



คู่มือปฏิบัติงาน

เรื่อง

การใช้งานเครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน  
(Bomb Calorimeter) รุ่น C6000 ยี่ห้อ IKA

จัดทำโดย

นางวรรณฤดี หมื่นพล

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

# คู่มือปฏิบัติงาน

## เรื่อง

การใช้งานเครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน  
(Bomb Calorimeter) รุ่น C6000 ยี่ห้อ IKA

## จัดทำโดย

นางวรรณฤดี หมื่นพล  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขวัญกมล ชุนพิทักษ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มีนาคม พ.ศ. 2567

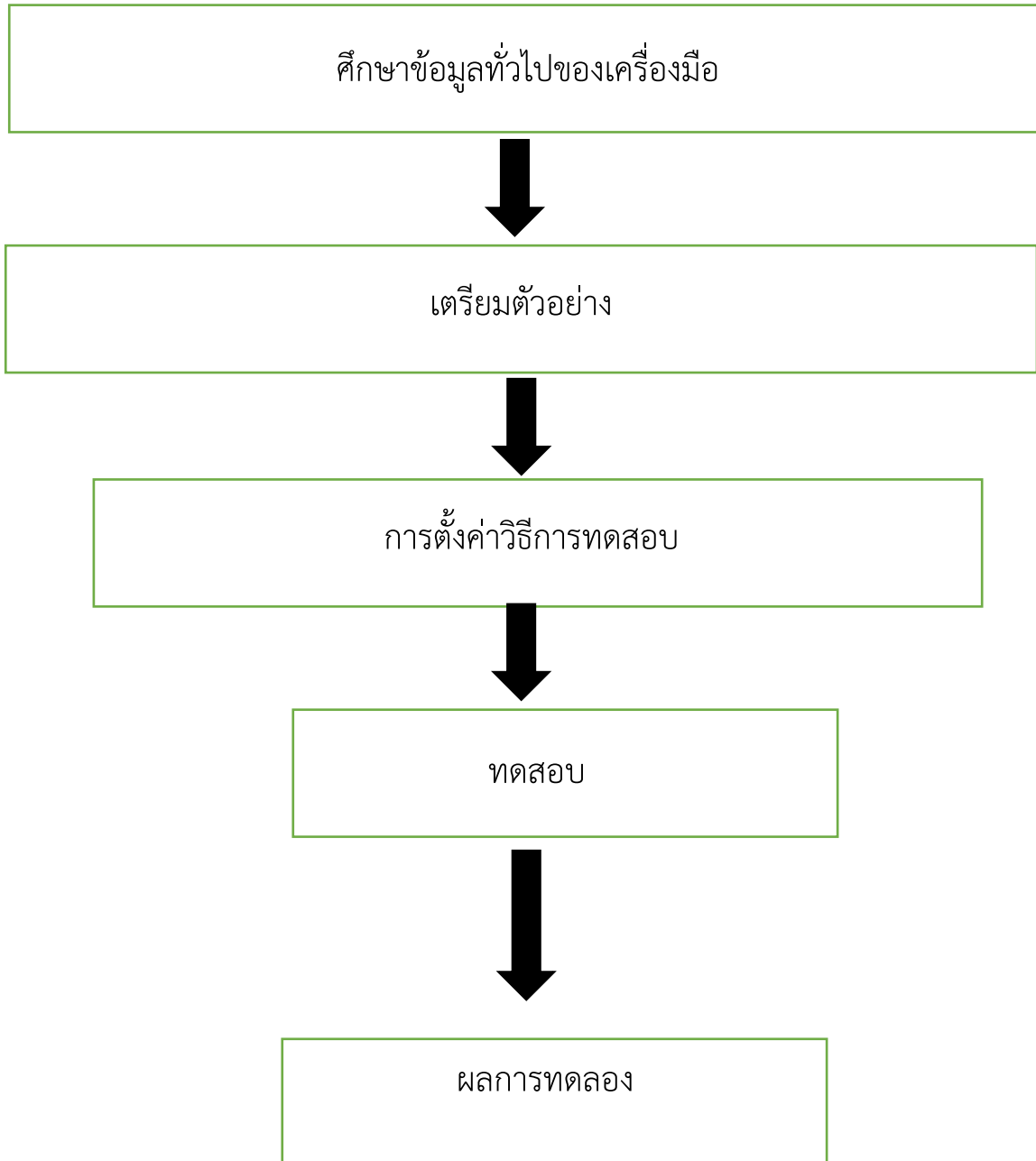
## คำนำ

เครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน (Bomb Calorimeter) รุ่น C6000 ยี่ห้อ IKA เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดเพื่อหาค่าพลังงานความร้อนของตัวอย่างผงของแข็งและของเหลวและสามารถติดไฟได้ เช่น น้ำมัน ถ่านหิน วัสดุการเกษตร สิ่งแวดล้อมและอื่นๆ โดยวิธีการหลักๆ ของการหาค่าพลังงานโดยใช้เครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน (Bomb Calorimeter) ก็จะมีอยู่ 2 วิธีหลักๆตามมาตรฐาน ASTM. คือ Isoperibol Method , Adiabatic Method แต่ส่วนใหญ่ห้องปฏิบัติการจะเลือกใช้วิธี Isopribol ซึ่งได้มาตรฐานมากกว่า โดยหลักการของเครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน (Bomb Calorimeter) ด้วยวิธี Isoperibol ตามมาตรฐาน ASTM