

IMPORTANCE OF DIMENSIONS AND UNITS

Any physical quantity can be characterized by **dimensions**.

The magnitudes assigned to the dimensions are called **units**.

Some basic dimensions such as mass m , length L , time t , and temperature T are selected as **primary** or **fundamental dimensions**, while others such as velocity V , energy E , and volume V are expressed in terms of the primary dimensions and are called **secondary dimensions**, or **derived dimensions**.

Metric SI system: A simple and logical system based on a decimal relationship between the various units.

English system: It has no apparent systematic numerical base, and various units in this system are related to each other rather arbitrarily.

The seven fundamental (or primary) dimensions and their units in SI

Dimension	Unit
Length	meter (m)
Mass	kilogram (kg)
Time	second (s)
Temperature	kelvin (K)
Electric current	ampere (A)
Amount of light	candela (cd)
Amount of matter	mole (mol)

Standard prefixes in SI units

Multiple	Prefix
10^{24}	yotta, Y
10^{21}	zetta, Z
10^{18}	exa, E
10^{15}	peta, P
10^{12}	tera, T
10^9	giga, G
10^6	mega, M
10^3	kilo, k
10^2	hecto, h
10^1	deka, da
10^{-1}	deci, d
10^{-2}	centi, c
10^{-3}	milli, m
10^{-6}	micro, μ
10^{-9}	nano, n
10^{-12}	pico, p
10^{-15}	femto, f
10^{-18}	atto, a
10^{-21}	zepto, z
10^{-24}	yocto, y

Some SI and English Units

$$1 \text{ lbm} = 0.45356 \text{ kg}$$

$$1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}$$

$$\text{Force} = (\text{Mass})(\text{Acceleration})$$

$$F = ma$$

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

$$1 \text{ lbf} = 32.174 \text{ lbm} \cdot \text{ft/s}^2$$

$$\text{Work} = \text{Force} \times \text{Distance}$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$1 \text{ cal} = 4.1868 \text{ J}$$

$$1 \text{ Btu} = 1.0551 \text{ kJ}$$

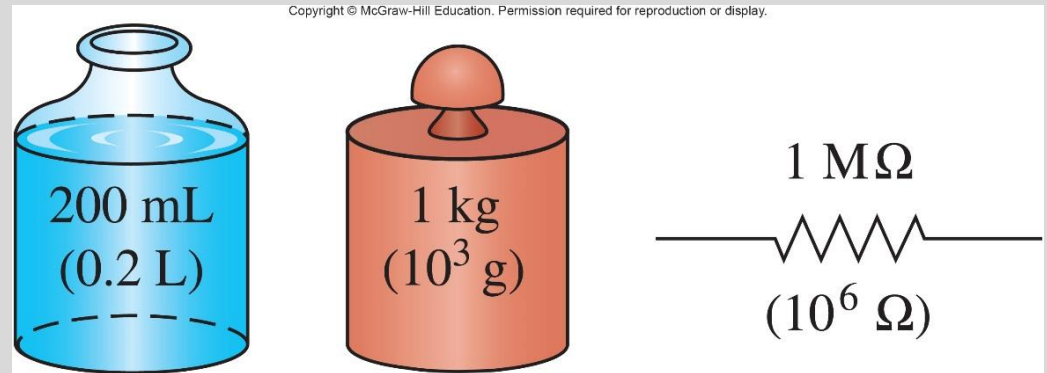


FIGURE 1

The SI unit prefixes are used in all branches of engineering.

