ชื่อครุภัณฑ์ ชุดปฏิบัติทางพลังงาน ตำบลนาวุ้ง อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี 1 ชุด

หน่วยงาน สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ชุดปฏิบัติทางพลังงาน ตำบลนาวุ้ง อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1.	เครื่องวิเคราะห์หาค่าพลังงานความร้อนโดยวิธีเผาไหม้ตัวอย่าง	จำนวน 1 รายการ
2.	เครื่องวัดจุดวาบไฟของน้ำมันเชื้อเพลิง	จำนวน 1 รายการ
3.	เครื่องวิเคราะห์ปริมาณน้ำในสารประกอบ	จำนวน 1 รายการ
4.	เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้	จำนวน 1 รายการ
5.	ชุดฝึกวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ	จำนวน 1 รายการ
6.	ชุดดิจิตอลมัลติมิเตอร์	จำนวน 1 รายการ
7.	ชุดเครื่องตัดเหล็ก	จำนวน 1 รายการ
8.	ชุดยานยนต์ไฟฟ้าแบบพับเก็บได้	จำนวน 1 รายการ
9.	ชุดอุปกรณ์สนับสนุนการเรียนการสอน	จำนวน 1 รายการ

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

ชุดปฏิบัติทางพลังงาน ตำบลนาวุ้ง อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วย

1. เครื่องวิเคราะห์หาค่าพลังงานความร้อนโดยวิธีเผาไหม้ตัวอย่าง จำนวน 1 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

1.1 คุณลักษณะทั่วไป

1.1.1) เป็นเครื่องที่ใช้วัดค่าพลังงานความร้อนของตัวอย่างที่เป็นอินทรีย์วัตถุด้วยเทคนิคไอโซเทอร์มอล

1.1.2) ลูกบอมบ์ได้รับการออกแบบให้เป็นชนิด Self-Locking และ Sealing Bayonet ด้วยชุดตรวจจับอุณหภูมิภายในลูกบอมบ์ หรือระบบล็อคแบบอื่น ๆ

1.1.3) เป็นเครื่องหาค่าพลังงานความร้อนตามมาตรฐาน ASTM D240, ASTM D4809, ASTM D5865, ASTM E711 และ ISO1928 หรือเทียบเท่า

1.2 รายละเอียดทางเทคนิค

1.2.1) ใช้เวลาในการจุดระเบิดอย่างน้อย 3-5 นาที ต่อการบอมบ์ 1 ครั้ง หรือดีกว่า

1.2.2) สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างภายในเวลา 1 ชั่วโมงได้ไม่น้อยกว่า 4 ตัวอย่างโดยใช้ลูกบอมบ์ 1 ลูก

1.2.3) สามารถปรับเครื่องให้หาค่าพลังงานความร้อนจากตัวอย่างต่าง ๆ ได้ ด้วยค่าปรับเทียบโดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 10 ตัวอย่างที่แตกต่างกัน

1.2.4) สามารถปรับค่าความเร็วหรือความแม่นยำในการวัดตัวอย่างได้ (High speed determinations)

1.2.5) มีค่าความแม่นยำของการวิเคราะห์ตัวอย่างซ้ำ (Repeatability) ที่ทดสอบในสภาวะเดียวกัน (RSD) ไม่เกิน 0.05% RSD

1.2.6) ตัวเครื่องมีระบบช่องทางการสื่อสาร (Communication Channel) หลากหลายชนิด เช่น wired (USB) wireless communication channel หรือระบบอื่น ๆ ที่ดีกว่า

1.2.7) ผู้ใช้งานสามารถตั้งรหัส (Password) เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ไม่เกี่ยวข้องเปลี่ยนแปลงการตั้งค่า

1.2.8) สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 15–70 °C หรือดีกว่า

1.2.9) มีระบบ Log-in สามารถบันทึกผลการวิเคราะห์ไม่น้อยกว่า 1,000 ตัวอย่าง (Event Logging)

1.2.10) มีระบบค้นหาข้อผิดพลาด (Fault Finding) และสามารถทดสอบตัวเองได้

1.2.11) ตัวเครื่องมีความแม่นยำของอุณหภูมิอยู่ที่ทศนิยมตำแหน่งที่ 5 (0.00001°C) หรือดีกว่า

1.2.12) สามารถวัดค่าพลังงานความร้อนที่ตรวจวัดได้ในหน่วย MJ/Kg, BTU/IB หรือ Cal/g (Results)

1.2.13) สามารถวัดค่าพลังงานความร้อนสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 40,000 จูล

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

1.2.14) ตัวเครื่องมีระบบเติมออกซิเจน (Oxygen filling) เป็นแบบอัตโนมัติ (Automatic)

1.2.15) ตัวเครื่องมีระบบไล่แก๊ส (Degasification) เป็นแบบอัตโนมัติ (Automatic)

1.2.16) มีฟังก์ชันหรือโปรแกรมที่สามารถชดเชยค่าพลังงานจากการเผาไหม้ (Firing Energy) และค่าซัลเฟอร์ (Sulphur)

1.2.17) ลูกบอมบ์เป็นชนิด Intelligent หรือชนิดอื่นที่ดีกว่า ที่มีตัวสัมผัสอุณหภูมิฝังอยู่ในผนังลูกบอมบ์

1.2.18) ตัววัดอุณหภูมิที่ฝังในผนังลูกบอมบ์เป็นชนิดวัดอุณหภูมิแบบ Linear ชนิดพลาตินั่ม หรือชนิดอื่นที่คุณสมบัติดีกว่า

1.2.19) มีระบบรักษาความปลอดภัยสำหรับผู้ใช้งาน

1.2.20) มีการแสดงขั้นตอนการใช้งานตามลำดับบนหน้าจอ (Step-by-Step Help)

1.2.21) ลูกบอมบ์เป็นชนิด Self-Locking และ Self-Sealing (Bayonet Bomb Vessel) หรือชนิดอื่นที่ดีกว่า

1.2.22) มีเครื่องทำอากาศเย็น (Air Cooler) ไม่ต้องใช้น้ำช่วยลดอุณหภูมิในการทำงาน

1.2.23) สามารถต่อสายเข้ากับเครื่องชั่งสาร Balance Interface ด้วยการตั้งค่า Baud Speed Settings

1.2.24) สามารถโอนถ่ายข้อมูลผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้กับพอร์ท RS232 หรือ USB interface

