กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
Department of Medical Sciences

THAI NIH
LAB FOR PEOPLE PUBLIC AND POLICY

ความรู้ด้านเครื่องมือ : การบริหารจัดการเครื่องมือวัดอุณหภูมิ
การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ โดยใช้ Ice point

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

คณะทำงานจัดการสอบเทียบ ทวนสอบเครื่องมือวิทยาศาสตร์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข

คำนำ

ระบบคุณภาพมาตรฐานห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ มีข้อกำหนดที่เน้นให้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ ต้องมีการบริหารจัดการที่ดี มีแผนการสอบเทียบเครื่องมือเพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือยังคงให้ค่าที่ถูกต้อง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข จึงมีความจำเป็นต้องฝึกอบรมบุคลากรผู้ใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ให้มีความรู้การบริหารจัดการเครื่องมือโดยเฉพาะเครื่องมือวัดที่ใช้กันบ่อย เพื่อให้เข้าใจหลักการสอบเทียบ และการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างการใช้งานโดยใช้ Ice point และเพื่อพัฒนาบุคลากรของสถาบัน นำความรู้มาสู่การปฏิบัติ

คณะทำงานฯ จึงได้จัดฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยวิธี Ice point และรายงานสรุปผลการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการฯ ฉบับนี้ เพื่อเป็นแหล่งความรู้ด้านเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ประเภทเครื่องมือวัด (Measuring instrument) ได้แก่ Liquid-in-glass thermometer และ Digital thermometer การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิในระหว่างที่ใช้งาน (Intermediate checks) โดยใช้ Ice point ว่ายังคงให้ค่าการวัดที่ถูกต้องก่อนที่จะถึงรอบของการสอบเทียบ ซึ่งวิธีนี้เป็นมาตรฐาน เป็นที่ยอมรับ จึงเป็นทางเลือกที่ดีในการยืดระยะเวลาการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์ออกไป สามารถลดค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์ได้อีกด้วย

คณะทำงานจัดการสอบเทียบ ทวนสอบเครื่องมือวิทยาศาสตร์
ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
กันยายน 2563

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	i
สารบัญ	ii-iii
บทนำ	1
เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ	2
เครื่องมือวัดอุณหภูมิ – เทอร์โมมิเตอร์	3
เทอร์โมมิเตอร์แบบสัมผัส (Contact thermometers)	4
เทอร์โมมิเตอร์แบบไม่สัมผัส (Non-contact thermometers)	7
เครื่องมือวัดอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการ	8
Liquid in glass thermometer	8
Digital thermometer with probe	12
การสอบเทียบเครื่องมือ	13
การสอบเทียบเครื่องมือสำคัญอย่างไร	13
หลักการสอบเทียบเบื้องต้น	13
คำศัพท์ต่างๆ ในการสอบเทียบ	14
แนวทางกำหนดเกณฑ์การยอมรับ	17
เครื่องมือที่ต้องสอบเทียบ/ทวนสอบ	17
วิธีเลือกห้องปฏิบัติการสอบเทียบ	18

สารบัญ

	หน้า
การบริหารจัดการเครื่องมือวัดอุณหภูมิ	20
การสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ	21
การกำหนดจุดสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ	24
ความถี่ในการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ	24
การตรวจสอบการทำงานของเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างใช้งาน	25
การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างใช้งาน โดยวิธี Ice point	26
Ice point คืออะไร	27
Ice point check	28
อุปกรณ์สำหรับเตรียม Ice point และขั้นตอนปฏิบัติ	28
แบบบันทึกการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยใช้ Ice point	32
การประเมินผล	32
ความถี่ของการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างการใช้งาน	32
การเลื่อนค่าของเครื่องมือ (Drift)	33
การพิจารณาช่วงเวลาในการสอบเทียบ	34
การอบรมเชิงปฏิบัติการ การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ โดยใช้ Ice point	35
สรุปการฝึกอบรมฯ ปีงบประมาณ 2560 -2562	36
ภาพกิจกรรม ปีงบประมาณ 2560 -2562	38
การลดค่าใช้จ่ายการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์ ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข	41
เอกสารอ้างอิง	43
รายชื่อคณะทำงานจัดการสอบเทียบ ทวนสอบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข ปีงบประมาณ 2559 -2563	44

บทนำ

เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการตรวจวิเคราะห์ วิจัย ของห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ซึ่งในระบบมาตรฐานสากล ISO 9001/ ISO 15189/ ISO/IEC 17025 มีข้อกำหนดที่เน้นให้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ ต้องมีการบริหารจัดการที่ดี มีการสอบเทียบเครื่องมือเพื่อให้มั่นใจว่ายังคงให้ค่าที่ถูกต้อง ดังนั้น บุคลากรที่ปฏิบัติงานทางด้านห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ จึงควรมีความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือ และมีความเข้าใจต่อการบริหารจัดการเครื่องมือ ได้แก่ ความรู้พื้นฐานของเครื่องมือ หลักการของการสอบเทียบเครื่องมือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตรวจสอบเครื่องมือวัดระหว่างใช้งานหรือ Intermediate checks ก่อนถึงรอบการสอบเทียบ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องมือยังคงให้ค่าการวัดที่ถูกต้องในระหว่างการใช้งาน ส่งผลให้ผลการวิเคราะห์เชื่อถือได้

นอกจากนี้ การทำ Intermediate checks จะช่วยยืดระยะเวลาการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์ออกไปจากเดิมที่สอบเทียบทุกปี เป็น 2 ปีสอบเทียบ 1 ครั้ง สำหรับ Digital thermometer และทุกๆ 5 ปี สอบเทียบ 1 ครั้งสำหรับ Liquid in glass thermometer เป็นต้น ทำให้สามารถลดงบประมาณการสอบเทียบได้ระดับหนึ่ง รวมทั้งเป็นการพัฒนาศักยภาพความสามารถด้านเครื่องมือวิทยาศาสตร์ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติแก่บุคลากรของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข

เครื่องมือวิทยาศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ

ในห้องปฏิบัติการ นอกจากวิธีทดสอบที่ใช้ในการตรวจแล้ว เครื่องมือวิทยาศาสตร์นับว่ามีความสำคัญต่อผลการทดสอบ / วิเคราะห์ ตามระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ มาตรฐานสากล ISO 15189 ซึ่งหากไม่นับรวมอุปกรณ์จำพวกเครื่องแก้วแล้ว ห้องปฏิบัติการจะมีเครื่องมือ (Equipment) ที่ผู้ใช้ควรให้ความสำคัญในการศึกษาการใช้งาน ดูแลและบำรุงรักษา เพื่อให้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ (Scientific instrument) เป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ทั่วไป ที่ใช้ในกระบวนการตรวจวิเคราะห์ ที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการวัด ได้แก่ ตู้อบเพาะเชื้อ (Incubator) ตู้ปราศจากเชื้อ (Biosafety cabinet) เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) เครื่อง PCR กล้องจุลทรรศน์ เป็นต้น

ที่มา : http://tsen.in.th/

ที่มา : http://tsen.in.th/

2. เครื่องมือวัด (Measuring instrument) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดค่า และแสดงผลเป็นตัวเลข ได้แก่ ไม้บรรทัด ไปเปต (Pipette) เครื่องวัดค่ากรดด่าง (pH meter) เครื่องชั่ง เทอร์โมมิเตอร์ นาฬิกาจับเวลา เป็นต้น

Tip ! : ถ้าสงสัยว่าเครื่องมือนั้น เป็นเครื่องมือวัดหรือไม่ ลองตั้งคำถามดูว่า เครื่อง .... ใช้วัดอะไร หากตอบได้ ก็เป็นเครื่องมือวัดแน่นอน ที่สำคัญจะต้องมีหน่วยวัดที่มีค่าสอบกลับไปยังค่ามาตรฐานสากล หรือ SI Unit (The international system of units)

QUESTION ? : ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Temperature enclosures) ต่างๆ เช่น ตู้อบเพาะเชื้อ ตู้เย็น ตู้แช่แข็ง ก็มีตัวเลขแสดงที่เครื่อง เป็นเครื่องมือวัดหรือไม่ ?

ANSWER ☺ : เครื่องมือดังกล่าว เป็นเครื่องมือที่ควบคุมอุณหภูมิให้ได้ค่าตามที่กำหนด แต่มีเทอร์โมมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัด ซึ่งเป็นส่วนประกอบการทำงานของเครื่องที่อยู่ภายใน และแสดงผลเป็นตัวเลขที่หน้าตู้ ดังนั้นการสอบเทียบ จึงเป็นการตรวจสอบการทำงานของเครื่องที่แสดงตัวเลขออกมาให้เห็นจากการอ่านค่าของเทอร์โมมิเตอร์ภายในนั่นเอง

Temperature enclosure (Chamber)

เป็นตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ตู้อบร้อน ตู้อบเพาะเชื้อ ตู้เย็น ตู้แช่แข็ง เป็นต้น ซึ่งเครื่องจะมีโครงสร้างและหลักการทำงานที่คล้าย ๆ กัน คือใช้ฮีทเตอร์สร้างความร้อน คอมเพรสเซอร์ทำความเย็น ใช้พัดลมหมุนเวียนอากาศ

เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

เครื่องมือวัดอุณหภูมิ - เทอร์โมมิเตอร์

ประเภทของเทอร์โมมิเตอร์ แบ่งตามกระบวนวัดเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. เทอร์โมมิเตอร์แบบสัมผัส (Contact thermometers)
2. เทอร์โมมิเตอร์ แบบไม่สัมผัส (Non-contact thermometers)

เทอร์โมมิเตอร์แบบสัมผัส (Contact thermometers)

แหล่งกำเนิดอุณหภูมิที่ต้องการวัดจะสัมผัสกับหัววัดอุณหภูมิโดยตรง เพื่อประมวลสัญญาณมายังอุปกรณ์แสดงผล และบันทึกผล โดยความหมายของการสัมผัสจะแยกประเภทตามลักษณะการใช้งานที่ต้องการวัด ได้แก่ สัมผัสที่พื้นผิว (Surface) สัมผัสแบบจุ่ม (Immerse) สัมผัสแบบเสียบ (Penetrate) เป็นต้น

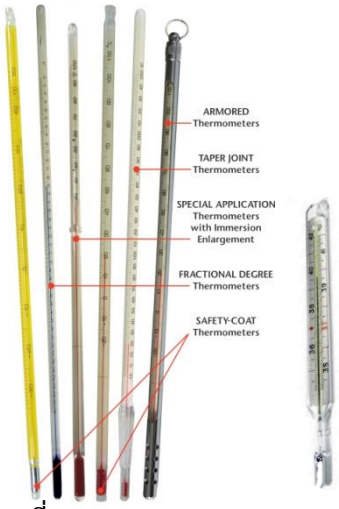
เทอร์โมมิเตอร์แบบสัมผัส จะแบ่งตามลักษณะหัววัดอุณหภูมิ (Probe) ดังนี้

1) Mechanical thermometer
2) Thermoresistive
3) Thermojunctive

เทอร์โมมิเตอร์แบบสัมผัส

1) Mechanical thermometer

หลักการคือ คุณสมบัติเชิงกลเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป เมื่ออุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลง คุณสมบัติเชิงกลของเครื่องมือนั้นก็จะเปลี่ยนแปลงไป เช่น การยืดหรือหดตัวของของเหลวภายในกระเปาะแก้วของ Liquid-in-glass thermometer หรือการยืดหรือหดตัวของโลหะ แต่ละชนิดใน Bimetallic thermometer เป็นต้น



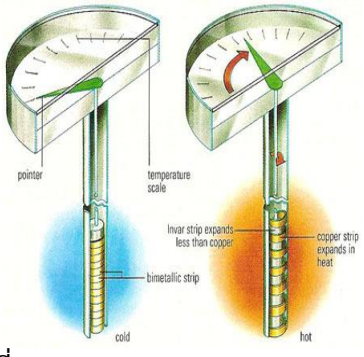
ที่มา : http://www.thermcoproducts.com

- **Liquid-in-glass thermometers**

เป็นอุปกรณ์วัดอุณหภูมิที่ ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเชิงกล ด้วยการขยายตัวหรือหดตัวของของเหลว โดยเมื่อของเหลวได้รับความร้อนทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจะขยายตัวและหดตัวลงเมื่ออุณหภูมิของเหลวลดลง

