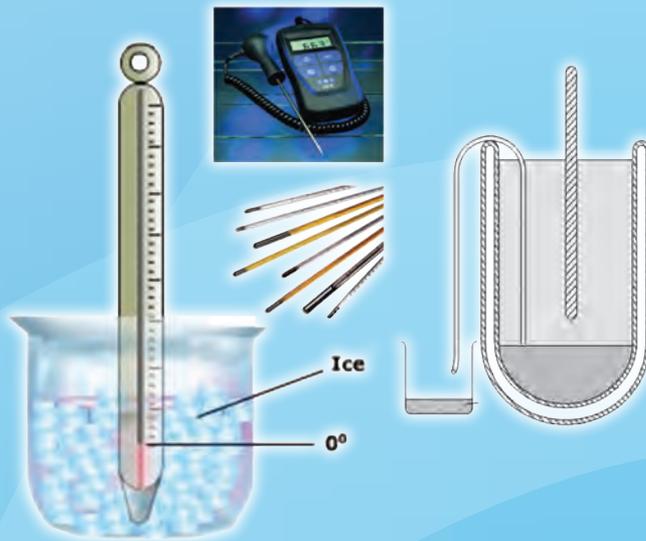




กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
DEPARTMENT OF MEDICAL SCIENCES

การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

โดยวิธี **Ice point**



รายงานสรุปผล การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

ณ ห้องประชุม ๘๐๑ อาคาร ๘ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

จัดโดย คณะทำงานด้านการบำรุงรักษาและสอบเทียบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ๒๕๕๗

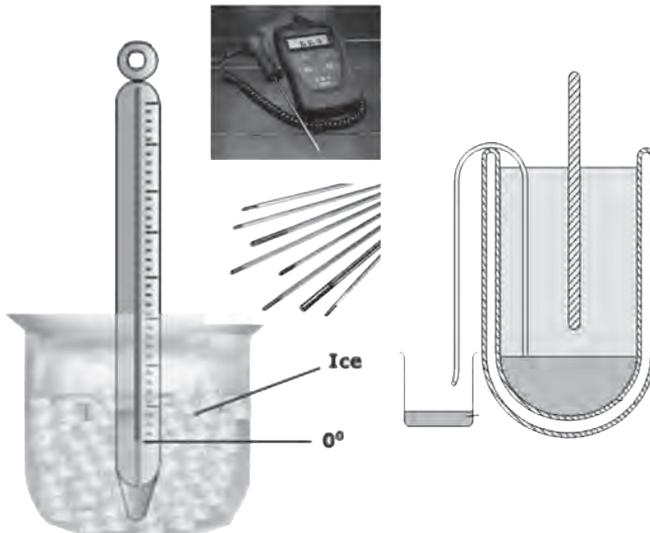
คณะอนุกรรมการพัฒนาระบบบริหารคุณภาพห้องปฏิบัติการ

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์



กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
DEPARTMENT OF MEDICAL SCIENCES

การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ โดยวิธี **Ice point**



รายงานสรุปผล การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

ณ ห้องประชุม ๘๐๑ อาคาร ๘ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

จัดโดย คณะทำงานด้านการบำรุงรักษาและสอบเทียบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ๒๕๕๗

คณะอนุกรรมการพัฒนาระบบบริหารคุณภาพห้องปฏิบัติการ

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์



การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ โดยวิธี Ice point รายงานสรุปผล การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ

พิมพ์ครั้งที่ ๑

ปีที่พิมพ์ ๒๕๕๙

ISBN 978-616-11-3147-0

จัดพิมพ์โดย

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

ถนนติวานนท์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี ๑๑๐๐๐

โทรศัพท์ ๐ ๒๙๕๑ ๐๐๐๐ ต่อ ๙๙๓๐๕ โทรสาร ๐ ๒๙๕๑ ๕๔๔๙

พิมพ์ที่

บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชัน จำกัด

๑๕๘/๓ ซ.ยาสูบ ๑ ถ.วิภาวดีรังสิต แขวงจอมพล เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ๑๐๙๐๐

โทร. ๐ ๒๖๑๗ ๘๖๑๑-๒ โทรสาร ๐ ๒๖๑๗ ๘๖๑๖





คำนำ

เครื่องมือวิทยาศาสตร์ เป็นปัจจัยสำคัญในการตรวจวิเคราะห์ วิจัย ตามข้อกำหนดมาตรฐานสากล ISO 9001/ ISO 15189/ ISO/IEC 17025 ที่เน้นให้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ ต้องมีการบริหารจัดการที่ดี มีการสอบเทียบเครื่องมือเพื่อให้มั่นใจว่ายังคงให้ค่าที่ถูกต้อง

การจัดอบรมให้ความรู้เพิ่มเติมด้านเครื่องมือแก่บุคลากรที่ปฏิบัติงานทางด้านห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ ซึ่งไม่มีพื้นความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือ ได้มีความรู้ความเข้าใจต่อการบริหารจัดการเครื่องมือ หลักการของการสอบเทียบเครื่องมือ ความรู้พื้นฐานของเครื่องมือ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การตรวจสอบเครื่องมือวัดระหว่างใช้งาน ก่อนที่จะส่งสอบเทียบ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องมือยังคงให้ค่าการวัดที่ถูกต้องในระหว่างใช้งาน ส่งผลให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ

รายงานสรุปผลการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยวิธี ice point ฉบับนี้ จัดเป็นแหล่งความรู้ด้านเครื่องมืออีกทางหนึ่ง ที่เสริมความรู้ ความเข้าใจให้แก่บุคลากรที่เกี่ยวข้อง ในการดูแล บริหารจัดการเครื่องมือ และเพิ่มศักยภาพความสามารถแก่บุคลากรของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

(นายแพทย์สมชาย แสงกิจพร)

ผู้แทนฝ่ายบริหารคุณภาพ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ธันวาคม ๒๕๕๙





คำนำ

การอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยวิธี Ice point จัดขึ้นระหว่างวันที่ ๑๒ - ๑๓ มิถุนายน ๒๕๕๗ ณ ห้องประชุม ๘๐๑ อาคาร ๘ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยมีจุดประสงค์ เพื่อให้บุคลากรมีความรู้ในการจัดการเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (Scientific instrument) ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เครื่องมือวัด (Measuring instrument) ในการอบรมครั้งนี้ จึงมุ่งเน้นความรู้ความเข้าใจในการใช้งานเครื่องมือวัดอุณหภูมิ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ เพื่อให้มีการตรวจสอบเครื่องมือวัดระหว่างการใช้งาน (Intermediate checks) ว่ายังคงให้ค่าการวัดที่ถูกต้องตลอดการใช้งาน ทำให้มั่นใจในผลการปฏิบัติงาน เครื่องมือวิทยาศาสตร์ถือเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความสำคัญในการปฏิบัติงานในระบบคุณภาพ ตามมาตรฐานสากล ISO 15189, ISO/IEC 17025 และ ISO 9001 ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ใช้งานต้องมีความเข้าใจในหลักการของเครื่องมือวัด และมีความรู้ความเข้าใจในการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิในระหว่างที่ใช้งาน ก่อนที่จะถึงรอบของการสอบเทียบ

หนังสือสรุปการอบรมนี้ ได้รวบรวมความรู้ หลักการ และกำหนดแนวทางปฏิบัติ เพื่อนำไปใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือวัด เช่น เทอร์โมมิเตอร์แก้ว (Liquid-in-glass thermometer) และ Digital thermometer รวมถึงประเด็นคำถามที่มักสงสัย เพื่อให้มีความเข้าใจมากขึ้น และรวมภาพกิจกรรมการฝึกปฏิบัติของบุคลากรในการตรวจสอบเครื่องมือวัดด้วยวิธี Ice point

คณะทำงานฯ คาดหวังว่าผู้เข้าร่วมอบรมจากทุกหน่วยงานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ในครั้งนี้ หรือผู้สนใจในการจัดการเครื่องมือ จะสามารถนำแนวทางปฏิบัติตามร่าง WI การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างการใช้งาน โดยวิธี ice point ไปดำเนินการต่อในหน่วยงานได้ ซึ่งต่อไปมีความมุ่งหมายที่จะยกระดับร่าง WI ให้เป็นมาตรฐานปฏิบัติงานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ต่อไป และผลการดำเนินการตรวจสอบเครื่องมือวัดระหว่างการใช้งานดังกล่าวนั้น สามารถยืดระยะเวลาการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์ออกไปได้ ทำให้สามารถลดงบประมาณการสอบเทียบได้ระดับหนึ่ง

คณะทำงานด้านการบำรุงรักษาและสอบเทียบเครื่องมือวิทยาศาสตร์
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
ธันวาคม ๒๕๕๗





สารบัญ

	หน้า
คำนำ จากผู้แทนฝ่ายบริหารคุณภาพ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์	๓
คำนำ จากคณะกรรมการด้านการบำรุงรักษาและสอบเทียบเครื่องมือวิทยาศาสตร์	๔
สรุปการฝึกอบรม	๖
สิ่งที่ควรรู้ในการทำ Ice point check	๘
คำถาม-คำตอบ ข้อสงสัย	๑๓
ภาพกิจกรรม	๑๕
ภาคผนวก	๑๘
(ก) ร่าง WI การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างการใช้งาน (Intermediate checks) โดยวิธี Ice point	๑๘
(ข) เอกสารประกอบการบรรยาย : ความรู้พื้นฐานด้านเครื่องมือ	๒๕
(ค) โตรังการอบรมเชิงปฏิบัติการ และกำหนดการ	๔๔
(ง) การประเมินผลจากการอบรม	๔๗
ประเมินความรู้ของผู้เข้าอบรม	๔๙
ประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าอบรม	๕๐
(จ) รายชื่อผู้เข้าอบรมภาคบรรยาย และภาคปฏิบัติ	๕๔
(ฉ) คณะทำงานด้านการบำรุงรักษาและสอบเทียบเครื่องมือ วิทยาศาสตร์ ปี ๒๕๕๗ และผู้ประสานงาน	๕๘





สรุปการฝึกอบรม

คณะทำงานด้านการบำรุงรักษาและสอบเทียบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภายใต้คณะอนุกรรมการพัฒนาระบบบริหารคุณภาพห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ปี ๒๕๕๗ ได้ดำเนินการจัดโครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่องการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยวิธี Ice point ระหว่างวันที่ ๑๒ - ๑๓ มิถุนายน ๒๕๕๗ ณ ห้องประชุม ๘๐๑ อาคาร ๘ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ มีผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ ๔๕ คน ประกอบด้วย ผู้จัดการคุณภาพห้องปฏิบัติการ หัวหน้าห้องปฏิบัติการและเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง จากสถาบัน/สำนัก/ศูนย์/ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยมี วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ ความเข้าใจ ในการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างการใช้งานหรือระหว่างปี (intermediate checks หรือ interval checks) โดยใช้วิธี Ice point

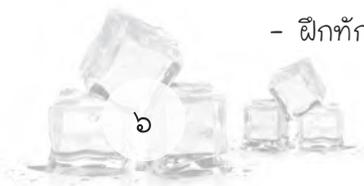
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ คือ ผู้เข้ารับการอบรมสามารถบริหารจัดการเครื่องมือวัดอุณหภูมิให้มีความถูกต้อง และสามารถยืดระยะเวลาการสอบเทียบของเครื่องมือออกไป ซึ่งจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบ ในขณะที่ค่าการวัดยังมีความถูกต้องตามหลักปฏิบัติของมาตรฐานสากล รวมถึงผู้เข้าอบรมมีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กัน

การอบรม ประกอบด้วย

- **การบรรยายเรื่อง หลักการการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยวิธี Ice point**

ในการใช้เครื่องมือวัด เช่น เทอร์โมมิเตอร์ จะต้องมั่นใจว่าเครื่องมือให้ค่าการวัดถูกต้องตลอดการใช้งาน ดังนั้น ในระหว่างปี หรือระหว่างการใช้งาน ก่อนที่จะส่งเทอร์โมมิเตอร์ไปห้องปฏิบัติการสอบเทียบเพื่อดูค่าความคลาดเคลื่อนของการวัดนั้น จึงต้องมีการตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ระหว่างใช้งาน (Intermediate checks) ว่ายังคงให้ค่าการวัดที่ถูกต้องหรือไม่ วิธีที่นิยมใช้กันคือ วิธีตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ด้วยวิธี Ice point (Ice point check) โดยการวัดค่าการอ่านของเทอร์โมมิเตอร์ที่จุด Ice point ที่เตรียมขึ้นได้เองในห้องปฏิบัติการ เปรียบเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์อ้างอิง (reference thermometer) และทำการประเมินผล ถ้าค่าการอ่านมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินช่วงการยอมรับของงาน หรือไม่มีค่าความคลาดเคลื่อน เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้ตรวจสอบนั้นก็ยังสามารถใช้งานต่อไปได้ และเนื่องจากเครื่องมือวัดจะต้องมีระยะเวลาของการสอบเทียบเครื่องมือ (Calibration duration) เช่น สอบเทียบปีละครั้ง, ปีละ 2 ครั้ง การทำ Intermediate checks ของเครื่องมือจะสามารถประเมินสถานะภาพของเครื่องมือวัดได้ และนำไปสู่การพิจารณาระยะเวลาการสอบเทียบที่เหมาะสมได้หรือยืดเวลาการสอบเทียบออกไป เช่น ปีละครั้ง ยืดเป็น 3 ปีต่อครั้ง เป็นต้น

- **การฝึกปฏิบัติ** มีการแบ่งกลุ่มฝึกปฏิบัติการตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์โดยวิธี Ice point - ฝึกทักษะการเตรียมน้ำแข็งให้ได้จุดเยือกแข็ง (Ice point) อย่างง่าย





- ฝึกการอ่านค่าเทอร์โมมิเตอร์ที่นำมาตรวจสอบเปรียบเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์อ้างอิงที่จุด Ice point

- ฝึกการประเมินผลเทอร์โมมิเตอร์

● **วิทยากร** จากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

๑. อาจารย์พิเศษ วงศ์นุช นักมาตรวิทยา

๒. อาจารย์พงษ์เทพ ภู่อุทธะโร นักมาตรวิทยา

● **การประเมินผลการอบรม** มีการประเมินความรู้ทั้งก่อนและหลังการอบรม โดยการทำ Pre-test และ Post-test รวมทั้งประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าอบรม ผลการประเมินดังนี้

ผลประเมินความรู้ (Pre-test/Post-test) เกณฑ์ยอมรับคือ ร้อยละ ๘๐

ประเมินความรู้ก่อนฝึกอบรม มีผู้เข้ารับการทดสอบ ๓๒ คน มีผู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ ๑๒.๕

ประเมินความรู้หลังฝึกอบรม มีผู้เข้ารับการทดสอบ ๒๗ คน มีผู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ ๙๖.๓

ประสิทธิผลของการฝึกอบรม คิดเป็นร้อยละ ๘๓.๐

ผลประเมินความพึงพอใจ มีผู้ประเมิน ๓๐ คน

ความรู้ ความเข้าใจ หลังการอบรม เฉลี่ยร้อยละ ๘๒.๘

สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบเครื่องมือวัดเทอร์โมมิเตอร์ เฉลี่ยร้อยละ ๘๔.๗

วิทยากรทั้ง ๒ ท่าน/เทคนิคการสอน ฝึกอบรม เฉลี่ยร้อยละ ๘๖.๙

สถานที่ มีความเหมาะสม/ความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์ เฉลี่ยร้อยละ ๘๓.๔





สิ่งที่ควรรู้ในการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยใช้ Ice point (Ice point check)

มีคำถามมากมายเช่น ทำไมเราต้องตรวจสอบเครื่องมือวัดระหว่างใช้งาน หรือ Intermediate checks? จะตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ต้องรู้อะไรบ้าง? วิธี Ice point คืออะไร? และ เราจะตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยใช้ Ice point (Ice point check) นี้ได้อย่างไร? ฯลฯ มาดูสรุปสาระสำคัญนี้ จะช่วยไขคำตอบนั้นได้พอสมควร ดังนี้

๑. ทำไมเราต้องทำ Intermediate checks เครื่องมือวัด หรือ ตรวจสอบเครื่องมือวัดระหว่างใช้งาน ?

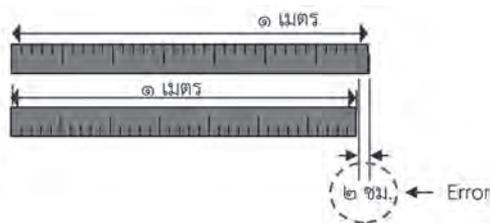
เครื่องมือวัด (Measuring instrument) ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ คือ เครื่องมือที่ให้การวัด เช่น เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องชั่ง เป็นต้น มักจะมีการส่งสอบเทียบปีละครั้งหรือ ๒ ครั้ง หรือช่วงสอบเทียบอาจนานขึ้น เช่น ๕ ปีต่อครั้ง ขึ้นอยู่กับการใช้งาน แต่ในระหว่างการใช้นั้นเราจะมั่นใจได้อย่างไรว่าเทอร์โมมิเตอร์จะยังคงให้ค่าการวัดถูกต้องหรือไม่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีการตรวจสอบเครื่องมือระหว่างใช้งาน แต่ละชนิดของเครื่องมือจะมีวิธีการตรวจสอบระหว่างใช้งานแตกต่างกันไป

๒. ต้องมีความรู้พื้นฐานเรื่องการวัดอะไรบ้าง ?

๑. ความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวัด (Accuracy) หรือความแม่นยำของเครื่องมือ หมายถึงความสามารถของเครื่องมือวัดนั้นๆ ที่ให้ค่าการวัดตอบสนองใกล้เคียง/คลาดเคลื่อนกับค่าจริงหรือค่าอ้างอิงมาตรฐาน เป็นค่าความผิดพลาดของการวัดที่ยอมรับได้ ยกตัวอย่างของไม้เมตรที่ใช้ใช้งาน จะมีค่าการวัดที่คลาดเคลื่อนจากค่าการวัดของไม้เมตรที่เป็นมาตรฐานอ้างอิง (รูปที่ ๑)

ค่าจริง/ค่าอ้างอิงไม้เมตรมาตรฐาน

เครื่องมือวัด (ไม้เมตรที่ใช้งาน)



รูปที่ ๑ ค่าความคลาดเคลื่อนของไม้เมตรที่ใช้งาน เมื่อเปรียบเทียบกับไม้เมตรมาตรฐาน

๒. เครื่องมือวัดจะมีค่าความถูกต้องมากหรือน้อยนั้น ต้องนำเครื่องมือวัดนั้นไปวัดเทียบกับเครื่องมือวัดอ้างอิงมาตรฐาน

๓. ความสามารถสอบกลับได้ของผลการวัด หมายถึงความสัมพันธ์ของผลการวัดโดยสายโซ่ไม่ขาดช่วงสามารถสอบกลับได้ถึงระบบหน่วยวัดระหว่างประเทศ (International System of Units, SI Unit)



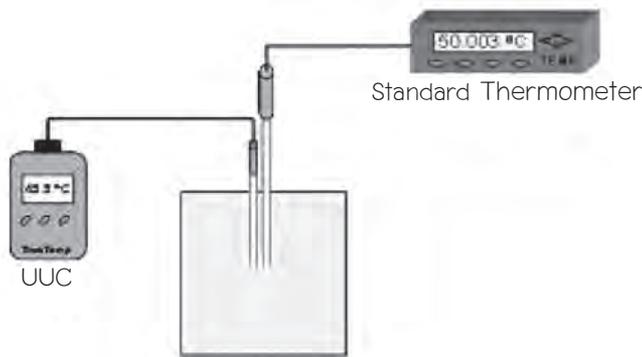


๔. การวัดอุณหภูมิ แบ่งตามลักษณะของหัววัดอุณหภูมิ (probe) ได้ ๔ ประเภท คือ
- ๔.๑ Mechanical (ได้แก่ Liquid-in-glass thermometer, Bimetallic strips)
 - ๔.๒ Thermoresistive (ได้แก่ Platinum resistance thermometer, RTDs, Thermistor)
 - ๔.๓ Thermojunctive (ได้แก่ Thermocouple)
 - ๔.๔ Radiative (ได้แก่ Infrared and Optical pyrometer)

๓. การสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ทำอย่างไร ?

หลักการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิเบื้องต้น

๑. อุปกรณ์ ที่ต้องใช้ในการสอบเทียบ (รูปที่ ๒)
 - ◆ เครื่องมือวัดมาตรฐานทางอุณหภูมิ (Standard thermometer, STD) ต้องมีความถูกต้องดีกว่าเครื่องมือวัดที่ต้องการสอบเทียบไม่น้อยกว่า ๔ เท่า
 - ◆ อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Liquid bath) คือ อุปกรณ์สร้างอุณหภูมิสำหรับสอบเทียบ
 - ◆ เครื่องมือที่ต้องการสอบเทียบ (Unit under calibration, UUC) เช่น Liquid-in-glass thermometer
๒. ขั้นตอนการสอบเทียบ
 - ◆ ตรวจสอบสภาพ STD และ UUC ก่อนการสอบเทียบ
 - ◆ ติดตั้ง STD และ UUC ลงในอ่างควบคุมอุณหภูมิ
 - ◆ สอบเทียบจากอุณหภูมิต่ำไปอุณหภูมิสูง
 - ◆ บันทึกค่าที่อ่านได้ โดยอ่าน STD และ UUC



รูปที่ ๒ อุปกรณ์สอบเทียบเครื่องมือวัดเบื้องต้น

๔. ทำไมต้องตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยใช้ Ice point (Ice point check) ?

