



Al-Mustaqbal University

Department: Medical Instrumentation Techniques Engineering

Class: 1st

Subject: Mechanics

Code : UOMU024023

Lecturer: Lec. Hameed Nida Al-Faris

2nd term / Lecture: Introduction



Engineering Mechanics (Statics)

First Part

Introduction

Contents

المحتويات

- **Introduction** ✓ مقدمة
- **Forces on particle** ✓ القوى على جسيم
- **Forces Equilibrium on particle** ✓ اتزان القوى على جسيم
- **Forces on rigid body** ✓ القوى على جسم
- **Forces Equilibrium on rigid body** ✓ اتزان القوى على جسم
- **Structural Analysis** ✓ تحليل المنشآت
- **Friction** ✓ الاحتكاك

- Introduction ■ مقدمة
- What is Mechanics ■ ما هو الميكانيك
- Fundamental Concepts ■ مفاهيم أساسية
- Basic Quantities ■ كميات أساسية
- Newton's Laws of Motion ■ قوانين نيوتن للحركة
- Units of Measurement ■ وحدات القياس

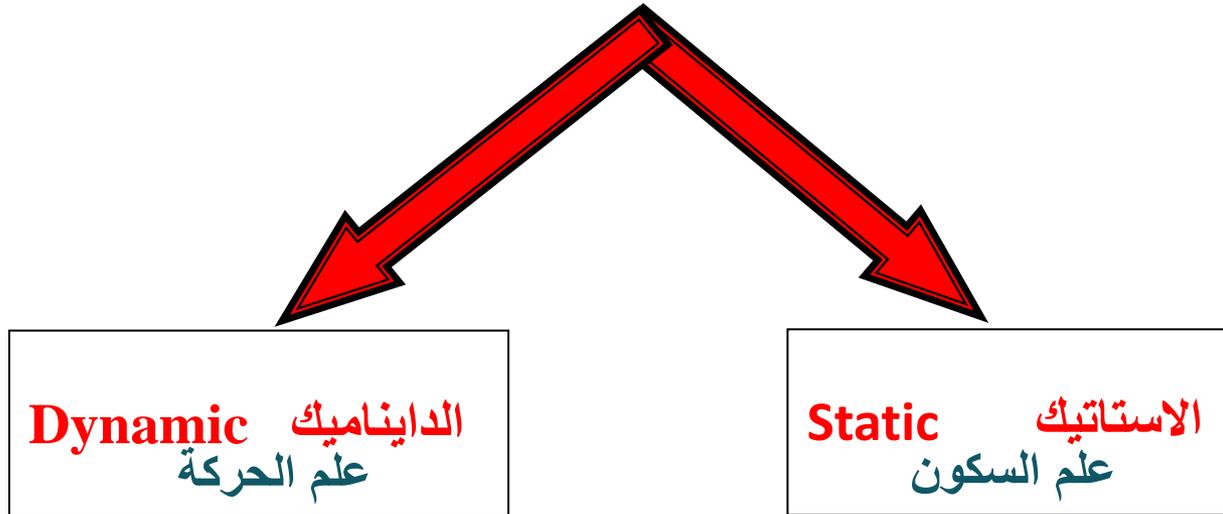
What Is Mechanics ? ما هو الميكانيك

- ▶ **Mechanics Is the physical science which deals with the effects of forces on the objects.**

الميكانيك هو ذلك العلم الفيزيائي الذي يتعامل مع تأثيرات القوى على الأجسام. ✓

What is Mechanics?

Mechanics الميكانيك



concerns the motion of bodies

يركز على حركة الأجسام

Galileo (1564-1642)

Newton (1624-1727)

