

## ร่างขอบเขตของงาน (TOR)

### การซื้อครุภัณฑ์การศึกษา

รายการ ชุดปฏิบัติการทางปิโตรเคมี จำนวน 2 ชุด

#### 1. ความเป็นมา

คณะวิทยาศาสตร์ รับผิดชอบจัดการเรียนการสอนสาขาวิชาเทคโนโลยีปิโตรเคมี และได้ดำเนินการตามหลักสูตร รวมถึงพัฒนาหลักสูตรอย่างต่อเนื่อง การจัดหาอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนและการปฏิบัติการถือเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของบัณฑิตที่จบการศึกษาจากคณะวิทยาศาสตร์

การจัดหาครุภัณฑ์ชุดปฏิบัติการปิโตรเคมีนี้ จะสนองตอบการเรียนการสอนในคณะวิทยาศาสตร์ด้วยกันหลายหลักสูตร อาทิเช่น หลักสูตรเคมีอุตสาหกรรม หลักสูตรเทคโนโลยีปิโตรเคมี และหลักสูตรปิโตรเคมีและเคมีของไฮโดรคาร์บอน

#### 2. วัตถุประสงค์

เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนในวิชา Unit Operations Laboratory หน่วยปฏิบัติการสำหรับอุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมปิโตรเคมี ปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรม 1 และปฏิบัติการเคมีอุตสาหกรรม 2

#### 3. คุณสมบัติของผู้เสนอราคา

- 3.1 ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้มีอาชีพขายพัสดุที่ประกวดราคาซื้อด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ดังกล่าว
- 3.2 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ที่ถูกระบุชื่อไว้ในบัญชีรายชื่อผู้ทำงานของทางราชการและได้แจ้งเวียนชื่อแล้วหรือไม่เป็นผู้ที่ได้รับผลของการสั่งให้นิติบุคคลหรือบุคคลอื่นเป็นผู้ทำงานตามระเบียบของทางราชการ
- 3.3 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้ได้รับเอกสิทธิ์หรือความคุ้มกัน ซึ่งอาจปฏิเสธไม่ยอมขึ้นศาลไทย เว้นแต่รัฐบาลของผู้เสนอราคาได้มีคำสั่งให้สละสิทธิ์และความคุ้มกันเหล่านั้น
- 3.4 ผู้เสนอราคาต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ร่วมกันกับผู้เสนอราคารายอื่น และ/หรือต้องไม่เป็นผู้มีผลประโยชน์ระหว่างผู้เสนอราคากับผู้ให้บริการตลาดกลางอิเล็กทรอนิกส์ ณ วันประกาศประกวดราคาซื้อด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือไม่กระทำการอันเป็นการขัดขวางทางการแข่งขันราคาอย่างเป็นธรรมในการประมูลซื้อด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์ครั้งนี้
- 3.5 ผู้เสนอราคาต้องเป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้าหรือได้รับการแต่งตั้งให้จำหน่ายสินค้าจากบริษัทผู้ผลิต โดยมีหลักฐานหนังสือแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่าย มาแสดงในวันยื่นซอง

#### 4. รายละเอียดและคุณลักษณะ

4.1 ชุดปฏิบัติการทางปิโตรเคมี ชุดที่ 1 มีรายละเอียดและคุณลักษณะขั้นต่ำ ดังนี้

4.1.1 ชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์แบบสูบเดี่ยว จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์พร้อมติดตั้งอุปกรณ์สำหรับวัดปริมาณการใช้อากาศ, เชื้อเพลิง, แรงบิด และความเร็วรอบของเครื่องยนต์, อุณหภูมิของไอเสีย และอุณหภูมิห้อง ณ ตำแหน่งกันเร่งต่างๆ

รายละเอียดทางเทคนิค

4.1.1.1 ไคนาโมมิเตอร์เป็นแบบไฮดรอลิกส์เบรก สามารถวัดกำลังสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 30 กิโลวัตต์ที่ 5000 รอบต่อนาที มีระบบรองรับกำลังจากเครื่องยนต์เป็นขอยพร้อมฝาครอบป้องกัน

4.1.1.2 เครื่องยนต์ที่ใช้กับเครื่องทดสอบ เป็นเครื่องยนต์ดีเซล 1 สูบ 4 จังหวะ ระบบฉีดตรง ระบายความร้อนด้วยน้ำ มีความจุกระบอกสูบไม่น้อยกว่า 500 CC สามารถประกอบเข้ากับอุปกรณ์อื่นได้อย่างสมบูรณ์

4.1.1.3 มีอุปกรณ์วัดต่างๆ ดังนี้

4.1.1.3.1 อุปกรณ์วัดความเร็วรอบมีคุณสมบัติดังนี้

4.1.1.3.1.1 หัววัดความเร็วรอบตัวเรือนทำจาก ABS resin สามารถทนการซ็อกได้ที่ระดับ 50 g และมีวงจรถูกป้องกันการเสิร์จและการกลับขั้ว