การตรวจสอบเครื่องมือวัดระหว่างการใช้งาน (Intermediate checks หรือ Interval checks) เพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องมือวัดอุณหภูมิ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ ยังคงให้ค่าการวัดที่ถูกต้องหรือไม่ ในระหว่างใช้งานก่อนที่จะถึงกำหนดวันสอบเทียบที่มีช่วงเวลานาน เช่น สอบเทียบปีละครั้ง หรือ ๕ ปีครั้ง





การตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ มี ๒ วิธี คือ

- ๑. ทำการตรวจสอบเครื่องมือเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ
- ๒. ทำการตรวจสอบเครื่องมือเทียบกับ Ice point

การตรวจสอบเครื่องมือเทียบกับ Ice point เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมเนื่องจากวิธีการไม่ซับซ้อน จัดหาแหล่งกำเนิดอุณหภูมิและอุปกรณ์ได้ง่าย มีราคาถูก

๕. เราจะตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยใช้ Ice point นี้ ได้อย่างไร ?

การเตรียม Ice point (รูปที่ ๓)

☆ อุปกรณ์สำหรับการเตรียม Ice point

- ภาชนะบรรจุ (Container)
 - เป็นฉนวนกันความร้อนได้ดี
 - มีขนาดที่เหมาะสม ควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า ๗ เซนติเมตรและความลึกไม่น้อยกว่า ๓๐ เซนติเมตร

- น้ำบริสุทธิ์ (Pure water) เช่น น้ำกลั่น น้ำที่ไม่มีไอออน (de-Ionized water)
- น้ำแข็งใส (Shaved water)

- ทำจากน้ำที่สะอาดและบริสุทธิ์
- ควรมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน ๒-๓ มิลลิเมตร
- ควรมีลักษณะใส ไม่มีสีขาวขุ่น
- ควรเก็บน้ำแข็งไว้ ๑ วัน ก่อนนำไปใช้งานเพื่อลดความเคียดภายใน

เกล็ดน้ำแข็ง

- ท่อสำหรับกาลักน้ำ (Siphon tube)
- แท่งเหล็กสำหรับเจาะช่องให้เทอร์โมมิเตอร์

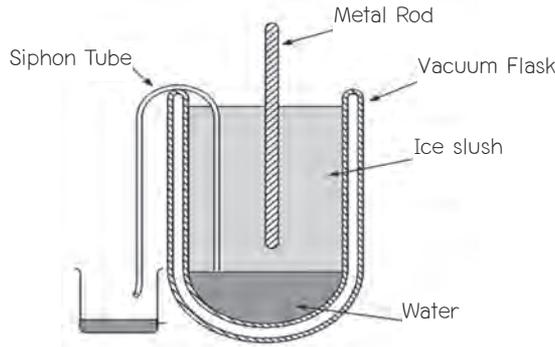
☆ สิ่งพึงปฏิบัติในการเตรียม Ice point

- อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องสะอาด
- ใส่ถุงมือยางในการเตรียม Ice point
- หลีกเลี่ยงการปนเปื้อนต่างๆ เช่น เกลือ ซึ่งอาจทำให้อุณหภูมิของน้ำแข็งต่ำกว่าที่ควร

☆ ขั้นตอนการทำ Ice point

- ทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกชิ้น และมีของผู้เตรียมให้สะอาด
- เติมน้ำลงในภาชนะ ๑ ใน ๓ ส่วน
- ใส่ท่ออย่างลงไป โดยให้ปลายท่ออยู่ที่ความลึก ๑ ใน ๓ ส่วน
- เติมน้ำแข็งลงในภาชนะจนเต็มแล้วอัดให้แน่น
- ปลดทิ้งไว้ ๑๕-๒๐ นาทีเพื่อให้อุณหภูมิคงที่





รูปที่ ๓ การจัดตั้งอุปกรณ์ทำ Ice point

☆ ขั้นตอนการวัด Ice point

- นำแท่งเหล็กเจาะน้ำแข็งเป็นช่องสำหรับเสียบเทอร์โมมิเตอร์
- นำเทอร์โมมิเตอร์ใส่ลงไปในช่วงและกดน้ำแข็งที่อยู่รอบ ๆ ให้แน่น
- ในขณะที่ใช้งาน ควรเติมน้ำแข็งเป็นระยะ เพื่อรักษาระดับของน้ำแข็งและอุณหภูมิให้คงที่

๖. เราจะกำหนดระยะเวลาการสอบเทียบ ได้อย่างไร ?

แนวคิดการพิจารณาช่วงเวลาในการสอบเทียบ พิจารณาจาก

๑. ค่าความถูกต้องของเครื่องมือวัดที่ต้องการ ถ้าต้องการค่าความถูกต้องสูง ช่วงการสอบเทียบควรมีระยะสั้น
๒. ชนิดของเครื่องมือ
๓. แนวโน้มชุดข้อมูลของผลการสอบเทียบ ถ้าค่าการวัดแต่ละการสอบเทียบใกล้เคียงกัน สามารถกำหนดระยะสอบเทียบให้ห่างขึ้นได้
๔. ความถี่ในการวัดเทียบค่าเป็นเครื่องมือมาตรฐาน (Cross-check)
๕. ความถี่และคุณภาพของการตรวจสอบระหว่างช่วงการใช้งาน (Intermediate check)

การทำ Ice point check

การอบรมครั้งนี้มีผู้เข้าฝึกภาคปฏิบัติจำนวน ๒๖ คน แบ่งเป็น ๔ กลุ่ม มีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้

๑. เตรียมภาชนะที่มีขนาดและความร้อนที่ดีสำหรับใส่น้ำแข็ง และอุปกรณ์ต่างๆ ก่อนใช้งานให้ทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างทำความสะอาด (Detergent) และ Rinse ด้วยน้ำกลั่น เพื่อไม่ให้มีสิ่งปนเปื้อนลงไปใส่น้ำแข็ง ซึ่งจะส่งผลต่ออุณหภูมิของน้ำแข็ง
๒. นำสายยางใส่ในภาชนะ ให้ปลายสายยางอยู่ระดับ ๑ ใน ๓ จากก้นภาชนะ ปลายอีกข้างจุ่มลงในภาชนะขนาดเล็กสำหรับรองรับน้ำที่ออกจากภาชนะที่มีน้ำแข็งเพื่อทำการลบน้ำ
๓. นำน้ำแข็งที่มีขนาดเล็กเท่า ๆ กัน (เส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน ๒-๓ มิลลิเมตร) ใส่ในภาชนะ อัดให้แน่นจนเต็มภาชนะ
๔. เติมน้ำบริสุทธิ์ (น้ำกรอง) ลงในภาชนะ ให้น้ำอยู่ในระดับ ๑ ใน ๓ ของความลึกภาชนะ





๕. ใช้ลูกยางดูดน้ำออกจากสายยางเพื่อทำการกักน้ำ และรักษาระดับน้ำในภาชนะให้อยู่ในระดับ ๑ ใน ๓ ของความลึกภาชนะตลอดเวลา ระหว่างนั้นหากน้ำแข็งยุบตัวลง สามารถเติมน้ำแข็งเป็นระยะ ๆ เพื่อรักษาความเย็นให้คงที่

๖. ใช้แท่งเหล็กเจาะน้ำแข็งเป็นช่องสำหรับจุ่ม Reference thermometer และ Thermometer ที่ต้องการตรวจสอบ

๗. นำ Reference thermometer จุ่มลงในน้ำแข็ง และจุ่ม Thermometer ที่ต้องการตรวจสอบในบริเวณใกล้กับ Reference thermometer ทั้งไว้ประมาณ ๑๕-๒๐ นาที เพื่อให้อุณหภูมิคงที่

๘. อ่านค่าอุณหภูมิของ Reference thermometer และ Thermometer ที่ต้องการตรวจสอบ บันทึกลงในแบบบันทึก

๙. อ่านค่าอุณหภูมิ ๕ ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันในเวลาเท่าๆ กัน เช่น ทุก ๑๐ วินาที หรือทุก ๑ นาที

๑๐. คำนวณหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่วัดได้ของ Reference thermometer และ Thermometer ที่ตรวจสอบ หาค่าคลาดเคลื่อน (Error) และเปรียบเทียบค่าคลาดเคลื่อนกับเกณฑ์การยอมรับของงาน

๑๑. ตรวจสอบเครื่องมือระหว่างการใช้งาน อย่างน้อยปีละ ๒ ครั้ง

ข้อแนะนำในการทำ Ice point check

ขณะทำ Ice point check นั้น Thermometer ชนิด Digital thermometer ต้องระวังไม่ให้รอยต่อระหว่างสายไฟและหัววัดโดนน้ำ เพราะอาจทำให้ไฟช็อต ควรใช้หลอดทดลองหรือหลอดพลาสติกครอบไว้

ความสูงของภาชนะใส่น้ำแข็งสำหรับทำ Ice point check ขึ้นอยู่กับความยาวของ Thermometer และประเภทของการจุ่ม Thermometer

การ Balance ระดับน้ำในภาชนะใส่น้ำแข็ง และภาชนะรองรับน้ำที่ทำกักน้ำมีความสำคัญ เพราะระดับน้ำในภาชนะใส่น้ำแข็งเป็นตัว Balance อุณหภูมิ

หากมี Clamp ช่วยยึด Thermometer จะดีกว่าการเสียบ Thermometer ลงไปในน้ำแข็งอย่างเดียว

ไม่ว่าจะเป็น Thermometer แบบแท่งแก้ว หรือ แบบมี Probe ห้าม กระแทก โดยเด็ดขาด เนื่องจากอุปกรณ์วัดมีความ Sensitive กับการสั่น (Vibration) ดังนั้น การเสียบ Thermometer ลงในน้ำแข็ง จึงจำเป็นต้องใช้แท่งเหล็กเจาะนำลงไปก่อน

หากทำการทวนสอบ Thermometer หลาย ๆ อัน พร้อมกัน ควรเสียบ Thermometer ในตำแหน่งใกล้กัน เพื่อให้อยู่ในสภาวะใกล้เคียงกัน แต่ ห้าม วางติดกัน

จุดสำคัญของการรักษาอุณหภูมิของ Ice point คือ การรักษาระดับน้ำโดยการทำการกักน้ำ ซึ่งต้องจัดเตรียมอุปกรณ์การทำการกักน้ำให้เหมาะสม เช่น ส่วนสูงของบีกเกอร์ และความยาวของสายยาง

การ Set น้ำแข็งในภาชนะจะต้องอัดให้แน่น การใช้น้ำแข็งที่มีขนาดก้อนใหญ่จะมีปัญหาในเรื่องของการมีโพรงอากาศด้านใน ซึ่งทำให้อุณหภูมิไม่นิ่ง และหากเสียบ Thermometer ลงไป โพรงนั้นอาจยุบตัว ทำให้ Thermometer ล้ม ได้





คำถามจากผู้เข้ารับการอบรม – คำตอบจากวิทยากร

<p>๑. คำถาม :</p>	<p>การตรวจสอบ Thermometer จำเป็นต้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ เช่น กรณีทำอุณหภูมิของ Water Bath ที่ 37 °C ต้องมีฝาปิดเพื่อควบคุมให้อุณหภูมิคงที่หรือไม่</p> <p>ตอบ : ไม่จำเป็น เนื่องจาก Bath เป็นเพียงตัวสร้างสภาวะแวดล้อม การเทียบอุณหภูมิ จะทำการเทียบกับตัว Reference</p>
<p>๒. คำถาม :</p>	<p>การทำ Ice point check จำเป็นต้องมี Reference thermometer หรือไม่ หรือใช้เพียงการเทียบกับค่าธรรมชาติของน้ำแข็ง</p> <p>ตอบ : การทำ Interval check โดยไม่มี Reference thermometer สามารถทำได้ แต่จะต้องมีเอกสารหรือหลักฐาน เพื่อยืนยันว่าการเตรียม Ice point นั้นได้ค่าแน่นอน ซึ่งตรงนี้จะได้มาจากการเตรียม Ice point และเก็บค่าไว้ซ้ำ ๆ จนได้ข้อมูลที่มั่นใจว่าการเตรียม Ice point นั้นได้ค่าแน่นอน โดยข้อมูลที่จัดเก็บนั้นจะต้องประกอบด้วยข้อมูลทุกอย่างทั้งวิธีการเตรียม ผู้เตรียม และค่าที่ได้ เก็บอย่างน้อย ๑๐ ครั้ง จากนั้น สร้าง Procedure วิธีการเตรียมเอาไว้ จึงสามารถทำ Interval check โดยไม่ต้องใช้ Reference thermometer ได้ นอกจากนี้ Reference thermometer ที่ใช้ในการเทียบค่านั้น ไม่จำเป็นต้องเป็น Standard thermometer ที่มีราคาแพง หรือมี Resolution ละเอียดยมาก สามารถใช้ Working thermometer ทั่วไปได้ แต่สิ่งที่จำเป็นต้องพิจารณาคือ</p> <ul style="list-style-type: none"> • Thermometer นั้นผ่านการสอบเทียบที่ 0 °C (เนื่องจากเราจำเป็นต้องทราบค่า Error ที่จุด 0 °C) • Thermometer นั้นต้องมีค่าความถูกต้อง หรือ Resolution ดีกว่า Thermometer ที่จะทำ Interval check <p>ซึ่งวิธีนี้ ไม่มี ข้อห้ามใน ISO/IEC 17025 : การทำ Interval checks ถ้ามีการใช้ Reference thermometer ค่าที่ได้จากการตรวจสอบ/ทวนสอบต้องเทียบกับค่าที่ได้จาก Reference thermometer แต่ถ้าไม่ใช่ Reference thermometer ค่าที่ได้จากการตรวจสอบต้องเทียบกับค่าที่ได้จากการเก็บข้อมูลอุณหภูมิ Ice point</p>
<p>๓. คำถาม :</p>	<p>การทำ Ice point ขณะที่ทิ้งให้อุณหภูมินิ่ง จะต้องเก็บกล่องน้ำแข็งนั้นไว้ที่ไหน และจำเป็นต้องวัดความดันบรรยากาศหรือไม่</p> <p>ตอบ : เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง และไม่จำเป็นต้องวัดความดันบรรยากาศ</p>
<p>๔. คำถาม :</p>	<p>การตรวจสอบ/การทวนสอบ ต้องทำที่อุณหภูมิห้องเท่าไร</p> <p>ตอบ : ที่อุณหภูมิห้องปกติ (20-25 °C) หากอุณหภูมิห้องสูง สิ่งที่จะส่งผลกระทบต่อมีเพียงน้ำแข็งจะละลายเร็วขึ้น</p>





<p>๕. คำถาม : ใช้น้ำแข็งตามร้านสะดวกซื้อได้หรือไม่</p> <p>ตอบ : ใช้ได้ สิ่งที่พึงระวังคือ น้ำแข็งที่เพิ่งซื้อมาจะต้องตั้งทิ้งไว้เพื่อลดความเครียดของน้ำแข็งก่อนใช้งาน</p>
<p>๖. คำถาม : การทำ Ice point check หมายถึง การตรวจสอบ/ทวนสอบที่อุณหภูมิ 0 °C แต่ในการใช้งานจริง อาจใช้ที่อุณหภูมิอื่น เราสามารถเชื่อถือค่าจากการทำ Ice point check ได้หรือไม่</p> <p>ตอบ : เชื่อถือได้ เนื่องจากค่าตลาดเคลื่อนของ Thermometer ส่วนใหญ่จะเป็นเชิงเส้น หมายความว่า หากค่าที่ 0 °C ไม่เพี้ยนไป แสดงว่าค่าที่จุดอื่นก็ไม่น่าจะเพี้ยนไปด้วย การทำ Ice point check เป็นการตรวจสอบแนวโน้มการเลื่อนค่าของเครื่องมือ ถ้าทดสอบที่ Ice point หรือ 0 °C แล้วพบว่า ไม่มีการเลื่อนค่าของ Thermometer ก็สามารถคาดได้ว่าที่จุดอื่นน่าจะยังใช้งานได้ แต่ถ้าทดสอบแล้วพบว่ามีการเลื่อนค่าที่จุด Ice point หรือ 0 °C แสดงว่า ณ จุดอื่นอาจมีการเลื่อนค่าด้วย ควรส่ง Thermometer นั้นไปทำการสอบเทียบ</p>
<p>๗. คำถาม : ถ้าทำ Ice point check ต่อเนื่องมา ๕ ปี พบว่ายังไม่มีการเลื่อนค่าของ Thermometer สามารถยึดระยะเวลาสอบเทียบออกไปอีกได้หรือไม่</p> <p>ตอบ : ไม่ได้ เพราะข้อกำหนด กำหนดไว้ว่าอย่างน้อย ๑ ครั้งใน ๕ ปี</p>
<p>๘. คำถาม : Reference thermometer ต้องมี Resolution เท่าไหร่</p> <p>ตอบ : ขึ้นอยู่กับ Thermometer ที่จะนำมาทวนสอบ และการใช้งานของเรา เช่น ค่าความถูกต้องของเราอยู่ที่ 0.01 °C ดังนั้น Reference thermometer ของเราควรมี Resolution ไม่น้อยกว่า 0.01 หรือถ้าเกณฑ์ควบคุมของเราอยู่ที่ 0.5 °C Reference thermometer ก็ต้องมี Resolution ไม่น้อยกว่า 0.5</p>
<p>๙. คำถาม : การเก็บข้อมูล Ice point ถ้าจะเก็บ ๑๐ ค่า สามารถทำภายในวันเดียวได้หรือไม่</p> <p>ตอบ : การเก็บประวัติ Ice point แต่ละครั้ง หมายถึง การเตรียม Ice point และเก็บข้อมูลจนเสร็จ แล้วจึงเตรียมใหม่ ที่ทำแบบนี้เพื่อต้องการตรวจสอบการเตรียม Ice point ว่าได้ค่าอยู่ที่เท่าไร</p>
<p>๑๐. คำถาม : วิธีการเลือก Thermometer</p> <p>ตอบ : ขึ้นอยู่กับช่วงการใช้งาน แต่ยิ่งกว้าง Resolution จะไม่ละเอียด</p>
<p>๑๑. คำถาม : การเตรียม Ice point แล้ว Fail สาเหตุส่วนใหญ่มักเกิดจากอะไร</p> <p>ตอบ : น้ำแข็งไม่สะอาด</p>
<p>๑๒. คำถาม : เอกสารคุณภาพเรื่องการทำ Ice point check จะเป็นเอกสารระดับสถาบัน ข หรือระดับกรม ข เพราะถ้าเป็นระดับสถาบันข แต่ละ ศวก. จะต้องจัดทำเอกสารเอง</p> <p>ตอบ : เอกสารที่จัดทำขึ้นจะเป็นเอกสารระดับกรมข</p>





ภาพกิจกรรม

วันที่ ๑๒ มิถุนายน ๒๕๕๗
ผู้อำนวยการประกันคุณภาพ และผู้เข้ารับการอบรมจากหน่วยงานต่างๆ
ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์



ภาคบรรยาย



ภาคสาธิต





ภาพกิจกรรม

วันที่ ๑๓ มิถุนายน ๒๕๕๗

ภาคปฏิบัติ





ภาพกิจกรรม

วันที่ ๑๓ มิถุนายน ๒๕๕๗

ภาคปฏิบัติ (ต่อ)



สรุป และตอบคำถาม





ภาคผนวก (ก)

ร่าง WI การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างการใช้งาน
(Intermediate checks) โดยใช้ Ice point



ร่าง WI การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างการใช้งาน (Intermediate checks) โดยใช้ Ice point

๑. ความมุ่งหมาย

ใช้ในการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิในระหว่างปี หรือก่อนที่จะถึงรอบการสอบเทียบในคราวต่อไป ว่ายังอยู่ในเกณฑ์การยอมรับได้

๒. การใช้งาน

ใช้เป็นแนวทางสำหรับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการในการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ ได้แก่ Thermometer ชนิด Liquid-in-glass และ Digital thermometer with probe ระหว่างการใช้งาน (Intermediate check) โดยตรวจสอบที่จุด Ice point

๓. เอกสารอ้างอิง

๓.๑ ASTM E77-07 Standard test method for inspection and verification of thermometer

๓.๒ NATA Technical Note 19 Liquid-in-Glass Thermometers-Selection, Use and Calibration Checks

๔. นิยามและคำย่อ

๔.๑ Liquid-in glass thermometer (เทอร์โมมิเตอร์แก้ว) : แบ่งเป็น ๓ ชนิด ตามลักษณะการจุ่ม ได้แก่

๑) Partial immersion type เป็นเทอร์โมมิเตอร์ชนิดที่มีขีดบอกระยะจุ่ม

๒) Total immersion type เป็นเทอร์โมมิเตอร์ชนิดที่ให้จุ่ม โดยให้ขีดบอกลูกกลมอุณหภูมิที่ต้องการวัดอยู่เหนือระดับของของเหลวที่ต้องการวัด ไม่เกิน ๑-๒ ขีดสเกล

๓) Complete immersion type เป็นเทอร์โมมิเตอร์ชนิดที่ให้จุ่มตัวเทอร์โมมิเตอร์ทั้งตัวให้จุ่มในของเหลวที่ต้องการวัดอุณหภูมิ