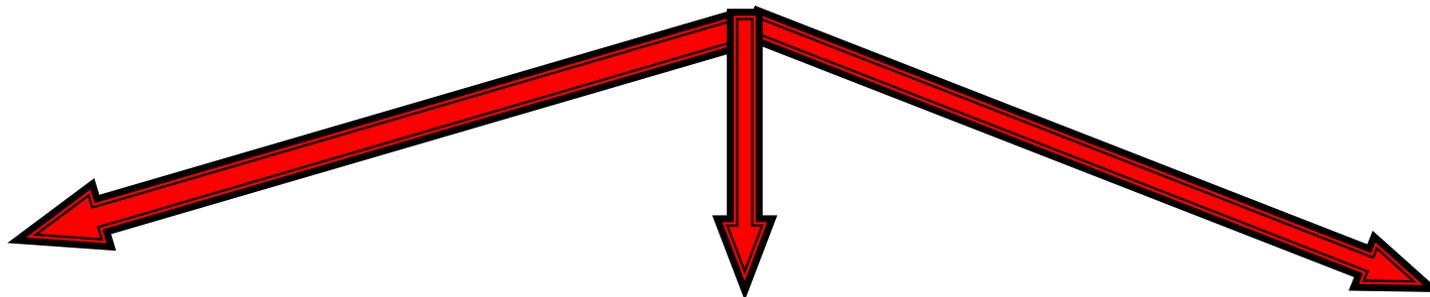
concerns the equilibrium of bodies
under the action of forces

يركز على اتزان الأجسام تحت تأثير القوى

Archimedes (287-212 B.C.)

Stevenus (1548-1642)

Mechanics الميكانيك



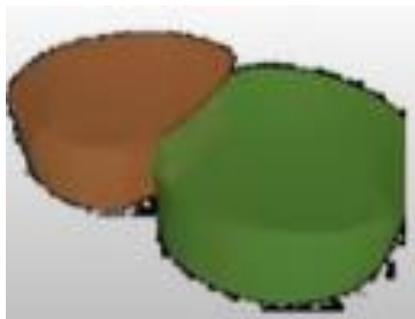
Fluid mechanics

ميكانيك الموائع



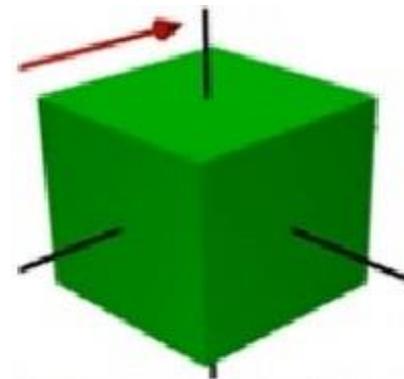
Deformable-body mechanics

ميكانيك الأجسام المتشكلة



Rigid body mechanics

ميكانيك الأجسام الجاسئة



Fundamental Concepts:

❖ Basic Quantities:

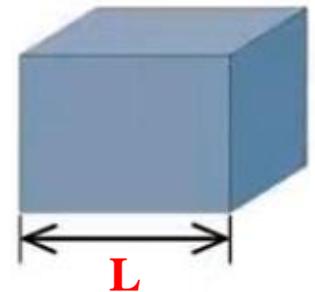
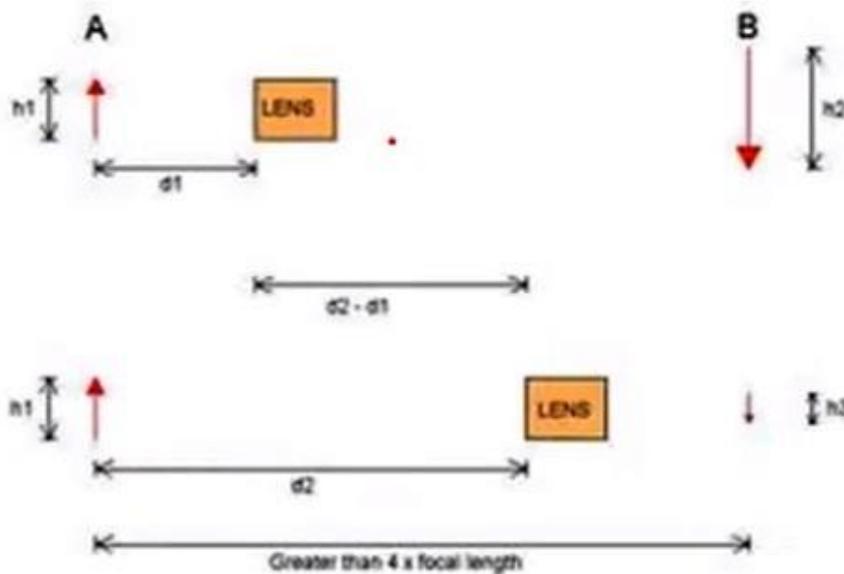
كميات أساسية

length

الطول

Length: length is used to locate the position of a point in space and thereby describe the size of a physical system.