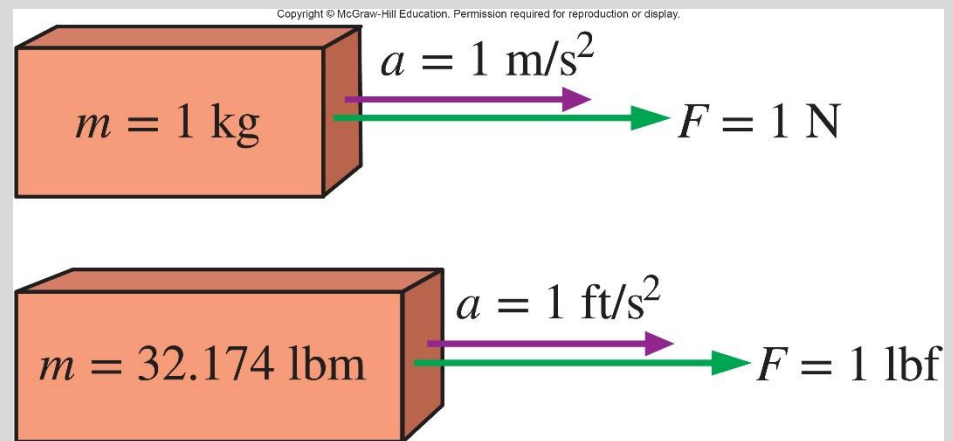


FIGURE 2

The definition of the force units.

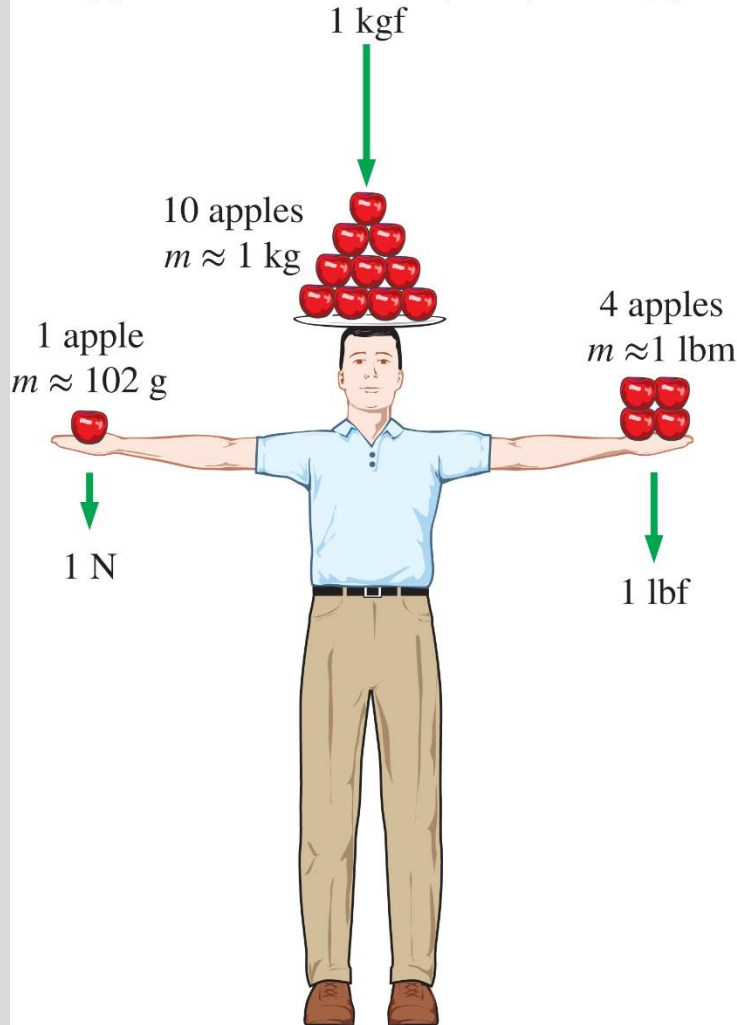


FIGURE 3

The relative magnitudes of the force units newton (N), kilogram-force (kgf), and pound-force (lbf).

