

# SI (International System of Units) (หน่วยมาตรฐาน SI)

## 1. หน่วยมาตรฐาน SI และข้อมูลสำหรับการนำไปใช้

1-1. ขอบข่ายการนำไปใช้ ข้อมูลต่อไปนี้เป็นวิธีการนำหน่วยมาตรฐาน SI ไปใช้ และความเกี่ยวข้อง และความสัมพันธ์กับหน่วยมาตรฐานสากลอื่นๆ

1-2. คำศัพท์และคำนิยาม คำศัพท์ที่ใช้ในข้อกำหนดและคำนิยามนี้ มีดังต่อไปนี้

(1) หน่วยมาตรฐาน SI ระบบของหน่วยวัดที่สอดคล้องกันนี้มีการกำหนดและได้รับความเห็นชอบโดย International Committee on Weights and Measures ประกอบด้วยหน่วยพื้นฐานและหน่วยเสริม หน่วยเพิ่มเติมที่ได้รับการปรับปรุงจากหน่วยเดิม รวมทั้งการลดรูปให้อยู่ในรูปแบบของเลขยกกำลัง SI ย่อมาจาก System International d' Unites (International System of Units)

(2) หน่วย SI คำศัพท์สามัญที่ใช้อธิบายถึงหน่วยพื้นฐาน หน่วยเสริม หรือหน่วยเพิ่มเติมของหน่วยมาตรฐาน SI

(3) หน่วยพื้นฐาน หน่วยเหล่านี้แสดงในตารางที่ 1

(4) หน่วยเสริม หน่วยเหล่านี้แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 หน่วยพื้นฐาน

หน่วยพื้นฐาน	หน่วย	สัญลักษณ์	คำจำกัดความ
ความยาว	เมตร	m	เมตร คือระยะทางที่แสงเคลื่อนที่ใน $\frac{1}{299,792,458}$ ส่วนของวินาทีในสุญญากาศ
มวล	กิโลกรัม	kg	กิโลกรัม คือหน่วยของมวล (ไม่ใช่หน่วยน้ำหนักหรือแรง) เท่ากับมวลตันแบบสากลที่เก็บอยู่ที่ประเทศฝรั่งเศส
เวลา	วินาที	s	วินาที คือหน่วยพื้นฐานของเวลา เท่ากับ 9,192,631,770 คาบในการแผ่รังสี ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนระดับซูเปอร์ไฟน์สองระดับจากสถานะพื้นของอะตอมซีเซียม -133
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	A	แอมแปร์ คือหน่วยของกระแสไฟฟ้า หมายถึงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่รักษาระดับแรงดึงดูดขนาด $2 \times 10^{-7}$ นิวตัน ในระยะ 1 เมตร ระหว่างลวดตัวนำไฟฟ้าสองเส้นที่ขนานกันและมีพื้นที่ภาคตัดขวางเล็กมากจนไม่ต้องคำนึงถึงและมีความยาวอนันต์
อุณหภูมิทางเทอร์โมไดนามิก	เคลวิน	K	เคลวิน คือหน่วยของอุณหภูมิสัมบูรณ์ เท่ากับ $\frac{1}{273.16}$ ของอุณหภูมิสัมบูรณ์ของจุดสามสภาวะของน้ำ
ปริมาณสาร	โมล	mol	โมล คือปริมาณสารของระบบ (ที่มีองค์ประกอบจำเพาะ) ซึ่งประกอบด้วยหน่วยมูลฐาน (1) ที่มีจำนวนเท่ากับอะตอมของคาร์บอนที่มีมวลเท่ากับ 0.012 กิโลกรัมของนิวคลีอิดคาร์บอน -12 บริสุทธิ์ โมลใช้เพื่อกำหนดได้ทั้งองค์ประกอบมูลฐานและระบบ
ค่าความเข้มของการส่องสว่าง	แคนเดลา	cd	แคนเดลา คือหน่วยของความเข้มในการส่องสว่าง หมายถึงความเข้มในการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสงเป็นมุมสเตอเรเดียน โดยที่ต้องเป็นแสงสีเดียวที่มีความถี่ $540 \times 10^{12}$ เบลออกมาในทิศทางที่กำหนด และมีกำลังเท่ากับ $\frac{1}{683}$ วัตต์

