



ชื่อหนังสือ คณิตศาสตร์เครื่องกล
บาร์โค้ด 9789743891946
ISBN 974-389-194-3

ศูนย์หนังสือ

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ (สจพ.)

โทร. 0-2913-2285-7 โทรสาร. 0-2913-2287



ตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2545 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

คณิตศาสตร์ เครื่องกล

รหัส 2102-2105

หลักสูตรใหม่

วิชาชีพพา:

สาขาวิชาเครื่องกล

ฝ่ายวิชาการ บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด

คณิตศาสตร์ เครื่องกล

โดย...ฝ่ายวิชาการ บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด



บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด
สำนักงานใหญ่
SKYBOOK COMPANY LIMITED
515/270-8 ถ.รังสิต-ปากเกร็ด อ.ปากเกร็ด จ.ปทุมธานี 12130
โทร. 0-2958-1125-7, 0-2567-5119 โทรสาร. 0-2567-5105
E-mail: skybook1992@hotmail.com

“คณิตศาสตร์เรื่องกล”

พิมพ์ครั้งที่ 1 พฤษภาคม 2545

ลงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย

ห้ามคัดลอกถ่ายเอกสารหรือพิมพ์

หรือวิธีหนึ่งวิธีใดของหนังสือเล่มนี้ก่อนได้รับอนุญาต

จากบริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด

ราคา 80 บาท

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

คณิตศาสตร์เรื่องกล -- กรุงเทพฯ : สกายบุ๊กส์, 2545.

376 หน้า

1. คณิตศาสตร์เรื่องกล I. ชื่อเรื่อง

510 . 246218

ISBN: 974-389-194-3

S7901-30-05-02

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย



บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด
หมู่บ้านคอมพิวเตอร์ 200 อ. (รังสิต)
SKYBOOK COMPANY LIMITED
โทร. 0-29581125-7, 0-25675119 โทรสาร. 0-25675105
515/276-8 อ.รังสิต-ปทุมธานี อ.ปะทายสิทธิ์ อ.รังสิต อ.ปทุมธานี 12130
E-mail: skybook1992@hotmail.com

“เรามุ่งหวังให้เด็กเด็กกลุ่มหลังรักการอ่าน”

พิมพ์ที่ บริษัท สยามสปอร์ต ซินดิเคท จำกัด

459 ซอยพินุลย์อุปถัมภ์ (ลาดพร้าว 48) แขวงสามเสนนอก เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310

โทรศัพท์: 0-26943010



หนังสือเรียน “คณิตศาสตร์เครื่องกล” รหัส 2102-2105 เล่มนี้ คณะผู้เรียบเรียงได้รวบรวมเนื้อหาตรงตามหลักสูตรใหม่ของกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2545 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ซึ่งเป็นวิชาชีพเฉพาะในสาขาวิชาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง หรือสาขาช่างกลโรงงานเดิม

ความสมบูรณ์ของหนังสือเล่มนี้ ประกอบด้วยวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ในแต่ละบท มีเนื้อหาละเอียดครอบคลุมตามหลักสูตร มีตัวอย่างจากง่ายไปหายากทุกเรื่อง และแบบฝึกหัดท้ายบททุกบท เพื่อเสริมสร้างทักษะในการเรียน

คณะผู้เรียบเรียงมีความเชื่อมั่นเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียน “คณิตศาสตร์เครื่องกล” เล่มนี้ จะเกิดประโยชน์สูงสุดแก่นักศึกษาทั้งในสถานศึกษาของรัฐบาลและเอกชน

คณะผู้เรียบเรียง

ฝ่ายวิชาการ บริษัท สกายบุ๊กส์ จำกัด



บทที่ 1

หน่วยวัดและไดอะแกรมในงานช่าง ...7

- 1.1 หน่วยวัดต่าง ๆ ...8
- 1.2 หลักการเปลี่ยนหน่วย ...23
- 1.3 สเกลวัดและมาตราส่วน ...32
- 1.4 ไดอะแกรมในงานช่าง ...34
- แบบฝึกหัดบทที่ 1 ...40

บทที่ 2

ความยาว พื้นที่ ปริมาตรและน้ำหนักของชิ้นงาน ...45

- 2.1 ความยาวในงานช่าง ...46
- 2.2 พื้นที่ของรูปทรงต่าง ๆ ...52
- 2.3 อัตราส่วนความยาวด้าน ...82
- 2.4 ปริมาตรและพื้นที่ผิว ...108
- 2.5 การคำนวณมวลและน้ำหนักของชิ้นงาน ...132
- แบบฝึกหัดบทที่ 2 ...137

บทที่ 3

พิกัดความเผื่อ ...153

- 3.1 พิกัดความเผื่อ ...154
 - 3.2 ระบบงานสวม ISO ...164
 - 3.3 วิธีคำนวณขนาดจริงจากระบบงานสวม ISO ...176
- แบบฝึกหัดบทที่ 3 ...187**

