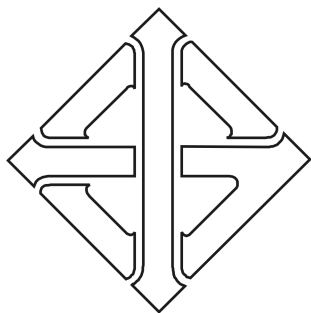




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 235 เล่ม 3-2554

ปริมาณและหน่วย เล่ม 3 : ปริภูมิและเวลา

QUANTITIES AND UNITS – PART 3 : SPACE AND TIME

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 01.060

ISBN 978-616-231-139-0

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ปริมาณและหน่วย เล่ม 3 : ปริภูมิและเวลา

มอก. 235 เล่ม 3-2554

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 128 ตอนพิเศษ 113ง
วันที่ 29 กันยายน พุทธศักราช 2554

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 244
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมูลฐานและการชั่งตวงวัด

ประธานกรรมการ

รองศาสตราจารย์เอก ไชยสวัสดิ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

กรรมการ

นายศักดิ์ชัย หัสมินทร์

นายวันชัย ชินชูศักดิ์

นายศิริชัย เขียนมีสุข

นาวาอากาศเอกธีระศักดิ์ เนียมมนาภา

รองศาสตราจารย์ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัมพร ธรรมมนตร์

นายเชื่อมศักดิ์ สิ้นชัยศรี

นายไชยยันต์ ศิริโชติ

รองศาสตราจารย์ภรณ์ เจริญภักตร์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรีชา เทียนประสงค์

กรมทะเบียนการค้า

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

กรมสื่อสารทหารอากาศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สมาคมคณิตศาสตร์แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย

กรรมการและเลขานุการ

นางกนกวรรณ บุญยาธิฐาน

นายทวิพร ชาเจียมเจน

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะกรรมการวิชาการขององค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐานคณะที่ 12 หรือ ISO/TC 12 เรื่อง Quantities, units, symbols, conversion factors และคณะกรรมการวิชาการของคณะกรรมการมาตรฐานสาขาอิเล็กทรอนิกส์คณะที่ 25 หรือ IEC/TC 25 เรื่อง Quantities and units, and their letter symbols ได้ร่วมกันแก้ไขปรับปรุงเอกสารวิชาการเกี่ยวกับปริมาณและหน่วยต่างๆ โดยเปลี่ยนแปลง ISO 1000 และอนุกรม ISO 31 เป็นอนุกรม ISO 80000 และอนุกรม IEC 80000

อนุกรม ISO 80000 ภายใต้ชื่อเรื่อง Quantities and units มี 11 เล่ม ที่จัดพิมพ์โดย ISO ได้แก่

Part 1 : General

Part 2 : Mathematical signs and symbols to be used in the natural sciences and technology

Part 3 : Space and time

Part 4 : Mechanics

Part 5 : Thermodynamics

Part 7 : Light

Part 8 : Acoustics

Part 9 : Physical chemistry and molecular physics

Part 10 : Atomic and nuclear physics

Part 11 : Characteristic numbers

Part 12 : Solid state physics

อนุกรม IEC 80000 ภายใต้ชื่อเรื่อง Quantities and units มี 3 เล่ม ที่จัดพิมพ์โดย IEC ได้แก่

Part 6 : Electromagnetism

Part 13 : Information science and technology

Part 14 : Telebiometrics related to human physiology

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณและหน่วย เล่ม 3 : ปริภูมิและเวลา ได้ประกาศใช้ครั้งแรกเป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณและหน่วยต่างๆ ทางกายภาพ เล่ม 1 หน่วยรากฐานของระบบหน่วยระหว่างประเทศ และปริมาณและหน่วยของระวางที่และเวลา มาตรฐานเลขที่ มอก.235 เล่ม 1-2520 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 94 ตอนที่ 113 ลงวันที่ 15 พฤศจิกายน พุทธศักราช 2520 ต่อมาได้ยกเลิกมาตรฐานเดิมและกำหนดใหม่เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณและหน่วยต่างๆ ทางกายภาพ เล่ม 1 ปริมาณและหน่วยของระวางที่และเวลา มาตรฐานเลขที่ มอก.235 เล่ม 1-2527 ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ เล่ม 102 ตอนที่ 4 ลงวันที่ 11 มกราคม พุทธศักราช 2528 และได้ยกเลิกและกำหนดใหม่เป็นมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณและหน่วย เล่ม 1 ปริภูมิและเวลา มาตรฐานเลขที่ มอก.235 เล่ม 1-2550 ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 124 ตอนพิเศษ 177 ง ลงวันที่ 15 พฤศจิกายน พุทธศักราช 2550

เนื่องจากสาระสำคัญทางวิชาการได้เปลี่ยนแปลงไปอีก จึงเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงใหม่ คือ

1. เปลี่ยนเลขลำดับของเล่มจากเดิม เล่ม 1 เป็น เล่ม 3
2. เปลี่ยนแปลงหมายเหตุปริมาณลอการิทึมและหน่วยของปริมาณลอการิทึม
3. เพิ่มเติมปริมาณของระยะเชิงรัศมี เวกเตอร์เชิงบวก การกระจัด และการหมุน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณและหน่วย เล่ม 3 : ปริภูมิและเวลา เป็นเล่มที่ 3 ในอนุกรมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณและหน่วย มาตรฐานเลขที่ มอก.235 ซึ่งมีทั้งหมด 15 เล่ม ดังนี้

- (1) เล่ม 1 : ทั่วไป
- (2) เล่ม 2 : เครื่องหมายและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับใช้ในทางวิทยาศาสตร์ธรรมชาติและเทคโนโลยี
- (3) เล่ม 3 : ปริภูมิและเวลา
- (4) เล่ม 4 : กลศาสตร์
- (5) เล่ม 5 : เทอร์โมไดนามิกส์
- (6) เล่ม 6 : แม่เหล็กไฟฟ้า
- (7) เล่ม 7 : แสง
- (8) เล่ม 8 : สวณศาสตร์
- (9) เล่ม 9 : เคมีเชิงฟิสิกส์และฟิสิกส์โมเลกุล
- (10) เล่ม 10 : ฟิสิกส์อะตอมและฟิสิกส์นิวเคลียร์
- (11) เล่ม 11 : เลขเฉพาะ
- (12) เล่ม 12 : ฟิสิกส์สถานะของแข็ง
- (13) เล่ม 13 : เทคโนโลยีสารสนเทศและวิทยาศาสตร์สารสนเทศ
- (14) เล่ม 14 : เทเลไบโอเมตริกที่เกี่ยวข้องกับสรีรวิทยาของมนุษย์
- (15) ศัพท์มาตรฐานวิทยาระหว่างประเทศ – แนวคิดพื้นฐานและแนวคิดทั่วไปพร้อมคำศัพท์ที่เชื่อมสัมพันธ์

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดขึ้นโดยใช้เอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

ISO 80000-3 : 2006 (E)	Quantities and units – Part 3 : Space and time
ISO 8601 : 2004	Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 4362 (พ.ศ. 2554)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ปริมาณและหน่วย เล่ม 1 ปริภูมิและเวลา

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ปริมาณและหน่วย เล่ม 3 : ปริภูมิและเวลา

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณและหน่วย เล่ม 1 ปริภูมิและเวลา มาตรฐานเลขที่ มอก. 235 เล่ม 1-2550