4.1.1.3.1.2 จอแสดงผลตัวเลขชนิด LED แสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 5 หลัก

4.1.1.3.1.3 มีปุ่มคีย์คำสั่งโปรแกรมต่างๆที่หน้าจอ

4.1.1.3.2 อุปกรณ์วัดแรงบิดมีคุณสมบัติดังนี้

4.1.1.3.2.1 จอแสดงผลเป็นตัวเลขชนิด LED แสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 5 หลัก

4.1.1.3.2.2 จอแสดงผลมีความละเอียดในการแปลงสัญญาณไม่น้อยกว่า 16 บิต

4.1.1.3.2.3 สามารถแสดงสัญญาณแจ้งเมื่อมีการวัดเกินช่วงวัดได้

4.1.1.3.2.4 มีปุ่มคีย์คำสั่งโปรแกรมต่างๆที่หน้าจอ

4.1.1.3.2.5 โหลดเซลล์จะต้องมีค่า Creep 0.02 % OFS หรือดีกว่า และมีค่า Error 0.02% OFS หรือดีกว่า

4.1.1.3.2.6 มีชุดสอบเทียบแรงบิดเป็นแขนสร้างแรงบิดและน้ำหนักถ่วง 1 ชุด

4.1.1.3.3 ชุดวัดอุณหภูมิพร้อมจอแสดงผลแบบตัวเลข อ่านค่าได้ละเอียด 0.1 องศา

หรือละเอียดกว่า พร้อมหัววัดอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 2 จุด และมีสวิตช์เลือกอ่านค่าเป็นแบบปุ่มกด

4.1.1.3.4 ถังน้ำมันพร้อมหลอดแก้วและสเกลที่ผ่านการสอบเทียบแล้วสำหรับวัด

ปริมาตรของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ พร้อมนาฬิกาจับเวลาดิจิตอล จำนวน 1 ชุด

- 4.1.1.3.5 การควบคุมตำแหน่งคันเร่งสามารถปรับได้โดยใช้มือหมุนและสามารถเร่งค้างได้ในตำแหน่งต่างๆ ตามต้องการ และสามารถควบคุมได้จาก โครงติดตั้งอุปกรณ์
- 4.1.1.3.6 อุปกรณ์ติดตั้งบนโครงเหล็กพ่นสีกันสนิมอย่างดี สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ส่วนของการทดสอบแยกออกจากส่วนของการควบคุมเพื่อง่ายต่อการศึกษา
- 4.1.1.3.7 อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศแบบ Air Box พร้อม Orifice plate พร้อม มาโนมิเตอร์น้ำที่สามารถปรับช่วงวัด พร้อมความละเอียด ได้โดย มีสเกลไม่น้อยกว่า 400 มม. อ่านละเอียด 1 มม. สามารถอ่านเป็นความดันต่างในช่วงวัดและความละเอียดดังนี้
  - ช่วงวัด 0 – 200 มม.น้ำ อ่านได้ละเอียด 0.5 มม. น้ำ
  - ช่วงวัด 0 – 80 มม.น้ำ อ่านได้ละเอียด 0.2 มม. น้ำ
  - ช่วงวัด 0 – 40 มม.น้ำ อ่านได้ละเอียด 0.1 มม. น้ำ
- 4.1.1.3.8 ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์ 1 เฟส 50 เฮิรตซ์
- 4.1.1.4 อุปกรณ์แปลงสัญญาณเพื่อแสดงผลผ่านทางคอมพิวเตอร์ จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
  - 4.1.1.4.1 มีบัส (BUS) เชื่อมต่อแบบ USB 2.0 Full Speed
  - 4.1.1.4.2 รับสัญญาณอนาล็อกได้ไม่น้อยกว่า 8 Single ended/4 Differential
  - 4.1.1.4.3 ความละเอียดในการรับสัญญาณเข้าไม่น้อยกว่า 11 bits
  - 4.1.1.4.4 อัตราการสุ่มสัญญาณ(Sampling rate) สูงสุดไม่น้อยกว่า 10,000 ครั้งต่อวินาที
  - 4.1.1.4.5 ความเร็วในการเชื่อมต่อสัญญาณไม่น้อยกว่า 12 Mb/s
- 4.1.1.5 ซอฟแวร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมาย และผลิตจาก โรงงานผู้ผลิตเดียวกับชุดทดสอบและมีคุณสมบัติดังนี้
  - 4.1.1.5.1 สามารถแสดงค่าต่าง ๆ ที่วัดได้ออกมาเป็นทั้งแบบหน้าปัดและตัวเลข
  - 4.1.1.5.2 ผู้ใช้สามารถป้อนค่าต่าง ๆ เพื่อใช้ร่วมในการประมวลผลการทดสอบได้ เช่น ค่าความถ่วงจำเพาะของเชื้อเพลิง, ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง, ตัวแปรสำหรับหาอัตราการไหลของเชื้อเพลิงและอากาศ เป็นต้น
  - 4.1.1.5.3 แสดงค่าแรงบิดออกมาได้ในหน่วยของนิวตันเมตร (Nm)
  - 4.1.1.5.4 แสดงค่าของความเร็วรอบออกมาในหน่วยของรอบต่อนาที (rpm)
  - 4.1.1.5.5 คำนวณกำลังของเครื่องยนต์แสดงในหน่วยวัตต์ (W)
  - 4.1.1.5.6 คำนวณประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ได้
- 4.1.1.6 มีคู่มือประกอบการทดลอง
- 4.1.1.7 ติดตั้งและสาธิตวิธีการใช้งาน พร้อมรับประกัน 1 ปี

