

UPDATE

สมท. สาร ปีที่ 24 ฉบับที่ 3 เดือนกรกฎาคม - กันยายน ปี 2562

METROLOGY SOCIETY OF THAILAND



หน้า

3

ฟิวชั่น - พลังงานอนาคต?

6

การปรับปรุงคำศัพท์เฉพาะทางด้านมาตรวิทยา
บนพื้นฐานของ VIM ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 3
(ตอนที่ 1)

10

สารละลายมาตรฐานโซเดียม

16

รวมภาพกิจกรรม

สวัสดีค่ะ ท่านสมาชิกและท่านผู้อ่านทุกท่าน

ขณะนี้หลายท่านอาจจะกังวลกับภาวะเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งเชื่อมโยงมาจากเศรษฐกิจโลกด้วย ดังนั้น สิ่งที่สำคัญสำหรับผู้ประกอบการโดยเฉพาะ เอส เอ็ม อี คือ ต้องติดตามสถานการณ์อย่างใกล้ชิด และต้องปรับตัวให้ทันอยู่เสมอ มิฉะนั้น อาจต้องเลิกกิจการไปได้โดยง่าย ช่วงเวลาที่ผ่านมากิจกรรมการสมาคมฯ ได้มีโอกาสไปเยี่ยมชม บริษัท เค เอ็ม เอฟ จำกัด จังหวัดชลบุรี ผู้ผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรและชิ้นส่วนรถยนต์ ซึ่งจัดว่าอยู่ในระดับ เอส เอ็ม อี และได้รับการต้อนรับอย่างดียิ่ง จากคุณกมล ชุตีพงศ์นาวิณ เจ้าของกิจการ ซึ่งทางสมาคมฯ ต้องถือโอกาสขอบคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

บทเรียนที่คุณกมลได้ถ่ายทอดให้ฟัง นับว่าเป็นสิ่งที่มีคุณค่ามากกับการดำเนินธุรกิจ นั่นคือ การมีนวัตกรรมทางความคิด พัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง และบริหารจัดการโดยใช้ข้อมูลจริง จากการที่บริษัท ได้จัดทำระบบในการบริหารจัดการข้อมูลทั้งหมด ในรูปแบบดิจิทัล เป็นตัวอย่างของ เอส เอ็ม อี 4.0 ที่ทำจริง ใช้จริง และได้ผลจริง ซึ่งทำให้บริษัทสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ ตอบสนองลูกค้าได้อย่างรวดเร็ว ลดของเสียในกระบวนการผลิต พนักงานได้รับการพัฒนาทักษะด้านดิจิทัล ทั้งนี้ในการพัฒนาดังกล่าว คุณกมลได้คำนึงถึงวัฒนธรรมองค์กรด้วย เพื่อให้สามารถใช้ได้จริง ไม่ใช่แค่ทำโชว์ มาตรฐานเป็นอีกเรื่องที่คุณกมลให้ความสำคัญ เนื่องจากในเรื่องของการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์ มิติเป็นหัวใจหลักในกระบวนการผลิต จะมีระบบการวัดที่สามารถตรวจสอบได้ว่าผ่านสเปคหรือไม่ เรียกได้ว่าเป็นมาตรฐาน 4.0 ได้เลย ต้องชื่นชมและขอปรบมือดัง ๆ ให้กับ เค เอ็ม เอฟ ตัวอย่างของ เอส เอ็ม อี ไทย ที่มีความสามารถไม่แพ้ชาติใด

พบกันใหม่ฉบับหน้า

ดร. ลักษมี ปลั่งแสงมาศ

นายกสมาคมฯ

ฟิวชั่น - พลังงานอนาคต?

วัชร นุ่มหันธ์

เมื่อ ฟิวชั่น จะเป็นพลังงานแห่งอนาคต ก็แสดงว่าในปัจจุบันยังไม่มี และในอดีตยังไม่มี ยั่งยืนไหม?

ถ้าเป็นศรีธนชัย คงจะชี้ไปบนฟ้าตรงตำแหน่งดวงอาทิตย์ แล้วก็บอกว่า นั่นไง พลังงานฟิวชั่นที่มีมาตลอดตั้งแต่อดีต ปัจจุบัน และเลยไปถึงอนาคต ก็คงจะมีต่อไปอีกนาน เพราะดวงอาทิตย์ใช้พลังงาน ฟิวชั่น

แต่บนโลกเรา ยังไม่มีการใช้พลังงานฟิวชั่นในเชิงพาณิชย์

ส่วนการทดลอง แบบไม่ควบคุมนั้น มีแล้ว คือปล่อยให้ระเบิดตูมไปเลย ที่เรียกว่า ระเบิดไฮโดรเจน นั่นไงครับ

ที่ยากกว่าคือ แบบควบคุม ที่จะนำมาใช้งานอย่างไร พุดง่ายๆ คือ เอมามาผลิตไฟฟ้านั่นเอง ... ยังครับ ยังไปไม่ถึงตรงนั้น อันเป็นที่มาของการวางนโยบายพลังงานที่ผิดพลาดของสหรัฐอเมริกาในหลายสิบปีที่ผ่านมา

ทำไปทำไม งานนี้อเมริกาจะถูกยุโรปแซงเสียกระมัง

งั้นลองมาทำความรู้จักฟิวชั่น
กับสักหน่อยเป็นไร

ฟิวชั่น (fusion) เป็นพลังงานนิวเคลียร์อย่างหนึ่ง แต่เป็นชนิดสะอาด ไม่เหมือนพลังงานนิวเคลียร์อีกอย่างคือ ฟิสชั่น (fission) ซึ่งถูกสร้างภาพลบเสียจนเลยเถิด

ฟิสชั่น เป็นพลังงานนิวเคลียร์ชนิดแตกตัว คือธาตุหนักแตกตัวออกเป็นธาตุที่เบากว่า เช่น ยูเรเนียม แตกตัวออกเป็น คริปทอน และแบเรียม พร้อมกลับปล่อยพลังงานออกมา แต่ต้องระวังเรื่องสารกัมมันตรังสี ไม่ให้รั่วไหลออกมาเป็นอันตรายได้

แต่ฟิวชั่น กลับกัน เพราะเป็นพลังงานนิวเคลียร์ชนิดรวมตัว คือธาตุเบา รวมตัวกันเป็นธาตุหนัก เช่น ไฮโดรเจน รวมกันเป็น ฮีเลียม แล้วปล่อยพลังงานออกมา จึงไม่มีสารกัมมันตรังสีเลย ต่างกันที่วิธีการ แต่เหมือนกันที่แหล่งกำเนิด คือเอาพลังงานที่อยู่ในใจกลางอะตอม (nucleus) มาใช้ คือเป็นพลังงานนิวเคลียร์เหมือนกัน

