

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๔๓๘๗ (พ.ศ. ๒๕๕๔)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ปริมาณและหน่วยต่าง ๆ ทางกายภาพ เล่ม 3 ปริมาณและหน่วยทางกลศาสตร์

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ปริมาณและหน่วย เล่ม 4 : กลศาสตร์

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณและหน่วยต่าง ๆ ทางกายภาพ เล่ม 3 ปริมาณและหน่วยทางกลศาสตร์ มาตรฐานเลขที่ มอก. 235 เล่ม 3 - 2527

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ ๘๗๒ (พ.ศ. ๒๕๒๗) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณและหน่วยต่าง ๆ ทางกายภาพ เล่ม 3 ปริมาณและหน่วยทางกลศาสตร์ ลงวันที่ ๒๔ ธันวาคม ๒๕๒๗ และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณและหน่วย เล่ม 4 : กลศาสตร์ มาตรฐานเลขที่ มอก. 235 เล่ม 4 - 2554 ขึ้นใหม่ ดังมีรายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ตั้งแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๙ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๔

วรรณรัตน์ ชาญนุกูล

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปริมาณและหน่วย

เล่ม 4 : กลศาสตร์

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ กำหนดชื่อ สัญลักษณ์ และบทนิยามสำหรับปริมาณและหน่วยทางกลศาสตร์ (classical mechanics) รวมทั้งตัวประกอบการแปลงผัน (ถ้ามี)

2. ชื่อ สัญลักษณ์และบทนิยาม

- 2.1 ชื่อ สัญลักษณ์ และบทนิยามสำหรับปริมาณและหน่วยทางกลศาสตร์ ให้เป็นดังนี้

กลศาสตร์				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
4-1	มวล (mass)	m	มวลเป็นปริมาณ 1 ใน 7 ปริมาณฐาน ตามระบบปริมาณระหว่างประเทศ (International System of Quantities, ISQ) ซึ่งระบบ SI ใช้เป็นพื้นฐาน	มวลเป็นปริมาณ ที่วัดได้ด้วยเครื่องชั่ง
4-2	ความหนาแน่นมวล (mass density) ความหนาแน่น (density)	ρ	$\rho = dm/dV$ เมื่อ m คือมวล (ลำดับที่ 4-1) และ V คือ ปริมาตร (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-4)	มวลเชิงปริมาตรไม่ใช่เพราะว่า ได้กำหนดคำ “ความหนาแน่นมวล” หรือ “ความหนาแน่น” ไว้แล้วในภาษาอังกฤษ
4-3	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density) ความหนาแน่นมวลสัมพัทธ์ (relative mass density)	d	$d = \rho/\rho_0$ เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นมวล (ลำดับที่ 4-2) ของสาร และ ρ_0 คือ ความหนาแน่นมวล (ลำดับที่ 4-2) ของสารอ้างอิงภายใต้ภาวะเดียวกันที่ควรระบุไว้ทั้งสองสาร	ρ_0 มักใช้เป็นความหนาแน่นมวลของน้ำ (1 000 kg/m ³)
4-4	ปริมาตรจำเพาะ (specific volume) ปริมาตรเชิงมวล (massic volume)	v	$v = 1/\rho$ เมื่อ ρ คือ ความหนาแน่นมวล (ลำดับที่ 4-2)	
4-5	ความหนาแน่นพื้นผิว (surface density) มวลเชิงพื้นที่ (areic mass)	ρ_A	$\rho_A = dm/dA$ เมื่อ m คือ มวล (ลำดับที่ 4-1) และ A คือ พื้นที่ (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-3)	อาจใช้ชื่อความหนาแน่นมวลเชิงพื้นผิว (surface mass density)

หน่วย				กลศาสตร์
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
4-1.ก	กิโลกรัม	kg	กิโลกรัม คือ หน่วยของมวล ซึ่งเท่ากับ มวลของกิโลกรัมต้นแบบระหว่าง ประเทศ (การประชุมครั้งที่ 3 ของ CGPM พ.ศ. 2444 (ค.ศ. 1901))	ชื่อพหุคูณและพหุคูณย่อย ฐานสิบของมวลได้จากการเติมคำ อุปสรรคหน้าคำ “กรัม” CIPM พ.ศ. 2510 (1967) $1 \text{ g} = 0.001 \text{ kg} = 10^{-3} \text{ kg}$
4-1.ข	ตัน	t	$1 \text{ t} := 1\,000 \text{ kg}$	เรียกว่า เมตริกตัน (metric ton) ด้วย
4-2.ก	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์ เมตร	kg/m^3		
4-2.ข	ตันต่อลูกบาศก์เมตร	t/m^3		$1 \text{ t/m}^3 = 1\,000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ g/cm}^3$
4-2.ค	กิโลกรัมต่อลิตร	kg/l		$1 \text{ kg/l} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$
4-3.ก	หนึ่ง	1		ดูบทนำข้อ 0.3.2
4-4.ก	ลูกบาศก์เมตรต่อ กิโลกรัม	m^3/kg		
4-5.ก	กิโลกรัมต่อตารางเมตร	kg/m^2		