- **Temperature gauge** หรือ เกจ์วัดอุณหภูมิ

เป็น Sensor วัดอุณหภูมิชนิดหนึ่งที่วัดและแสดงผลผ่านหน้าปัดแสดงผล จากการทำงานของ Bimetal ที่อาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงเชิงกล จากการขยายตัวของแถบโลหะสองชนิด ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว (ค่า k) จากความร้อนไม่เท่ากัน นำมาทาบติดกันสนิท เมื่อได้รับความร้อนโลหะทั้งสองเกิดการขยายตัวไม่เท่ากัน ทำให้แถบโลหะเกิดการโค้งงอขึ้น

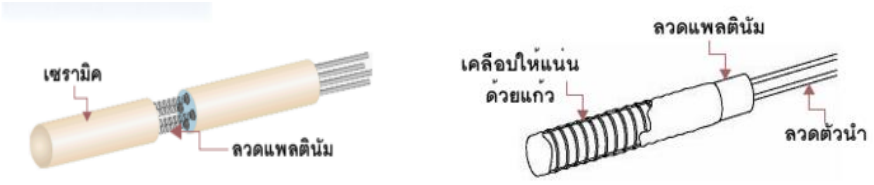


ที่มา :
https://www.theengineeringconcepts.com/bimetallic-thermometer

2) Thermoresistive

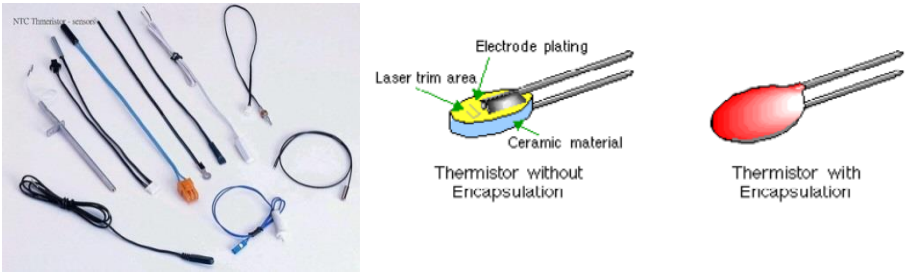
หลักการคือ ความต้านทานเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป ความต้านทานของเครื่องมือชนิดนี้จะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป

- **Platinum resistance thermometer (PRT) หรือ Resistance temperature detector (RTD)** มี Platinum เป็นโครงสร้างหลัก และมีการผสมกับโลหะอื่นเพื่อให้ได้ช่วงการวัดอุณหภูมิที่กว้างขึ้น ความต้านทานจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น



ที่มา : www.เทอร์โมคัปเปิล.com/สาระความรู้—เทอร์โมคัปเปิล/thermocouple-rtd-pt100—เทอร์โมคัปเปิลและอาร์ทีดี.html

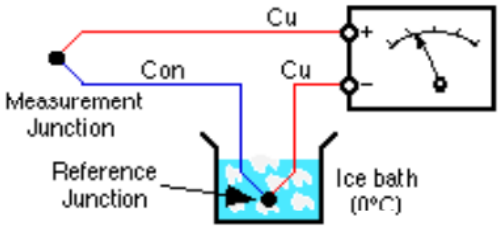
- **Thermistor** มีหลักการทำงานเหมือน PRT แต่ใช้ Semiconductor material แทนโลหะ และมีความไวต่ออุณหภูมิมากกว่า PRT ค่าความต้านทานของอุณหภูมิที่อ่านค่าได้กลับมีค่าไม่เป็นเชิงเส้นเหมือน PRT คือ ความต้านทานจะลดลงสวนทางกับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น

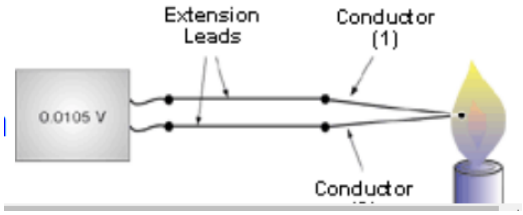


ที่มา : https://www.capgo.com/Resources/Temperature/Thermistor/Thermistor.html

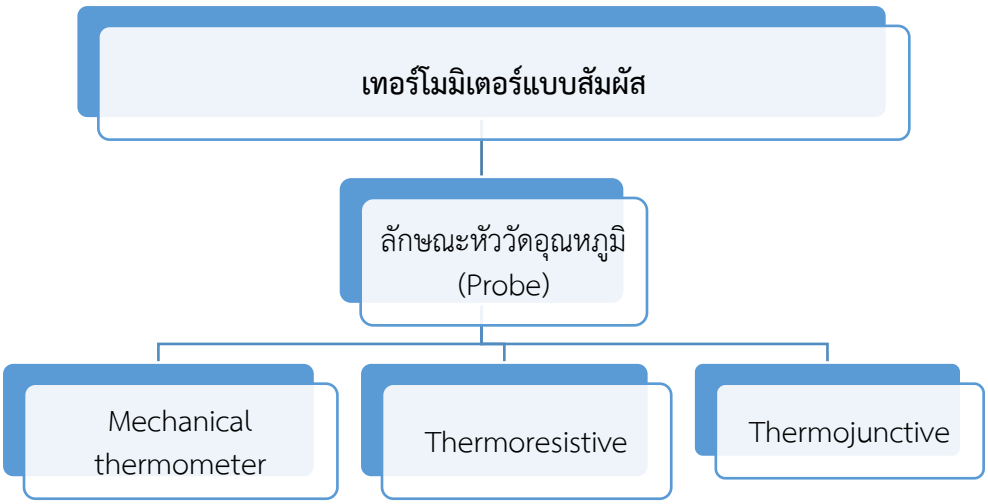
3) Thermojunctive

ใช้หลักการแรงเคลื่อนไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป เครื่องมือวัดชนิดนี้ได้แก่ Thermocouple (TC) เป็นอุปกรณ์ที่แปลงผลต่างทางอุณหภูมิเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า (แรงดันซีเบค) โดยจะให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าออกมาเนื่องจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิที่จุดวัด (Measuring junction) เทียบกับจุดอุณหภูมิอ้างอิง (Reference junction)





ที่มา : http://pse-cal.com/



เทอร์โมมิเตอร์แบบไม่สัมผัส

เทอร์โมมิเตอร์ แบบไม่สัมผัส (Non-contact thermometers) หรือ Infrared thermometer โดยเครื่องมือวัดตรวจจับระดับความเข้มของรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมาจากวัตถุจากพื้นผิวเท่านั้น ซึ่งเป็นผลจากการแผ่รังสีความร้อน จะผ่านส่วนรวมแสงไปที่ตัวตรวจจับ (Detector) และผ่านวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อคำนวณและแปลงค่าเป็นอุณหภูมิที่จอแสดงผล LCD ซึ่งค่าที่ได้ยังเป็นค่าอุณหภูมิวัตถุที่แท้จริง ไม่มีผลกระทบ จากสภาพแวดล้อมรอบข้าง

ลักษณะของหัววัดอุณหภูมิ จะเป็นแบบการแผ่รังสีความร้อน (Radiative) ผ่านคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้จากการแผ่รังสีความร้อนจากวัตถุนั้นๆ ที่เรียกว่า Thermal radiation โดยวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงมีการเปล่งแสงสว่างมากกว่า มีปริมาณรังสีความร้อนที่แผ่ออกมามากกว่าวัตถุที่มีอุณหภูมิต่ำที่เปล่งแสงน้อยกว่า ตามหลักการของ Planck law ซึ่งให้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีที่แผ่ออกมาจากพื้นผิวหนึ่งหน่วยหรืออาจเรียกว่าค่าความเข้มสีที่อุณหภูมิใด ๆ

ซึ่งตัวอย่างของเครื่องมือวัดอุณหภูมิประเภทนี้ ได้แก่ Radiation thermometer, Infrared and optical pyrometer และ Thermal imaging camera เป็นต้น

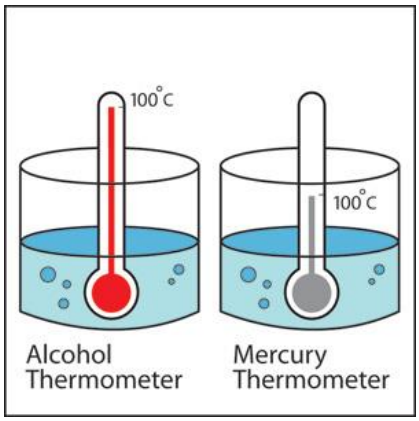
ที่มา : http://www.pyrometer.com

เครื่องมือวัดอุณหภูมิในห้องปฏิบัติการ

การตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ การใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ เนื่องจากอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลักในกระบวนการตรวจวิเคราะห์ การบ่มเพาะเชื้อ การเก็บรักษาตัวอย่าง ดังนั้น จึงต้องให้ความสำคัญกับเทอร์โมมิเตอร์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อให้มั่นใจว่ากระบวนการตรวจวิเคราะห์มีการควบคุมคุณภาพเป็นอย่างดี ให้ผลการตรวจวิเคราะห์ที่ถูกต้อง น่าเชื่อถือ เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้งานในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ Liquid in glass thermometer และ Digital thermometer with probe

Liquid in glass thermometer

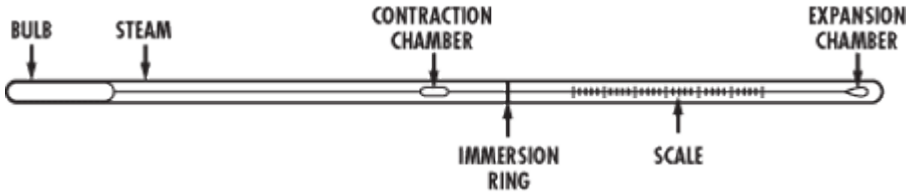
อุปกรณ์วัดชนิดนี้มีของเหลวบรรจุอยู่ภายในหลอดแก้วปิด โดยของเหลวที่ใช้ต้องไม่เปลี่ยนสถานะในสภาวะการใช้งาน ส่วนประกอบที่สำคัญของเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปาะแก้ว ประกอบด้วย



ที่มา : https://www.middleschoolchemistry.com

- Bulb คือ ส่วนกระเปาะแก้วที่ภายในบรรจุของเหลวที่มีความไว ต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ของเหลวที่นิยมบรรจุภายในกระเปาะแก้ว ได้แก่ ปรอท หรือแอลกอฮอล์ โดยเลือกใช้ตามช่วงการวัดอุณหภูมิ ถ้าต้องการวัดอุณหภูมิในช่วงที่มีค่าต่ำ ควรเลือกใช้แอลกอฮอล์บรรจุภายในหลอดแก้ว เนื่องจากแอลกอฮอล์มีจุดเดือดต่ำคือ 78.4 °C สามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -115 °C ถึง 78 °C และมีราคาถูก สำหรับการใช้งานในช่วงที่มีอุณหภูมิสูงควรเลือกใช้ปรอท เพราะปรอทมีจุดเดือดสูงถึง 356.7 °C สามารถวัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ -37 °C ถึง 356 °C ถ้าใช้วัดอุณหภูมิที่สูงกว่าจุดเดือดของแอลกอฮอล์ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ ทำให้เครื่องมือวัดเกิดความเสียหาย

Liquid in Glass Thermometer



ที่มา : http://www.meteo.psu.edu/

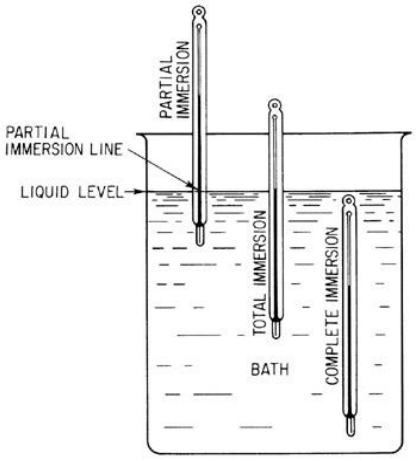
- **Stem** คือ ก้านแท่งแก้ว ภายในเป็นท่อเล็ก ๆ (Capillary) ให้ของเหลวขยายตัววิ่งเข้าไปเมื่อได้รับอุณหภูมิ
    - Solid-stem ประกอบด้วยหลอดแก้วที่มีผนังๆ ซึ่งสามารถอ่านค่าอุณหภูมิได้จากสเกลที่ประทับอยู่บนก้านโดยตรง
- **Scale** คือ ขีดแสดงอุณหภูมิที่ติดอยู่บน Stem บอกค่าอุณหภูมิ โดยดูจากระดับของเหลวใน
    - Capillary enclose scale มีลักษณะเป็นหลอดแก้วซึ่งภายในบรรจุแผ่นสเกล ที่ถูกติดท่อทางเดินของลำปรอทไว้ มีโครงสร้างประกอบด้วย สเกลซึ่งพิมพ์อยู่บนแผ่นแยกต่างหาก และท่อทางเดินของของเหลวที่อยู่เหนือแผ่นสเกล ช่วยลดความผิดพลาดจากมุมเหลื่อมของการอ่าน เนื่องจากปรอทอยู่ใกล้กับสเกล ถ้าเกิดการแตกร้าวผลการอ่านจะมีค่าผิดพลาดไปทันที
- **Contraction chamber** เป็นส่วนขยายกว้างใน Capillary มีไว้ป้องกันไม่ให้ของเหลวหดตัวเข้าไป ในกระเปาะเมื่อวัดอุณหภูมิต่ำเกินไป (บางตัวไม่มี)
- **Expansion chamber** เป็นส่วนขยายกว้างใน Capillary ด้านบนสุดของเทอร์โมมิเตอร์ มีไว้ป้องกันไม่ให้เทอร์โมมิเตอร์แตก เมื่อวัดอุณหภูมิสูงเกินไป
- **Immersion ring** มีเฉพาะเทอร์โมมิเตอร์แบบ Partial immersion thermometer เป็นขีดบอกเพื่อให้จุ่มเทอร์โมมิเตอร์จนผิวของเหลวอยู่ที่ขีดนี้ เพื่อวัดอุณหภูมิของของเหลว