บทที่ 4

ความเร็ว อัตราทด และระบบส่งกำลังด้วยสายพานและฟันเฟือง ...193

- 4.1 ความเร็ว ...194
 - 4.2 อัตราทด และระบบส่งกำลังด้วยสายพานและฟันเฟือง ...201
- แบบฝึกหัดบทที่ 4 ...241**

บทที่ 5

เกลียวสกรู ...251

- 5.1 ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของเกลียว ...252
 - 5.2 ชนิดของเกลียว ...253
- แบบฝึกหัดบทที่ 5 ...270**

บทที่ 6

งานกลึงเรียว ...274

- 6.1 เรียว ...275
 - 6.2 งานกลึงเรียว ...281
- แบบฝึกหัดบทที่ 6 ...295**

บทที่ 7

เวลาในการทำงานของเครื่องมือกล ...299

- 7.1 การคิดเวลางานรวม ...300
- 7.2 การใช้งานของอุปกรณ์โรงงาน ...303
- 7.3 เวลาในงานกลึง ...306
- 7.4 เวลาในงานไส ...312
- 7.5 เวลาในงานเจาะ ...318
- 7.6 เวลาในงานกัด ...321
- 7.7 เวลาในงานเจียระไน ...326
- แบบฝึกหัดบทที่ 7 ...334

ภาคผนวก 342

บรรณานุกรม 374



หน่วยวัด และโตอะแกรม ในงานช่าง

จุดประสงค์

หลังจากการศึกษาหน่วยนี้แล้ว นักเรียนสามารถที่จะ...

1. บอกหน่วยมูลฐานในระบบเมตริกได้อย่างถูกต้อง
2. คำนวณการหาค่าเปลี่ยนหน่วยได้อย่างถูกต้อง
3. เปรียบเทียบวิธีการเปลี่ยนหน่วยได้อย่างถูกต้อง
4. คำนวณหาขนาดของมาตราส่วนได้
5. เปรียบเทียบขนาดขององค์ประกอบโดยวิธีเส้นตรงได้
6. เปรียบเทียบขนาดขององค์ประกอบโดยวิธีวงกลมได้
7. เปรียบเทียบการเขียนโตอะแกรมโดยการใช้แท่ง
8. เปรียบเทียบการเขียนโตอะแกรมโดยการใช้กราฟเส้นตรงได้
9. เปรียบเทียบการเขียนโตอะแกรมเมื่อมีค่าพารามิเตอร์มาเกี่ยวข้องได้

1.1 หน่วยวัดต่าง ๆ

หน่วยสำหรับการวัดปริมาณต่าง ๆ มีหลายระบบ ที่สำคัญคือ ระบบอังกฤษ (English System) ซึ่งวัดระยะทางในหน่วยฟุต และวัดมวลในหน่วยปอนด์ ระบบนี้ใช้ในประเทศอังกฤษ และสหรัฐอเมริกา

ระบบเมตริก (Metric System) วัดระยะทางในหน่วยเมตรและวัดมวลในหน่วยกิโลกรัม ระบบนี้ใช้กันแพร่หลายในหลายประเทศทั่วโลก

ระบบหน่วยสากลสำหรับการวัดในทางวิทยาศาสตร์และทางอุตสาหกรรม ซึ่งใช้เป็นมาตรฐานเดียวกันเรียกว่า ระบบหน่วยระหว่างชาติ (The International System of Units) เรียกย่อว่า ระบบเอสไอ (SI - Units ; *Système International d'Unités*)

1.1.1 ระบบหน่วยระหว่างชาติ (SI - Units)

ประวัติความเป็นมาโดยย่อ

พ.ศ. 2536 (ค.ศ. 1793) ประเทศฝรั่งเศสเริ่มมีการกำหนดใช้หน่วยการวัดในระบบเมตริก (Metric System)

พ.ศ. 2416 (ค.ศ. 1873) ประเทศอังกฤษกำหนดให้มีการใช้ระบบเซนติเมตร กรัม วินาที (CGS System) เป็นระบบการวัดทางวิทยาศาสตร์อีกระบบหนึ่ง

พ.ศ. 2419 (ค.ศ. 1876) ได้เริ่มมีการประชุมเกี่ยวกับมาตรซึ่งดวงวัด (Conference General) des Poids et Mesures (CGPM) หรือ General Conference of Weights and Measures ณ กรุงปารีส

พ.ศ. 2443 (ค.ศ. 1900) ได้มีการใช้ระบบเมตร กิโลกรัม วินาที (MKS System) เป็นระบบการวัดในทางวิทยาศาสตร์ประยุกต์