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 3766 (พ.ศ. 2550) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณและหน่วยต่าง ๆ ทางกายภาพ เล่ม 1 ปริมาณและหน่วยของระวางที่และเวลาและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณและหน่วย เล่ม 1 ปริภูมิและเวลา ลงวันที่ 24 สิงหาคม พ.ศ. 2550 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณและหน่วย เล่ม 3 : ปริภูมิและเวลา มาตรฐานเลขที่ มอก. 235 เล่ม 3-2554 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 7 กรกฎาคม พ.ศ. 2554

ชัยวุฒิ บรรณวัฒน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

บทนำ

0.1 การจัดตาราง

ตารางปริมาณและหน่วยในมาตรฐานนี้ หน้าซ้าย (หน้าเลขคู่) เป็นปริมาณและหน้าขวา (หน้าเลขคี่) เป็นหน่วยที่สมนัยกับปริมาณ

หน่วยทั้งหมดระหว่างเส้นที่ 2 เส้นทางหน้าขวาขึ้นกับปริมาณระหว่างเส้นที่ 2 ทางหน้าซ้ายที่สมนัยกัน

0.2 ตารางของปริมาณ

ค่าของปริมาณที่สำคัญที่สุดในขอบเขตของเอกสารนี้ กำหนดไว้พร้อมสัญลักษณ์และบทนิยาม บทนิยามที่กำหนดไว้เพื่อให้ทราบพอเข้าใจเท่านั้นไม่ได้มีจุดประสงค์ให้เป็นบทนิยามที่สมบูรณ์

ลักษณะเฉพาะของปริมาณทางสเกลาร์ ทางเวกเตอร์หรือทางเทนเซอร์ของปริมาณบางค่าได้กำหนดไว้โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องนิยาม

ส่วนใหญ่แล้วกำหนดเพียง 1 ชื่อหรือ 1 สัญลักษณ์สำหรับค่าของปริมาณ ในกรณีที่กำหนดมากกว่า 1 ชื่อหรือมากกว่า 1 สัญลักษณ์สำหรับปริมาณเดียวกันไม่ได้ให้ความแตกต่างเป็นพิเศษ ชื่อหรือสัญลักษณ์เหล่านี้จะมีฐานเดียวกัน เมื่อมีตัวเอนได้ 2 แบบ (เช่น $\mathcal{G}$ หรือ θ , φ หรือ ϕ , a หรือ α และ g หรือ $\mathbf{g}$) จะกำหนดไว้แบบเดียว แต่ไม่ได้หมายความว่าอีกแบบหนึ่งไม่เป็นที่ยอมรับ โดยทั่วไปแล้วการนำไปใช้ที่มีความแตกต่างกันนั้นไม่ทำให้แสดงความหมายที่พิเศษกว่า สัญลักษณ์ที่อยู่ในวงเล็บหมายความว่า สัญลักษณ์เหล่านั้นเป็น “สัญลักษณ์ที่สงวนไว้” ใช้ในกรณีพิเศษเมื่อนำสัญลักษณ์หลักไปใช้กับความหมายซึ่งแตกต่างกัน

0.3 ตารางของหน่วย

0.3.1 ข้อกำหนดทั่วไป

หน่วยสำหรับปริมาณที่สมนัยกันได้กำหนดทั้งสัญลักษณ์ระหว่างประเทศและบทนิยาม ชื่อของหน่วยเป็นไปตามภาษาที่ใช้ แต่สัญลักษณ์ต่างๆ ให้ใช้สัญลักษณ์ระหว่างประเทศเหมือนกันทุกภาษา ข้อมูลเพิ่มเติมให้ดู มอก.235 เล่ม 1 หรือ SI Brochure (7th edition 1998) จากสำนักงานระหว่างประเทศว่าด้วยการชั่ง และการวัด (International Bureau of Weights and Measures, BIPM) และ ISO 80000-1

(ก) หน่วย SI ระบุไว้ก่อนหน่วยที่ไม่ใช่หน่วย SI หน่วย SI ได้ยอมรับให้ใช้จากการประชุมใหญ่ว่าด้วยมาตราชั่งตวงวัด (Conférence Générale des Poids et Mesures, CGPM)

(ข) หน่วยที่ไม่ใช่หน่วย SI ซึ่งอาจใช้ร่วมกับหน่วย SI เพราะมีความจำเป็นในทางปฏิบัติหรือเป็นหน่วยพิเศษเฉพาะสาขาแยกจากหน่วย SI จะกันด้วยเส้นประ

(ค) หน่วยที่ไม่ใช่หน่วย SI ซึ่งอาจใช้ร่วมชั่วคราวกับหน่วย SI จะพิมพ์ด้วยขนาดตัวพิมพ์เล็กกว่าธรรมดาและอยู่ในสควมที่ 10 “ตัวประกอบการแปลงผันและหมายเหตุ (conversion factors and remarks)”

(ง) หน่วยที่ไม่ใช่หน่วย SI ซึ่งไม่ควรรวมกับหน่วย SI ได้ให้ไว้เป็นข้อมูลในภาคผนวก และไม่ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานนี้ หน่วยที่ไม่ใช่หน่วย SI เหล่านี้จัดเป็น 2 กลุ่ม คือ

(1) หน่วยในระบบ CGS พร้อมชื่อเฉพาะ

(2) หน่วยในระบบอิมพีเรียล (imperial system) ซึ่งมีหน่วยฐานเป็นฟุต ปอนด์ วินาที และหน่วยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

(จ) หน่วยที่ไม่ใช่หน่วย SI ให้ไว้เป็นข้อสังเกต ที่เกี่ยวกับตัวประกอบการแปลงผัน ให้ไว้ในภาคผนวก ค.

(ฉ) หน่วยมาตราไทย ให้เป็นข้อมูลไว้ในภาคผนวก ง.

0.3.2 ข้อสังเกตของหน่วยสำหรับปริมาณที่มีมิติเป็นหนึ่ง

หน่วยเสริมปริมาณใดๆ ที่มีมิติหนึ่งก็คือตัวเลขหนึ่ง (1) ซึ่งโดยทั่วไปจะไม่เขียนหน่วย 1 ลงไปและไม่ใช้ คำอุปสรรค (prefix) มาเป็นพหุคูณหรือพหุคูณย่อยของหน่วยนี้อีก อาจใช้กำลังของ 10 แทนอุปสรรค

ตัวอย่าง

$$\text{ดัชนีหักเห } n = 1.53 \times 1 = 1.53$$

$$\text{เลขเรย์โนลด์ } Re = 1.32 \times 10^3$$

เพื่อพิจารณาว่ามุมเชิงระนาบแสดงเป็นอัตราส่วนระหว่างความยาว 2 ความยาว กับมุมตันเป็นอัตราส่วน ระหว่างพื้นที่กับกำลังสองของความยาว ในปี พ.ศ. 2538 (ค.ศ.1995) CGPM กำหนดในระบบหน่วยระหว่างประเทศว่า เรเดียน (rad) และสเตอเรเดียน (sr) เป็นหน่วยอนุพัทธ์ที่ไม่มีมิติ ซึ่งอนุมานว่าปริมาณเชิงระนาบ และมุมตันเป็น ปริมาณอนุพัทธ์ที่มีมิติเป็นหนึ่ง หน่วยเรเดียนและสเตอเรเดียนเท่ากับหนึ่ง ซึ่งอาจจะไว้หรืออาจใช้ในนิพจน์ สำหรับหน่วยอนุพัทธ์ ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างปริมาณที่มีธรรมชาติแตกต่างกันแต่มีมิติเดียวกัน