หมายเหตุ (1) ต้องมีการกำหนดองค์ประกอบมูลฐาน และต้องเป็นอะตอม โมเลกุล ไอออน อิเล็กตรอน โฟตอน หรือกลุ่มที่กำหนดขึ้นจากองค์ประกอบมูลฐานเหล่านี้

ตารางที่ 1 หน่วยเสริม

หน่วยพื้นฐาน	หน่วย	สัญลักษณ์	คำจำกัดความ
มุมระนาบ	เรเดียน	rad	เรเดียน คือหน่วยของมุมระนาบ หมายถึงมุมตรงศูนย์กลางวงกลมที่อยู่ภายในรอบเส้นรัศมีสองเส้นและส่วนโค้งวงกลมที่รองรับมุมระนาบไว้ โดยที่รัศมีและส่วนโค้งมีความยาวเท่ากัน
มุมตัน	สเตอเรเดียน	sr	สเตอเรเดียน คือหน่วยในการวัดมุมตัน เท่ากับมุมตันจากจุดศูนย์กลางทรงกลมที่มีส่วนรองรับมุมตันนั้นไว้ โดยที่ส่วนของผิวทรงกลมมีพื้นที่เท่ากับรัศมีทรงกลมยกกำลังสอง

(5) หน่วยเพิ่มเติม คือ หน่วยที่ได้จากการรวมหน่วยต่างๆ ของหน่วย SI เข้าด้วยกัน หน่วยในกลุ่มนี้จะแสดงในรูปพีชคณิตของหน่วยพื้นฐานและหน่วยเสริม สำหรับหน่วยเพิ่มเติมที่มีชื่อเฉพาะจะแสดงในตารางที่ 3

ตัวอย่างหน่วยเพิ่มเติมที่มาจากหน่วยพื้นฐาน

หน่วยพื้นฐาน	หน่วยพื้นฐาน	
	ชื่อ	สัญลักษณ์
พื้นที่	สแควร์เมตร, เมตรกำลังสอง, ตารางเมตร	m <sup>2</sup>
ปริมาตร	คิวบิกเมตร, เมตรกำลังสาม, ลูกบาศก์เมตร	m <sup>3</sup>
ความเร็ว	เมตรต่อวินาที	m/s
ความเร่ง	เมตรต่อวินาทีกำลังสอง	m/s <sup>2</sup>
เลขคลื่น	จำนวนคลื่นต่อเมตร	m <sup>-1</sup>
ความหนาแน่น	กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	kg/m <sup>3</sup>
ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า	แอมแปร์ต่อตารางเมตร	A/m <sup>2</sup>
ความเข้มสนามแม่เหล็ก	แอมแปร์ต่อเมตร	A/m
ความเข้มข้นของปริมาณสาร	โมลต่อลูกบาศก์เมตร	mol/m <sup>3</sup>
ปริมาณจำเพาะ	ลูกบาศก์เมตรต่อกิโลกรัม	m <sup>3</sup> /kg
ความส่องสว่าง	แคนเดลาต่อตารางเมตร	cd/m <sup>2</sup>

ตารางที่ 3 หน่วยเพิ่มเติมที่มีชื่อเฉพาะ

หน่วยพื้นฐาน	ชื่อ	สัญลักษณ์	การแปลงหน่วยพื้นฐานเป็นหน่วยเสริมตามระบบ SI
ความถี่	เฮิรตซ์	Hz	1 Hz = 1 s <sup>-1</sup>
แรง	นิวตัน	N	1 N = 1 kg·m/s <sup>2</sup>
ความดัน, ความเค้น	ปาสกาล	Pa	1 Pa = 1 N/m <sup>2</sup>
พลังงาน, งาน, ความร้อน	จูล	J	1 J = 1 N·m
อัตราการทำงาน, อัตราโมเมนตัม, กำลัง, กำลังไฟฟ้า	วัตต์	W	1 W = 1 J/s
ประจุไฟฟ้า, ปริมาณไฟฟ้า, อัตรากาทำงาน, อัตราโมเมนตัม, กำลัง, กำลังไฟฟ้า	คูลอมบ์	C	1 C = 1 A·s
ศักย์ไฟฟ้า, ความต่างศักย์, โวลต์, แรงแม่เหล็ก	โวลต์	V	1 V = 1 J/C
ความจุไฟฟ้าสถิต, ความจุ	ฟารัด	F	1 F = 1 C/V
ความต้านทานไฟฟ้า	โอห์ม	Ω	1 Ω = 1 V/A
ความนำ	ซีเมนส์	S	1 S = 1 Ω <sup>-1</sup>
ฟลักซ์แม่เหล็ก	เวเบอร์	Wb	1 Wb = 1 V·s
ความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็ก, ความเหนี่ยวนำแม่เหล็ก	เทสลา	T	1 T = 1 Wb/m <sup>2</sup>
ความเหนี่ยวนำ	เฮนรี	H	1 H = 1 Wb/A
อุณหภูมิเซลเซียส หรือองศา	องศาเซลเซียส หรือองศา	°C	1 °C = (t+273.15)K
ฟลักซ์แสง	ลูเมน	lm	1 lm = 1 cd·sr
ความสว่าง	ลักซ์	lx	1 lx = 1 lm/m <sup>2</sup>
กัมมันตภาพรังสี	เบกเคอเรล	Bq	1 Bq = 1 s <sup>-1</sup>
ปริมาณการดูดกลืนกัมมันตภาพ	เกรย์	Gy	1 Gy = 1 J/kg
สมมูลกัมมันตภาพ	ซีเวิร์ต	Sv	1 Sv = 1 J/kg