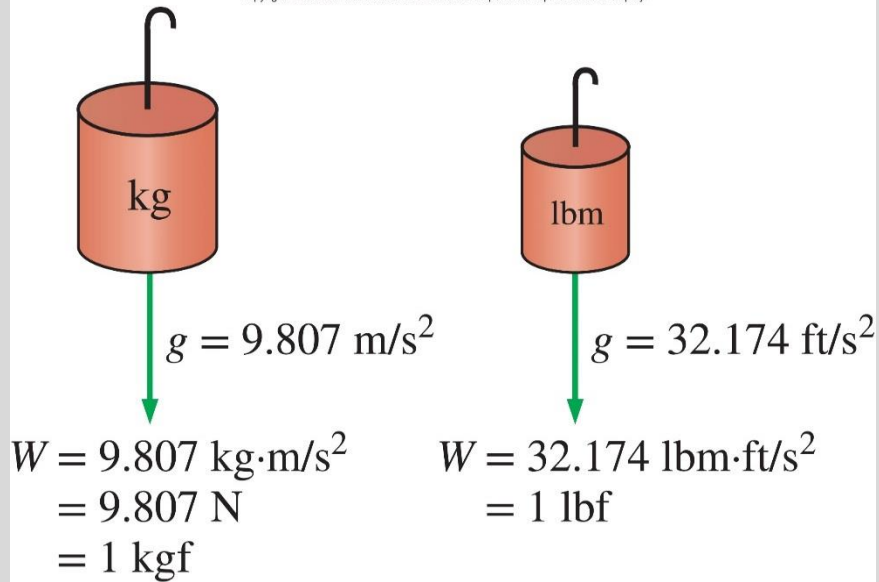


FIGURE 4

A body weighing 150 lbf on earth will weigh only 25 lbf on the moon.

$$W = mg \quad (\text{N})$$

W weight
m mass
g gravitational acceleration

**FIGURE 5**

The weight of a unit mass at sea level.



© John M. Cimbala

FIGURE 6

A typical match yields about one Btu (or one kJ) of energy if completely burned.

Dimensional homogeneity

All equations must be dimensionally **homogeneous**.

Unity Conversion Ratios

All nonprimary units (secondary units) can be formed by combinations of primary units.

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{and} \quad 1 \text{ lbf} = 32.174 \text{ lbm} \frac{\text{ft}}{\text{s}^2}$$

They can also be expressed more conveniently as **unity conversion ratios** as

$$\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2} = 1 \quad \text{and} \quad \frac{1 \text{ lbf}}{32.174 \text{ lbm} \cdot \text{ft}/\text{s}^2} = 1$$

Unity conversion ratios are identically equal to 1 and are unitless, and thus such ratios (or their inverses) can be inserted conveniently into any calculation to properly convert units.

CAUTION!

EVERY TERM IN AN
EQUATION MUST HAVE
THE SAME UNITS

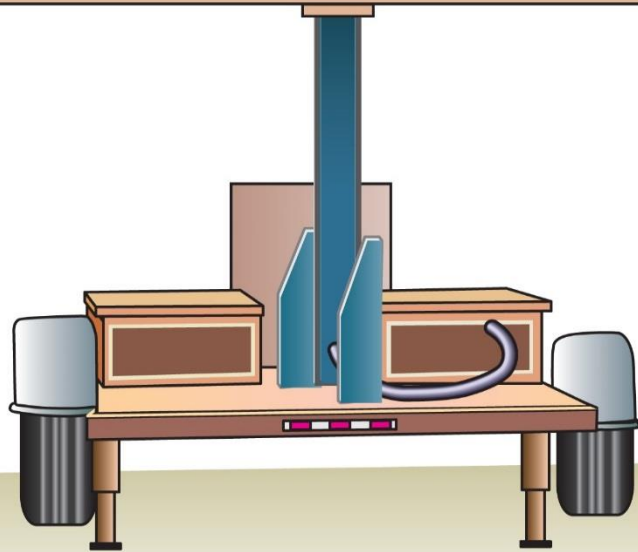


FIGURE 7

Always check the units in your calculations.