0.4 ตัวเลขที่แสดงในมาตรฐาน

เครื่องหมาย = หมายความว่า เท่ากันพอดี (exactly equal to) ให้ใช้คำว่า “พอดี”

เครื่องหมาย $\approx$ หมายความว่า เท่ากันโดยประมาณ (approximately equal to)

เครื่องหมาย := หมายความว่า เท่ากันโดยคำจำกัดความ (by definition equal to)

ค่าตัวเลขแสดงปริมาณทางฟิสิกส์ได้จากการทดลองควรมีค่าความไม่แน่นอนจากการวัดร่วมอยู่ด้วยเสมอ ค่าความไม่แน่นอน จะเขียนเป็นดังนี้

ตัวอย่าง $l = 2.347\,82(32)\text{ m}$

ในตัวอย่างนี้ $l = a(b)\text{ m}$ ค่าตัวเลข b ที่อยู่ในวงเล็บเป็นค่าความไม่แน่นอน ในตำแหน่งสุดท้ายที่สมนัย ตัวเลข a ของความยาว l b แทนความไม่แน่นอนมาตรฐาน (ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการประมาณ) ใน ตำแหน่งสุดท้ายที่สมนัยของ a ตามตัวอย่างนี้ ค่าประมาณที่ดีที่สุดของความยาว l (เมื่อ l มีหน่วยเป็นเมตร) คือ 2.347 82 และค่าที่ไม่ทราบของ l เชื่อว่าค่าความยาว l จะอยู่ระหว่าง $(2.347\,82 - 0.000\,32)\text{ m}$ และ $(2.347\,82 + 0.000\,32)\text{ m}$ ฉะนั้นค่าความไม่แน่นอนเท่ากับ 0.000 32 m และการกระจายที่เป็นไปได้ของค่า l

0.5 ข้อสังเกตปริมาณทางลอการิทึมและหน่วย

สมการของการแกว่งกวัดฮาร์มอนิกแบบหน่วง (damped harmonic oscillation) ซึ่งขึ้นอยู่กับเวลา เขียนได้ทั้งแบบจำนวนจริงหรือแบบส่วนจริงของจำนวนเชิงซ้อน

$$F(t) = Ae^{-\alpha t} \cos \omega t = \text{Re}(Ae^{(-\delta + i\omega)t}), \quad A = F(0)$$

ความสัมพันธ์ของ δ และ ω ยังคงอยู่ เมื่อ e เป็นฐานของฟังก์ชันเลขชี้กำลัง (exponential function) หน่วยสำหรับปริมาณสัมประสิทธิ์ความหน่วง δ และความถี่เชิงมุม ω เป็นวินาทียกกำลังลบหนึ่ง (s^{-1}) การใช้ชื่อเฉพาะเนเปอร์ สัญลักษณ์ Np และเรเดียน สัญลักษณ์ rad สำหรับหน่วยของ δ และ ωt ตามลำดับ หน่วยสำหรับ δ และ ω เป็นเนเปอร์ต่อวินาที สัญลักษณ์ Np/s และเรเดียนต่อวินาที สัญลักษณ์ rad/s ตามลำดับ เนเปอร์และเรเดียนเป็นชื่อเฉพาะสำหรับ “มิติไร้หน่วย” หน่วยหนึ่ง (1) (เนเปอร์ใช้ในหน่วยสำหรับปริมาณลอการิทึม เรเดียนใช้กับหน่วยมุมเชิงระนาบและเฟสของฟังก์ชันเชิงวงกลม)

$$F(x) = Ae^{-\alpha x} \cos \beta x = \operatorname{Re}(Ae^{-\gamma x}), \quad A = F(0) \quad \gamma = \alpha + i\beta$$

เมื่อ α คือ เนเปอร์ต่อเมตร (สัญลักษณ์ Np/m) และ β คือ เรเดียนต่อเมตร (สัญลักษณ์ rad/m)

โดยทั่วไปลอการิทึมปริมาณเชิงซ้อนจะแสดงในรูปของลอการิทึมฐานอี (ln)

ในมาตรฐานนี้ ระดับ L_F ของปริมาณเชิงสนาม ที่ประชุมใหญ่ CIPM และ OIML ได้นิยามค่า F ไว้ในรูปของลอการิทึมฐานอีซึ่งเป็นสัดส่วนระหว่างปริมาณเชิงสนามกับค่าอ้างอิง F_0 , $L_F = \ln(F/F_0)$ เนื่องจากปริมาณเชิงสนามนิยามเป็นปริมาณกำลังสองเมื่อเป็นระบบเชิงเส้น จึงนำรากที่สองมาใส่ไว้

$$L_P = \ln \sqrt{P/P_0} = (1/2) \ln(P/P_0)$$

เมื่อนิยามโดยลอการิทึมฐานอี เพื่อที่จะทำให้ระดับของปริมาณกำลังเท่ากับระดับของปริมาณเชิงสนาม สัดส่วนตัวประกอบ ดังนั้น สัดส่วนตัวประกอบจะเป็นตัวเดียวกัน สำหรับปริมาณที่พิจารณากับปริมาณอ้างอิง ตามลำดับ ดู IEC 60027-3:2002 ข้อ 4.2

เนเปอร์ ใช้สัญลักษณ์ Np และเบล ใช้สัญลักษณ์ B เป็นหน่วยปริมาณเชิงลอการิทึม

เนเปอร์ เป็นหน่วยเชื่อมกับ (coherent unit) เมื่อปริมาณเชิงลอการิทึมกำหนดให้ใช้เป็นลอการิทึมฐานอี $1 \text{ Np} = 1$ เบล คือ หน่วยเมื่อค่าตัวเลขของปริมาณลอการิทึมแสดงในรูปของลอการิทึมฐาน 10 $1 \text{ B} = (1/2) \ln 10 \text{ Np} \approx 1.151\,293 \text{ Np}$ การใช้เนเปอร์จะจำกัดอยู่ในการคำนวณเชิงทฤษฎีของปริมาณเชิงสนาม เมื่อหน่วยที่เหมาะสมที่สุดโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับ ปริมาณกำลัง หน่วยเป็นเบลหรือเดซิเบล dB ควรตระหนักว่า เนเปอร์เป็นหน่วยเชื่อมกับไม่ได้ชี้แจงว่าการใช้เบลควรหลีกเลี่ยง

CIPM และ OIML ยอมรับให้ใช้หน่วยเบลเป็นหน่วย SI เช่นเดียวกันกับการใช้หน่วยองศา ($^\circ$) เป็นหน่วยเชื่อมกับเรเดียน สัญลักษณ์ rad สำหรับมุมระนาบ

เพื่อหลีกเลี่ยงความหมายที่ไม่ชัดเจน ในการใช้ปริมาณลอการิทึม ควรเขียนหน่วยไว้หลังตัวเลข ถ้าหน่วยเป็นเนเปอร์ $1 \text{ Np} = 1$ สำหรับปริมาณที่ยกกำลัง ระดับทั่วไป $L_P = 10 \lg(P/P_0) \text{ dB}$ และค่าตัวเลข $10 \lg(P/P_0)$ และ P/P_0 ซึ่งยังเป็นข้อถกเถียงกันอยู่ ค่าตัวเลขนี้ไม่เหมือนปริมาณ L_P เพราะหน่วยเดซิเบลไม่เท่ากับ 1 การใช้ระดับปริมาณเชิงสนามโดยทั่วไปใช้ $L_F = 10 \lg(F/F_0)^2 \text{ dB}$