อาจจะมีบางคนสงสัยว่า ทำไมอะตอมรวมตัวก็ได้พลังงาน แตกตัวก็ได้พลังงาน เอ๊ะ มันยังงั้นกัน

ก็ต้องบอกว่า มันเป็นอะตอมของธาตุคนละตัวกันครับ ถ้าย้อนเวลากลับไปจนถึงต้นกำเนิดจักรวาล หรือที่เรียกว่า บิ๊กแบง ธาตุเบาสุด ที่มีพลังงานในอะตอมสูงสุด มีโปรตอนที่แกนอะตอมเพียงตัวเดียว คือ ไฮโดรเจน กระจายออกไปทุกทิศทุกทาง กลายเป็นต้นพลังงานของดาวฤกษ์ รวมทั้งดวงอาทิตย์ของเราด้วย เมื่อมวลมากพอจนเกิดแรงดึงดูดเข้าไปอัดไฮโดรเจน จนแกนอะตอมรวมตัว (fusion) กลายเป็นฮีเลียม คายพลังงานนิวเคลียร์ออกมา

การรวมตัวของแกนอะตอมของธาตุพลังสูงเพื่อคายพลังงานและเกิดธาตุใหม่อีกมากมายที่อะตอมหนักขึ้นเรื่อยๆ จนถึงธาตุที่เสถียรที่สุด คือ เหล็ก (iron-56)

การอัดตัวเนื่องจากแรงดึงดูดของมวลอันมหาศาล ยังคงมีอยู่ต่อไปในดวงดาวต่างๆ ของจักรวาล ทำให้อะตอมถูกอัดตัวจนมีธาตุที่มีอะตอมหนักกว่าเหล็กมากมายหลายชนิดขึ้นเรื่อยๆ รวมทั้งยูเรเนียมที่เรา รู้จักกันดี แต่ธาตุเหล่านี้รับพลังงานจากการบีบอัดเข้าไปนี้จนเกินจุดเสถียรแล้ว มันจึงพร้อมที่จะแตกออกเป็นธาตุที่เบากว่า (fission) และคายพลังงานนิวเคลียร์ออกมา

ดังนั้น ในจักรวาลของเรานี้ พลังงานฟิวชัน หรือพลังงานนิวเคลียร์แบบรวมตัว จะเกิดกับธาตุที่เบาว่าเหล็ก และพลังงานฟิชชัน หรือพลังงานนิวเคลียร์แบบแตกตัว จะเกิดกับธาตุที่หนักกว่าเหล็กเท่านั้น

มนุษย์เรารู้จักการใช้พลังงานทางเคมีมานาน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงโมเลกุล แต่ธาตุยังเหมือนเดิม เพราะไม่ได้เปลี่ยนอะตอม ก็คือพลังงานความร้อนจากการจุดไฟนั่นเอง ถ้าปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้เกิดไฟนั้น เกิดพร้อมกันทันที โดยไม่ได้ควบคุม จะเรียกว่าระเบิด และจะมีประโยชน์กว่า ถ้าเราควบคุมมันได้ โดยจำกัดเชื้อเพลิงให้ไฟค่อยๆลุกไหม้มากขึ้นตามที่เราต้องการ พลังงานนิวเคลียร์ก็เช่นเดียวกัน ถ้าไม่ควบคุม ปลดปล่อยให้ทำปฏิกิริยาพร้อมกันทีเดียวก็ระเบิดตูมกลายเป็นระเบิดนิวเคลียร์ จากพลศาสตร์ของมัน ดังนั้น เมฆรูปดอกเห็ดจึงกลายเป็นภาพหลอนคนไปทั่วโลก ทั้งๆ ที่เมื่อนานาเทคโนโลยีนี้มาสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบแตกตัว มันไม่มีทางที่จะเกิดอย่างนี้ได้ เพราะความเข้มข้นไม่พอ แม้กระนั้นก็ยังมีความกลัวกัน แต่ถ้าควบคุมไม่ดี จนสารกัมมันตรังสีรั่วไหล นั่นเป็นอีกเรื่องหนึ่ง

พลังงานนิวเคลียร์แบบแตกตัว ซึ่งใช้วิธียิงอนุภาคนิวตรอนเข้าไปที่แกนกลางของอะตอมให้มันแตก จึงไม่สามารถใช้วิธีควบคุมการไหลของเชื้อเพลิงเพื่อควบคุมพลังงานเหมือนควบคุมการลุกไหม้ของไฟในปฏิกิริยาเคมีได้ เพราะเชื้อเพลิงปรมาณูอยู่ในเตาปฏิกรณ์ไปแล้ว แต่เขาจะควบคุมการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่แทน โดยใช้ตัวจับอนุภาคนิวตรอนที่ใช้ยิงอะตอม ไม่ให้มันมากเกินไป

แล้วการควบคุมพลังงานนิวเคลียร์แบบรวมตัวล่ะ ทำยังไง?

คำถามนี้น่าสนใจ แต่มันกระโดดข้ามคำถามที่สำคัญอีกข้อหนึ่งไป คือ เราจะทำให้เกิดพลังงานแบบรวมตัวนี้ได้อย่างไร ... ไม่ถ่ายนะครับ

ลองนึกภาพดูว่า แรงดึงดูดของโลก มีมากมายแค่ไหน ก็ยังสู้แรงผลักของแม่เหล็กไฟฟ้าที่ขั้วเหมือนกันไม่ได้ (หรือแรงดูดถ้าขั้วต่างกัน) รถไฟแบบ maglev (magnetically

levitating) จึงถูกยกวิ่งลอยไปเหนือราง เอาชนะแรงดึงดูดของโลกได้ แต่ต้องอยู่ใกล้รางหน่อย

แรงแม่เหล็กไฟฟ้าว่าเยอะแล้ว ก็ยังสู้พลังนิวเคลียร์ไม่ได้ เพราะที่แกนกลางของอะตอม มีอนุภาคโปรตอนที่มีประจุบวกทุกตัว มันควรจะผลักซึ่งกันและกันจนกระเด็นไปคนละทิศละทาง แต่ปรากฏว่าแกนกลางของอะตอมมันกลับติดกันแน่น เนื่องจากเป็นเพราะพลังงานนิวเคลียร์นี่เอง เพียงแต่ว่ามันจะต้องใกล้ชิดกันเข้าไปอีก ใกล้แค่ไหนละ - ก็ต้องใกล้ขนาดที่จะต้องปกปิดเปลือกกลุ่มเมฆอิเล็กตรอน (electron cloud) หรือประจุลบ ที่หุ้มอะตอมนั้นออกไปให้เหลือแต่แกนอะตอมที่เรียกว่า อีออนประจุบวก (ion+) พลังงานนิวเคลียร์จึงจะมีผล