#### 4.1.2 คอมพิวเตอร์สำหรับแสดงผล จำนวน 1 ชุด

4.1.2.1 หน่วยประมวลผลชนิด Intel Core2 Quad ความเร็ว ไม่ต่ำกว่า 2.33 GHz

4.1.2.2 หน่วยความจำไม่ต่ำกว่า 4 GB ชนิด DDR2-800 หรือดีกว่า

4.1.2.3 ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ชนิด SATA หรือดีกว่า ความจุไม่ต่ำกว่า 320 GB

4.1.2.4 ฟล็อปปี้ดิสก์ไครฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว

4.1.2.5 การ์ดแสดงผลแยกจากเมนบอร์ด โดยที่หน่วยความจำของการ์ดแสดงผลไม่น้อยกว่า 512 MB

4.1.2.6 ช่องต่อ Lan มีความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล 10/100/1000 กิโลบิตต่อวินาที

4.1.2.7 จอภาพ LCD ขนาดไม่ต่ำกว่า 19 นิ้ว

4.1.2.8 ช่องเสียบชนิด USB 2.0 อย่างน้อย 6 ช่อง โดยติดตั้งอยู่ด้านหน้าของเครื่อง อย่างน้อย 2 ช่อง

4.1.2.9 ระบบเสียงแบบ 5.1 ช่อง พร้อมลำโพง

4.1.2.10 คีย์บอร์ดภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

4.1.2.11 เมาส์ชนิดใช้แสง

#### 4.2 ชุดปฏิบัติการทางปิโตรเคมี ชุดที่ 2 มีรายละเอียดและคุณลักษณะขั้นต่ำ ดังนี้

##### 4.2.1 ชุดทดลองออสบอร์นเรย์โนลด์ จำนวน 1 ชุด

###### รายละเอียดทั่วไป

เป็นอุปกรณ์ทดลองแสดงการไหลแบบราบเรียบ ช่วงเปลี่ยนแปลงและแบบการไหลปั่นป่วน ตามหลักของออสบอร์นเรย์โนลด์ สามารถปรับระดับน้ำได้

อุปกรณ์การทดลองประกอบด้วย ถังอะคริลิกใส มีท่อปล่อยน้ำเข้าด้านข้างด้านล่าง โดยผ่านรูพรุนและลูกแก้วเพื่อให้น้ำไหลนิ่ง ปากทางเข้าของท่อทดลองมีลักษณะเป็นปากแตรใสต่อกับท่อใส มีวาล์วควบคุม การไหลของน้ำที่ปลายท่อ อัตราการไหลของน้ำวัดได้ด้วยกระบอกตวง ด้านบนของถังมีถังสีและเข็มฉีดยาในแนวกลางของท่อวัดทำให้สามารถสังเกตลักษณะของเส้นสีที่ไหลผ่านท่อทดลองได้

###### รายละเอียดทางเทคนิค

4.2.1.1 ท่อทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในไม่น้อยกว่า 14 มม. (อะคริลิก) หรือไม่น้อยกว่า 13 มม. (แก้ว)

4.2.1.2 ความยาวของท่อทดลองไม่น้อยกว่า 720 มม. โดยมีแผงหลังสำหรับช่วยในการสังเกตเส้นสีตลอดความสูงของท่อ

4.2.1.3 บริเวณปากทางเข้าท่อทดสอบจะต้องมีลักษณะเป็นปากแตรทำด้วยอะคริลิกใสตันขึ้นรูปอย่างดี

4.2.1.4 มีท่อสำหรับปรับระดับน้ำในถังหัวน้ำ 1 อัน

4.2.1.5 ถังสีทำด้วยอะคริลิกใสความจุไม่น้อยกว่า 0.5 ลิตร

- 4.2.1.6 ถ้วยวัดปริมาตรขนาด 2 ลิตร จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ใบ
- 4.2.1.7 มีคู่มือประกอบการทดลอง
- 4.2.1.8 มีซอฟต์แวร์ประกอบการเรียนการสอน(Learning Software) จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติ ดังนี้
  - 4.2.1.8.1 เป็นซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องผลิตจากโรงงานเดียวกันกับอุปกรณ์ทดลอง
  - 4.2.1.8.2 สามารถใช้งานได้กับระบบปฏิบัติการ Windows
  - 4.2.1.8.3 ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิธีทดลอง การคำนวณผลและสิ่งพิมพ์ได้
- 4.2.1.9 ติดตั้งและสาธิตวิธีการใช้งาน พร้อมรับประกัน 1 ปี