กลศาสตร์				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
4-6	ความหนาแน่นเชิงเส้น (linear density) มวลเชิงเส้น (lineic mass)	ρ_l	$\rho_l = dm/dl$ เมื่อ m คือ มวล (ลำดับที่ 4-1) และ l คือ ความยาว (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-1.1)	อาจใช้ชื่อความหนาแน่นมวลเชิงเส้น (linear mass density) ก็ได้
4-7	โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงมวล (mass moment of inertia) โมเมนต์ความเฉื่อย (moment of inertia)	I, J	$J_o = \int r_o^2 dm$ เมื่อ r_o คือ รัศมี (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-1.6) จากแกน Q และ m คือ มวล (ลำดับที่ 4-1) J เป็นแทนเซอร์อันดับสอง $J_{xx} = \int (y^2 + z^2) dm$ วน ตามลำดับ และ $J_{xy} = -\int xy dm$ วน ตามลำดับเมื่อ x, y และ z คือ โคออดิเนตคาร์ทีเซียน (Cartesian coordinates) (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-1.10)	ปริมาณในลำดับนี้มีค่าแตกต่างจากปริมาตรในลำดับที่ 4-20 โมเมนต์อันดับสองเชิงแกนหรือโมเมนต์อันดับสองเชิงขั้วและถ้ามีความสับสนควรใช้สัญลักษณ์ J สำหรับปริมาณลำดับที่ 4-7 และ I สำหรับปริมาณลำดับที่ 4-20
4-8	โมเมนตัม (momentum)	p	สำหรับอนุภาค $p = m v$ เมื่อ m คือ มวล (ลำดับที่ 4-1) และ v คือ ความเร็ว (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-8.1)	

หน่วย				กลศาสตร์
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
4-6.ก	กิโลกรัมต่อเมตร	kg/m		
4-7.ก	กิโลกรัมเมตรยกกำลังสอง	kg · m ²		
4-8.ก	กิโลกรัมเมตรต่อวินาที	kg · m/s		

กลศาสตร์				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
4-9.1	แรง (force)	F	$F = dp/dt$ เมื่อ p คือ โมเมนตัม (ลำดับที่ 4-8) และ t คือ เวลา (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-7)	ถ้ามวลของอนุภาคคงที่แล้ว $F = m a$ เมื่อ m คือ มวล (ลำดับที่ 4-1) และ a คือ อัตราเร่ง (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-9.1)
4-9.2	น้ำหนัก (weight)	F_g, Q	$F_g = m g$ เมื่อ m คือ มวล (ลำดับที่ 4-1) และ g คือ อัตราเร่งเฉพาะที่ของการตกอิสระ (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-9.2)	มีข้อสังเกตว่าถ้าให้โลกเป็นกรอบอ้างอิงปริมาณนี้ไม่ได้เกิดขึ้นเพียงแรงดึงดูดเฉพาะที่เท่านั้น แต่เกิดจากแรงหนีศูนย์กลางที่ตำแหน่งนั้นเนื่องจากการหมุนของโลก ปริมาณน้ำหนักนี้ไม่รวมผลของแรงลอยตัวเนื่องจากบรรยากาศ (ดู Comptes rendus, 3 rd CGPM (1901), หน้า 70) สัญลักษณ์ Q ลำดับที่ 4-33 ด้วย ในภาษาพูดทั่วไปคำว่า “น้ำหนัก” ยังใช้ในความหมายของ “มวล” ซึ่งไม่ควรใช้ในทางปฏิบัติ
4-10	ค่าคงตัวแรงโน้มถ่วง (gravitational constant)	G	$F = G m_1 m_2 / r^2$ เมื่อ F คือ แรงดึงดูดระหว่างสองอนุภาค (ลำดับที่ 4-9.1) m_1 และ m_2 คือ มวลของอนุภาคทั้งสอง (ลำดับที่ 4-1) และ r คือ ระยะทางระหว่างอนุภาคทั้งสอง (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-1.9)	$G = 6.6742(10) \times 10^{-11}$ $N \cdot m^2 / kg^2$ นี้เป็นค่าที่เสนอแนะโดยการประชุม Committee on Data for Science and Technology

หน่วย				กลศาสตร์
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
4-9.ก	นิวตัน	N	$1 \text{ N} := 1 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$	
4-10.ก	นิวตันเมตรยกกำลังสองต่อ กิโลกรัมยกกำลังสอง	$\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$		