๔.๒ การตรวจสอบ (Intermediate checks หรือ Interval checks) คือ การตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือเป็นระยะๆ เพื่อให้แน่ใจว่ายังอยู่ในสภาพดีหรือในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

๔.๓ กาลักน้ำ คือการถ่ายน้ำจากระดับน้ำที่สูงลงสู่ที่ต่ำกว่าด้วยการต่อสายยางให้น้ำไหลผ่าน โดยการดูดอากาศภายในออกไปจากสายยาง ทำให้น้ำเข้ามาแทนที่และเกิดการไหล

๔.๔ เกณฑ์ยอมรับ คือ ค่ากำหนดมาตรฐานของเครื่อง (Specification)

๕.๕ Ice point check เป็นวิธีการตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ในระหว่างใช้งาน ว่ายังคงให้การวัดที่ถูกต้องหรือไม่





๕. หลักการ

Ice point check เป็นวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของค่าการวัดอุณหภูมิ เพื่อป้องกันการผิดพลาดของการวัดของเทอร์โมมิเตอร์ เป็นวิธีที่รวดเร็วและสะดวก ณ จุด $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ที่คลาดเคลื่อนได้ $\pm 0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$ ทำให้สามารถตรวจจับแนวโน้มความคลาดเคลื่อนที่เปลี่ยนไปได้ ข้อมูลความคลาดเคลื่อนนี้ ให้เก็บเป็นประวัติเครื่องมือไว้ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลค่าการวัดล่าสุดกับค่าการวัดความคลาดเคลื่อนก่อนหน้านี้ว่าความคลาดเคลื่อนนั้นมีผลกระทบต่องานหรือไม่

๖. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

-

๗. ความปลอดภัย

ปฏิบัติการอย่างระมัดระวัง ถือเทอร์โมมิเตอร์แก้วให้มั่นคงไม่ให้หล่นแตก เทอร์โมมิเตอร์ชนิดที่ใช้ของเหลวเป็นปรอทเมื่อหล่นแตก ต้องจัดการรวบรวมสารปรอทที่กระจัดกระจายใส่ในภาชนะ เพื่อนำไปกำจัดต่อไปให้ดูข้อมูลเพิ่มเติมใน Materials Safety Data Sheets (MSDS) เรื่อง การจัดการสารปรอท

๘. เครื่องมือเครื่องใช้

๘.๑ ภาชนะบรรจุ มีขนาดกันความร้อนที่ดี ภายในผนังเป็นสุญญากาศ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอย่างน้อย ๗ เซนติเมตร และมีความลึกอย่างน้อย ๓๐ เซนติเมตร เช่น Dewar flask หรือ Plastic flask (กระติกน้ำแข็งทรงกลม) กล่องโพน กลม หรือ สี่เหลี่ยม

๘.๒ น้ำแข็งที่เตรียมจากน้ำสะอาด บดละเอียด (Shaved ice) ขนาดเท่าๆกัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน ๒-๓ ซม (ควรเก็บน้ำแข็งไว้ ๑ วันก่อนนำไปใช้งานเพื่อลดความเครียดภายในเกล็ดน้ำแข็ง ทำให้มีลักษณะใส ไม่มีสีขาวขุ่น)

๘.๓ น้ำบริสุทธิ์ หรือ น้ำสะอาด เช่น น้ำกลั่น น้ำที่ไม่มีไอออน (de-ionized water) หรือน้ำที่ไม่มีแร่ (de-mineral water) หรือ น้ำกรอง

๘.๔ สายยางสำหรับกาลักน้ำ (Siphon tube) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑ ซม ยาวประมาณ ๕๐ ซม

๘.๕ ลูกยาง (Rubber bubble)

๘.๖ แท่งเหล็ก หรือแท่งแก้ว (Stirring rod) สำหรับเจาะช่องให้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มในน้ำแข็ง

๘.๗ บีกเกอร์ หรือภาชนะรองรับกาลักน้ำ

๘.๘ ถังมือพลาสติก หรือถังมือยาง

๘.๙ Calibrated reference thermometer ที่มีค่า Accuracy $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (๑๐ เท่าของ Resolution ของเทอร์โมมิเตอร์ที่จะตรวจสอบ)

๘.๑๐ นาฬิกาจับเวลา

๘.๑๑ กล้องช่วยอ่านสเกลบนเทอร์โมมิเตอร์/ ไฟฉาย (มีหรือไม่มีก็ได้)

๙. สารมาตรฐาน

Calibrated reference thermometer, Accuracy $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ พร้อมใบรับรองผลสอบเทียบ

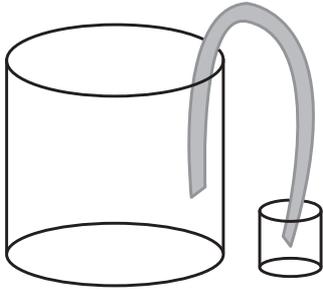




๑๐. วิธีการดำเนินการ

๑๐.๑ ทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกชิ้นก่อนใช้งาน ให้ปราศจากฝุ่นหรือไขมัน ทำความสะอาดมือ และใส่ถุงมือยางในการเตรียม Ice point เพื่อหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนในน้ำแข็ง

๑๐.๒ ใส่สายยางลงในภาชนะบรรจุ โดยให้ปลายสายยางอยู่ที่ระดับความลึกประมาณ ๑ ใน ๓ ส่วนของภาชนะ โดยทำเครื่องหมายไว้ที่ด้านนอก



รูปที่ ๑ ภาชนะและวัสดุที่ใช้ในการทำ Ice point

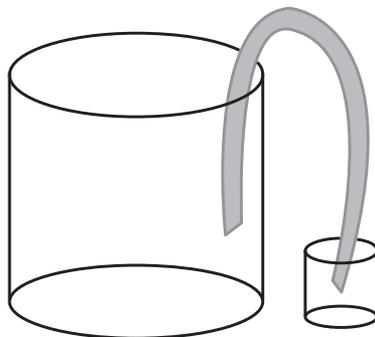
๑๐.๓ เตรียมน้ำแข็งขนาดละเอียดปริมาณมากใส่ภาชนะไว้ เติมน้ำสะอาดผสมลงในน้ำแข็ง และคนให้ทั่วจนสังเกตเห็นก้อนน้ำแข็งมีลักษณะใส มีน้ำเคลือบที่ผิวของน้ำแข็ง

๑๐.๔ เติมน้ำเย็นลงในภาชนะบรรจุประมาณ ๑ ใน ๓ ส่วนของภาชนะ

๑๐.๕ ตักน้ำแข็งใส่ในภาชนะบรรจุ ทอยใส่น้ำแข็งในปริมาณน้อยๆ และอัดน้ำแข็งให้แน่นจนเต็มภาชนะ

๑๐.๖ นำบีกเกอร์ หรือภาชนะรองรับกัลก้าน้ำวางด้านข้างภาชนะบรรจุ โดยให้ปากของบีกเกอร์หรือภาชนะรองรับกัลก้าน้ำ อยู่ระดับ ๑ ใน ๓ ส่วนของภาชนะ และเติมน้ำให้เต็ม

๑๐.๗ ใช้ลูกยาง (Rubber bubble) ต่อกับสายยาง ทำการดูดน้ำจากภาชนะบรรจุ สังเกตเมื่อมีน้ำไหล ให้นำปลายสายยางใส่ลงในบีกเกอร์หรือภาชนะรองรับกัลก้าน้ำ เพื่อรักษาระดับน้ำในภาชนะบรรจุให้คงที่



รูปที่ ๒ การติดตั้ง บีกเกอร์หรือ ภาชนะรองรับกัลก้าน้ำ

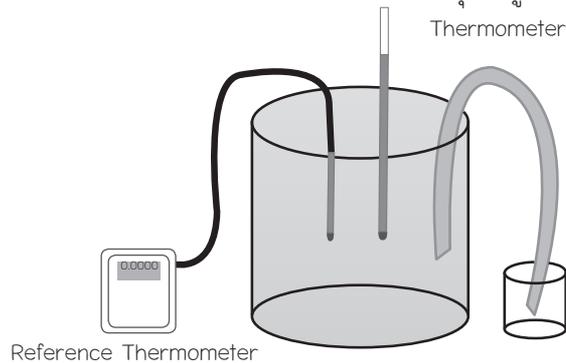




๑๐.๘ เมื่อระดับในภาชนะบรรจุสูงกว่า ๑ ใน ๓ ใช้ลูกยางดูดน้ำจากปลายสายยาง จะเกิดกาลักน้ำ เพื่อปล่อยน้ำที่ละลายออกมาไหลลงในภาชนะรองรับน้ำ โดยจัดวางให้ระดับน้ำในภาชนะรองรับน้ำต่ำกว่าระดับน้ำในภาชนะบรรจุน้ำแข็ง เพื่อรักษาระดับน้ำในภาชนะบรรจุให้คงที่ ควรเติมน้ำแข็งเป็นระยะๆ เพื่อรักษาความเย็นให้ต่อเนื่อง

๑๐.๙ ใช้แท่งแก้วหรือแท่งเหล็กเจาะน้ำแข็งเป็นช่องสำหรับเสียบ Reference thermometer (STD) และ Thermometer (UUC) ที่ต้องการตรวจสอบในบริเวณที่ใกล้กัน และกดน้ำแข็งที่อยู่รอบๆ Thermometer ให้แน่น ระยะการจุ่ม ขึ้นกับชนิด Thermometer

๑๐.๑๐ ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ ๑๕-๒๐ นาที เพื่อให้อุณหภูมิคงที่



รูปที่ ๓ รูปอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในการทำ Ice point

๑๐.๑๑ อ่านค่าอุณหภูมิของ Reference thermometer และ Thermometer ที่ต้องการตรวจสอบ และบันทึกอุณหภูมิลงใน แบบบันทึกการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยวิธี Ice point (WS SOP.../1)

๑๐.๑๒ ทำซ้ำ ในข้อ ๑๐.๑๑ จนครบ ๕ ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันประมาณ ๑๐ วินาที ดังนี้
ครั้งที่ ๑ อ่านค่า Reference thermometer ก่อน และค่า Thermometer ที่ตรวจสอบ
ครั้งที่ ๒ อ่านค่า Reference thermometer ก่อน และค่า Thermometer ที่ตรวจสอบ ทำซ้ำต่อไปเรื่อยจนครบ ๕ ครั้ง

๑๐.๑๓ คำนวณหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิที่วัดได้จาก Reference thermometer และ Thermometer ที่ตรวจสอบ และหาค่าคลาดเคลื่อน (Error) ของเทอร์มิสเตอร์

๑๐.๑๓.๑ เปรียบเทียบค่าคลาดเคลื่อนกับเกณฑ์ยอมรับ

๑๐.๑๓.๒ ถ้าค่าคลาดเคลื่อน **น้อยกว่า** เกณฑ์ยอมรับ ถือว่า **ผ่าน** สามารถนำ Thermometer นั้นไปใช้งานได้

๑๐.๑๓.๓ ถ้าค่าคลาดเคลื่อน **มากกว่า** เกณฑ์ยอมรับ ถือว่า **ไม่ผ่าน** จะต้องหยุดการใช้งาน Thermometer นั้น และนำส่งหน่วยงานห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

๑๐.๑๔ การตรวจสอบเครื่องมือวัดระหว่างใช้งาน จะทำอย่างน้อยปีละ ๒ ครั้ง หรือมากกว่านั้น เมื่อพบว่ามีแนวโน้มของความคลาดเคลื่อนสูงขึ้น และส่งสอบเทียบ ทุก ๕ ปี





๑๐.๑๕ บันทึกผลการตรวจสอบทุกครั้งลงใน แบบบันทึก การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยใช้ Ice point ทำให้สามารถติดตามแนวโน้มของค่าคลาดเคลื่อนของ Thermometer ตลอดการใช้งาน ตั้งแต่การตรวจสอบครั้งแรก จนถึงปัจจุบัน

๑๑. การคำนวณ

ค่าคลาดเคลื่อน (Error) = ค่าเฉลี่ย Thermometer ที่ตรวจสอบ - ค่าเฉลี่ยของ Reference thermometer

๑๒. การควบคุมคุณภาพ

ภาชนะวัสดุ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการตรวจสอบอุณหภูมิต้องล้างให้สะอาด ปราศจากฝุ่น

๑๓. การบันทึกข้อมูลและเอกสารที่ใช้

แบบบันทึกการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยใช้ Ice point

๑๔. การรายงานผล

-

๑๕. รายละเอียดอื่นๆ

๑๕.๑ สรุปขั้นตอนการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างการใช้งาน (Intermediate checks)





๑๕.๒ ตัวอย่างการบันทึก

แบบบันทึกการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยใช้ Ice point
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข

Thermometer identity NIH O701TM1

Date	Referenced Thermometer identity	UUC X (°C)	STD Y (°C)	Error (UUC-STD) X - Y (°C)	Acceptable range (°C)	Evaluation (passed or failed)	Checked by / Approved by
3 December 2015	NIH Ref ther 1	1. 0.00	1. 0.01	-0.008	± 0.01	[/] Pass [/] Fail Action:	ANDY / ANEK
		2. 0.00	2. 0.01				
		3. 0.00	3. 0.01				
		4. 0.00	4. 0.00				
		5. 0.00	5. 0.01				
		Mean (X) = 0.00	Mean (Y) = 0.008				
2 April 2016	NIH Ref ther 1	1. 0.05	1. 0.00	+0.042	± 0.01	[/] Pass [/] Fail Action: หยุดการใช้งาน	ANDY / ANEK
		2. 0.05	2. 0.00				
		3. 0.05	3. 0.00				
		4. 0.03	4. 0.00				
		5. 0.04	5. 0.01				
		Mean (X) = 0.044	Mean (Y) = 0.002				





ภาคผนวก (จ)

เอกสารประกอบการบรรยาย : ความรู้พื้นฐานด้านเครื่องมือ

๑. การวัดกับความถูกต้องของเครื่องมือวัด
๒. ระบบการวัดและความสัมพันธ์กันของผลการวัด
๓. ระบบมาตรฐานวิทยาและความหมายของการวัด
๔. การวัดอุณหภูมิ (Temperature measurement)
๕. หลักการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิเบื้องต้น
๖. การตรวจสอบระหว่างการใช้งาน (Intermediate Checks)
๗. การเตรียม Ice Point
๘. การพิจารณาผล
๙. แนวทางการกำหนดเกณฑ์การยอมรับของเครื่องมือวัด
๑๐. แนวทางการควบคุมกับเกณฑ์การยอมรับ
๑๑. แนวทางการทวนสอบและการพิจารณาผล
๑๒. แนวคิดการพิจารณาช่วงเวลาในการสอบเทียบ (Calibration Intervals)





๑. การวัดกับความถูกต้องของเครื่องมือวัด

๑. ความถูกต้องแม่นยำของการวัด

๑.๑ เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิร่างกายของผู้ป่วย**ต้องมี ความถูกต้องหรือแม่นยำมากกว่า**เครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิของการทำสเด็ก



วัดอุณหภูมิที่ใช้ในการทำสเด็ก

medium rare	63 - 70 °C
medium	>70 - 77 °C
well done	>77 - 84 °C



วัดอุณหภูมิร่างกายของผู้ป่วย

ปกติ	36.5 - 37.5 °C
ไข้	>37.5 - 38.3 °C
ไข้สูง	>38.3 °C

๑.๒ เครื่องชั่งสำหรับชื้อขายทอง **ต้องมีความถูกต้องหรือแม่นยำมากกว่า** เครื่องชั่ง สำหรับชื้อขายผัก



เครื่องชั่งสำหรับชื้อขายผัก

1 กิโลกรัม	35 บาท
3 กิโลกรัม	100 บาท



เครื่องชั่งสำหรับชื้อขายชั่งทอง

ทองรูปพรรณ 1 บาท	15.16 กรัม	25,550 บาท
ทองแท่ง	15.244 กรัม	25,400 บาท

๑.๓ ท่านคิดว่า**เครื่องชั่งทองควรมีความถูกต้องเท่าไร** จึงจะไม่กระทบกับผู้ชื้อทอง

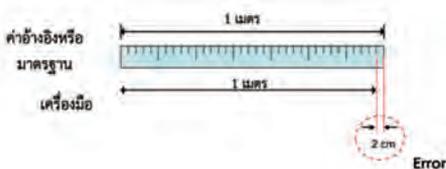


เครื่องชั่งสำหรับชื้อขายชั่งทอง

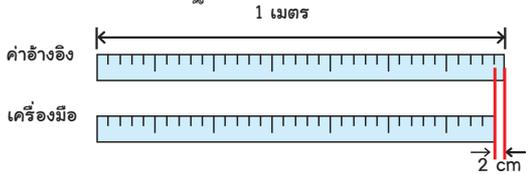
ถ้าทองรูปพรรณ ๑ บาท มีน้ำหนัก ๑๕.๑๖ กรัม ราคา ๒๕,๕๕๐ บาท ตารางแสดง น้ำหนักทอง/ราคา

น้ำหนักทอง	ราคา (บาท)
15.160 กรัม	25,550.00
1.000 กรัม	1,685.356
0.100 กรัม	168.536
0.010 กรัม	16.854
0.001 กรัม	1.685
0.0001 กรัม	0.169

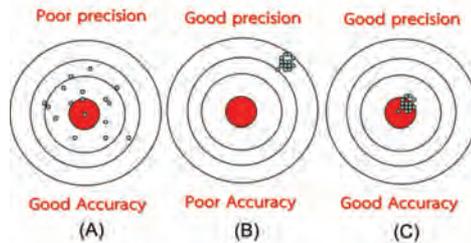
๑.๔ การที่จะทราบว่าเครื่องมือ มีความถูกต้องมากหรือน้อยนั้น **ต้องนำเครื่องมือนั้นมาทำการวัดเทียบค่ากับค่าอ้างอิงหรือค่ามาตรฐาน**ของปริมาณนั้นในระบบการวัด



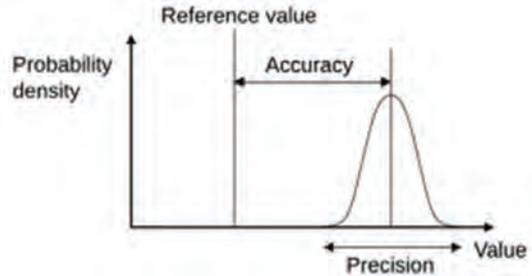
๒. Accuracy of a measuring instrument (ความแม่นยำของเครื่องมือวัด) ความสามารถของเครื่องมือวัดที่จะให้การตอบสนองที่ใกล้เคียงกับค่าจริงหรือค่าอ้างอิงหรือค่ามาตรฐาน



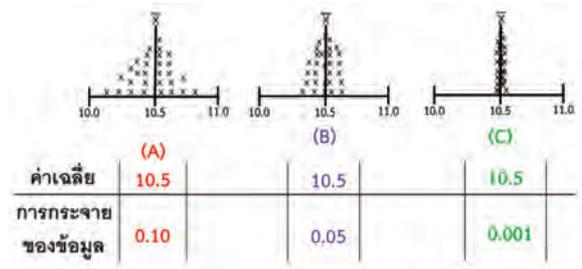
๒.๑ ท่านอยากมีเครื่องมือในลักษณะใด



- Accuracy เป็นระยะค่าความถูกต้องของเครื่องมือเมื่อเทียบกับค่าอ้างอิง ว่าใกล้เคียงหรือห่างจากค่าอ้างอิงเท่าไร



- Dispersion การกระจายของข้อมูล ทำให้ทราบว่าข้อมูลมีความแตกต่างกันมากน้อยแค่ไหน

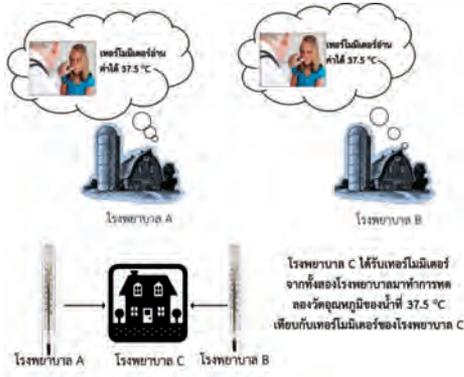




๒. ระบบการวัดและความสัมพันธ์กันของผลการวัด

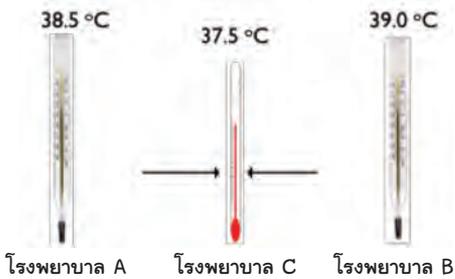
๑. ความสัมพันธ์กันของผลการวัด

๑.๑ อุณหภูมิผู้ป่วยของโรงพยาบาล A กับ โรงพยาบาล B เท่ากันหรือไม่



ผลการทดลอง

- เทอร์โมมิเตอร์ของโรงพยาบาล A อ่านค่าอุณหภูมิได้สูงกว่าเทอร์โมมิเตอร์ของโรงพยาบาล C อยู่ 1 °C หรือเท่ากับ 38.5 °C
- เทอร์โมมิเตอร์ของโรงพยาบาล B อ่านค่าอุณหภูมิได้สูงกว่าเทอร์โมมิเตอร์ของโรงพยาบาล C อยู่ 1.5 °C หรือเท่ากับ 39 °C



