

ชุดทดลองการกลั่นแบบลำดับส่วน

แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ชุด

1. คุณลักษณะทั่วไป

เป็นชุดทดลองเพื่อศึกษากระบวนการกลั่น ในหอกลั่นแบบ Sieve tray column และ Packed column สามารถศึกษาการกลั่นทั้งแบบกะ (Batch operation) และ แบบต่อเนื่อง (Continuous operation) ส่วนประกอบหลัก ประกอบด้วย

- หอกลั่นแบบ Sieve tray plate
- หอกลั่นแบบ Packed column
- หม้อต้ม (Reboiler) แบบ Thermo-siphon
- ส่วนควบแน่น (Condenser)
- ส่วนควบคุมการป้อนกลับ (Reflux control)
- ส่วนเก็บผลิตภัณฑ์ส่วนบน (Top product collector & Product cooler)
- ส่วนเก็บผลิตภัณฑ์ส่วนล่าง (Bottom product collector & Cooler)
- ส่วนควบคุมการป้อนแบบต่อเนื่อง (Continuous feed unit)
- ระบบ วัด และ ควบคุม ได้แก่ ระบบวัด และ ควบคุม อุณหภูมิ, กำลังไฟฟ้า, ระดับของเหลว, ความดัน, อัตราการไหล
- มีป้อนสัญญาณสำหรับทำการกลั่นภายใต้สภาวะสุญญากาศได้

โดยส่วนประกอบข้างต้น ประกอบสำเร็จบนโครงสร้างแบบอลูมิเนียมโพรไฟล์ (Aluminium profile frame)

ผลิตโดยบริษัทที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน ISO9001 ในขอบเขตการรับรองการผลิต และ ออกแบบชุดทดลองอุปกรณ์การสอนทางด้าน Unit operation in Chemical Engineering

กำหนดส่งมอบ 120 วัน, รับประกัน 1 ปี, มีคู่มือประกอบการใช้งานและการทดลอง อย่างน้อย 1 ชุด

๑ ๑๕ ๑๕
๑๕ ๑๕ ๑๕

สามารถทำการทดลองในหัวข้อต่อไปนี้

- ศึกษาทำความเข้าใจกระบวนการการกลั่นแบบกะ (Batch operation) และ แบบต่อเนื่อง (Batch operation)
- แสดงให้เห็นโปรไฟล์ของอุณหภูมิในหอกลั่น (Temperature profile)
- ศึกษาผลของ Boil-up rate โดยการแปรผันพลังงานในการทำความร้อน ที่มีต่อความดันลด และ ปรากฏการณ์การไหล (Flow condition) ภายใน หอกลั่นแบบ Sieve tray และ แบบ Packed column ในกระบวนการกลั่นแบบกะ
- การหาจำนวนชั้นทางทฤษฎีตามวิธีของ McCabe-Thiele และการหาประสิทธิภาพรวมของคอลัมน์ สำหรับหอกลั่นแบบ Sieve tray และแบบ Packed column ในกระบวนการกลั่นแบบกะ
- ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโปรไฟล์ของอุณหภูมิในหอกลั่น และ องค์ประกอบของสารที่ส่วน top และ bottom เมื่อเวลาผ่านไป ในกระบวนการกลั่นแบบกะที่อัตราส่วนรีฟลักซ์คงที่
- การหาจำนวนชั้นทางทฤษฎีตามวิธีของ McCabe-Thiele ในกระบวนการกลั่นแบบต่อเนื่อง
- การควบคุมกำลังไฟฟ้าที่จ่ายฮีตเตอร์ในหม้อต้มโดยควบคุมอุณหภูมิส่วนล่างของหอกลั่น ด้วยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ
- การควบคุมรีฟลักซ์โดยควบคุมอุณหภูมิส่วนบนของหอกลั่น ด้วยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ

2. คุณลักษณะทางเทคนิค ประกอบด้วย

2.1 หอกลั่นแบบ Sieve plate จำนวน 1 หอ มีรายละเอียดดังนี้

- 2.1.1 ทำด้วยท่อแก้วโบโรซิลิเกต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ความสูง 1,000 มิลลิเมตร ปลายทั้งสองด้านยึดด้วยหน้าแปลนแบบ Backing flange คล้องกับปากแก้วแบบ Xtrong joint ที่หลอมขึ้นรูปเป็นขอบหนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร โดยมีซีล แบบ collar O ring ทำจากวัสดุ PTFE
- 2.1.2 มี Sieve tray ไม่น้อยกว่า 8 Trays ทำด้วยวัสดุ PTFE และ สแตนเลสสตีล
- 2.1.3 มีช่องสำหรับติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 8 จุด
- 2.1.4 มีช่องสำหรับป้อนสารแบบต่อเนื่อง 1 ช่อง

- 2.1.5 มีช่องสำหรับป้อนรีฟลักซ์ 1 ช่อง
- 2.1.6 ด้านบนสุดของหอ มีท่อแยกไอ/ของเหลว ทำด้วยท่อแก้วโบโรซิลิเกต มีช่องให้ไอระเหยลลอยขึ้นไปยังส่วนควบแน่น และมีบารองรับของเหลวเพื่อแยกของเหลวที่ควบแน่นออกจากหอ

2.2 หอกลิ้นแบบ Packed column จำนวน 1 หอ มีรายละเอียดดังนี้

- 2.2.1 ทำด้วยท่อแก้วโบโรซิลิเกต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ความสูง 1,000 มิลลิเมตร. ปลายทั้งสองด้านยึดด้วยหน้าแปลนแบบ Backing flange คล้องกับปากแก้วแบบ Xtrong joint ที่หลอมขึ้นรูปเป็นขอบหนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร โดยมีซีล แบบ collar O ring ทำจากวัสดุ PTFE
- 2.2.2 มีแพคกิ้งแบบ Raschig ring ทำด้วยแก้วโบโรซิลิเกต
- 2.2.3 มีช่องสำหรับติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิไม่น้อยกว่า 4 จุด
- 2.2.4 มีช่องสำหรับป้อนสารแบบต่อเนื่อง 1 ช่อง
- 2.2.5 มีช่องสำหรับป้อนรีฟลักซ์ 1 ช่อง
- 2.2.6 ด้านบนสุดของหอ มีท่อแยกไอ/ของเหลว ทำด้วยท่อแก้วโบโรซิลิเกต มีช่องให้ไอระเหยลลอยขึ้นไปยังส่วนควบแน่น และมีบารองรับของเหลวเพื่อแยกของเหลวที่ควบแน่นออกจากหอ

2.3 หม้อต้ม (Reboiler) แบบ Thermo-siphon จำนวน 1 ใบ มีรายละเอียดดังนี้

- 2.3.1 มีขนาดความจุ 15 ลิตร ทำด้วยแก้วโบโรซิลิเกต สามารถมองเห็นภายในได้ชัดเจน
- 2.3.2 มีฝาปิดท้ายทำด้วยสแตนเลสสตีล ยึดกับส่วนที่เป็นแก้วด้วยหน้าแปลนแบบ Backing flange คล้องกับปากแก้วแบบ Xtrong joint ที่หลอมขึ้นรูปเป็นขอบหนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร โดยมีซีลแบบ collar O ring ทำจากวัสดุ PTFE
- 2.3.3 มีช่องสำหรับป้อนสาร พร้อมวาล์ว เปิด ปิด
- 2.3.4 มีท่อนำไอ (Vapor line) แยกไปยังหอแต่ละหอ โดยมี T-way valve สำหรับเลือกเปิดไปยังหอที่ใช้งาน พร้อมสัญลักษณ์บอกทิศทางเพื่อป้องกันการปิดกั้นทางไหลจากการปรับทางไม่ถูกต้อง
- 2.3.5 มีเซนเซอร์ตรวจสอบระดับ (Level sensor) เพื่อป้องกันความเสียหายต่อฮีตเตอร์เมื่อระดับของเหลวในหม้อต้มต่ำเกินไป
- 2.3.6 มีเซนเซอร์พร้อมวาล์วควบคุมระดับของเหลวอัตโนมัติในกรณีปฏิบัติการแบบต่อเนื่อง