กลศาสตร์				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
4-11	อิมพัลส์ หรือ การดล (impulse)	I	$I = \int F dt$ เมื่อ F คือ แรง (ลำดับที่ 4-9.1) และ t คือ เวลา (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-7)	สำหรับช่วงเวลา $[t_1, t_2]$ $I(t_1, t_2) = p(t_2) - p(t_1)$ $= \Delta p$
4-12	โมเมนต์ของโมเมนตัม (moment of momentum) โมเมนตัมเชิงมุม (angular momentum)	L	สำหรับอนุภาค $L = r \times p$ เมื่อ r คือ เวกเตอร์ตำแหน่ง (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3.1-11) และ p คือ โมเมนตัม (ลำดับที่ 4-8)	นิยามนี้ใช้กับโมเมนต์ของโมเมนตัม เมื่อเทียบกับจุดกำเนิดของเวกเตอร์ตำแหน่งของอนุภาค
4-13.1	โมเมนต์ของแรง (moment of force)	M	$M = r \times F$ เมื่อ r คือ เวกเตอร์ตำแหน่ง (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-1.11) และ F คือ แรง (ลำดับที่ 4.9.1)	นิยามนี้ใช้กับโมเมนต์ของแรง เมื่อเทียบกับจุดกำเนิดของเวกเตอร์ตำแหน่ง
4-13.2	ทอร์ก (torque)	T	$T = M \cdot e_Q$ เมื่อ M คือ โมเมนต์ของแรง (ลำดับที่ 4-13.1) และ e_Q คือ หน่วยเวกเตอร์ทิศทางตามแนวแกน Q เทียบกับทอร์กที่พิจารณาอยู่	ทอร์ก คือโมเมนต์การบิดของแรงเมื่อเทียบกับแกนตามยาวของคานหรือเพล่า ปริมาณนี้อาจใช้สัญลักษณ์ M_Q
4-13.3	โมเมนต์ดัดของแรง (bending moment of force)	M_b	องค์ประกอบของโมเมนต์ของแรงที่ตั้งฉากกับแกนตามยาวของคานหรือเพล่า	
4-14	อิมพัลส์เชิงมุม หรือ แรงดลเชิงมุม (angular impulse)	H	$H = \int M dt$ เมื่อ M คือ โมเมนต์ของแรง (ลำดับที่ 4-13.1) และ t คือ เวลา (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-7)	สำหรับช่วงเวลา $[t_1, t_2]$ $H(t_1, t_2) = L(t_2) - L(t_1)$ $= \Delta L$

หน่วย				กลศาสตร์
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
4-11.ก	นิวตันวินาที	$N \cdot s$		
4-12.ก	นิวตันเมตรยกกำลังสองต่อวินาที	$kg \cdot m^2/s$		
4-13.ก	นิวตันเมตร	$N \cdot m$		สัญลักษณ์สำหรับหน่วยนี้ให้เขียนในลักษณะที่ไม่ทำให้เกิดความสับสนกับสัญลักษณ์ของมิลลินิวตัน (mN)
4-14.ก	นิวตันเมตรวินาที	$N \cdot m \cdot s$		

กลศาสตร์				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
4-15.1	ความดัน (pressure)	p	$p = dF/dA$ เมื่อ dF คือ องค์ประกอบของแรง (ลำดับที่ 4-9.1) ที่ตั้งฉากกับพื้นผิวย่อย ของพื้นที่ dA (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-3)	แนะนำให้ใช้สัญลักษณ์ p_e สำหรับความดันเกจ นิยามด้วย $p - p_{amb}$ เมื่อ p_{amb} คือความดันโดยรอบ ค่าตัวเลขของความดันเกจ เป็น บวกหรือลบ เมื่อ p มากกว่า หรือน้อยกว่า p_{amb} ตามลำดับ
4-15.2	ความเค้นตั้งฉาก (normal stress)	σ	$\sigma = dF_n/dA$ เมื่อ dF_n คือ องค์ประกอบของแรงที่ตั้ง ฉาก (ลำดับที่ 4-9.1) และ dA คือพื้นที่ (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-3) ของพื้นผิว ย่อย	พื้นผิวย่อยโดยทั่วไปเป็นพื้นผิว เสมือน (virtual surface)
4-15.3	ความเค้นเฉือน (shear stress)	τ	$\tau = dF_t/dA$ เมื่อ dF_t คือ องค์ประกอบของแรง (ลำดับที่ 4-9.1) ในแนวสัมผัส และ dA คือพื้นที่ (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับ ที่ 3-3) ของพื้นผิวย่อย	

หน่วย				กลศาสตร์
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
4-15.ก	พาสคัล	Pa	$1\text{Pa} := 1\text{N/m}^2$	$1\text{bar} := 10^5\text{Pa} = 100\text{ kPa}$