จะใส่ตัวอย่างลงไปในกลุ่มบอมบ์นำกลุ่มบอมบ์ใส่ไปในเครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน (Bomb Calorimeter) โดยรอบๆ กลุ่มบอมบ์จะมีน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิเครื่องก็จะทำงานโดยการจุดติดไฟเพื่อเผาไหม้ตัวอย่างจนสมบูรณ์และให้ความร้อนออกมา ความร้อนจะแพร่กระจายไปยังน้ำที่อยู่รอบๆ กลุ่มบอมบ์เครื่องจะตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำและคำนวณออกมาเป็นค่าพลังงานความร้อนออกมาให้ ปกติค่าพลังงานความร้อนจะมีหน่วย J, Kcal/kg, Cal/g, MJ/kg หรือ BTU/lb ขึ้นอยู่กับว่าห้องปฏิบัติการต้องการรายงานเป็นหน่วยไหนสามารถ Set ตั้งค่าที่เครื่องได้

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
คำนำ	
สารบัญ	
แผนภูมิขั้นตอนการใช้งานเครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน (Bomb Calorimeter)	1
ขั้นตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเครื่อง	2
1.2 อุปกรณ์ของเครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน (Bomb Calorimeter)	3
1.3 โหมดการใช้งานหลัก	4
ขั้นตอนที่ 2 การใช้งานโปรแกรม	5
ขั้นตอนที่ 3 เครื่องมือและอุปกรณ์	7
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	7
ขั้นตอนที่ 4 การเตรียมตัวอย่างและการวัดค่า	8
4.1 การเตรียมและตั้งค่าการทดสอบ	8
4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์	11

ขั้นตอนการใช้งานเครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน  
(Bomb Calorimeter) รุ่น C6000 ยี่ห้อ IKA