- 2.3.7 อีตเตอร์ไฟฟ้ากำลังไฟฟ้าไม่ต่ำกว่า 2.5 กิโลวัตต์ พร้อมThermostat เพื่อป้องกันการ Over heat (ไม่เกิน 150 °C)
 - 2.3.8 อุณหภูมิทำงานสูงสุดไม่น้อยกว่า 130 °C
 - 2.3.9 ช่วงความดันใช้งาน Full vacuum to Ambient
 - 2.3.10 มี Pressure relief valve สำหรับป้องกันความดันสูง ป้องกันไม่ให้ความดันสูงเกินกว่า 1 บาร์
- 2.4 ส่วนควบแน่น (Condenser) แบบ Coil in shell จำนวน 2 อัน ติดตั้งอยู่บนยอดหอกลั่นแต่ละหอ มีคุณสมบัติดังนี้
- 2.4.1 พื้นที่แลกเปลี่ยนความร้อน 0.3 ตารางเมตร
 - 2.4.2 Coil และ Shell ทำด้วยแก้วโบโรซิลิเกต
 - 2.4.3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ Shell ไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 550 มิลลิเมตร
 - 2.4.4 ยึดกับส่วนที่หอกลั่นด้วยหน้าแปลนแบบ Backing flange คล้องกับปากแก้วแบบ Xtrong joint ที่หลอมขึ้นรูปเป็นขอบหนาไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร โดยมีซีล แบบ collar O ring ทำจากวัสดุ PTFE
 - 2.4.5 ปลายด้านบนมีท่อต่อไปเชื่อมต่อกับปั๊มสุญญากาศ พร้อมติดตั้งวาล์วสำหรับปรับความดัน และ Pressure relief valve ป้องกันไม่ให้ความดันสูงเกินกว่า 1 บาร์
- 2.5 ส่วนควบคุมการป้อนกลับ(Reflux control)
- 2.5.1 มี Reflux accumulator เป็นถังทรงกระบอกมีขนาดความจุไม่น้อยกว่า 250 มิลลิลิตร ทำด้วยแก้วโบโรซิลิเกต
 - 2.5.2 มีฝาปิดด้านบนและด้านล่างทำด้วยสแตนเลสสตีล
 - 2.5.3 มีท่อไหลล้นไปยังส่วนเก็บผลิตภัณฑ์ส่วนบน
 - 2.5.4 มีวาล์วควบคุมการรีฟลักซ์ (Reflux control valve) แบบ 3 way Solenoid valve ทำหน้าที่ควบคุมการป้อนของเหลวที่กลั่นได้กลับเข้าหอ และ นำออกจากหอ ตัววาล์ว ทำด้วยสแตนเลสสตีล จำนวน 1 ชุด
 - 2.5.5 มีวาล์วสำหรับเลือกปิดเปิด ให้ของเหลวไหลเข้าที่หอที่ทำการทดลอง
- 2.6 ส่วนเก็บผลิตภัณฑ์ส่วนบน(Top product collector & Product cooler) ประกอบด้วย
- 2.6.1 ภาชนะรับของเหลวที่กลั่นได้เพื่อตรวจวัดอัตราการกลั่น (Metering cylinder) ขนาดไม่น้อยกว่า 250 มิลลิลิตร ทำด้วยแก้วโบโรซิลิเกตมีสเกลบอกปริมาตร พร้อม Vacuum/vent valve จำนวน 1 ใบ

