



รายละเอียดคุณลักษณะครุภัณฑ์เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่าง จำนวน 3 รายการ

มีคุณลักษณะดังนี้

1. เครื่องมือตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างแบบพกพา จำนวน 5 เครื่อง แต่ละเครื่องมีคุณลักษณะดังนี้
  - 1.1 เป็นเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง แบบปากกา
  - 1.2 หน้าจอแสดงผลเป็นแบบ Multifunction LCD with Bargraph หรือดีกว่า สามารถแสดงค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้
    - 1.2.1 มีระบบแจ้งเตือน (RENEW) แสดงบนหน้าจอเมื่อถึงเวลาเปลี่ยนหัววัด
    - 1.2.2 แสดงสัญลักษณ์ CAL แจ้งเตือนเมื่อถึงเวลาต้องปรับเทียบเครื่อง
    - 1.2.3 สามารถแสดงกราฟช่วงค่าการวัดได้
    - 1.2.4 แสดงสัญลักษณ์ "BAT" แจ้งเตือนเมื่อแบตเตอรี่ต่ำ
  - 1.3 เครื่องสามารถตรวจวัดค่าได้
    - 1.3.1 วัดค่าความเป็นกรด-ด่างได้ในช่วง 0 ถึง 14 pH โดยมีค่าความแม่นยำในการวัด  $\pm 0.01$  pH หรือดีกว่าที่กำหนด
    - 1.3.2 วัดค่า ORP ได้ในช่วง  $\pm 999$  mV โดยมีค่าความแม่นยำในการวัด  $\pm 4$  mV หรือดีกว่าที่กำหนด
    - 1.3.3 วัดอุณหภูมิได้ในช่วง 0 ถึง 90 องศาเซลเซียส โดยมีค่าความแม่นยำในการวัด  $\pm 1$  องศาเซลเซียส หรือดีกว่าที่กำหนด
    - 1.3.4 มีฟังก์ชันชดเชยค่าความผิดพลาดของอุณหภูมิได้ในช่วง 0 ถึง 90 องศาเซลเซียส หรือดีกว่าที่กำหนด
  - 1.4 หัววัดค่า pH เป็นแบบกันน้ำ
  - 1.5 สามารถปรับเทียบค่ามาตรฐานได้ ไม่น้อยกว่า 3 จุด
  - 1.6 สามารถบันทึกค่าได้อย่างน้อย 15 ค่า

ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ

 (อาจารย์ ดร.ทัตพร คุณประดิษฐ์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรารุณี สมนาม) (อาจารย์ ดร.ชาญ ยอดละ)
   
 (นายธงชัย ศรีตะปัญญา) (นางสาวทัศนีย์ ไชยฮ้อย)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียดคุณลักษณะ


  
 (อาจารย์ ดร.อนันต์ บุญชัย)

- 1.7 เครื่องมีโหมดประหยัดพลังงานโดยสามารถปิดเครื่องได้เองเมื่อไม่มีการใช้งานอย่างน้อย 10 นาที
- 1.8 มีชุดสารละลายสอบเทียบ pH 4.01 , pH 7.00 และ pH 10.01 อย่างละ 30 ml จำนวน 1 ชุด
- 1.9 มีคู่มือการใช้งานภาษาไทยและอังกฤษพร้อมกระเป๋าหรือซองใส่คู่มืออย่างน้อย 1 ชุด
- 1.10 รับประกันคุณภาพอย่างน้อย 1 ปี
- 1.11 มีการอบรมการใช้งานและการดูแลรักษาเครื่องมือให้แก่บุคลากรของมหาวิทยาลัยอย่างน้อย 1 ครั้ง

## 2. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง พร้อมอุปกรณ์ประกอบ จำนวน 2 ชุด แต่ละชุดมีคุณลักษณะดังนี้

2.1 เป็นเครื่องมือสำหรับวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณความต่างศักย์ไฟฟ้าของสารละลายในหน่วย มิลลิโวลท์ (mV) และสามารถวัดอุณหภูมิของสารละลายได้เมื่อมีหัววัดที่มี sensor ชนิด Pt 1000 หรือ NTC 30