## ขั้นตอนที่ 1 ข้อมูลการทำงานของเครื่อง

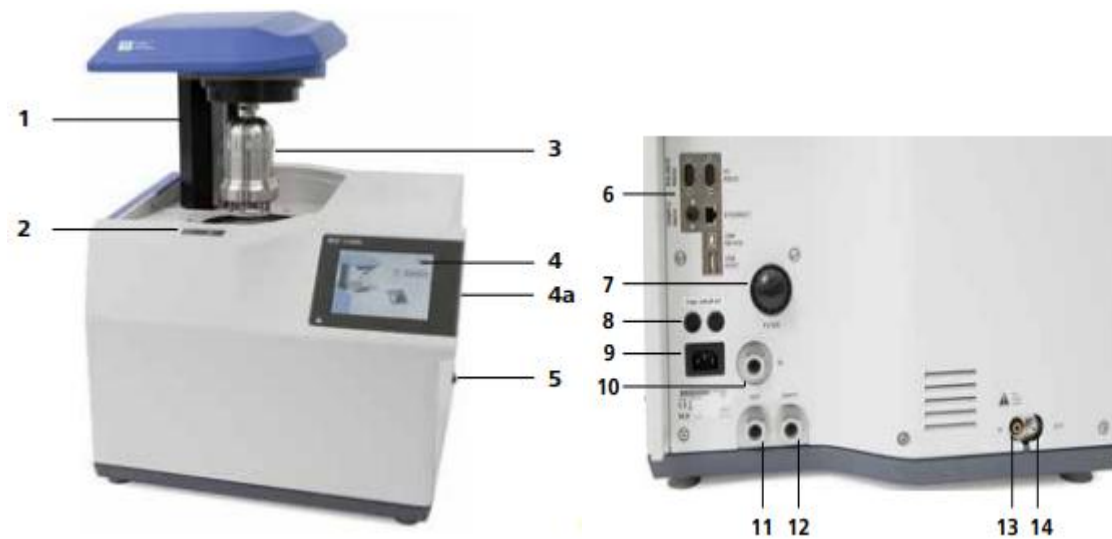
### ข้อมูลทั่วไปของเครื่อง

เครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน (Bomb Calorimeter) รุ่น C6000 ยี่ห้อ IKA เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดเพื่อหาค่าพลังงานความร้อนของตัวอย่างผงของแข็งและของเหลวและสามารถติดไฟได้ เช่น น้ำมัน ถ่านหิน วัสดุการเกษตร สิ่งแวดล้อมและอื่นๆ โดยวิธีการหลักๆ ของการหาค่าพลังงานโดยใช้เครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน (Bomb Calorimeter) ก็จะมีอยู่ 2 วิธีหลักๆตามมาตรฐาน ASTM. คือ Iso-peribol Method , Adiabatic Method แต่ส่วนใหญ่ห้องปฏิบัติการจะเลือกใช้วิธี Iso-peribol ซึ่งได้มาตรฐานมากกว่า โดยหลักการของเครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน (Bomb Calorimeter) ด้วยวิธี Iso-peribol ตามมาตรฐาน ASTM จะใส่ตัวอย่างลงไปในกลุ่มบอมบ์นำลูกบอมบ์ใส่ไปในเครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน (Bomb Calorimeter) โดยรอบๆ ลูกบอมบ์จะมีน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิเครื่องก็จะทำงานโดยการจุดติดไฟเพื่อเผาไหม้ตัวอย่างจนสมบูรณ์และให้ความร้อนออกมา ความร้อนจะแพร่กระจายไปยังน้ำที่อยู่รอบๆ ลูกบอมบ์เครื่องจะตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำและคำนวณออกมาเป็นค่าพลังงานความร้อนออกมาให้ ปกติค่าพลังงานความร้อนจะมีหน่วย J, Kcal/kg, Cal/g, MJ/kg หรือ BTU/lb ขึ้นอยู่กับว่าห้องปฏิบัติการต้องการรายงานเป็นหน่วยไหนสามารถ Set ตั้งค่าที่เครื่องได้



รูปที่ 1 เครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน (Bomb Calorimeter) รุ่น C6000 ยี่ห้อ IKA