พ.ศ. 2493 (ค.ศ. 1950) โดยที่เห็นว่าได้มีความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยกลศาสตร์และหน่วยทางแม่เหล็กไฟฟ้า จึงได้เพิ่มแอมแปร์ซึ่งเป็นหน่วยของกระแสไฟฟ้า ให้เป็นหน่วยที่ 4 ในระบบ MKS และเรียกใหม่ว่าระบบเมตร กิโลกรัม วินาที แอมแปร์ (MKSA System)

พ.ศ. 2503 (ค.ศ. 1960) การประชุมครั้งที่ 11 ของ CGPM ตกลงให้มีระบบการวัดปริมาณต่าง ๆ เป็นระบบมาตรฐานระหว่างชาติเรียกชื่อว่า "Système International d'Unités" และกำหนดให้ใช้อักษรย่อแทนชื่อระบบนี้ว่า "SI" เพื่อใช้ในการวัดทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระบบหน่วยระหว่างชาติหรือระบบเอสไอ (SI - Units) ประกอบด้วยหน่วยมูลฐาน (Basic - Units) หน่วยเสริม (Supplementary - Units) หน่วยอนุพัทธ์ (Derived - Units) และ

คำนำหน้าหน่วยแสดงปริมาณด้วยตัวเลขซึ่งบางครั้งเรียกว่า คำอุปสรรค (Prefixes) พิจารณาตารางละเอียดต่อไปนี้

1. หน่วยมูลฐาน (Basic - Units) หน่วยมูลฐานเป็นหน่วยหลักของระบบเอสไอ มีทั้งหมด 7 หน่วย ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ชื่อและสัญลักษณ์ของหน่วยมูลฐาน

ปริมาณฐาน (Base Quantities)	ชื่อหน่วย (Units)	สัญลักษณ์ (Symbol)
length (ความยาว)	meter (เมตร)	m
mass (มวล)	kilogram (กิโลกรัม)	kg
time (เวลา)	second (วินาที)	s
electric current (กระแสไฟฟ้า)	ampere (แอมแปร์)	A
thermodynamic temperature (อุณหภูมิอุณหพลวัต)	kelvin (เคลวิน)	K
amount of substance (ปริมาณของสาร)	mole (โมล)	mol
luminous intensity (ความเข้มของการส่องสว่าง)	candela (แคนเดลา)	cd

CGPM ได้กำหนดนิยามของหน่วยมูลฐานทั้ง 7 หน่วยดังนี้

1. เมตร (Meter ; m) คือความยาวที่แสงเดินทางได้ในสุญญากาศ ในช่วงเวลา $\frac{1}{299,792,458}$ ของวินาที

2. กิโลกรัม (Kilogram ; kg) คือหน่วยของมวลซึ่งเท่ากับมวลต้นแบบระหว่างชาติของกิโลกรัม

3. วินาที (Second ; s) คือช่วงเวลา 9,192,631,770 เท่าของการแผ่รังสีที่เกิดจากการเปลี่ยนระดับพลังงานของอะตอมซีเซียม -133 (Cs - 133) ระหว่างระดับไฮเพอร์ไฟน์สองระดับของสถานะพื้น

4. แอมแปร์ (Ampere ; A) คือกระแสคงตัว ซึ่งเมื่อให้อยู่ในตัวนำตรง 2 เส้นที่มีความยาวไม่จำกัด และมีพื้นที่หน้าตัดน้อยจนไม่ต้องคิด ซึ่งวางอยู่คู่ขนานห่างกัน 1 เมตรในสุญญากาศแล้ว จะทำให้เกิดแรงระหว่างลวดตัวนำทั้งสองวงเท่ากับ 2×10^{-7} นิวตันต่อความยาว 1 เมตร

5. เคลวิน (Kelvin ; K) คือหน่วยของอุณหภูมิอุณหพลวัต (หรืออุณหภูมิทางเทอร์โมไดนามิกส์) มีค่าเท่ากับ $\frac{1}{273.16}$ ของอุณหภูมิอุณหพลวัตของจุดรวมสามของน้ำ

จากการประชุมครั้งที่ 13 ที่ประชุมยังกำหนดให้หน่วยเคลวิน ซึ่งมีสัญลักษณ์ K เป็นหน่วยทั้งอุณหภูมิอุณหพลวัต และช่วงหรือความต่างอุณหภูมิ

6. โมล (Mole ; mol) คือปริมาณของสารในระบบซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบมูลฐานที่เทียบเท่ากับจำนวนอะตอมคาร์บอน -12 (C-12) ปริมาณ 0.012 กิโลกรัม

ในการใช้โมลต้องมีการกำหนดองค์ประกอบมูลฐานด้วย ซึ่งอาจจะเป็นอะตอม โมเลกุล ไอออน อิเล็กตรอน อนุภาคอื่น ๆ หรืออนุภาสดังกล่าว