1.2.25) มี LIMS Support สำหรับ Assignment, Scheduling, และ Tracking ของตัวอย่าง

1.2.26) ใช้กระแสไฟฟ้าสลับ 220-240 V,50 Hz /60 Hz

1.2.27) มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยให้ 1 ชุด

1.2.28) รับประกันคุณภาพหลังการขายเป็นเวลา 1 ปี

1.2.29) มีกรดเบนโซอิก (Benzoic acid) สำหรับการสอบเทียบค่าตรวจวัดของเครื่อง อย่างน้อยปีละ 1 ขวด เป็นระยะเวลา ไม่น้อยกว่า 5 ปี

1.2.30) ผู้ขายมีใบแต่งตั้งการเป็นตัวแทนจำหน่ายโดยตรงจากบริษัทผู้ผลิต

1.2.31) บริษัทมีการอบรมสินค้าก่อนส่งมอบเพื่อให้ผู้ซื้อใช้งานได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

1.2.32) อุปกรณ์ประกอบ

1.2.32.1) ลูกบอมม์(Vessels) ชนิด Intelligent	จำนวน	2	ลูก
1.2.32.2) แหวนยาง (Lid O-ring) เส้นใหญ่	จำนวน	10	แพ็ค (แพ็คละ 5 เส้น)
1.2.32.3) เส้นลวดจุดระเบิด (Firing wire)	จำนวน	5	แพ็ค (แพ็คละ 5 เส้น)

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

1.2.32.4)	เส้นด้ายจุดระเบิด (Firing cotton)	จำนวน	20	มัด (1 มัด = 100 เส้น)
1.2.32.5)	ครูซิเบิล(Nickel crucible)	จำนวน	4	ใบ
1.2.32.6)	ชุดซ่อมอิเล็กโทรด	จำนวน	2	ชุด
1.2.32.7)	สายต่อออกซิเจนพร้อม Coupling	จำนวน	1	ชุด
1.2.32.8)	Benzoic acid	จำนวน	2	ขวด (1 ขวด = 100 เม็ด)
1.2.32.9)	หนังสือคู่มือการใช้งาน	จำนวน	1	ชุด
1.2.32.10)	เครื่องอัดเม็ดตัวอย่าง (Briquette press)	จำนวน	1	เครื่อง
1.2.32.11)	ถังก๊าซออกซิเจนพร้อมตัวปรับแรงดัน	จำนวน	1	ชุด
1.2.32.12)	Balance Cable	จำนวน	1	ชุด
1.2.32.13)	PC Cable	จำนวน	1	ชุด
1.2.32.14)	Operating Software	จำนวน	1	ชุด
1.2.32.15)	ชุดคอมพิวเตอร์ (มีคุณสมบัติ ดังนี้)	จำนวน	1	ชุด

1 มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็นชนิด CORE I5 หรือดีกว่า

2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 หรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 8 GB

3 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Drive) ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 1 TB หรือชนิด Solid State Drive ขนาด ความจุไม่น้อยกว่า120 GB จำนวน 1 หน่วย

4 มีจอแสดงผลขนาดหน้าจอไม่น้อยกว่า 14 นิ้ว

5 มีหน่วยประมวลผลด้านกราฟฟิก (Graphics Processing Unit) ชนิด DDR6 หรือเทียบเท่า ขนาดไม่น้อยกว่า 4 GB

6 รับประกันคุณภาพ 1 ปี

1.2.32.16) เครื่องชั่งสาร (มีคุณสมบัติดังนี้) ตำแหน่ง 4 จำนวน 1 ชุด

1. เครื่องชั่งไฟฟ้า สำหรับวิเคราะห์แบบชั่งด้านบนชนิดอ่านละเอียด (Analytical Balances) ที่ใช้เทคโนโลยีแบบ UniBloc
2. ตัวเครื่องทำจากพลาสติก ABS ซึ่งมีความแข็งแรงและเหนียว ทนต่อสารเคมีได้มากกว่าพลาสติกชนิดอื่น

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

3. สามารถชั่งน้ำหนักได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 220 กรัม
4. ความละเอียดในการอ่านค่า 0.1 มิลลิกรัม หรือ 0.0001 กรัม
5. มีค่าเบี่ยงเบนของผลการชั่งจากน้ำหนักที่ถูกต้อง (Linearity) ± 0.2 mg
6. มีความผิดพลาดจากการชั่งน้ำหนักซ้ำ (Repeatability) ≤ 0.1 mg
7. มีค่าความสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ (Temperature Coefficient Sensitivity) ± 2 ppm/°C ในช่วง 10°C-30°C หรือดีกว่า
8. ให้ค่า Stabilization Time หรือ Response Time ประมาณ 3.0 วินาที
9. จานชั่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 91 มิลลิเมตร
10. มีระบบการปรับน้ำหนักโดยใช้ลูกตุ้มน้ำหนักภายในเครื่อง (Internal Calibration)
11. สามารถเปลี่ยนหน่วยการชั่ง ได้ไม่น้อยกว่า 18 หน่วยการชั่ง
12. มีฟังค์ชั่น Easy Setting ที่สามารถปรับค่าอัตราการตอบสนองการอ่านค่าของเครื่องและค่า Stability ในระหว่างการชั่งได้
13. มีฟังค์ชั่น Piece Counting สำหรับการชั่งแบบนับชิ้นตัวอย่าง และฟังค์ชั่นการแปลงหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์หรือกะรัตได้
14. สามารถตรวจสอบความถูกต้องของน้ำหนักของตัวอย่างที่ชั่งได้
15. ตัวเครื่องมีฟังค์ชั่น Windows Direct โดยผู้ใช้สามารถโอนถ่ายข้อมูลลงบนคอมพิวเตอร์ได้โดยตรงเมื่อมีการเชื่อมต่อผ่านสาย RS-232C Cable หรือสาย USB device (Type B)
16. ขนาดของเครื่องชั่งไม่น้อยกว่า (กว้าง) 200 มม. x (ลึก) 350 มม. x (สูง) 330 มม.
17. สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิ 5 - 40°C
18. ใช้ไฟฟ้า 220 โวลท์ 50 ไซเคิล โดยใช้ Adapter
19. เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากโรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001
20. รับประกันคุณภาพ 1 ปี