พอพูดถึง อีออน ซึ่งมีประจุไฟฟ้า คนที่ชอบเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่นชอบดูทีวี อาจจะนึกถึงจอทีวีสมัยหนึ่ง ที่พัฒนาคู่กันมากับจอแอลอีดี คือจอพลาสมา เพราะพลาสมาเป็นสถานะของสสาร (state) ตัวที่สี่ และเป็นสถานะเดียวที่อะตอมแตกตัวเป็นอีออน เช่นเดียวกับสิ่งที่อยู่ในเปลวไฟ ส่วนอีกสามสถานะ เรารู้จักกันดีอยู่แล้ว คือ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ คนโบราณก็ช่างคิดนะครับ ที่บอกว่า สรรพสิ่ง เป็นการประชุมกันของ ดิน-น้ำ-ลม-ไฟ เพราะมันคือ ของแข็ง-ของเหลว-ก๊าซ-พลาสมา นั่นก็คือ สสารทุกอย่าง จะอยู่ในสภาพอย่างใดอย่างหนึ่ง ในสี่อย่างนี้

ดังนั้น ของจำเป็นอีกอย่างที่จะสร้างพลังงานนิวเคลียร์แบบรวมตัวหรือฟิวชัน (fusion) นี้ คือ จะต้องมีการพลาสมา เหมือนกับดวงอาทิตย์ ที่เป็นกลุ่มก้อนพลาสมาขนาดยักษ์นั่นเอง

เพียงแค่ พลาสมา ตัวเดียว ไม่น่ายาก ปกติเราก็เจออยู่แล้ว ทุกเมื่อเชียววัน เช่นเมื่อเกิดฟ้าแลบแป๊บลิบลิ้นจากเปลวไฟที่เราจุด หรือที่มนุษย์ทำขึ้นเช่นจอทีวี หรือแม้แต่หลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่ชาวบ้านเรียกสั้นๆว่าหลอดนีออน

แต่ถ้าอยากได้พลังฟิวชัน มีพลาสมาอย่างเดียวไม่พอสองต้องมีสามปัจจัย เหมือนกับ ไฟจะติดได้ต้องครบสามอย่าง คือ เชื้อเพลิง-อากาศ-ความร้อน ฟิวชันนี้ก็ต้องมีให้ครบสามเหมือนกัน คือ พลาสมา-ความร้อน-ความดัน

ในดวงอาทิตย์ มีครบทั้งสาม แกรมใช้พลาสมาของไฮโดรเจนแบบธรรมดาใช้ได้แล้ว เพราะมีความร้อนและความดันสูงมากจากแรงกดของแรงดึงดูดระหว่างมวลอันมหาศาล แต่บนโลกเราต้องใช้ไฮโดรเจนแบบพิเศษ เรียกว่าไฮโดรเจนชนิดหนัก จะเกิดฟิวชันง่ายขึ้น ไฮโดรเจนแบบพิเศษนี้ หนักกว่าไฮโดรเจนธรรมดา โดยที่แกนกลางอะตอมมีอนุภาคนิวตรอนเพิ่มเข้ามา จากเดิมที่มีโปรตอนเพียงตัวเดียว เรียกว่าเป็นไอโซโทปของไฮโดรเจน ตัวที่เพิ่มนิวตรอนขึ้นมาหนึ่งตัว เรียกว่า ดิวเทอเรียม (deuterium) และถ้าเพิ่มนิวตรอนสองตัวเรียกว่า ทริเทียม (tritium)

ดิวเทอเรียม และ ทริเทียม ถูกทำให้ร้อนจนเป็นพลาสมา และเพิ่มความดันจนมันรวมตัวกลายเป็นฮีเลียม แล้วคายพลังงานนิวเคลียร์จากแกนอะตอมคือโปรตอนออกมา ซึ่งมากกว่าพลังงานจากเปลือกอะตอมคืออิเล็กตรอน เช่น การจุดไฟ เป็นล้านเท่า

ดังนั้น จึงประมาณการกันว่า เมื่อเทียบมวลต่อมวล หรือใช้เชื้อเพลิงหนักเท่าๆกัน โรงไฟฟ้าพลังฟิวชัน (ถ้าสร้างได้) จะให้พลังงานมากกว่าโรงไฟฟ้าถ่านหิน (ซึ่งใช้การเผาไหม้ธรรมดา) ล้านเท่า และมากกว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในปัจจุบัน (ซึ่งใช้การแตกตัวของแกนอะตอม) สามเท่า

มีพลาสมาแล้ว ยังขาดแรงดัน และอุณหภูมิ จะทำอย่างไรดี?

ที่สำคัญคือต้องควบคุมได้ด้วย ไม่ใช่เอาระเบิดนิวเคลียร์แบบฟิชชันธรรมดา ไปหุ้มดิวเทอเรียมและทริเทียม แล้วระเบิดอัดให้ได้พลังงานฟิวชันอย่างมหาศาลขึ้นมาทันที กลายเป็นระเบิดไฮโดรเจน อย่างที่ทดลองทำแข่งกันระหว่างอเมริกาและรัสเซีย ในช่วงสงครามเย็น (อเมริกาทำได้ก่อน แต่ลูกที่ได้แรงระเบิดมากกว่าเป็นของรัสเซีย)

วิธีที่จะควบคุมได้คือ เขาใช้พลังงานไฟฟ้าไปสร้างพลังงานฟิวชันครับ เวลาจะควบคุมมัน คือ จะเดินจะหยุด หรือจะเพิ่มจะลด ก็จัดการที่พลังงานไฟฟ้าต้นทางนั่นเอง

เทคนิคหนึ่งคือ สร้างห้องวงแหวนขนาดยักษ์เหมือนขนมโดนัท แต่แทนที่จะใช้แป้งโดนัท ก็ใช้ก๊าซไฮโดรเจนชนิดหนัก คือ ดิวเทอเรียม และ ทริเทียม บรรจุเข้าไปแทน