สรุป

เทอร์โมมิเตอร์ของโรงพยาบาล A อ่านค่าได้ต่ำกว่าเทอร์โมมิเตอร์ของโรงพยาบาล B อยู่ 0.5 °C โดยใช้อ้างอิงจากโรงพยาบาล C หรืออาจจะกล่าวได้ว่า ค่าการวัดของเทอร์โมมิเตอร์โรงพยาบาล A และ B มีความสัมพันธ์กับค่าการวัดของเทอร์โมมิเตอร์โรงพยาบาล C ซึ่งความสัมพันธ์ที่มี เกิดจากการเปรียบเทียบค่าในระบบการวัด หรือความหมายทางมาตรวิทยาคือ การสอบกลับได้ของผลการวัด (Traceability)

๒. Traceability, metrological (การสอบเทียบกลับได้เชิงมาตรวิทยา)

สมบัติของผลการวัด โดยที่ผลการวัดนั้นสามารถสัมพันธ์กับสิ่งอ้างอิง โดยสายโซ่ที่ไม่ขาดช่วงของการสอบเทียบต่างๆ ซึ่งได้จัดทำเป็นเอกสารไว้โดยการสอบเทียบแต่ละครั้งมีส่วนต่อความไม่แน่นอนการวัด การสอบกลับได้ของผลการวัด



- ค่าของการวัดต้องมีความสัมพันธ์กัน





๓. ระบบมาตรวิทยาและความหมายของการวัด

๑. มาตรวิทยา

คือ วิทยาศาสตร์แห่งการวัด (Metrology is the science of measurement) ประกอบไปด้วยสามกิจกรรมหลักคือ

๑. การนิยาม (Definition) ของหน่วยของการวัดที่ได้รับทราบยอมรับในระดับนานาชาติ

๒. การทำให้เป็นจริง (realization) ของหน่วยของการวัด โดยใช้วิธีวิทยาศาสตร์

๓. การสถาปนาสายโซ่ของการสอบกลับได้ (Traceability chain) โดยการหาค่า และบันทึกค่าที่ได้โดยการระบุความถูกต้อง (Accuracy) ของการวัดนั้น เช่น การบันทึกข้อมูลที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าของเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้วัดผู้ป่วย กับห้องปฏิบัติการปฐมภูมิของมาตรวิทยาอุณหภูมิ

๒. ประเภทของมาตรวิทยา

มาตรวิทยาแบ่งเป็น ๓ ประเภทตามระดับความถูกต้องที่แตกต่างกัน

๑. มาตรวิทยาเชิงวิทยาศาสตร์ (Scientific metrology) เกี่ยวข้องกับการจัดระเบียบ การพัฒนามาตรฐานการวัด และการดูแลรักษามาตรฐานเหล่านั้น

๒. มาตรวิทยาเชิงอุตสาหกรรม (Industrial metrology) เกี่ยวข้องกับการทำให้เกิดความมั่นใจว่าเครื่องมือวัดในอุตสาหกรรม ทั้งในกระบวนการผลิตและกระบวนการทดสอบ ปฏิบัติหน้าที่ได้อย่างเพียงพอสำหรับการประกันคุณภาพชีวิตของประชาชน

๓. มาตรวิทยาเชิงกฎหมาย (Legal metrology) เกี่ยวข้องกับการวัดซึ่งส่งอิทธิพลต่อความโปร่งใสของธุรกรรมทางเศรษฐกิจ โดยเฉพาะเมื่อต้องมีการทวนสอบเชิงกฎหมาย (legal verification) ของเครื่องมือ (Measuring instrument)

๓. มาตรฐานการวัด (Measurement standard)

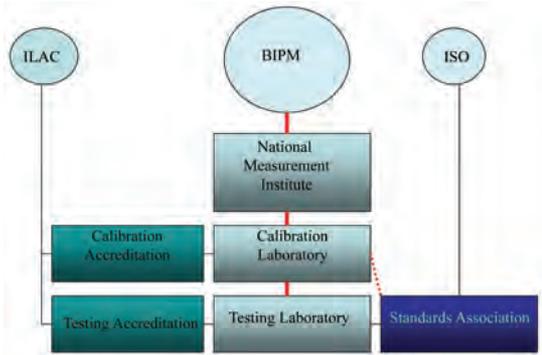
มาตรฐานการวัด คือ เครื่องวัดเชิงวัสดุ (Material measure) เครื่องมือวัด (Measuring instrument) และวัสดุอ้างอิง (Reference material)



๔. นิยามการวัด (Measurement)

กระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งค่าปริมาณค่าหนึ่งหรือมากกว่านั้นทางการทดลอง ที่สามารถใช้เป็นตัวแทนของปริมาณหนึ่งได้อย่างสมเหตุสมผล หรือชุดของการปฏิบัติการเพื่อให้ได้มาซึ่งค่าของปริมาณ

๕. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับระบบมาตรวิทยา



หน้าที่ความรับผิดชอบ

๑. BIPM (International Bureau of Weights and Measures) สำนักงาน ซึ่ง ตวงระหว่างประเทศ หน้าที่หลักคือ การสถาปนาและเก็บรักษาหน่วยวัดสากล (SI Unit)

๒. ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation) องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศว่าด้วยการรับรองห้องปฏิบัติการ หน้าที่หลัก คือ พัฒนาในเรื่องของการปฏิบัติและวิธีดำเนินการในการรับรองห้องปฏิบัติการ

๓. ISO (International Organization for Standardization)

องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน หน้าที่หลักคือ กำกับดูแลและออกมาตรฐานต่างๆ

๖. หน่วยวัดและสเกลอุณหภูมิ

- ค.ศ. 1954 'เคลวิน' (Kelvin) ได้ถูกประกาศใช้เป็นหน่วยวัดอุณหภูมิของระบบหน่วยวัดระหว่างประเทศ (International System of Units, SI Unit)

- เคลวิน เป็นหน่วยวัดอุณหภูมิ ที่ลอร์ดเควิน ได้พัฒนาคิดสเกลขึ้นใหม่ โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความเร็วของอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่วงรอบ ๆ นิวเคลียส โดยพบว่าถ้าให้ความร้อนกับสสารมากขึ้นอิเล็กตรอนจะมีพลังงานมากขึ้นทำให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่สูงขึ้น

ถ้าสามารถลดอุณหภูมิลงจนถึงจุดที่อิเล็กตรอนหยุดการเคลื่อนที่ ณ จุดนั้น จะไม่มีอุณหภูมิหรือพลังงานในสสารเลย และจะไม่มีแรงแผ่รังสีความร้อนจากวัตถุ จึงเรียกอุณหภูมิ ณ จุดนี้ว่า Zero Absolute Temperature หรือ Zero Kelvin (0 K)



๔. การวัดอุณหภูมิ (Temperature measurement)

๑. อุณหภูมิคืออะไร ?

- อุณหภูมิ คือ ความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกร้อนหรือหนาว
- ค่าของอุณหภูมิไม่สามารถรวมกันเหมือน Mass หรือ Length
- อุณหภูมิเป็นเพียงตัวเลขซึ่งไม่สามารถจับต้องได้
- การวัดอุณหภูมิให้ถูกต้องนั้น ต้องให้สภาวะที่อุณหภูมิสมดุลเสียก่อน

๒. การถ่ายเทความร้อน

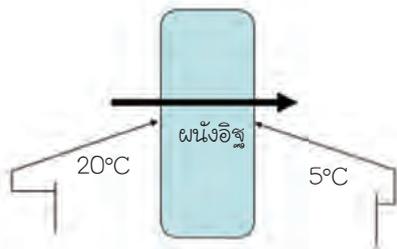
1. การนำความร้อน (conduction)

2. การพาความร้อน (convection)

3. การแผ่รังสี (radiation)

๓. การนำความร้อน

การนำความร้อนเกิดจากการถ่ายโอนของโมเลกุลในตัวกลาง



๔. การพาความร้อน

การพาความร้อนแบบบังคับ
(force convection)

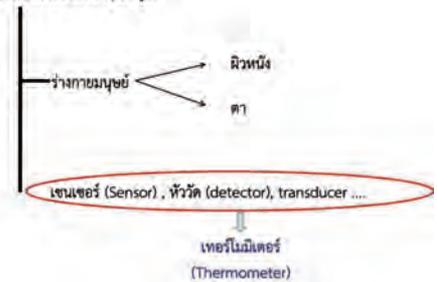
การพาความร้อนแบบอิสระ
(free convection)

๕. การแผ่รังสี

เป็นการถ่ายโอนความร้อนแบบไม่ต้องอาศัยตัวกลาง ความร้อนจากการแผ่รังสีเคลื่อนที่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การแผ่รังสีเคลื่อนที่ได้ดีในบริเวณที่เป็นสุญญากาศ

๖. การวัดอุณหภูมิ

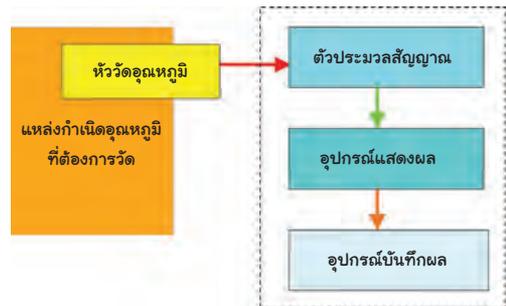
แล้วเราใช้อะไรเป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิ?



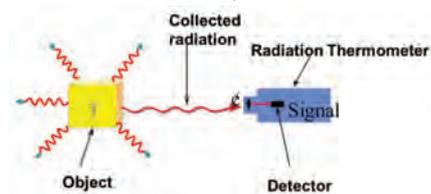
๗. เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

- เทอร์โมมิเตอร์ แบบสัมผัส (Contact Thermometers)
- เทอร์โมมิเตอร์ ชนิดไม่สัมผัส (Non-contact Thermometers)

๘. กระบวนการวัดทางอุณหภูมิแบบสัมผัส



๙. กระบวนการวัดทางอุณหภูมิแบบไม่สัมผัส



Planck law

$$L_\lambda(T) = \epsilon \frac{c_1}{\lambda^5 (\exp(c_2/\lambda T) - 1)} \quad \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$$





๔. การวัดอุณหภูมิ (Temperature measurement) (ต่อ)

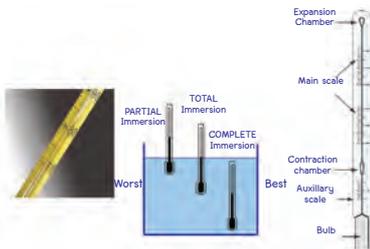
๑๐. ลักษณะห้ววัดอุณหภูมิ

- Mechanical (เช่น liquid-in-glass thermometers, bimetallic strips, etc.)
- Thermoresistive (เช่น Platinum Resistance Thermometer and thermistors)
- Thermojunction (เช่น Thermocouples)
- Radiative (เช่น Infrared and optical pyrometers)

๑๑. Mechanical Thermometer

การเปลี่ยนแปลงทางอุณหภูมิเป็นสาเหตุให้วัสดุบางชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งโดยปกติแล้ววัสดุส่วนใหญ่ จะเกิดการขยายตัวเมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิ Mechanical thermometer มักมีโครงสร้างที่เกี่ยวข้องกับของแข็ง, ของเหลว และแก๊ส เนื่องจากมีความไวต่อการขยายตัวของอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

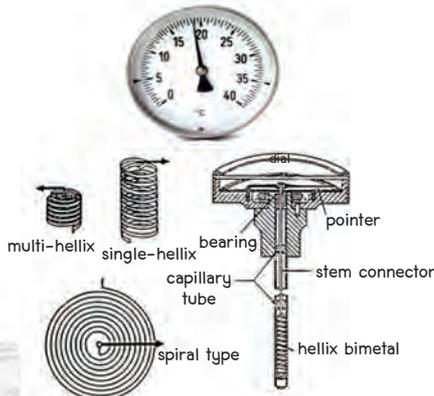
- Liquid-in-Glass Thermometer



- Temperature Gauge

Bimetal

ใช้หลักการขยายตัวของวัสดุ คือ เมื่อวัสดุได้รับความร้อนหรืออุณหภูมิต่างกัน การขยายตัวของวัสดุจะอาศัยความสัมพันธ์แถบโลหะ ๒ ชนิด ที่มีค่า k ต่างกันมาประกอบเข้าด้วยกัน เมื่อได้รับความร้อน การขยายตัวที่แตกต่างกัน ทำให้แถบโลหะเกิดการโค้งงอขึ้น

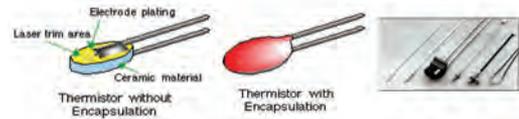


๑๒. Thermoresistive Thermometer

- Platinum Resistance Thermometer

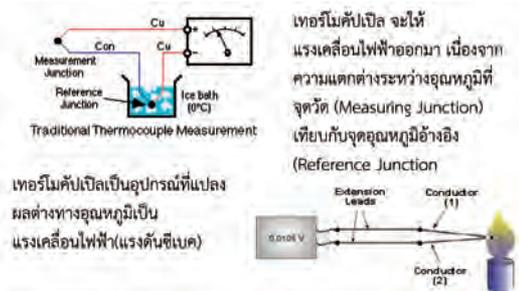


- Thermistor



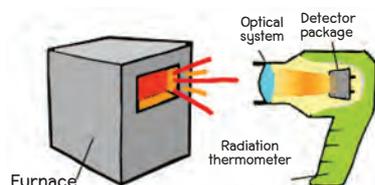
Thermistor มีหลักการการทำงานเหมือน PRT แต่ใช้ semiconductor material แทนโลหะ และมีความไวต่ออุณหภูมิมากกว่า PRT ในขณะที่ค่าความต้านทานของอุณหภูมิที่อ่านค่าได้กลับมีค่าไม่เป็นเชิงเส้นเหมือน PRT

๑๓. Thermojunction (thermocouples)



๑๔. Radiative

วัตถุร้อนที่มีการเปล่งแสงสว่างกว่ายอมให้อุณหภูมิสูงกว่าวัตถุที่เปล่งแสงน้อยกว่า จากหลักการของ Planck law ซึ่งให้ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีที่แผ่ออกมาจากพื้นผิวหนึ่งหน่วยหรืออาจเรียกว่าค่าความเข้มสีที่อุณหภูมิใด ๆ



$$L_\lambda(T) = \epsilon \frac{C_1}{\lambda^5 (\exp(C_2/\lambda T) - 1)} \quad \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sr}^{-1}$$



๕. หลักการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิเบื้องต้น

๑. นิยาม

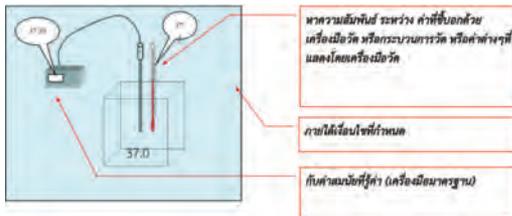
การสอบเทียบ คือ การปฏิบัติงานที่อยู่ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ที่ถูกระบุไว้โดยที่ในขั้นแรกสร้างความสัมพันธ์อันหนึ่งระหว่างค่าปริมาณต่างๆ กับความไม่แน่นอนของการวัดต่างๆ ที่ได้จากมาตรฐานการวัด และสิ่งบ่งชี้ต่างๆ ที่สมนัยซึ่งมาพร้อมกับความไม่แน่นอนการวัดที่เชื่อมสัมพันธ์ และในขั้นที่สองใช้ข้อมูลนี้ในการสร้างความสัมพันธ์อันหนึ่งเพื่อให้ได้ผลการวัดอันหนึ่งจากสิ่งบ่งชี้สิ่งหนึ่ง

๒. สิ่งที่ผลการวัดควรจะมี

๑. เพื่อทราบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณที่ถูกวัดกับค่ามาตรฐานที่สมนัย
๒. เครื่องมือวัดสามารถเชื่อมความสัมพันธ์กับระบบวัดได้
๓. ผลของการวัดมาพร้อมกับค่าความไม่แน่นอน
๔. ต้องปฏิบัติภายใต้เงื่อนไขที่ได้ระบุ

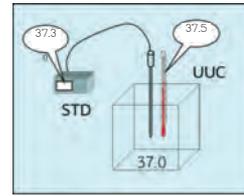
๓. ระบบวัด (Measurement system)

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ขั้วออกโดยเครื่องมือวัด หรือระบบการวัด หรือค่าที่แสดงโดยเครื่องมือวัดที่เป็นวัสดุกับค่าสมนัยที่รู้ของปริมาณที่วัดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้



๔. สรุปจากความหมายของ “การสอบเทียบ”

- ❖ การสอบเทียบ (Calibration) ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้
- ❖ การสอบเทียบ (Calibration) ระบบวัดเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ขั้วออกโดยเครื่องมือวัด (เครื่องมือที่ต้องการสอบเทียบ, UUC) กับค่าสมนัยที่รู้ (เครื่องมือมาตรฐาน, STD) (ความสัมพันธ์ของผลการวัดจะแสดงในรูปของค่า Error หรือ Correction)



Error = ผลการวัดที่ได้จาก UUC - ผลการวัดที่ได้จาก STD

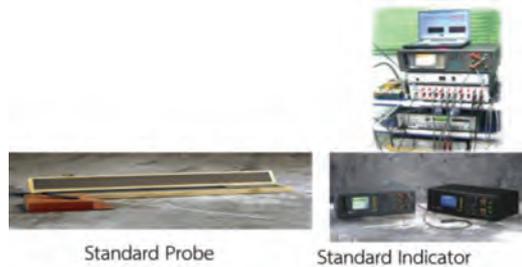
Correction = ผลการวัดที่ได้จาก STD - ผลการวัดที่ได้จาก UUC

๕. ระบบการวัดทางอุณหภูมิ

- ❖ เครื่องมือมาตรฐานทางอุณหภูมิ (Standard Thermometer)
 - ความถูกต้องดีกว่าเครื่องมือที่ต้องการสอบเทียบไม่น้อยกว่า ๔ เท่า
- ❖ อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Liquid bath)
 - อุปกรณ์สร้างอุณหภูมิสำหรับสอบเทียบ
- ❖ เครื่องมือที่ต้องการสอบเทียบ (Unit under calibration, UUC)
 - Liquid-in-glass thermometer
 - Digital thermometer with probe
 - Temperature enclosure
 - Liquid bath
 - RTD and TC

๖. Standard Thermometer

- ❖ ทำหน้าที่เป็นค่าอ้างอิงมาตรฐานสำหรับถ่ายทอดค่าให้กับเครื่องมือที่ต้องการสอบเทียบ
- ❖ ความถูกต้องดีกว่าเครื่องมือที่นำมาสอบเทียบไม่น้อยกว่า ๔ เท่า



Standard Probe

Standard Indicator





๕. หลักการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิเบื้องต้น (ต่อ)

๗. Liquid bath

❖ ทำหน้าที่ในการสร้างอุณหภูมิ ณ จุดสอบเทียบที่ต้องการ

- Water Bath ใช้น้ำเป็นตัวกลางในการสร้างอุณหภูมิ สามารถทำอุณหภูมิได้ +5 °C ถึง 90 °C

- Oil bath ใช้ Silicone oil เป็นตัวกลางในการสร้างอุณหภูมิ ความสามารถในการสร้างอุณหภูมิจะขึ้นอยู่กับชนิดของ Silicone oil ที่นำมาใช้

๘. Unit Under Calibration (UUC)

เครื่องมือที่ต้องการสอบเทียบ

Liquid - in-Glass thermometer



Digital Thermometer with Probe



Temperature Chamber



๙. ขั้นตอนพื้นฐานการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

๑) ตรวจสอบสภาพ Thermometer และ Standard ก่อนการสอบเทียบ

๒) ติดตั้ง UUC และ STD ลงใน Temperature Source

๓) สอบเทียบ จากอุณหภูมิ ต่ำ ไปอุณหภูมิสูง

๔) บันทึกค่าที่อ่านได้โดยอ่าน STD - UUC - UUC - STD

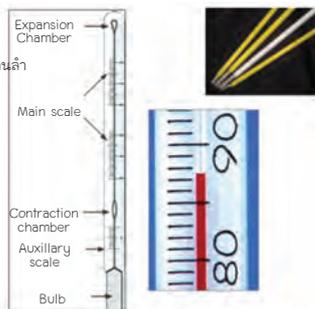
๕) กลับมาสอบเทียบที่อุณหภูมิจุดแรกอีกครั้งหนึ่ง เพื่อหา Short term stability

๑๐. เครื่องมือวัดอุณหภูมิ

- ❖ Liquid - in -Glass Thermometer
- ❖ Digital Thermometer with probe
- ❖ Temperature enclosure

๑๑. Liquid-in-Glass Thermometer

ใช้ในะสักรหรือพิมพ์ระบบกันล้า



ลดขนาดความยาวของเทอร์โมมิเตอร์ลง

เป็นปรอทหรือของเหลวอินทรีย์สาร

๓๒

๑๒. ชนิดของ Liquid-in-Glass Thermometer

Enclose Scale



Solid-stem



๑๓. Enclose Scale

- ❖ ลักษณะเป็นหลอดแก้วซึ่งภายในบรรจุแผ่นสเกล ที่ถูกติดต่อทางเดินของลำปรอทไว้
- ❖ โครงสร้างประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่
 - สเกลซึ่งพิมพ์อยู่บนแผ่นแยกต่างหาก
 - ท่อทางเดินของเหลวที่อยู่เหนือแผ่นสเกล
- ❖ ลดความผิดพลาดจากมุมเห็นของการอ่าน(parallax error) เนื่องจากปรอทอยู่ใกล้กับสเกล
- ❖ ถ้าเกิดการแตกฉ่ำ ผลการอ่านจะมีค่าผิดพลาดไปทันที