- 2.6.2 ภาชนะเก็บของเหลวที่กลั่นได้ (Receiver) ขนาด 5 ลิตร ทำด้วยแก้วโบโรซิลิเกตมีสเกลบอกปริมาตร พร้อม Vacuum/vent valve จำนวน 1 ใบ สามารถนำของเหลวที่กลั่นได้ออกมาในขณะที่ปฏิบัติการภายใต้สภาวะสุญญากาศ
- 2.6.3 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับลดอุณหภูมิผลิตภัณฑ์(Product cooler) จำนวน 1 อัน
- 2.7 ส่วนเก็บผลิตภัณฑ์ส่วนล่าง(Bottom product collector & cooler) ประกอบด้วย
- 2.7.1 ภาชนะเก็บของเหลวที่กลั่นได้ (Receiver) ขนาด 3 ลิตร ทำด้วยแก้วโบโรซิลิเกตมีสเกลบอกปริมาตร พร้อม Vacuum/vent valve จำนวน 1 ใบ สามารถนำของเหลวที่กลั่นได้ออกมาในขณะที่ปฏิบัติการภายใต้สภาวะสุญญากาศ
- 2.8 อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับลดอุณหภูมิผลิตภัณฑ์(Product cooler) จำนวน 1 อัน เป็นแบบ Coil และ Shell ทำด้วยแก้วโบโรซิลิเกต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของ Shell ไม่น้อยกว่า 45 มิลลิเมตร ความยาวไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร
- 2.9 ส่วนควบคุมการป้อนสารแบบต่อเนื่อง(Continuous feed unit) มีรายละเอียดดังนี้
- 2.9.1 ถังป้อนสารทำจากแก้วโบโรซิลิเกต ความจุ 2 ลิตร มีสเกลบอกปริมาตรจำนวน 1 ใบ
- 2.9.2 ป้อนสารแบบ Peristaltic สามารถปรับอัตราป้อนโดยปรับความเร็วรอบได้
- 2.9.3 มีท่อเชื่อมต่อกับ Bottom product cooler ทำการ Preheat
- 2.9.4 มีท่อป้อนสารพร้อมวาล์วสำหรับเลือกปิดเปิดให้สารป้อนเข้าที่กลางหอที่ทำการทดลอง
- 2.10 ระบบวัด และ ควบคุม มีรายละเอียดดังนี้
- 2.10.1 อุปกรณ์วัดความดันคร่อมหอกลั่น แบบ Differential pressure transmitter ตัวเครื่องทำจากวัสดุ สแตนเลสสตีล มีช่วงการวัด 0 ถึง 100 mBar
- 2.10.2 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ จำนวนไม่น้อยกว่า 19 ตัว สำหรับ วัดอุณหภูมิในหอแต่ละหอ, อุณหภูมิที่ยอดหอ(ที่ท่อแยกไอ/ของเหลว), อุณหภูมิในหม้อต้ม, อุณหภูมิรีฟลักซ์ , อุณหภูมิสารป้อนและอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นขาเข้าขาออก
- 2.10.3 ระบบปรับควบคุมกำลังไฟฟ้าฮีตเตอร์ในหม้อต้ม ประกอบด้วย
- 1) เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าแบบดิจิตอล จำนวน 1 ชุด อุณหภูมิหม้อต้มแบบ Manual
 - 2) เครื่องควบคุมอุณหภูมิส่วนล่างของหอกลั่น มีคุณสมบัติดังนี้
 - สามารถควบคุมอุณหภูมิ แบบ automatic แบบ PID
 - สามารถทำการควบคุมแบบ manual เพื่อปรับกำลังไฟฟ้าคงที่
 - มีจอแสดงผลแบบดิจิตอล

- มีระบบตรวจสอบการขาดหายของสัญญาณจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เครื่องควบคุมจะปิดการทำงานของฮีตเตอร์โดยอัตโนมัติ

2.10.4 ระบบปรับอัตราการรีฟลักซ์ และ ควบคุมอุณหภูมิหอกลั่นส่วนบน คุณสมบัติดังนี้

- 1) ควบคุมด้วยเครื่องควบคุมอุณหภูมิ แบบ PID แสดงผลแบบดิจิทัล
- 2) ควบคุมอุณหภูมิหอกลั่นส่วนบนอัตโนมัติ โดยสั่งปรับอัตราส่วนการเปิดปิด Reflux control valve โดยอัตโนมัติ ตั้งแต่ 0 – 100% จำนวน 1 ชุด
- 3) สามารถปรับอัตราส่วนรีฟลักซ์แบบคงที่ โดยปรับเครื่องควบคุมให้ทำงานแบบ manual

2.10.5 มีโรตารีเตอร์ วัดอัตราการไหลของน้ำได้จาก 63 - 630 ลิตร/ชั่วโมง พร้อมวาล์ว สำหรับปรับอัตราการไหล และ เซนเซอร์ตรวจจับการไหลของน้ำ ซึ่งจะมีสัญญาณเตือน และ ตัดการทำงานของฮีตเตอร์อัตโนมัติหากไม่มีการไหล