Liquid in Glass Thermometer

Liquid in glass thermometer แบ่งประเภทตามการจุ่มเพื่อใช้วัดอุณหภูมิของของเหลว มี 3 แบบ คือ

1. Partial immersion thermometer (จุ่มแช่บางส่วนแบบพิเศษ) ต้องจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงในของเหลวจนระดับผิวของของเหลวถึงขีด Immersion ring ที่กำหนดไว้ เทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้เป็นแบบที่มี Accuracy น้อยที่สุด เพราะอุณหภูมิของ Stem ส่วนที่อยู่บนอากาศส่งผลกระทบต่อการวัด ดังนั้นจึงต้องควบคุมอุณหภูมิ ภายในห้อง หรือสถานที่ที่ทำการวัดด้วย

ที่มา : http://www.meteo.psu.edu/



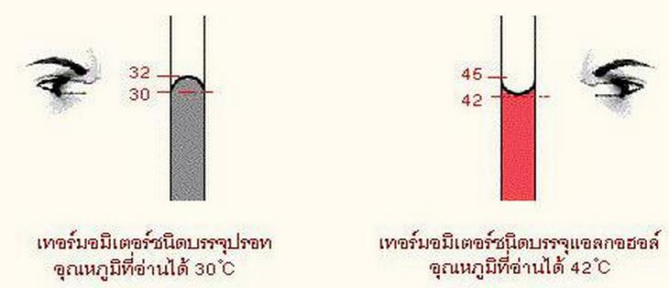
ที่มา : https://www.brannan.co.uk

2. Total immersion thermometer (จุ่มแช่บางส่วน) ของเหลวทั้งหมดในกระเปาะอยู่ที่อุณหภูมิที่แสดงค่าแล้วให้บางส่วนของปรอทอยู่ ณ จุดแสดงค่า เพื่อให้ทำการอ่านค่าด้วยสายตาได้ในขณะใช้งานนั้น ๆ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องควบคุมอุณหภูมิห้องหรือสถานที่ที่ทำการวัด

3. Complete immersion thermometer (จุ่มทั้งหมด) กระเปาะกับก้านลำถูกจุ่มมิดหมดที่อุณหภูมิเดียวกัน เทอร์โมมิเตอร์แบบนี้สามารถใช้วัดอุณหภูมิของอากาศได้ เพราะถือว่าเทอร์โมมิเตอร์นี้จุ่มทั้งตัวอยู่ในอากาศ เช่น เทอร์โมมิเตอร์แบบ Max-Min

วิธีการอ่านค่า

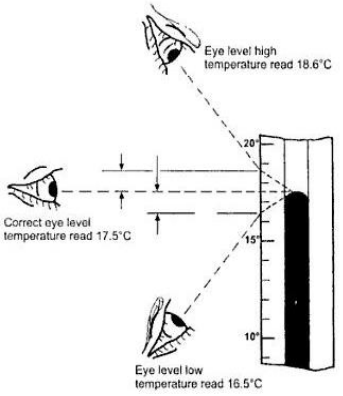
การอ่านเทอร์โมมิเตอร์ต้องให้ระดับของของเหลวในหลอดแก้วอยู่ในระดับสายตา ถ้าเป็นเทอร์โมมิเตอร์ชนิดบรรจุด้วยปรอท ให้อ่านตัวเลขบริเวณฐานของส่วนบนสุด ส่วนเทอร์โมมิเตอร์ชนิดแอลกอฮอล์ ให้อ่านตัวเลขบริเวณส่วนที่ต่ำสุด



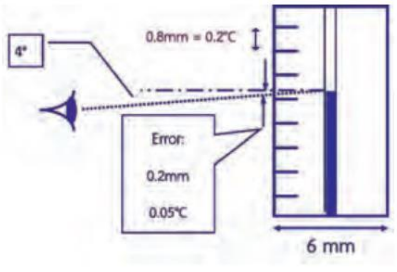
เทอร์มอมิเตอร์ชนิดบรรจุปรอท อุณหภูมิที่อ่านได้ 30°C

เทอร์มอมิเตอร์ชนิดบรรจุแอลกอฮอล์ อุณหภูมิที่อ่านได้ 42°C

ตามมาตรฐาน American society for testing materials : AFTM) สเกลหลักจะอยู่บนก้านแก้ว (Stem) ซึ่งมีความหนามากกว่า 6 มิลลิเมตร แต่มีข้อเสียคือ การอ่านมักเกิดความผิดพลาด เนื่องจากมุมเหลื่อมของการอ่าน (Parallax error)



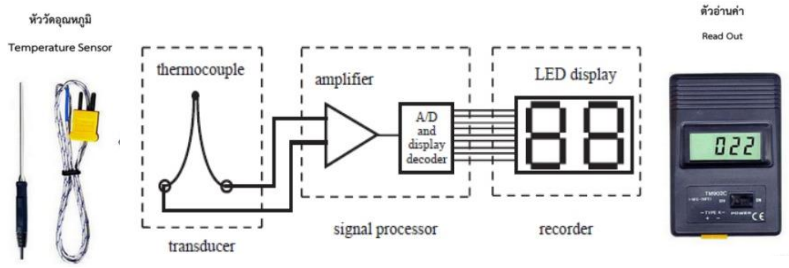
ที่มา : http://meteorologytraining.tpub.com



ขนาดของความผิดพลาดขึ้นอยู่กับมุมการอ่านระหว่างส่วนปกติและส่วนที่อ่านผิดพลาดไป โดยการแบ่งเริ่มตั้งแต่ขีดแบ่งละเอียดไปจนถึงท่อแคบ

Digital thermometer with probe

ประกอบด้วย หัววัดอุณหภูมิ (Temperature sensor) และตัวอ่านค่า (Read out) โดยสัญญาณที่ได้รับจากหัววัดอุณหภูมิที่ ~~จะ~~ต้องมีการเปลี่ยนสัญญาณ Analog จากตัวตรวจจับ ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล (Conversion function) โดยใช้วงจรที่เรียกว่า วงจร Analog to digital converter (A/D Converter) เพื่อส่งไปยังส่วนประมวลผล และแสดงค่าออกมาเป็นตัวเลข (Display)



ที่มา : http://meteorologytraining.tpub.com

หัววัดอุณหภูมิ Digital thermometer with probe แบ่งเป็น 4 ประเภท

- Platinum resistance thermometer (PRT) มีแบบ 4 สาย Output เป็นความต้านทาน และจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ
- Resistance temperature detector (RTD) probe มีแบบ 3 สาย และ 2 สาย Output เป็นความต้านทาน และจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ
- Thermistor มีแบบ 4 สาย Output เป็นความต้านทาน และจะแปรผกผันกับอุณหภูมิ

ที่มา : http://meteorologytraining.tpub.com

- TC Probe ให้ Output เป็นแรงดันไฟฟ้า และจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ มีหลายชนิด เช่น Type K, J, T, R และ S

การสอบเทียบเครื่องมือ

ในการใช้งานเครื่องมือวิทยาศาสตร์ นอกจากต้องศึกษาคู่มือ วิธีการใช้เครื่องเพื่อให้ใช้งานได้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์แล้ว ผู้ใช้งานต้องดูแลบำรุงรักษาเครื่องมืออย่างสม่ำเสมอ เช่น การตรวจสอบการใช้งานประจำวัน การทำความสะอาดเครื่องมือหลังการใช้งาน การบันทึกการใช้งาน เป็นต้น ซึ่งตามระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการมาตรฐาน ISO15189 เน้นในเรื่องการสอบเทียบเครื่องมือ เนื่องจากเป็นส่วนสำคัญช่วยให้ผลการตรวจวิเคราะห์มีความถูกต้องเชื่อถือได้

การสอบเทียบเครื่องมือสำคัญอย่างไร

1. เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือวิทยาศาสตร์ / เครื่องมือวัด มีความถูกต้อง แม่นยำ เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน
2. ผลการสอบเทียบ เมื่อนำมาวิเคราะห์ ทำให้กำหนดได้ว่าควรใช้เครื่องมือนั้นต่อหรือไม่ จำเป็นต้องปรับตั้งค่า หรือใช้ค่าแก้

Error = – Correction หรือ
Correction = – Error

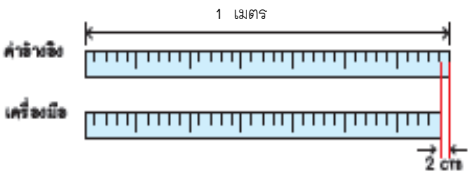
หลักการสอบเทียบเบื้องต้น

การสอบเทียบ (Calibration) หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่ถูกวัด (เครื่องมือที่ต้องการสอบเทียบ, Unit under calibration ;UUC) กับค่ามาตรฐานที่สมนัย (เครื่องมือมาตรฐาน, Standard ; STD) ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ โดยเครื่องมือวัดสามารถเชื่อมความสัมพันธ์กับระบบวัด (Measurement system) ได้ และผลของการวัดที่ได้มาพร้อมกับค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Uncertainty of measurement)

การสอบเทียบเครื่องมือ

ผลสอบเทียบ บอกอะไรเราบ้าง ?

การสอบเทียบเป็นการทดสอบความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือจากค่ามาตรฐาน โดยการนำค่าการวัดของเครื่องมือที่เราใช้งาน ณ จุดต่างๆ ไปเปรียบเทียบกับค่าการวัดของมาตรฐาน ซึ่งโดยทั่วไปกำหนดสอบเทียบปีละ 1 ครั้ง หรือกำหนดตามมาตรฐานที่กำหนดไว้



รายงานผลการสอบเทียบ จากหน่วยงานที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO17025 ประกอบด้วยค่า UUC ณ จุดใช้งาน และค่า STD รวมทั้งค่าความไม่แน่นอน เพื่อเป็นข้อมูลให้ผู้ใช้งานประเมินผลการสอบเทียบเครื่องมือ หรือนำไปใช้ปรับตั้งค่าเครื่องมือ จากค่า Accuracy, ค่า Error , ค่า Correction ตามความเหมาะสมของแต่ละห้องปฏิบัติการ

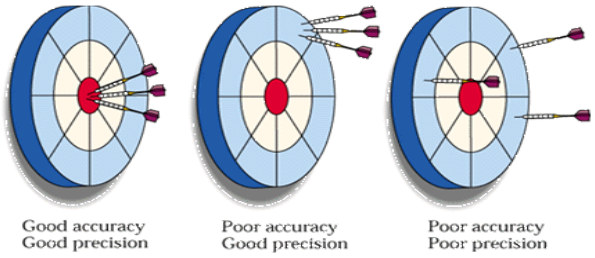
ความสัมพันธ์ของผลการวัดจะแสดงในรูปของค่า Error หรือ Correction

ค่าความผิดพลาด (Error) = ผลการวัดที่ได้จาก UUC – ผลการวัดที่ ได้จาก STD

ค่าแก้ (Correction) = ผลการวัดที่ได้จาก STD – ผลการวัดที่ได้จาก UUC

คำศัพท์ต่าง ๆ ในการสอบเทียบ

- **ความถูกต้อง หรือ ความแม่นยำ (Accuracy)** เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือวัด ในการอ่านค่าหรือแสดงค่าที่วัดได้เข้าใกล้ค่าจริง