## 1-3. การลดรูปให้อยู่ในรูปแบบของเลขยกกำลังของหน่วย SI

(1) ค่าแทนและสัญลักษณ์ ในตารางที่ 4 จะแสดงค่าแทนและสัญลักษณ์ของการยกกำลังด้วยเลข 10

ตารางที่ 4 ค่าแทนและสัญลักษณ์

Multiples of Unit	Prefix		Multiples of Unit	Prefix		Multiples of Unit	Prefix	
	Name	Symbol		Name	Symbol		Name	Symbol
10 <sup>18</sup>	Exsa	E	10 <sup>2</sup>	Hecto	h	10 <sup>-9</sup>	Nano	n
10 <sup>15</sup>	Peta	P	10 <sup>1</sup>	Deca	da	10 <sup>-12</sup>	Pico	p
10 <sup>12</sup>	Tera	T	10 <sup>-1</sup>	Deci	d	10 <sup>-15</sup>	Femto	f
10 <sup>9</sup>	Giga	G	10 <sup>-2</sup>	Centi	c	10 <sup>-18</sup>	Atto	a
10 <sup>6</sup>	Mega	M	10 <sup>-3</sup>	Milli	m			
10 <sup>3</sup>	Kilo	k	10 <sup>-6</sup>	Micro	μ			

## 2. ตารางแสดงการแปลงค่าจากหน่วยมาตรฐาน JIS เป็นหน่วยมาตรฐาน SI

(หน่วยที่อยู่ในวงเล็บคือหน่วย SI)

Force	N	dyn	kgf
	1	1×10 <sup>5</sup>	1.019 72×10 <sup>-1</sup>
	1×10 <sup>-5</sup>	1	1.019 72×10 <sup>-6</sup>
	9.806 65	9.806 65×10 <sup>5</sup>	1

Viscosity	Pa·s	cP	P
	1	1×10 <sup>3</sup>	1×10
	1×10 <sup>-3</sup>	1	1×10 <sup>-2</sup>
	1×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>2</sup>	1

หมายเหตุ) 1P=1dyn·s/cm<sup>2</sup>=1g/cm·s  
1Pa·s=1N·s/m<sup>2</sup>, 1cP=1mPa·s

Stress	Pa or N/m <sup>2</sup>	MPa or N/m <sup>2</sup>	kgf/mm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
	1	1×10 <sup>-6</sup>	1.019 72×10 <sup>-7</sup>	1.019 72×10 <sup>-5</sup>
	1×10 <sup>6</sup>	1	1.019 72×10 <sup>-1</sup>	1.019 72×10
	9.806 65×10 <sup>6</sup>	9.806 65	1	1×10 <sup>2</sup>
9.806 65×10 <sup>4</sup>	9.806 65×10 <sup>-2</sup>	1×10 <sup>-2</sup>	1	

Kinematic Viscosity	m <sup>2</sup> /s	cSt	St
	1	1×10 <sup>6</sup>	1×10 <sup>4</sup>
	1×10 <sup>-6</sup>	1	1×10 <sup>-2</sup>
	1×10 <sup>-4</sup>	1×10 <sup>2</sup>	1