2.2 จอแสดงผลแบบ LCD

2.3 มีช่วงการวัด (Measuring range) ดังนี้


2.3.1 pH วัดค่าได้ในช่วงตั้งแต่ -2.0 ถึง +20.0 โดยสามารถเลือกความละเอียดในการอ่านค่า (resolution) ได้ ดังนี้


- |                          |                              |
|--------------------------|------------------------------|
| (1) อ่านค่าละเอียด 0.001 | ในช่วง pH -2.000 ถึง +19.999 |
| (2) อ่านค่าละเอียด 0.01  | ในช่วง pH -2.00 ถึง +20.00   |
| (3) อ่านค่าละเอียด 0.1   | ในช่วง pH -2.0 ถึง +20.0     |


2.3.2 mV วัดค่าได้ในช่วงตั้งแต่ -2000 ถึง + 2000 mV โดยมีความละเอียดในการอ่านค่า (resolution) ได้ ดังนี้

- |                           |                             |
|---------------------------|-----------------------------|
| (1) อ่านค่าละเอียด 0.1 mV | ในช่วง -999.9 ถึง +999.9 mV |
| (2) อ่านค่าละเอียด 1 mV   | ในช่วง -2000 ถึง +2000 mV   |

### ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ

 (อาจารย์ ดร.ทัตพร คุณประดิษฐ์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรารุณี สมนาม) (อาจารย์ ดร.ชาญ ยอดละ)

 (นายธงชัย ศรีตะปัญญา)

 (นางสาวทัศนีย์ ไชยชัย)

### ผู้ตรวจสอบรายละเอียดคุณลักษณะ

 (อาจารย์ ดร.อนนต์ บุญชัย)

2.3.3 อุณหภูมิ วัดค่าได้ในช่วงตั้งแต่  $-5.0$  ถึง  $+105.0^{\circ}\text{C}$  โดยมีความละเอียดในการอ่านค่า (resolution)  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  หรือวัดค่าได้ในช่วง  $-25$  ถึง  $+130^{\circ}\text{C}$  ในกรณีที่ผู้ใช้งานปรับอุณหภูมิเอง (Manual Temperature Input) หรือดีกว่าที่กำหนด

2.4 มีค่าความเที่ยงตรง (accuracy) ของค่าต่าง ๆ ดังนี้

2.4.1 pH มีค่าความเที่ยงตรง  $\pm 0.005$ ,  $\pm 0.01$  หรือ  $\pm 0.1$  หรือดีกว่าที่กำหนด

2.4.2 mV มีค่าความเที่ยงตรง  $\pm 0.3$  หรือ  $\pm 1$  หรือดีกว่าที่กำหนด

2.4.3 อุณหภูมิ มีค่าความเที่ยงตรง  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  หรือดีกว่าที่กำหนด

2.5 สามารถคาลิเบรทได้ 3 จุด (calibration points) โดยมีชุดของค่า pH ของสารละลายบัฟเฟอร์ ตามมาตรฐาน TEC , NIST/DIN และ ConCal ซึ่งผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าบัฟเฟอร์ได้เอง

2.6 สามารถตั้งระยะเวลาได้ในช่วง 1 ถึง 999 วัน เพื่อทำการ Calibrate ครั้งต่อไป โดยจะมีสัญลักษณ์แสดงเมื่อถึงกำหนดระยะเวลาที่ตั้งไว้

2.7 มีสัญลักษณ์ แสดงค่า Zero point และ Slope

2.8 สามารถตั้งเวลาปิดเครื่องอัตโนมัติ (Automatic switch-off) ในกรณีที่ใช้แบตเตอรี่ได้

2.9 ตัวเครื่องทำด้วยวัสดุชนิด ABS หรือดีกว่าที่กำหนด

2.10 ตัวเครื่องได้รับการรับรองมาตรฐาน CE , protection class 3, EN 61010-1 และ IP43

2.11 มีอุปกรณ์ประกอบเครื่องดังนี้

2.11.1 pH electrode BlueLin14 จำนวน 1 ชุด

2.11.2 ขาดังพร้อมที่จับ Electrode จำนวน 1 ชุด

2.11.3 สารละลายมาตรฐานบัฟเฟอร์ (Standard Buffer) 4.00/7.00/10.01 ขนาดอย่างละ 600 มิลลิลิตร จำนวน 1 ชุด