#### 4.2.2 ชุดศึกษาการวัดอัตราการไหล จำนวน 1 ชุด

##### รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองที่สมบูรณ์ในตัว สำหรับศึกษาเปรียบเทียบอุปกรณ์วัดอัตราการไหลแบบต่างๆ ของเหลวที่ไม่อัดตัว การสูญเสียความดันผ่านอุปกรณ์วัดแบบต่างๆ สามารถเปรียบเทียบได้โดยมาโนมิเตอร์น้ำ ซึ่งสามารถถอดและเสียบสายได้โดยง่าย มีวาล์วควบคุมอัตราการไหลผ่านอุปกรณ์ต่างๆ

##### รายละเอียดทางเทคนิค

- 4.2.2.1 ป้อนน้ำขนาดไม่น้อยกว่า 370 วัตต์ สามารถให้อัตราการไหลสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 80 ลิตรต่อ นาที, หัวน้ำสูงสุดไม่น้อยกว่า 18 เมตร
- 4.2.2.2 อุปกรณ์วัดอัตราการไหลเบื้องต้นทำด้วยอะคริลิกใส ได้แก่
  - 4.2.2.2.1 Venturi meter ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่น้อยกว่า 29 มม. รูกอด 17 มม. มุมเอียงด้านหน้า 21 องศา ด้านหลัง 14 องศา
  - 4.2.2.2.2 Orifice meter ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่น้อยกว่า 29 มม. รูกอด 20 มม.
  - 4.2.2.2.3 Pitot tube ติดตั้งในท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 19 มม.
  - 4.2.2.2.4 ISA Nozzle ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อไม่น้อยกว่า 29 มม.
- 4.2.2.3 มาตรวัดน้ำและมาตรวัดอัตราการไหลแบบ Variable area อยู่ในช่วงวัดไม่น้อยกว่า 10-70 ลิตร ต่อ นาที
- 4.2.2.4 ถังวัดปริมาตรขนาดไม่น้อยกว่า 40 ลิตร
- 4.2.2.5 ถังน้ำสำรองขนาดไม่น้อยกว่า 60 ลิตร
- 4.2.2.6 ท่อและวาล์วทำด้วยวัสดุไม่เป็นสนิม
- 4.2.2.7 จุดต่อวัดความดันแต่ละจุดเป็นข้อต่อแบบสวมเร็ว
- 4.2.2.8 มาโนมิเตอร์น้ำ จำนวนต่อวัดไม่น้อยกว่า 8 ท่อ ช่วงวัดไม่น้อยกว่า 0-950 มม. อ่านละเอียด 1 มม.
- 4.2.2.9 อุปกรณ์วัดความดันต่างแสดงผลแบบตัวเลขจำนวน 1 ชุด
- 4.2.2.10 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล แบบใบพัด พร้อมจอแสดงผลเป็นตัวเลข มีรายละเอียดดังนี้
  - 4.2.2.10.1 มีช่วงวัดความเร็วในการไหล 0.15 ถึง 8 เมตรต่อวินาที

- 4.2.2.10.2 มีค่า Linearity  $\pm 0.75\%$  และมีค่า Repeatability  $\pm 0.5\%$  หรือดีกว่า
- 4.2.2.10.3 โรเตอร์ทำจากวัสดุ ECTFE แกนเพลลาและลูกปืนต้องทำจากเซรามิกส์
- 4.2.2.10.4 จอแสดงผลเป็นตัวเลข ไม่น้อยกว่า 4 หลัก
- 4.2.2.10.5 จอแสดงผลมีค่า Accuracy 0.01% หรือดีกว่า
- 4.2.2.11 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล แบบ Electromagnetic แสดงผลเป็นตัวเลข มีรายละเอียด ดังนี้
  - 4.2.2.11.1 มีจอแสดงผล แบบ LCD 4 บรรทัด 16 ตัวอักษร
  - 4.2.2.11.2 มีค่าความเที่ยงตรง  $\pm 0.5\%$  หรือดีกว่า
  - 4.2.2.11.3 มีช่วงในการวัดความเร็วในการไหล 0.03-10 เมตรต่อวินาที
  - 4.2.2.11.4 ช่วงวัดอัตราการไหลไม่น้อยกว่า 15 ถึง 300 ลิตรต่อนาที
  - 4.2.2.11.5 สามารถวัดของไหลที่ช่วงอุณหภูมิ 0-80 องศาเซลเซียส
  - 4.2.2.11.6 มีสัญญาณออกเป็นชนิด 4-20 มิลลิแอมป์และพัลส์
  - 4.2.2.11.7 สามารถวัดการไหลได้ 2 ทิศทาง
- 4.2.2.12 ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิรตซ์
- 4.2.2.13 มีคู่มือประกอบการทดลอง
- 4.2.2.14 มีผ้าคลุมกันฝุ่น ดัดเย็บอย่างดีขนาดพอดีกับชุดทดลอง
- 4.2.2.15 ติดตั้งและสาธิตวิธีการใช้งาน พร้อมรับประกัน 1 ปี