หมายเหตุ) 1St=1cm<sup>2</sup>/s, 1cSt=1mm<sup>2</sup>/s

หมายเหตุ) 1Pa=1N/m<sup>2</sup>, 1MPa=1N/mm<sup>2</sup>

Pressure	Pa	kPa	MPa	bar	kgf/cm <sup>2</sup>	atm	mmHg or Torr
	1	1×10 <sup>-3</sup>	1×10 <sup>-6</sup>	1×10 <sup>-5</sup>	1.019 72×10 <sup>-5</sup>	9.869 23×10 <sup>-6</sup>	1.019 72×10 <sup>-1</sup>
	1×10 <sup>3</sup>	1	1×10 <sup>-3</sup>	1×10 <sup>-2</sup>	1.019 72×10 <sup>-2</sup>	9.869 23×10 <sup>-3</sup>	1.019 72×10 <sup>2</sup>
	1×10 <sup>6</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1	1×10	1.019 72×10	9.869 23	1.019 72×10 <sup>5</sup>
	1×10 <sup>9</sup>	1×10 <sup>6</sup>	1×10 <sup>-1</sup>	1	1.019 72	9.869 23×10 <sup>-1</sup>	1.019 72×10 <sup>4</sup>
	9.806 65×10 <sup>4</sup>	9.806 65×10	9.806 65×10 <sup>-2</sup>	9.806 65×10 <sup>-1</sup>	1	9.678 41×10 <sup>-1</sup>	1×10 <sup>4</sup>
	1.013 25×10 <sup>5</sup>	1.013 25×10 <sup>2</sup>	1.013 25×10 <sup>-1</sup>	1.013 25	1.033 23	1	1.033 23×10 <sup>4</sup>
	9.806 65	9.806 65×10 <sup>-3</sup>	9.806 65×10 <sup>-6</sup>	9.806 65×10 <sup>-5</sup>	1×10 <sup>-4</sup>	9.678 41×10 <sup>-5</sup>	1
1.333 22×10 <sup>2</sup>	1.333 22×10 <sup>-1</sup>	1.333 22×10 <sup>-4</sup>	1.333 22×10 <sup>-3</sup>	1.359 51×10 <sup>-3</sup>	1.315 79×10 <sup>-3</sup>	1.359 51×10	
							1

หมายเหตุ) 1Pa=1N/m<sup>2</sup>

Work, Energy, Heat Quantity	J	kW·h	kgf·m	kcal
	1	2.777 78×10 <sup>-7</sup>	1.019 72×10 <sup>-1</sup>	2.388 89×10 <sup>-4</sup>
	3.600 ×10 <sup>6</sup>	1	3.670 98×10 <sup>5</sup>	8.600 0 ×10 <sup>2</sup>
	9.806 65	2.724 07×10 <sup>-6</sup>	1	2.342 70×10 <sup>-3</sup>
4.186 05×10 <sup>3</sup>	1.162 79×10 <sup>-3</sup>	4.268 58×10 <sup>2</sup>	1	

หมายเหตุ) 1Pa=1N/m<sup>2</sup>, 1MPa=1N/mm<sup>2</sup>

Power Heat Flow	W	kgf·m/s	PS	kcal/h
	1	1.019 72×10 <sup>-1</sup>	1.359 62×10 <sup>-3</sup>	8.600 0 ×10 <sup>-1</sup>
	9.806 65	1	1.333 33×10 <sup>-2</sup>	8.433 71
	7.355 ×10 <sup>2</sup>	7.5 ×10	1	6.325 29×10 <sup>2</sup>
1.162 79	1.185 72×10 <sup>-1</sup>	1.580 95×10 <sup>-3</sup>	1	

หมายเหตุ) 1W=1J/s, PS : แรงม้าฝรั่งเศส

Thermal Conductivity	W/(m·K)	kcal/(h·m <sup>2</sup> ·°C)
	1	8.600 0×10 <sup>-1</sup>
	1.162 79	1

Coefficient of Heat Transfer	W/(m <sup>2</sup> ·K)	kcal/(h·m <sup>2</sup> ·°C)
	1	8.600 0×10 <sup>-1</sup>
	1.162 79	1

Specific Heat	J/(kg·K)	kcal/(kg·°C) cal/(g·°C)
	1	2.388 89×10 <sup>-4</sup>
	4.186 05×10 <sup>3</sup>	1