2.11 ระบบบันทึกและแสดงข้อมูลอัตโนมัติผ่านคอมพิวเตอร์

2.11.1 มีจอแสดงผลแบบ Touch screen LCD สำหรับแสดงข้อมูลการทำงานพร้อมระบบแจ้งเตือนความผิดปกติของการทำงาน(Alarm) ขนาดไม่เล็กกว่า 4.3 นิ้วแบบ Wide screen มีฟังก์ชันสำหรับเข้าถึงและควบคุมระยะไกล(Webserver) มีช่องเสียบ SD card สำหรับ บันทึก และ upload/download ฐานข้อมูล

2.11.2 สามารถแสดงผลการเปลี่ยนแปลงค่า ความดัน, อุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ ทั้งแบบตัวเลข และกราฟ

2.11.3 แสดงข้อความเตือนให้ปรับวาล์วให้ถูกต้องต่อลักษณะการปฏิบัติการเมื่อเปิดเครื่อง

2.11.4 แสดงข้อความ และ สัญญาณ สี และ เสียงเตือน เมื่อตรวจพบความผิดปกติ ได้แก่ เซนเซอร์สำหรับควบคุมอุณหภูมิส่วนล่างเสียหาย, ระดับของเหลวในหม้อต้มต่ำ, อุณหภูมิฮีตเตอร์สูงเกินกำหนด, ไม่มีการไหลของน้ำหล่อเย็น

2.11.5 สามารถบันทึกข้อมูลไว้หน่วยความจำแบบ SD card ติดตั้งมาในเครื่องมีขนาดไม่น้อยกว่า 16 GB

2.11.6 มีช่องเชื่อมต่อสัญญาณกับคอมพิวเตอร์แบบ USB หรือ Ethernet ชนิดอุตสาหกรรม ติดตั้งไว้ที่ด้านข้างตู้ควบคุม

2.11.7 สามารถแสดงผล และ บันทึกข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์ได้

2.12 มีปั๊มสุญญากาศสร้างสภาวะความดันสุญญากาศ ได้ถึง 200 mbar Absolute พร้อมเกจวัดความดันและ Needle valve สำหรับควบคุมระดับสุญญากาศปรับด้วยมือ

2.13 ชุดทดลองติดตั้งบนโครงสร้างที่แข็งแรงทำจากอลูมิเนียมอัลลอยด์ (Aluminium profile frame)

2.14 ชุดทดลองใช้ระบบไฟฟ้า 220V AC /50 HZ 1 Phase

2.15 มีอุปกรณ์ส่วนควบ ดังต่อไปนี้

2.15.1 เครื่องวัดค่าดัชนีหักเหในสารละลายแบบดิจิตอล มีคุณสมบัติดังนี้ จำนวน 1 เครื่อง

- 1) สามารถวัดค่าดัชนีหักเหในสารละลายได้ ตั้งแต่ 1.3300 ถึง 1.5080 nD อ่านค่าได้ละเอียด 0.0001 nD
- 2) สามารถวัดค่าอุณหภูมิ ตั้งแต่ 0 ถึง 80 °C อ่านค่าได้ละเอียด 0.1 °C
- 3) มีจอแสดงผลแบบ Dual-level LCD แสดงค่าดัชนีหักเห และค่าอุณหภูมิ ในขณะเดียวกัน
- 4) มีระบบชดเชยอุณหภูมิอัตโนมัติ (Automatic temperature compensation) ในช่วงอุณหภูมิ 10 °C ถึง 40 °C
- 5) แหล่งกำเนิดแสง (Light source) เป็นแบบ LED สีเหลือง
- 6) ช่องใส่ตัวอย่าง (Sample cell) เป็นวงแหวนสแตนเลสสตีล และ flint glass prism
- 7) มีระบบปิดการทำงานอัตโนมัติ (Auto shut-off) เมื่อไม่ได้ใช้งานเกินกว่า 3 นาที
- 8) สามารถทำการสอบเทียบ 1 จุด โดยใช้ น้ำกลั่น
- 9) ใช้แบตเตอรี่ 9 โวลท์
- 10) ตัวเครื่องทำจาก Thermoplastic ABS, ระดับการป้องกัน IP65

