบ)
- 1.3.3 ค่าความแม่นยำของการวัดมุม 2 Theta (Accuracy/ linearity) แม่นยำได้ถึงไม่เกิน 0.01 องศา
- 1.3.4 ค่าความละเอียดของการเคลื่อนที่ (Smallest addressable increment หรือ Minimum step size) ละเอียดได้ไม่เกิน 0.0001 องศา
- 1.3.5 มีอัตราเร็วในการเคลื่อนที่สูงสุดไม่น้อยกว่า 15 องศาต่อวินาที
- 1.4 อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ (Detector) สำหรับตรวจจับสัญญาณเอกซเรย์ หรือระบบอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่าหรือดีกว่า ที่มีรายละเอียดดังนี้
- 1.4.1 หัววัดเป็นชนิด Solid state ทำจาก Silicon array หรือวัสดุอื่นๆ ที่เทียบเท่าหรือดีกว่า
- 1.4.2 มีจำนวนช่องรับสัญญาณไม่น้อยกว่า 256 ช่อง (Pixels)
- 1.4.3 มีพื้นที่ในการรับสัญญาณทั้งหมดไม่น้อยกว่า 195 ตารางมิลลิเมตร
- 1.4.4 มีความเร็วในการนับสัญญาณสูงสุดไม่น้อยกว่า 1.5×10^8 cps
- 1.4.5 สามารถทำงานในรูปแบบ 0D 1D และ 2D หรือดีกว่า
- 1.4.6 สามารถควบคุมการปรับเปลี่ยนรูปแบบการทำงานอัตโนมัติด้วยระบบคอมพิวเตอร์ได้โดยไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนตำแหน่งหรือหมุนตัวรับสัญญาณ
- 1.5 ระบบการจัดการลำแสง (Optic) โดยมีระบบการจัดการลำแสงทั้งในส่วนของลำแสงตกกระทบ (Incident beam) และลำแสงสะท้อน (Diffracted beam) ที่สามารถควบคุมการปรับเปลี่ยนด้วยระบบคอมพิวเตอร์ เมื่อต้องการเปลี่ยนเทคนิค โดยไม่มีการสัมผัสกับชิ้นส่วนใดๆ ของระบบการจัดการลำแสง (Optic) ทั้งหมด และ Detector โดยต้องสามารถรองรับเทคนิคการวิเคราะห์ดังนี้
- 1.5.1 สามารถวิเคราะห์ผลได้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ
- 1.5.2 สามารถวิเคราะห์ Phase identification (Phase ID)



- 1.5.3 สามารถวิเคราะห์ Transmission XRD
 - 1.5.4 Grazing incidence XRD (GIXRD) เพื่อสำหรับการวิเคราะห์ ชั้นเคลือบ
 - 1.5.5 สามารถวิเคราะห์ X-ray reflectometry (XRR) เพื่อสำหรับการวิเคราะห์ความหนาชั้นเคลือบ
 - 1.5.6 สามารถวิเคราะห์ Small – Angle X-Ray scattering (SAXS) เพื่อสำหรับการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค
 - 1.5.7 สามารถวิเคราะห์ความเค้นคงค้าง (Residual Stress)
 - 1.5.8 สามารถวิเคราะห์ Texture เช่น การทำ Pole Figure Analysis
 - 1.5.9 สามารถวิเคราะห์แบบ 2D
 - 1.5.10 สามารถวิเคราะห์ Micro XRD หรือ Small Spot measurement ที่ขนาด Spot Size เท่ากับ 300 ไมครอน หรือละเอียดกว่า
- 1.6 ฐานวางตัวอย่าง (sample stage) ที่มีรายละเอียดดังนี้
- 1.6.1 ฐานวางตัวอย่างชนิด Flat Sample Stage จำนวน 1 ชุด สำหรับใช้วิเคราะห์ตัวอย่างที่เป็นผง โดยมีที่ใส่ตัวอย่างทำจากอลูมิเนียมหรือเทียบเท่าสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างแบบผง ไม่น้อยกว่า 25 ชั้น
 - 1.6.2 มีฐานวางตัวอย่างรองรับการวิเคราะห์ในรูปแบบ Reflection และ Transmission ที่สามารถเคลื่อนที่ได้ 3 มิติ หรือหมุนตัวอย่างในแนวระนาบ (Spinning) สามารถกำหนดมุมสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างเฉพาะ เช่น พลาสติกและเส้นใย และสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างในรูปแบบ Transmission โดย Detector ใต้ฐานวางตัวอย่างเป็นมุม 90 องศาได้ ขณะทำการวิเคราะห์และมีอุปกรณ์ประกอบดังนี้
 - 1.6.2.1 ที่ใส่ตัวอย่างทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมหรือวัสดุเทียบเท่า สำหรับตัวอย่างที่เป็นผง ปริมาณน้อย หรือมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 16 mm จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชั้น
 - 1.6.2.2 ที่ใส่ตัวอย่างทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมหรือวัสดุเทียบเท่า สำหรับตัวอย่างที่เป็นผง ปริมาณมาก หรือมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 27 mm จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ชั้น
 - 1.6.2.3 ที่ใส่ตัวอย่างทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมหรือวัสดุเทียบเท่า สำหรับตัวอย่างที่เป็นแผ่น โดยสามารถรองรับตัวอย่างแผ่นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 44 mm และความสูงสูงสุดไม่น้อยกว่า 6.5 mm จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชั้น
 - 1.6.2.4 ที่ใส่ตัวอย่างทำจากเหล็กกล้าไร้สนิมหรือวัสดุเทียบเท่า สำหรับการวิเคราะห์ Transmission จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ชั้น