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

2. เครื่องวัดจุดวาบไฟของน้ำมันเชื้อเพลิง 1 ชุด

2.1 คุณลักษณะทั่วไป

2.1.1 เป็นเครื่องวิเคราะห์จุดวาบไฟ (Flash Point) ของน้ำมัน และผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมชนิดถ้วยปิดแบบอัตโนมัติ ตามมาตรฐาน ASTM D93 Method A,B,C หรือ ISO 2719 A,B,C หรือ EN ISO 2719 หรือ IP34 A,B,C หรือ JIS K2265 หรือ GB/T261 หรือ DIN 51758

2.1.2 ทดสอบได้ในช่วงอุณหภูมิ 30 ถึง 400 °C หรือดีกว่า

2.1.3 มีระบบกลไกในการปิด-เปิด ฝาครอบถ้วย โดยอัตโนมัติ

2.1.4 มีระบบให้ความร้อน (heating system) ในการทดสอบ และมีอัตราการให้ความร้อน (heat rate) ตั้งแต่อุณหภูมิ 0.5 ถึง 12 องศาเซลเซียสต่อนาที หรือดีกว่า

2.1.5 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิสามารถวัดอุณหภูมิในการสอบเทียบและบันทึกค่าการสอบเทียบ (calibrate) ได้ไม่น้อยกว่า 10 จุด และสามารถวัดได้ช่วงอุณหภูมิ -50 ถึง 450 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า มีความละเอียดในการวัด 0.1 องศาเซลเซียส หรือดีกว่า

2.1.6 มีระบบการกวนตัวอย่าง (stirrer) อัตโนมัติ หรือสามารถตั้งความเร็วรอบได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 280 RPM

2.1.7 ระบบจุดระเบิด (Ignition system) เป็นแบบไฟฟ้า (intelligent electric ignitor) โดยเครื่องจะควบคุมการทำงานของระบบไฟของระบบจุดระเบิดเมื่อเวลาผ่านไปโดยอัตโนมัติ และสามารถมอนิเตอร์ระดับที่ใช้งานของตัวจุดระเบิดได้อย่างน้อย 5 ระดับ เพื่อดูอายุการใช้งานได้

2.1.8 สามารถตั้งค่าการทดสอบ (test interval) ได้

2.1.9 มี Barometric Pressure Gauge ซึ่งสามารถวัดความดันบรรยากาศ และคำนวณค่า Barometric Pressure Correction ให้โดยอัตโนมัติในหน่วย mbar, hPa, kPa, mmHg หรือ Torr

2.1.10 ตัวตรวจจับจุดวาบไฟ (Flash Detector) สามารถใช้ได้กับตัวอย่างทุกชนิด

2.1.11 หน้าจอสีแบบระบบสัมผัส (Touch screen) ขนาดไม่น้อยกว่า 6.5 นิ้ว สามารถป้อนข้อมูลที่เป็นตัวเลข หรืออ่านบาร์โค้ด (barcode reader) ได้

2.1.12 เก็บผลการทดสอบได้ไม่น้อยกว่า 500 จาก 200 ผลิตภัณฑ์ และสามารถส่งผลออกมาทางเครื่องพิมพ์ (Printer) หรือ ผ่านระบบการจัดการข้อมูลสารสนเทศสำหรับห้องปฏิบัติการ (Laboratory Information Management System; LIMS) โดย Ethernet หรือ RS232

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

2.1.13 สามารถต่อเครื่องพิมพ์ผ่าน USB Port เพื่อพิมพ์ผลการทดสอบ และใช้ USB Memory Device สำหรับสำรองข้อมูลต่าง ๆ ของเครื่องได้

2.1.14 มี QC ฟังก์ชัน ในการทดสอบ QC sample และสามารถดู QC-chart ได้

2.1.15 ระบบความปลอดภัย

2.1.15.1 มีระบบตรวจจับเปลวไฟที่เกิดนอกถ้วยทดสอบ ด้วยตัวรับสัญญาณ 2 ตัว และสามารถส่งสัญญาณเตือนพร้อมกับมีระบบเชื่อมต่อกับแก๊ส CO_2 เพื่อดับไฟได้โดยอัตโนมัติ

2.1.15.2 มีระบบแจ้งเตือนเมื่อเครื่องพบความผิดปกติ (Alarm and Error Message) หรือสิ้นสุดการทดสอบ

2.1.15.3 มีระดับการป้อนรหัส (password) เพื่อป้องกันการเข้าใช้งานฟังก์ชันได้หลายระดับ

2.1.16 มีระบบปรับเทียบอุปกรณ์ต่าง ๆ และตั้งความถี่ในการปรับเทียบได้

2.1.16.1 สามารถปรับเทียบค่าความดันโดยเทียบกับ Reference Barometer

2.1.16.2 สามารถปรับเทียบอุณหภูมิของวงจรวัดค่าอุณหภูมิ (Sample Temperature Measurement Circuit) โดยใช้ Probe Simulator

2.1.16.3 สามารถตั้งค่าการปรับแก้ (Correction) หรือค่าความเผื่อของอุณหภูมิ (Temperature Offset) ของ Sample Temperature Probe ได้ไม่น้อยกว่า 10 จุด และบันทึกค่าการสอบเทียบได้

2.1.17 มีช่องทางสำหรับการเชื่อมต่อภายนอก สำหรับ USB Port สำหรับต่อเข้ากับเครื่องพิมพ์

2.1.18 มีพอร์ตสำหรับเชื่อมต่อเข้ากับระบบการจัดการข้อมูลทางห้องปฏิบัติการ (LIMS) ได้โดยตรง

2.1.19 ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 230 โวลท์ 50 เฮิร์ท ได้

2.1.20 รับประกันคุณภาพเฉพาะตัวเครื่อง 1 ปี และสอบเทียบหลังติดตั้ง 5 ปี

2.1.21 บริษัทผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO9001

2.1.22 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและภาษาอังกฤษ อย่างน้อย 1 ชุด

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

3. เครื่องวิเคราะห์ปริมาณน้ำในสารประกอบ 1 ชุด

3.1 คุณลักษณะทั่วไป

3.1.1 เป็นเครื่องไตเตรทหาปริมาณน้ำในสารตัวอย่างโดยอัตโนมัติหลักการของเครื่องเป็นแบบ Volumetric Water Determination