2.15.2 ตู้อบลมร้อนแบบมีพัดลม (Drying oven) มีคุณสมบัติดังนี้ จำนวน 1 เครื่อง

- 1) ภายในเครื่องทำจากสแตนเลสสตีล และภายนอกทำด้วยเหล็กคุณภาพดี
- 2) มีหน้าต่างด้านหน้าทำจากกระจกแก้วนิรภัยสองชั้น
- 3) ควบคุมอุณหภูมิด้วยระบบ Microprocessor PID มีจอแสดงผล Digital display และระบบตั้งเวลา
- 4) มีพัดลมสามารถปิด/เปิดเพื่อควบคุมระบบหมุนเวียนความร้อน เพื่อรักษาอุณหภูมิให้คงที่และสม่ำเสมอ
- 5) ทำอุณหภูมิได้ในช่วง สูงกว่าอุณหภูมิห้อง 10 °C ถึง 300 °C
- 6) สามารถตั้งเวลาทำงานได้ตั้งแต่ 0 – 9999 นาที และทำงานต่อเนื่องได้
- 7) มีค่าความแม่นยำของอุณหภูมิ (Temperature Precision) 0.1 °C และมีค่าความเสถียรของอุณหภูมิ (Temperature Stability) ± 1.0 °C
- 8) มีชั้นวางจำนวน 2 ชั้นเป็นอุปกรณ์มาตรฐาน
- 9) ความจุภายในตู้ไม่น้อยกว่า 136 ลิตร

- 10) ใช้ไฟฟ้า 220 VAC 50 Hz
- 11) ผลิตจากโรงงานที่ผ่านการรับรองมาตรฐาน ISO9001
- 12) รับประกันคุณภาพอย่างน้อย 1 ปี
- 13) มีใบรับรองการเป็นผู้แทนจำหน่าย และการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องมือจากผู้ผลิตโดยตรง เพื่อการบริการหลังการขายที่มีประสิทธิภาพ

2.15.3 เครื่องโฮโมจีไนส์เซอร์ (Homogenizer) มีคุณสมบัติดังนี้ จำนวน 1 เครื่อง

- 1) สามารถปรับความเร็วรอบได้ จาก 2,000 ถึง 25,000 rpm หรือ ดีกว่า (เฉพาะตัวเครื่อง)
- 2) หน้าจอแสดงผลเป็นแบบ Digital RPM Display (3- Digit)
- 3) ปริมาตรสูงสุดในการปั่น 2,500 ml (H₂O)
- 4) มอเตอร์เป็นแบบ Brushless Shade Motor
- 5) กำลังไฟ 400 (input) / 300 watt (output), ใช้ไฟฟ้า 230 VC 50HZ
- 6) ตัวเครื่องทำมาจาก aluminum casting เคลือบด้วย epoxy powder
- 7) เครื่องสามารถใช้งานร่วมกับ Plate stand ได้
- 8) มี Over Heat Protection for Motor
- 9) มีหัวปั่นสำหรับเปลี่ยนได้สองขนาด ดังต่อไปนี้
 - Diameter 18 mm สำหรับตัวอย่าง 10– 1000 ml จำนวน 1 อัน
 - Diameter 25 mm สำหรับตัวอย่าง 50 – 2500 ml จำนวน 1 อัน
- 10) มีอะไหล่ Bushing และ Washer จำนวน 2 ชุด
- 11) ผลิตจากโรงงานที่ได้รับมาตรฐาน ISO 9001 , ISO 14001
- 12) สินค้ารับประกันคุณภาพ 1 ปี
- 13) มีคู่มือ ภาษาไทย และ ภาษาอังกฤษ อย่างละ 1 ฉบับ

2.15.4 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง แบบตั้งโต๊ะ (Bench-top pH Meter) มีคุณสมบัติดังนี้ จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เป็นเครื่องที่สามารถวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลายแบบตั้งโต๊ะ สามารถวัดค่า pH , mV และ Temp (°C) โดยแสดงผลเป็นตัวเลขไฟฟ้า ซึ่งสามารถแสดงผลพร้อมกันบนหน้าจอทั้งอุณหภูมิ และ pH หรือ mV ได้ในขณะเดียวกัน