## 1.2 อุปกรณ์ของเครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน (Bomb Calorimeter) รุ่น C6000 ยี่ห้อ IKA

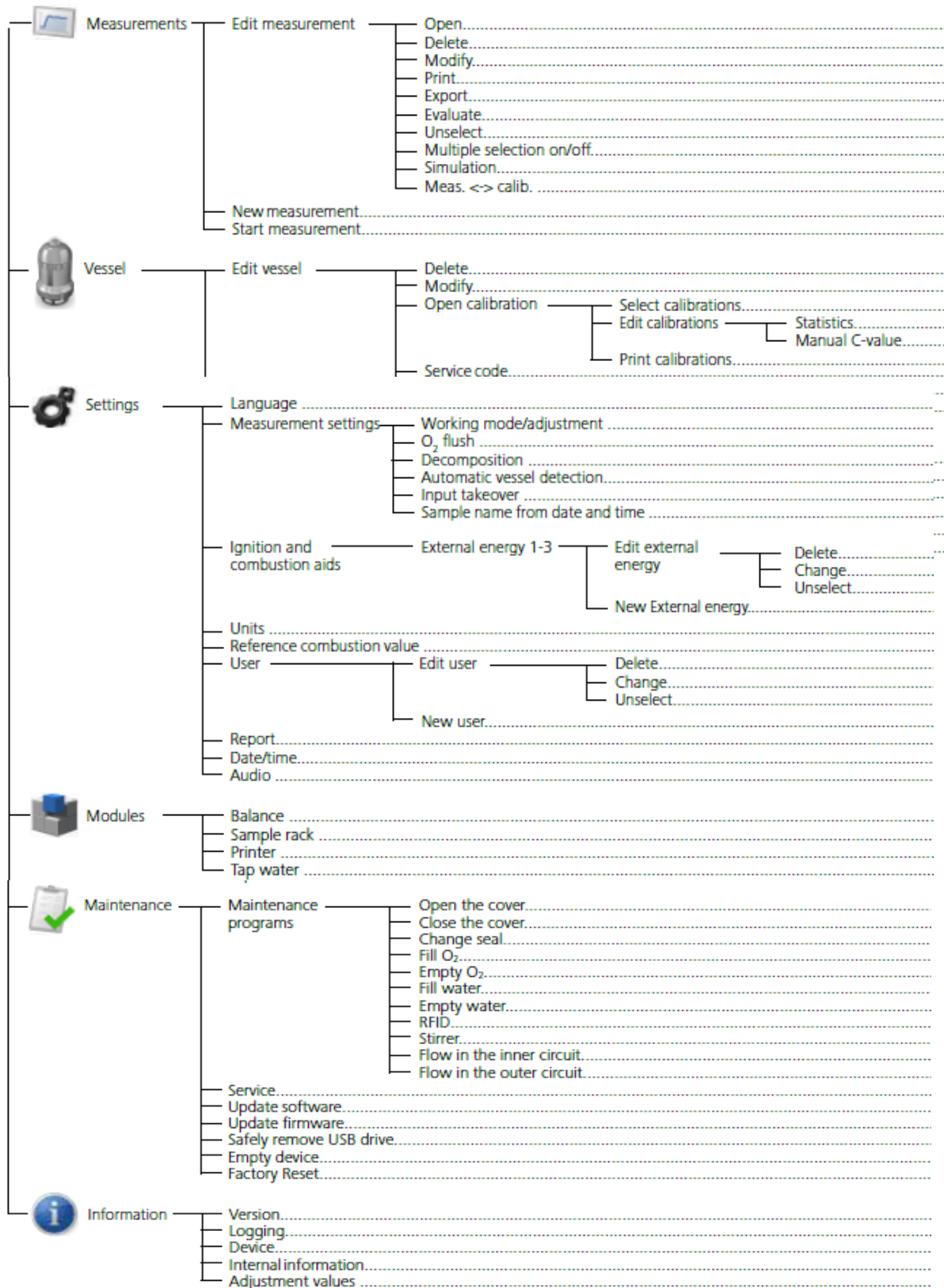


- 1). ลิฟท์
- 2). เซ็นเซอร์สำหรับตรวจจับภาพขณะจุดระเบิด RFID
- 3). ภาชนะจุดระเบิด
- 4). หน้าจอแสดงผล
- 5). สวิตช์เปิด-ปิดเครื่อง
- 6). ช่องเสียบอุปกรณ์ต่อพ่วง
- 7). ไส้กรองน้ำ
- 8). ฟิวส์
- 9). ช่องเสียบสายไฟ 220V
- 10). ช่องน้ำเข้า
- 11). ช่องน้ำออก
- 12). ช่องระบายน้ำล้น
- 13). ช่องต่อลมเข้า
- 14). ช่องต่อลมออก