3.1.2 สามารถวิเคราะห์หาปริมาณน้ำได้ในระดับ 0.1 % ถึง 100% หรือดีกว่า

3.1.3 สามารถเลือกการทำงานของ Polarizer ได้ทั้งแบบ I (pol) และ U (pol) โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1.3.1 Polarizer I (pol) : สามารถกำหนดกระแสได้ตั้งแต่ -122.5 ถึง 122.5 μA หรือดีกว่า และสามารถวัดความต่างศักย์ขณะเกิดจุดยุติได้ตั้งแต่ -1200 ถึง 1200 mV หรือดีกว่า โดยมีความละเอียด (Resolution) อยู่ที่ 0.1 mV หรือดีกว่า และความถูกต้อง (Accuracy) อยู่ที่ ±0.2 mV

3.1.3.2 Polarizer U(pol) : สามารถกำหนดความต่างศักย์ได้ตั้งแต่ –1225 ถึง 1225 mV หรือดีกว่า และสามารถวัดกระแสขณะเกิดจุดยุติได้ตั้งแต่ –120 ถึง 120 μA หรือดีกว่า โดยมีความละเอียด (Resolution) อยู่ที่ 0.1 μA หรือดีกว่า

3.1.4 สามารถเลือกใช้ขนาดของ Burette ในชุดใส่สารที่ใช้ในการไตเตรท (Exchange Unit) ในปริมาตรเท่ากับ 1, 5, 10, 20 และ 50 มิลลิลิตร โดยเครื่องจะทราบปริมาตรของชุดใส่สารเองโดยอัตโนมัติ และมีความละเอียดในการหยดสารอยู่ที่ 1/20,000 steps per burette cylinder หรือดีกว่า

3.1.5 ชุดใส่สารที่ใช้ในการไตเตรท (Exchange Unit) มีตัวอ่านข้อมูล (data chip) สำหรับการเก็บข้อมูลของสารละลายได้

3.1.6 สามารถเตรียม Burette ให้อัตโนมัติ

3.1.7 สามารถหาค่าทางสถิติได้ไม่ต่ำกว่า 20 ค่า โดยตัวเครื่องสามารถหาค่า Mean value, standard deviation และ relative standard deviation ได้เป็นอย่างน้อย

3.1.8 สามารถแก้ไขผลการคำนวณหลังจากการไตเตรทเสร็จสิ้นไปแล้วได้ (Recalculation)

3.1.9 สามารถแก้ไขผลการวิเคราะห์หลังจากการไตเตรทเสร็จสิ้นไปแล้วได้ (Re-evaluation) และสามารถ update parameter ที่ได้แก้ไขเพื่อบันทึก Method ได้ทันที

3.1.10 ตัวเครื่องมีปั๊มสำหรับดูดตัวทำละลายจากขวดที่บรรจุตัวทำละลาย และดูดสารละลายออกจาก Titration vessel เข้าสู่ขวดที่ใช้บรรจุ Waste เป็นแบบระบบปิด (Close system)

3.1.11 มี USB port ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

3.1.12 สามารถพิมพ์รายงานผลการวิเคราะห์โดยระบุ วัน เวลา ของการวิเคราะห์ตัวอย่างได้

3.1.13 มีระบบการตรวจสอบข้อบกพร่อง (Diagnostics test)

3.1.14 มีโปรแกรมควบคุมการทำงาน ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

3.1.14.1 มีระบบการเตือน Validation หรือ Service หรือ Calibration เมื่อครบกำหนด

3.1.14.2 สามารถใส่ Username และ Password เพื่อเข้าสู่โปรแกรมได้

3.1.14.3 สามารถเก็บประวัติ (history) ของวิธีการวิเคราะห์ (methods) และชื่อของผู้ใช้งานที่ทำการแก้ไขวิธีการวิเคราะห์ได้

3.1.14.4 สามารถแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ในหน้าแสดงผลการวิเคราะห์ (results) ได้แก่ ชื่อผู้วิเคราะห์ ความเข้มข้นของสารเคมี ชื่อสารเคมีไทเทรต ชื่อเครื่องมือ ได้เป็นอย่างน้อย

3.1.14.5 สามารถแสดงผลการทดลองในรูปแบบ PDF File ได้

3.1.14.6 สามารถปรับแต่งรูปแบบของ report ได้โดยผู้ใช้งาน

3.1.14.7 สามารถ import/export method และ data ได้

3.1.14.8 สามารถเปรียบเทียบผลการทดลองในรูป Control chart โดยมีข้อมูลเชิงสถิติ และ พิมพ์ผลการเปรียบเทียบเป็น PDF File ได้

3.1.15 ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ ในประเทศไทย

3.1.16 รองรับมาตรฐาน FDA หรือ CFR หรือเทียบเท่า

3.1.17 รับประกันคุณภาพเฉพาะตัวเครื่อง 1 ปี และสอบเทียบหลังติดตั้ง 5 ปี

3.1.18 บริษัทผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO9001

3.2 อุปกรณ์ประกอบ

3.2.1 ชุดกวนสารละลายชนิดแท่งแม่เหล็กพร้อมปั๊มดูดปล่อยสารละลาย	จำนวน	1	ชุด
3.2.2 ชุดใส่สารไทแทรนด์ (Exchange Unit) ปริมาตร 10 มล.	จำนวน	1	ชุด
3.2.3 ชุดควบคุมการทำงานเครื่อง (Computer)	จำนวน	1	ชุด
3.2.4 ชุดสำรองไฟฟ้า ขนาดไม่น้อยกว่า 1,000 VA	จำนวน	1	ชุด

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิ่งสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

4. เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ จำนวน 1 ชุด

4.1 คุณลักษณะทั่วไป

4.1.1 หน้าจอสีระบบสัมผัส ขนาดไม่น้อยกว่า 6.5 นิ้ว

4.1.2 รองรับเซ็นเซอร์สูงสุดไม่น้อยกว่า 5 เซ็นเซอร์ (โดยใส่เซ็นเซอร์ได้พร้อมกัน) สำหรับตรวจวัด O_2, NO, CO, NO_2, SO_2

4.1.3 ช่วงของการตรวจวัด O_2 : 0-21% หรือดีกว่า

4.1.4 ช่วงของการตรวจวัด CO : 100,000 ppm วัดโดยตรงจากเซ็นเซอร์ ค่าความละเอียด 1 ppm หรือดีกว่า

4.1.5 ช่วงของการวัด NO : 0-3,000 ppm ค่าความละเอียด 0.1 ppm ที่ช่วงการวัด <1,000 ppm และ 1 ppm สำหรับช่วงการวัดอื่นๆ หรือดีกว่า