- 2) ความสามารถในการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH range) ตั้งแต่ -2.00 ถึง 16.00 มีค่าความละเอียดในการวัด 0.01 pH และมีค่าความผิดพลาด ไม่เกิน ± 0.01 pH
- 3) ความสามารถในการวัดค่ามิลลิโวลต์ (mV) วัดได้ตั้งแต่ -1999 ถึง +1999 มีค่าความละเอียดในการวัด 1 mV และมีค่าความผิดพลาด ไม่เกิน ± 1 mV
- 4) ความสามารถในการวัดอุณหภูมิวัดได้ตั้งแต่ -5 ถึง 110 °C มีค่าความละเอียดในการวัด 0.1 °C และมีค่าความผิดพลาด ไม่เกิน ± 0.5 °C
- 5) หน้าจอเป็นชนิด Liquid Crystal Backlight Display
- 6) ตัวเครื่องทำด้วยวัสดุที่ทนทาน ผลิตจากพลาสติก ABS
- 7) สามารถเลือกค่าสอบเทียบกับสารละลายมาตรฐานได้ (Calibration Point) 3 จุด โดยเครื่องสามารถจำค่าที่หน้าจอเป็นค่าของสารละลายนั้นโดยอัตโนมัติ (Auto Buffer Recognition) โดยมีกลุ่มสารละลายมาตรฐานให้เลือกไม่น้อยกว่า 3 กลุ่ม
- 8) มีระบบชดเชยค่า pH กรณีอุณหภูมิเปลี่ยนไปทั้งแบบ manual และ Automatic
- 9) ใช้กับไฟฟ้า 220 V / 50 Hz.
- 10) มีระบบ Automatic Endpoint เพื่อหยุดอ่านค่าเองอัตโนมัติ และสามารถเลือกหยุดแบบ Manual Endpoint ได้
- 11) สัญลักษณ์แสดงสถานะของหัววัดอิเล็กโทรดให้ทราบว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่
- 12) สามารถบันทึกผลการวัดได้ 99 ค่า และสามารถบันทึกข้อมูลการคาลิเบรทครั้งล่าสุดได้
- 13) มีช่องต่อ RS232 สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก
- 14) มีอุปกรณ์ดังนี้
 - อิเล็กโทรดชนิด Combined pH Electrode พร้อมหัววัดอุณหภูมิ จำนวน 1 ชุด
 - คู่มือการใช้งาน 1 เล่ม
 - สารปรับมาตรฐานอิเล็กโทรด pH 4.01 , pH 7.00 และ pH 10.01 ปริมาณไม่น้อยกว่า 250 ml จำนวนอย่างละ 1 ขวด
 - ขาตั้งอิเล็กโทรดชนิดแยกจากเครื่องได้ จำนวน 1 ชุด
 - รับประกันคุณภาพ 1 ปี สำหรับตัวเครื่อง

- เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001

2.15.5 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าแบบตั้งโต๊ะ (Bench-top Conductivity Meter) มี

คุณสมบัติดังนี้ จำนวน 1 เครื่อง

- 1) เป็นเครื่องที่สามารถวัดค่าการนำไฟฟ้าและค่าของแข็งทั้งหมดที่อยู่ในสารละลาย (TDS)
- 2) ความสามารถในการวัดค่าการนำไฟฟ้า 0.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ – 199.9 mS/cm มีค่าความถูกต้อง $\pm 0.5\%$
- 3) ความสามารถในการวัดค่า TDS (Total Dissolved Solid) ตั้งแต่ 0.1 mg/L - 199.9 g/L
- 4) ความสามารถในการวัดค่าความเค็ม (Salinity) 0.00 – 19.99 psu
- 5) ความสามารถในการวัดค่าอุณหภูมิ (Temperature) ตั้งแต่ 0 $^{\circ}\text{C}$ ถึง 100 $^{\circ}\text{C}$ / ความละเอียด 0.1 $^{\circ}\text{C}$
- 6) หน้าจอเป็นชนิด Liquid Crystal Backlight Display มองเห็นได้ชัดเจน
- 7) ตัวเครื่องทำด้วยวัสดุที่ทนทาน ผลิตจากพลาสติก ABS
- 8) สามารถเลือกค่าสอบเทียบกับสารละลายมาตรฐานได้ (Calibration Point) ได้ 1 จุด
- 9) มีระบบชดเชยค่าอุณหภูมิ (Temperature Compensation) เป็นแบบ Linear ในช่วง 0.00 % / $^{\circ}\text{C}$ ถึง 100 % / $^{\circ}\text{C}$
- 10) สามารถบันทึกผลการวัดได้ 99 ค่า และสามารถบันทึกข้อมูลการคาลิเบรทครั้งล่าสุดได้
- 11) มีช่องต่อ RS232 สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก
- 12) มีอุปกรณ์ดังนี้
 - อิเล็กโทรด Conductivity Electrode จำนวน 1 อัน
 - น้ำยาปรับมาตรฐานอิเล็กโทรด Conductivity Solution ปริมาณไม่น้อยกว่า 250 ml จำนวน 1 ขวด
- 13) ใช้กับไฟฟ้า 220 V / 50 Hz.
- 14) เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
- 15) มีคู่มือการใช้งาน 1 เล่ม
- 16) รับประกันคุณภาพ 1 ปี