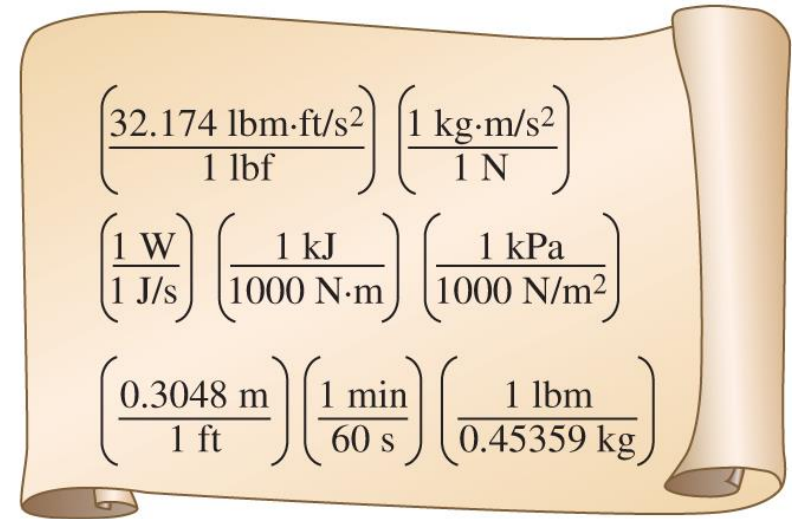


FIGURE 8

Every unity conversion ratio (as well as its inverse) is exactly equal to 1. Shown here are a few commonly used unity conversion ratios, each within its own set of parentheses.

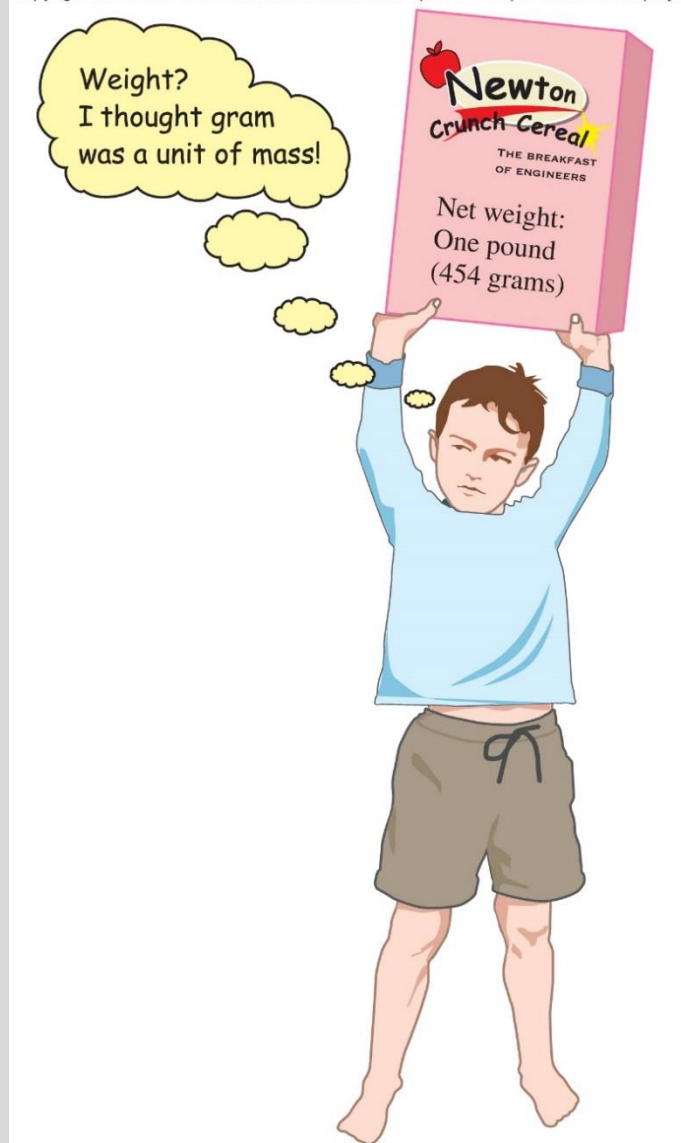


FIGURE 9

A quirk in the metric system of units.