ตัวอย่างที่ 1 $L_F = 3 \text{ dB} (= 0.3 \text{ B})$ สำหรับระดับโดยทั่วไปของปริมาณเชิงสนาม หมายถึง $\lg(F/F_0)^2 = 0.3$ หรือ $(F/F_0)^2 = 10^{0.3}$ (ซึ่งหมายความว่า $L_F \approx 0.3 \times 1.151\,293 \text{ Np} = 0.345\,387\,9 \text{ Np}$ แต่ในทางปฏิบัติค่าเหล่านี้ไม่ค่อยใช้)

ตัวอย่างที่ 2 $L_p = 3 \text{ dB} (= 0.3 \text{ B})$ สำหรับระดับของปริมาณยกกำลัง หมายถึง $\lg(P/P_0) = 0.3$ หรือ $(P/P_0) = 10^{0.3}$ (ซึ่งหมายความว่า $L_p \approx 0.3 \times 1.151\ 293 \text{ Np} = 0.345\ 387\ 9 \text{ Np}$ แต่ในทางปฏิบัติค่าเหล่านี้ไม่ค่อยใช้)

การวัดปริมาณยกกำลังโดยทั่วไปต้องการเวลาเฉลี่ยในรูปของค่ากำลังสองเฉลี่ย ซึ่งเป็นสัดส่วนกับกำลัง ปริมาณเชิงสนามอาจอยู่ในรูปของค่ารากกำลังสองเฉลี่ย (r.m.s.) ลอการิทึมฐาน 10 โดยทั่วไปใช้สร้างระดับปริมาณเชิงสนามหรือระดับปริมาณยกกำลัง อย่างไรก็ตามลอการิทึมฐานอี (ln) อาจนำมาใช้ได้กับปริมาณเชิงซ้อน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ปริมาณและหน่วย

เล่ม 3 : ปริภูมิและเวลา

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนด ชื่อ สัญลักษณ์ และบทนิยามสำหรับปริมาณและหน่วยของปริภูมิและเวลา รวมทั้งตัวประกอบการแปลงผัน (ถ้ามี)

2. ชื่อ สัญลักษณ์และบทนิยาม

- 2.1 ชื่อ สัญลักษณ์ และบทนิยามสำหรับปริมาณและหน่วยของปริภูมิและเวลา ให้เป็นดังนี้

ปริภูมิและเวลา				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
3-1.1	ความยาว (length)	l, L	ความยาวเป็นปริมาณ 1 ใน 7 ปริมาณฐานตามระบบปริมาณระหว่างประเทศ (International System of Quantities, ISQ) ซึ่งระบบ SI ใช้เป็นพื้นฐาน	ความยาวเป็นปริมาณ ซึ่งมักจะวัดด้วยแท่งการวัด สัญลักษณ์ H มักใช้แทนความสูง เช่น สูงเหนือระดับน้ำทะเล Q คือ สัญลักษณ์ของแกนซึ่งวัดระยะรัศมี
3-1.2	ความกว้าง (breadth)	b, B		
3-1.3	ความสูง (height)	h, H		
3-1.4	ความหนา (thickness)	d, δ		
3-1.5	รัศมี (radius)	r, R		
3-1.6	ระยะรัศมี (radius distance)	r_Q, ρ		
3-1.7	เส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter)	d, D		
3-1.8	ความยาวของเส้นทาง (length of path)	s		
3-1.9	ระยะทาง (distance)	d, r		
3-1.10	พิกัดคาร์ทีเซียน (Cartesian coordinates)	x, y, z		
3-1.11	เวกเตอร์ตำแหน่ง (position vector)	$\mathbf{r}$		
3-1.12	การกระจัด (displacement)	$\Delta \mathbf{r}$		
3-1.13	รัศมีความโค้ง (radius of curvature)	ρ		

หน่วย				ปริภูมิและเวลา
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
3-1.ก	เมตร	m	1 เมตร คือ ความยาวที่แสงเดินทางใน สุญญากาศในช่วงเวลา $1/299\,792\,458$ วินาที [การประชุม CGPM ครั้งที่ 17 พ.ศ. 2526 (ค.ศ.1983)]	บทนิยามนี้แสดงถึงความเร็วแสง ในสุญญากาศ เท่ากับ $299\,792\,458$ m/sพอดี

ปริภูมิและเวลา				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
3-2	ความโค้ง (curvature)	$\mathcal{K}$	$\mathcal{K} = 1/\rho$ เมื่อ ρ คือ รัศมีความโค้ง (ลำดับที่ 3-1.13)	
3-3	พื้นที่ (area)	$A, (S)$	$A = \iint dx \, dy$ เมื่อ x และ y คือ พิกัดคาร์ทีเซียน (ลำดับที่ 3-1.10)	เวกเตอร์ของพื้นผิวย่อย dA เขียนเป็น $e_n dA$ เมื่อ e_n คือ เวกเตอร์หนึ่งหน่วยตั้งฉากกับพื้นผิว $A = \int dA$ สเกลาร์ของพื้นผิวย่อย dA อาจใช้ $d\sigma$ แทนได้
3-4	ปริมาตร (volume)	V	$V = \iiint dx \, dy \, dz$ เมื่อ x, y และ z คือ พิกัดคาร์ทีเซียน (ลำดับที่ 3-1.10)	$V = \int dV$ ปริมาตรย่อย dV อาจใช้ $d\tau$ แทนได้
3-5	มุม (angle) มุมเชิงระนาบ (plane angle)	$\alpha, \beta, \gamma, \vartheta, \varphi$	$\alpha = s/r$ เมื่อ s คือ ความยาวส่วนโค้งของวงกลมระหว่างเส้นรัศมี 2 เส้น (ลำดับที่ 3-1.8) r คือ รัศมีของวงกลมนั้น (ลำดับที่ 3-1.5)	สัญลักษณ์อื่นอาจใช้ได้ (ดูลำดับที่ 3-14)

หน่วย				ปริภูมิและเวลา
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
3-2.ก	เมตรยกกำลังลบหนึ่ง	m^{-1}		
3-3.ก	ตารางเมตร	m^2		อาร์(a) $1 a := 100 m^2$ หน่วยอาร์ และพหุคูณเฮกตาร์ (ha) ใช้แสดงพื้นที่ของที่ดิน
3-4.ก	ลูกบาศก์เมตร	m^3		
3-4.ข	ลิตร	l, L	$1 l := 10^{-3} m^3 = 1 dm^3$	ในปี พ.ศ.2522 (ค.ศ.1979) CGPM ขอมให้ใช้ L สำหรับ หน่วยลิตร
3-5.ก	เรเดียน	rad	$1 rad := 1 m/m = 1$	ดูบทนำข้อ 0.3.2 เรเดียน คือมุมระหว่างเส้นรัศมี 2 เส้นของวงกลมซึ่งตัดเส้นรอบ วงกลมออกเป็นส่วนโค้งที่มี ความยาวเท่ากับรัศมีนั้น
3-5.ข	องศา (องศาของส่วนโค้ง)	$^{\circ}$	$1^{\circ} := (\pi/180) rad$	$1^{\circ} \approx 0.017 453 3 rad$ ไม่เว้นระยะระหว่างค่าจำนวน
3-5.ค	ลิปดา (minute (minute of arc))	'	$1' := (1/60)^{\circ}$	ตัวเลขกับสัญลักษณ์หน่วยตัว ใดๆ ควรเขียนส่วนขององศาใน ระบบทศนิยมโดยเขียน
3-5.ง	ฟิลิปดา [second (second of arc)]	"	$1'' := (1/60)'$	สัญลักษณ์ของหน่วยไว้หลัง ตัวเลข
3-5.จ	กอน (gon)	gon	$1 gon := (\pi/200) rad$	ตัวอย่าง ควรเขียน 17.25° มากกว่าเขียนด้วย $17^{\circ}15'$ ใช้ในการเดินเรือ