ที่มา : https://www.my-gcsescience.com/

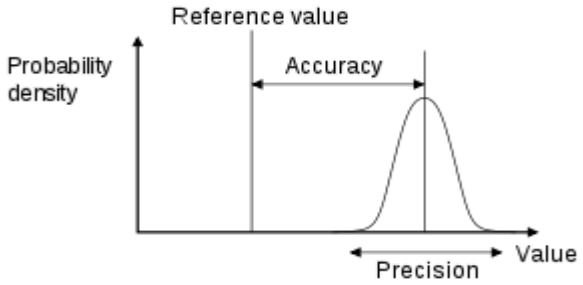
- **ความเที่ยงตรง (Precision)**

ความเที่ยงตรงเป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถของเครื่องมือวัดในการแสดงค่าเดิมเมื่อทำการวัดหลาย ๆ ครั้ง หรือความสามารถในการแสดงค่าซ้ำ ของเครื่องมือวัดภายใต้เงื่อนไขการวัดแบบเดิม

การสอบเทียบเครื่องมือ

คำศัพท์ต่าง ๆ ในการสอบเทียบ

การกระจายของข้อมูล ทำให้ทราบว่าข้อมูลมีความแตกต่างกันมากน้อยแค่ไหน จะดีถ้าค่าการกระจายมีค่าแคบๆ



ที่มา : https://www.tecquipment.com

- **ค่าความผิดพลาด (Error of measurement)** หรือความคลาดเคลื่อนจากค่ามาตรฐาน หรือค่าอ้างอิง ได้มาจาก ค่าของการวัดที่เครื่องมือวัดอ่านได้ หรือผลการวัดที่ได้จาก UUC – ผลการวัดที่ได้จาก STD (ค่าจริงมาตรฐานของปริมาณนั้น)

$$Error = UUC - STD$$

ความผิดพลาด/ความคลาดเคลื่อนของการวัด มีสาเหตุจาก

1. ความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ (Systematic error) คือค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในชุดจำนวนของการวัด เมื่อทำการวัดปริมาณเดียวกันซ้ำๆ เป็นความผิดพลาดที่แปรผันไปในทิศทางที่คาดคะเนได้เป็นระบบที่แน่นอน เช่น ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากระบบภายในของเครื่องมือวัด ความคลาดเคลื่อนจากสิ่งแวดล้อม
2. ความคลาดเคลื่อนแบบสุ่ม หรือ ความคลาดเคลื่อนไร้ระบบ (Random error) คือค่าความผิดพลาดที่มีค่าแตกต่างกันเมื่อทำการวัดปริมาณเดียวกันซ้ำๆ เป็นความผิดพลาดที่ไม่แน่นอนว่ามีสาเหตุเกิดมาจากอะไร

ที่มา : https://www.my-gcsescience.com/

คำศัพท์ต่าง ๆ ในการสอบเทียบ

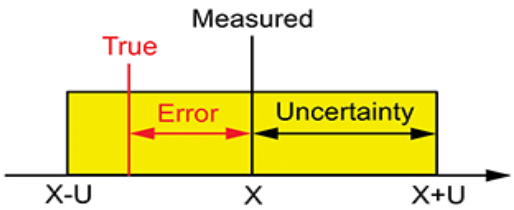
- **ค่าปรับแก้ (Correction)** คือ ค่าชดเชยสำหรับความผิดพลาดเชิงระบบ นั่นคือ เป็นค่าเดียวกับค่า Error แต่มีเครื่องหมายตรงข้าม

ตัวอย่างการนำค่าแก้ไปใช้งาน

UUC (°C)	STD (°C)	Error (°C)	Correction (°C)	Uncertainty (°C)
37.1	37.0	0.1	-0.1	±0.02

➢ เมื่อนำเครื่องมือนี้ไปใช้งาน เช่น อ่านค่าอุณหภูมิหน้าตู้อบเพาะเชื้อได้ 37.1 °C ผู้ใช้งานต้องนำค่าแก้ (-0.1 °C) ไปบวกกับอุณหภูมิที่อ่านได้ ดังนั้น อุณหภูมิแท้จริงของตู้อบเพาะเชื้อคือ 37.0 °C

- **ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Uncertainty of measurement)** หมายถึง สิ่งที่บอกความไม่สมบูรณ์จากปัจจัยต่างๆในการวัด เกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ เช่น วิธีการวัด เครื่องมือวัด ผู้ปฏิบัติการ และสภาวะแวดล้อมในการวัด เป็นต้น สิ่งที่บอกความไม่สมบูรณ์ต่างๆ ทำให้ผู้สอบเทียบไม่สามารถแจ้งค่าที่เป็นจริงได้แน่นอนชัดเจน ดังนั้นจึงแจ้งขนาดความไม่สมบูรณ์ ดังกล่าวไว้ในรูปของ “ความไม่แน่นอนของการวัด”



ที่มา : https://www.hn-metrology.com

➢ ความไม่แน่นอนของการวัด จะถูกรายงานร่วมกับค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ของการวัดในใบรายงานผลการสอบเทียบเพื่อให้เจ้าของเครื่องนำไปพิจารณาประเมินผลการสอบเทียบร่วมกับเกณฑ์ที่ยอมรับได้ว่าผ่านหรือไม่

คำศัพท์ต่าง ๆ ในการสอบเทียบ

- **เกณฑ์การยอมรับของเครื่องมือ**

คือ ค่าที่กำหนดขึ้นเพื่อควบคุมหรือทวนสอบ ความแม่นของผลการวัดจากเครื่องมือทดสอบ/สอบเทียบ ว่ายังมีความสอดคล้องกับความต้องการหรือมาตรฐานที่เกี่ยวข้องอยู่หรือไม่

แนวทางกำหนดเกณฑ์การยอมรับ

1. กำหนดตามคู่มือของผู้ผลิตเครื่องมือนั้น
2. กำหนดตามมาตรฐานที่นำมาใช้ในการทดสอบ เช่น ISO, ASTM ฯ
3. กำหนดตามความเหมาะสมของการใช้งาน

เครื่องมือที่ต้องสอบเทียบ/ทวนสอบ

- มาตรฐานกำหนดไว้ต้องสอบเทียบ
- ผลการวัดของเครื่องมือนั้นส่งผลกระทบต่อผลการตรวจวิเคราะห์
- ใช้ผลการวัดของเครื่องมือนั้น เพื่อประกอบการตรวจวิเคราะห์

การสอบเทียบเครื่องมือ

ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ควรเลือก

- ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้การรับรองระบบตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025
- ห้องปฏิบัติการสอบเทียบมีความสามารถสอดคล้องตามความต้องการ
- วิธีการเลือกห้องปฏิบัติการสอบเทียบต้องเป็นไปตามนโยบายของระบบคุณภาพ

วิธีเลือกห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

1. การเลือกจากความสามารถในการดำเนินงาน

» ได้รับการรับรองห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025

กรณีห้องปฏิบัติการสอบเทียบไม่ผ่านการรับรองระดับมาตรฐานสากล ให้พิจารณาวัสดุอ้างอิงที่ใช้ในการสอบเทียบนั้น ต้องมีใบรับรองที่สามารถสอบกลับได้ในระดับมาตรวิทยาของประเทศ/มาตรวิทยาระดับชาติ

2. การเลือกจากความสามารถในการวัด

✸ โดยพิจารณา ขีดความสามารถของการสอบเทียบและการวัด (Calibration and Measurement Capability : CMC) โดยเลือกหน่วยงานที่มี CMC ที่ดีที่สุด ซึ่งผู้ส่งสอบเทียบต้องทราบเกณฑ์ที่ยอมรับได้ของเครื่องมือแต่ละชนิดก่อนส่งสอบเทียบ

✸ มีความสามารถในการวัดดีกว่าเครื่องมือที่สอบเทียบไม่น้อยกว่า 4 เท่า

TAR (Test accuracy ratio) $\geq$ 4 เท่า

✸ มี Uncertainty ของการวัดดีกว่าเครื่องมือที่สอบเทียบไม่น้อยกว่า 4 เท่า

TUR (Test uncertainty ratio) $\geq$ 4 เท่า

การสอบเทียบเครื่องมือ

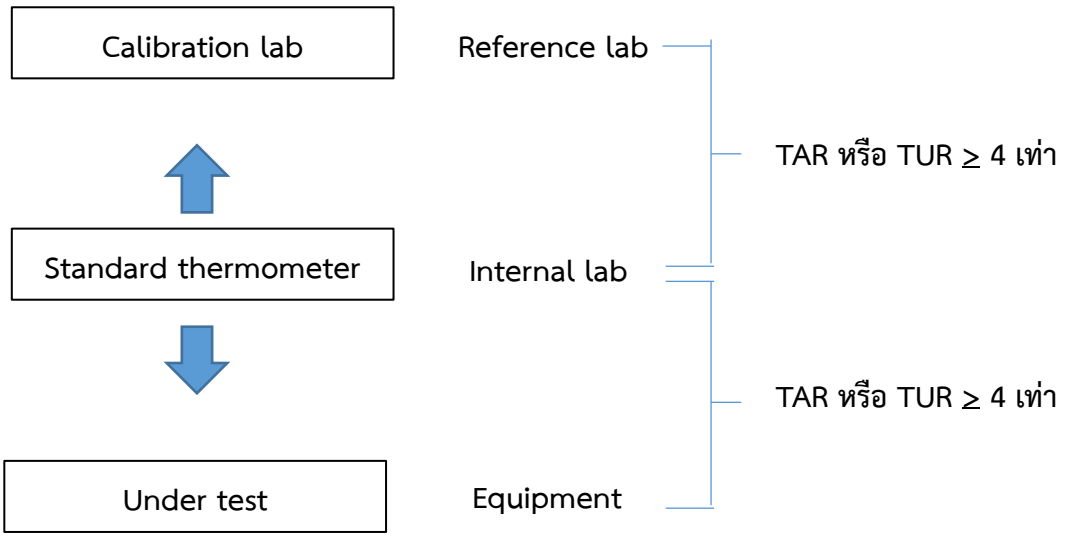
TAR (Test accuracy ratio) คือ สัดส่วนค่าความถูกต้องของเครื่องมือมาตรฐาน ต่อเครื่องมือที่นำมาสอบเทียบ

TUR (Test uncertainty ratio) คือ สัดส่วนค่าความไม่แน่นอนของเครื่องมือมาตรฐาน ต่อเครื่องมือที่นำมาสอบเทียบ

ตัวอย่าง ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ควรเลือก

ผู้ใช้งาน	ห้องปฏิบัติการสอบเทียบ
เกณฑ์การยอมรับ	ค่าความไม่แน่นอน
± 0.1 °C	± 0.025 °C
± 1.0 °C	± 0.25 °C
± 2.0 °C	± 0.5 °C

ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ควรเลือก



การบริหารจัดการและสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

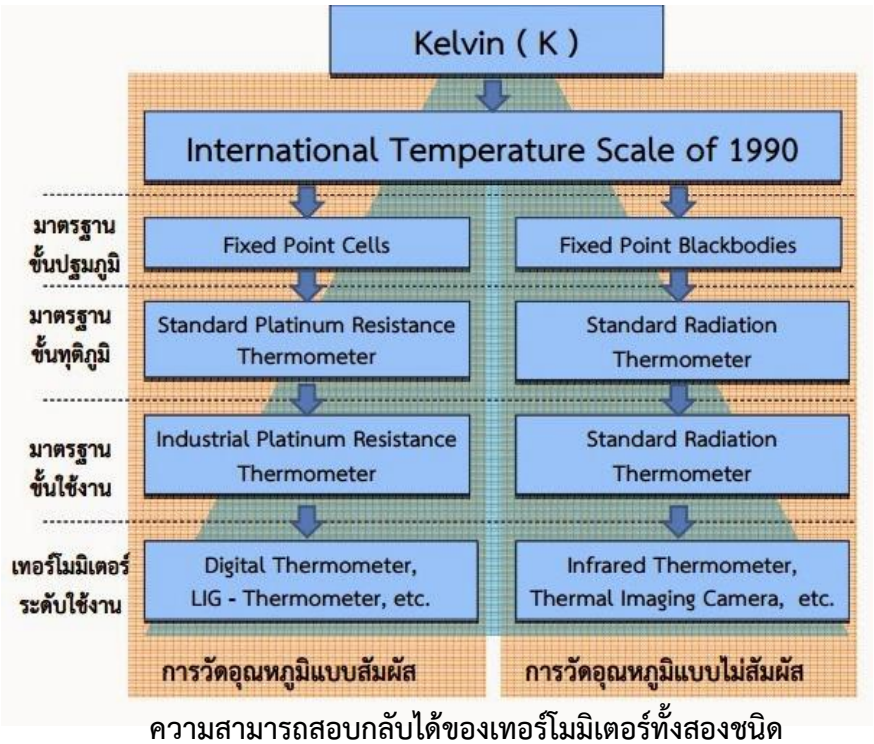
การบริหารจัดการเครื่องมือวัดอุณหภูมิ เช่น