หมายเหตุ; ตามนิยามนี้เป็นที่เข้าใจว่า อะตอมคาร์บอน -12 ต้องไม่ถูกยึดเหนี่ยว และอยู่ในสถานะพื้น

7. แคนเดลา (Candela ; cd) คือความเข้มของการส่องสว่างในทิศที่กำหนดของแหล่งกำเนิดที่แผ่รังสีของแสงความถี่เดียวที่มีความถี่ 540×10^{12} เฮิร์ตซ์ และมีความเข้มของการแผ่รังสีในทิศทางนั้นเท่ากับ $\frac{1}{683}$ วัตต์ต่อสเตอเรเดียน

2. หน่วยเสริม (Supplementary - Units) หน่วยเสริมของระบบหน่วยระหว่างชาติ มีอยู่ 2 หน่วย ดังตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ชื่อและสัญลักษณ์ของหน่วยเสริม

ปริมาณ (Quantity)	หน่วย (Units)	สัญลักษณ์ (Symbol)
plane angle (มุมระนาบ)	radian (เรเดียน)	rad
solid angle (มุมตัน)	steradian (สเตอเรเดียน)	sr

CGPM ได้กำหนดนิยามของหน่วยเสริมไว้ดังนี้

1. เรเดียน (Radian ; rad) คือมุมระนาบระหว่างรัศมีสองเส้นของวงกลม ซึ่งถูกรองรับด้วยส่วนโค้งของวงกลมที่มีความยาวเท่ากับรัศมีของวงกลมนั้น

2. สเตอเรเดียน (Steradian ; sr) คือมุมตันที่มีจุดยอด ณ จุดศูนย์กลางของวงกลมและถูกรองรับด้วยผิวทรงกลมที่มีพื้นที่เท่ากับรัศมีของทรงกลมนั้น ยกกำลังสอง

3. หน่วยอนุพัทธ์ (Derived - Units) หน่วยอนุพัทธ์เป็นหน่วยซึ่งเกิดจากการนำหน่วยมูลฐานหลายหน่วยมาเกี่ยวเนื่องกัน เช่น หน่วยของความเร็วมิเตอร์/วินาที ซึ่งมีเมตรและวินาทีเป็นหน่วยมูลฐาน

หน่วยอนุพัทธ์นี้มีชื่อหน่วยและสัญลักษณ์ซึ่งตั้งขึ้นตามข้อกำหนดของ CGPM ดังนี้
หน่วยอนุพัทธ์ที่ปรากฏอยู่ในเทอมของหน่วยมูลฐานเดิม ได้แก่

ตารางที่ 1.3 ชื่อและสัญลักษณ์ที่ปรากฏอยู่ในเทอมของหน่วยมูลฐานเดิมของหน่วยอนุพัทธ์

ปริมาณ (Quantity)	หน่วย (Unit)	สัญลักษณ์ (Symbol)
area (พื้นที่)	meter square (ตารางเมตร)	m ²
volume (ปริมาตร)	cubic meter (ลูกบาศก์เมตร)	m ³
speed, velocity (อัตราเร็ว, ความเร็ว)	meter per second (เมตร/วินาที)	m/s
acceleration (ความเร่ง)	meter per second square (เมตร/วินาที ยกกำลังสอง)	m/s ²
density (ความหนาแน่น)	kilogram per cubic meter (กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร)	kg/m ³
specific volume (ปริมาตรจำเพาะ)	cubic meter per kilogram (ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัม)	m ³ /kg
current density (ความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า)	ampere per meter square (แอมแปร์/ตารางเมตร)	A/m ²