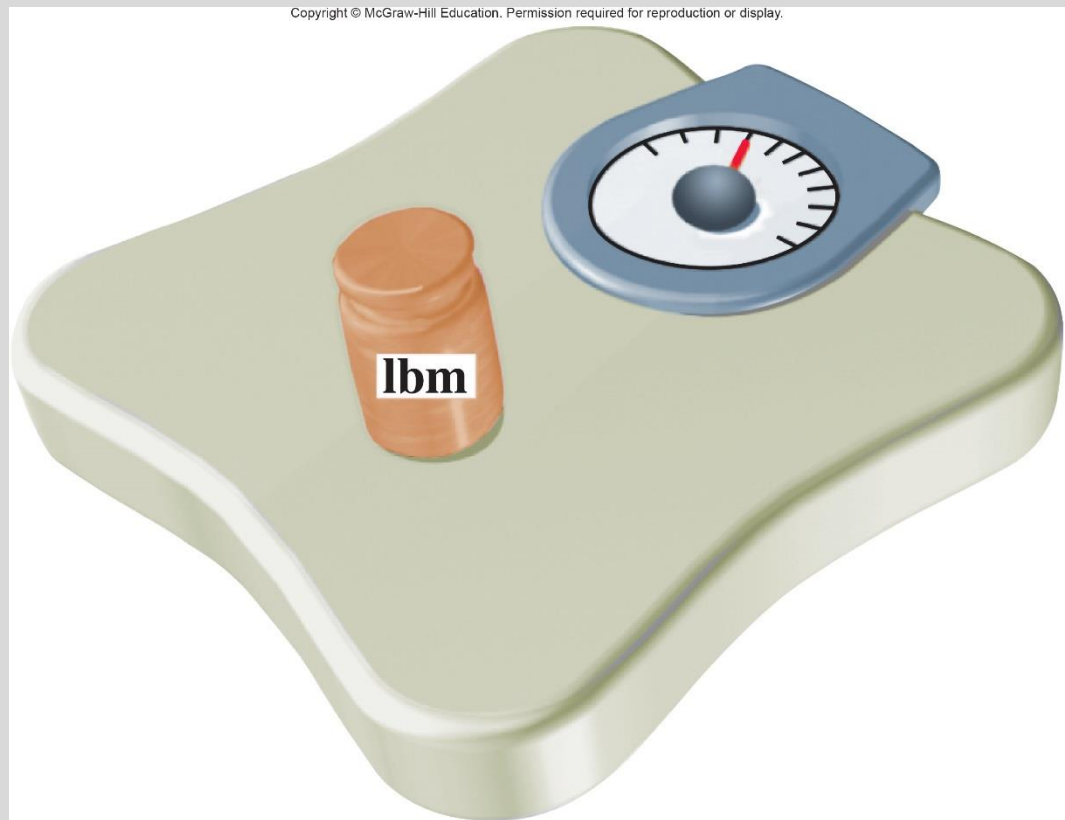


FIGURE 10

A mass of 1 lbm weighs 1 lbf on earth.

$$W = mg = (453.6 \text{ g})(9.81 \text{ m/s}^2) \left(\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2} \right) \left(\frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \right) = 4.49 \text{ N}$$

BOYUTLAR VE BİRİMLERİN ÖNEMİ

- Herhangi bir fiziksel büyüklük **boyutları** ile nitelenir.
- Boyutlara atanan büyüklükler **birimlerle** ifade edilir.
- Kütle m, uzunluk L, zaman t ve sıcaklık T gibi bazı temel boyutlar **birincil** veya **esas boyutlar** olarak seçilmişlerdir. Hız V, enerji E ve hacim V gibi bazı boyutlar ise ana boyutlar kullanılarak ifade edilir ve **ikincil boyutlar** veya **türetilmiş boyutlar** diye adlandırılır.
- **Metrik SI sistemi:** Değişik birimlerin kendi aralarında onlu sisteme göre düzenlendiği, basit ve mantıklı bir sistemdir.
- **İngiliz sistemi:** Birimler arasındaki ilişkiler düzenli bir yapıda değildir ve sistemdeki birimler birbirleri ile biraz keyfi olarak ilişkilendirilmiştir.