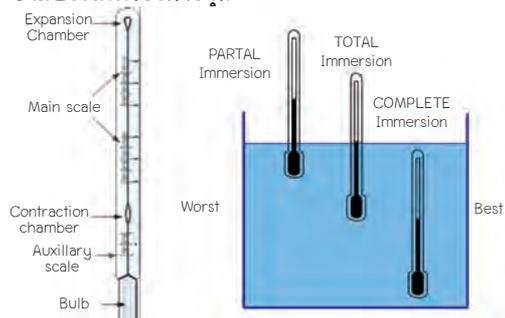


๑๔. Solid-stem

- ❖ ประกอบด้วยหลอดแก้วที่มีผนังบางๆ ซึ่งสามารถอ่านค่าอุณหภูมิได้จากสเกลที่ประทับอยู่บนแก้วโดยตรง
- ❖ มาตรฐานแบบ ASTM
- ❖ สเกลหลักอยู่บนแก้ว(stem)
- ❖ ก้านแก้ว(stem)มีความหนาขนาดกว่า 6 mm.
- ❖ มักเกิดความผิดพลาดเนื่องจากมุมเห็นของการอ่าน(parallax error)



๑๕. ประเภทของการจุ่ม



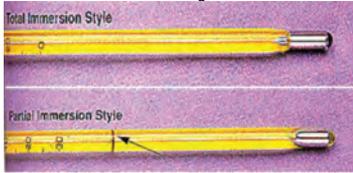
ประเภทของการจุ่ม แบ่งออกเป็น ๓ ประเภท

- ❖ Complete immersion (จุ่มทั้งหมด) กระเปาะกับก้านลำถูกจุ่มมิดหมดที่อุณหภูมิเดียวกัน
- ❖ Total immersion (จุ่มบางส่วน) ของเหลวทั้งหมดในกระเปาะอยู่ที่อุณหภูมิที่แสดงค่าแล้วให้บางส่วนของการจุ่มอยู่ ณ จุดแสดงค่า เพื่อให้ทำการอ่านค่าด้วยสายตาได้
- ❖ Partial immersion (จุ่มบางส่วนแบบพิเศษ) จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงในความลึกที่กำหนดไว้

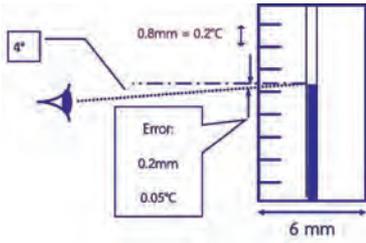


๕. หลักการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิเบื้องต้น (ต่อ)

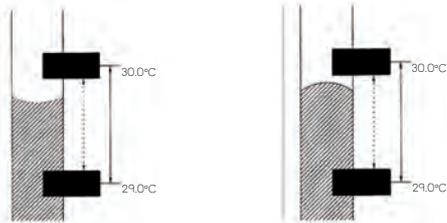
๑๖. สัญลักษณ์ที่บอกชนิดการจุ่ม



๑๗. วิธีการอ่านค่า



ขนาดของความผิดพลาดขึ้นอยู่กับมุมระหว่างส่วนปกติและส่วนที่อ่านผิดพลาดไป โดยการแบ่งเริ่มตั้งแต่ขีดแบ่งละเอียดไปจนถึงท่อแคบ



ของเหลวในแก้วเป็นแอลกอฮอล์ อ่านที่มุมโค้งด้านข้าง

ของเหลวในแก้วเป็นปรอท อ่านที่มุมโค้งบนสุด

๑๘. Liquid – in – Glass Thermometer

- หลักสำคัญในการสอบเทียบ

๑. ตรวจสอบสภาพเทอร์โมมิเตอร์

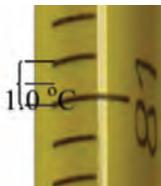
๒. มีวิธีการ Pre condition ก่อนการสอบเทียบ

๒.๑ เก็บที่อุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า ๔๘ ชั่วโมง (Uncer > 0.02 °C)

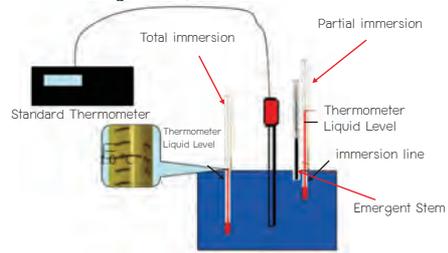
๒.๒ เก็บที่อุณหภูมิอ้างอิง (0 °C) ไม่น้อยกว่า ๒๔ ชั่วโมง (Uncer < 0.02 °C)

๓. ชนิดของเทอร์โมมิเตอร์กับระยะเวลาการจุ่มเทอร์

๔. การอ่านค่าและความสามารถในการอ่านค่า เช่น 1/2, 1/4



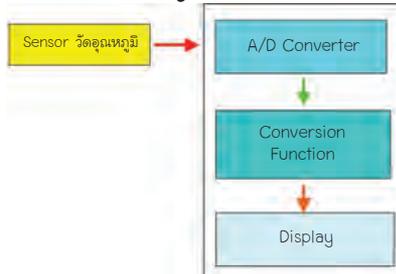
- Measuring Setup



๑๙. Digital Thermometer with probe



๒๐. องค์ประกอบของ Digital Thermometer



๒๑. ชนิดของหัววัดอุณหภูมิ (Temperature sensor)



PRT ย่อมาจาก Platinum Resistance Thermometer Output เป็นความต้านทาน และจะแปรผันตรงกับ อุณหภูมิ มีสาย 4 สาย

RTD ย่อมาจาก Resistance Temperature Detector มี Output เป็นความต้านทาน และจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ มีสาย 3 สาย และ 2 สาย



Thermistor ให้ Output เป็นความต้านทาน และจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ มีสาย 4 สาย

Thermocouple ให้ Output เป็นแรงดันไฟฟ้า และจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ มีหลายชนิด เช่น Type K, J, T, R, S

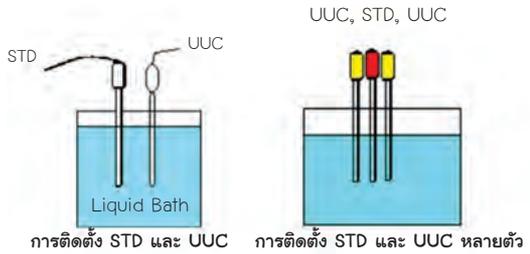




๕. หลักการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิเบื้องต้น (ต่อ)

๒๒. ขั้นตอนการสอบเทียบ

- ๑) ตรวจสอบสภาพของเครื่องมือที่จะนำมาสอบเทียบ
 - ๑.๑) ตรวจสอบหัววัด (Probe) ว่าเป็นแบบใด
 - TC Probe
 - RTD Probe
 - Thermistor
 - ๑.๒) ตรวจสอบการทำงานของตัวแสดงผล
 - ๒) เปิดเครื่องที่ต้องการสอบเทียบก่อนการสอบเทียบ ไม่น้อยกว่า ๒ ชั่วโมงก่อนการสอบเทียบหรือตามที่คู่มือการใช้งานของเครื่องที่จะสอบเทียบ
 - ๓) ติดตั้ง UUC และ STD ลงในแหล่งกำเนิดอุณหภูมิ โดย
 - ๓.๑) ระยะการจุ่มของหัววัด (Probe) อยู่ในระดับใกล้เคียงกันและต้องไม่น้อยกว่า ๑๕ เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของหัววัด
 - ๓.๒) การติดตั้งหัววัด (Probe) ต้องอยู่ชิดกันให้มากที่สุด



- ๔) สอบเทียบเครื่องมือจากอุณหภูมิต่ำไปอุณหภูมิสูง เช่น ๐, ๑๐, ๒๐, ๓๐
- ๕) รออุณหภูมิภายในแหล่งกำเนิดมีความเสถียร ทำการบันทึกผล
- ๖) บันทึกค่าอุณหภูมิที่อ่านจาก STD และ UUC
- ๗) ทำการสอบเทียบที่อุณหภูมิจุดแรกของการสอบเทียบอีกครั้งหนึ่งเพื่อหา ค่าความสามารถในการทำซ้ำในช่วงเวลาสั้นๆ (Short term Stability)

๖. การตรวจสอบระหว่างการใช้งาน (Intermediate Checks)

๑. เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทวนสอบและตรวจสอบระหว่างการใช้งาน

- ใช้เครื่องมือวัด Standard Thermometer
- ตรวจสอบระหว่างใช้งานด้วยวิธี Ice Point



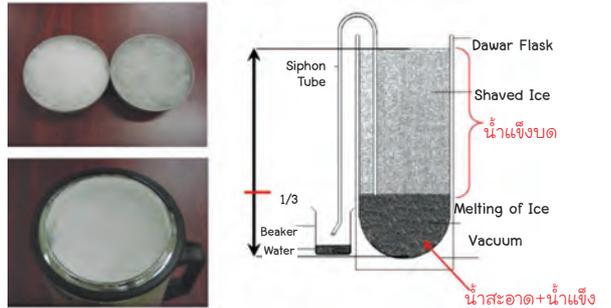
๒. เครื่องมือวัดที่จะนำมาใช้ ควรมีความถูกต้องดีกว่าเกณฑ์การยอมรับไม่น้อยกว่า ๒ เท่า หรือได้รับการยืนยันถึงความสามารถในการวัดว่ามีความเสถียร เพียงพอที่จะบอกถึงความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นจากตัวเอง

เกณฑ์การยอมรับคือ $\pm 1^{\circ}\text{C}$, เทอร์มิเตอร์มีความถูกต้อง $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
 เกณฑ์การยอมรับคือ $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ค่าเลื่อนของเทอร์มิเตอร์ตลอด ๓ ปี $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$

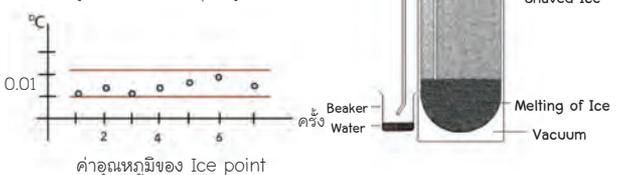
๓. เครื่องมือวัดที่ใช้ในการตรวจสอบระหว่างการใช้งาน

- ๓.๑) ตู้อุณหภูมิ Temperature enclosures, water bath
 - ใช้เครื่องมือวัดชนิด Data Logger
 - ใช้เครื่องมือวัด Digital Thermometer with Probe
- ๓.๒) เทอร์มิเตอร์ Liquid-in-Glass Thermometer, เทอร์มิเตอร์ชนิด Digital thermometer

๔. การตรวจสอบด้วยวิธี Ice Point



ควรเก็บประวัติค่าอุณหภูมิของ Ice Point ในการเตรียม Ice Point ในแต่ละครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลยืนยัน ถึงความเสถียรของ Ice Point และความถูกต้องในการให้ค่าอุณหภูมิ





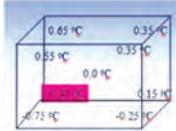
๖. การตรวจสอบระหว่างการใช้งาน (Intermediate Checks) (ต่อ)

๕. การตรวจสอบระหว่างการใช้งานของตู้ Temperature enclosures

คำถาม?

ท่านคิดว่ากาการกำหนดเกณฑ์และการทวนสอบผลที่กล่าวมาสามารถนำไปใช้กับตู้สอบได้หรือไม่

- Error ของตู้สอบ = Error ในแต่ละตำแหน่ง ?
- Error ของตู้สอบ = ค่า Uniformity ?
- Error ของตู้สอบ = ค่า Overall ?
- Error ของตู้สอบ = ค่าผิดพลาดของการแสดงผล ?

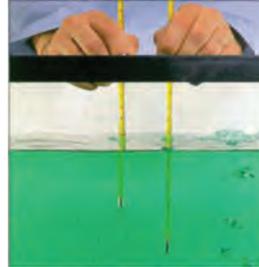


ตัวอย่างใบรายงานผลการสอบเทียบของตู้สอบ

Setting	UUC	Measured Temperature °C at Spread Location									Ref	Stability	Uncertainty	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9				
-30.0	-30.0	-29.8	-29.4	-29.8	-29.7	-29.9	-29.2	-30.0	-29.7	-29.7	-19.7	-19.7	0.2	mm
30.0	30.0	30.4	29.9	29.5	29.7	29.2	30.0	30.2	30.5	30.1	19.7	19.7	0.2	mm
50.0	50.0	50.4	49.9	49.5	49.3	49.2	50.0	50.4	50.5	50.4	0.4	0.4	0.4	mm
100.0	100.0	100.8	100.0	99.4	99.2	99.2	99.9	100.4	100.6	100.1	0.4	0.4	0.4	mm

Setting	UUC	Stability	Uniformity	Overall
-20.0	-20.0	0.5	1.0	3.2
30.0	30.0	0.7	1.2	3.5
50.0	50.0	0.8	1.5	4.1
100.0	100.0	1.0	2.0	4.5

๗. การพิจารณาโดยนำเกณฑ์การยอมรับเทียบกับผลการตรวจสอบที่วัดได้



- ผลการตรวจสอบ < เกณฑ์การยอมรับ ✓
- ผลการตรวจสอบ > เกณฑ์การยอมรับ ✗

๖. การตรวจสอบระหว่างการใช้งานของเทอร์โมมิเตอร์ชนิด Liquid – in – Glass Thermometer

การตรวจสอบสามารถดำเนินการได้ ๒ วิธี

๑. ทำการตรวจสอบเครื่องมือเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ

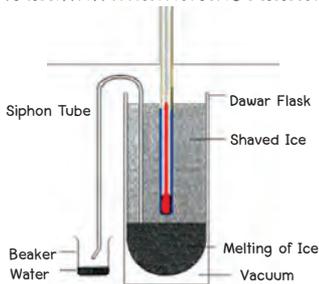
๒. ทำการตรวจสอบเครื่องมือเทียบกับ ICE POINT

- ตรวจสอบกับ ICE POINT

ระยะจุ่มของเทอร์โมมิเตอร์ควรสอดคล้องกับชนิดของเทอร์โมมิเตอร์

- ชนิด Total Immersion ควรจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ให้ขีดบอกสเกลอุณหภูมิที่ต้องการวัดอยู่เหนือระดับของผิวน้ำแข็งไม่เกิน ๑-๒ ขีดบอกสเกล

- ชนิด Partial Immersion ควรจุ่มเทอร์โมมิเตอร์ในระดับความลึกที่กำหนดที่ตัวเทอร์โมมิเตอร์



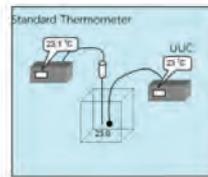
๘. การตรวจสอบระหว่างการใช้งานของ Digital thermometer

การตรวจสอบสามารถดำเนินการได้ ๒ วิธี

๑. ทำการตรวจสอบเครื่องมือเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ

๒. ทำการตรวจสอบเครื่องมือเทียบกับ ICE POINT

- ตรวจสอบกับเครื่องมือมาตรฐาน



- ควรจุ่มหัววัดอุณหภูมิลงในอ่างควบคุมอุณหภูมิตามที่ระบุในใบรับรองผลการสอบเทียบไม่น้อยกว่า 15 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของหัววัดอุณหภูมิ
- จุดตรวจสอบควรสอดคล้องกับจุดสอบเทียบในใบรับรองผลการสอบเทียบ

- ตรวจสอบกับ ICE POINT

ควรจุ่มหัววัดอุณหภูมิลงใน Ice Point ตามที่ระบุในใบรับรองผลการสอบเทียบ หรือไม่น้อยกว่า ๑๕ เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของหัววัดอุณหภูมิ

วิธีนี้อาจจะไม่สามารถใช้ได้ ถ้าไม่ได้สอบเทียบกับ 0 °C





๗. การเตรียม Ice Point

๑. Ice Point คือ

A mixture of shaved ice and water, saturated with air at a pressure of 101 325 Pa (1atm)

๒. ความสำคัญของ Ice Point

การทวนสอบ (Verification)/ การตรวจสอบ (Interval checks)

- Mercury-in-glass, Liquid-in-glass thermometer
- Digital thermometer with temperature sensor
- Standard thermometer

๓. อุปกรณ์สำหรับการเตรียม Ice Point

- ภาชนะบรรจุ (Container)
- น้ำบริสุทธิ์ (Pure Water)
- น้ำแข็งไส (Shaved Ice)
- ท่อสำหรับกาลักน้ำ (Siphon Tube)
- แท่งเหล็กสำหรับเจาะช่องให้เทอร์โมมิเตอร์

๔. คุณสมบัติของภาชนะบรรจุ

- เป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี ภายในผนังของภาชนะบรรจุควรเป็นสุญญากาศ เช่น Dewar flask เป็นต้น
- มีขนาดที่เหมาะสมกับเครื่องมือที่ใช้งาน ควรใช้ภาชนะที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอย่างน้อย ๗ ซม. และมีความลึกอย่างน้อย ๓๐ ซม.



Dewar Flask



Dewar Flask with Stirrer



Plastic Flask

๕. คุณสมบัติของน้ำ

เป็นน้ำที่สะอาดและบริสุทธิ์ (pure water) เช่น น้ำกลั่น (distilled water) หรือ น้ำที่ไม่มีไอออน (de-ionized water) หรือ น้ำที่ไม่มีแร่ (de-mineralized water) เป็นต้น



๖. น้ำแข็ง



๗. การทำน้ำแข็งเกล็ด



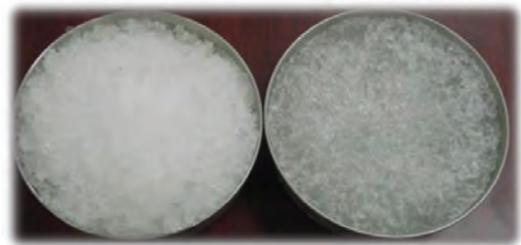
น้ำแข็งเกล็ด



น้ำแข็งหลอด

๘. คุณสมบัติของน้ำแข็งเกล็ด

- ทำจากน้ำที่สะอาดและบริสุทธิ์ (pure water)
- ขนาดของน้ำแข็งที่ดีควรมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน ๒-๓ ซม.
- น้ำแข็งที่ดีควรมีลักษณะใส ไม่มีสีขาวขุ่น
- ควรเก็บน้ำแข็งไว้ประมาณ ๑ วันก่อนนำไปใช้งาน เพื่อลดความเครียด ภายในเกล็ดน้ำแข็ง



๙. สิ่งพึงปฏิบัติในการเตรียม Ice Point

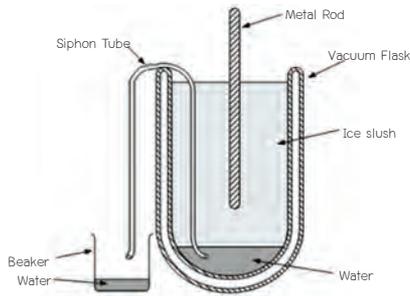
- อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องสะอาด
- ใส่ถุงมือยางในการเตรียม Ice Point
- หลีกเลี่ยงการปนเปื้อนต่างๆ เช่น เกลือ ซึ่งอาจทำให้อุณหภูมิของ Ice point ที่ได้ต่ำกว่าที่ควร



๗. การเตรียม Ice Point (ต่อ)

๑๐. ขั้นตอนการทำ Ice point

๑. ทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกชิ้น รวมถึงมือของผู้เตรียมด้วยน้ำบริสุทธิ์
๒. เติมน้ำบริสุทธิ์ลงในภาชนะบรรจุประมาณ ๑ ใน ๓ ส่วน
๓. เติมน้ำแข็งใสที่เตรียมไว้ อัดลงไปจนเต็มภาชนะบรรจุ
๔. ใส่ท่ออย่าง siphon ลงไปโดยให้ปลายท่อวางอยู่ที่ระดับความลึกประมาณ ๑ ใน ๓ ส่วน
๕. ปลอยทิ้งไว้ประมาณ ๑๕-๒๐ นาที เพื่อให้อุณหภูมิคงที่



๑๑. ขั้นตอนการใช้ Ice point

๑. ใช้แท่งเหล็กที่เตรียมไว้ เจาะเป็นช่องสำหรับเสียบเทอร์โมมิเตอร์ เพื่อป้องกันไม่ให้เทอร์โมมิเตอร์เสียหาย และกวดน้ำแข็งที่อยู่รอบๆ เทอร์โมมิเตอร์ให้แน่น
๒. ในขณะที่ใช้งาน อาจต้องเติมน้ำแข็งลงไปเป็นระยะ ๆ เพื่อรักษาระดับของน้ำแข็ง และอุณหภูมิให้คงที่ตลอดการใช้งาน