kin
gr
A-1

- 1.6.2.5 ที่ใส่ตัวอย่างทำจากซิลิกอน หรือเทียบเท่า สำหรับตัวอย่างที่เป็นผงปริมาณน้อยมากๆ หรือแบบไม่มีสัญญาณ (Zero background) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 ชิ้น
- 1.6.3 มีชุดอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติต้องรองรับการป้อนตัวอย่างต่อเนื่องได้โดยไม่มีเปิดประตู/ฝาเครื่องได้ สำหรับใส่ตัวอย่างในการวัดต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 6 ตัวอย่าง
- 1.6.4 มีฐานวางตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างที่เป็นของเหลวจำนวน 1 ชุด
- 1.7 อะไหล่ชุดจัดการลำแสงแบบ Fix Divergent Slit และ Beam Mark หรือเทียบเท่า
- 1.8 โปรแกรมสำหรับควบคุมและวิเคราะห์ผล
- 1.8.1 โปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานเครื่องมือ ที่มีรายละเอียดดังนี้
- 1.8.1.1 สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องมือ
- 1.8.1.2 สามารถควบคุมการทำงานของฐานวางตัวอย่าง
- 1.8.1.3 สามารถบันทึกข้อมูลอุณหภูมิ (ในกรณีที่มีอุปกรณ์เสริมสำหรับวิเคราะห์ตัวอย่างโดยใช้ฐานวางตัวอย่างที่มีการควบคุมอุณหภูมิ)
- 1.8.2 โปรแกรมสำหรับวิเคราะห์เชิงคุณภาพและปริมาณที่ถูกต้องตามลิขสิทธิ์ จำนวนไม่น้อยกว่า 3 ลิขสิทธิ์ ที่มีรายละเอียดดังนี้
- 1.8.2.1 โปรแกรมรองรับการเปิดไฟล์นามสกุล XRDML, UXD, RAS ได้เป็นอย่างดีน้อย
- 1.8.2.2 สามารถวิเคราะห์ Phase identification โดยทำการ Search – Match กับฐานข้อมูลได้
- 1.8.2.3 สามารถวิเคราะห์หาขนาดผลึกและปริมาณของผลึก
- 1.8.2.4 สามารถวิเคราะห์หาปริมาณด้วยวิธีแบบ Reference Intensity Ratio (RIR) ได้
- 1.8.2.5 สามารถวิเคราะห์หาปริมาณด้วยวิธีแบบ Rietveld analysis ได้
- 1.8.2.6 สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างแบบ Partial least squares regression method (PLSR) ได้
- 1.8.2.7 สามารถวิเคราะห์ผลแบบกลุ่มตัวอย่างได้ (Cluster analysis) ได้
- 1.8.3 โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ Small – Angle X-Ray scattering สำหรับการวิเคราะห์ขนาดอนุภาค
- 1.8.4 โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ X-ray reflectometry สำหรับการวิเคราะห์ความหนาชั้นเคลือบ