รอบๆ ห้องรูปโดนัทยักษ์นี้พันด้วยตัวนำไฟฟ้า เมื่อใส่พลังงานไฟฟ้าเข้าไป ข้างในห้องรูปโดนัทนั้นจะมีสนามแม่เหล็กอย่างแรง อะตอมไฮโดรเจนชนิดหนักทั้งคู่ที่อยู่ข้างใน จะถูกปกปิดอิเล็กตรอนออกไป จนกลายเป็นพลาสมา และเนื่องจากเป็นห้องปิด ทั้งอุณหภูมิและความดันจึงเพิ่มขึ้นเรื่อย แกนอะตอมของไฮโดรเจนหนักวิ่งชนกันอยู่ตลอดเวลา จนหลอมรวมกัน กลายเป็นฮีเลียม และคายพลังงานฟิวชันออกมา

เทคนิคนี้ เป็นของรัสเซีย เรียกว่า "tokamak" เป็นคำย่อภาษารัสเซีย ที่หมายถึง "ห้องวงแหวนที่มีขดลวดสนามแม่เหล็ก"

ตอนนี้ทางยุโรปทำโครงการฟิวชันล้าหน้าไปเยอะแล้ว ปัจจุบันนี้ โครงการยักษ์ (mega project) ด้านฟิวชันที่กำลังก่อสร้างอยู่ คือ โครงการ ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) ขนาด fusion power 500 เมกะวัตต์ ซึ่งเริ่มก่อสร้างมาตั้งแต่ปี 2013 ที่ Saint-Paul-lès-Durance ทางตอนใต้ของประเทศฝรั่งเศส มีกำหนดจะแล้วเสร็จในปี 2025 โดยจะใช้เทคโนโลยี tokamak ดังกล่าว

ความร้อนที่ ITER ผลิตขึ้น จะยังไม่นำไปผลิตไฟฟ้า เพราะถึงแม้จะใส่พลังงานไฟฟ้าต้นทาง (input) เข้าไปถึง 300 เมกะวัตต์ แต่ปลายทาง (output) เมื่อหักพลังงานสูญเสีย (loss) ต่างๆ ออกไปแล้ว ได้พลังสุทธิ (net) เท่ากับ ... ศูนย์ครับ! หมดกันพอดี - เอ้อ! ผินสลาย

ใจเย็นๆครับ เป้าหมายของ ITER ไม่ใช่เพื่อผลิตไฟฟ้า เพราะโครงการพลังงานฟิวชันในอดีต เล็กกว่านี้ และ output ก็ต่ำกว่า input ทั้งนี้ ITER ต้องการจะพิสูจน์ว่า "เราทำได้" อันจะเป็นบันไดขั้นแรกๆที่ output เริ่มมากกว่า input

ขั้นต่อไปจึงจะเริ่มทำโรงไฟฟ้า (โครงการ DEMO : DEMOnstration Power Station) ซึ่งแน่นอนว่าต้องใหญ่กว่าโครงการ ITER นี้มาก สัดส่วน output ต่อ input จะสูงเป็น 25 เท่า (ITER สิบเท่า) คือใส่ input 80 เมกะวัตต์ จะได้ output 2000 เมกะวัตต์ ซึ่งคาดว่าจะเริ่มก่อสร้างในปี 2031

อย่ารู้ว่าเป็นอย่างไรก็ต้องรอกันหนอยนะครับ!!!

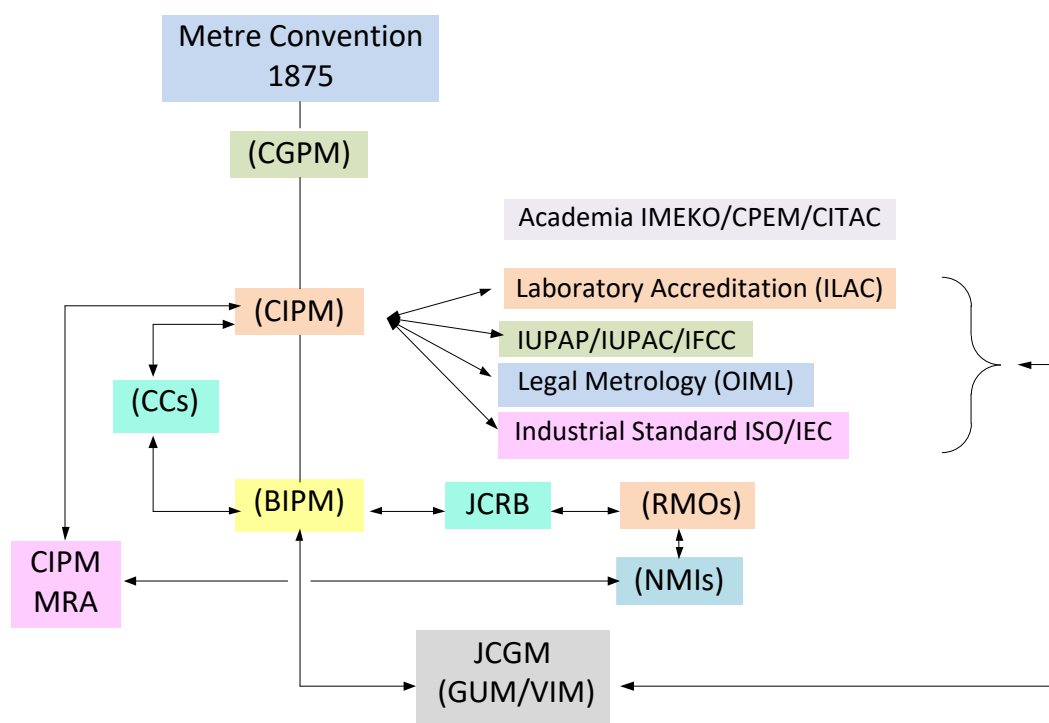
การปรับปรุงคำศัพท์เฉพาะทางด้านมาตรวิทยานบนพื้นฐานของ VIM ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 3 (ตอนที่ 1)