กลศาสตร์				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
4-16.1	ความเครียดเชิงเส้น (linear strain or relative elongation)	$\varepsilon, (e)$	$\varepsilon = \Delta l / l_0$ เมื่อ Δl คือ ความยาวที่เปลี่ยนไป (มอก. 235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-1.1) และ l_0 คือ ความยาวเดิม (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-1.1)	
4-16.2	ความเครียดเฉือน (shear strain)	γ	$\gamma = \Delta x / d$ เมื่อ Δx คือ การกระจัดตามแนวนอน (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-1.12) ระหว่างสองพื้นผิวที่มีความหนา d (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-1.4)	
4-16.3	ความเครียดเชิงปริมาตร (volume strain or bulk strain)	ϱ	$\varrho = \Delta V / V_0$ เมื่อ ΔV คือ ปริมาตรที่เปลี่ยนไป (มอก. 235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-4) และ V_0 คือ ปริมาตรเดิม (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-4)	
4-17	เลขปัวส์ซอง (Poisson number or Poisson ratio)	$\mu, (\nu)$	$\mu = \Delta \delta / \Delta l$ เมื่อ $\Delta \delta$ คือ การหดตัวด้านข้าง และ Δl คือ การยืด	ปริมาณที่ปัวส์ซองนิยามไว้ ซึ่งเป็นค่าส่วนกลับ $m = 1 / \mu$

หน่วย				กลศาสตร์
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
4-16.ก	หนึ่ง	1		ดูบทนำข้อ 0.3.2
4-17.ก	หนึ่ง	1		ดูบทนำข้อ 0.3.2

กลศาสตร์				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
4-18.1	มอดูลัสยืดหยุ่น (modulus of elasticity)	E	$E = \sigma / \varepsilon$ เมื่อ σ คือ ความเค้นตั้งฉาก (ลำดับที่ 4-15.2) และ ε คือ ความเครียดเชิงเส้น (ลำดับที่ 4-16.1)	E เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า ยังมอดูลัส (Young modulus)
4-18.2	มอดูลัสเฉือน (shear modulus) มอดูลัสแข็งเกร็ง (modulus of rigidity)	G	$G = \tau / \gamma$ เมื่อ τ คือ ความเค้นเฉือน (ลำดับที่ 4-15.3) และ γ คือ ความเครียดเฉือน (ลำดับที่ 4-16.2)	G เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า คูลอมบ์มอดูลัส (Coulomb modulus)
4-18.3	มอดูลัสเชิงปริมาตร (bulk modulus) มอดูลัสการอัด (modulus of compression)	K	$K = -p / \vartheta$ เมื่อ p คือ ความดัน (ลำดับที่ 4-15.1) และ ϑ คือ ความเครียดเชิงปริมาตร (ลำดับที่ 4-16.3)	ความเครียด ε, γ และ ϑ ใน บทนิยามเหล่านี้สัมพันธ์กับความ เค้น σ และ τ และความดัน p ที่เกินไป
4-19	สภาพอัดได้ (compressibility or bulk compressibility)	κ	$\kappa = -(1/V) dV/dp$ เมื่อ V คือ ปริมาตร (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-4) และ p คือ ความดัน (ลำดับ ที่ 4-15.1)	ดูมอก.235 เล่ม 5 ลำดับที่ 5-5.1

หน่วย				กลศาสตร์
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
4-18.ก	พาสคัล	Pa		
4-19.ก	พาสคัลยกกำลังลบหนึ่ง	Pa ⁻¹		

กลศาสตร์				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
4-20.1	โมเมนต์เชิงแกนอันดับสองของพื้นที่ (second axial moment of area)	I_a	$I_a = \int r_Q^2 dA$ เมื่อ r_Q คือ ระยะรัศมี (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-1.6) จากแกน Q ในแนวราบของพื้นที่ที่พิจารณา และ A คือ พื้นที่ (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-3)	ควรแยกความแตกต่างของปริมาณเหล่านี้จากลำดับ 4-7 ซึ่งบ่อยครั้งที่เรียกปริมาณนี้อย่างผิดๆ ว่า “โมเมนต์ความเฉื่อย” ในกรณีที่ไม่สับสน อาจไม่ใช้ตัวห้อย a หรือ p ได้
4-20.2	โมเมนต์เชิงขั้วอันดับสองของพื้นที่ (second polar moment of area)	I_p	$I_p = \int r_Q^2 dA$ เมื่อ r_Q คือ ระยะรัศมี (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-1.6) จากแกน Q ตั้งฉากกับแนวราบของพื้นที่ที่พิจารณาและ A คือพื้นที่ (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-3)	
4-21	มอดุลัสภาคตัด (section modulus)	$Z, (W)$	$Z = I_a / r_{Q,max}$ เมื่อ I_a คือ โมเมนต์เชิงแกนอันดับสองของพื้นที่ (ลำดับที่ 4-20.1) และ $r_{Q,max}$ คือ ระยะรัศมียาวสุด (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-1.6) ของจุดใดๆ ในพื้นผิวนั้น จากแกน Q เทียบกับ I_a ที่กำหนด	

หน่วย				กลศาสตร์
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
4-20.ก	เมตรยกกำลังสี่	m ⁴		
4.21.ก	ลูกบาศก์เมตร	m ³		