## รูปที่ 2 ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่อง

### 1.3 โหมดการใช้งานหลักมีดังนี้





### รูปที่ 3 โหมดการใช้งาน

#### ขั้นตอนที่ 2 การใช้งานโปรแกรม

##### 1. หน้าเมนู (Menu)



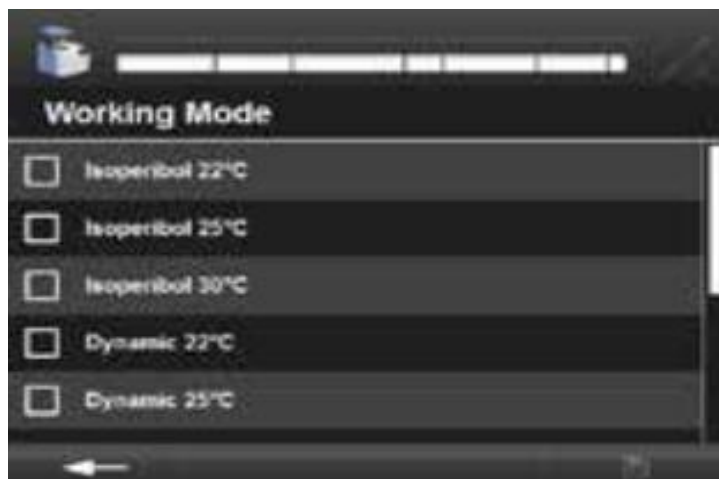
รูปที่ 4 หน้าเมนู (Menu)

##### 2. เลือกภาษาที่ต้องการใช้งาน โดยไปที่โหมด Setting / Language



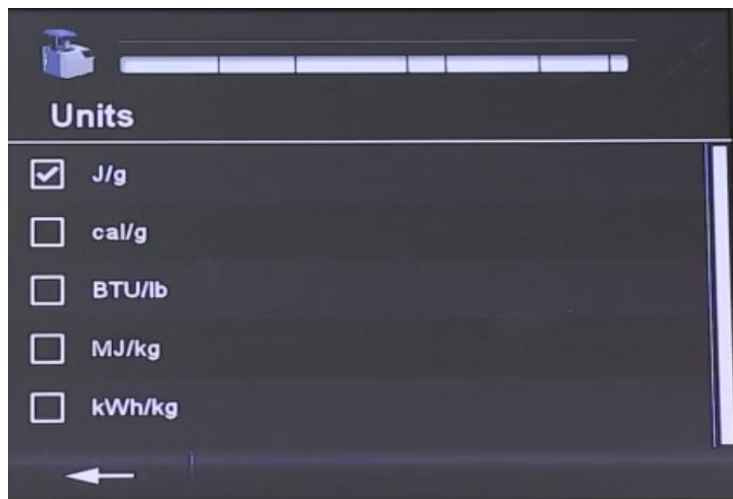
รูปที่ 5 ตั้งค่าภาษาที่ใช้ในการทดสอบ

3. เลือกโหมดที่ต้องการวัด โดยไปที่โหมด Setting / Measurement setting /Working



รูปที่ 6 โหมดการวัด

4. เลือกหน่วยที่ต้องการรายงานผล โดยไปที่โหมด Setting / Unit



รูปที่ 7 เลือกหน่วยการรายงานผล

5. เลือกมาตรฐานอ้างอิงที่ใช้ในการรายงานผล โดยไปที่โหมด Setting / Report



รูปที่ 8 มาตรฐานอ้างอิงที่ใช้ในการรายงานผล

### ขั้นตอนที่ 3 เครื่องมือและอุปกรณ์

#### 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวิเคราะห์พลังงานความร้อน (Bomb Calorimeter) รุ่น C6000 ยี่ห้อ IKA
2. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
3. แท่นอัดเม็ด
4. คีมคีบ (Forcep)
5. กระดาษชำระแบบไม่มี絮
6. ด้ายจุดระเบิด (Firing cotton)
7. แคปซูล (Gelatine capsule) (ใช้สำหรับใส่ตัวอย่างที่เป็นของเหลว)
8. ถุงซิบบ (Combustion bag) (ใช้กรณีตัวอย่างอัดเม็ดไม่ได้และมีการฟุ้งกระจาย เช่น แป้ง)
9. ถ้วยบอมบ์