- การเลือกและซื้อเครื่องมือวัดอุณหภูมิ
- การเลือกผู้ให้บริการสอบเทียบ
- การจัดทำแผนสอบเทียบ/ทะเบียนประวัติ
- การกำหนดระยะเวลาการสอบเทียบ/ การตรวจสอบเครื่องมือ
- กำหนดจุดสอบเทียบ
- ตั้งเกณฑ์การยอมรับของการวัด
- ดำเนินการสอบเทียบ ตามกำหนด
- การทวนสอบใบรับรองผลและประเมินผลการสอบเทียบ
- การตรวจสอบเครื่องมือวัดระหว่างการใช้งาน ตามกำหนด
- การบำรุงรักษาเครื่องมือ

การสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

เทอร์โมมิเตอร์ระดับใช้งานทุกประเภท จะได้รับการสอบเทียบหรือทวนสอบกับเทอร์โมมิเตอร์มาตรฐานขั้นใช้งาน (Working standard) และการวัดอุณหภูมิต้องมีความสามารถสอบกลับได้ไปยังหน่วยวัด SI ตามระดับขั้นมาตรฐาน มาตรฐานทุติยภูมิ (Secondary standard) และ มาตรฐานปฐมภูมิ (Primary standard)

ความสามารถสอบกลับได้ (Traceability) หมายถึงคุณสมบัติของผลการวัดที่สามารถหาความสัมพันธ์กับมาตรฐานแห่งชาติอันเป็นที่ยอมรับ โดยการเปรียบเทียบอย่างต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ และต้องรายงานค่าความไม่แน่นอนของการวัด หรืออีกนัยหนึ่ง เป็นกระบวนการย้อนกลับของการสอบเทียบ จากมาตรฐานสากล มาตรฐานแห่งชาติจนถึงเครื่องมือของผู้ใช้งาน



ความสามารถสอบกลับได้ของเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองชนิด

ที่มา : http://tiktraining.blogspot.com

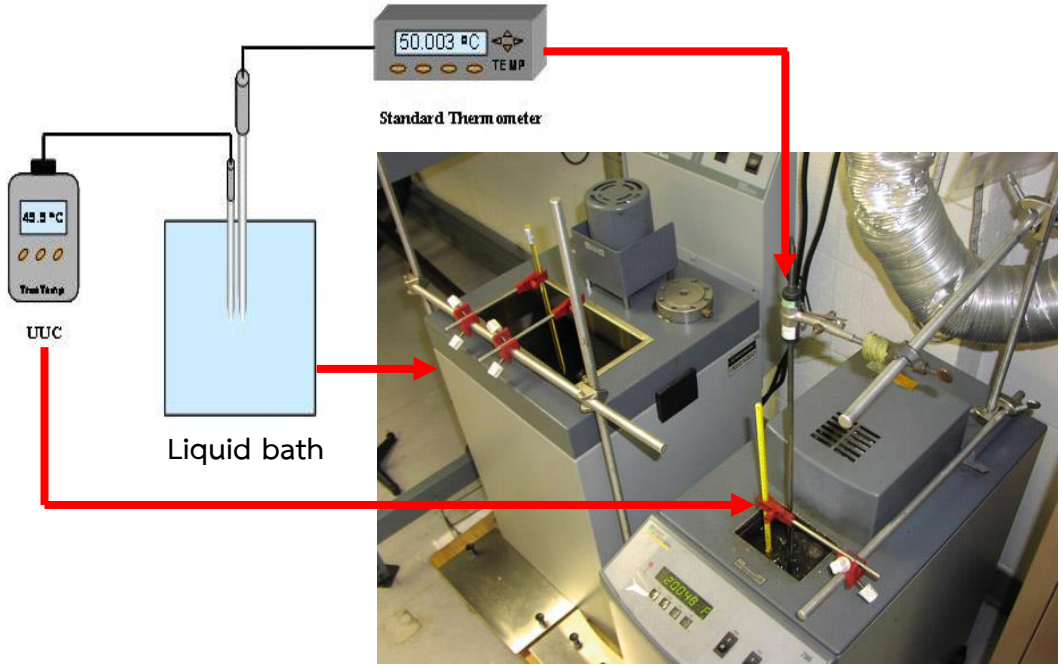
การสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการสอบเทียบอุณหภูมิ

1. Standard thermometer ทำหน้าที่เป็นค่าอ้างอิงมาตรฐานสำหรับถ่ายทอดค่าให้กับเครื่องมือที่ต้องการสอบเทียบ ซึ่งต้องมีความถูกต้องดีกว่าเครื่องมือวัดที่ต้องการสอบเทียบไม่น้อยกว่า 4 เท่า

2. อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Liquid bath) เป็นอุปกรณ์สร้างอุณหภูมิสำหรับสอบเทียบ ณ จุดสอบเทียบที่ต้องการ สามารถทำอุณหภูมิได้ +5 °C ถึง 90 °C หรือหากเป็น Oil bath ใช้ Silicone oil เป็นตัวกลางในการสร้างอุณหภูมิ ซึ่งความสามารถในการสร้างอุณหภูมิจะขึ้นอยู่กับชนิดของ Silicone oil ที่นำมาใช้

3. เครื่องมือวัดอุณหภูมิที่ต้องการสอบเทียบ (UUC) เช่น เทอร์โมมิเตอร์แก้ว, Digital thermometer with probe เป็นต้น



ที่มา : www.thaitadashi.com

การสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

ขั้นตอนพื้นฐาน	Liquid in glass thermometer	Digital thermometer with probe
1. ตรวจสอบสภาพ Thermometer และ Standard ก่อนการสอบเทียบ	1. Pre-condition ก่อนการสอบเทียบ • เก็บที่อุณหภูมิห้อง ≥ 48 ชั่วโมง (Uncer > 0.02°C) • เก็บที่อุณหภูมิอ้างอิง (0°C) ≥24 ชั่วโมง (Uncer < 0.02°C) 2. ตรวจสอบชนิดของเทอร์โมมิเตอร์กับระยะการจุ่ม 3. ตรวจสอบความละเอียดในการอ่านค่าและความสามารถในการอ่านค่า	1. ตรวจสอบสภาพของเครื่องมือ 2. ตรวจสอบหัววัด (Probe) ว่าเป็นแบบใด 3. ตรวจสอบการทำงานของตัวแสดงผล 4. เปิดเครื่องที่ต้องการสอบเทียบก่อนการสอบเทียบ ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง หรือตามที่คู่มือการใช้งานของเครื่องที่จะสอบเทียบ
2. ติดตั้ง UUC และ STD ลงใน Temperature source	จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ตามระยะของเทอร์โมมิเตอร์แต่ละประเภท	1. ติดตั้ง UUC และ STD ลงในแหล่งกำเนิดอุณหภูมิ 2. ระยะการจุ่มของหัววัด ≥15 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของหัววัด 3. ติดตั้งProbe ให้อยู่ชิดกันมากที่สุด
3. สอบเทียบ จากอุณหภูมิต่ำไปอุณหภูมิสูง	สอบเทียบเครื่องมือจากอุณหภูมิต่ำไปอุณหภูมิสูง	สอบเทียบเครื่องมือจากอุณหภูมิต่ำไปอุณหภูมิสูง
4. บันทึกค่าที่อ่านได้โดยอ่านจาก STD-UUC-UUC–STD	รออุณหภูมิภายในแหล่งกำเนิด มีความเสถียร ทำการบันทึกผลโดยอ่านจาก STD - UUC - UUC – STD	รออุณหภูมิภายในแหล่งกำเนิด มีความเสถียร ทำการบันทึกค่าอุณหภูมิที่อ่านจาก STD และ UUC
5. กลับมาสอบเทียบที่อุณหภูมิจุดแรกอีกครั้งหนึ่งเพื่อหาความคงตัวในระยะสั้น (Short term stability)	สอบเทียบที่อุณหภูมิจุดแรกอีกครั้งหนึ่ง	สอบเทียบที่อุณหภูมิจุดแรกอีกครั้งหนึ่ง

การสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

การกำหนดจุดสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

- สอบเทียบที่อุณหภูมิที่ใช้งาน
- สอบเทียบให้ครอบคลุมช่วงอุณหภูมิที่ใช้งาน
- สอบเทียบตามผู้ผลิต
- สอบเทียบตามมาตรฐานที่กำหนด

ความถี่ในการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

ตามมาตรฐาน National Association of Testing Authorities, Australia (NATA) ได้กำหนดความถี่ในการสอบเทียบ ดังนี้

- เทอร์โมมิเตอร์แบบดิจิตอล สอบเทียบทุก 2 ปี
- เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้ว ที่ใช้ในงานทดสอบ สอบเทียบทุก 5 ปี
- เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้วใช้อ้างอิง สอบเทียบทุก 10 ปี

การตรวจสอบการทำงานของเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

การตรวจสอบระหว่างใช้งาน (Intermediate check / Interval check)

หมายถึง การตรวจสอบความสามารถในการแสดงค่าวัดของเครื่องมือในระหว่างการใช้งานหลังจากผ่านการสอบเทียบแล้วว่ามีความคงเส้นคงวาหรือไม่ เพื่อให้มั่นใจสถานะผลการสอบเทียบเครื่องมือ ว่ายังอยู่ในสภาพดีหรือในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

การตรวจสอบความสามารถระหว่างการใช้งานต้องตรวจสอบเครื่องมือเป็นระยะๆ ระหว่างช่วงเวลาการสอบเทียบ เช่น ทุกๆ 6 เดือน โดยใช้เครื่องมืออ้างอิงที่เหมาะสม และพิจารณาผลการตรวจสอบว่ามีค่าเบี่ยงเบนเกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าเกินเกณฑ์ที่กำหนดต้องวิเคราะห์หาสาเหตุหรืออาจจำเป็นต้องส่งสอบเทียบใหม่ การทำ Intermediate check จะให้ผลดี ต้องทำในช่วงการวัดที่ใช้งานเป็นประจำ

การทำ Intermediate check ของ Liquid-in-glass thermometer และ Digital thermometer มี 2 วิธี คือ

1. ตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน (Standard thermometer) ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ

2. ตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิเทียบกับ Ice point

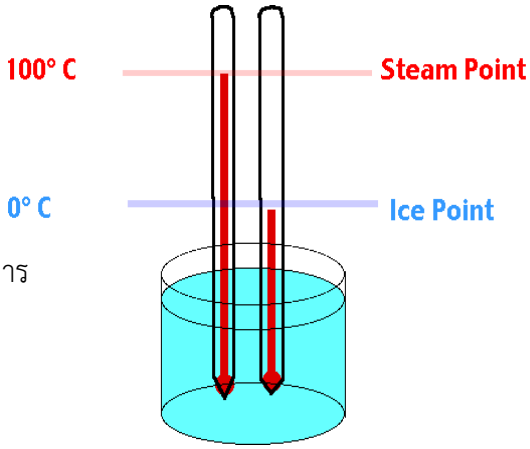
การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างใช้งาน โดยวิธี Ice point (Ice point check)

Liquid-in-glass thermometer และ Digital thermometer เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่ใช้เป็นพื้นฐานทั่วไปในห้องปฏิบัติการจึงต้องมั่นใจว่าเครื่องมือให้ค่าการวัดที่ถูกต้องตลอดการใช้งาน ดังนั้นระหว่างการใช้งาน ก่อนที่จะส่งเทอร์โมมิเตอร์สอบเทียบ ต้องมีการตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ว่ายังคงให้ค่าการวัดที่ถูกต้อง การตรวจสอบระหว่างการใช้งานสามารถทำได้ 2 วิธี คือ 1). การตรวจสอบเครื่องมือเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 2). การตรวจสอบเครื่องมือเทียบกับ Ice point ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะ Ice point

เนื่องจากเครื่องมือวัดต้องมีระยะเวลาของการสอบเทียบเครื่องมือ (Calibration duration) เช่น สอบเทียบ ทุก 2 ปี ดังนั้นคุณภาพการตรวจสอบระหว่างการใช้งาน จะช่วยประเมินสถานภาพของเครื่องมือวัดจากค่าเลื่อน นำไปสู่การพิจารณาระยะเวลาการสอบเทียบที่เหมาะสมได้

ทำไมต้องทำ Ice point check

สเกลอุณหภูมิมักจะกำหนดอ้างอิงกับจุดอ้างอิงหลักสองจุดคือ จุดไอน้ำและจุดน้ำแข็ง (Ice point) ดังนั้นการตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ด้วยวิธี Ice point จึงเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมเนื่องจากเป็นวิธีการที่ไม่ซับซ้อน จัดหาแหล่งกำเนิดอุณหภูมิและอุปกรณ์ได้ง่าย มีราคาถูก