๘. การพิจารณาผล

๑. มาตรฐานกล่าว

๕.๖.๓.๓ การตรวจสอบระหว่างการใช้งาน (Intermediate checks) การตรวจสอบที่จำเป็น เพื่อให้มีความมั่นใจในสถานะการสอบเทียบของมาตรฐานอ้างอิง มาตรฐานปฐมภูมิ มาตรฐานรองลงมา หรือมาตรฐานระดับใช้งาน และวัสดุอ้างอิงต้องดำเนินการตามขั้นตอนการดำเนินงานและแผนงานที่กำหนดไว้

๕.๕.๑๐ ในกรณีที่จำเป็นต้องตรวจสอบเครื่องมือระหว่างการใช้งาน เพื่อให้มั่นใจในสถานะการสอบเทียบของเครื่องมือ การตรวจสอบเหล่านี้จะต้องดำเนินการตามขั้นตอนการดำเนินงานที่กำหนดไว้

๒. สถานะของผลการสอบเทียบกับการทวนสอบ

การทวนสอบเครื่องมือเพื่อให้มั่นใจสถานะผลการสอบเทียบเครื่องมือ

ผลการสอบเทียบ				ผลการทวนสอบ		
STD	UUC	Error	Uncer.	STD	UUC	Error
0.0	0.3	0.3	0.1	0.0	0.6	0.6
20.0	19.6	-0.4	0.1			

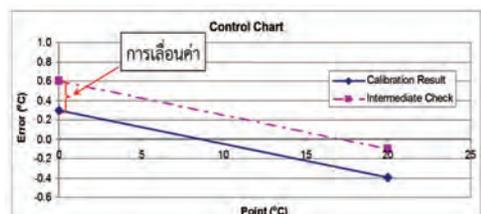
ความต่างของผล = ผลการสอบเทียบ + การเลื่อนค่าของเครื่องมือ
 การเลื่อนค่าของเครื่องมือ = ผลการสอบเทียบ - ความต่างของผล

การเลื่อนค่าของเครื่องมือ คือการเปลี่ยนแปลงค่าของเครื่องมืออันเนื่องมาจากเวลาที่ใช้งานเครื่องมือ หรือความไม่เสถียรของตัวเครื่องมือ ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อผลการวัดของเครื่องมือ

ผลการสอบเทียบ				ผลการทวนสอบ		
STD	UUC	Error	Uncer.	STD	UUC	Error
0.0	0.3	0.3	0.1	0.0	0.6	0.6
20.0	19.6	-0.4	0.1			

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

สรุปผล หลังจากทดสอบเทียบเครื่องมือ และนำเครื่องมือมาใช้งาน ตลอดระยะเวลา ๖ เดือน เครื่องมือเลื่อนค่าไปจากเดิมประมาณ 0.3 °C





๙. แนวทางการกำหนดเกณฑ์การยอมรับของเครื่องมือวัด

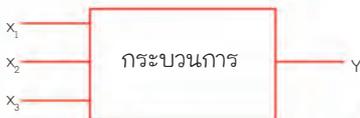
๑. เกณฑ์การยอมรับ

เกณฑ์การยอมรับของเครื่องมือทดสอบ สอบเทียบ กำหนดขึ้นเพื่อควบคุมหรือทวนสอบ ความแม่นยำของผลการวัดจากเครื่องมือดังกล่าว ว่ายังมีความสอดคล้องกับความต้องการหรือมาตรฐานที่เกี่ยวข้องอยู่หรือไม่

✓ มาตรฐานบังคับ การอบฆ่าเชื้อต้องใช้ตู้บ่มที่ค่าความผิดพลาดไม่เกิน $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ในขบวนการอบฆ่าเชื้อ

๒. การกำหนดเกณฑ์การยอมรับ

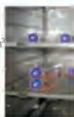
- ✓ กำหนดจากมาตรฐานของการทดสอบต่างๆ
- ✓ กำหนดจากคู่มือของผู้ผลิตเครื่องมือ
- ✓ กำหนดตามความเหมาะสมเพื่อให้สอดคล้องกับงานที่ใช้
- กำหนดจากมาตรฐานของการทดสอบต่างๆ
 - ✓ การเพาะเชื้อ ต้องกระทำด้วยเครื่องมือมีความถูกต้อง $\pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - ✓ การฆ่าเชื้อ ต้องกระทำด้วยเครื่องมือมีความผิดพลาดไม่เกิน $\pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - ✓ ความร้อนที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ ต้องอยู่ในช่วง $121\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - ✓ อุณหภูมิของสภาวะแวดล้อมที่ใช้เลี้ยงเชื้อ ต้องอยู่ในช่วง $15.0\text{ }^{\circ}\text{C} - 17.0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- กำหนดจากคู่มือของผู้ผลิตเครื่องมือ
 - ✓ Display accuracy of Incubator $\pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - ✓ Accuracy of digital thermometer $\pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (การกำหนดในลักษณะนี้ควรพิจารณาการเลื่อนค่าของเครื่องมือด้วย)
 - ✓ Resolution of display of Incubator accuracy $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - ✓ Uniformity $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ที่ $37.0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- กำหนดตามความเหมาะสมเพื่อให้สอดคล้องกับงานที่ใช้ควบคุมเครื่องมือวัดที่ใช้ในกระบวนการ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์สุดท้ายที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ



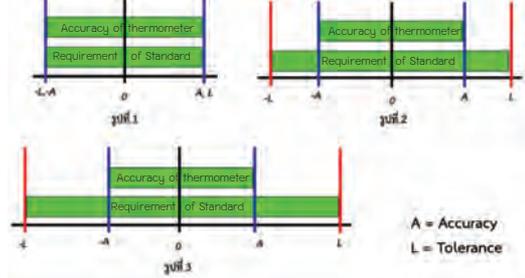
การเลือกเซลล์

เกณฑ์การยอมรับต้องสอดคล้องกับคุณภาพของกระบวนการ

- Tissue culture flask 25 cm²
- Complete D-MEM 5 cm²
- Temp 37 $^{\circ}\text{C}$
- 5% CO₂
- เปลี่ยนอาหารวันเว้นวัน



๓. เกณฑ์การยอมรับกับความสามารถของเครื่องมือ



๔. ความน่าเชื่อถือของผลการวัด

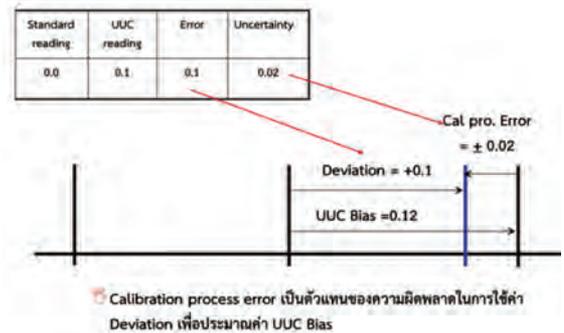
ผลกับความน่าเชื่อถือของผลการสอบเทียบ ที่มาของผลการสอบเทียบ

$$\text{Deviation} = \text{UUC Measurement} - \text{STD Measurement}$$

UUC Bias = Deviation + Calibration process error โดย

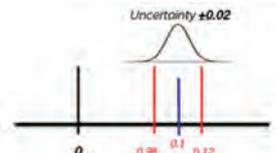
- วัดดูประสงค์ของการสอบเทียบเพื่อประมาณค่า UUC Bias

- Calibration process error เป็นตัวแทนของความผิดพลาดในการใช้ค่า Deviation เพื่อประมาณค่า UUC Bias



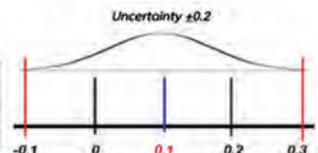
ลักษณะการรายงานผลการสอบเทียบ

Standard reading	UUC reading	Error	Uncertainty
0.0	0.1	0.1	0.02



ลักษณะการรายงานผลการสอบเทียบ

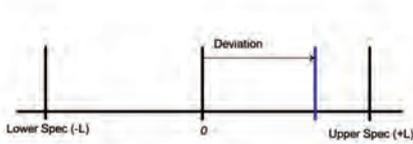
Standard reading	UUC reading	Error	Uncertainty
0.0	0.1	0.1	0.2



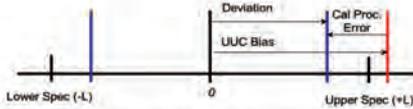


๙. แนวทางการกำหนดเกณฑ์การยอมรับของเครื่องมือวัด (ต่อ)

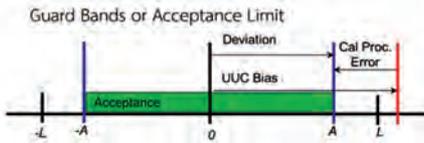
๕. ผลการสอบเทียบกับเกณฑ์



Deviation = UUC Measurement - STD Measurement



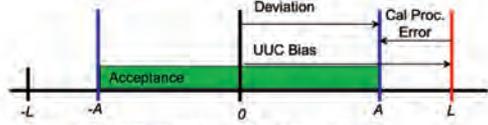
- The deviation is observed in tolerance [$-L \leq \text{Deviation} \leq L$]
- The UUC Bias is out of tolerance [$\text{Bias} > L$ or $\text{Bias} < -L$]
- The decision to accept the UUC is incorrect ?



Guard Bands provide better test decision limits (acceptance limits)

- The determination of the guard bands depends on how big the Calibration Process Error could be

Guard Bands or Acceptance Limit

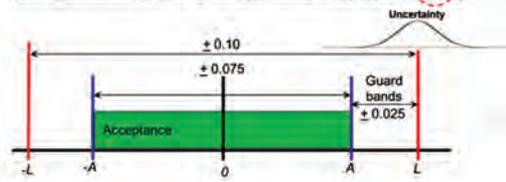


The Expanded Calibration Process Uncertainty approach

- Assume the UUC bias is at the tolerance limit
- By general practice, this is done using $A = L - U_{95}$

Guard Bands or Acceptance Limit

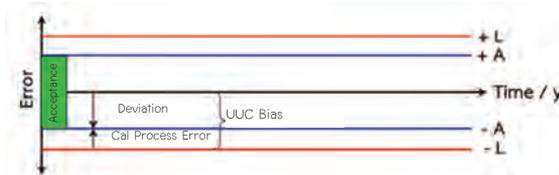
Scenario	Tolerance Limits Z	Expanded Calibration Process Uncertainty U_{95}	Acceptance Limits -A	TUR
1	= 0.10	+ 0.025	+ 0.075	4
2	= 0.10	+ 0.033	+ 0.067	3
3	= 0.10	+ 0.050	+ 0.050	2



๑๐. แนวทางการควบคุมกับเกณฑ์การยอมรับ

๑. การควบคุมกับเกณฑ์การยอมรับ

- ✕ กำหนดการควบคุมแบบ Control Chart
- ✕ กำหนด Tolerance Limit (+L, -L)
- ✕ กำหนด Acceptance Limit



- ✕ กำหนด Tolerance Limit (+L, -L)
 - จากมาตรฐานการทดสอบต่างๆ
 - จากข้อกำหนดของผู้ผลิตเครื่องมือ
 - ตามความเหมาะสมเพื่อให้สอดคล้องกับงานที่ใช้

เครื่องที่ใช้ในการเพาะเชื้อต้องมีความถูกต้อง $\pm 1^\circ\text{C}$



✕ กำหนด Acceptance Limit (+A, -A)

- จากค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Uncertainty) โดยยึดถือแนวทาง $\alpha : 1$ (Test Uncertainty ratio or Test Accuracy ratio)

- The ratio of the unit under calibration specification to the calibration process uncertainty is called the Test Uncertainty Ratio (TUR)

$$\text{TUR} = \frac{\text{Upper Test Spec} - \text{Lower Test Spec}}{\text{Upper 95\% Uncertainty} - \text{Lower 95\% Uncertainty}}$$

- Generally, the requirement for good testing is to have:

$$\text{TUR} \geq 4.0$$

✕ Test Uncertainty ratio

- Test at 100°C with $\pm 1.0^\circ\text{C}$ Specification

$$\begin{aligned} \text{Upper test specification} &= 101^\circ\text{C} \\ \text{Lower test specification} &= 99^\circ\text{C} \end{aligned}$$

- The calibration process has $\pm 0.025^\circ\text{C}$ 95% measurement uncertainty

$$\begin{aligned} \text{Upper 95\% uncertainty} &= +0.25^\circ\text{C} \\ \text{Lower 95\% uncertainty} &= -0.25^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\text{TUR} = \frac{101^\circ\text{C} - 99^\circ\text{C}}{+0.25^\circ\text{C} - (-0.25^\circ\text{C})}$$

$$\text{TUR} = 4.0$$





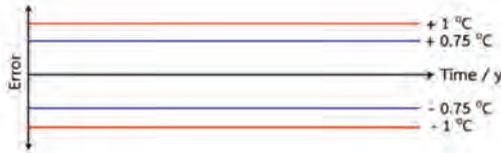
๑๐. แนวทางการควบคุมกับเกณฑ์การยอมรับ (ต่อ)

✘ กำหนด Acceptance Limit (+A, -A)

By general practice, this is done using $A = L - U95$

+ จากค่าความไม่แน่นอนของการสอบเทียบ + 0.25 °C

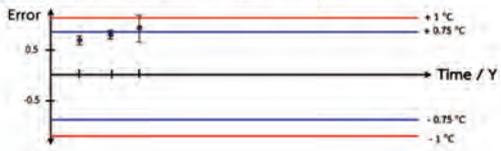
Acceptance Limit = 1 °C - 0.25 °C = 0.75 °C



จากผลการสอบเทียบซ้ำเพื่อ (๓ ปี) ที่มีเกณฑ์การยอมรับ ± 1.0 °C

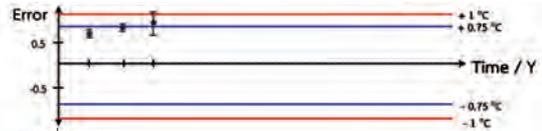
Standard reading	UUC reading	Error	Uncertainty
100 (1Y)	100.6 °C	0.6 °C	0.25 °C
100 (2Y)	100.7 °C	0.7 °C	0.25 °C
100 (3Y)	100.8 °C	0.8 °C	0.3 °C

- The deviation is observed in tolerance [$-L \leq \text{Deviation} \leq L$]
- The UUC Bias is out of tolerance (Bias > L or Bias < -L)
- The decision to accept the UUC is incorrect



แนวทางในการพิจารณาผล กับเกณฑ์การยอมรับ

<ul style="list-style-type: none"> • The deviation is observed in tolerance [$-L \leq \text{Deviation} \leq L$] • The UUC Bias is in tolerance (Bias < L or Bias > -L) • The decision to accept the UUC is correct 	<input checked="" type="checkbox"/>
<ul style="list-style-type: none"> • The deviation is observed in tolerance [$-L \leq \text{Deviation} \leq L$] • The UUC Bias is out of tolerance (Bias > L or Bias < -L) • The decision to accept the UUC is incorrect ?? 	พิจารณา
<ul style="list-style-type: none"> • The deviation is observed out of tolerance [$-L \geq \text{Deviation} \geq L$] • The UUC Bias is out of tolerance (Bias > L or Bias < -L) • The decision to accept the UUC is incorrect 	<input checked="" type="checkbox"/>

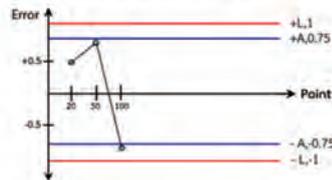


กราฟควบคุม

ชุดข้อมูล

Point	STD	UUC	Error	Uncer.
20	20.0	20.5	0.5	0.2
50	50.0	50.7	0.7	0.2
100	100.0	99.2	-0.8	0.2

- 1.กำหนดความสัมพันธ์ที่ต้องการควบคุม
- 2.กำหนดเกณฑ์ที่ต้องการควบคุม
- 3.กำหนด Acceptance Limit
- 4.บันทึกข้อมูล



๒. แบบฝึกหัด

เกณฑ์การยอมรับของตู้แช่แข็ง ± 1.0 °C และผ่านการสอบเทียบ ได้ผล ตามตารางที่ ๑ ในความคิดของท่าน ผลของการสอบเทียบตู้แช่แข็งสามารถใช้ได้หรือไม่ และจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของท่าน ให้ใช้กราฟอธิบายผลการสอบเทียบในรูปของความสัมพันธ์ระหว่าง Deviation, Bias และ

๑. หา Test Uncertainty Ratio

๒. หา Acceptance Limit

Standard reading	UUC reading	Error	Uncertainty
135	135.6	0.6	0.5
140	140.3	0.3	0.5

๑๑. แนวทางการทวนสอบและการพิจารณาผล

๑. มาตรฐานกล่าว

๕.๕.๒ เครื่องมือ และซอฟต์แวร์ของเครื่องมือที่ใช้สำหรับการทดสอบ สอบเทียบ และการชักตัวอย่าง ต้องสามารถให้ผลที่มีค่าความแม่นยำตามที่ต้องการ และต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดที่เกี่ยวข้องในการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ ต้องมีการจัดทำโปรแกรมสอบเทียบสำหรับปริมาณหรือค่าหลักที่สำคัญของเครื่องมือ ซึ่งสมบัติเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อผลการวัดที่ได้ก่อนนำเครื่องมือมาใช้งาน (รวมถึงเครื่องมือชักตัวอย่าง) เครื่องมือนั้นต้องได้รับการสอบเทียบ หรือตรวจสอบว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดของการห้องปฏิบัติการ และเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง เครื่องมือต้องได้รับการตรวจสอบและ/หรือสอบเทียบก่อนนำไปใช้งาน (ดูข้อ ๕:๖)

๕.๕.๙ ในกรณีที่เครื่องมือออกไปอยู่นอกเหนือการควบคุมของห้องปฏิบัติการโดยตรง ไม่ว่าจะด้วยเหตุผลใดก็ตาม ห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจว่าการทำงาน และสถานะการสอบเทียบของเครื่องมือ นั้น ได้รับการตรวจสอบและแสดงผลเป็นที่น่าพอใจ

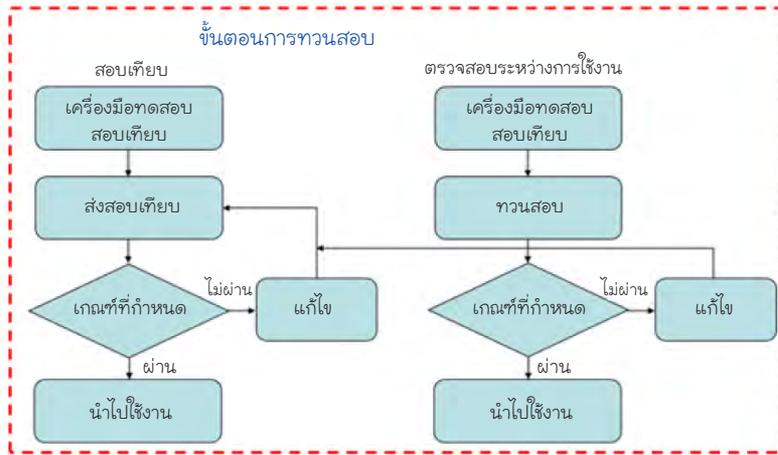
๕.๖.๓.๓ การตรวจสอบระหว่างการใช้งาน (intermediate checks) การตรวจสอบที่จำเป็น เพื่อให้มีความมั่นใจในสถานะการสอบเทียบของมาตรฐานอ้างอิง มาตรฐานปฐมภูมิ มาตรฐานรองลงมา หรือมาตรฐานระดับใช้งาน และวัสดุอ้างอิงต้องดำเนินการตามขั้นตอนการดำเนินงานและแผนงานที่กำหนดไว้

๕.๕.๑๐ ในกรณีที่จำเป็นต้องตรวจสอบเครื่องมือระหว่างการใช้งาน (intermediate checks) เพื่อให้มั่นใจสถานะการสอบเทียบของเครื่องมือ การตรวจสอบเหล่านี้จะต้องดำเนินการตามขั้นตอนการดำเนินงานที่กำหนดไว้





๑๑. แนวทางการทวนสอบและการพิจารณาผล (ต่อ)



๒. สรุปจากมาตรฐาน (ดูขั้นตอนการทวนสอบ)

✎ เครื่องมือทดสอบ สอบเทียบต้องมีความแม่นยำตามต้องการหรือตามเกณฑ์ที่กำหนด

✎ ตรวจสอบเครื่องมือระหว่างการใช้งาน เพื่อให้มั่นใจสถานะการสอบเทียบของเครื่องมือ

✎ การตรวจสอบเครื่องมือระหว่างการใช้งาน ควรดำเนินการตรวจสอบตามแผนที่กำหนด

✎ เครื่องมือทดสอบ สอบเทียบที่อยู่นอกเหนือการควบคุม ต้องได้รับการตรวจสอบว่ายังมี ความแม่นยำตามต้องการหรือตามเกณฑ์ที่กำหนดก่อนนำกลับมาใช้งาน

๓. แนวทางการทวนสอบผล (TUR < 4:1)

พิจารณาค่าผิดพลาดรวมของเครื่องมือเปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับที่กำหนดไว้

ค่าผิดพลาดรวม < เกณฑ์การยอมรับ = ผ่าน

ค่าผิดพลาดรวม > เกณฑ์การยอมรับ = ไม่ผ่าน

เมื่อ ค่าผิดพลาดรวม = Error + Uncertainty



✎ พิจารณาค่าผิดพลาดของเครื่องมือที่ได้จากการสอบเทียบเปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับที่กำหนดไว้

ค่าผิดพลาด < เกณฑ์การยอมรับ = ผ่าน

ค่าผิดพลาด > เกณฑ์การยอมรับ = ไม่ผ่าน

✎ พิจารณา Acceptance Limit ไม่น้อยกว่า 25% ของ tolerance limit

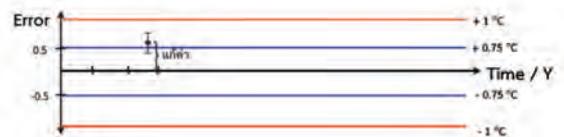


✎ พิจารณาค่าความไม่แน่นอนของเครื่องมือที่ได้จากการสอบเทียบเปรียบเทียบกับเกณฑ์การยอมรับที่กำหนดไว้

ค่าความไม่แน่นอน < เกณฑ์การยอมรับ = ผ่าน

ค่าความไม่แน่นอน > เกณฑ์การยอมรับ = ไม่ผ่าน

✎ กรณีใช้งานเครื่องมือต้องทำการแก้ค่าผิดพลาดทุกครั้ง



๔. แบบฝึกหัด

มาตรฐานกำหนดค่าถูกต้องของเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบเท่ากับ + 0.05 °C เมื่อส่งเครื่องมือไปสอบเทียบพบว่า

Error เท่ากับ - 0.07 °C, Uncertainty + 0.05 °C

๑. เครื่องมือสามารถใช้งานได้หรือไม่

๒. จากข้อ ๑ ถ้าต้องการนำเครื่องมือไปใช้งานควรทำอย่างไร





๑๒. แนวคิดการพิจารณาช่วงเวลาในการสอบเทียบ (Calibration Intervals)



๑. สิ่งที่ต้องพิจารณาในการกำหนดระยะเวลาการสอบเทียบ

- ค่าความถูกต้องของเครื่องมือวัดที่ต้องการ
- ชนิดของเครื่องมือ
- แนวโน้มชุดข้อมูลของผลการสอบเทียบ
- ความถี่ในการวัดเทียบค่าเป็นเครื่องมือมาตรฐาน (Cross-Check)
 - ความถี่และคุณภาพของการตรวจสอบระหว่างการใช้งาน (Intermediate check)
 - ความถี่ในการใช้งานเครื่องมือ
 - กระบวนการขนย้ายเครื่องมือ
 - เจ้าหน้าที่ที่ใช้เครื่องมือ
 - คำแนะนำจากผู้ผลิตเครื่องมือ
 - ความเสี่ยงของผลสอบเทียบจะเกินเกณฑ์ที่กำหนด

ใช้เครื่องมือที่มีความถูกต้องต่ำ
อาจจะมีค่าสอบเทียบที่สูง ?