กลศาสตร์				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
4-22.1	ตัวประกอบเสียดทาน ไดนามิก (dynamic friction factor)	$\mu, (f)$	$\mu = F/N$ เมื่อ F คือ องค์ประกอบของแรงในแนว สัมผัส (แรงเสียดทาน) (ลำดับที่ 4-9.1) และ N คือ องค์ประกอบของแรงใน แนวตั้งฉาก (ลำดับที่ 4-9.1) ระหว่างวัตถุ สองชนิดที่ลื่นไถล	ในกรณีที่ไม่ต้องการเห็นความ แตกต่างระหว่างตัวประกอบเสียด ทานไดนามิกกับตัวประกอบเสียด ทานสถิต อาจใช้ตัวประกอบแรง เสียดทานแทนทั้งสองตัว
4.22.2	ตัวประกอบเสียดทาน สถิต (static friction factor)	$\mu_s, (f_s)$	$\mu_s = F_{\max} / N$ เมื่อ F_{\max} คือ องค์ประกอบของแรงใน แนวสัมผัส (แรงเสียดทานสูงสุด) (ลำดับ ที่ 4-9.1) และ N คือ องค์ประกอบของ แรงในแนวตั้งฉาก (ลำดับที่ 4-9.1) ระหว่างวัตถุสองชนิดที่เสมือนหยุดนิ่ง	
4-23	ความหนืดไดนามิก (dynamic viscosity หรือ viscosity)	η	$\tau_{xz} = \eta dv_x/dz$ เมื่อ τ_{xz} คือ ความเค้นเฉือน (ลำดับที่ 4- 15.3) ในของไหลที่กำลังเคลื่อนที่ด้วย ความเร็ว (มอก.235 เล่ม 3) เกรเดียนต์ dv_x/dz ตั้งฉากกับระนาบเฉือน	บทนิยามนี้ใช้กับการไหลแบบ ราบเรียบ (laminar flow) เมื่อ $v_z = 0$
4-24	ความหนืดคิเนมาติก (kinematic viscosity)	ν	$\nu = \eta / \rho$ เมื่อ η คือ ความหนืดไดนามิก (ลำดับที่ 4-23) ρ คือ ความหนาแน่นเชิงมวล (ลำดับที่ 4-2)	

หน่วย				กลศาสตร์
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
4.22.ก	หนึ่ง	1		ดูบทนำข้อ 0.3.2
4-23.ก	พาสคัลวินาที	Pa · s		
4-24.ก	ตารางเมตรต่อวินาที	m ² /s		

กลศาสตร์				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
4-25	ความตึงผิว (surface tension)	γ, σ	$\gamma = dF/dl$ เมื่อ F (ลำดับที่ 4-9.1) คือ องค์ประกอบของแรงที่ตั้งฉากกับเส้น ย่อยบนพื้นผิวและ l คือ ความยาว (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-1.1) ของเส้น ย่อย	
4-26	กำลัง (power)	P	สำหรับอนุภาค $P = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v}$ เมื่อ \mathbf{F} คือ แรง (ลำดับที่ 4-9.1) และ \mathbf{v} คือ ความเร็ว (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-8.1)	

หน่วย				กลศาสตร์
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบ การแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
4-25.ก	นิวตันต่อเมตร	N/m		
4-26.ก	วัตต์	W	1W := 1N · m/s	

กลศาสตร์				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
4-27.1	งาน (work)	A, W	$A = \int P dt$ เมื่อ P คือ กำลัง (ลำดับที่ 4-26) และ t คือ เวลา (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-7)	นิยามว่า $A = \int \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r}$
4-27.2	พลังงานศักย์ (potential energy)	$V, E_p, (\Phi)$	สำหรับอนุภาค $V = - \int \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r}$ เมื่อ \mathbf{F} คือ แรงอนุรักษ์ (ลำดับที่ 4-9.1) และ r คือ เวกเตอร์ตำแหน่ง (มอก. 235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-1.11)	แรงอนุรักษ์เป็นแรงในสนามที่ไม่หมุน $\text{rot } \mathbf{F} = 0$
4-27.3	พลังงานจลน์ (kinetic energy)	T, E_k	สำหรับอนุภาค $T = mv^2/2$ เมื่อ m คือ มวล (ลำดับที่ 4-1) และ v คือ อัตราเร็ว (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-8.1)	นิยามโดยทั่วไป $T = (1/2) \int v^2 dm$
4-27.4	พลังงานกล (mechanical energy)	E, W	$E = T + V$ เมื่อ T คือ พลังงานจลน์ (ลำดับที่ 4-27.3) และ V คือ พลังงานศักย์ (ลำดับที่ 4-27.2)	สัญลักษณ์ E และ W ยังใช้สำหรับพลังงานชนิดอื่นๆด้วย
4-28	ประสิทธิภาพ (efficiency)	η	$\eta = P_{\text{out}}/P_{\text{in}}$ เมื่อ P_{out} คือ กำลังออก (ลำดับที่ 4-26) และ P_{in} คือ กำลังเข้า (ลำดับที่ 4-26)	ต้องระบุกำลังออกและกำลังเข้า