Yedi ana boyut ve SI birimleri

Boyut	Birim
Uzunluk	metre (m)
Kütle	kilogram(kg)
Zaman	saniye (s)
Sıcaklık	kelvin (K)
Elektrik akımı	amper (A)
Işık şiddeti	candel (cd)
Madde miktarı	mol (mol)

SI birimindeki standart önekler

10'un katı	ön ek
10^{12}	tera, T
10^9	giga, G
10^6	mega, M
10^3	kilo, k
10^2	hekto, h
10^1	deka, da
10^{-1}	desi, d
10^{-2}	santi, c
10^{-3}	milli, m
10^{-6}	mikro, μ
10^{-9}	nano, n
10^{-12}	piko, p

Bazı SI and İngiliz Birimleri

$$1 \text{ lbm} = 0.45359 \text{ kg}$$

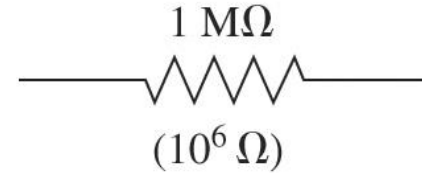
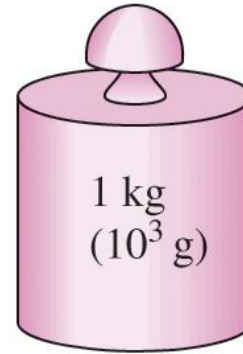
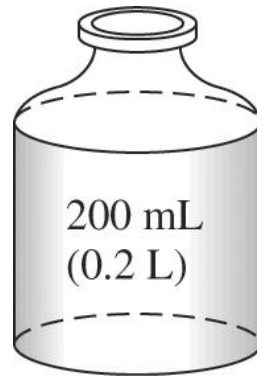
$$1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}$$

$$\dot{I}\text{ş} = \text{Kuvvet} \times \text{Yol}$$

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$1 \text{ cal} = 4.1868 \text{ J}$$

$$1 \text{ Btu} = 1.0551 \text{ kJ}$$



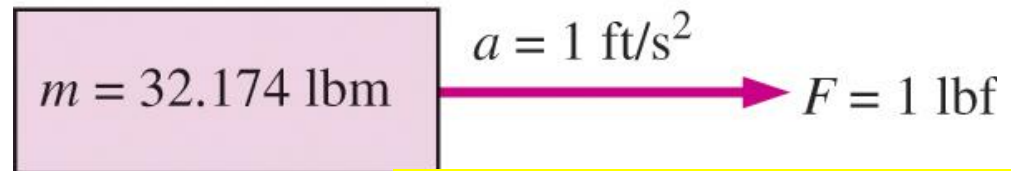
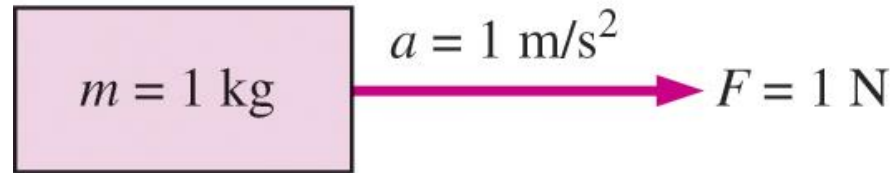
SI birim sistemindeki örnekler bütün mühendislik dallarında kullanılır.

$$\text{Kuvvet} = (\text{Kütle}) (\dot{\text{I}}\text{vme})$$

$$F = ma$$

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

$$1 \text{ lbf} = 32.174 \text{ lbm} \cdot \text{ft/s}^2$$



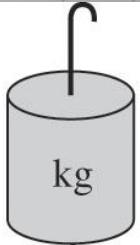
Kuvvet birimlerinin tanımı.



$$W = mg \quad (\text{N})$$

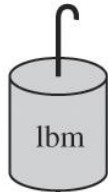
W Ağırlık
 m kütle
 g Yerçekimi ivmesi

Dünyada 750 N ağırlığa sahip olan bir kişi ayda sadece 125 N gelir.