الطول يستخدم لتحديد موقع النقطة في الفراغ والذي بواسطته يمكن وصف الحجم المادي للنظام او الجسم



Fundamental Concepts:

Time

الوقت

Time is the measure of the succession of events and is basic quantity in dynamics.

الوقت هو مقياس لتتابع الاحداث وهو كمية اساسية في علم الحركة



Fundamental Concepts:

Mass

الكتلة

Mass is a measure of the inertia of a body, which is its resistance to a change of velocity.

Mass can also be thought of as the quantity of matter in a body.

الكتلة هي مقياس لتباطؤ الجسم والذي هو مقاومته للتغير في السرعة ، ويمكن تعريفها ايضا على انها كمية المادة في الجسم



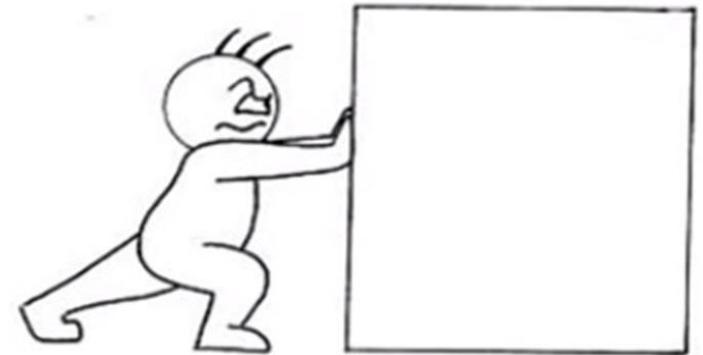
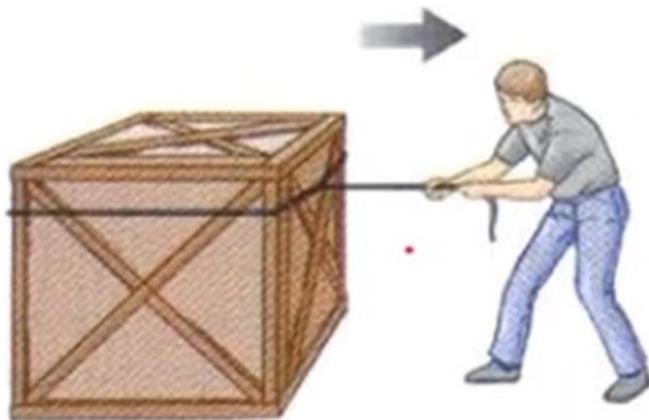
Fundamental Concepts:

Force

القوة

Force is the action of one body on another. A force tends to move a body in the direction of its action.

القوة هي تأثير جسم على جسم آخر ، وتعمل على تحريك الجسم باتجاه تأثيرها



Fundamental Concepts:

Particle

الجسيم

A **particle** is a body of negligible dimensions or it is a body whose dimensions are considered to be near zero.

الجسيم هو جسم يمكن اهمال ابعاده او هو الجسم الذي تكون ابعاده قريبة من الصفر



Fundamental Concepts:

Rigid Body

جسم جاسيء

Rigid body : A body is considered rigid when the change in distance between any two of its points is negligible.