หน่วย				กลศาสตร์
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
4-27.ก	จูล	J	$1J := 1 W \cdot s$	
4-28.ก	หนึ่ง	1		ดูบทนำข้อ 0.3.2 ปริมาณนี้อาจ แสดงในรูปร้อยละ สัญลักษณ์ %

กลศาสตร์				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
4-29	อัตราการไหลเชิงมวล (mass flow rate)	q_m	$q_m = dm/dt$ เมื่อ m คือ มวล (ลำดับที่ 4-1) และ t คือ เวลา (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-7)	
4-30	อัตราการไหลเชิงปริมาตร (volume flow rate)	q_V	$q_V = dV/dt$ เมื่อ V คือ ปริมาตร (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-4) และ t คือ เวลา (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-7)	
4-31	พิกัดนัยทั่วไป (generalized coordinate)	q_i	$q_i (i=1,2,\dots,N)$ เมื่อ q_i คือ พิกัดหนึ่งซึ่งใช้อธิบายตำแหน่งของระบบที่พิจารณาและ N คือ จำนวนองศาประกอบของพิกัดที่น้อยที่สุดที่จำเป็นในการนิยามตำแหน่งของระบบอย่างสมบูรณ์	
4-32	ความเร็วพิกัดนัยทั่วไป (generalized velocity)	\dot{q}_i	$\dot{q}_i = dq_i/dt$ เมื่อ q_i คือ พิกัดนัยทั่วไป (ลำดับที่ 4-31) และ t คือ เวลา (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-7)	
4-33	แรงพิกัดนัยทั่วไป (generalized force)	Q_i	$\delta A = \sum Q_i \delta q_i$ เมื่อ A คือ งาน (ลำดับที่ 4-27.1) และ q_i คือ พิกัดนัยทั่วไป (ลำดับที่ 4-31)	สำหรับ δ ดู มอก.235 เล่ม 2 ลำดับที่ 2-10.17

หน่วย				กลศาสตร์
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
4-29.ก	กิโลกรัมต่อวินาที	kg/s		
4-30.ก	ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที	m ³ /s		
4-31.ก				หน่วยขึ้นอยู่กับมิติของปริมาณ
4-32.ก				หน่วยขึ้นอยู่กับมิติของปริมาณ
4-33.ก				หน่วยขึ้นอยู่กับมิติของปริมาณ

กลศาสตร์				ปริมาณ
ลำดับที่ (1)	ชื่อ (2)	สัญลักษณ์ (3)	บทนิยาม (4)	หมายเหตุ (5)
4-34	ฟังก์ชันลากรองจ์ (Lagrange function)	L	$L(q_i, \dot{q}_i) = T(q_i, \dot{q}_i) - V(q_i)$ เมื่อ T คือ พลังงานจลน์ (ลำดับที่ 4-27.3) V คือ พลังงานศักย์ (ลำดับที่ 4-27.2) q_i คือ พิกัดน้อยทั่วไป (ลำดับที่ 4-31) และ \dot{q}_i คือ ความเร็วแนยทั่วไป (ลำดับที่ 4-32)	พลังงานศักย์ $V(q_i)$ เปลี่ยนรูปเป็นศักย์ไดนามิกส์ได้ $V(q_i, \dot{q}_i)$
4-35	โมเมนตัมแนยทั่วไป (generalized momentum)	p_i	$p_i = \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i}$ เมื่อ L คือ ฟังก์ชันลากรองจ์ (ลำดับที่ 4-34) และ \dot{q}_i คือ ความเร็วแนยทั่วไป (ลำดับที่ 4-32)	
4-36	ฟังก์ชันแฮมิลตัน (Hamilton function)	H	$H = \sum p_i \dot{q}_i - L$ เมื่อ p_i คือ โมเมนตัมแนยทั่วไป (ลำดับที่ 4-35) \dot{q}_i คือ ความเร็วแนยทั่วไป (ลำดับที่ 4-32) และ L คือ ฟังก์ชันลากรองจ์ (ลำดับที่ 4-34)	
4-37	การกระทำ (action)	S	$S = \int L dt$ เมื่อ L คือ ฟังก์ชันลากรองจ์ (ลำดับที่ 4-34) และ t คือ เวลา (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-7)	

หน่วย				กลศาสตร์
ลำดับที่ (6)	ชื่อ (7)	สัญลักษณ์ (8)	บทนิยาม (9)	ตัวประกอบการแปลงผัน และหมายเหตุ (10)
4-34.ก	จุด	J		
4-35.ก				หน่วยขึ้นอยู่กับมิติของปริมาณ
4-36.ก	จุด	J		
4-37.ก	จุดวินาที	J·s		

ภาคผนวก ก.
หน่วยในระบบ CGS ที่มีชื่อเฉพาะ
(ให้ไว้เป็นข้อมูล)

หน่วยเหล่านี้ไม่สนับสนุนให้ใช้ (the use of these units is deprecated)