หน่วยอนุพัทธ์ที่มีชื่อหน่วยและสัญลักษณ์ซึ่งตั้งขึ้นเป็นพิเศษ ได้แก่

ตารางที่ 1.4 ชื่อและสัญลักษณ์ที่ตั้งขึ้นเป็นพิเศษของหน่วยอนุพัทธ์

ปริมาณ (Quantity)	ชื่อหน่วย (Units)	สัญลักษณ์ (Symbol)	เทียบเป็นหน่วยฐานและอนุพัทธ์อื่น ๆ นิยาม
frequency (ความถี่)	hertz (เฮิรตซ์)	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$ 1 เฮิรตซ์ คือความถี่ของปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นครบ 1 รอบในเวลา 1 วินาที
force (แรง)	newton (นิวตัน)	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ m kg/s}^2 = 1 \text{ J/m}$ 1 นิวตัน คือขนาดแรงที่สามารถทำให้มวล 1 กิโลกรัม เคลื่อนที่ไปตามแนวแรงนั้นด้วยความเร่ง 1 เมตรต่อวินาที ²
pressure (ความดัน)	pascal (พาสคาล)	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ kg/ms}^2 = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ J/m}^3$ 1 พาสคาล คือความดันหรือความเค้นที่เกิดจากการใช้แรง 1 นิวตัน กดลงบนเนื้อที่ 1 ตารางเมตร อย่างสม่ำเสมอ
energy, work quantity of heat (พลังงาน, งาน, ปริมาณความร้อน)	joule (จูล)	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ m}^2 \text{ kg/s}^2 = \text{N m}$ 1 จูล คือ งาน พลังงานหรือปริมาณความร้อน มีขนาดเท่ากับงานของแรง 1 นิวตัน กระทำต่อวัตถุ ทำให้วัตถุนั้นเคลื่อนที่ไป 1 เมตร ตามแนวแรงนั้น
power, radiant flux (กำลัง, ฟลักซ์การแผ่รังสี)	watt (วัตต์)	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ m}^2 \text{ kg/s}^3 = 1 \text{ J/s}$ 1 วัตต์ คือกำลังที่สามารถทำงานหรือให้พลังงาน 1 จูล ในเวลา 1 วินาที
quantity of electricity, electric charge (ปริมาณไฟฟ้า, ประจุไฟฟ้า)	coulomb (คูลอมบ์)	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ A s}$ 1 คูลอมบ์ คือปริมาณไฟฟ้าที่กระแสไฟฟ้าขนาด 1 แอมแปร์ ผ่านวัตถุใด ๆ ในเวลา 1 วินาที

ตารางที่ 1.4 (ต่อ)

ปริมาณ (Quantity)	ชื่อหน่วย (Units)	สัญลักษณ์ (Symbol)	เทียบเป็นหน่วยฐานและอนุพัทธ์อื่น ๆ นิยาม
electric potential, potential difference, electromotive force (ศักย์ไฟฟ้า, ความต่าง- ศักย์แรงเคลื่อนไฟฟ้า)	volt (โวลต์)	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ m}^2 \text{ kg/s}^3 \text{ A} = 1 \text{ W/A} = 1 \text{ J/C}$ 1 โวลต์ คือความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดสอง จุด บนตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าขนาด 1 แอมแปร์ ผ่านทำให้เกิดมีกำลังวัตต์ 1 วัตต์ ระหว่างจุดนั้น
capacitance (ความจุ)	farad (ฟารัด)	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ s}^4 \text{ A}^2/\text{m}^2 \text{ kg} = 1 \text{ C/V}$ 1 ฟารัด คือความจุไฟฟ้าระหว่างตัวนำสองอัน ซึ่งถ้าถ่ายโอนประจุไฟฟ้าปริมาณ 1 คูลอมบ์ จากอันหนึ่งไปยังอีกอันหนึ่ง แล้วจะทำให้ความ ต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างตัวนำทั้งสองมีค่าเปลี่ยนไป 1 โวลต์
electric resistance (ความต้านทานไฟฟ้า)	ohm (โอห์ม)	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ m}^2 \text{ kg/s}^3 \text{ A}^2 = 1 \text{ V/A}$ 1 โอห์ม คือความต้านทานไฟฟ้าระหว่างจุดสอง จุดบนตัวนำ ซึ่งไม่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าระหว่างสอง จุดนั้น และเมื่อให้ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุด ทั้งสองเป็น 1 โวลต์ จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าใน ตัวนำนั้นมีค่า 1 โอห์ม
conductance (ความนำ)	siemens (ซีเมนส์)	S	$1 \text{ S} = \text{s}^3 \text{ A}^2/\text{m}^2 \text{ kg} = 1 \text{ A/V} = 1 \Omega^{-1}$ 1 ซีเมนส์ คือความนำไฟฟ้าของตัวนำซึ่งมีความ ต้านทาน 1 โอห์ม
magnetic flux (ฟลักซ์แม่เหล็ก)	weber (เวเบอร์)	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ m}^2 \text{ kg/s}^2 \text{ A} = 1 \text{ V s}$ 1 เวเบอร์ คือฟลักซ์แม่เหล็กซึ่งผ่านตัวนำวงหนึ่ง และสามารถทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า 1 โวลต์ ในวงตัวนำนั้นได้ ถ้าลัดฟลักซ์นั้นด้วยอัตราสม่ำเสมอ จนหมดในเวลา 1 วินาทีพอดี

ตารางที่ 1.4 (ต่อ)