4.1.6 ช่วงของการวัด NO_2 : 0 - 1,000 ppm ค่าความละเอียด 0.1 ppm หรือดีกว่า

4.1.7 ช่วงของการวัด SO_2 : 0-5,000 ppm ค่าความละเอียด 0.1 ppm ที่ช่วงการวัด <1,000 ppm และ 1 ppm สำหรับช่วงการวัดอื่นๆ หรือดีกว่า

4.1.8 แก๊ส CO_2 ได้จากการคำนวณ

4.1.9 ช่วงของการวัดอุณหภูมิแก๊สไอเสีย -20.0 ถึง 800 °C หรือดีกว่า

4.1.10 ช่วงของการวัดอุณหภูมิของอากาศ -20.0 ถึง 100 °C หรือดีกว่า

4.1.11 ช่วงของการวัดผลต่างความดัน (Differential Pressure): 0 ถึง 110.00 hPa หรือดีกว่า

4.1.12 มีฟังก์ชัน Tuning Guide สำหรับประสิทธิภาพการเผาไหม้

4.1.13 Flue gas Probe พร้อม Sinter-filter : กำจัดฝุ่นหนัก (<20 μm) ออกจากแก๊สตัวอย่างเพื่อป้องกันเครื่องวิเคราะห์

4.1.14 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ ลิเทียมไอออน แบตเตอรี่

4.1.15 ระยะเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 7 ชั่วโมง

4.1.16 อุณหภูมิการเก็บรักษา -20 ถึง 50 °C หรือดีกว่า

4.1.17 อุณหภูมิในการใช้งาน 5 ถึง 40 °C หรือดีกว่า

4.1.18 บันทึกค่าได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 1,000 ค่า

4.1.19 สามารถเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยได้

4.1.20 สามารถส่งข้อมูลผ่านทาง USB และ Bluetooth

4.1.21 มี Condensate trap เพื่อดักจับน้ำคอนเดนเสท

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

4.1.22 อุปกรณ์ประกอบ

4.1.22.1 เครื่องวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้มาพร้อมกับ O_2, NO, CO_{High}, NO_2, SO_2 sensor และสามารถเชื่อมต่อ Bluetooth, USB และ IR)

4.1.22.2 โพรบวัดแก๊สยาว 1000 มิลลิเมตร (-20 ถึง 800 องศาเซลเซียส) พร้อมตัวกรองซินเตอร์ (sinter filter) เพื่อป้องกันฝุ่นขนาดใหญ่

4.1.22.3 โพรบวัดอุณหภูมิแวดล้อมแบบปลั๊ก จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

4.1.22.4 ที่ชาร์จพร้อมสายชาร์จแบบ Micro-USB จำนวนไม่น้อยกว่า 1 เส้น

4.1.22.5 แบตเตอร์รี่ Lithium-Ion (ภายในตัวเครื่อง) จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

4.1.22.6 ฟิลเตอร์แบบ Waterstop filter จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

4.1.22.7 ฟิลเตอร์แบบ Coarse filter จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

4.1.22.8 ฟิลเตอร์แบบ Wadding filters จำนวนไม่น้อยกว่า 25 ชิ้น

4.1.22.9 มีกล่องพลาสติกขนาดใหญ่สำหรับบรรจุอุปกรณ์

4.1.22.10 โพรบใช้สำหรับวัดอุณหภูมิ

1) สามารถอ่านค่าออกมาเป็นองศาเซลเซียสได้ °C
2) สามารถวัดอุณหภูมิระหว่าง -20 ถึง 1,200 °C หรือดีกว่า
3) ค่าความผิดพลาดของการวัดในช่วงอุณหภูมิสูงกว่า 133°C ไม่เกิน ±1.5% ของค่าที่อ่านได้หรือดีกว่า
4) มีตัวกรองเบื้องต้น และกระเป๋าสำหรับใส่ Probe

4.1.23 รับประกันตัวเครื่องและเซ็นเซอร์ 1 ปี และสอบเทียบหลังการขายปีละ 1 ครั้ง เป็นระยะเวลา 5 ปี พร้อมใบสอบเทียบค่า (calibration certificate) จากศูนย์สอบเทียบที่รับรองตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025

4.1.24 บริษัทผู้ผลิตได้รับมาตรฐาน ISO9001

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

5. ชุดฝึกวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ จำนวน 10 ชุด มีรายละเอียดดังนี้

5.1 รายละเอียดทั่วไป

ชุดฝึกวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับเป็นชุดฝึกที่ออกแบบสำหรับการศึกษาโดยเฉพาะ โดยเป็นชุดฝึกที่ผลิตด้วยวัสดุ อุปกรณ์ที่มีคุณภาพสูง อุปกรณ์ประกอบวงจรเป็นลักษณะแบบเสียบแยกชิ้น สามารถเสริมความเข้าใจในภาคทฤษฎี และปฏิบัติได้เป็นอย่างดี

5.2 รายละเอียดทางเทคนิค

5.2.1 ชุดฝึกมีลักษณะแข็งแรงทนทาน พร้อมพิมพ์สัญลักษณ์ ตัวอักษร หมายเลขอุปกรณ์ หรือค่าอุปกรณ์อย่างชัดเจน สามารถทนต่อการขีดข่วนได้ดี

5.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ฝึกทดลองบรรจุอยู่ในโมดูลสี่เหลี่ยมขนาดต่าง ๆ ทำจากพลาสติกชนิดใสอย่างดี มีความเหนียวตกไม่แตก พร้อมพิมพ์สัญลักษณ์ และค่าของอุปกรณ์ที่สามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน

5.2.3 ตัวโมดูลมีขาสำหรับยึดติดกับแผงฝึกทดลอง โดยตัวโมดูลสามารถเสียบสายทดลองขนาด 4 มิลลิเมตร เพื่อใช้ต่อวงจรการฝึกทดลองได้

5.2.4 สายต่อวงจรเป็นสายต่ออย่างดี โดยสายต่อวงจรมีขนาดไม่น้อยกว่า 1 ตารางมิลลิเมตร หัวเสียบสามารถต่อเสียบอย่างต่อเนื่องได้ไม่จำกัด โดยหัวเสียบมีขนาดไม่น้อยกว่า 4 มิลลิเมตร จำนวนไม่น้อยกว่า 40 เส้น

5.2.5 จำนวนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ประกอบการทดลอง มีดังต่อไปนี้