ปริมาณ ลำดับที่	ปริมาณ	หน่วย ลำดับที่	ชื่อย่อหน่วย และสัญลักษณ์	ตัวประกอบการแปลงผันและหมายเหตุ
4-9	แรง	4-9.1.ก.1	ไดน์ : dyn	1dyn := 1g · cm/s ² = 10 ⁻⁵ N 1dyn คือ แรงซึ่งเมื่อกระทำต่อวัตถุที่มีมวล 1 g จะทำให้วัตถุนั้นมีความเร่ง 1 cm/s ²
4-23	ความหนืดไดนามิก หรือ ความหนืด	4-23.ก.1	พอยส์ : P	1P := 1dyn · s/cm ² = 0.1 Pa · s 1P คือ ความหนืดของไหล ซึ่งความเร็วภายใต้ความเค้นเฉือน 1dyn/cm ² จะมีเกรเดียนต์ความเร็ว 1(cm/s)/cm ตั้งฉากกับระนาบเฉือน
4-24	ความหนืดคิเนมาติก	4.24.ก.1	สโตกส์ : St	1 St := 1cm ² /s = 10 ⁻⁴ m ² /s 1 St คือ ความหนืดคิเนมาติกของของไหลที่มีความหนืดไดนามิก 1P และความหนาแน่นมวล 1g/cm ³
4-27	งาน หรือ พลังงาน	4-27.ก.1	เอิร์ก : erg	1 erg = 1dyn · cm = 10 ⁻⁷ J 1 erg คือ งานที่เกิดขึ้นเมื่อแรง 1dyn ทำให้จุดที่แรงกระทำเกิดการกระจัดเป็นระยะทาง 1 cm ในทิศทางของแรงนั้น

ภาคผนวก ข.

หน่วยในระบบบิมพีเรียล (imperial system) ซึ่งมีหน่วยฐานเป็นฟุต ปอนด์ วินาที และหน่วยอื่นๆ
ที่เกี่ยวข้อง

(ให้ไว้เป็นข้อมูล)

หน่วยเหล่านี้ไม่สนับสนุนให้ใช้ (the use of these units is deprecated)

ปริมาณ ลำดับที่	ปริมาณ	หน่วย ลำดับที่	ชื่อหน่วย และสัญลักษณ์	ตัวประกอบการแปลงผันและหมายเหตุ
4-1	มวล	4-1.ข.1 4-1.ข.2 4-1.ข.3 4-1.ข.4 4-1.ข.5 4-1.ข.6 4-1.ข.7 4-1.ข.8	ปอนด์ : lb เกรน : gr ออนซ์ : oz ฮันเดรดเวต : cwt (UK) ฮันเดรดเวต : cwt (US) ตัน : ton (UK) ตัน : ton (US) ทรอยออนซ์ : troy ounce	1 lb := 0.453 592 37 kg $1 \text{ gr} := \frac{1}{7\,000} \text{ lb} = 64.798\,91 \text{ mg}$ $1 \text{ oz} := \frac{1}{16} \text{ lb} = 437.5 \text{ gr} \approx 28.349\,52 \text{ g}$ 1 cwt (UK) := 112 lb = 1 long cwt (US) $\approx 50.802\,35 \text{ kg}$ 1 cwt (US) := 100 lb $\approx 45.359\,237 \text{ kg}$ 1 ton (UK) := 2 240 lb = 1 long ton (US) = 1016.047 kg 1 ton (US) := 2 000 lb = 907.184 7 kg 1 troy ounce := 480 gr = 31.103 476 8 g
4-2	มวลเชิงปริมาตร หรือ ความหนาแน่นมวล หรือ ความหนาแน่น	4-2.ข.1	ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต: lb/ft ³	$1 \text{ lb/ft}^3 \approx 16.018\,46 \text{ kg/m}^3$
4-9	แรง หรือ น้ำหนัก	4-9.ข.1	ปอนด์-แรง : lbf	1 lbf $\approx 4.448\,222 \text{ N}$ ค่านี้ขึ้นอยู่กับค่าความเร่งมาตรฐานในการตกอย่าง อิสระ $g_n := 9.806\,65 \text{ m/s}^2$ หน่วยนี้ต้องแยกให้เด่นชัดจากน้ำหนักเฉพาะที่ของ วัตถุที่มีมวล 1lb