ปริมาณ (Quantity)	ชื่อหน่วย (Units)	สัญลักษณ์ (Symbol)	เทียบเป็นหน่วยฐานและอนุพัทธ์อื่น ๆ นิยาม
magnetic flux density (ความหนาแน่น- ฟลักซ์แม่เหล็ก)	tesla (เทสลา)	T	$1 \text{ T} = 1 \text{ kg/s}^2 \text{ A} = 1 \text{ Wb/m}^2$ 1 เทสลา คือความหนาแน่นฟลักซ์แม่เหล็กขนาด 1 เวเบอร์ ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร
inductance (ความเหนี่ยวนำไฟฟ้า)	henry (เฮนรี)	H	$1 \text{ H} = 1 \text{ m}^2 \text{ kg/s}^2 \text{ A}^2 = 1 \text{ Wb/A}$ 1 เฮนรี คือความเหนี่ยวนำไฟฟ้าของวงจรปิดซึ่ง เมื่อกระแสไฟฟ้าที่ผ่านวงจรมันลดลงอย่างสม่ำเสมอด้วยค่า 1 แอมแปร์ต่อวินาที จะทำให้เกิดแรง เคลื่อนไฟฟ้า 1 โวลต์ในวงจรมัน
celsius temperature (อุณหภูมิเซลเซียส)	degree celsius (องศา)	$^{\circ}\text{C}$	สำหรับช่วงอุณหภูมิ $1^{\circ}\text{C} = 1 \text{ K}$ สำหรับค่า อุณหภูมิ $^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273.15$ ช่วงอุณหภูมิ 1 องศา เซลเซียสมีค่าเท่ากับช่วงอุณหภูมิ 1 เคลวิน ค่า อุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียสจะมีค่าเท่ากับค่า อุณหภูมิในหน่วยเคลวินลบด้วย 273.15
luminous flux (ฟลักซ์ส่องสว่าง)	lumen (ลูเมน)	lm	$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd sr}$ 1 ลูเมน คือฟลักซ์ส่องสว่างที่ส่งออกในมุมตัน 1 สเตอเรเดียน จากจุดกำเนิดซึ่งมีความเข้มของการ ส่องสว่าง 1 แคนเดลา
illuminance (ความสว่าง)	lux (ลักซ์)	lx	$1 \text{ lx} = 1 \text{ cd sr/m}^2 = 1 \text{ lm/m}^2$ 1 ลักซ์ คือความสว่างของฟลักซ์ส่องสว่าง 1 ลูเมน บนพื้นที่ 1 ตารางเมตร
activity (กัมมันตภาพของรังสี)	becquerel (เบ็กเคอเรล)	Bq Bq	$1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$ 1 เบ็กเคอเรล คือกัมมันตภาพของรังสี มีขนาด เท่ากับการสลายของนิวเคลียส 1 ครั้งใน 1 วินาที

ตารางที่ 1.4 (ต่อ)

ปริมาณ (Quantity)	ชื่อหน่วย (Units)	สัญลักษณ์ (Symbol)	เทียบเป็นหน่วยฐานและอนุพัทธ์อื่น ๆ นิยม
absorbed dose (ปริมาณกำหนดของ การดูดกลืนของรังสี ที่ทำให้แตกตัวเป็น ไอออน)	gray (เกรย์)	Gy	$1 \text{ Gy} = 1 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 1 \text{ J/kg}$ 1 เกรย์ คือปริมาณกำหนดของการดูดกลืนของ รังสีที่ทำให้แตกตัวเป็นไอออน มีขนาดเท่ากับ ปริมาณพลังงาน 1 จูล ถูกดูดกลืนโดยเนื้อเยื่อ 1 กิโลกรัม
dose equivalent (ปริมาณกำหนดของ กัมมันตภาพรังสี)	sievert (ซีเวิร์ต)	Sv	$1 \text{ Sv} = 1 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 1 \text{ J/kg}$ ซีเวิร์ต คือปริมาณกำหนดของกัมมันตภาพรังสี มีขนาดเท่ากับปริมาณกำหนดของการดูดกลืน ของรังสีที่ทำให้แตกตัวเป็นไอออน คูณด้วยตัว ประกอบที่ไม่มีมิติ (ตัวประกอบนี้ขึ้นอยู่กับความ ยังผลทางชีวภาพของรังสีแต่ละชนิด)

4. คำนำหน้าหน่วยแสดงปริมาณด้วยตัวเลข หรือคำอุปสรรค (Prefixes) เมื่อค่า
ในหน่วยมูลฐานหรือหน่วยอนุพัทธ์มากหรือน้อยเกินไป เราสามารถเขียนค่านั้นเป็นตัวเลขคูณ
ด้วยตัวพหุคูณ (เลขสิบยกกำลังลบหรือบวก) ได้ เช่น

- ๐.000008 แอมแปร์ (A) หรือ 0.8×10^{-6} แอมแปร์ (A) นั่นคือ สามารถเขียนเป็น
8 μA
- 5000000 วัตต์ (W) หรือ 5×10^6 วัตต์ (W) นั่นคือ สามารถเขียนเป็น 5 MW
จะได้ μ และ M เรียกว่า คำอุปสรรค (Prefixes)