ปริมาณและเวลา				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
3-6	มุมตัน (solid angle)	Ω	$\Omega = A/r^2$ เมื่อ A คือ พื้นที่บนผิวของทรงกลม ซึ่ง อยู่ภายในทรงกรวยที่มีจุดยอดอยู่ที่จุด ศูนย์กลางของทรงกลม (ลำดับที่ 3-3) r คือ รัศมีของทรงกลมนั้น (ลำดับที่ 3- 1.5)	
3-7	เวลา (time) ระยะเวลา (duration)	t	เวลาเป็น 1 ใน 7 ของปริมาณฐานใน ระบบปริมาณระหว่างประเทศ (ISQ)	เวลาเป็นปริมาณ ซึ่งวัดได้ด้วย มาตรฐานเวลา
3-8.1	ความเร็ว (velocity) อัตราเร็ว (speed)	v u, v, w	$v = dr/dt$ เมื่อ r คือ เวกเตอร์ตำแหน่ง (ลำดับที่ 3- 1.11) t คือ เวลา (ลำดับที่ 3-7)	เมื่อไม่ใช่สัญลักษณ์ v เป็น ความเร็ว อาจใช้สัญลักษณ์ u, v, w เป็นองค์ประกอบ ความเร็ว ขนาดของความเร็ว (magnitude of velocity) $v = v $ โดยทั่วไป เรียกว่า “อัตราเร็ว (speed)”
3-8.2	อัตราเร็วในการ แพร่กระจายของคลื่น (speed of propagation of wave)	c		c ใช้กับอัตราเร็วของการ แพร่กระจายของคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้า เพื่อให้แตกต่าง จากอัตราเร็วชนิดอื่น

หน่วย				ปริภูมิและเวลา
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
3-6.ก	สเตอเรเดียน (steradian)	sr	$1 \text{ sr} := 1 \text{ m}^2 / \text{m}^2 = 1$	ดูบทนำข้อ 0.3.2 สเตอเรเดียน คือ มุมตันของกรวยซึ่ง มีจุดยอดอยู่ที่ศูนย์กลางของทรง กลมและตัดพื้นที่ผิวของทรงกลม ออกเท่ากับพื้นที่สี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มี ความยาวด้านเท่ากับรัศมีของทรง กลมนั้น
3-7.ก	วินาที	s	1 วินาที คือ ช่วงเวลาเท่ากับ 9 192 631 770 คาบของการแผ่รังสีที่เนื่องจากการเปลี่ยนระดับไฮเพอร์ไฟน์สองระดับของอะตอมซีเซียม -133 ในสถานะพื้น	การแสดงวันและเวลา ดู ISO 8601 ตาม ISO 8601 การเขียนวัน และ เวลาเป็นดังนี้ ปี-เดือน-วัน : 1935-12-04 ชั่วโมง-นาฬิกา-วินาที : 09:30:35
3-7.ข	นาที	min	$1 \text{ min} := 60 \text{ s}$	
3-7.ค	ชั่วโมง	h	$1 \text{ h} := 60 \text{ min} = 3\,600 \text{ s}$	
3-7.ง	วัน	d	$1 \text{ d} := 24 \text{ h} = 86\,400 \text{ s}$	
3-8.ก	เมตรต่อวินาที	m/s		
3-8.ข	กิโลเมตรต่อชั่วโมง	km/h		$1 \text{ km/h} = (1/3.6) \text{ m/s} \approx 0.277\,778 \text{ m/s}$ น็อต (kn) $1 \text{ kn} := 1$ ไมล์ทะเล ต่อชั่วโมง $= (1\,852/3\,600) \text{ m/s}$ $\approx 0.514\,444 \text{ m/s}$

ปริมาณและเวลา				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
3-9.1	ความเร่ง (acceleration)	a	$a = dv/dt$ เมื่อ v คือ ความเร็ว (ลำดับที่ 3-8.1) และ t คือ เวลา (ลำดับที่ 3-7)	ความเร่งมาตรฐานของการตก อิสระ $g_n := 9.806\,65\text{ m/s}^2$ คูการประชุม CGPM ครั้งที่ 3 พ.ศ.2444 (ค.ศ.1901)
3-9.2	ความเร่งของการตกอิสระ (acceleration of free fall)	g		
3-10	ความเร็วเชิงมุม (angular velocity)	ω , ω	$\omega = d\varphi/dt$ เมื่อ φ คือ มุมเชิงระนาบ (ลำดับที่ 3-5) และ t คือ เวลา (ลำดับที่ 3-7)	เวกเตอร์ ω อยู่ตามแนวแกน การหมุนตามเข็มนาฬิกา ดู ความถี่ของการหมุน (ลำดับที่ 3- 15.2)
3-11	ความเร่งเชิงมุม (angular acceleration)	α	$\alpha = d\omega/dt$ เมื่อ ω คือ ความเร็วเชิงมุม (ลำดับที่ 3- 10) และ t คือ เวลา (ลำดับที่ 3-7)	
3-12	คาบ (period duration or period)	T	ระยะเวลาใน 1 รอบ	
3-13	ค่าคงตัวเวลา (time constant)	$\tau, (T)$	ถ้าปริมาณเป็นฟังก์ชันของเวลา เป็นดังนี้ $F(t) = A + Be^{-t/\tau}$ เมื่อ t คือ เวลา (ลำดับที่ 3-7) และ A และ B คือ ค่าคงตัว แล้ว τ คือ ค่าคงตัว เวลา	ค่าคงตัวเวลา ในที่นี้ใช้กับ ปริมาณแปรผันแบบฟังก์ชันเลข ชี้กำลัง ยังมีค่าคงตัวเวลาอื่นๆ อีก

หน่วย				ปริภูมิและเวลา
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
3-9.ก	เมตรต่อวินาทีกำลังสอง	m/s^2		
3-10.ก	เรเดียนต่อวินาที	rad/s		สำหรับหน่วยอื่นที่ไม่ใช่เรเดียน (ดูลำดับที่ 3-5.ข, ค, ง, จ)
3-11.ก	เรเดียนต่อวินาทีกำลังสอง	rad/s^2		สำหรับหน่วยอื่นที่ไม่ใช่เรเดียน (ดูลำดับที่ 3-5.ข, ค, ง, จ)
3-12.ก	วินาที	s		
3-13.ก	วินาที	s		