## ขั้นตอนที่ 4 การเตรียมตัวอย่างและการวัดค่า

### 4.1 การเตรียมและตั้งค่าการทดสอบ

1. เสียบปลั๊กเปิดเครื่องสำรองไฟโดยกดปุ่ม ON ค้างไว้



รูปที่ 9 เครื่องสำรองไฟ

2. เปิดเครื่องหล่อเย็น (Cooling) ตั้งอุณหภูมิที่  $19^{\circ}\text{C}$  โดยกด ปุ่ม Temp รออุณหภูมิให้ได้  $19^{\circ}\text{C}$  ตรวจสอบระดับน้ำหล่อเย็น (Cooling) ให้อยู่ในระดับสูงสุดเสมอ



รูปที่ 10 เครื่องหล่อเย็น

3. เปิดวาล์วออกซิเจน ( $O_2$ ) ปรับแรงดันก่อนเข้าเครื่องไว้ที่ 30 bar



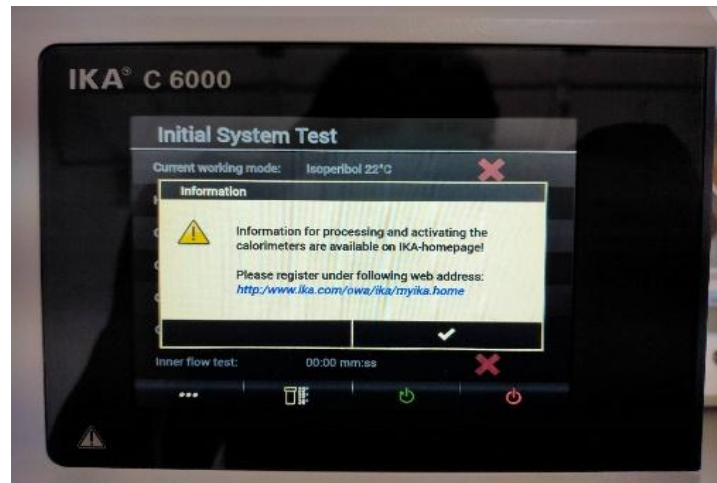
รูปที่ 11 วาล์วออกซิเจน ( $O_2$ )

4. เปิดเครื่อง Bomb โดยกดที่สวิตช์หลังเครื่อง



รูปที่ 12 สวิตช์เปิด-ปิดเครื่องทำความเย็นและเครื่องวิเคราะห์ค่าความร้อน (Bomb Calorimeter)

5. ข้อมูลเข้าเครื่อง



รูปที่ 13 หน้าจอแสดงข้อมูลก่อนเข้าโปรแกรม

6. ตัวเครื่องจะตรวจเช็คคุณสมบัติของน้ำหมุนเวียนให้อยู่ในช่วงที่กำหนดก่อนการเผาไหม้จริง



รูปที่ 14 หน้าจอ ตรวจเช็คคุณสมบัติของน้ำหมุนเวียนให้อยู่ในช่วงที่กำหนดก่อนการเผาไหม้จริง

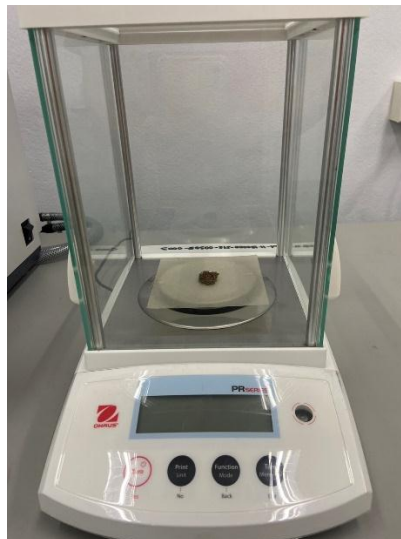
7. เมื่อตรวจเช็คระบบการทำงานของเครื่องเรียนร้อยโปรแกรมจะเข้าสู่หน้าเมนู (Menu)