الجسم الجاسيء : يعتبر الجسم جاسيء عندما يكون مقدار التغير بالمسافة بين اي نقطتين منه يمكن اهمالها



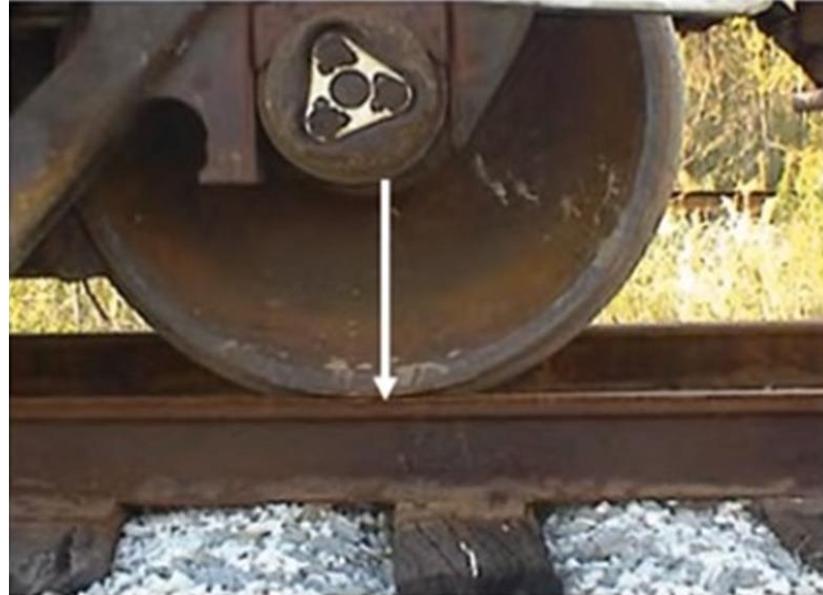
Fundamental Concepts:

Concentrated Force

قوة مركزة

Concentrated Force: represents the effect of a loading which is assumed to act at a point on a body.

تمثل تأثير الحمل الذي يفترض ان يؤثر عند نقطة على الجسم



Fundamental Concepts

مفاهيم أساسية

Newton's Laws of Motion

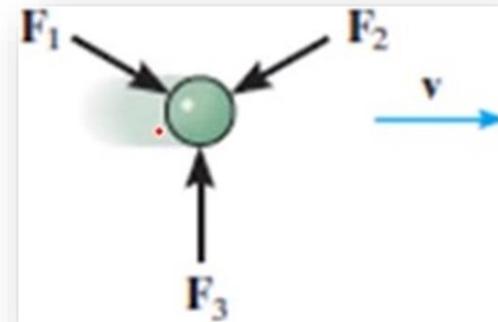
First Law:

A particle originally at rest, or moving in a straight line with constant velocity, tends to remain in this state provided the particle is not subjected to an unbalanced force

قوانين نيوتن للحركة

القانون الأول :

يظل الجسم على حالته الحركية (إما السكون التام أو الحركة في خط مستقيم بسرعة ثابتة) ما لم تؤثر عليه قوة تغير من هذه الحالة



Fundamental Concepts

مفاهيم أساسية

Newton's Laws of Motion

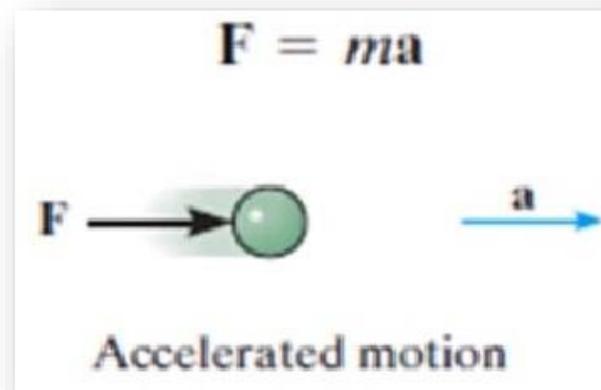
Second Law:

A particle acted upon by an unbalanced force experiences an acceleration a that has the same direction as the force and a magnitude that is directly proportional to the force. The proportional factor is the particle mass (m)

قوانين نيوتن للحركة

القانون الثاني :

إذا أثرت قوة أو مجموعة قوى على جسيم ما فإنها تكسبه تسارع (a) في اتجاهها يتناسب مع محصلة القوى المؤثرة ، ومعامل التناسب هو كتلة الجسيم (m)



Fundamental Concepts

مفاهيم أساسية

Newton's Laws of Motion

Third Law:

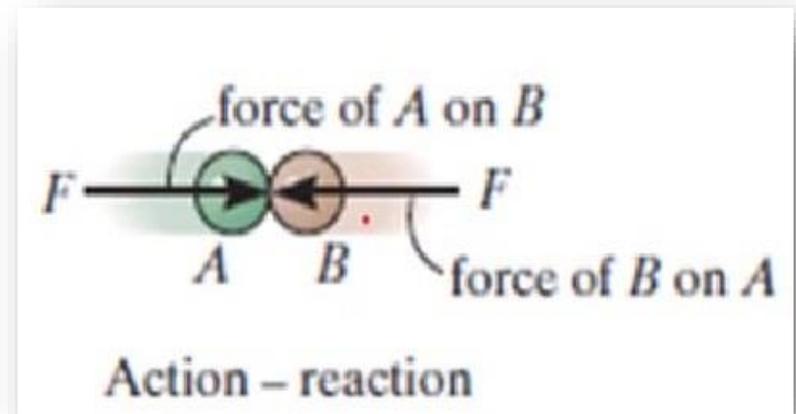
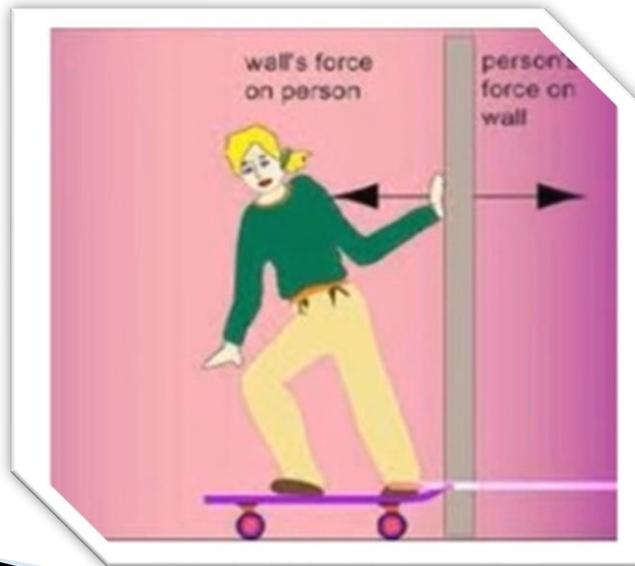
For every action there is an equal and opposite reaction

قوانين نيوتن للحركة

القانون الثالث :

لكل فعل رد فعل ، مساوي له في المقدار

ومعاكس له في الاتجاه



Fundamental Concepts

مفاهيم أساسية

Newton's Laws of Motion

قوانين نيوتن للحركة

Law of Gravitational Attraction:

قانون الجاذبية :

is usually stated that every particle attracts every other particle in the universe with a force which is directly proportional to the product of their masses and inversely proportional to the square of the distance between their centers.

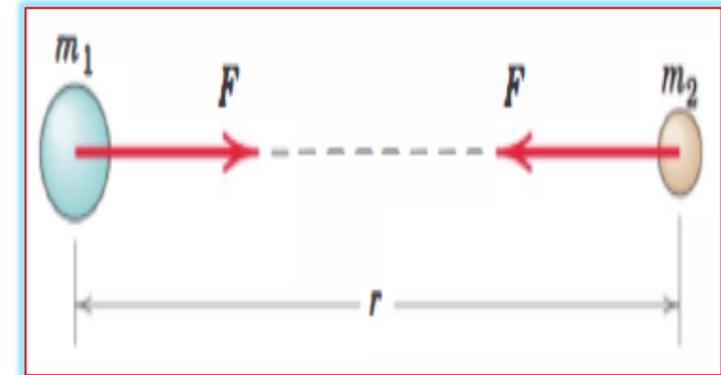
ينص على أنه " توجد قوة تجاذب بين أي جسمين في الكون ، تتناسب طردياً مع حاصل ضرب كتلتيهما، وعكسياً مع مربع المسافة بين مركزيهما "