#### 4.2.3 ชุดทดลองการพาความร้อนแบบอิสระและบังคับ จำนวน 1 ชุด รายละเอียดทั่วไป

เป็นชุดทดลองที่ใช้สำหรับศึกษาเรื่องการส่งถ่ายกำลังร้อนโดยการพาแบบอิสระและบังคับในท่อตั้ง มีตัวทำความร้อนและพื้นผิวส่งถ่ายความร้อนแบบต่าง ๆ ติดอยู่บริเวณกลางท่อ มีช่องหน้าต่างสำหรับดูชนิดของพื้นผิวทำความร้อน ท่อตั้งมีทางเข้าของอากาศอยู่ทางด้านล่างและทางออกอยู่ทางด้านบน โดยมีพัดลมติดตั้งอยู่ทางด้านบนของท่อ สำหรับการพาความร้อนแบบบังคับความเร็วของลมวัดด้วยเครื่องวัดความเร็วลมแบบความร้อน มีหัววัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิล สำหรับวัดอุณหภูมิของอากาศที่จุดต่าง ๆ ในท่อ และที่ผิวของตัวทำความร้อน ผู้ควบคุมและแสดงผลประกอบด้วยจอแสดงแรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า และอุณหภูมิ

##### รายละเอียดทางเทคนิค

- 4.2.3.1 ท่อลมมีพื้นที่หน้าตัดขนาดไม่น้อยกว่า 120x120 มม. ยาว 1000 มม. มีช่องสำหรับวัดความเร็วลม ติดตั้งมาพร้อมกับท่อ
- 4.2.3.2 แผ่นให้ความร้อนมีกำลังไม่น้อยกว่า 320 วัตต์ สามารถควบคุมการทำความร้อนได้ มีฉนวนกันความร้อนสำหรับมือจับ
- 4.2.3.3 พื้นผิวให้ความร้อนทำจากอลูมิเนียม มีแบบและขนาดพื้นที่ผิวต่าง ๆ ดังนี้
  - 4.2.3.3.1 แผ่นแบน ขนาดพื้นที่ไม่น้อยกว่า 100 ตร.ซม.
  - 4.2.3.3.2 ทรงกระบอก ขนาดพื้นที่รวมไม่น้อยกว่า 750 ตร.ซม.