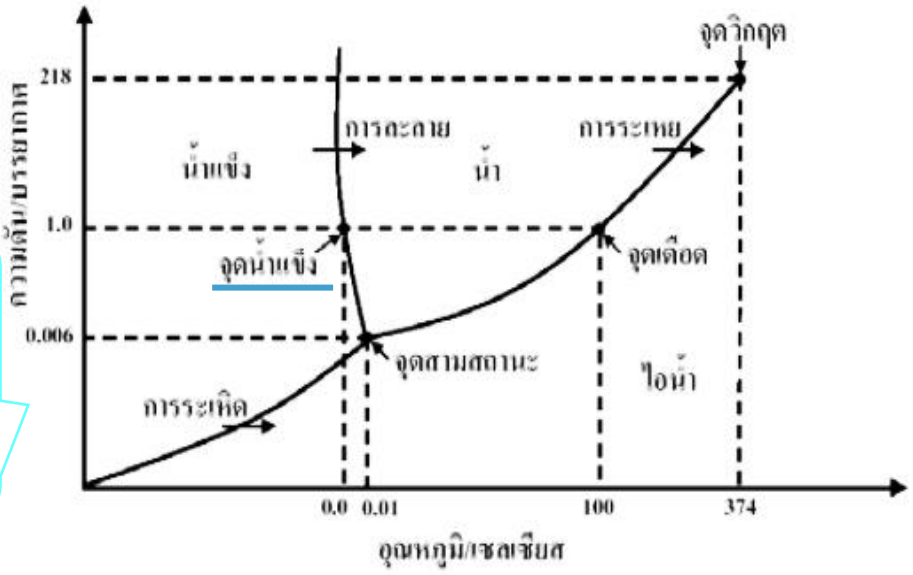
วัดค่าของเทอร์โมมิเตอร์ที่จุด Ice point ที่เตรียมขึ้นเองในห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์อ้างอิง (Reference thermometer) แล้วทำการประเมินผล ถ้าค่าการอ่านมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินช่วงการยอมรับของงาน หรือไม่มีความคลาดเคลื่อน แสดงว่า เทอร์โมมิเตอร์ที่ตรวจสอบนั้นสามารถใช้งานต่อไปได้

การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างใช้งาน โดยวิธี Ice point (Ice point check)

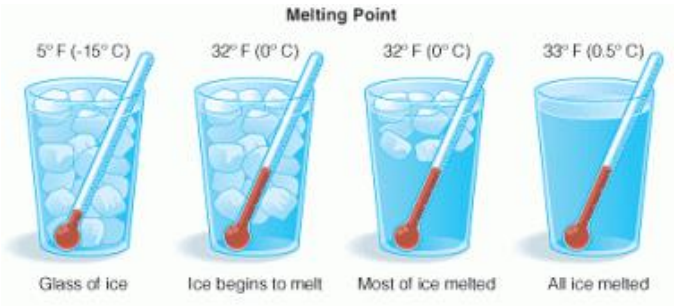
Ice point คืออะไร

จุดน้ำแข็ง (Ice point) เป็นอุณหภูมิอ้างอิงของจุดตรึงทางธรรมชาติ (Natural fixed-point reference temperature) จุดหนึ่งซึ่งมีนิยามว่า “จุดน้ำแข็งคืออุณหภูมิที่สภาพสมดุลของน้ำแข็งและน้ำที่อิ่มตัวไปด้วยอากาศ (Air-saturated water) ภายใต้ความดันบรรยากาศปกติ (Normal atmospheric pressure)” อุณหภูมิที่จุดนี้คือ 273.15 K หรือ 0 °C ดังรูป

ความดันบรรยากาศปกติมีค่าเท่ากับความดันมาตรฐาน 1 บรรยากาศ (1 Atmospheric pressure 1 atm)



ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับความดันของน้ำบริสุทธิ์ที่สถานะของแข็ง ของเหลวและก๊าซ



การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างใช้งาน
โดยวิธี Ice point (Ice point check)

Ice point check เป็นวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของค่าการวัดอุณหภูมิ เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการวัดของเทอร์โมมิเตอร์ เป็นวิธีที่รวดเร็วและสะดวก ณ จุด 0 °C ที่คลาดเคลื่อนได้ ± 0.01 °C ทำให้สามารถตรวจจับแนวโน้มความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือที่เปลี่ยนไปได้ และข้อมูลความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือนี้เก็บเป็นประวัติเครื่องมือไว้วิเคราะห์ข้อมูล ค่าการวัดล่าสุดเทียบกับค่าก่อนหน้านี้ว่า การคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดมีผลกระทบต่องานหรือไม่

ทั้งนี้ต้องมีวิธีการ ขั้นตอนและวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม เช่น น้ำบริสุทธิ์ น้ำแข็งที่สะอาดขนาดไม่เกิน 2-3 ซม. อุปกรณ์ต่าง ๆต้องสะอาด รวมทั้งตัวผู้ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติตามวิธีอย่างเคร่งครัด หน้านี้ว่า การคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัดมีผลกระทบต่องานหรือไม่

อุปกรณ์สำหรับเตรียม Ice point

1. ภาชนะบรรจุ (Container)
   - เป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี ภายในผนังของภาชนะบรรจุควรเป็นสุญญากาศ เช่น Dewar flask เป็นต้น
   - ทำจากวัสดุที่ไม่สามารถละลายได้ เช่น แก้ว หรือ สเตนเลสสตีล เป็นต้น
   - ไม่ควรมีสารปนเปื้อนใดๆ เกิน 5×10^{-5} ของ เศษส่วนโมล
   - มีขนาดที่เหมาะสมกับเครื่องมือที่ใช้งาน ควรมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอย่างน้อย 7 ซม. และมีความลึกอย่างน้อย 30 ซม.

2. น้ำบริสุทธิ์
   - เป็นน้ำที่สะอาดและบริสุทธิ์ (pure water) เช่น น้ำกลั่น, น้ำที่ไม่มี อิออน, หรือ น้ำที่ไม่มีแร่ เป็นต้น
   - ถ้าจะนำน้ำประปามาใช้ต้องตรวจสอบสภาพต้านทานกระแสไฟฟ้า (Electrical resistivity) ที่อุณหภูมิ 10 °C ต้องมีค่าสูงกว่า 0.5×10^{6} Ω.m

TIP !! การใช้น้ำเย็นเป็นการช่วยรักษาอุณหภูมิน้ำแข็งจะละลายได้ช้าลง

อุปกรณ์สำหรับการเตรียม Ice point (ต่อ)

3. น้ำแข็งเกล็ด

- ทำจากน้ำที่สะอาดและบริสุทธิ์
- ขนาดของน้ำแข็งที่ดีควรมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 2-3 ซม.
- น้ำแข็งที่ดีควรมีลักษณะใส ไม่มีสีขาวขุ่น
- ควรเก็บน้ำแข็งไว้ประมาณ 1 วันก่อนนำไปใช้งาน เพื่อลดความเครียด ภายในเกล็ดน้ำแข็ง

4. Calibrated reference thermometer ที่มีค่า accuracy ดีกว่าเป็น 4-10 เท่าของ Resolution ของเทอร์โมมิเตอร์ที่จะตรวจสอบ หรือมีค่า Accuracy ดีกว่า 4-10 ของ Accuracy เทอร์โมมิเตอร์ที่จะตรวจสอบ

5. ท่อยางสำหรับกาลักน้ำ (Siphon Tube) ที่สะอาด และมีขนาดเหมาะสม

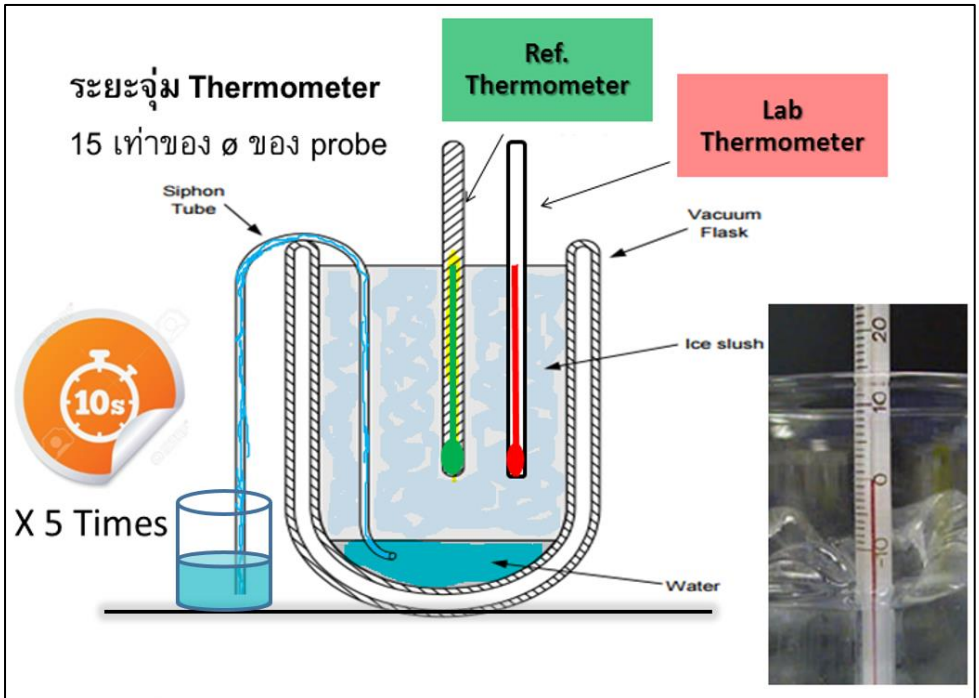
6. อุปกรณ์ช่วยอื่นๆ ได้แก่

- ลูกยางหรือกระบอกฉีด สำหรับทำกาลักน้ำ
- แท่งเหล็ก หรือแท่งแก้วสำหรับเจาะช่องให้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มในน้ำแข็ง
- บีกเกอร์ หรือภาชนะสำหรับรองรับกาลักน้ำ ขนาดสูง 1/3 ของภาชนะบรรจุ
- ถุงมือพลาสติก หรือถุงมือยาง
- นาฬิกาจับเวลา
- ภาชนะตักและบรรจุน้ำแข็ง
- นาฬิกาจับเวลา
- เทปติดสายยาง
- ไม้บรรทัด
- แว่นขยาย / ไฟฉายช่วยอ่านสเกลบนเทอร์โมมิเตอร์

การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างใช้งาน
โดยวิธี Ice point (Ice point check)

ขั้นตอนปฏิบัติ

1. ทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกชิ้น รวมถึงมือของผู้เตรียม ด้วยน้ำบริสุทธิ์
2. ใส่ท่อยาง siphon ลงไปโดยให้ปลายท่อยางอยู่ที่ระดับความลึก ประมาณ 1 ใน 3 ส่วนของภาชนะบรรจุ
3. เติมน้ำบริสุทธิ์ลงในภาชนะบรรจุประมาณ 1 ใน 3 ส่วน
4. เติมน้ำแข็งที่เตรียมไว้ อัดให้แน่นจนเต็มภาชนะบรรจุ (อย่าให้ส่วนของน้ำแข็งลอย)
5. ใช้ลูกยางหรือกระบอกฉีดยาต่อเข้ากับท่อยาง ทำการดูดน้ำจากภาชนะบรรจุ เมื่อมีน้ำไหล ให้นำปลายสายยางใส่ลงในบีกเกอร์หรือภาชนะรองรับกาลักน้ำ เพื่อรักษาระดับน้ำในภาชนะบรรจุให้คงที่ เมื่อระดับน้ำในภาชนะบรรจุสูงกว่า 1 ใน 3 จะเกิดกาลักน้ำ น้ำในภาชนะบรรจุจะไหลลงในภาชนะรองรับน้ำ



An ice-point apparatus for calibrating thermometers or for checking their stability.