รศ. ดร. เอก ไชยสวัสดิ์

VIM เป็นคำย่อของศัพท์บัญญัตินานาชาติด้านมาตรวิทยา (International Vocabulary of Metrology ในภาษาฝรั่งเศส) ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2527 ISO (องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน) ได้ตีพิมพ์ VIM มาแล้ว 3 ฉบับ โดยที่ฉบับแรก “International Vocabulary of Basics and General Terms in Metrology” ตีพิมพ์ขึ้นในปี พ.ศ. 2527 และฉบับที่สอง ตีพิมพ์ในปี พ.ศ. 2536 ในฉบับที่สาม มีการเปลี่ยนเป็นชื่อใหม่ เป็น “International Vocabulary of Metrology- Basics and General Concepts and associated Terms” ในปี พ.ศ. 2550 เพื่อเป็นการเน้นความแตกต่างพื้นฐานจากฉบับก่อนหน้า คือแทนที่จะใช้รากฐานปรัชญาดั้งเดิมของมาตรวิทยา การจัดทำ VIM ฉบับใหม่จะนำเอาปรัชญาของ GUM (แนวทางในการแสดงค่าความไม่แน่นอนในการวัด) ซึ่งเป็นเอกสารที่ตีพิมพ์โดย ISO ในปี พ.ศ. 2538 มาใช้ ปรัชญานี้ได้ปรากฏใน VIM ว่าเป็นวิธีการความไม่แน่นอน (Uncertainty approach)

เพื่อให้เข้าใจในรายละเอียดการเปลี่ยนแปลงจะอธิบายความเชื่อมโยง โดยทบทวนภาพรวมระบบมาตรวิทยาโลก ดังแสดงในรูปที่ 1 สนธิสัญญาเมตริก (หรือสนธิสัญญามิเตอร์ เพื่อดำเนินกิจกรรมนานาชาติที่สัมพันธ์กับระบบที่เท่าเทียมกันสำหรับการวัดและเพื่อประสานงานมาตรวิทยาระหว่างประเทศและการพัฒนาระบบเมตริก) ที่ผู้แทนจาก 17 ประเทศลงนามร่วมกันที่กรุงปารีส เมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2418 ที่ประชุมได้จัดตั้งองค์กรขึ้น 3 องค์กร CGPM, CIPM และ BIPM โดยที่ BIPM (สำนักงานระหว่างประเทศว่าการชั่งและการวัด) เป็นห้องปฏิบัติการถาวรและศูนย์กลางมาตรวิทยาเชิงวิทยาศาสตร์ของโลก มีกิจกรรมที่รวมถึงการจัดตั้งมาตรฐาน งานวิจัยพื้นฐานเพื่อปรับปรุงมาตรฐานอ้างอิงร่วมกับ NMIs และการแบ่งระดับการวัดปริมาณกายภาพหลักและการบำรุงรักษามาตรฐานต้นแบบนานาชาติที่รับผิดชอบอยู่ BIPM อยู่ภายใต้การดูแลของ CIPM (คณะกรรมการระหว่างประเทศว่าการชั่งและการวัด) โดยที่ CIPM มีหน้าที่เตรียมข้อเสนอแนะและข้อเสนอแนะยื่นเสนอต่อ CGPM และดูแลและบริหารงานของ BIPM ผ่านคณะกรรมการที่ปรึกษา (CCs: Consultative committee มี 10 คณะเช่น CCEP สำหรับไฟฟ้า – แม่เหล็ก (พ.ศ. 2470), CCQM: สำหรับเนื้อสาร (พ.ศ. 2536)) โดยที่ CIPM จัดตั้ง CCs ขึ้นตั้งแต่ พ.ศ. 2470 ซึ่ง CIPM อยู่ภายใต้การควบคุมของ CGPM (ที่ประชุมทั่วไประหว่างประเทศว่าด้วยการชั่งและการวัด) โดยที่ CGPM ถือเป็นองค์กรสูงสุดทางมาตรวิทยา ประกอบด้วยผู้แทนของประเทศสมาชิกร่วมสนธิสัญญา ซึ่งมีการประชุมหนึ่งครั้งทุก 6 ปี (เปลี่ยนเป็นทุก 4 ปีตั้งแต่ พ.ศ. 2503) CGPM มีหน้าที่ออกและตัดสินใจเกี่ยวกับมาตรการที่ต้องการเพื่อให้แน่ใจว่ามีการขยายและการปรับปรุงการดำเนินการระบบหน่วย SI อนุมติผลนิยามใหม่ของมาตรวิทยาพื้นฐานและรับมาใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ตามขอบข่ายนานาชาติ ตัดสินใจสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานและพัฒนา

ภายใต้ร่มของสนธิสัญญาเมตริก มีการจัดตั้งระบบ SI (ระบบหน่วยนานาชาติ มีการกำหนดชื่อ *Système International d'Unités* คำย่อ SI แก่ระบบ โดยที่ประชุม CGPM ครั้งที่ 11) ในปี พ.ศ. 2503 และระบบนี้มีการนำไปใช้แพร่หลายทั่วโลกในหลากหลาย สาขาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปีพ.ศ. 2542 การลงนาม Mutual Recognition Arrangement (ข้อตกลงยอมรับร่วม) CIPM-MRA ระหว่าง 38 สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (NMIs) สมาชิกของสนธิสัญญาเมตริกและ 2 องค์การนานาชาติ จนถึงเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2553 มีการลงนามโดยผู้แทนของ 81 สถาบันจาก 48 ประเทศสมาชิก 30 ภาควิชาสมาชิกของ CGPM และ 3 องค์การนานาชาติ



ในปีพ.ศ. 2540 มีการจัดตั้ง JCGM (คณะกรรมการร่วมว่าด้วยคำแนะนำในมาตรวิทยา ที่มีผู้อำนวยการ BIPM เป็นประธาน) โดย 7 องค์การนานาชาติที่ได้เตรียมต้นฉบับ ของ GUM (Guide to the expression of Uncertainty in Measurement) และ VIM (International Vocabulary of Basics and General Terms in Metrology) JCGM รับผิดชอบส่วนนี้ของงานจาก ISO TAG 4 (กลุ่มที่ปรึกษาทางเทคนิคที่ 4) ซึ่งได้พัฒนา GUM และ VIM มาก่อน หน้าที่ของ JCGM คือคงไว้และส่งเสริมการใช้ GUM (กลุ่มทำงานที่ 1) และ VIM (กลุ่มทำงานที่ 2) 7 องค์การนานาชาติข้างต้น ได้แก่ BIPM (สำนักงานระหว่างประเทศว่าด้วยการชั่งและการวัด), ISO (องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน), IEC (คณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยเทคนิคไฟฟ้า), IFCC (สหพันธ์ระหว่างประเทศว่าด้วยเคมีคลินิก และเวชศาสตร์ทางห้องปฏิบัติการ), IUPAC (สหภาพระหว่างประเทศว่าด้วยเคมีบริสุทธิ์ และเคมีประยุกต์), IUPAP (สหภาพระหว่างประเทศว่าด้วยฟิสิกส์บริสุทธิ์ และฟิสิกส์ประยุกต์) และ OIML (องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรวิทยาเชิงกฎหมาย) จากนั้นในปี พ.ศ. 2548 ILAC (องค์การความร่วมมือในการรับรองห้องปฏิบัติการระหว่างประเทศ) จึง เข้าร่วมอย่างเป็นทางการกับ 7 องค์การนานาชาติผู้ก่อตั้ง)