- 4.2.3.3.3 ครีป ขนาดพื้นที่รวมไม่น้อยกว่า 2000 ตร.ซม.
- 4.2.3.4 พัฒนแบบไหลตามแนวแกนสามารถควบคุมความเร็วของพัดลมได้ให้อัตราการไหลสูงสุดมากกว่า 3.0 ลบ.ม. ต่อนาที ความเร็วสูงสุดมากกว่า 3 เมตรต่อนาที
- 4.2.3.5 อุปกรณ์วัดความเร็วลมแบบดิจิตอลชนิดใช้ความร้อนช่วงวัด 0-10 เมตรต่อวินาที และมีสัญญาณสำหรับแสดงผลผ่านคอมพิวเตอร์
- 4.2.3.6 มิเตอร์วัดกระแสและแรงดันไฟฟ้าแบบดิจิตอลมีรายละเอียดดังนี้
  - 4.2.3.6.1 มิเตอร์แสดงผลแบบตัวเลข LED จำนวนไม่น้อยกว่า 4 หลัก
  - 4.2.3.6.2 การวัดค่าสามารถเลือกได้ทั้งค่า RMS หรือค่า AVG
- 4.2.3.7 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและจอแสดงค่าอุณหภูมิแบบตัวเลขมีรายละเอียดดังนี้
  - 4.2.3.7.1 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิลไม่น้อยกว่า 4 จุด
  - 4.2.3.7.2 แสดงผลเป็นแบบ LED จำนวนไม่น้อยกว่า 3 หลัก อ่านได้ละเอียด 0.1°C
  - 4.2.3.7.3 มีสวิทช์เลือกตำแหน่งจุดวัดอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 4 จุด
- 4.2.3.8 มีสวิทช์เปิด-ปิด ชนิดมีไฟแสดงการทำงาน
- 4.2.3.9 อุปกรณ์ทั้งหมดติดตั้งบน โครงเหล็กพื้นสีผงอบอย่างดีทนต่อรอยขีดข่วน
- 4.2.3.10 ฐานเครื่องมือที่สำหรับปรับระดับของเครื่องได้
- 4.2.3.11 ใช้ไฟฟ้า 220 โวลท์ 50 เฮิร์ตซ์
- 4.2.3.12 อุปกรณ์แปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นดิจิตอล จำนวน 1 ชุด มีคุณสมบัติดังนี้
  - 4.2.3.12.1 มีความเร็วในการส่งข้อมูลได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 115.2 กิโลบิตต่อวินาที
  - 4.2.3.12.2 สามารถรับสัญญาณเข้าได้อย่างน้อยในช่วง  $\pm 15$  mV,  $\pm 50$  mV,  $\pm 100$  mV,  $\pm 500$  mV,  $\pm 1$  V,  $\pm 2.5$  V, และ  $\pm 20$  mA.
  - 4.2.3.12.3 มีความละเอียดในการประมวลผลไม่น้อยกว่า 16 บิต
  - 4.2.3.12.4 มีช่องรับสัญญาณเข้าไม่น้อยกว่า 8 ช่องสัญญาณ
  - 4.2.3.12.5 มีค่าความแม่นยำ  $\pm 0.1\%$  หรือดีกว่า
  - 4.2.3.12.6 สามารถทนแรงดันไฟฟ้าเกินได้ถึง  $\pm 35$  โวลท์ หรือดีกว่า
- 4.2.3.13 มีซอฟต์แวร์ที่มีลิขสิทธิ์ถูกต้องตามกฎหมายและเป็นซอฟต์แวร์ที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows XP มีคุณสมบัติต่าง ๆ ดังนี้
  - 4.2.3.13.1 สามารถแสดงค่าอุณหภูมิได้พร้อมกันไม่น้อยกว่า 4 จุด พร้อมแสดงค่าเฉลี่ย
  - 4.2.3.13.2 แสดงค่าอุณหภูมิในรูปของกราฟแท่งที่มีสเกลและแสดงเป็นตัวเลขได้
  - 4.2.3.13.3 แสดงค่าอุณหภูมิในหน่วยขององศาเซลเซียส มีสเกลสูงสุดไม่น้อยกว่า 100 องศา
  - 4.2.3.13.4 สามารถสั่งหยุดการแสดงผล, สั่งหยุดชั่วคราว, สั่งให้แสดงผลต่อและสั่งเก็บข้อมูล (Log Data) ได้
  - 4.2.3.13.5 สามารถแสดงค่าความเร็วลมแบบตัวเลขได้

- 4.2.3.13.6 สามารถแสดงข้อมูลที่เก็บไว้ในรูปของตารางและสามารถสั่งพิมพ์ได้
- 4.2.3.14 ติดตั้งและสาธิตวิธีการใช้งาน พร้อมรับประกัน 1 ปี
- 4.2.3.15 ความสามารถในการทดลอง
  - 4.2.3.15.1 มีคู่มือประกอบการทดลอง
  - 4.2.3.15.2 สาธิตหลักการของการพาความร้อนแบบอิสระและบังคับ
  - 4.2.3.15.3 สาธิตการส่งถ่ายความร้อนในแผ่นแบน พื้นผิวทรงกระบอกและครึ่ง
  - 4.2.3.15.4 สาธิตการกระจายอุณหภูมิบนพื้นผิวทางทรงกระบอกและครึ่ง

#### 4.2.4 คอมพิวเตอร์ประมวลผล จำนวน 1 ชุด

- 4.2.4.1 หน่วยประมวลผลชนิด Intel Core2 Quad ความเร็วไม่ต่ำกว่า 2.33 GHz
- 4.2.4.2 หน่วยความจำไม่ต่ำกว่า 4 GB ชนิด DDR2-800 หรือดีกว่า
- 4.2.4.3 ฮาร์ดดิสก์ไครฟ์ชนิด SATA หรือดีกว่า ความจุไม่ต่ำกว่า 320 GB
- 4.2.4.4 ฟลอปปีไดส์ไครฟ์ขนาด 3.5 นิ้ว
- 4.2.4.5 การ์ดแสดงผลแยกจากเมนบอร์ด โดยที่หน่วยความจำของการ์ดแสดงผลไม่น้อยกว่า 512 MB
- 4.2.4.6 ช่องต่อ Lan มีความเร็วในการส่งผ่านข้อมูล 10/100/1000 กิโลบิตต่อวินาที
- 4.2.4.7 จอภาพ LCD ขนาดไม่ต่ำกว่า 19 นิ้ว
- 4.2.4.8 ช่องเสียบชนิด USB 2.0 อย่างน้อย 6 ช่อง โดยติดตั้งอยู่ด้านหน้าของเครื่อง อย่างน้อย 2 ช่อง
- 4.2.4.9 ระบบเสียงแบบ 5.1 ช่อง พร้อมลำโพง
- 4.2.4.10 คีย์บอร์ดภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- 4.2.4.11 เมาส์ชนิดใช้แสง