ปริมาณและเวลา				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
3-14	การหมุน (rotation)	N	$N = \varphi/2\pi$ เมื่อ φ คือ มุมเชิงระนาบ (ลำดับที่ 3-5)	N คือ จำนวนรอบของการหมุน (ไม่จำเป็นต้องเป็นจำนวนเต็ม เช่น จำนวนรอบของวัตถุหรือ จำนวนรอบของขดลวด)
3-15.1 3-15.2	ความถี่ (frequency) ความถี่ของการหมุน (rotation frequency)	f, ν n	$f = 1/T$ เมื่อ T คือ คาบ (ลำดับที่ 3-12) $n = dN/dt$ เมื่อ N คือ จำนวนรอบของการหมุน (ลำดับที่ 3-14) และ t คือ เวลา (ลำดับที่ 3-7)	$n = \omega/2\pi$ เมื่อ ω เป็นความเร็วเชิงมุม (ลำดับที่ 3-10)
3-16	ความถี่เชิงมุม (angular frequency)	ω	$\omega = 2\pi f$ เมื่อ f คือ ความถี่ (ลำดับที่ 3-15.1)	
3-17	ความยาวคลื่น (wavelength)	λ	ระยะทางในทิศทางของการแพร่กระจาย ของคลื่นรูปไซน์ ระหว่างจุดสองจุด สืบเนื่องซึ่งในขณะเวลาหนึ่งมีเฟสต่างกัน 2π (ดูหมายเหตุลำดับที่ 3-25)	
3-18	เลขคลื่น (wavenumber) เรพทิเทนซี (repetency)	$\sigma, \tilde{\nu}$	$\sigma = 1/\lambda$ เมื่อ λ คือ ความยาวคลื่น (ลำดับที่ 3-17)	เวกเตอร์ $\mathbf{k}$ สมัยกับ ลำดับที่ 3-19 โดยทั่วไป เรียกเวกเตอร์คลื่น เวกเตอร์ σ บางครั้งเรียก เวกเตอร์คลื่นด้วย
3-19	เลขคลื่นเชิงมุม (angular wavenumber)	k	$k = 2\pi\sigma$ เมื่อ σ คือ เลขคลื่น (ลำดับที่ 3-18)	ควรใช้คำว่า “เรพทิเทนซี” มากกว่าคำว่า “เลขคลื่น”

หน่วย				ปริภูมิและเวลา
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
3-14.ก	หนึ่ง	1		ดูบทนำข้อ 0.3.2 ชื่อเฉพาะของการหมุนใช้ สัญลักษณ์ r ใช้กันอย่างแพร่หลาย ในเรื่องเครื่องจักรชนิดหมุน
3-15.ก 3-15.ข	เฮิรตซ์ วินาทียกกำลังลบหนึ่ง	Hz s^{-1}	$1\text{Hz} := 1\text{s}^{-1}$	หน่วยรอบการหมุนต่อวินาที สัญลักษณ์ r/s และรอบการหมุน ต่อนาที สัญลักษณ์ r/min ใช้กัน อย่างแพร่หลายในเรื่องเครื่องจักร หมุน (ดูลำดับที่ 3-14.ก)
3-16.ก 3-16.ข	เรเดียนต่อวินาที วินาทียกกำลังลบหนึ่ง	rad/s s^{-1}		ดูบทนำข้อ 0.3.2
3-17.ก	เมตร	m		อังสตรอม ($\text{\AA}$), $1\text{\AA} := 10^{-10}\text{ m}$
3-18.ก	เมตรยกกำลังลบหนึ่ง	m^{-1}		โดยทั่วไปในทางสเปกโทรสโคปี ใช้หน่วยเป็น cm^{-1}
3-19.ก 3-19.ข	เรเดียนต่อเมตร เมตรยกกำลังลบหนึ่ง	rad/m m^{-1}		(ดูบทนำข้อ 0.3.2)

ปริมาณและเวลา				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
3-20.1	ความเร็วเฟส (phase velocity) อัตราเร็วเฟส (phase speed)	c, v c_g, v_g	$c = \frac{\omega}{k}$ เมื่อ ω คือ ความถี่เชิงมุม (ลำดับที่ 3-16) และ k คือ เลขคลื่นเชิงมุม (ลำดับที่ 3-19)	ถ้าอัตราเร็วของคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าและอัตราเร็วอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องทั้งสองอัตรา ควร ใช้ c แทนอัตราเร็วของคลื่น แม่เหล็กไฟฟ้าและ v ใช้แทน อัตราเร็วอื่นๆ อัตราเร็วเฟส อาจเขียนเป็น $c = \lambda f$
3-20.2	ความเร็วกลุ่ม (group velocity) อัตราเร็วกลุ่ม (group speed)	c_g, v_g	$c_g = \frac{d\omega}{dk}$ เมื่อ ω คือ ความถี่เชิงมุม (ลำดับที่ 3-16) และ k คือ เลขคลื่นเชิงมุม (ลำดับที่ 3-19)	

หน่วย				ปฏิกิริยาและเวลา
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
3-20 ก	เมตรต่อวินาที	m/s		

ปริมาณและเวลา				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
3-21	ระดับของปริมาณเชิงสนาม (level of a field quantity)	L_F	$L_F = \ln \frac{F}{F_0}$ เมื่อ F และ F_0 แทนปริมาณเชิงสนามของสิ่งของชนิดเดียวกัน โดยมี F_0 เป็นปริมาณอ้างอิง ในทางปฏิบัติอาจเขียนเป็น $L_F = 20 \lg \left(\frac{F}{F_0} \right) \text{ dB}$ $= 10 \lg \left(\frac{F}{F_0} \right)^2 \text{ dB}$	ถ้า $P/P_0 = (F/F_0)^2$ แล้ว $L_F = L_P$ ชื่อสัญลักษณ์และบทนิยามเหมือนกัน ใช้ระบุปริมาณเชิงสนามหรือปริมาณยกกำลัง (ดูบทนำข้อ 0.5) ชนิดของปริมาณควรระบุชื่อด้วย สัญลักษณ์เป็นตัวห้อย เช่น ระดับความแรงสนามไฟฟ้า L_E ผลต่างระหว่างปริมาณเชิงสนามสองระดับ ที่อ้างอิงกับ F_0 เรียกว่าระดับความต่างของปริมาณเชิงสนาม $\Delta L_F = \ln \frac{F_1}{F_0} - \ln \frac{F_2}{F_0}$
3-22	ระดับของปริมาณกำลัง (level of a power quantity)	L_P	$L_P = \frac{1}{2} \ln \frac{P}{P_0} = \ln \sqrt{\frac{P}{P_0}}$ เมื่อ P และ P_0 แทนปริมาณกำลังซึ่งเป็นปริมาณชนิดเดียวกัน โดยมี P_0 เป็นปริมาณอ้างอิง ในทางปฏิบัติอาจเขียนเป็น $L_P = 10 \lg \frac{P}{P_0} \text{ dB}$	$= \ln \frac{F_1}{F_2}$ ซึ่งไม่ขึ้นกับ F_0 ใช้ได้กับปริมาณกำลังเช่นกัน

หน่วย				ปริภูมิและเวลา
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
3-21.ก 3-21.ข	เนเพอร์ เบล	Np B	1 Np := ln e = 1 1 B = ln√10 Np	คูบนำข้อ 0.5 1 Np คือ ระดับของปริมาณเชิง สนาม เมื่อ $\ln(F/F_0) = 1$; นั่นคือ $(F/F_0) = e$ หน่วยเดซิเบล dB ใช้ดังนี้ $1 \text{ dB} = \frac{1}{10} \ln\sqrt{10} \text{ Np}$ $\approx 0.115 \ 129 \ 3 \text{ Np}$ $L_F = \ln \frac{F}{F_0} \text{ Np}$ $= 10 \lg \left(\frac{F}{F_0} \right)^2 \text{ dB}$
3-22.ก 3-22.ข	เนเพอร์ เบล	Np B	1 Np := ln e = 1 1 B = ln√10 Np	คูบนำข้อ 0.5 1 Np คือ ระดับของปริมาณยกกำลัง เมื่อ $\ln \sqrt{\frac{P}{P_0}} = 1$; นั่นคือ $(P/P_0) = e^2$ หน่วยเดซิเบล dB ใช้ดังนี้ $1 \text{ dB} = \frac{1}{10} \ln\sqrt{10} \text{ Np}$ $\approx 0.115 \ 129 \ 3 \text{ Np}$ $L_P = \ln \sqrt{\frac{P}{P_0}} \text{ Np} = 10 \lg \frac{P}{P_0} \text{ dB}$