เราสามารถพิจารณาคำอุปสรรคนี้ใช้แทนตัวพหุคูณ และสัญลักษณ์ได้ดังตารางที่ 1.5

ตารางที่ 1.5

ตัวพหุคูณ	คำอุปสรรคที่ใช้แทนตัวพหุคูณ	
	ชื่อ	สัญลักษณ์
10^{24}	ยอตตะ (yotta)	Y
10^{21}	เซตตะ (zetta)	Z
10^{18}	เอกซะ (exa)	E
10^{15}	เพตะ (peta)	P
10^{12}	เทระ (tera)	T
10^9	จิกะ (giga)	G
10^6	เมกะ (mega)	M
10^3	กิโล (kilo)	k
10^2	เฮกโต (hecto)	h
10^1	เดคา (deka)	da
10^{-1}	เดซี (deci)	d
10^{-2}	เซนติ (centi)	c
10^{-3}	มิลลิ (milli)	m
10^{-6}	ไมโคร (micro)	μ
10^{-9}	นาโน (nano)	n
10^{-12}	พิโค (pico)	p
10^{-15}	เฟมโต (femto)	f
10^{-18}	อัตโต (atto)	a
10^{-21}	เซพโต (zepto)	z
10^{-24}	ยอคโต (yocto)	y

หมายเหตุ 1. การใช้คำอุปสรรคกำกับหน้าหน่วยควรใช้เพียงครั้งเดียว ไม่นิยมเขียนคำอุปสรรค
ชนกัน เช่น ไม่ควรเขียนเป็นมิลลิไมโครวินาที (m μ s) ควรเขียนเป็น นาโนวินาที
(ns) แทน

2. การนำสัญลักษณ์ของคำอุปสรรคไปกำกับหน้าสัญลักษณ์ของหน่วย จะถือว่าได้สัญลักษณ์ใหม่เป็นสัญลักษณ์เดี่ยว เมื่อนำไปยกกำลังไม่ต้องใส่วงเล็บ เช่น mm^3 μs^{-1} GHz^{-1} เป็นต้น
3. องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization) หรือใช้ชื่อย่อว่า ISO ได้แนะนำให้พยายามใช้ตัวพหุคูณเฉพาะที่เป็นเท่าของ 10^3 ได้แก่ G, M, k, m และ μ เป็นต้น เช่น

$$7 \times 10^9 \text{ W} = 7 \text{ GW (จิกะวัตต์)}$$

$$5 \times 10^3 \text{ V} = 5 \text{ kV (กิโลโวลต์)}$$

$$2 \times 10^{-6} \text{ A} = 2 \mu\text{A (ไมโครแอมแปร์)}$$

1.1.2 หน่วยวัดแรง

จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน กล่าวว่า “เมื่อมีแรงลัพธ์มากระทำต่อวัตถุ จะทำให้วัตถุมีความเร่งในทิศเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำ และขนาดของความเร่งจะแปรผันตรงกับขนาดของแรงลัพธ์และแปรผกผันกับมวลของวัตถุ”

กำหนดให้ $\vec{F}$ = แรงที่กระทำต่อวัตถุ

m = มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)

$\vec{a}$ = ความเร่งของวัตถุ มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที ยกกำลังสอง (m/s^2)

ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่าง แรง มวล และความเร่ง จะได้ดังนี้

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$F(1 \text{ N}) = m(1 \text{ kg}) \times a(\text{m/s}^2)$$

แรงจะมีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อวินาที ยกกำลังสอง หรือเรียกว่า นิวตัน (N)

จะได้ว่า แรง 1 นิวตัน คือแรงที่กระทำต่อมวล 1 กิโลกรัม ทำให้มวลเกิดความเร่ง 1 เมตร/วินาที² โดยแรงจะมีทิศเดียวกับทิศทางของความเร่งเสมอ

ตัวอย่างที่ 1.1 ออกแรงกระทำต่อวัตถุมวล 0.5 กิโลกรัม ทำให้มีความเร่ง 6 เมตร/วินาที² ถ้าแรงนี้กระทำต่อมวล 12 กิโลกรัม มวลนั้นจะมีความเร่งเท่าใด

วิธีทำ

จาก

$$F = ma$$

$$= 0.5 \text{ kg} \times 6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\therefore F = 3 \text{ N}$$

แต่ถ้าออกแรง 3 N กระทำต่อมวล 12 kg จะหาความเร่งได้จาก

$$F = ma$$

$$3 \text{ N} = 12 \text{ kg} \times a$$

$$a = \frac{3}{12} = \frac{1}{4}$$

$$\therefore a = 0.25 \text{ m/s}^2$$

สรุปได้ว่า มวลนั้นจะมีความเร่ง 0.25 เมตร/วินาที²

น้ำหนัก (Weight : W) ในการตกแบบเสรีของวัตถุใกล้ผิวโลก เราทราบว่า ความเร่งของวัตถุมีค่าคงตัว อาศัยกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน เราสามารถอธิบายได้ว่า จะต้องมีความเร่งกระทำต่อวัตถุจึงจะทำให้วัตถุมีความเร่ง ซึ่งแรงนี้ก็คือแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อวัตถุนั่นเอง เราเรียกแรงดังกล่าวนี้ว่า น้ำหนัก (Weight) ของวัตถุ