- 1.9 มีชุดฐานข้อมูล Crystallography Open Database (COD) ไม่มี license หรือฐานข้อมูล ICDD PDF2 มี license อย่างน้อย 5 ปี ประกอบการใช้งานเครื่อง XRD
- 1.10 ชุดคอมพิวเตอร์สำหรับงานวิเคราะห์ จำนวน 1 ชุด ที่มีรายละเอียดดังนี้
- 1.10.1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Processor ไม่น้อยกว่า 6 Core โดยมีความเร็วสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานไม่น้อยกว่า 3.0 GHz
 - 1.10.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) DDR4 มีขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB
 - 1.10.3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard disk) ขนาดความจุไม่ต่ำกว่า 2 TB หรือ Solid state drive ไม่น้อยกว่า 480 GB
 - 1.10.4 มีระบบปฏิบัติการ Windows 10 พร้อมลิขสิทธิ์ หรือดีกว่า
 - 1.10.5 มีหน่วยแสดงผลภาพที่มีหน่วยความจำไม่น้อยกว่า 2GB
 - 1.10.6 มีจอภาพขนาดไม่น้อยกว่า 21" แบบ LED Monitor ชนิด Port HDMI
 - 1.10.7 มีช่องเชื่อมต่อระบบเครือข่าย 10/100/1000
 - 1.10.8 มี DVD-RW 1 หน่วย
 - 1.10.9 มีช่อง USB 2.0 ไม่น้อยกว่า 4 ช่อง
 - 1.10.10 เครื่องพิมพ์สีแบบ Laser Printer ความละเอียดในการพิมพ์ 600x600 dpi หรือดีกว่า จำนวน 1 ชุด
- 1.11 ติดตั้งระบบความปลอดภัยของการใช้งานเครื่อง XRD จำนวน 1 งาน
- 1.11.1 มีระบบป้องกันการรั่วไหลของรังสีเอกซ์ โดยวัดระดับการแผ่รังสีรอบตัวเครื่องต่ำกว่า 1.0 $\mu\text{Sv/h}$ ตามมาตรฐานความปลอดภัย
 - 1.11.2 มีสัญญาณไฟแสดงสถานะการทำงานของรังสีเอกซ์ที่เครื่องในตำแหน่งที่มองเห็นได้ชัดเจน
 - 1.11.3 มีปุ่มหยุดการทำงานของเครื่องในกรณีฉุกเฉิน
- 1.12 ติดตั้งระบบหล่อเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 15-35 $^{\circ}\text{C}$ หรือในช่วงอุณหภูมิที่ครอบคลุมเหมาะสมต่อการทำงานของหลอดรังสีเอกซ์ และสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ไม่เกิน $\pm 1\text{K}$ เพื่อยืดอายุการใช้งานของหลอดให้ยาวนานขึ้น จำนวน 1 งาน
- 1.13 โต๊ะคอมพิวเตอร์ จำนวนอย่างน้อย 1 ตัว
- 1.14 เก้าอี้สำนักงาน จำนวนอย่างน้อย 2 ตัว
- 1.15 คู่มือการใช้งานรวมถึงคู่มือการเตรียมตัวอย่างและดำเนินการทดสอบ คู่มือการวิเคราะห์ผลการทดสอบ และคู่มือบำรุงรักษา ทั้งฉบับภาษาไทยอย่างน้อย 4 ชุด และภาษาอังกฤษ จำนวนอย่างน้อย 2 ชุด



2. เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) ขนาด 10 KVA จำนวน 1 เครื่อง ที่มีคุณลักษณะเฉพาะดังนี้
 - 2.1 เป็น UPS ชนิด True On-line double conversion ให้กระแสไฟฟ้าที่คงที่และต่อเนื่องตลอดเวลา
 - 2.2 ไมโครโปรเซสเซอร์ควบคุมการทำงานทั้งหมด เพื่อความเที่ยงตรงของไฟฟ้าขาออก
 - 2.3 แรงดันไฟฟ้าขาเข้า 220 Vac +/- 20% (Full load)
 - 2.4 แรงดันไฟฟ้าขาออก 208, 220, 230 & 240 Vac +/- 1% (สามารถเลือกแรงดันไฟขาออกได้)
 - 2.5 สัญญาณไฟฟ้าขาออกของภาค Inverter เป็น Pure sine wave
 - 2.6 สำรองไฟฟ้าได้ประมาณไม่น้อยกว่า 15 นาที (ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์)