5.2.5.1 ตัวต้านทาน (RESISTOR) ค่าต่าง ๆ จำนวนไม่น้อยกว่า 20 ตัว

5.2.5.2 ตัวเก็บประจุ (CAPACITOR) ค่าต่าง ๆ จำนวนไม่น้อยกว่า 15 ตัว

5.2.5.3 POTENTIOMETER ค่าต่าง ๆ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว

5.2.5.4 DECADE RESISTOR ค่าต่าง ๆ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว

5.2.5.5 CHOKE หรือ COIL ค่าต่าง ๆ จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว

5.2.5.6 DIODE RECTIFIER จำนวนไม่น้อยกว่า 4 ตัว

5.2.5.7 ZENER DIODE ,NTC, PTC, NPN TRANSISTOR,PNP TRANSISTOR อย่างละไม่น้อยกว่า 2 ตัว

5.2.5.8 RELAY,PUSH BUTTON SWITCH LAMP,CHANGE OVER SWITCH อย่างละไม่น้อยกว่า 1 ตัว

5.2.5.9 TRANSFORMER จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ตัว

5.2.6 แผงกริดทำจากโลหะสเตนเลสพับขึ้นรูปมีขนาดไม่น้อยกว่า 230x380x5 มิลลิเมตร (กว้างxยาวxสูง)

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

5.2.7 ถาดบรรจุอุปกรณ์ทำจากพลาสติก ขนาดไม่น้อยกว่า 240x400x60 มิลลิเมตร (กว้าง x ยาว x สูง) และสามารถเก็บอุปกรณ์ได้อย่างเป็นระเบียบสะดวกต่อการนำไปใช้งาน

5.2.8 เนื้อหาคู่มือใบงานพร้อมคู่มือประกอบการฝึกทดลองภาคปฏิบัติเป็นภาษาไทย สามารถทำการทดลองครอบคลุมตามหัวข้อต่าง ๆ ไม่น้อยกว่านี้

5.2.8.1 การวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า

5.2.8.2 วงจรอนุกรม วงจรขนาน และวงจรผสม

5.2.8.3 กฎของโอห์ม กฎของเคอร์ชอฟ์ กฎของซุปเปอร์โปซิชั่น กฎของเทวินิน กฎของนอร์ตัน

5.2.8.4 วงจรแบ่งกระแส วงจรแบ่งแรงดัน และวงจรบริดจ์

5.2.8.5 ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำไฟฟ้า และตัวต้านทานไฟฟ้า ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน

5.2.8.6 วงจรรีเลย์

5.2.8.7 ความต้านทานแบบ NTC และ PTC

5.2.8.8 ความต้านทานไฟฟ้ากระแสสลับของ L, C, R

5.2.8.9 วงจร MATCHING ในไฟฟ้ากระแสสลับ

5.2.8.10 วงจร COUPLING หรือวงจรแม่เหล็ก

5.2.8.11 วงจรรีโซแนนท์ หรือวงจร R-L-C แบบอนุกรมและแบบขนาน

5.2.8.12 วงจร STAR-DELTA

5.2.8.13 หม้อแปลงไฟฟ้า (LOAD & NO-LOAD)

5.3 รายละเอียดอื่น ๆ

5.3.1 มีเอกสารคู่มือการใช้งานหรือคู่มือใบงานประกอบการทดลอง จำนวน 1 ชุด

5.3.2 ชุดฝึกต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยบริษัทที่ได้รับรองมาตรฐานระดับ ISO 9001 ในด้านการผลิตชุด ฝึกโดยเฉพาะ พร้อมทั้งบริษัทที่เสนอราคาจะต้องแสดงเอกสารยืนยันประกอบการพิจารณา เพื่อเป็นประโยชน์ในด้านการบริการหลังการขาย

5.3.3 รับประกันคุณภาพสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

6. ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ (Digital multimeter) จำนวน 30 เครื่อง มีรายละเอียดดังนี้

6.1 เป็นดิจิตอลมัลติมิเตอร์ที่วัดค่าได้แบบ วัดค่าแบบ TRUE RMS

6.2 สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงสูงสุดได้ 1,000V แบ่งย่านการวัดได้ 5 ย่านตั้งแต่ 600mV ถึง 1000 V หรือดีกว่า ที่ย่าน 600.0 mV ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด ±(0.5%+3) หรือดีกว่า

6.3 สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าตรงสูงสุด 10A แบ่งย่านการวัดได้ 4 ย่านตั้งแต่ 60μA ถึง 10 A หรือดีกว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด ±(1.2%+3) หรือดีกว่า

6.4 สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับสูงสุด 750V แบ่งย่านการวัดได้ 4 ย่านตั้งแต่ 6V ถึง 750 V หรือดีกว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด ±(1.0%+5) หรือดีกว่า

6.5 สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าสลับสูงสุด 10A ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด ±(1.5%+3) หรือดีกว่า

6.6 สามารถวัดค่าความต้านทานสูงสุดได้ 60MΩ แบ่งย่านการวัดได้ 6 ย่าน ตั้งแต่ 600 Ω ถึง 60 MΩ หรือดีกว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด ±(0.8%+3) หรือดีกว่า

6.7 วัดค่าความเก็บประจุได้สูงสุด 100mF หรือดีกว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด ±(5.0%+5) หรือดีกว่า

6.8 สามารถวัดความถี่ได้สูงสุด 10MHz หรือดีกว่า ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด ±(1.0%+3) หรือดีกว่า

6.9 สามารถวัดค่าอุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส (°C) ได้ตั้งแต่อุณหภูมิ -40 °C ถึง 1,000 °C หรือดีกว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด ±(1.0%+3)

6.10 สามารถวัดค่าอุณหภูมิในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์ (°F) ได้ตั้งแต่อุณหภูมิ -40 °F ถึง 1,832 °F หรือดีกว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด ±(1.0%+3)

6.11 มีสายวัดความยาวไม่ต่ำกว่า 1 เมตร และได้มาตรฐาน CAT III 1000V และ CAT IV 600V เป็นอย่างน้อย จำนวนไม่น้อยกว่า 1 ชุด

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

7. ชุดเครื่องตัดเหล็ก จำนวน 1 ชุด ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

7.1 เครื่องตัดเหล็ก Portable Cut-off จำนวน 1 เครื่อง

7.1.1 ใช้กับใบตัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 305 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) ชนิดปลายใบมีดคาร์ไบด์