๒. ปัจจัยเบื้องต้นในการกำหนด Calibration Intervals

การกำหนดหรือการเปลี่ยนแปลง Calibration Intervals ควรพิจารณาความสมดุลระหว่างความเสี่ยงของการใช้ผลของเครื่องมือกับค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบ โดยพิจารณาจาก

- ความสามารถของเครื่องดีกว่าค่าคาดหวัง
- การเลื่อนค่าของเครื่องมือวัด
- มีประวัติการปรับแต่ง
- ผลการสอบเทียบที่ผ่านมา
- ขอบเขตในการใช้งานเครื่องมือ
- ผลกระทบที่เกิดจากสภาวะแวดล้อม
- คำแนะนำจากผู้ผลิตเครื่องมือ
- ค่าความไม่แน่นอนของการวัดที่ต้องการ
- เปรียบเทียบกับเครื่องมือที่มีลักษณะคล้ายกัน

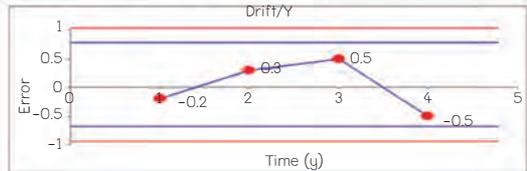
๓. แนวทางการขยายระยะเวลาการสอบเทียบ

- Method 1 automatic adjustment
- Method 2 Control chart
- Method 3 In service checking

♦ Method 1

Method 1: Automatic adjustment

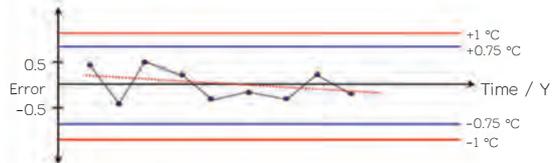
Item (Y)	STD	UUC	Error	Uncer.
1	40.0	39.8	-0.2	0.1
2	40.0	40.3	0.3	0.1
3	40.0	40.5	0.5	0.1
4	40.0	39.5	-0.5	0.1



♦ Method 2

Method 2: Control chart

นำผลการสอบเทียบของเครื่องมือ Plot เทียบกับระยะเวลา และทำการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาเหตุที่จะเกิด

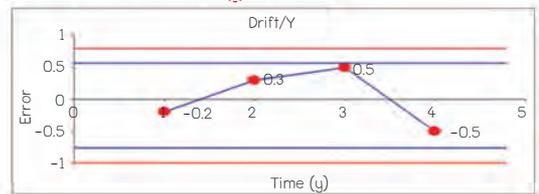


เป็นวิธีที่นิยมใช้

พิจารณา

- กระจายของชุดข้อมูล
- แนวโน้มของข้อมูล

Item (Y)	STD	UUC	Error	Uncer.
1	40.0	39.8	-0.2	0.1
2	40.0	40.3	0.3	0.1
3	40.0	40.5	0.5	0.1
4	40.0	39.5	-0.5	0.1



พิจารณา

- แนวโน้มของข้อมูล โดยอาจใช้สมการเส้นตรงในการพิจารณาแนวโน้มที่เกิดขึ้น โดยใช้ Function ใน Excel ช่วย

Item (Y)	STD	UUC	Error	Uncer.
1	40.0	39.8	-0.2	0.1
2	40.0	40.3	0.3	0.1
3	40.0	40.5	0.5	0.1
4	40.0	39.5	-0.5	0.1



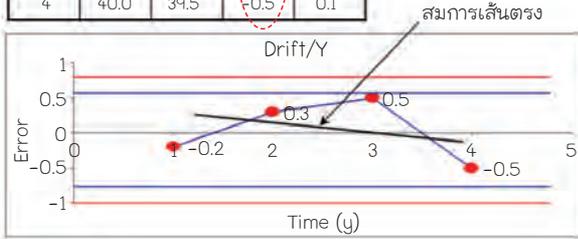


๑๒. แนวคิดการพิจารณาช่วงเวลาในการสอบเทียบ (Calibration Intervals) (ต่อ)

พิจารณา

- แนวโน้มของข้อมูล

Item (Y)	STD	UUC	Error	Uncer.
1	40.0	39.8	-0.2	0.1
2	40.0	40.3	0.3	0.1
3	40.0	40.5	0.5	0.1
4	40.0	39.5	-0.5	0.1



พิจารณา

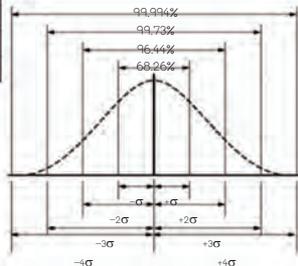
- การกระจาย

$$\bar{x} \pm \sigma \frac{Sd}{\sqrt{n}}$$

Item (Y)	STD	UUC	Error	Uncer.
1	40.0	39.8	-0.2	0.1
2	40.0	40.3	0.3	0.1
3	40.0	40.5	0.5	0.1
4	40.0	39.5	-0.5	0.1

$\bar{x} = 0.03, Sd = 0.1980$
 $Sd_{(95\%)} = 1.96 * 0.1980$
 $= 0.3881$

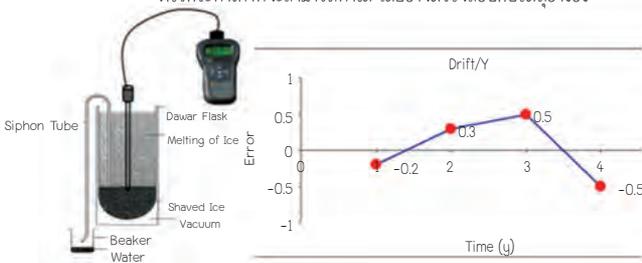
การกระจายของชุดข้อมูลไม่ควรเกิน 1/4 ของเกณฑ์การยอมรับสามารถขยายได้



♦ Method 3

Method 3: In service checking

วิธีนี้สามารถนำไปใช้กับ Method 1 และ Method 2 ได้ ซึ่งวิธีการนี้แนะนำให้ทำการตรวจสอบ Parameters ที่สำคัญ การตรวจสอบควรกระทำเท่าที่จะสามารถทำได้ โดยอาจตรวจสอบกับวัตถุอ้างอิง



๔. แบบฝึกหัด

ตู้อบฆ่าเชื้อมีเกณฑ์การยอมรับ + 1 °C จากประวัติผลการสอบเทียบตู้อบ No.1 และ No.2 ตลอด ๕ ปี โดยทำการสอบเทียบทุกปี ในความเห็นของท่าน ตู้อบทั้งสองจำเป็นต้องสอบเทียบทุกปีหรือไม่ เพราะเหตุใด (อธิบายเหตุผลด้วยกราฟ ตาม Method 2)

ประวัติผลการสอบเทียบตู้อบ No.1

Item (Y)	STD	UUC	Error	Uncer.
1 (Y)	100.0	99.9	-0.1	0.1
2 (Y)	100.0	99.2	-0.8	0.1
3 (Y)	100.0	100.0	0.0	0.1
4 (Y)	100.0	99.3	-0.7	0.1
5 (Y)	100.0	99.1	-0.9	0.1

ประวัติผลการสอบเทียบตู้อบ No.2

Item (Y)	STD	UUC	Error	Uncer.
1 (Y)	100.0	99.1	-0.9	0.1
2 (Y)	100.0	99.2	-0.8	0.1
3 (Y)	100.0	99.3	-0.7	0.1
4 (Y)	100.0	99.2	-0.8	0.1
5 (Y)	100.0	99.3	-0.7	0.1

เอกสารอ้างอิง

1. Guideline for Calibration and Check of Temperature Controlled Enclosures, TLAS - G20
2. Measurement management system requirement for measurement processes and measuring equipment, ISO 10012:2003
3. Requirement for the Calibration of Measuring and Test Equipment, ANSI/NCSL Z540.3
4. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17025-2548 (ISO/IEC 17025 : 2005)
5. Guideline for the determination of calibration intervals of measuring instruments, ILAC-G24 Edition 2007(E)





ภาคผนวก (ค)

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ และกำหนดการ





โครงการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ ประจำปีงบประมาณ ๒๕๕๗

การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยใช้ Ice point

ระหว่างวันที่ ๑๒-๑๓ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๗ (รวม ๒ วัน)

ยุทธศาสตร์กรมฯ :	พัฒนาและรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์และสาธารณสุข
ผลผลิต ๑ :	ห้องปฏิบัติการด้านการแพทย์และสาธารณสุขมีมาตรฐานสากล
กิจกรรมหลัก ๑ :	พัฒนาห้องปฏิบัติการอ้างอิงทางการแพทย์และสาธารณสุข
ชื่อแผนงาน	พัฒนาระบบคุณภาพและวิชาการ
งาน/โครงการ	พัฒนาระบบคุณภาพ
	<input checked="" type="checkbox"/> อยู่ในแผนปฏิบัติการ ประจำปี ๒๕๕๗

๑. หลักการและเหตุผล

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์เป็นห้องปฏิบัติการหลักด้านการแพทย์และสาธารณสุขของประเทศ จึงต้องสามารถสร้างความเชื่อมั่นให้ผู้ใช้ข้อมูล เกิดความมั่นใจว่าผลการศึกษาวิจัย ผลการตรวจวิเคราะห์ การทดสอบทางห้องปฏิบัติการ มีความถูกต้องสมบูรณ์ เครื่องมือวิทยาศาสตร์ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบบริหารคุณภาพที่มีผลกระทบต่อผลการตรวจวิเคราะห์ นอกเหนือจาก บุคลากรที่มีความชำนาญ และวิธีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ การสอบเทียบ การตรวจสอบระหว่างใช้งาน และบำรุงรักษาเครื่องมือวิทยาศาสตร์ จึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น ในบรรดาเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ เช่น Incubator Oven หรือ Freezer ต้องใช้เทอร์โมมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิ เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิตู้เป็นประจำ ซึ่งต้องได้รับการสอบเทียบเครื่องมือเพื่อให้มั่นใจว่าเทอร์โมมิเตอร์นั้นให้ค่าการวัดที่ถูกต้องแก่ผู้ใช้งาน เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นในการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ในแต่ละปี กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบเครื่องมือนี้ไม่ต่ำกว่า ๑๐ ล้านบาท เฉพาะค่าสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์เป็นเงินประมาณ ๕.๘ แสนบาทต่อปี การพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ ความเข้าใจ สามารถปฏิบัติการตรวจสอบค่าความถูกต้องของเครื่องมือวัดอุณหภูมิระหว่างใช้งาน โดยใช้ Ice point ซึ่งเป็นวิธีที่เป็นที่ยอมรับ มีมาตรฐาน จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ดี ที่สามารถลดค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบเทอร์โมมิเตอร์ได้

ดังนั้น คณะทำงานด้านการบำรุงรักษาและสอบเทียบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภายใต้คณะกรรมการพัฒนาระบบบริหารคุณภาพห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ จึงเห็นความจำเป็นในการจัดให้มีการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยใช้ Ice point

๒. วัตถุประสงค์ เพื่อให้บุคลากรกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ประกอบด้วย ผู้จัดการคุณภาพ หัวหน้าและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ ได้รับความรู้ ความเข้าใจ สามารถนำไปพัฒนางานในระบบคุณภาพ

๓. กลุ่มเป้าหมาย บุคลากรกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ประกอบด้วย ผู้จัดการคุณภาพ หัวหน้าและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ จำนวน ๕๐ คน

- ๔. กิจกรรม**
- บรรยายการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยใช้ Ice point วันที่ ๑๒ มิถุนายน ๒๕๕๗
 - ฝึกปฏิบัติการตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยใช้ Ice point วันที่ ๑๓ มิถุนายน ๒๕๕๗

๕. ระยะเวลาดำเนินการ วันที่ ๑๒-๑๓ มิถุนายน ๒๕๕๗ (รวม ๒ วัน)

๖. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

๖.๑ ผู้จัดการคุณภาพทุก สถาบัน/สำนัก/กอง/ศูนย์ ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้รับความรู้ ความเข้าใจ สามารถนำไปพัฒนางานในระบบคุณภาพ

๖.๒ ลดจำนวนเครื่องมือวัดอุณหภูมิที่สอบเทียบและลดค่าใช้จ่ายในการสอบเทียบเครื่องมือวิทยาศาสตร์

๗. หน่วยงานที่รับผิดชอบ

คณะทำงานด้านการบำรุงรักษาและสอบเทียบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ภายใต้คณะกรรมการพัฒนาระบบบริหารคุณภาพห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ในคณะกรรมการบริหารระบบคุณภาพ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์





กำหนดการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิโดยใช้ Ice point
วันที่ ๑๒ - ๑๓ มิถุนายน ๒๕๕๗
ณ ห้องประชุม ๘๐๑ อาคาร ๘ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

วันที่ ๑๒ มิถุนายน ๒๕๕๗

- | | |
|---------------|---|
| ๘.๓๐-๙.๓๐ น | ลงทะเบียน |
| ๙.๓๐-๙.๔๕ น | เปิดประชุมโดยผู้อำนวยการประกันคุณภาพ |
| ๙.๔๕-๑๒.๐๐ น | <ul style="list-style-type: none">• พื้นฐานการวัดและการสอบเทียบทางอุณหภูมิ (Calibration) |
| ๑๒.๐๐-๑๓.๐๐ น | พักรับประทานอาหารกลางวัน |
| ๑๓.๐๐-๑๕.๐๐ น | <ul style="list-style-type: none">• หลักการตรวจสอบระหว่างใช้งานเครื่องมือวัด (Interval check)• การตรวจสอบเครื่องมือวัด: เทอร์โมมิเตอร์ |
| ๑๕.๑๕-๑๖.๐๐ น | <ul style="list-style-type: none">• วิธีทำ Ice point ง่ายๆ & WI: การตรวจสอบด้วย Ice point |
| ๑๖.๐๐-๑๖.๓๐ น | <ul style="list-style-type: none">• สรุปประเด็น การเสนอแนะและถามตอบ |

วันที่ ๑๓ มิถุนายน ๒๕๕๗

- | | |
|---------------|---|
| ๙.๓๐-๑๒.๐๐ น | <ul style="list-style-type: none">• ฝึกปฏิบัติการทำ Ice point check ง่ายๆ (แบ่งกลุ่ม) |
| ๑๒.๐๐-๑๓.๐๐ น | พักรับประทานอาหารกลางวัน |
| ๑๓.๐๐-๑๔.๓๐ น | <ul style="list-style-type: none">• ประเมินผล Ice point check• ความถี่ในการสอบเทียบและการตรวจสอบเครื่องวัดระหว่างใช้งาน (Calibration interval & Checking interval) |
| ๑๔.๔๕-๑๕.๓๐ น | <ul style="list-style-type: none">• การพิจารณาผลการสอบเทียบ/ตรวจสอบเพื่อหาแนวโน้มความคลาดเคลื่อนของเครื่องมือวิทยาศาสตร์ |
| ๑๖.๐๐-๑๖.๓๐ น | <ul style="list-style-type: none">• สรุปประเด็น การเสนอแนะและถามตอบ |

หมายเหตุ : พักรับประทานอาหารว่าง เวลาประมาณ ๑๐.๓๐-๑๐.๔๕ น. และ ๑๕.๐๐-๑๕.๑๕ น.
พักรับประทานอาหารกลางวัน เวลาประมาณ ๑๒.๐๐-๑๓.๐๐ น.





ภาคผนวก (ง)

การประเมินผลจากการอบรม





การประเมินผลการอบรม

แบบทดสอบ Pre-test/ Post-test

๑. ความถูกต้องของเครื่องมือวัดหมายถึงอะไร
๒. การสอบเทียบกลับได้เชิงมาตรวิทยาหมายถึงอะไร มีความสำคัญอย่างไร
๓. ค่า correction และค่า error ในใบรับรองผลการสอบเทียบมีการนำไปใช้งานแตกต่างกันอย่างไร
๔. การทวนสอบเครื่องมือวัดระหว่างการใช้งานมีความสำคัญอย่างไร
๕. หน่วยวัดอุณหภูมิตามมาตรฐานสากลคืออะไร
๖. การเก็บประวัติค่าอุณหภูมิของ Ice Point ในการเตรียม Ice Point ในแต่ละครั้งมีความสำคัญอย่างไร
๗. สิ่งพึงปฏิบัติในการเตรียม Ice Point มีอะไรบ้าง
๘. เกณฑ์การยอมรับของเครื่องมือ มีหลักในการกำหนดอย่างไร อะไรบ้าง
๙. เกณฑ์การยอมรับของตู้อบฆ่าเชื้อ $\pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ และผลการสอบเทียบ ได้ผลตามตารางที่ ๑ ในความคิดของท่าน ผลของการสอบเทียบตู้อบฆ่าเชื้อสามารถใช้ได้หรือไม่ และจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของท่าน ให้ใช้หาค่าต่อไปนี้
๑. หา Test Uncertainty Ratio
๒. หา Acceptance Limit

ตารางที่ ๑

Standard reading ($^{\circ}\text{C}$)	UUC reading ($^{\circ}\text{C}$)	Error ($^{\circ}\text{C}$)	Uncertainty
135	135.6	0.6	0.5

๑๐. การเตรียม Ice Point มีขั้นตอนการเตรียมอย่างไรบ้าง และสามารถนำไปทวนสอบเครื่องมือวัดชนิดใดได้บ้าง

เฉลยแบบทดสอบ Pre-test/ Post-test

๑. หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือวัดที่จะให้การตอบสนองที่ใกล้เคียงกับค่าจริงหรือค่าอ้างอิงหรือค่ามาตรฐาน
๒. มีความสำคัญ คือ ผลการวัดนั้นสามารถสัมพันธ์กับสิ่งอ้างอิง โดยสายโซ่ที่ไม่ขาดช่วงของการสอบเทียบต่างๆ
๓. แตกต่างกัน คือ Correction นำไปบวก, Error นำไป ลบ กับค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือ





๔. มีความสำคัญ คือ เพื่อให้มั่นใจผลการวัดที่ได้จากการสอบเทียบว่ายังคงสามารถใช้งาน ได้ตรงตามวัตถุประสงค์

๕. เคลวิน, K

๖. เพื่อยืนยันความสามารถในการเตรียมหรือค่าความสามารถในการทำซ้ำของค่าอุณหภูมิ ของ Ice Point

๗. อุปกรณ์ทุกชิ้นต้องสะอาด, ใส่ถุงมืออย่างในการเตรียม Ice Point, หลีกเลี่ยงการปนเปื้อนต่างๆ เช่น เกลือ ซึ่งอาจทำให้อุณหภูมิของ Ice point ที่ได้ต่ำกว่าที่ควร

๘. กำหนดจากมาตรฐานของการทดสอบต่างๆ, กำหนดจากคู่มือของผู้ผลิตเครื่องมือ, กำหนดตามความเหมาะสมเพื่อให้สอดคล้องกับงานที่ใช้