3. ปรับปรุงห้อง 105 ชั้น 1 อาคาร 16/3 สำหรับติดตั้งเครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ จำนวน 1 งาน ที่มีรายละเอียดดังนี้
 - 3.1 งานเดินไฟจากตู้หลักของตึก 16/3 มายังตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่อง XRD โดยมีการติดตั้งเบรกเกอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 50 แอมป์
 - 3.2 ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ขนาดไม่น้อยกว่า 30,000 บีทียู จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เครื่อง
 - 3.3 ติดตั้งม่านบังแสงสำหรับหน้าต่างทุกบานในห้องสำหรับวางเครื่อง XRD
 - 3.4 ปรับปรุงกรอบหน้าต่างอลูมิเนียม จำนวน 1 บาน

4. เงื่อนไขประกอบ
 - 4.1 รับประกันคุณภาพตัวเครื่องและระบบเป็นระยะเวลาอย่างน้อย 2 ปี
 - 4.2 บริการตรวจเช็คเครื่องและระบบ (Preventive Maintenance) จำนวนอย่างน้อย 1 ครั้งต่อปี รวมจำนวนอย่างน้อย 4 ครั้ง โดยไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆ เพิ่มเติม
 - 4.3 ผู้ผลิตต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ระบบ ISO 9001
 - 4.4 บริษัทฯ แสดงหนังสือแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทที่ได้รับการแต่งตั้งจากตัวแทนจำหน่ายโดยตรง
 - 4.5 บริษัทฯ ต้องจัดอบรมการใช้งานเครื่องและโปรแกรม โดยวิทยากรอบรมต้องเป็นผู้ที่ได้รับ training certification โดยตรงจากผู้ผลิตจนกว่าผู้ปฏิบัติการสามารถใช้เครื่องมือหรือมีความชำนาญในการใช้เครื่องและโปรแกรมในปีแรกและจัดการอบรมเพื่อทบทวนหรือเสริมความรู้ ไม่น้อยกว่า 1 ครั้งต่อปี ในปีถัดไปตลอดช่วงการรับประกัน โดยไม่มีค่าใช้จ่าย
 - 4.6 บริษัทฯ จะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายการติดตั้งเครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบให้พร้อมใช้งาน
 - 4.7 บริษัทตัวแทนจำหน่ายได้การรับรองมาตรฐาน ISO 9001:2015 ทั้งระบบเพื่อให้บริการด้านอะไหล่และการดูแลรักษาเครื่อง
 - 4.8 ทางบริษัทผู้ขายจะต้องแยกราคาของเครื่องแต่ขึ้นในใบเสนอราคา ดังต่อไปนี้



- 4.8.1 เครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-Ray Diffraction)
- 4.8.2 เครื่องสำรองไฟ สำหรับเครื่องวิเคราะห์การของรังสีเอกซ์
- 4.8.3 เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับ XRD
- 4.8.4 ค่าติดตั้งระบบความปลอดภัย
- 4.8.5 ค่าติดตั้งระบบหล่อเย็นที่ควบคุมอุณหภูมิ
- 4.8.6 เครื่องปรับอากาศ
- 4.8.7 โต๊ะคอมพิวเตอร์
- 4.8.8 แก้วสำนักงาน ให้แยกระบุราคาตามจำนวนแก้ว
- 4.8.9 งานปรับปรุงห้อง 105 อาคาร 16/3 สำหรับเครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์

4.9 กำหนดส่งมอบงาน 180 วัน สถานที่ส่งมอบ อาคาร 16/3 สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

หลักเกณฑ์การพิจารณาข้อเสนอ โดยใช้เกณฑ์ราคา

คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ



ลงชื่อ..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ฉันทมณี พูลเจริญศิลป์)



ลงชื่อ..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์กนกวรรณ จ้าวสุวรรณ)



ลงชื่อ..... กรรมการและเลขานุการ
(นางสาวรัตนกร ยวงสวัสดิ์)