พิจารณาวัตถุมวล m ซึ่งตกแบบเสรีด้วยความเร่ง g จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน จะเขียนน้ำหนัก W ของวัตถุได้เป็น

$$\vec{W} = m\vec{g}$$

เนื่องจากน้ำหนักเป็นแรงที่โลกดึงดูดวัตถุ จึงมีทิศเดียวกับความเร่ง g และมีหน่วยเช่นเดียวกับแรงคือนิวตัน (N)

น้ำหนักของวัตถุมีค่าขึ้นกับขนาดของ g ณ บริเวณต่าง ๆ ทั่วโลกมีค่า g แตกต่างกันไปตามตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ เช่น

▷ g ที่เส้นศูนย์สูตรมีค่า 9.78 เมตร/วินาที²

▷ g ที่ขั้วโลกมีค่า 9.83 เมตร/วินาที²

ดังนั้น น้ำหนักของวัตถุเดียวกัน ซึ่งเมื่อชั่ง ณ สถานที่ต่างกันอาจจะแตกต่างกันได้ เพราะ g ต่างกัน โดยทั่วไปเราใช้ g เท่ากับ 9.81 เมตร/วินาที² ซึ่งเป็นค่าประมาณ แต่เพื่อความสะดวกในการคำนวณ เราอาจใช้ g เท่ากับ 10 เมตร/วินาที² ได้

เนื่องจากน้ำหนักของมวลมาตรฐาน ณ สถานที่ต่าง ๆ มีค่าแปรตามค่า g ณ สถานที่นั้นด้วย ดังนั้น เครื่องชั่งที่จะนำมาใช้ในการซื้อขายสินค้าจึงต้องผ่านการปรับแต่ง โดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักของมวลมาตรฐาน (1 กิโลกรัม) ณ สถานที่ที่จะใช้โดยเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบก่อนนำมาใช้เพื่อมิให้มีการได้เปรียบหรือเสียเปรียบระหว่างผู้ค้ากับลูกค้า

สเกลของเครื่องชั่งน้ำหนักทั่วไปมักใช้หน่วยเป็นกิโลกรัม ซึ่งเป็นหน่วยของมวล ทั้งนี้ เพราะมวลมีค่าคงตัว การกำหนดอัตราซื้อขายตามมวลจึงเป็นที่ยอมรับว่ายุติธรรม เช่น ทองคำ มวล 1 กิโลกรัม ณ เส้นศูนย์สูตร ก็ยังคงมีมวล 1 กิโลกรัม ณ ขั้วโลก แต่ถ้าคติน้ำหนักแล้ว ณ สองแห่งนี้จะมีค่าต่างกัน

ตัวอย่างที่ 1.2 มนุษย์อวกาศหนัก 600 นิวตัน ที่บริเวณผิวโลก ซึ่งมีความเร่งเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกเป็น 10 เมตร/วินาที² จะมีมวลเป็นเท่าใด และถ้ามนุษย์อวกาศคนนี้อยู่บนดวงจันทร์ เขาจะมีมวลเป็นเท่าใด

วิธีทำ

จาก

$$W = mg$$

$$600 \text{ N} = m \times 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$m = \frac{600 \text{ N} \cdot \text{s}^2}{10 \text{ m}} = \frac{600}{10 \text{ m}} \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{s}^2$$

$$\therefore m = 60 \text{ kg}$$

จะได้ว่าถ้ามนุษย์อวกาศคนนี้อยู่บนดวงจันทร์มวลของเขาที่ดวงจันทร์ยังคงเป็น 60 กิโลกรัม เพราะมวลของวัตถุมีค่าคงตัว

สรุปได้ว่า มนุษย์อวกาศมีมวลเท่ากับ 60 กิโลกรัม ไม่ว่าจะอยู่ที่โลกหรือดวงจันทร์

ตัวอย่างที่ 1.3 เหล็กชิ้นหนึ่งมวล 50 กิโลกรัม หากอยู่ในยานอวกาศขณะเร่งออกนอกแรงดึงดูดของโลกด้วยความเร่ง 2.4 g จะหนักเท่าใด (กำหนดให้ $g = 10 \text{ m/s}^2$)

วิธีทำ

จาก

$$W = mg$$

$$= 50 \text{ kg} \times 2.4 \times 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$= 1,200 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\therefore W = 1,200 \text{ N} = 1.2 \text{ kN}$$

สรุปได้ว่า เหล็กชิ้นนี้หนัก 1.2 กิโลนิวตัน