๙. ตู้อบฆ่าเชื้อใช้งานได้หรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับแนวทางในการพิจารณา, $TUR = 2$, $Acceptance\ Limit = +/- 0.5$

๑๐. สามารถใช้ทวนสอบ เครื่องมือ Digital Thermometer with probe, Liquid in Glass thermometer

ขั้นตอนการเตรียม Ice Point

๑๐.๑ ทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกชิ้น รวมถึงมือของผู้เตรียมด้วยน้ำบริสุทธิ์

๑๐.๒ เติมน้ำบริสุทธิ์ลงในภาชนะบรรจุประมาณ ๑ ใน ๓ ส่วน

๑๐.๓ เติมน้ำแข็งใส่ที่เตรียมไว้ อัดลงไปจนเต็มภาชนะบรรจุ

๑๐.๔ ใส่ท่ออย่าง siphon ลงไปโดยให้ปลายท่ออยู่ระดับความลึกประมาณ ๑ ใน ๓ ส่วน

๑๐.๕ ปลดปล่อยทิ้งไว้ประมาณ ๑๕-๒๐ นาที เพื่อให้อุณหภูมิดังที่

ผลประเมิน Pre-test/ Post-test

มีผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ ทั้งสิ้น ๔๕ คน

• ประเมินความรู้ เกณฑ์ยอมรับคือ ร้อยละ ๘๐

➤ ประเมินความรู้ก่อนฝึกอบรม มีผู้เข้ารับการทดสอบ ๓๒ คน มีผู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ ๑๒.๕

➤ ประเมินความรู้หลังฝึกอบรม มีผู้เข้ารับการทดสอบ ๒๗ คน มีผู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ ๙๖.๓

➤ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบเครื่องมือวัดเทอร์โมมิเตอร์

๘๔.๗ (ข้อมูลจาก แบบประเมินความพึงพอใจ)





แบบประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เข้ารับการอบรมเชิงปฏิบัติการ
เรื่อง การตรวจสอบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ โดยใช้ Ice point
วันที่ ๑๒ - ๑๓ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๗
ณ ห้องประชุม ๘๐๑ อาคาร ๘ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ตอนที่ ๑ ข้อมูลพื้นฐาน

- ๑. เพศ □ ชาย □ หญิง
๒. อายุ □ ๒๑ - ๓๐ ปี □ ๓๑ - ๔๐ ปี
□ ๔๑ - ๕๐ ปี □ ๕๑ ปีขึ้นไป
๓. ระดับการศึกษา □ ปริญญาตรี □ ปริญญาโท
□ ปริญญาเอก □ อื่นๆ(ระบุ)
๔. อาชีพ □ ข้าราชการ □ ลูกจ้างประจำ
□ พนักงานราชการ □ พนักงานกระทรวงสาธารณสุข
□ ลูกจ้างชั่วคราว □ จ้างเหมาบริการ
๕. ระดับในการปฏิบัติ (เฉพาะข้าราชการ) □ ผู้อำนวยการ □ หัวหน้างาน
□ เจ้าหน้าที่ □ อื่นๆ(ระบุ)

ตอนที่ ๒ การประเมินความรู้ ความเข้าใจ ก่อนและหลังการเข้าอบรมเชิงปฏิบัติการ

คำอธิบาย โปรดแสดงความคิดเห็นโดยทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด ในหัวข้อต่างๆ

Table with 6 columns: หัวข้อ, ระดับความรู้ ความเข้าใจ (มากที่สุด, มาก, ปานกลาง, น้อย, น้อยที่สุด) and 3 rows of evaluation items.





ตอนที่ ๓ ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดฝึกอบรม

หัวข้อ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
๑. ด้านวิทยากร					
: อาจารย์พิเศษ วงษ์นุช					
๑.๑. การเตรียมตัวและความพร้อมของวิทยากร					
๑.๒. ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้					
๑.๓. ใช้ภาษาเหมาะสมและเข้าใจง่าย					
๑.๔. การให้คำแนะนำ หรือตอบคำถามของวิทยากร					
: อาจารย์พงษ์เทพ ภู่อุณหะโร					
๑.๕. การเตรียมตัวและความพร้อมของวิทยากร					
๑.๖. ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้					
๑.๗. ใช้ภาษาเหมาะสมและเข้าใจง่าย					
๑.๘. การให้คำแนะนำ หรือตอบคำถามของวิทยากร					

ตอนที่ ๓ ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดฝึกอบรม (ต่อ)

หัวข้อ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
๒. ปัจจัยเกื้อหนุนในการฝึกอบรม					
๒.๑. สถานที่มีความเหมาะสม					
๒.๒. ความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์					

ตอนที่ ๔ ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง

.....

.....

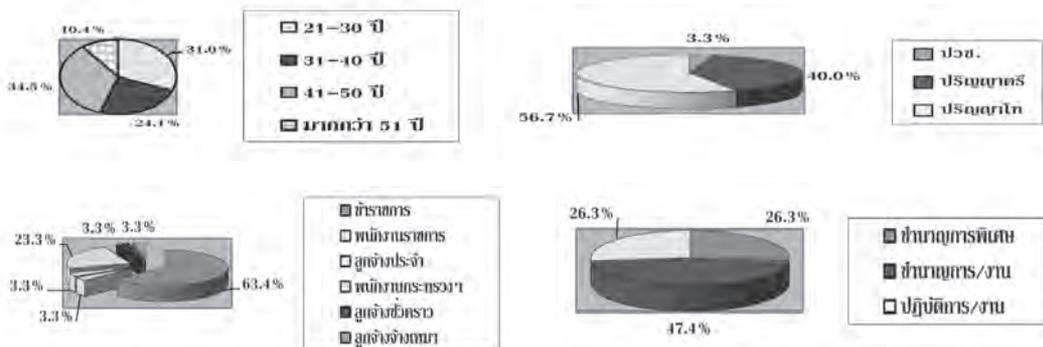




ผลประเมินความพึงพอใจ

มีผู้เข้าร่วมอบรมเชิงปฏิบัติการ ทั้งสิ้น ๔๕ คน ผู้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจ มีจำนวน ๓๐ คนสรุปความพึงพอใจได้ดังต่อไปนี้

๑. ข้อมูลพื้นฐาน



๒. ความรู้ ความเข้าใจ ก่อนและหลังการเข้าอบรมเชิงปฏิบัติการ

หัวข้อ	ระดับความรู้ ความเข้าใจ (เฉลี่ยร้อยละ)	เกณฑ์การแปลผล
๑. ความรู้ ความเข้าใจ ก่อน การอบรม	๔๘.๓	น้อยที่สุด
๒. ความรู้ ความเข้าใจ หลัง การอบรม	๘๒.๘	มาก
๓. สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในการตรวจสอบเครื่องมือวัดเทอร์โมมิเตอร์	๘๔.๓	มาก

๓. ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดฝึกอบรม

หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ (เฉลี่ยร้อยละ)	เกณฑ์การแปลผล
๑. ด้านวิทยากร		
อาจารย์พิเศษ วงษ์นุช		
๑.๑ การเตรียมตัวและความพร้อมของวิทยากร	๘๘.๓	มาก
๑.๒ ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้	๘๘.๙	มาก
๑.๓ ใช้ภาษาเหมาะสมและเข้าใจง่าย	๘๑.๙	มาก





หัวข้อ	ระดับ ความพึงพอใจ (เฉลี่ยร้อยละ)	เกณฑ์ การแปลผล
๑.๔ การให้คำแนะนำ หรือตอบคำถามของวิทยากร	๘๗.๖	มาก
อาจารย์พงษ์เทพ ภู่อุณหะโร		
๑.๕ การเตรียมตัวและความพร้อมของวิทยากร	๘๖.๒	มาก
๑.๖ ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้	๘๖.๒	มาก
๑.๗ ใช้ภาษาเหมาะสมและเข้าใจง่าย	๘๔.๘	มาก
๑.๘ การให้คำแนะนำ หรือตอบคำถามของวิทยากร	๘๖.๒	มาก
๒. ปัจจัยเกื้อหนุนในการฝึกอบรม		
๒.๑. สถานที่มีความเหมาะสม	๘๔.๘	มาก
๒.๒. ความพร้อมของวัสดุ อุปกรณ์	๘๒.๐	มาก

๔. ปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง

➢ ข้อเสนอเพื่อการปรับปรุงด้านการสอบเทียบกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ให้เป็นระบบเดียวกันทั้งกรม ควรให้คณะทำงานฯ เป็นผู้กำกับแผนปฏิบัติงาน รายละเอียด การสอบเทียบเครื่องมือทั้งหมดของกรมฯ พร้อมเป็นผู้ดูแลด้านงบประมาณ เพื่อสนับสนุนการสอบเทียบ จะทำให้ได้ข้อมูลภาพรวมและประเมินผลได้

➢ อยากได้เอกสารอ้างอิงเพื่อจะได้อ่านเพิ่มเติม หรือขยายความรู้ หรือบอกแหล่งสืบค้นเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น

➢ อยากให้บุคลากรในหน่วยงานได้เข้าอบรมร่วมกันได้หลาย ๆ คน

➢ เหน็ดเหนื่อยจากการเดินทางจากต่างจังหวัดมาร่วมอบรม ทำให้รับข้อมูลไม่ครบถ้วน

➢ มีไฟฟ้าดับ วิทยากรเสียงเบา ทำให้ได้ยินไม่ชัดเจน ทำให้การตอบข้อซักถาม ได้ยินไม่ทั่วถึง

➢ อยากให้ผู้จัดประสานกับโรงแรม เพื่อให้ผู้เข้าอบรมได้รับอัตราค่าที่พักในราคาที่ถูกกว่าที่จองเอง

➢ เป็นการประชุมที่ดี มีประโยชน์มาก สามารถนำมาใช้ในงานประจำได้

เกณฑ์การแปลผล

คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	๙๐-๑๐๐	หมายความว่า มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	๘๐-๘๙.๙	หมายความว่า มาก
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	๗๐-๗๙.๙	หมายความว่า ปานกลาง
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	๖๐-๖๙.๙	หมายความว่า น้อย
คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	น้อยกว่า ๕๙.๙	หมายความว่า น้อยที่สุด





ภาคผนวก (จ)

รายชื่อผู้เข้าอบรมภาคบรรยายและภาคปฏิบัติ





ผู้เข้าอบรมภาคบรรยายและภาคปฏิบัติ

ภาคบรรยาย

สำนักจัดการความรู้และเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์การแพทย์

- | | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| ๑. นางहरรรษา ไชยวานิช | ผู้อำนวยการประกันคุณภาพ |
| ๒. นางสาวชนันพร จันนุ้ย | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ |
| ๓. นางสาวธนพร เปี่ยมเข้ม | นักจัดการงานทั่วไป |
| ๔. นางสาวอภิญา เขี่ยมมิ่ง | เจ้าหน้าที่ธุรการ |
| กองแผนงานและวิชาการ | |
| ๕. นางวิมลฐา เอกชมานนท์ | นักวิเคราะห์นโยบายและแผนชำนาญการพิเศษ |

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| ๖. นางสุพใจ ผลอำไพสถิตย์ | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ |
| ๗. นางพนิตสา เกตุเงิน | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ |
| ๘. นางสาวศรวิรรณา หทัยานานนท์ | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ |
| ๙. นางสาวสุวรรณดี ทรัพย์เจริญ | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ |
| ๑๐. นางสาวฉกาพรธณ ลิงหิ้วย | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ |
| ๑๑. นางอัจฉริยา ลูกบัว | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ |
| ๑๒. นางสาวนิตยา เมธาวณิชพงษ์ | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ |
| ๑๓. นางสรรทิพย์ กองจร | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ |
| ๑๔. นางสาวสินิณณภา อินทรประพันธ์ | นักเทคนิคการแพทย์ปฏิบัติการ |
| ๑๕. นางสาวเพทยา อุ่นผล | นักเทคนิคการแพทย์ปฏิบัติการ |
| ๑๖. นางอภิรดี อดิรางกูร ณ อยุธยา | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ |
| ๑๗. นางสาวกฤษณา ภูริกิตติชัย | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ |
| ๑๘. นางสาวธิตติยา บุรณถาวรสม | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ |
| ๑๙. นายณัฐวัฒน์ ภาภิรมย์ | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ |
| ๒๐. นางสาวจากรุวรรณ ทองนาค | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ |
| ๒๑. นางสาวปัทมา อายุโย | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ |
| ๒๒. นางสาวปรีชา กรมสุริยศักดิ์ | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ |
| ๒๓. นายณัฐพงษ์ ชื่นบาน | นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ |

สถาบันชีวิตฤ

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| ๒๔. นางสาวเกวลิน รักษาธรรม์ | เภสัชกรปฏิบัติการ |
|-----------------------------|-------------------|

ศูนย์พิษวิทยา

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| ๒๕. นางสุจิตรา ลิกพันธ์ | นักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการ |
|-------------------------|---------------------------|





สถาบันวิจัยสมุนไพรมะลิ

๒๖. นางสาวดวงเพ็ญ ปัทมดิกล

เภสัชกรชำนาญการพิเศษ

๒๗. นางสาวปัทมาวดี เสดะกัณณะ

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร

๒๘. นายสมชาย กิจสุวรรณกุล

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ

๒๙. นางทองสุข ปายะนันทน

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ

สำนักเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย

๓๐. นางสาวจรรยา มีศรี

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ

๓๑. นายเอนก ร่วมญาติ

พนักงานห้องปฏิบัติการ

สำนักยาและวัตถุเสพติด

๓๒. นางสาวจิรานุช แจ่มทวีกุล

เภสัชกรชำนาญการพิเศษ

สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์

๓๓. นายพรเทพ จันท์คุณภาส

นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ

๓๔. นายยุทธนา บางม่วง

นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการ

สถาบันชีววิทยาศาสตร์การแพทย์

๓๕. นางสาวดวงรัตน์ จุลอักษร

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๒ พิษณุโลก

๓๖. นายเนอดล เปี่ยมศิริ

นักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการ

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๓ นครสวรรค์

๓๗. นางสาววิจิราภรณ์ พุ่มเกตุ

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๕ สมุทรสงคราม

๓๘. นางณัฐชัลย์ย์ บุญไทย

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ

๓๙. นางสาวสุคนธ์ทิพย์ ปุจฉาการ

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๖ ชลบุรี

๔๐. นางนิตยา เพียรทรัพย์

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ

๔๑. นายวันนพ สุนันท์รุ่งอังคณา

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๘ อุตรธานี

๔๒. นางสาวจรรุภา พิมพ์คำ

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๙ นครราชสีมา

๔๓. นางไพริน หาปัญญา

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๑๐ อุบลราชธานี

๔๔. นางสาวจริยา สุขผล

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ

ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๑๑ สุราษฎร์ธานี

๔๕. นางสาวกฤษณี เรืองสมบัติ

นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ





ภาคปฏิบัติ

กลุ่มที่ ๑.

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
๑.	นางสาวนิตยา เพียรทรัพย์	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๖ ชลบุรี
๒.	นายวันนพ สุนันท์รุ่งเรืองคณา	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๖ ชลบุรี
๓.	นางไพริน หาปัญญา	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๙ นครราชสีมา
๔.	นางสาวกฤษณา ภูริกิตติชัย	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
๕.	นายรัฐพงษ์ ชื่นบาน	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
๖.	นางสาวจิราณูช แจ่มทวีกุล	สำนักยาและวัตถุเสพติด

กลุ่มที่ ๒

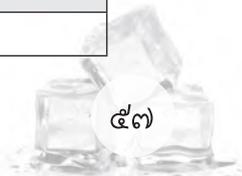
ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
๑.	นางอัจฉริยา ลูกบัว	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
๒.	นางอรיתי อิศรากร ณ อยุธยา	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
๓.	นางสาวธิติยา บุรณถาวรสม	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
๔.	นางสาวสิณณนาฎ อินทรประพันธ์	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
๕.	นายเอนก ช่วยญาติ	สำนักเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย

กลุ่มที่ ๓

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
๑.	นางสุจิตรา ลิกพันธ์	ศูนย์พิษวิทยา
๒.	นางพนิตสา เกตุเงิน	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
๓.	นางสาวเกวลิน รักษาสรณ์	สถาบันชีววัตถุ
๔.	นางณัฐชัลย์ย์ บุญไทย	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๕ สมุทรสงคราม
๕.	นางสาวสุนันท์ทิพย์ ปุจฉาการ	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๕ สมุทรสงคราม
๖.	นายพรเทพ จันท์คุณภาส	สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์
๗.	นางสาววิชรภรณ์ พุ่มเกต	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๓ นครสวรรค์
๘.	นางสาวเพทาย อุ่นผล	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข

กลุ่มที่ ๔

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
๑.	นางสาวสุวรรณดี ทรัพย์เจริญ	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
๒.	นางสาวปัทมา आयูโย	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
๓.	นางสาวกฤษณี เรืองสมบัติ	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๑๑ สุราษฎร์ธานี
๔.	นางสาวจรรุภา พิมพ์คำ	ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ ๘ อุตรธานี
๕.	นางทองสุข ปายะนันท์	สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร
๖.	นายสมชาย กิจสุวรรณกุล	สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร
๗.	นายอภิชาติ โชติชูศรี	สถาบันชีววิทยาศาสตร์การแพทย์





ภาคผนวก (จ)

คณะทำงานด้านการบำรุงรักษา

และสอบเทียบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ ปี ๒๕๕๗

และผู้ประสานงาน





คณะกรรมการด้านการบำรุงรักษาและสอบเทียบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ (คำสั่ง กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่ ๑๖๓/๒๕๕๗)

๑. นางสาวพรรณทิพย์ ตียพันธ์ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์เชี่ยวชาญ	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ สาธารณสุข	ที่ปรึกษา
๒. นางสุใจ ผลอำไพสถิตย์ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ สาธารณสุข	ประธาน
๓. นางพนิตสา เกตุเงิน นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ สาธารณสุข	คณะกรรมการ
๔. นางสาวดวงเพ็ญ ปัทมดิกล เภสัชกรชำนาญการพิเศษ	สถาบันวิจัยสมุนไพร	คณะกรรมการ
๕. นายสมชาย กิจสุวรรณกุล นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ	สำนักคุณภาพและความปลอดภัย อาหาร	คณะกรรมการ
๖. นางสาวจรรยา มีศรี นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ	สำนักเครื่องสำอางและวัตถุ อันตราย	คณะกรรมการ
๗. นายพรเทพ จันทรคุณภาส นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ	สำนักรังสีและเครื่องมือแพทย์	คณะกรรมการ
๘. นางสาวโลมไสล วงศ์จินดา นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ	ศวก.ที่ ๓ นครสวรรค์	คณะกรรมการ
๙. นางสาวกฤษณา อุ่นภักดิ์ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ	ศวก.ที่ ๕ สมุทรสงคราม	คณะกรรมการ
๑๐. นางสาวนิตยา เพียรทรัพย์ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ	ศวก.ที่ ๖ ชลบุรี	คณะกรรมการ
๑๑. นายวิชัย ปราสาททอง นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ	ศวก.ที่ ๗ ขอนแก่น	คณะกรรมการ
๑๒. นางธัญญ์นิธิ จันทรเหลือง นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ	ศวก.ที่ ๗ ขอนแก่น	คณะกรรมการ
๑๓. นางศิริวรรณ จูเลี้ยง นักฟิสิกส์รังสีชำนาญการพิเศษ	ศวก.ที่ ๑๒/๑ ตรัง	คณะกรรมการ
๑๔. นางสาวศิริวรรณ หัตยานานนท์ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ สาธารณสุข	คณะกรรมการและ เลขานุการ
๑๕. นางสาวดวงรัตน์ จุลอักษร นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ	สถาบันชีววิทยาศาสตร์การแพทย์	คณะกรรมการและ ผู้ช่วยเลขานุการ





ผู้ประสานงานในการฝึกอบรม

ผู้ประสานงานด้านภาคปฏิบัติ

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
๑.	นางสาวนิตยา เมธาวณิชพงษ์	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
๒.	นางสรุทธิพิทย์ กองจร	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
๓.	นางสาวเพททาย อุ่นผล	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
๔.	นางสาวปรีญา กรมสุริยศักดิ์	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข

ผู้ประสานงานด้านบริหารจัดการ

ลำดับ	ชื่อ-นามสกุล	หน่วยงาน
๑.	นางสาวชนันพร จันนุ้ย	สำนักจัดการความรู้และเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์การแพทย์
๒.	นางสาวธนพร เปี่ยมเข้ม	สำนักจัดการความรู้และเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์การแพทย์
๓.	นางสาวอภิญญา เขี่ยมมิ่ง	สำนักจัดการความรู้และเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์การแพทย์
๔.	นายณัฐวัฒน์ ภาพิรมย์	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข





กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
DEPARTMENT OF MEDICAL SCIENCES

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

ถนนติวานนท์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000

โทรศัพท์ 0 2951 0000 ต่อ 99305 โทรสาร 0 2951 5449



TEXT & JOURNAL PUBLICATION CO., LTD.

บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด

เชี่ยวชาญเฉพาะ

งานพิมพ์หนังสือ-ตำรา

158/3 ซอยยาสูบ 1 ถนนวิภาวดีรังสิต แขวงจอมพล

เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร. 0 2617 8611 - 2 มือถือ 081 421 0753

แฟกซ์ 0 2617 8616 อีเมลล์ tj8575@gmail.com