F = force of gravitation between the two particles

G = universal constant of gravitation; according to experimental evidence, $G = 66.73(10^{-12}) \text{ m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2)$

m_1, m_2 = mass of each of the two particles

r = distance between the two particles



$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Fundamental Concepts

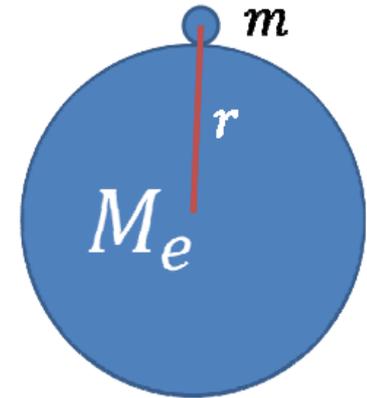
مفاهيم أساسية

Weight:

In the case of a particle located at or near the surface of the earth, however, the only gravitational force having any sizable magnitude is that between the earth and the particle. Consequently, this force, termed the weight, will be the only gravitational force considered in our study of mechanics.

الوزن:

الأرض تجذب الأجسام بقوة تؤثر باتجاه رأسي إلى أسفل تسمى قوة الجاذبية الأرضية ، فالوزن هو قوة جذب الأرض للجسم



$$W = G \frac{mM_e}{r^2}$$

$$g = GM_e/r^2$$

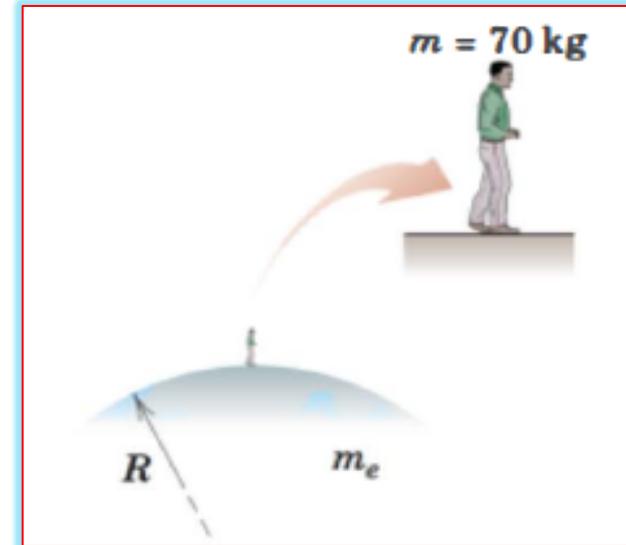
$$W = mg$$

Example: Use Newton's law of universal gravitation to calculate the weight of a 70-kg person standing on the surface of the earth.

Solution. The two results are

$$W = \frac{Gm_e m}{R^2} = \frac{(6.673 \cdot 10^{-11})(5.976 \cdot 10^{24})(70)}{[6371 \cdot 10^3]^2} = 688 \text{ N} \quad \text{Ans.}$$

$$W = mg = 70(9.81) = 687 \text{ N} \quad \text{Ans.}$$



Units of Measurement

وحدات القياس

SI Units: The International System of units

نظام الوحدات الدولي

U.S. Customary : The United States customary
system of units

نظام الوحدات الأمريكي

Units of Measurement

وحدات القياس

Basic quantities :

القيم الأساسية :

Length

الطول

Time

الوقت

Mass

الكتلة

force

القوة

Units of Measurement

وحدات القياس

TABLE 1-1 Systems of Units				
Name	Length	Time	Mass	Force
International System of Units SI	meter m	second s	kilogram kg	newton* N $\left(\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}\right)$
U.S. Customary FPS	foot ft	second s	slug* $\left(\frac{\text{lb} \cdot \text{s}^2}{\text{ft}}\right)$	pound lb

*Derived unit.

SI units $g = 9.806\,65 \text{ m/s}^2$

U.S. units $g = 32.1740 \text{ ft/sec}^2$

$W(\text{N}) = m(\text{kg}) \times g(\text{m/s}^2)$

Units of Measurement

وحدات القياس

Basic quantities : SI Units			القيم الأساسية :		
Length	Meter	(m)	(م)	المتر	الطول
Time	Second	(s)	(ث)	الثانية	الوقت
Mass	Kilogram	(kg)	(كغم)	الكيلوجرام	الكتلة
force	Newton	(N)	(ن)	النيوتن	القوة

Units of Measurement

وحدات القياس

TABLE 1-3 Prefixes

	Exponential Form	Prefix	SI Symbol
<i>Multiple</i>			
1 000 000 000	10^9	giga	G
1 000 000	10^6	mega	M
1 000	10^3	kilo	k
<i>Submultiple</i>			
0.001	10^{-3}	milli	m
0.000 001	10^{-6}	micro	μ
0.000 000 001	10^{-9}	nano	n

* The kilogram is the only base unit that is defined with a prefix.