#### 4.2.5 ชุดทดลองหอล้อเย็น จำนวน 1 ชุด

##### รายละเอียดทั่วไป

ชุดทดลองนี้ใช้แสดงการทำงานของ Cooling Tower โดยมีปั๊มสูบน้ำผ่านมาตรวัดอัตราการไหล ไปยังหัวพ่นน้ำด้านบนของ Tower ใน Tower นี้จะมีวัสดุทดลองใส่ไว้เพื่อทำให้น้ำที่ตกลงมาเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ หรือเป็นเม็ดเล็ก ๆ มีการสำรองน้ำเพื่อป้อนไปยังถังเก็บหากมีระดับต่ำเกินไป ด้านล่างของถังสำรองจะมีพัดลมเป่าลมจากข้างล่างขึ้นข้างบนผ่าน Cooling Tower

##### รายละเอียดทางเทคนิค

- 4.2.5.1 หอใส่วัสดุกระจายน้ำ (Packed column) มีขนาดไม่น้อยกว่า 200 x 200 มม. สูงไม่น้อยกว่า 600 มม. ทำด้วยอะคริลิกใส วัสดุกระจายน้ำเป็นแบบแผ่นความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 100 ตารางเมตรต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ชุด



- 4.2.5.2 หัวกระจายน้ำพร้อมแผงกันละอองน้ำ 1 ชุด
- 4.2.5.3 เครื่องเป่าลมสามารถให้อัตราการไหลสูงสุดไม่น้อยกว่า 3 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที สามารถปรับปริมาณลมได้
- 4.2.5.4 ป้อนน้ำร้อน สามารถให้อัตราการไหลสูงสุด ไม่น้อยกว่า 20 ลิตรต่อนาที
- 4.2.5.5 มาตรวัดอัตราการไหล ช่วงวัดไม่น้อยกว่า 2-18 ลิตรต่อนาที
- 4.2.5.6 อุปกรณ์ทำความร้อน (Heater) ไม่น้อยกว่า 3000 วัตต์
- 4.2.5.7 ถังเก็บน้ำ พร้อมถังสำรองน้ำทำด้วยเหล็กสแตนเลส 1 ชุด
- 4.2.5.8 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของน้ำร้อนไม่ให้เกิน 80 องศาเซลเซียส
- 4.2.5.9 มีอุปกรณ์ป้องกันการทำงานเมื่อระดับน้ำในถังน้ำร้อนต่ำ
- 4.2.5.10 หัววัดอุณหภูมิ
  - 4.2.5.10.1 สำหรับน้ำ 3 ตำแหน่ง ได้แก่ วัดที่ถังเก็บน้ำ, วัดที่ก่อนและหลังวัสดุกระจายน้ำ
  - 4.2.5.10.2 สำหรับลม 4 ตำแหน่ง ได้แก่ วัดทั้งแบบแห้งและแบบเปียกที่ทางออกของพัดลมและทางออกของท่อใส่วัสดุกระจายน้ำ
  - 4.2.5.10.3 จอวัดค่าอุณหภูมิ จำนวน 1 ชุด สามารถอ่านค่าได้ละเอียด 0.1°C และมีสวิทช์เลือกอ่านอุณหภูมิแต่ละจุด
- 4.2.5.11 อุปกรณ์วัดความเร็วลม สามารถวัดความเร็วลมไม่น้อยกว่า 0 – 10 เมตรต่อวินาที
- 4.2.5.12 ไมโครมิเตอร์น้ำแบบเชิงขนิศปรับช่วงวัด มีสเกลอ่านระยะ 0-400 มม. อ่านได้ละเอียดสูงสุดถึง 0.1 มม. น้ำ
- 4.2.5.13 มีคู่มือประกอบการทดลอง
- 4.2.5.14 ใช้ไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮริทซ์
- 4.2.5.15 ติดตั้งและสาธิตวิธีการใช้งาน พร้อมรับประกัน 1 ปี

#### 4.2.6 ชุดศึกษาการแพร่ของของเหลว จำนวน 1 ชุด

รายละเอียดทั่วไป

ชุดฝึกสาธิตออกแบบเพื่อใช้ในการวัดการแพร่กระจายของอนุภาคโมเลกุลของของเหลว

รายละเอียดทางเทคนิค

- 4.2.6.1 ภาชนะบรรจุของเหลว (Diffuser vessel) มีลักษณะโปร่งใสสามารถบรรจุของเหลวได้ 1.0 ลิตร
- 4.2.6.2 มิเตอร์วัดความนำไฟฟ้า (Conductivity meter) สามารถทำการวัดได้ในย่าน 200  $\mu$ S, 2mS และ 20mS พร้อมสายตัวนำสัญญาณ (Conductivity leads)
- 4.2.6.3 ตัวตรวจวัดความนำไฟฟ้า (Conductivity sensor) มีความละเอียด 0.001 mS for a 1M sale solution
- 4.2.6.4 มีชุด Magnetic Stirrer เป็นตัวทำผสมระหว่างของเหลวเข้าด้วยกัน