นอกจากนั้นในรูปที่ 1 ยังแสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์การนานาชาติ เช่น BIPM, OIML, ISO, ILAC และอื่นๆ รวมถึงบุคคลและสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ปัจจุบันมี 5 RMO (องค์การมาตรวิทยาภูมิภาค) คือ AFRIMET, APMP, COOMET, EURAMET และ SIM มีการก่อตั้ง JCRB (คณะกรรมการร่วมขององค์การมาตรวิทยาภูมิภาคและ BIPM) และมีระบบทบทวนของทั้งภายในภูมิภาค (ภายใน RMO) และระหว่างภูมิภาค (ภายใน JCRB) ที่เกี่ยวข้องกับเอกสารระบบบริหารและเทคโนโลยีที่ส่งจาก NMI โดยผ่านการทบทวนเหล่านี้จะสามารถยืนยันความสามารถระบบบริหารและเทคโนโลยีของ NMI และบันทึกผลในฐานข้อมูลการเปรียบเทียบสำคัญ (Key-comparison database) ที่ BIPM เป็น KCDB ใน KCDB แต่ละ NMI ประกาศค่าความไม่แน่นอนการวัด (เป็นค่า CMC ; calibration and measurement capability) สำหรับปริมาณจำเพาะบนพื้นฐานของผลการเปรียบเทียบสำคัญ

CGPM จัดพิมพ์หนังสือเล่มเล็กหรือโบรชัวร์ซึ่งนิยามและนำเสนอ SI (ฉบับปัจจุบันเป็นฉบับพิมพ์ครั้งที่ 8 ปี พ.ศ. 2549, ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 7 ปี พ.ศ. 2541) งานเขียนและบำรุงรักษาโบรชัวร์นี้ กระทำโดย CCU (คณะกรรมการที่ปรึกษาสำหรับหน่วยภายใต้ CIPM) นิยามของ คำศัพท์ เช่น “quantity (ปริมาณ)”, “unit (หน่วย)”, “dimension (มิติ)” ที่ใช้ในโบรชัวร์ SI จะกำหนดอยู่ใน VIM ส่วนปริมาณและหน่วยที่นิยามหน่วย SI จะอ้างถึงเป็น ISQ (ระบบปริมาณนานาชาติ) และมีรายละเอียดจัดพิมพ์ในมาตรฐานนานาชาติ ISO/IEC 80000 Quantities and Units ตารางที่ 1 แสดงอนุกรมเวลาเป็นตัวอย่างส่วนหนึ่งของเอกสารด้านมาตรวิทยาที่จัดพิมพ์โดยองค์กรด้านมาตรวิทยาสัมพันธ์กับเอกสารที่จัดพิมพ์โดย

องค์การนานาชาติด้านมาตรฐานเอกสารคือ ISO และ IEC สำหรับประเทศไทย สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) เป็นผู้แทนประเทศในฐานะสมาชิก ISO สมอ. ได้แต่งตั้งกรรมการวิชาการมาตรฐานและการชั่ง ตวง วัด จัดแปล มาตรฐาน อนุกรม ISO/IEC 80 000 (14 ฉบับ) เป็นภาษาไทย ผู้สนใจสามารถติดต่อที่ สมอ. ได้โดยตรง

ตารางที่ 1 เอกสารมาตรฐานด้านมาตรวิทยา

ปี ค.ศ.	กิจกรรม	หมายเหตุ
1960	จัดตั้งระบบหน่วย SI	
1984	ตีพิมพ์ VIM1	BIPM, ISO, IEC, OIML
1993	ตีพิมพ์ VIM2 ISO Guide 99:1993 และ GUM	+ IFCC, IUPAP, IUPAC
1995	ฉบับแก้ไข GUM	
1997	จัดตั้ง JCGM (จาก ISO TAG 4)	
1999	ลงนาม CIPM-MRA	
2004	การร่าง VIM3	JCGM
2005	เสนอแนะ VIM3 ฉบับร่าง	
2006	ตีพิมพ์ SI Brochure ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 8	BIPM
2007	ตีพิมพ์ VIM3 เป็น ISO/IEC Guide 99:2007	JCGM 200:2008
2008	ตีพิมพ์ GUM 1995 เป็น ISO/IEC Guide 98-3:2008	JCGM 100:2008
2010	ตีพิมพ์ VIM3 ที่แก้ไข ตีพิมพ์อนุกรม ISO/IEC 80 000 (14 ฉบับ) แทน ISO 31 (ปริมาณและหน่วย), IEC 60027 (Letter symbols to be used in electrical technology)	

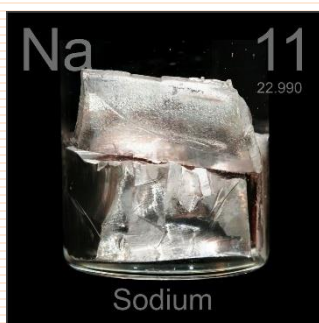
สารละลายมาตรฐานโซเดียม (Sodium ion Standard Solution)

ปทุมพร รอดเรืองธรรม, นงลักษณ์ ตั้งไพศาลกุล, วิภาดา หงษ์ทะนั,

รัชชัย โลกะนัง และธารารัตน์ ตั้งจิตร

กลุ่มงานวิเคราะห์อินทรีย์เคมี ฝ่ายมาตรฐานวิยาเคมีและชีวภาพ สถาบันมาตรฐานแห่งชาติ

ในทางวิทยาศาสตร์โซเดียม (Sodium) เป็นธาตุในตารางธาตุซึ่งมีสัญลักษณ์ Na (จากคำว่า Natrium ในภาษาเยอรมัน) มีเลขอะตอม 11 เป็นธาตุที่ 2 ในหมู่ IA จัดเป็นโลหะอัลคาไลน์ โซเดียมมีมากในสารประกอบทางธรรมชาติ สามารถทำปฏิกิริยาได้ว่องไวมาก ให้เปลวไฟสีเหลือง ออกซิไดส์ในอากาศและทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำจนเกิดเป็นเปลวไฟได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องเก็บในน้ำมัน โดยในปี ค.ศ. 1807 Sir Humphry Davy เป็นคนแรกที่สกัดธาตุโพแทสเซียมและธาตุโซเดียม ในขณะที่ทำการศึกษาปฏิกิริยาการแยกสลายด้วยไฟฟ้าของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์ตามลำดับ ในปีถัดมา Gay-Lussac และ Thernard สามารถเตรียมโลหะโซเดียมได้โดยนำโซเดียมไฮดรอกไซด์มารีดิวซ์ด้วยเหล็กที่อุณหภูมิสูง และในปี ค.ศ. 1921 บริษัท du Pont สามารถผลิตโซเดียมออกมาขายได้ในราคาถูกมาก