EXAMPLE 1.1

Convert 2 km/h to m/s How many ft/s is this?

حول 2 كم/ساعة الى م/ثا

SOLUTION

Since 1 km = 1000 m and 1 h = 3600 s, the factors of conversion are arranged in the following order, so that a cancellation of the units can be applied:

$$\begin{aligned} 2 \text{ km/h} &= \frac{2 \text{ km}}{\text{h}} \left(\frac{1000 \text{ m}}{\text{km}} \right) \left(\frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right) \\ &= \frac{2000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 0.556 \text{ m/s} \end{aligned} \quad \text{Ans.}$$

EXAMPLE 1.3

بسّط المقادير التالية وعبر عنها بوحدات النظام الدولي:

a - (50 ملي نيوتن) (6 جيجا نيوتن)

b - (400 ملم) (0.6 ميغا نيوتن)²

c - 45 ميغا نيوتن³ / 900 جيجاغرام

Evaluate each of the following and express with SI units having an appropriate prefix: (a) (50 mN)(6 GN), (b) (400 mm)(0.6 MN)², (c) 45 MN³/900 Gg.

SOLUTION

First convert each number to base units, perform the indicated operations, then choose an appropriate prefix.

Part (a)

$$\begin{aligned} (50 \text{ mN})(6 \text{ GN}) &= [50(10^{-3}) \text{ N}] [6(10^9) \text{ N}] \\ &= 300(10^6) \text{ N}^2 \\ &= 300(10^6) \cancel{\text{N}}^2 \left(\frac{1 \text{ kN}}{10^3 \cancel{\text{N}}} \right) \left(\frac{1 \text{ kN}}{10^3 \cancel{\text{N}}} \right) \\ &= 300 \text{ kN}^2 \end{aligned}$$

Ans.

NOTE: Keep in mind the convention $\text{kN}^2 = (\text{kN})^2 = 10^6 \text{ N}^2$.

Part (b)

$$\begin{aligned}(400 \text{ mm})(0.6 \text{ MN})^2 &= [400(10^{-3}) \text{ m}] [0.6(10^6) \text{ N}]^2 \\ &= [400(10^{-3}) \text{ m}] [0.36(10^{12}) \text{ N}^2] \\ &= 144(10^9) \text{ m} \cdot \text{N}^2 \\ &= 144 \text{ Gm} \cdot \text{N}^2\end{aligned}$$

Ans.

We can also write

$$\begin{aligned}144(10^9) \text{ m} \cdot \text{N}^2 &= 144(10^9) \text{ m} \cdot \text{N}^2 \left(\frac{1 \text{ MN}}{10^6 \text{ N}}\right) \left(\frac{1 \text{ MN}}{10^6 \text{ N}}\right) \\ &= 0.144 \text{ m} \cdot \text{MN}^2\end{aligned}$$

Ans.

Part (c)

$$\begin{aligned}\frac{45 \text{ MN}^3}{900 \text{ Gg}} &= \frac{45(10^6 \text{ N})^3}{900(10^6) \text{ kg}} \\ &= 50(10^9) \text{ N}^3/\text{kg} \\ &= 50(10^9) \text{ N}^3 \left(\frac{1 \text{ kN}}{10^3 \text{ N}} \right)^3 \frac{1}{\text{kg}} \\ &= 50 \text{ kN}^3/\text{kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\frac{45(10^{18})\text{N}^3}{900(10^6)\text{kg}} &= \frac{45(10^{12})\text{N}^3}{900 \text{ kg}} \\ &= \frac{45(10^3)(10^9)\text{N}^3}{900 \text{ kg}}\end{aligned}$$

Ans.