7.1.2 มีพิกัดมอเตอร์ 1,700 วัตต์หรือมากกว่า

7.1.3 ความเร็วรอบตัวเปล่าขณะไม่ใส่ใบตัดน้อยกว่า 1,300 รอบ/นาที

7.1.4 มีความสามารถในการตัดชิ้นงานที่ 90 องศา ได้ไม่น้อยกว่า 110 มิลลิเมตร

7.1.5 มีความสามารถในการตัดชิ้นงานที่ 45 องศา ได้ไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร

7.1.6 มีตัวจับหนีบชิ้นงานเป็นแบบปลดได้รวดเร็ว

7.1.7 ฐานทำจากอะลูมิเนียม

7.1.8 ถาดเก็บฝุ่นสามารถถอดออกจากเครื่องได้

7.1.9 พร้อมใบเลื่อยตัดเหล็กฟันคาร์ไบค์ 60 ฟัน ขนาด 305 มิลลิเมตร (12"X60T) จำนวน 12 ใบ

7.2 แท่นตัดองศาแบบสไลด์ ขนาด 12 นิ้ว จำนวน 1 เครื่อง

7.2.1 ใช้กับใบตัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 305 มิลลิเมตร (12 นิ้ว)

7.2.2 มีพิกัดมอเตอร์ 1,650 วัตต์หรือมากกว่า

7.2.3 ตัวเครื่องตัดติดตั้งบนแขนโยกตัดและสามารถเลื่อนตัดได้

7.2.4 แท่นตัดสามารถปรับองศาตัดในแนวดิ่งแบบ (bevel) ไม่น้อยกว่า 45 องศา ได้ทั้งซ้ายและขวา โดยมีความสูงระยะตัดสูงสุดที่ 45 องศา ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร สำหรับ left bevel และ 40 มิลลิเมตร สำหรับ right bevel

7.2.5 แท่นตัดสามารถปรับองศาตัดในแนวระนาบ (Miter) ไม่น้อยกว่า 45 องศา โดยมีความสูงระยะตัดในแนวระนาบที่ 45 องศา ไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร

7.2.6 มีระยะตั้งมุมตัดมาตรฐานที่ 0 22.5 33.9 45 และ 49 องศา

7.2.7 มีไฟ LED ส่องสว่าง และกำหนดแนวตัดชิ้นงานด้วยเงาจาก LED

7.2.8 มีระบบเก็บฝุ่น

7.2.9 ใช้ไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ชนิด 1 เฟส

7.2.10 พร้อมใบเลื่อยวงเดือนสำหรับตัดไม้ขนาด 305 มิลลิเมตร ชนิด 60 และ 80 ฟัน อย่างละ 3 ใบ

7.2.11 พร้อมใบเลื่อยวงเดือนสำหรับตัดอลูมิเนียมขนาด 305 มิลลิเมตร ชนิด 100 และ 120 ฟัน อย่างละ 3 ใบ

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

7.3 โต๊ะเลื่อยองศา 10 นิ้ว พร้อมขาตั้ง จำนวน 1 เครื่อง

7.3.1 สามารถตัดได้ทั้งไม้ อลูมิเนียม และพลาสติก

7.3.2 หน้าโต๊ะทำจากอลูมิเนียมหรือสเตนเลส มีขนาดไม่น้อยกว่า 600 x 500 มิลลิเมตร

7.3.3 มีเลื่อยวงเดือนติดตั้งใต้โต๊ะ ขนาดพิกัดมอเตอร์ 1,600 วัตต์หรือมากกว่า

7.3.4 ใช้กับใบเลื่อยขนาด 10 นิ้ว และมีขนาดรูเพลาขนาด 1 นิ้ว

7.3.5 สามารถปรับใบเลื่อนขึ้น-ลงได้

7.3.6 ความเร็วรอบตัวเปล่าขณะไม่ใส่ใบตัดไม่น้อยกว่า 4,500 รอบ/นาที

7.3.7 มีความสามารถในการตัดชิ้นงานที่ 90 องศา ไม่น้อยกว่า 70 มิลลิเมตร

7.3.8 มีความสามารถในการตัดชิ้นงานที่ 45 องศา ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร

7.3.9 ใช้ไฟฟ้า 220-240 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ชนิด 1 เฟส

7.3.10 พร้อมใบเลื่อยวงเดือนสำหรับตัดไม้และอลูมิเนียมขนาด 10 นิ้ว อย่างละ 3 ใบ

7.4 ใบเลื่อยเพชร สำหรับตัดเหล็ก กระเบื้อง ไม้ แก้ว 14 นิ้ว รูเพลา 1 นิ้ว จำนวน 10 ใบ

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

8. ชุดยานยนต์ไฟฟ้าแบบพับเก็บได้ จำนวน 10 ชุด

8.1 ลักษณะเป็นยานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กสามารถพับเก็บได้ มี 2 ล้อ

8.2 มอเตอร์ขนาดไม่น้อยกว่า 250 วัตต์

8.3 มีระดับความเร็วที่สามารถเปลี่ยนได้ไม่น้อยกว่า 2 ระดับ

8.4 ความเร็วสูงสุด ไม่น้อยกว่า 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

8.5 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนหรือดีกว่า ขนาดไม่น้อยกว่า 6Ah

8.6 ระยะทางที่สามารถขับขี่ได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 30 กิโลเมตร ต่อการชาร์จไฟฟ้า 1 ครั้ง

8.7 สามารถรับน้ำหนักได้ไม่น้อยกว่า 100 kg

8.8 มีจอ LED บอกสถานะแบตเตอรี่ ระยะทาง และความเร็วแบบ real-time

8.9 ขนาดของยานยนต์ไฟฟ้าตอนพับเก็บ ขนาดยาวไม่เกิน 125 cm สูงไม่เกิน 40 cm

8.10 ขั้นตอนการพับเพียง 4 ขั้นตอน ประหยัดพื้นที่และสามารถพกพาได้

8.11 ความสูงจากพื้นถึงที่มือจับ ไม่น้อยกว่า 100 cm

8.12 โครงสร้างทำจากวัสดุอลูมิเนียมอัลลอย หรือเหล็กกล้า หรือดีกว่า

8.13 สามารถเสียบชาร์ตแบตเตอรี่ได้โดยตรง

8.14 เบาะนั่งสามารถถอดเก็บ และใช้งานเป็นสกู๊ตเตอร์แบบปกติได้หรือสามารถใช้งานแบบขาไถได้ เมื่อพลังงานจากแบตเตอรี่หมด