ปริภูมิและเวลา				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
3-23	สัมประสิทธิ์การหน่วง (damping coefficient)	δ	$\delta = 1/\tau$ เมื่อ τ คือ ค่าคงตัวเวลาของปริมาณแปร ผันแบบฟังก์ชันเลขชี้กำลัง (ลำดับที่ 3- 13)	ถ้าปริมาณเป็นฟังก์ชันของเวลา $F(t) = Ae^{-\delta t} \cos[\omega(t-t_0)]$ เมื่อ δ คือ สัมประสิทธิ์การ หน่วง ปริมาณ $\omega(t-t_0)$ เรียกว่าเฟส
3-24	ส่วนลดลอการิทึม (logarithmic decrement)	Λ	$\Lambda = \delta T$ เมื่อ δ คือ สัมประสิทธิ์การหน่วง (ลำดับที่ 3-23) และ T คือ คาบ (ลำดับที่ 3-12)	
3-25.1	สัมประสิทธิ์การลดทอน (attenuation coefficient)	α	ถ้าปริมาณ F คือ ฟังก์ชันของระยะทาง x เขียนได้เป็น $F(x) = Ae^{-\alpha x} \cos[\beta(x-x_0)]$ เมื่อ α คือ สัมประสิทธิ์การลดทอน และ β คือ สัมประสิทธิ์เฟส	ปริมาณ $1/\alpha$ เรียก ความยาว การลดทอน ปริมาณ $\beta(x-x_0)$ เรียก เฟส
3-25.2	สัมประสิทธิ์เฟส (phase coefficient)	β		
3-25.3	สัมประสิทธิ์การแพร่ (propagation coefficient)	γ	$\gamma = \alpha + i\beta$	$-i\gamma$ คือ เลขคลื่นเชิงมุมเชิงซ้อน

หน่วย				ปฏิกิริยาและเวลา
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
3-23.ก	วินาทียกกำลังลบหนึ่ง	s^{-1}		
3-23.ข	เนเปอร์ต่อวินาที	Np/s		ดูบทนำข้อ 0.5 สัมประสิทธิ์การหน่วงแสดงด้วย หน่วยเดซิเบลต่อวินาที สัญลักษณ์ dB/s
3-24.ก	หนึ่ง	1		ดูบทนำข้อ 0.3.2
3-24.ข	เนเปอร์	Np		ดูบทนำข้อ 0.5 ส่วนตลอดการที่มแสดงในหน่วย เดซิเบล สัญลักษณ์ dB
3.25.ก	เมตรยกกำลังลบหนึ่ง	m^{-1}		ดูบทนำข้อ 0.5 α และ β มักใช้ เนเปอร์ต่อเมตร และเรเดียนต่อเมตร ตามลำดับ α แสดงเป็นหน่วยเดซิเบลต่อ เมตร สัญลักษณ์ dB/m

ภาคผนวก ก.
หน่วยในระบบ CGS ที่มีชื่อเฉพาะ
 (ให้ไว้เป็นข้อมูล)

หน่วยเหล่านี้ไม่สนับสนุนให้ใช้ (the use of these units is deprecated)

ปริมาณ ลำดับที่	ปริมาณ	หน่วย ลำดับที่	ชื่อหน่วย และสัญลักษณ์	ตัวประกอบการแปลงผันและหมายเหตุ
3-9.1	ความเร่ง (acceleration)	3-9.ก.1	กาล: Gal	1 Gal := $1\text{cm/s}^2 = 0.01\text{m/s}^2$ มิลลิกาล (mGal) ใช้ในภูมิมาตรศาสตร์ (geodesy)

ภาคผนวก ข.

หน่วยในระบบอิมพีเรียล (imperial system) ซึ่งมีหน่วยฐานเป็นฟุต ปอนด์ วินาที และหน่วยอื่นๆ
ที่เกี่ยวข้อง

(ให้ไว้เป็นข้อมูล)

หน่วยเหล่านี้ไม่สนับสนุนให้ใช้ (the use of these units is deprecated)

ปริมาณ ลำดับที่	ปริมาณ	หน่วย ลำดับที่	ชื่อหน่วย และสัญลักษณ์	ตัวประกอบการแปลงผันและหมายเหตุ
3-1	ความยาว	3-1.ข.1	นิ้ว : in	1 in := 25.4 mm บทนิยามนี้สหรัฐอเมริกายอมรับให้เป็นบทนิยามที่ ตามกฎหมายเมื่อ ปี พ.ศ.2502 (ค.ศ.1959) (ประกาศ โดย Announcement US Dept. of Commerce, National Bureau of Standards, F.R. Doc. 59-5442 d.d. 30 มิถุนายน พ.ศ. 2502 (ค.ศ.1959) และสหราชอาณาจักร พ.ศ. 2506 (ค.ศ.1963) (Weights and Measures Act)) “mil” หรือ “thou” บางครั้งใช้แสดง “milli-inch”
		3-1.ข.2	ฟุต : ft	1 ft := 12 in := 0.304 8 m 1 US Survey foot := $\frac{1\ 200}{3\ 937}$ m = (0.304 8 m) / 0.999 998 $\approx$ 0.304 800 6 m
		3-1.ข.3	หลา : yd	1 yd := 3 ft = 36 in = 0.914 4 m
		3-1.ข.4	ไมล์ : mi	1 mi := 1 760 yd = 5 280 ft = 1 609.344 m 1 US Survey mile := 5 280 US Survey foot $\approx$ 1 609.347 m

ปริมาณ ลำดับที่	ปริมาณ	หน่วย ลำดับที่	ชื่อหน่วย และสัญลักษณ์	ตัวประกอบการแปลงผันและหมายเหตุ
3.3	พื้นที่	3-3.ข.1	ตารางนิ้ว : in ²	1 in ² = 645.16 mm ² “circular mil” บางครั้งใช้ระบุพื้นที่ของ $(\pi/4) \times 10^{-6} \text{ in}^2$ $\approx 506.707 \mu \text{ m}^2$
		3-3.ข.2	ตารางฟุต : ft ²	1 ft ² = 0.092 903 04 m ²
		3-3.ข.3	ตารางหลา : yd ²	1 yd ² = 0.836 127 36 m ² โดยทั่วไปใช้อักษรย่อ sq in, sq ft และ sq yd
		3-3.ข.4	ตารางไมล์	1 ตารางไมล์ $\approx 2.589\ 988 \text{ km}^2$ 1 ตารางไมล์ (US Survey) $\approx 2.589\ 998 \text{ km}^2$ 1 ตารางไมล์ = 640 เอเคอร์
		3-3.ข.5	เอเคอร์	1 เอเคอร์ := 4 840 yd ² $\approx 4\ 046.856 \text{ m}^2$ 1 เอเคอร์ (US Survey) $\approx 4\ 046.873 \text{ m}^2$