รูปที่ 15 ตรวจเช็คระบบการทำงานของเครื่องเรียนร้อยโปรแกรมจะเข้าสู่หน้าเมนู (Menu)

#### 4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่าง 0.5-1 g ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่างและการให้ค่าพลังงานความร้อนโดยค่าพลังงานความร้อนไม่เกิน 40,000 J/g



รูปที่ 16 การชั่งตัวอย่าง

2. นำตัวอย่างไปอัดเม็ด



รูปที่ 17 อุปกรณ์การอัดเม็ด

3. ตัวอย่างที่ได้จากการอัดเม็ดและวัดน้ำหนักอีกครั้งก่อนนำไปใส่ในถ้วยบอมบ์



รูปที่ 18 ตัวอย่างจากการอัดเม็ด



4. นำตัวอย่างที่อัดเม็ดแล้วใส่ลงในภาชนะเผาไหม้และผูกด้วยจุดชนวนระเบิดให้สัมผัสกับตัวอย่าง



รูปที่ 19 ตัวอย่างลงในภาชนะเผาไหม้ (ลูกบอมม์)

5. ปิดฝาลูกบอมม์



รูปที่ 20 การปิดฝาลูกบอมม์

6. ใส่ค่าน้ำหนักตัวอย่าง, ภาชนะที่ใช้เผาไหม้, รูปแบบการวัดและวัสดุเพิ่มเติมที่ใช้ในการช่วยจุดระเบิดโดยไปที่ โหมด Vessel / New measurement



รูปที่ 21 การใส่ค่าน้ำหนักและการตั้งชื่อตัวอย่าง

7. เลือกแบบการทดสอบ



รูปที่ 22 เลือกแบบการทดสอบ

8. ตัดค่าพลังงานของด้ายจู่ระเบิด (Firing cotton) ที่ใช้ในการจู่ระเบิดโดยด้ายจู่ระเบิด (Firing cotton) มีพลังงาน 50 J/g



รูปที่ 23 ตัดค่าพลังงานของด้ายจู่ระเบิด (Firing cotton)