2.11.4 สารละลายอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte solution ; KCl 3 mol/l) ขนาด 600 มิลลิลิตร



2.11.5 Combination electrode blueLine 27 pH จำนวน 1 ชุด

2.11.2 Combination electrode blueLine 21 pH จำนวน 1 ชุด

2.11.3 Coaxial electrode plug type LB1A จำนวน 1 ชุด

ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ

 (อาจารย์ ดร.ทัตพร คุณประดิษฐ์)  (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรารุณี สมนาม)  (อาจารย์ ดร.ชาญ ยอดเละ)

 (นายธงชัย ศรีตะปัญญา)  (นางสาวทัศนีย์ ไชยฮ้อย)

ผู้ตรวจสอบรายละเอียดคุณลักษณะ




 (อาจารย์ ดร.ถนัด บุญชัย)

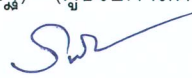

- 2.12 ใช้แบตเตอรี่แบบ AA 1.5 V จำนวน 4 ก้อน และสามารถใช้ไฟฟ้า 220 โวลท์ 50 ไซเคิล
- 2.13 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 1 ปี
- 2.14 มีคู่มือภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
- 2.15 มีการอบรมการใช้งานให้กับบุคลากรของมหาวิทยาลัย

### 3. เครื่องมือวัดความเป็นกรด-ด่างแบบตั้งโต๊ะ จำนวน 12 เครื่อง แต่ละเครื่องมีคุณลักษณะดังนี้

- 3.1 เป็นเครื่องชนิดตั้งโต๊ะที่สามารถวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลาย
- 3.2 จอแสดงผลเป็นแบบจอสีและเป็นจอสัมผัส ที่สามารถเห็นได้ชัดเจนทั้งในที่มืด และที่สว่าง
- 3.3 หน้าจอกว้างขนาดไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว และสามารถตั้งความสว่างของหน้าจอได้
- 3.4 ความสามารถในการวัด
  - 3.4.1 ตัวเครื่องสามารถวัดค่า pH ตั้งแต่  $-2.000$  ถึง  $20.000$  สามารถเลือกค่าการอ่านละเอียดได้  $0.001$  pH,  $0.01$  pH และ  $0.1$  pH ค่าความถูกต้อง  $\pm 0.002$  หรือดีกว่าที่กำหนด
  - 3.4.2 ตัวเครื่องสามารถวัดค่า mV แบบ **absolute** ตั้งแต่  $-2000.0$  mV ถึง  $2000.0$  mV ค่าการอ่านละเอียด  $0.1$  mV และ  $1$  mV ค่าความถูกต้อง  $\pm 0.2$  หรือดีกว่าที่กำหนด
  - 3.4.3 ตัวเครื่องสามารถวัดค่าการนำไฟฟ้าตั้งแต่ช่วง  $0.001$  ถึง  $1,000$  ms/cm มีค่าความถูกต้อง  $\pm 0.5\%$  หรือดีกว่าที่กำหนด
  - 3.4.4 ตัวเครื่องมีหัววัดอุณหภูมิที่สามารถวัดค่า อุณหภูมิ ตั้งแต่  $-30$  องศาเซลเซียส ถึง  $130$  องศาเซลเซียส ค่าการอ่านละเอียด  $0.1$  องศาเซลเซียส ค่าความถูกต้อง  $\pm 0.1$  องศาเซลเซียส หรือดีกว่าที่กำหนด
- 3.5 มีระบบชดเชย pH กรณีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปแบบ Manual หรือ Automatic
- 3.6 มีแขนจับยึด Electrode ที่สามารถเลื่อนขึ้น - ลง ในแนวตั้งและสามารถหมุนได้รอบ  $360$  องศา โดยตัวเครื่องและแขนจับยึด Electrode ทำมาจากวัสดุโพลีเมอร์ แบบ ABS / PC reinforced ซึ่งทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีพร้อมทั้งมีหน้ากปกป้องกันการเปื้อนของสารเคมี
- 3.7 มีโปรแกรมการปรับค่ามาตรฐาน (Calibration) ได้ 5 จุด สำหรับค่า pH และแสดง slope และค่า Zero point

ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ

 (อาจารย์ ดร.ทัตพร คุณประดิษฐ์) 
  (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรารุทธิ สมนาม) 
  (อาจารย์ ดร.ชาญ ยอดละ)


 (นายธงชัย ศรีตะปัญญา) 
  (นางสาวทัศนีย์ ไชยชัย)

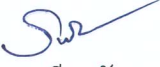
ผู้ตรวจสอบรายละเอียดคุณลักษณะ

 (อาจารย์ ดร.อนันต์ ปญชัย)

- 3.8 มีระบบ calibration reminder พร้อมมีระบบ lock การวัดหากไม่ได้ทำการ calibrate
- 3.9 มีระบบการอ่านจุดยุติได้ 3 แบบ ได้แก่ ระบบ automatic , ระบบ manual และระบบตั้งเวลาให้หยุดเมื่อถึงระยะเวลาที่ตั้งไว้ พร้อมสัญลักษณ์ตัวหนังสือแสดงสถานะที่ตั้งไว้ที่จอแสดงผล
- 3.10 มี Mode สำหรับ Level Manager และ Operation ให้เลือกใช้ (Routine Mode /Expert Mode)
- 3.11 สามารถใส่ชื่อผู้ใช้งาน และใส่ password สำหรับล๊อคเมนูการทำงานของเครื่อง
- 3.12 สามารถต่อกับเครื่อง bar-code reader หรือ external keyboard เพื่อทำการใส่ข้อมูลของตัวอย่าง (Sample ID) ได้
- 3.13 ตัวเครื่องมีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลตัวอย่าง โดยสามารถแสดง Username ID, Sample ID, Sensor ID และ Serial Number ได้ 1000 ข้อมูลหรือมากกว่า โดยสามารถต่อกับเครื่องพิมพ์ผล, computer, และ USB-Stick และสามารถต่อกับเครื่องกวนสารอัตโนมัติได้
- 3.14 มีระบบการส่งเสียงเตือนเมื่อเกิด error, end point, และ ค่าที่วัดเกิน limit ที่ตั้งไว้
- 3.15 มีอุปกรณ์ประกอบ ดังนี้
- 3.15.1 Conductivity electrode พร้อมหัววัดอุณหภูมิภายใน และมีสายเคเบิลอย่างน้อย 1 เมตร (รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี) จำนวน 1 อัน
- 3.15.2 Electrode แบบ 2 in 1 ซึ่งสามารถวัดได้ทั้งความเป็นกรด- ด่าง หรือ MV หรือ อุณหภูมิ (รับประกันไม่น้อยกว่า 1 ปี) จำนวน 1 อัน
- 3.15.3 สารละลายบัฟเฟอร์ pH 4 , 250 ml จำนวน 2 ขวด ต่อเครื่อง
- 3.15.4 สารละลายบัฟเฟอร์ pH 7 , 250 ml จำนวน 2 ขวด ต่อเครื่อง
- 3.15.5 สารละลายบัฟเฟอร์ pH 10 , 250 ml จำนวน 2 ขวด ต่อเครื่อง
- 3.15.6 สารละลายอิเล็กโทรไลต์ ( 3 m,KCL) 250 ml จำนวน 2 ขวด ต่อเครื่อง
- 3.15.7 สารละลาย Conductivity Standard ( 0.01 m,KCL) 250 ml จำนวน 2 ขวด ต่อเครื่อง
- 3.16 รับประกันคุณภาพไม่น้อยกว่า 2 ปี และบริการตรวจสอบดูแลทุก ๆ 6 เดือน ภายในระยะเวลาประกัน
- 3.17 มีคู่มือการใช้งานทั้งฉบับภาษาไทย , ภาษาอังกฤษ จำนวนอย่างละ 2 ชุดต่อเครื่อง

**ผู้กำหนดรายละเอียดคุณลักษณะ**

 (อาจารย์ ดร.ทัตพร คุณประดิษฐ์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรารุณี สมนาม) (อาจารย์ ดร.ชาญ ยอดละ)

 (นายธงชัย ศรีตะปัญญา) (นางสาวทัศนีย์ ไชยชัย)

**ผู้ตรวจสอบรายละเอียดคุณลักษณะ**

 (อาจารย์ ดร.ณันต์ บุญชัย)