2.15.6 เครื่องชั่งน้ำหนัก ระบบอิเล็กทรอนิกส์ มีคุณสมบัติดังนี้ จำนวน 1 เครื่อง

- 1) พิกัดกำลังไม่น้อยกว่า 3000 กรัม ค่าละเอียด 0.01 กรัม
- 2) จอแสดงผลแบบ Backlight LCD
- 3) สามารถหักค่าน้ำหนักภาชนะได้ (TARE)
- 4) สามารถใช้กับไฟฟ้า 220V ได้ โดยผ่าน AC adapter
- 5) มีช่องต่อ RS-232 สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก
- 6) เป็นผลิตภัณฑ์จากบริษัทที่ได้รับมาตรฐาน ISO9001
- 7) รับประกันคุณภาพ 1 ปี


2.16 คุณลักษณะอื่นๆ


- 2.16.1 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ ฉบับจริงไม่น้อยกว่า 1 ชุด และฉบับสำเนาไม่น้อยกว่า 3 ชุด
- 2.16.2 ผู้ขายจะต้องทำการส่งมอบครุภัณฑ์และดำเนินการปรับปรุงห้องที่จะใช้เป็นพื้นที่วางชุดอุปกรณ์ภายในระยะเวลาไม่เกิน 120 วัน นับจากวันที่ได้ทำสัญญาซื้อขาย
- 2.16.3 ผู้ขายจะต้องทำการติดตั้งครุภัณฑ์ดังกล่าวอย่างสมบูรณ์ และทำการฝึกสอนการใช้งานและการบำรุงรักษาแก่เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานจนสามารถใช้งานได้
- 2.16.4 ผู้ขายเป็นบริษัทตัวแทนจำหน่ายจากผู้ผลิตโดยตรง พร้อมทั้งผู้ขายต้องได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 เพื่อให้บริการด้านอะไหล่ และการดูแลรักษาเครื่อง
- 2.16.5 รับประกันคุณภาพครุภัณฑ์ทั้งหมดเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี นับจากวันที่ได้ทำการติดตั้งชุดทดลองดังกล่าวสมบูรณ์แล้ว
- 2.16.6 ผู้เสนอราคาต้องแยกราคาต่อหน่วยครุภัณฑ์ในใบเสนอราคา
- 2.16.7 เป็นเครื่องใหม่ที่มาจากรองานผู้ผลิตและต้องไม่มีการดัดแปลงสภาพที่ผิดไปจากข้อกำหนดของโรงงาน เป็นเครื่องที่ไม่เคยผ่านการใช้งาน หรือใช้สำหรับการสาธิตมาก่อน

หลักเกณฑ์การพิจารณาข้อเสนอ โดยใช้เกณฑ์ราคา

คณะกรรมการกำหนดคุณลักษณะเฉพาะ

ลงชื่อ.....  ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ แก้ววิมล)

ลงชื่อ.....  กรรมการ
(นายชาติสยาม ธรรมจินดา)

ลงชื่อ.....  กรรมการและเลขานุการ
(นางสาวกาญจนา ลือพงษ์)