ที่มา : Measurement Standards Laboratory of New Zealand

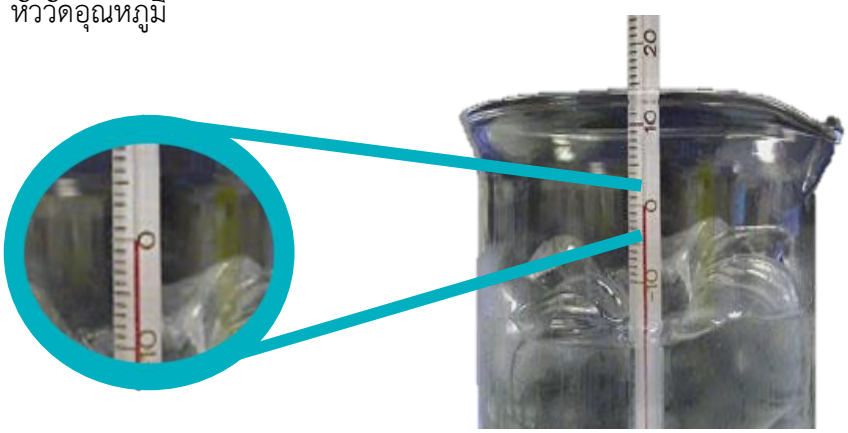
ขั้นตอนปฏิบัติ

6.ให้ใช้แท่งเหล็กหรือแท่งแก้ว เจาะเป็นช่องสำหรับเสียบเทอร์โมมิเตอร์ เพื่อป้องกันไม่ให้เทอร์โมมิเตอร์เสียหาย

7. นำ Reference thermometer จุ่มลงในน้ำแข็ง และกดน้ำแข็งที่อยู่รอบๆ เทอร์โมมิเตอร์ให้แน่น

8. จุ่ม Thermometer ที่ต้องการตรวจสอบในบริเวณใกล้กับ Reference thermometer ระยะจุ่มของเทอร์โมมิเตอร์ควรสอดคล้องกับชนิดของเทอร์โมมิเตอร์

- Liquid – in – glass thermometer ชนิด Total immersion จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ ให้ขีดบอกสเกลอุณหภูมิที่ต้องการวัดอยู่เหนือระดับของผิวน้ำแข็งไม่เกิน 1-2 ขีดบอกสเกล
- Liquid – in – glass thermometer ชนิด Partial immersion จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ในระดับความลึกที่กำหนดที่ตัวเทอร์โมมิเตอร์
- Digital thermometer จุ่มหัววัดอุณหภูมิลงใน Ice point ตามที่ระบุในใบรับรองผลการสอบเทียบ หรือไม่น้อยกว่า 15 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของหัววัดอุณหภูมิ



9. ทิ้งไว้ประมาณ 15-20 นาที เพื่อให้อุณหภูมิคงที่

10. อ่านค่าอุณหภูมิของ Reference thermometer และ Thermometer ที่ต้องการตรวจสอบ บันทึกลงในแบบบันทึก

11. อ่านค่าอุณหภูมิ 5 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันในเวลาเท่าๆ กัน เช่น ทุก 10 วินาที หรือทุก 1 นาที

แบบบันทึก การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยใช้ Ice point
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข

Thermometer identity ....NIH 07-01 TM 1...หน่วยงาน...ฝ่าย.....xxxxxx.....

Date	Referenced Thermometer identity	UUC $\overline{X}$ (°C)	STD $\overline{Y}$ (°C)	Error (UUC-STD) $\overline{X} - \overline{Y}$ (°C)	Acceptable range / accuracy (°C)	Evaluation (passed or failed)	Checked by / Approved by
1 August 2019	NIH Ref ther 1	1 0.00 2 0.00 3 0.00 4 0.00 5 0.00 Mean ($\overline{X}$) = 0.00	1 0.01 2 0.01 3 0.01 4 0.00 5 0.01 Mean ($\overline{Y}$) = 0.008	-0.008	± 0.01	[/] Pass [ ] Fail Action.....	Icy / Pointy
28 February 2020	NIH Ref ther 1	1 0.05 2 0.05 3 0.05 4 0.03 5 0.04 Mean ($\overline{X}$) = 0.044	1 0.01 2 0.00 3 0.00 4 0.00 5 0.01 Mean ($\overline{Y}$) = 0.004	0.04	± 0.01	[ ] Pass [/] Fail Action... หยุดการใช้งาน	Icy / Pointy

การประเมินผล

คำนวณหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่วัดได้ของ Reference thermometer และ Thermometer ที่ตรวจสอบ หาค่าคลาดเคลื่อน (Error) และเปรียบเทียบค่าคลาดเคลื่อนของเทอร์โมมิเตอร์ที่ตรวจสอบกับเกณฑ์การยอมรับของงาน

- Error < เกณฑ์ยอมรับ ✓ ใช้งานได้
- Error > เกณฑ์ยอมรับ ✗ หยุดใช้งาน และนำส่งห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

ความถี่ของการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างการใช้งาน

มาตรฐาน National Association of Testing Authorities, Australia (NATA) ได้กำหนดการทำ Intermediate check (Check Intervals) เทอร์โมมิเตอร์ โดยวิธี Ice point ทุก 6 เดือน

ถ้าพบว่าเครื่องมือวัดอุณหภูมิมีแนวโน้มของความคลาดเคลื่อนสูงขึ้น ให้กำหนดการทำ Intermediate check ถี่ขึ้น

การพิจารณาผลการตรวจสอบ / สอบเทียบ

สถานะของผลการสอบเทียบกับการตรวจสอบ

การตรวจสอบเครื่องมือ ทำเพื่อให้มั่นใจในสถานะผลการสอบเทียบเครื่องมือ

ผลการสอบเทียบ

STD	UUC	Error	Uncer
0.0	0.3	0.3	0.1
20.0	19.6	-0.4	0.1

ค่า Error ที่จุดสอบเทียบ 0°C = 0.3

ผลการตรวจสอบ

STD	UUC	Error
0.0	0.6	0.6

ค่า Error การตรวจสอบที่ 0°C = 0.6

ความต่างของผล = ผลการสอบเทียบ + การเลื่อนค่าของเครื่องมือ

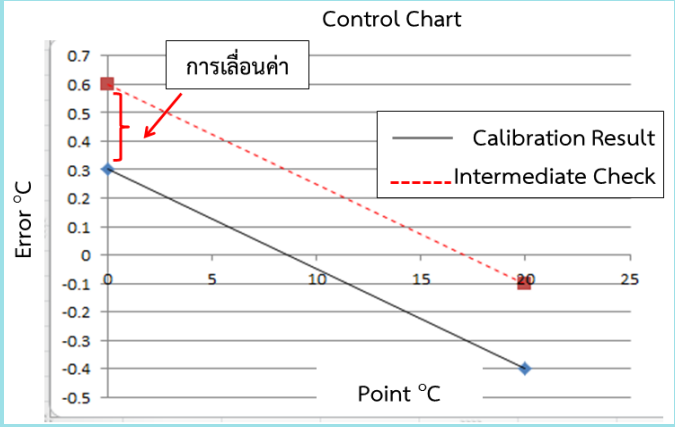
การเลื่อนค่าของเครื่องมือ = ผลการสอบเทียบ – ความต่างของผล

การเลื่อนค่าของเครื่องมือ (Drift) คือการเปลี่ยนแปลงค่าของเครื่องมืออันเนื่องมาจากเวลาที่ใช้งานเครื่องมือ หรือความไม่เสถียรของตัวเครื่องมือ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อผลการวัดของเครื่องมือ

การเลื่อนค่าของเครื่องมือ = ผลการสอบเทียบ – ผลการทวนสอบ
= 0.3 - 0.6
= - 0.3

สรุปผล

หลังจากที่สอบเทียบเครื่องมือ และนำเครื่องมือมาใช้งานตลอดระยะเวลา 6 เดือน เครื่องมือเลื่อนค่าไปจากค่าเดิม 0.3 °C



การพิจารณาผลการตรวจสอบ / สอบเทียบ

การเปลี่ยนแปลงค่า Error จากการตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ในแต่ละครั้ง ใช้เพื่อเป็นแนวทางขยายระยะเวลาการสอบเทียบจากการเลื่อนค่า (Drift) นั้น

การพิจารณาช่วงเวลาในการสอบเทียบ (Calibration intervals)

การทำ Intermediate check นอกจากทำให้มั่นใจว่าเครื่องมือวัดให้ค่าการวัดถูกต้อง ตลอดการใช้งานแล้ว ยังเป็นสิ่งที่ใช้พิจารณาเพื่อกำหนดช่วงเวลาการสอบเทียบที่เหมาะสมได้

การพิจารณาช่วงเวลาในการสอบเทียบสามารถพิจารณาได้จาก

- ค่าความถูกต้องของเครื่องมือวัดที่ต้องการในการใช้งาน
- ความถี่ตามมาตรฐานกำหนดในแต่ละชนิดของเครื่องมือ
- ความเสี่ยงของผลสอบเทียบจะเกินเกณฑ์ที่กำหนด
- ความถี่และคุณภาพของการตรวจสอบระหว่างการใช้งาน
- ความถี่ในการใช้งานเครื่องมือ
- กระบวนการขนย้ายเครื่องมือ
- การบำรุงรักษา/ เจ้าหน้าที่ผู้ใช้เครื่องมือ
- คำแนะนำจากผู้ผลิตเครื่องมือ หรือ Specification ของเครื่องมือ

Used Frequency	Calibration Interval
Daily	3 months
Every other Day	6 months
Once weekly	12 months
Once Monthly	24 months
Once Yearly	36 Months

การฟื้นฟูความรู้ด้านระบบคุณภาพ
การอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ โดยใช้ Ice point

ในปีงบประมาณ 2560-2562 คณะทำงานจัดการสอบเทียบ ทวนสอบ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ของสถาบันฯ ร่วมกับสำนักงานพัฒนาระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ ได้จัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างใช้งาน โดยใช้ Ice point ให้กับบุคลากรสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข ปีละ 2 ครั้ง ในเดือนกุมภาพันธ์ และสิงหาคม เพื่อฟื้นฟูความรู้ให้บุคลากรที่เคยอบรมมาแล้ว และถ่ายทอดความรู้สู่บุคลากรที่ยังไม่เคยได้รับการอบรม รวมทั้งจัดเตรียมชุดอุปกรณ์เพื่อการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ โดยใช้ Ice point โดยให้กลุ่มฝ่ายงาน ได้นำเทอร์โมมิเตอร์ของหน่วยงานมาตรวจสอบ ว่าค่าการวัดมีความถูกต้องเหมาะสมต่อการใช้งาน ตามที่ได้สอบเทียบไว้ และเป็นข้อมูลสำหรับขยายระยะเวลาการสอบเทียบ ที่จากเดิมสอบเทียบทุกปี

การฟื้นฟูความรู้ด้านระบบคุณภาพ
การอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ โดยใช้ Ice point

สรุปการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ปีงบประมาณ 2560

ในปีแรก การฝึกอบรมฯ เป็นการเริ่มต้นฝึกและวางรากฐาน เพื่อให้ความรู้แก่ผู้เข้าอบรมทั้งภาคทฤษฎีและฝึกปฏิบัติ พื้นฐานการสอบเทียบ การตรวจสอบเครื่องมือวัดระหว่างใช้งานโดยใช้ Ice point วิธีการกำหนดเกณฑ์การยอมรับได้ (Acceptable range) การอ่านค่า การบันทึก การคำนวณและประเมินผลการตรวจสอบ การพิจารณาขยายระยะเวลาการสอบเทียบ และให้ฝึกการเตรียม Ice point อย่างง่ายภายในห้องปฏิบัติการ ฝึกตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ของหน่วยงานตนเอง การอภิปรายร่วมกันระหว่างผู้เข้าร่วมฝึกอบรมและทีมวิทยากร ซึ่งพบว่าเกิดปัญหาและอุปสรรค ได้แก่

- เทอร์โมมิเตอร์หลายเครื่องยังไม่ได้รับการสอบเทียบที่จุด 0°C จึงทำให้ไม่สามารถนำค่า Error มาเปรียบเทียบได้ แต่สามารถเก็บข้อมูลไว้เปรียบเทียบกับการตรวจสอบในครั้งต่อไป
- การทำกาลักน้ำ ยังไม่ชำนาญ ทำให้ยังไม่สามารถรักษาระดับน้ำภายในภาชนะให้คงที่อย่างต่อเนื่อง

การฟื้นฟูความรู้ด้านระบบคุณภาพ
การอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ โดยใช้ Ice point

สรุปการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ปีงบประมาณ 2561-2562

- คณะทำงานฯ ร่วมกับสำนักงานพัฒนาระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการ แจ้งผู้เข้าอบรมทุกฝ่ายให้ดำเนินการส่งสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์ที่จุด 0°C โดยใช้บริการจากหน่วยงานที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO/IEC17025 เพื่อใช้เปรียบเทียบในการทำ Intermediate check รอบต่อไป
- การปฏิบัติการตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ ด้วยวิธี Ice point ในรอบนี้ เป็นการดำเนินงานต่อเนื่อง โดยคณะทำงานฯ กำหนดการตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ด้วยวิธี Ice point ทุก 6 เดือน (2 ครั้ง/ ปี)
- คณะทำงานฯ ได้บรรยายทบทวนวิธีการเตรียม Ice point และให้ตัวแทนผู้เข้าอบรมเป็นผู้เตรียม Ice point โดยดำเนินการตามช่วงเวลาที่กำหนดแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ในช่วงเช้าและบ่าย
- จำนวนเทอร์โมมิเตอร์ที่ผู้อบรมนำมาตรวจสอบ