มอก. 235 เล่ม 4-2554

ปริมาณ ลำดับที่	ปริมาณ	หน่วย ลำดับที่	ชื่อหน่วย และสัญลักษณ์	ตัวประกอบการแปลงผันและหมายเหตุ
4-13	โมเมนต์ของแรง หรือ ทอร์ก	4-13.ข.1	ฟุตปอนด์-แรง : ft · lbf	1 ft · lbf \approx 1.355 818 N · m
4-15	ความดัน	4-15.ข.1	ปอนด์-แรงต่อ ตารางนิ้ว : psi หรือ lbf/in ²	1 lbf/in ² \approx 6 894.757 Pa
4-20	โมเมนต์ความเฉื่อยเชิง พื้นที่ หรือ โมเมนต์อันดับสอง ของพื้นที่	4-20.ข.1	นิ้วยกกำลังสี่ : in ⁴	1 in ⁴ \approx 41.623 143 \times 10 ⁻⁸ m ⁴
4-21	มอดูลัสภาคตัด	4-21.ข.1	ลูกบาศก์นิ้ว : in ³	1 in ³ = 16.387 064 \times 10 ⁻⁶ m ³
4-24	ความหนืดคิเนมาติก	4-24.ข.1	ตารางฟุตต่อวินาที : ft ² /s	1 ft ² /s = 0.092 903 04 m ² /s
4-26	กำลัง	4-26.ข.1 4-26.ข.2	ฟุตปอนด์-แรงต่อ วินาที : ft · lbf/ s กำลังม้า : hp	1 ft · lbf/s \approx 1.355 818 W 1 hp := 550 ft · lbf/s \approx 745.699 9 W
4-27	งาน หรือ พลังงาน	4-27.ข.1	ฟุตปอนด์-แรง : ft · lbf	1 ft · lbf \approx 1.355 818 J

ภาคผนวก ก.

หน่วยที่ไม่ใช่หน่วย SI ให้ไว้เป็นข้อสนเทศที่เกี่ยวข้องกับตัวประกอบการแปลงผัน

(ให้ไว้เป็นข้อมูล)

หน่วยเหล่านี้ไม่สนับสนุนให้ใช้ (the use of these units is deprecated)

ปริมาณ ลำดับที่	ปริมาณ	หน่วย ลำดับที่	ชื่อหน่วย และสัญลักษณ์	ตัวประกอบการแปลงผันและหมายเหตุ
4-1	มวล	4-1.ค.1	เมตริกกะรัต (metric carat): (-)	1 เมตริกกะรัต := 200 mg หน่วยนี้ใช้กับมวลของหินมีค่า และ ไข่มุกเท่านั้น ไม่ควรสับสนกับคำที่ใช้บอกความบริสุทธิ์ของทองหรือเงิน ในงานอัญมณีหรือเหรียญตรา เช่น ทอง 18 กระรัต หมายถึง มีสัดส่วนมวล 18/24 หรือมีทอง 75%
4-6	ความหนาแน่นเชิงเส้น	4-6.ค.1	เท็กซ์ (tex) : tex	1 เท็กซ์ := 10^{-6} kg/m
4-9	แรง	4-9.ค.1	กิโลกรัม-แรง : kgf	1 kgf := 9.806 65 N สัญลักษณ์ kgf (กิโลกรัม-แรง) และ kp (กิโลปอนด์) ใช้ได้ทั้งคู่ หน่วยนี้ต้องแยกให้เด่นชัดจากน้ำหนักเฉพาะที่ของวัตถุที่มีมวล 1 kg ความเร่งมาตรฐานของการตกอิสระ = 9.806 65 m/s ² (มอก.235 เล่ม 3 ลำดับที่ 3-9.2)
4-13	โมเมนต์ของแรง	4-13.ค.1	กิโลกรัม-แรงเมตร : kgf · m	1 kgf · m = 9.806 65 N · m

มอก. 235 เล่ม 4-2554

ปริมาณ ลำดับที่	ปริมาณ	หน่วย ลำดับที่	ชื่อหน่วย และสัญลักษณ์	ตัวประกอบการแปลงผันและหมายเหตุ
4-15	ความดัน	4-15.ค.1	บรรยากาศมาตรฐาน : atm	1 atm := 101 325 Pa
		4-15.ค.2	กิโลกรัม-แรงต่อตาราง เมตร : kgf/m ²	1 kgf/m ² = 9.806 65 Pa
		4-15.ค.3	บรรยากาศเทคนิค (technical atmosphere) : at	1 at := 1 kgf/cm ² = 98 066.5 Pa ≈ 0.967 841 atm
		4.15.ค.4	มิลลิเมตรของน้ำ ตามสัจนิยม : mmH ₂ O	1 mmH ₂ O := 10 ⁻⁴ at = 9.806 65 Pa
		4.15.ค.5	มิลลิเมตรปรอท ตามสัจนิยม : mmHg	1 mmHg ≈ 13.595 1 mmH ₂ O ≈ 133.322 4 Pa
		4.15.ค.6	ทอร์ : Torr	1 Torr := $\frac{1}{760}$ atm ≈ 1mmHg ≈ 133.322 4 Pa
4-26	กำลัง	4-26.ค.1	กิโลกรัม-แรงเมตรต่อ วินาที : kgf · m/s	1kgf · m/s = 9.806 65 W
		4-26.ค.2	กำลังม้าเมตริก : (–)	1 กำลังม้าเมตริก := 75 kgf · m/s = 735.498 75 W
4-27	งาน หรือ พลังงาน	4-27.ค.1	กิโลกรัม-แรงเมตร : kgf · m	1kgf · m = 9.806 65 J