8.15 มีระบบไฟหน้าส่องสว่างแบบ LED

8.16 มีไฟท้ายและมีไฟเลี้ยว

8.17 มีสปริงกันกระแทกที่ล้อหน้า และที่เบาะนั่ง

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

9. ชุดอุปกรณ์สนับสนุนการเรียนการสอน ประกอบด้วย

9.1 ชุดขยายสัญญาณ WiFi จำนวน 2 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

9.1.1 รองรับการเชื่อมต่อไร้สาย Dual-Band 2.4 GHz และ 5.0 GHz

9.1.2 รองรับการเชื่อมต่อในเวลาเดียวกัน ได้ไม่น้อยกว่า 60 เครื่อง

9.1.3 มาตราฐานการเชื่อมต่อ 802.11

9.2 ชุดแทปเลท จำนวน 6 ชุด มีคุณลักษณะดังนี้

9.2.1 จอภาพแบบ WQXGA ขนาดไม่น้อยกว่า 12 นิ้ว ความละเอียดไม่น้อยกว่า 2,800x1,700 pixel ความหนาแน่นของพิกเซล (PPI) ไม่น้อยกว่า 265 PPI ความเร็วหน้าจอแสดงผลสูงสุด ไม่ต่ำกว่า 120 Hz

9.2.2 หน่วยประมวลผล ความเร็วไม่น้อยกว่า 8 Core

9.2.3 หน่วยความจำ RAM ไม่น้อยกว่า 6 GB

9.2.4 พื้นที่จัดเก็บข้อมูล ไม่น้อยกว่า 128 GB

9.2.5 สามารถใช้งานได้กับการ์ด MicroSD ที่มีความจุสูงสุด ไม่น้อยกว่า 1 TB

9.2.6 ความจุแบตเตอรีไม่น้อยกว่า 8,000 mA

9.2.7 สามารถใช้งานต่อเนื่องได้นานสูงสุด ไม่ต่ำกว่า 14 h

9.2.8 รองรับระบบการชาร์จเร็วไม่ต่ำกว่า 45 W

9.2.9 รองรับการเชื่อมต่อ เช่น USB (Type-C 3.2) และ Bluetooth และ Wi-Fi Direct และ Wi-Fi 802.11 และ USB Host ได้เป็นอย่างน้อย

9.2.10 รองรับการเขียนหน้าจอด้วยปากกาอัจฉริยะ

9.2.11 สามารถจดโน้ตลงในไฟล์รูปแบบ PDF ได้

9.2.12 สามารถแชร์ไฟล์จากการจดโน้ตเป็นไฟล์สกุลต่าง ๆ ได้ เช่น Microsoft Word หรือ PowerPoint หรือ PDF ได้

9.2.13 สามารถจดโน้ตและบันทึกเสียงได้ในเวลาเดียวกัน

9.2.14 สามารถแปลงลายมือให้เปลี่ยนเป็นตัวพิมพ์ได้

9.2.15 มีระบบสแกนลายนิ้วมือเพื่อรักษาความปลอดภัยในการเข้าใช้งาน

9.2.16 ตัวเครื่องทำจากอลูมินัม

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

9.2.17 ด้านหลังตัวเครื่องแท็ปเล็ต มีกล้องจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัว ความละเอียดไม่น้อยกว่า 5 MP และมีเลนส์ Ultra Wide อย่างน้อย 1 ตัว

9.2.18 ด้านหน้ามีกล้องหน้าจำนวนอย่างน้อย 1 ตัว

9.2.19 สามารถบันทึกวิดีโอแบบต่อเนื่องที่ความละเอียดไม่น้อยกว่า 4K/30fps

9.2.20 ติดตั้งฟิล์มกันรอย

9.2.21 อุปกรณ์ประกอบ

9.2.21.1 ปากกาอัจฉริยะที่สามารถรองรับการใช้งานที่ระยะไม่น้อยกว่า 7 เมตร จำนวน 1 ตัว

9.2.21.2 ชุดชาร์จแบตเตอรี่ ขนาดไม่น้อยกว่า 45 W จำนวน 1 ชุด

9.2.21.3 MicroSD ขนาดไม่น้อยกว่า 1 TB จำนวน 1 ตัว

9.2.21.4 อุปกรณ์การเชื่อมต่อสำหรับการแสดงผล จำนวน 1 ชิ้น

1) สามารถเชื่อมต่อกับการแสดงผลได้ไม่น้อยกว่า 2 ช่อง คือ ช่อง USB 3 และ HDMI

2) สามารถเชื่อมต่อกับ USB Type-C ได้

9.2.21.5 มีปกพร้อมแป้นพิมพ์ (Cover keyboard) จำนวน 1 ชิ้น

1) มีแป้นพิมพ์ภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ

2) มีส่วนทัชแพ็ดรวมอยู่ด้วย

9.3 เลเซอร์ พอยเตอร์ จำนวน 6 ตัว มีคุณสมบัติดังนี้

9.3.1 ระยะของเลเซอร์ ไม่ต่ำกว่า 50 เมตร

9.3.2 รองรับการเชื่อมต่อ USB Port 2.0 และ 3.0

9.3.3 ระยะการเชื่อมต่อสัญญาณไม่ต่ำกว่า 25 เมตร ด้วยสัญญาณ Wireless 2.4 GHz

9.3.4 รับประกันคุณภาพสินค้าไม่น้อยกว่า 1 ปี

9.4 หัวแปลง VGA to HDMI จำนวน 6 ตัว มีคุณลักษณะดังนี้

9.4.1 มีความละเอียดของภาพสูงสุด ไม่ต่ำกว่า 1080P

9.4.2 Audio Output port

9.5 เครื่องสำรองข้อมูลภายนอก (External Hard Disk) จำนวน 7 เครื่อง มีคุณลักษณะดังนี้

9.5.1 มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล (Hard Disk) ชนิด SATA หรือดีกว่า ขนาดความจุไม่น้อยกว่า 2TB

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564

9.5.2 ใช้หน่วยความจำในลักษณะ Flash Memory Chips

9.5.3 มีการเชื่อมต่อแบบ USB 3.0 หรือดีกว่า

9.5.4 มีการรับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 3 ปี

ลงชื่อ.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญา มุขดา)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์จุติพร อินทะนิน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กังสดาล สกุลพงษ์มาลี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปองพล รักการงาน)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์เจิมธง ปรารถนารักษ์)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ชลีดล อินยาศรี)

ลงชื่อ.....กรรมการ
(อาจารย์ปกรณ์ พรหมแก้ว)

- 8 ก.พ. 2564