รูปที่ 1 ภาพแสดงธาตุโซเดียม

นอกจากโซเดียมที่อยู่ในรูปของธาตุแล้วโซเดียมยังอยู่ในรูปของสารประกอบด้วยคือ โซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride, NaCl) หรือ เกลือ โดยมีลักษณะเป็นเกล็ดผลึกสีขาว ใช้ในการปรุงแต่งรสอาหารให้มีความเค็มหรือใช้ในการถนอมอาหาร ดังนั้นอาหารที่มีรสชาติเค็มคืออาหารที่มีเกลือเป็นส่วนประกอบ แต่ในความเป็นจริงแล้วเกลือคือสารประกอบโซเดียมคลอไรด์ที่มีองค์ประกอบของโซเดียมร้อยละ 40 และคลอไรด์ร้อยละ 60 โดยน้ำหนัก ดังนั้น เกลือหนัก 1 กรัม หมายความว่า มีโซเดียมอยู่ 0.4 กรัม ถ้าต้องการโซเดียม 1 กรัมต้องใช้เกลือ 2.5 กรัม



รูปที่ 2 ภาพแสดงสารประกอบโซเดียมคลอไรด์ (Sodium Chloride, NaCl)

โซเดียมเป็นแร่ธาตุธรรมชาติที่ร่างกายต้องการ ร่างกายไม่สามารถผลิตโซเดียมได้เอง จึงมีความจำเป็นที่ต้องได้รับจากอาหาร โซเดียมในร่างกายส่วนใหญ่อยู่ในลักษณะที่เป็นอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งเป็นไอออนที่มีประจุบวก (cation) ที่มีอยู่มากที่สุดในของเหลวภายนอกเซลล์ (พลาสมา) ที่ร่างกายขาดไม่ได้ มีอิทธิพลต่อการกระจายของน้ำในร่างกาย นอกจากนี้โซเดียมยังช่วยรักษาสมดุลของอุณหภูมิของร่างกาย โดยทำการขับเหงื่อเพื่อเป็นการรักษาอุณหภูมิของร่างกาย และเมื่อมีเหงื่อออกมาก โซเดียมก็ถูกขับออกมามากเช่นกัน นอกจากนี้โซเดียมยังมีผลต่อการทำงานของสมอง เนื่องจากมีหน้าที่สำคัญในเนื้อสมอง หากมีการเปลี่ยนแปลงของโซเดียมเพียงเล็กน้อยก็ทำให้สมองทำหน้าที่เสียไป และหากมีโซเดียมในเลือดต่ำจะทำให้เกิดอาการชัก ชี้น และหมดสติได้ นอกจากนี้ประโยชน์ของเกลือโซเดียมที่ได้กล่าวมาแล้ว โซเดียมก็ยังมีโทษด้วยเช่นกัน คือ ถ้าร่างกายได้รับโซเดียมมากเกินไปจนเกินความจำเป็นจะเป็นสาเหตุของการเกิดภาวะไตเสื่อม เนื่องจากไตซึ่งเป็นอวัยวะที่กรองของเสียและนำออกจากร่างกายจะต้องทำงานหนักเมื่อมีโซเดียมในร่างกายสูงและเมื่อต้องทำงานหนักเป็นประจำไตก็เสื่อมเร็วขึ้น อีกทั้งยังเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคความดันโลหิตสูงและตามมาด้วยความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือด เนื่องจากการที่ร่างกายได้รับโซเดียมจะไปเพิ่มเซลล์กล้ามเนื้อของหัวใจและหลอดเลือด ทำให้เกิดความดันโลหิตที่สูงขึ้นและหัวใจทำงานหนักมากขึ้น และการได้รับปริมาณของโซเดียมสูงในระยะยาวจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคสมองเสื่อม จะเห็นได้ว่าการบริโภคโซเดียมสูงเป็นหนึ่งในปัจจัยเสี่ยงสำคัญของโรคที่ไม่ติดต่อเรื้อรัง ซึ่งมีสถานการณ์ความรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เกิดการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร ด้วยเหตุนี้โซเดียมจึงเป็นอันตรายในอาหารหากมีการบริโภคอย่างไม่ระมัดระวัง จากข้อดีและข้อเสียที่กล่าวมาทั้งหมดองค์การอนามัยโลกกำหนดว่าไม่ควรบริโภคโซเดียมเกิน 2,000 มิลลิกรัม/วัน นอกจากนี้ยังมีคำแนะนำในคนที่มีความเสี่ยงต่อความดันโลหิตสูงควรมีการบริโภคโซเดียมไม่เกิน 1,500 มิลลิกรัม/วัน อีกทั้งยังได้มีการประกาศให้ดำเนินการลดการบริโภคโซเดียมในประชากรเป็นภารกิจหนึ่งในสามอันดับแรกและคุ้มค่าต่อการลงทุนเพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดโรคเรื้อรัง โดยตั้งเป้าหมายในระดับประเทศว่าต้อง **“ลดการบริโภคโซเดียมในประชากรลงร้อยละ 30 ภายในปี ค.ศ. 2023”**



รูปที่ 3 ภาพแสดงอาหารที่มีโซเดียมสูง

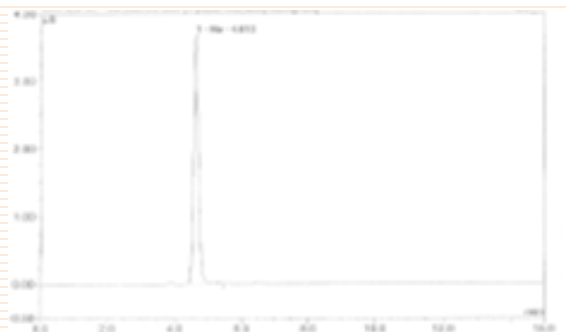


รูปที่ 6 วัสดุอ้างอิงรับรองโซเดียม (TRM-S-2014)