  ปีงบประมาณ 2561 ครั้งที่ 1 จำนวน 209 เครื่อง ครั้งที่ 2 จำนวน 378 เครื่อง

  ปีงบประมาณ 2562 ครั้งที่ 1 จำนวน 355 เครื่อง ครั้งที่ 2 จำนวน 362 เครื่อง

ภาพกิจกรรม การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ
โดยใช้ Ice point ปี 2560

ภาคบรรยาย

ฝึกปฏิบัติกลุ่ม

ฝึกการเตรียมน้ำแข็ง การบรรจุน้ำแข็งลงในภาชนะ

ฝึกการติดตั้งอุปกรณ์ เทอร์โมมิเตอร์ และฝึกการอ่านบันทึกข้อมูล

ภาพกิจกรรม การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ
โดยใช้ Ice point ปี 2561

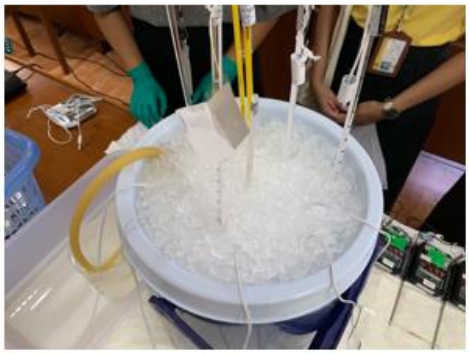
ภาคบรรยาย

ฝึกปฏิบัติกลุ่ม

การเตรียมน้ำแข็ง การบรรจุน้ำแข็งลงในภาชนะ

การติดตั้งอุปกรณ์ เทอร์โมมิเตอร์ และการอ่านบันทึกข้อมูล

ภาพกิจกรรม การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ
โดยใช้ Ice point ปี 2562



การลดค่าใช้จ่ายของการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์ ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข

Liquid-in-glass thermometer และ Digital thermometer เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่มีความจำเป็นและใช้กันเป็นจำนวนมากในห้องปฏิบัติการในสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข ข้อมูลจากแผนสอบเทียบเครื่องมือประจำปีงบประมาณ 2561 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุขมีเทอร์โมมิเตอร์จำนวนทั้งสิ้น 378 เครื่อง เมื่อส่งสอบเทียบที่หน่วยงานที่ได้รับการรับรอง ISO 17025 ค่าใช้จ่ายสอบเทียบ 1 จุด ราคาเครื่องละ 600 บาท สอบเทียบ 2 จุด ราคาเครื่องละ 900 บาท ประมาณการค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์เป็นเงิน 242,676 - 364,014 บาท ต่อปี

การตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ระหว่างการใช้งาน ด้วยวิธี Ice point ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข เริ่มดำเนินการในปีงบประมาณ 2560 ซึ่งคณะทำงานฯ มุ่งหวังเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ แต่ยังคงต้องรักษาระบบคุณภาพควบคู่กันไปด้วย ดังนั้นในปีแรกจึงเป็นการปูพื้นฐานให้บุคลากรของสถาบันฯ เห็นความสำคัญของการดำเนินงาน ให้ความรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ

ปีงบประมาณ 2561 กลุ่ม / ฝ่าย/ งาน ได้ส่งเทอร์โมมิเตอร์สอบเทียบที่อุณหภูมิ 0°C ตามแผนสอบเทียบเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์โดยวิธี Ice point จำนวน 169 เครื่อง คิดเป็นค่าสอบเทียบ 152,100 บาท (900 บาทต่อเครื่อง) ในเดือนกุมภาพันธ์ ได้ตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์โดยวิธี Ice ครั้งที่ 1/2561 จำนวน 209 เครื่อง และครั้งที่ 2/2561 ในเดือนสิงหาคม จำนวน 378 เครื่อง

ในปีงบประมาณ 2562 มีจำนวนเทอร์โมมิเตอร์ตามแผนสอบเทียบเครื่องมือประจำปี 372 เครื่อง ได้ดำเนินการตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์โดยวิธี Ice point ครั้งที่ 1/2562 จำนวน 355 เครื่อง และครั้งที่ 2/2562 จำนวน 362 เครื่อง

การลดค่าใช้จ่ายของการตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์โดยวิธี Ice point ของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข

การตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์โดยวิธี Ice point ในปีงบประมาณ 2563 ดำเนินการไปแล้ว 1 ครั้ง จำนวน 346 เครื่อง จากแผนสอบเทียบเครื่องมือประจำปี มีจำนวน 360 เครื่อง ซึ่งหลังจากดำเนินการอย่างต่อเนื่องมา 2 ปี จะเห็นได้ว่ากลุ่ม/ฝ่าย/งาน นำเทอร์โมมิเตอร์มาตรวจสอบโดยวิธี Ice point เป็นจำนวนมาก ทำให้สามารถลดงบประมาณในการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์ลงได้ ข้อมูลประมาณการลดงบประมาณในการสอบเทียบตามตาราง ดังนี้

การตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์โดยวิธี Ice point	ปีงบประมาณ 2561	ปีงบประมาณ 2562	ปีงบประมาณ 2563
จำนวนเทอร์โมมิเตอร์ที่ตรวจสอบวิธี Ice point ครั้งที่ 1 (เครื่อง)	209	355	346
จำนวนเทอร์โมมิเตอร์ที่ตรวจสอบวิธี Ice point ครั้งที่ 2 (เครื่อง)	378	362	ยังไม่ครบกำหนด
ประหยัดงบประมาณ (ประมาณการ) (บาท)	**340,200**	**325,800**	**311,400**

อย่างไรก็ตาม การประมาณการประหยัดงบประมาณในการสอบเทียบลดลงนั้น ยังต้องการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเภทของเทอร์โมมิเตอร์ ระยะเวลาการส่งสอบเทียบที่แตกต่างกัน จำนวนเทอร์โมมิเตอร์ในแต่ละหน่วยงาน และค่าบริการที่บริษัทดำเนินการสอบเทียบก็เป็นปัจจัยที่ทำให้ข้อมูลเปลี่ยนไปในแต่ละปี ซึ่งคณะทำงานฯ จะได้ดำเนินการรวบรวมข้อมูลให้ชัดเจนและครอบคลุมขึ้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรทรวงสาธารณสุข. (2559) ,การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยวิธี Ice point, นนทบุรี.
2. บุรินทร์ ไตรชินธนโชติ. 2543. เทคนิคและวิธีการในงานสอบเทียบเครื่องมือวัด. วารสารวิชาการสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), กรุงเทพ.
3. สรรค์ จิตรใคร่ครวญ. (2543), เมื่อไรจึงจะทำการสอบเทียบเครื่องมือวัดครั้งใหม่. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 48 ฉบับที่ 153 หน้า 6-8.
4. Guideline for the determination of calibration intervals of measuring instruments, ILAC-G24 Edition 2007(E).
5. ISO10012 – 1 Quality assurance requirements for measuring equipment Part 1 : Metrological Confirmation for Measuring Equipment , International Organization for Standardization (Geneva, Switzerland).
6. National Association of Testing Authorities. (2013) ,Technical Note 19 – Liquid-in-glass thermometers – selection, use and calibration , Australia.

รายชื่อคณะทำงานปี 2559 และ 2560

1.	นางสาวนภวรรณ	เจนใจ	ที่ปรึกษา
2.	นางสุขใจ	ผลอำไพสถิต	ประธานคณะทำงาน
3.	นางสาวมาลินี	จิตตกานต์พิชย์	คณะทำงาน
4.	นางสาวนันทวรรณ	เมฆา	คณะทำงาน
5.	นางอุรุญากร	จันทร์แสง	คณะทำงาน
6.	นางสาวสุนทรียา	วัยเจริญ	คณะทำงาน
7.	นางสาวศรีวรรณา	หัทยานานนท์	คณะทำงาน
8.	นางสาวนงลักษณ์	สายประดิษฐ์	คณะทำงาน
9.	นางสรรทิพย์	กองจร	คณะทำงาน
10.	นางดวงกมล	อัศวุตมางกุร	คณะทำงาน
11.	นางสมใจ	ไผ่สมบูรณ์	คณะทำงาน
12.	นางชลลดา	มีทรัพย์	คณะทำงาน
13.	นางสาวฐิติพร	ใจกว้าง	คณะทำงาน
14.	นางสาวนิตยา	เมธาวณิชพงศ์	คณะทำงานและเลขานุการ

รายชื่อคณะทำงานปี 2561

1.	นางอุรุญากร	จันทร์แสง	ที่ปรึกษา
2.	นางสาวมาลินี	จิตตกานต์พิชย์	ประธานคณะทำงาน
3.	นางสาววัชรี	สายสงเคราะห์	คณะทำงาน
4.	นางสาวศรีวรรณา	หัทยานานนท์	คณะทำงาน
5.	นายอธิวัฒน์	ปริมสิริคุณาวุฒิ	คณะทำงาน
6.	นางสาวโสภา	ศรีสังข์งาม	คณะทำงาน
7.	นางดวงกมล	อัศวุตมางกุร	คณะทำงาน
8.	นางสาวนงลักษณ์	สายประดิษฐ์	คณะทำงาน
9.	นางสาวนิตยา	เมธาวณิชพงศ์	คณะทำงาน
10.	นางสาวธนัสภา	ธนเดชากุล	คณะทำงาน
11.	นางสมใจ	ไผ่สมบูรณ์	คณะทำงาน
12.	นางชลลดา	มีทรัพย์	คณะทำงาน
13.	นางสาวณัฏฐนิษฐ์	อาภาภูมิพัทธ์	คณะทำงาน
14.	นางสาวสุนทรียา	วัยเจริญ	คณะทำงานและเลขานุการ

รายชื่อคณะทำงานปี 2562

1.	นางสาวมาลินี	จิตตกานต์พิชย์	ที่ปรึกษา
2.	นางสาวศรีวรรณา	หัทยานานนท์	ประธานคณะทำงาน
3.	นางสาววัชรี	สายสงเคราะห์	คณะทำงาน
4.	นายอธิวัฒน์	ปริมสิริคุณาวุฒิ	คณะทำงาน
5.	นางสาวโสภา	ศรีสังข์งาม	คณะทำงาน
6.	นางดวงกมล	อัศวุตมางกุร	คณะทำงาน
7.	นางสาวนงลักษณ์	สายประดิษฐ์	คณะทำงาน
8.	นางสาวนิตยา	เมธาวณิชพงศ์	คณะทำงาน
9.	นางสาวธนัสภา	ธนเดชากุล	คณะทำงาน
10.	นางสมใจ	ไผ่สมบูรณ์	คณะทำงาน
11.	นางชลลดา	มีทรัพย์	คณะทำงาน
12.	นางสาวณัฏฐนิษฐ์	อาภาภูมิพัทธ์	คณะทำงาน
13.	นางสาวสุนทรียา	วัยเจริญ	คณะทำงานและเลขานุการ

รายชื่อคณะทำงานปี 2563

1.	นางสาวมาลินี	จิตตกานต์พิชย์	ที่ปรึกษา
2.	นางสาวศรีวรรณา	หัทยานานนท์	ประธานคณะทำงาน
3.	นางสาววัชรี	สายสงเคราะห์	คณะทำงาน
4.	นางสาวโสภา	ศรีสังข์งาม	คณะทำงาน
5.	นางดวงกมล	อัศวุตมางกุร	คณะทำงาน
6.	นางสาวนงลักษณ์	สายประดิษฐ์	คณะทำงาน
7.	นางสาวนิตยา	เมธาวณิชพงศ์	คณะทำงาน
8.	นายอธิวัฒน์	ปริมสิริคุณาวุฒิ	คณะทำงาน
9.	นางสาวผกาพรรณ	สิงห์ชัย	คณะทำงาน
10.	นางสรรทิพย์	กองจร	คณะทำงาน
11.	นางสาวธนัสภา	ธนเดชากุล	คณะทำงาน
12.	นางชลลดา	มีทรัพย์	คณะทำงาน
13.	นางสมใจ	ไผ่สมบูรณ์	คณะทำงาน
14.	นางสาวสุนทรียา	วัยเจริญ	คณะทำงานและเลขานุการ

DATA LOGGER
AEMC
SO-LOW
invena
OMRON