ปริมาณ ลำดับที่	ปริมาณ	หน่วย ลำดับที่	ชื่อหน่วย และสัญลักษณ์	ตัวประกอบการแปลงผันและหมายเหตุ
3-4	ปริมาตร	3-4.ข.1	ลูกบาศก์นิ้ว : in ³	1 in ³ = 16.387 064 cm ³
		3-4.ข.2	ลูกบาศก์ฟุต : ft ³	1 ft ³ ≈ 28.316 85 dm ³
		3-4.ข.3	ลูกบาศก์หลา : yd ³	1 yd ³ ≈ 0.764 554 9 m ³ โดยทั่วไปใช้อักษรย่อ cu in, cu ft และ cu yd
		3-4.ข.4	แกลลอน (UK) : gal (UK)	1 gal (UK) := 277.420 in ³ ≈ 4.546 099 dm ³ ≈ 1.200 95 gal (US)
		3-4.ข.5	ไพนด์ (UK) : pt (UK)	1 pt (UK) := (1/8) gal (UK) ≈ 0.568 261 25 dm ³ ≈ 1.200 95 liq pt (US)
		3-4.ข.6	ออนซ์ของไหล(UK) : fl oz (UK)	1 fl oz (UK) = (1/160) gal (UK) ≈ 28.413 06 cm ³ ≈ 0.960 760 fl oz (US)
		3-4.ข.7	บูเชล (UK) : (UK)	1 บูเชล (UK) := 8 gal (UK) ≈ 36.368 72 dm ³ ≈ 1.032 06 bu (US)
		3-4.ข.8	แกลลอน (US) : gal (US)	1 gal (US) := 231 in ³ ≈ 3.785 412 dm ³ ≈ 0.832 674 gal (UK)
		3-4.ข.9	ไพน์ของเหลว (US) : liq pt (US)	1 liq pt (US) = (1/8) gal (US) ≈ 0.473 176 5 dm ³ ≈ 0.832 674 pt (UK)
		3-4.ข.10	ออนซ์ของไหล(US) : fl oz (US)	1 fl oz (US) = (1/128) gal (US) ≈ 29.573 53 cm ³ ≈ 1.040 84 fl oz (UK)
		3-4.ข.11	บาร์เรล (US) สำหรับ น้ำมันปิโตรเลียม : bbl (US)	1 bbl (US) := 42 gal (US) = 9 702 in ³ ≈ 158.987 3 dm ³ ≈ 34.972 3 gal (UK)
		3-4.ข.12	บูเชล (US) : bu (US)	1 bu (US) ≈ 2 150.42 in ³ ≈ 35.239 07 dm ³ ≈ 0.968 939 บูเชล (UK)
		3-4.ข.13	ไพน์ของแห้ง (US) : dry pt (US)	1 dry pt (US) = (1/64) bu (US) ≈ 0.550 610 5 dm ³ ≈ 0.968 939 pt (UK)
		3-4.ข.14	บาร์เรลของแห้ง(US): bbl (US)	1 bbl (US)(dry) := 7 056 in ³ ≈ 115.627 1 dm ³

มอก. 235 เล่ม 3-2554

ปริมาณ ลำดับที่	ปริมาณ	หน่วย ลำดับที่	ชื่อหน่วย และสัญลักษณ์	ตัวประกอบการแปลงผันและหมายเหตุ
3-8	ความเร็ว อัตราเร็ว	3-8.ข.1	ฟุตต่อวินาที :	1 ft/s = 0.304 8 m/s
		3-8.ข.2	ไมล์ต่อชั่วโมง :	
			ft/s	
			mi/h	1 mi/h = 0.447 04 m/s
3-9	ความเร่ง	3-9.ข.1	ฟุตต่อวินาทียกกำลัง สอง :	1 ft/s ² = 0.304 8 m/s ²
			ft/s ²	

ภาคผนวก ก.

หน่วยที่ไม่ใช่หน่วย SI ให้ไว้เป็นข้อสนเทศที่เกี่ยวข้องกับตัวประกอบการแปลงผัน
(ให้ไว้เป็นข้อมูล)

ปริมาณ ลำดับที่	ปริมาณ	หน่วย ลำดับที่	ชื่อหน่วย และสัญลักษณ์	ตัวประกอบการแปลงผันและหมายเหตุ
3-1	ความยาว	3-1.ค.1	ปีแสง : (l.y.) ^a	หนึ่งปีแสง คือ ระยะทางที่แสงเดินทางในสุญญากาศใน เวลา 1 ปี $1 \text{ l.y.} \approx 9.460\,730 \times 10^{15} \text{ m}$
		3-1.ค.2	หน่วยดาราศาสตร์ : ua	หนึ่งหน่วยดาราศาสตร์หมายถึง ระยะทางจากโลกถึงดวง อาทิตย์ $1 \text{ ua} \approx 1.495\,978\,706\,91(30) \times 10^{11} \text{ m}$
		3-1.ค.3	พาร์เซก : pc	1 พาร์เซก คือ ระยะทางซึ่งเท่ากับระยะทาง 1 หน่วยดาราศาสตร์ที่รองรับมุม 1" (ฟิลิปดา) $1 \text{ pc} \approx 206\,264.8 \text{ ua} \approx 30.856\,78 \times 10^{15} \text{ m}$
3-7	ระยะเวลา	3-7.ค.1	ปี : a	$a := \begin{cases} 365 \text{ d} \\ 366 \text{ d} \end{cases}$ หนึ่งปีทროปิคัล คือ ระยะเวลาที่ดวงอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่าน เวอร์นอลอีควินอกซ์ (vernal equinox) 2 ครั้งติดกัน $1 a \approx 365.242\,20 \text{ d} \approx 31\,556\,926 \text{ s}$ ซึ่งระยะเวลานี้มีค่าสมนัยกับผลต่างของลองจิจูดเฉลี่ยของ ดวงอาทิตย์ ซึ่งแปรผันกับเวลาที่ไม่เป็นรูปแบบเชิงเส้น กล่าวคือปีทროปิคัล ไม่คงตัว แต่ลดลงด้วยอัตราประมาณ 0.53 วินาทีต่อศตวรรษ
^a "l.y." คือ อักษรย่อของ "ปีแสง"				

ภาคผนวก ง.
หน่วยมาตราไทย
(ให้ไว้เป็นข้อมูล)

ปริมาณ ลำดับที่	ปริมาณ	หน่วย ลำดับที่	ชื่อหน่วย และสัญลักษณ์	ตัวประกอบการแปลงผันและหมายเหตุ
1-3.1	ความยาว	1-3.ง.1	กืบ : ก.	1 กืบ = 0.25 เมตร
		1-3.ง.2	ศอก : ศ.	1 ศอก = 0.50 เมตร
		1-3.ง.3	วา : ว.	1 วา = 2.00 เมตร
		1-3.ง.4	เส้น : สน.	1 เส้น = 40.00 เมตร
1-4.1	พื้นที่	1-4.ง.1	ตารางวา : ว ² .	1 ว ² . = 4 ตารางเมตร
		1-4.ง.2	งาน : ง.	1 งาน = 400 ตารางเมตร
		1-4.ง.3	ไร่ : ร.	1 ไร่ = 1 600 ตารางเมตร
1-5.1	ปริมาตร	1-5.ง.1	เกวียนหลวง : กว.	1 กว. = 2 000 ลิตร
		1-5.ง.2	บั้นหลวง : บ.	1 บ. = 1 000 ลิตร
		1-5.ง.3	สัดหลวง : ส.	1 ส. = 20 ลิตร
		1-5.ง.4	ทะนานหลวง : ท.	1 ท. = 1 ลิตร
-	น้ำหนัก		กะรัตหลวง : กต.	1 กต. = 20 เซนติกรัม = 0.2 กรัม ให้กะรัตหลวงเป็นเมตริกกะรัต และใช้สำหรับมณีมีค่าเท่านั้น
			ซั่งหลวง : ซ.	1 ซ. = 600 กรัม
			หาบหลวง : ห.	1 ห. = 60 กิโลกรัม