การเตรียมวัสดุอ้างอิงโซเดียมนั้นทางห้องปฏิบัติการได้จัดหาสารเคมีที่มีความบริสุทธิ์สูงและใช้เทคนิคการเตรียมตัวอย่างด้วยการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric preparation) หลังจากนั้นทำการกำหนดค่าโดยใช้เครื่อง Ion Chromatography (IC) ซึ่งระบบของการวิเคราะห์อออนบวก (Cation System) ใช้ column แบบ Ion Pac CS 12A ตัวชะคือ 22 mM H_2SO_4 โดยมีอัตราการไหลที่ 1 มิลลิลิตร/นาที ปริมาณที่ฉีดคือ 10 μl และใช้ Suppressed Conductivity เป็นตัวตรวจวัด อีกทั้งยังทำการศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneity) และศึกษาในด้านความเสถียร (Stability) ของวัสดุอ้างอิงรับรองโซเดียม ที่เวลาต่างๆ กันซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ISO Guide 35 ด้วย

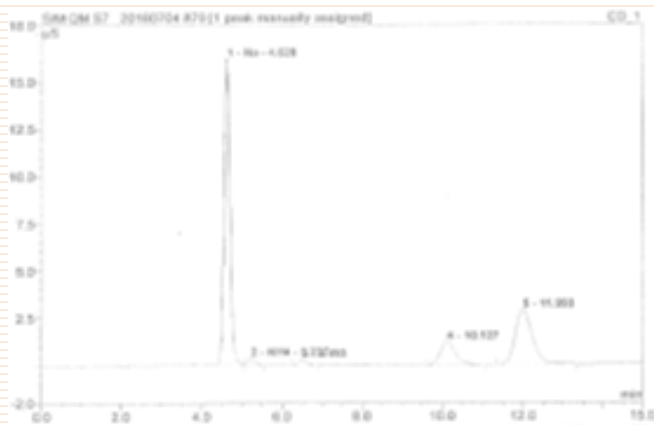


รูปที่ 7 ภาพแสดงเครื่อง Ion Chromatography (IC)

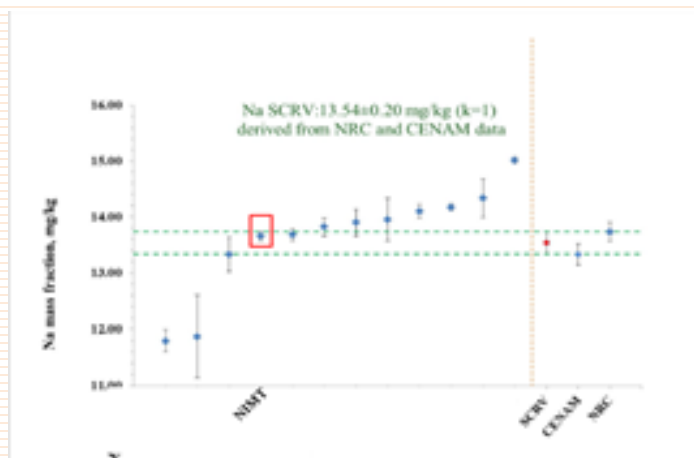


รูปที่ 8 ภาพแสดงโครมาโทแกรมของสารมาตรฐานโซเดียมอออน

เพื่อสร้างความมั่นใจในศักยภาพของการวัดและเพื่อเป็นการรักษาคุณภาพของการวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมอออน ดังนั้นห้องปฏิบัติการจึงเข้าร่วมเปรียบเทียบผลการวัดในระดับนานาชาติ SIM.QM-S7: Trace Metals in Drinking Water โดยมีสถาบันมาตรวิทยาแห่งประเทศแคนาดา (National Research Council Canada, NRC Canada) เป็นเจ้าภาพ และมีสถาบันมาตรวิทยาแห่งประเทศเม็กซิโก (National Metrology Center, CENAM, Mexico) เป็นเจ้าภาพร่วม เป็นการวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมในน้ำดื่ม มีความเข้มข้นอยู่ในช่วง 0.25-25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จากผลการเข้าร่วม เปรียบเทียบผลการวัดในครั้งนี้ พบว่า ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมในตัวอย่างน้ำดื่มอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ดังแสดงดังรูป 9 และ 10



รูปที่ 9 ภาพแสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมในตัวอย่างน้ำดื่ม



รูปที่ 10 แสดงผลการเปรียบเทียบผลการวัด SIM.QM-S7

ฝ่ายมาตรวิทยาเคมีและชีวภาพ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (มว.) ได้จัดจำหน่ายวัสดุอ้างอิงรับรองโซเดียม (Sodium Standard Solution, TRM-S-2014) ที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถดูรายละเอียดได้ทาง www.nimt.or.th เพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการวัสดุอ้างอิงรับรองโซเดียมของลูกค้าภายในประเทศ อีกทั้งยังเป็นการสร้างระบบมาตรวิทยาเคมีของชาติเพื่อที่จะส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรมการวัดที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียมในตัวอย่างต่างๆ ให้มีคุณภาพ และสามารถสอบกลับมายังสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (ประเทศไทย) ได้

เอกสารอ้างอิง

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium>
2. Karin Rohker, Olaf Rienitz and Detlef Schiel, "Ion chromatographic precision measurement procedure for electrolytes in human serum: validation with the aid of primary measurement procedures", Accreditation and Quality Assurance, Vol 9, pp. 671-677, 2004.
3. National Research Council Canada. Report of the SIM.QM-S7 Supplementary Comparison: Trace Metals in Drinking Water. First. Draft-Initial Results Summary, 2016.
4. วันทนี้อย์ เกรียงสินยศ. ลดโซเดียม ยืดชีวิต. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2555.

โครงการฝึกอบรมหลักสูตรวิชาชีพมาตรฐานวิทยามิติชุด 4.0
สำหรับผู้สอนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
ณ สำนักพัฒนาสมรรถนะครูและบุคลากรอาชีวศึกษา
ระหว่างวันที่ 16 - 19 กันยายน พ.ศ. 2562
และศึกษาดูงาน ณ บริษัท เค เอ็ม เอฟ จำกัด
วันที่ 20 กันยายน 2562





พิธีเปิดงาน THAILAND LAB INTERNATIONAL 2019

เมื่อวันที่ 25 ก.ย.2562

และสัมมนาวิชาการ วันที่ 27 ก.ย.62

ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุมไบเทค บางนา