9. นำภาชนะเผาไหม้ใส่เข้าไปในตัวเครื่องโดยต้องสแกนลูกบอมบ์กับตัวเครื่อง



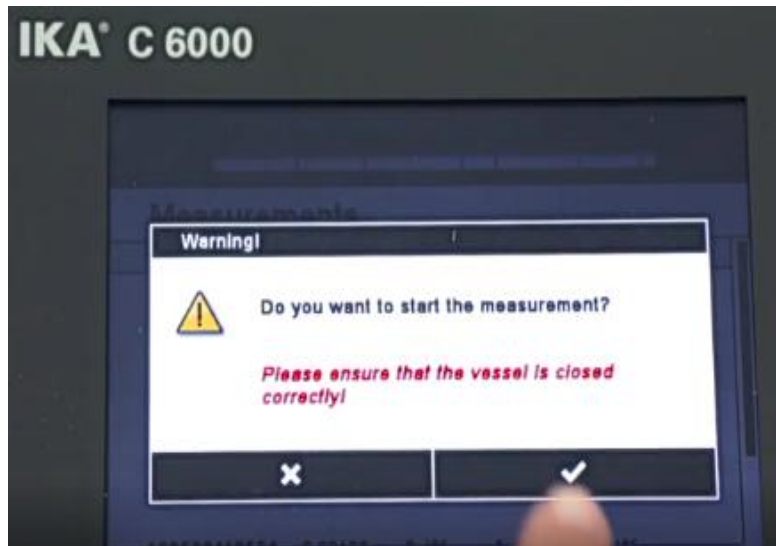
รูปที่ 24 การใส่ลูกบอมม์เข้าตัวเครื่อง

10. เมื่อเสกนได้แล้วนำลูกบอมบี้ไปแบบไว้ที่ตัวเครื่อง



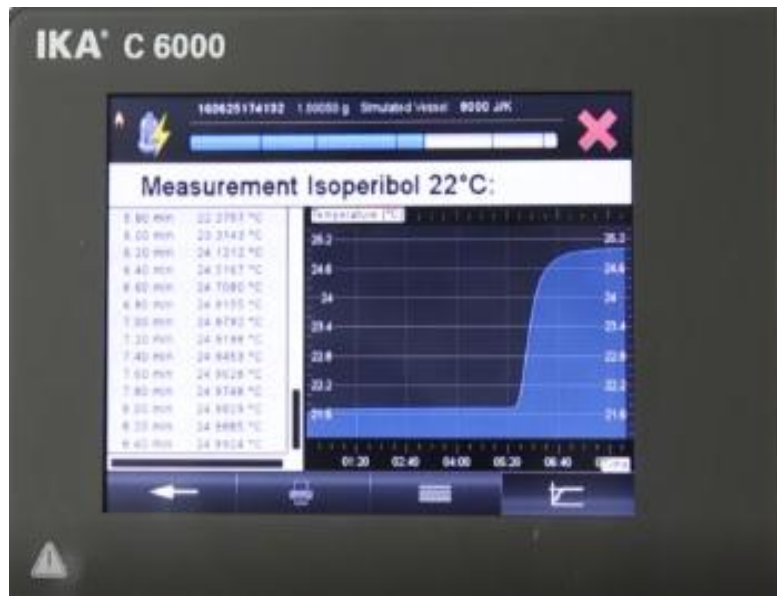
รูปที่ 25 การนำลูกบอมบี้เข้าตัวเครื่อง

11. กด Start เพื่อเริ่มการเผาไหม้



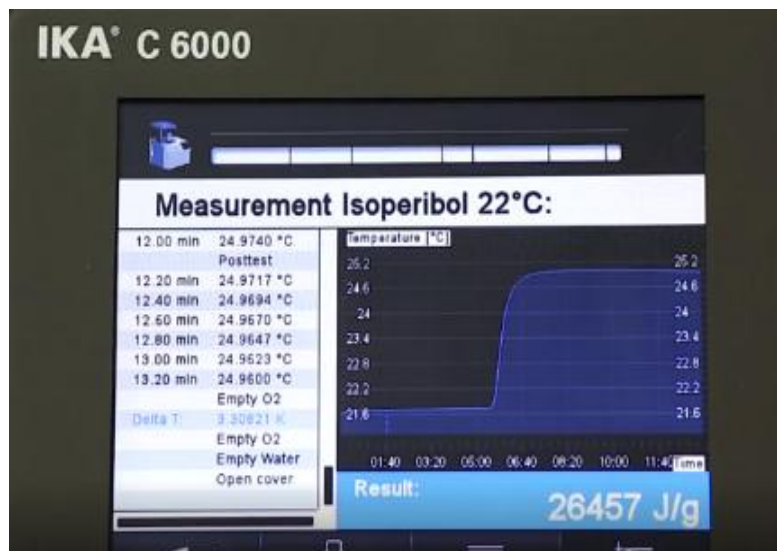
รูปที่ 26 เริ่มการเผาไหม้

12. แสดงการเผาไหม้โดยดูจากค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 27 เริ่มการเผาไหม้

13. การเผาไหม้เสร็จสมบูรณ์



รูปที่ 28 การเผาไหม้เสร็จสมบูรณ์

14. นำภาชนะเผาไหม้ออกมาทำความสะอาดเพื่อเตรียมวัดตัวอย่างถัดไปหรือปิดเครื่อง

15. เมื่อเลิกใช้งานทุกครั้งควรปิดวาล์วหัวถังออกซิเจนเสมอ