4.2.6.5 ชุดฝึกทดลองสามารถทดลองครอบคลุมเนื้อหาได้ดังต่อไปนี้:

4.2.6.5.1 Accurate measurement of mass transfer rates in the absence of convective effects

4.2.6.5.2 Use of Fick's Law to deduce diffusion coefficients from measurements of mass transfer rate and concentration difference

4.2.6.5.3 Simple analysis of a first order unsteady state process

4.2.6.5.4 Effect of concentration on diffusion coefficients

4.2.6.5.5 Gaining familiarity with the use of laboratory instruments to achieve accurate measurements of data required for industrial process design

4.6.6 มีคู่มือประกอบการทดลอง

4.6.7 ใช้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรท์

4.6.8 ติดตั้งและสาธิตวิธีการใช้งาน พร้อมรับประกัน 1 ปี

4.2.7 ชุดศึกษาการทนต่อสภาวะไอเกลือ จำนวน 1 ชุด  
รายละเอียดทั่วไป

เป็นอุปกรณ์ที่สามารถจำลองการทดสอบการทนต่อสภาวะไอเกลือ ได้ตามมาตรฐานการทดสอบ JIS D0201, H8502, H8610, Z2371, ASTM B117

รายละเอียดทางเทคนิค

4.2.7.1 ทดสอบชิ้นงานได้ตามมาตรฐาน JIS D0201, H8502, H8610, Z2371, ASTM B117  
เป็นอย่างน้อย

4.2.7.2 มีพื้นที่ในการทดสอบไม่น้อยกว่า 600x450x400 มิลลิเมตร

4.2.7.3 โครงสร้างของเครื่องทำจากวัสดุที่เป็น P.V.C พร้อมฝาครอบทำจาก อะคริลิกแบบใส

4.2.7.4 ถังใส่น้ำเกลือติดตั้งอยู่กับตัวเครื่อง

4.2.7.5 Air-Saturate Tube ทำจากวัสดุ สแตนเลสสตีล SUS#304

4.2.7.6 ควบคุมอุณหภูมิแบบดิจิตอล P.I.D control ตั้งแต่ 0-99.9 °C ค่าความผิดพลาดน้อยกว่า  $\pm 0.3$  °C

4.2.7.7 ตั้งเวลาในการทดสอบได้ตั้งแต่ 0.1 วินาที ถึง 999 ชั่วโมง

4.2.7.8 ตัวเครื่องสามารถหยุดทำงานอัตโนมัติ เมื่อสิ้นสุดเวลาทดสอบ และเมื่อเกิดข้อผิดพลาดกับตัวเครื่องพร้อมไฟสัญญาณเตือน High Temp, Low Salt, Low Level

4.2.7.9 มีอุปกรณ์ปรับแรงดันลม พร้อมหน้าปัดแสดงค่า

4.2.7.10 มีอุปกรณ์บันทึกชั่วโมงการทำงานทั้งหมดของตัวเครื่อง

4.2.7.11 มีคู่มือการทดสอบและบำรุงรักษาเครื่อง

4.2.7.12 ใช้กับไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรท์

4.2.7.13 ติดตั้งและสาธิตวิธีการใช้งาน พร้อมรับประกัน 1 ปี

## 5. ระยะเวลาดำเนินการ

ประมาณการดำเนินการประกวดราคาด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ แล้วเสร็จภายใน 120 วัน

## 6. ระยะเวลาส่งมอบของ

ส่งของ ณ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำหนดการส่งมอบภายใน 120 วัน นับถัดจากวันลงนามในสัญญาซื้อขาย

## 7. วงเงินในการจัดซื้อ

จำนวนเงิน 2,500,000.- บาท (สองล้านห้าแสนบาทถ้วน)

## 8. เงื่อนไขอื่น ๆ

การยึดหลักประกันซองของผู้มีสิทธิเสนอราคาจะดำเนินการในกรณี ดังต่อไปนี้

1. ผู้มีสิทธิเสนอราคาไม่ส่งผู้แทนมาลงทะเบียนเพื่อเข้าสู่กระบวนการเสนอราคา ตามวัน เวลา และสถานที่ที่กำหนด
2. ผู้มีสิทธิเสนอราคาที่มาลงทะเบียนแล้ว ไม่ LOG IN เข้าสู่ระบบ
3. ผู้มีสิทธิเสนอราคา LOG IN แล้ว แต่ไม่มีการเสนอราคา หรือเสนอราคาผิดเงื่อนไขที่กำหนด โดยการเสนอราคาสูงกว่า หรือเท่ากับราคาเริ่มต้นการประมูล
4. ผู้มีสิทธิเสนอราคาไม่ลงลายมือชื่อในแบบ บก.008 แบบยืนยันราคาสุดท้ายในการเสนอราคา