$$g = 9.807 \text{ m/s}^2$$

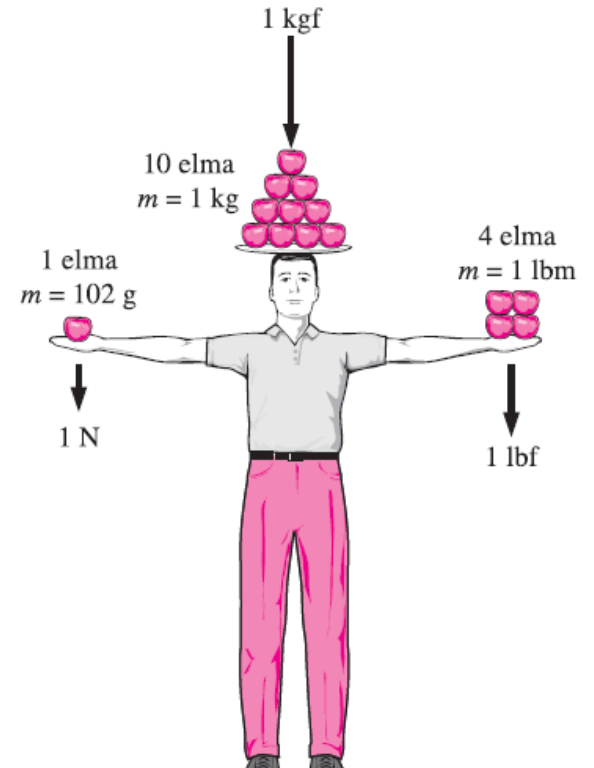
$$W = 9.807 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 \\ = 9.807 \text{ N} \\ = 1 \text{ kgf}$$



$$g = 32.174 \text{ ft/s}^2$$

$$W = 32.174 \text{ lbm} \cdot \text{ft/s}^2 \\ = 1 \text{ lbf}$$

Bir birim kütlenin deniz seviyesindeki ağırlığı.



Göreceli kuvvet büyüklükleri ve birimleri: newton (N), kilogram-kuvvet (kgf), ve (lbf) libre-kuvvet.

Boyutların türdeşliği

Mühendislik problemlerinde tüm denklemler boyutsal olarak türdeş olması zorunludur.

Teklik dönüşüm oranları

Esas birimlerin kombinasyonları ile tüm türetilmiş birimler (ikincil birimler) oluşturulabilir. Örnek olarak kuvvet birimi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$N = \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \qquad \text{lbf} = 32.174 \text{ lbm} \frac{\text{ft}}{\text{s}^2}$$

Bunlar aynı zamanda kullanımı daha kolay olan, teklik dönüşüm oranları şeklinde de tarif edilebilirler:

$$\frac{N}{\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2} = 1 \qquad \frac{\text{lbf}}{32.174 \text{ lbm} \cdot \text{ft}/\text{s}^2} = 1$$

Teklik dönüşüm oranları benzer şekilde 1'e eşittirler ve birimsizlerdir. Bu yüzden söz konusu oranlar (veya tersleri) birimlerin düzgün bir şekilde dönüştürülmesi için herhangi bir hesaplama işleminin içine yerleştirilebilirler.



Boyutların uyuşması için bir denklemdeki tüm terimlerin birimleri aynı olmalıdır.

YARARLANILAN KAYNAKLAR:

‘Thermodynamics: An Engineering Approach’, 9th Edition, Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, Mehmet Kanoglu, McGraw-Hill Education, 2019.

‘Termodinamik-Mühendislik Yaklaşımıyla’, Yedinci Baskıdan Çeviri, Yunus A. Cengel, Michael A. Boles, Palme Yayıncılık, 2015.

Bu bilgi notu yukarıda verilen kitaplardan ve ilgili sunumlarından yararlanılarak/ilham alınarak hazırlanmıştır.