اسم المادة : الميكانيك الهندسي
اسم التدريسي : م. حميد ندا حميد
المرحلة : الاولى
السنة الدراسية : 2023 - 2024
عنوان المحاضرة: مقدمة عن القوى

Engineering Mechanic (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

Outlines

الإطار العام

- Introduction
- What is Mechanics
- Fundamental Concepts
- Basic Quantities
- Idealizations
- Newton’s Laws of Motion
- Units of Measurement

- مقدمة
- ما هو الميكانيك
- مفاهيم أساسية
- كميات أساسية
- الأمثلية
- قوانين نيوتن للحركة
- وحدات القياس

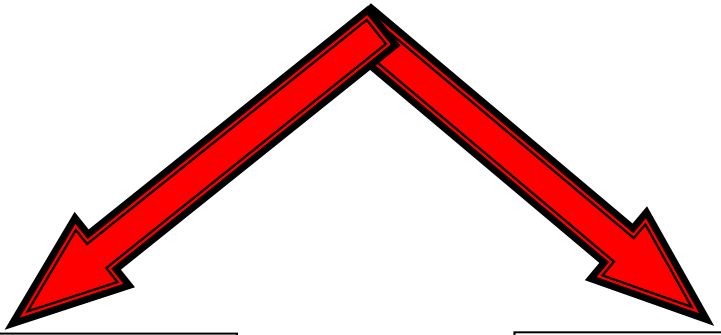
What Is Mechanic ? ما هو الميكانيك

- **Mechanic 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 Mechanic?

Mechanic الميكانيك



Dynamic الداينـاميك
علم الحركة

concerns the motion of bodies

يركز على حركة الأجسام

Galileo (1564-1642)

Newton (1624-1727)

Static الاستاتيك
علم السكون

concerns the equilibrium of bodies under the action of forces

يركز على اتزان الأجسام تحت تأثير القوى

Atchimedes (287-212 B.C.)

Stevlnus (1548-1642)

Basic Concepts

مفاهيم أساسية

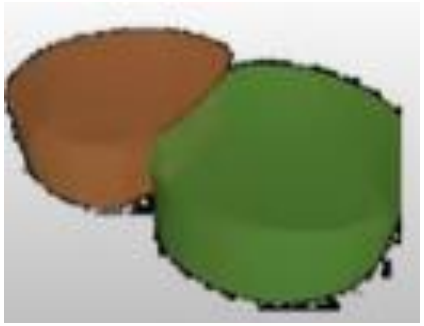
Mechanic الميكانيك

Fluid mechanic

ميكانيك الموائع

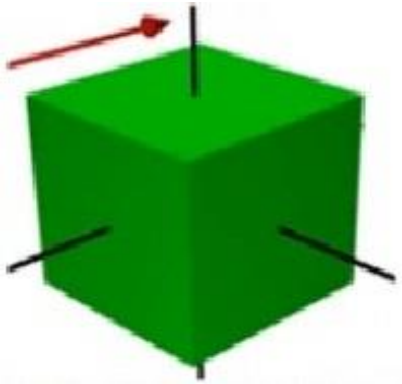
Deformable-body mechanic

ميكانيك الأجسام المتشكلة



Rigid body mechanic

ميكانيك الأجسام الجاسئة



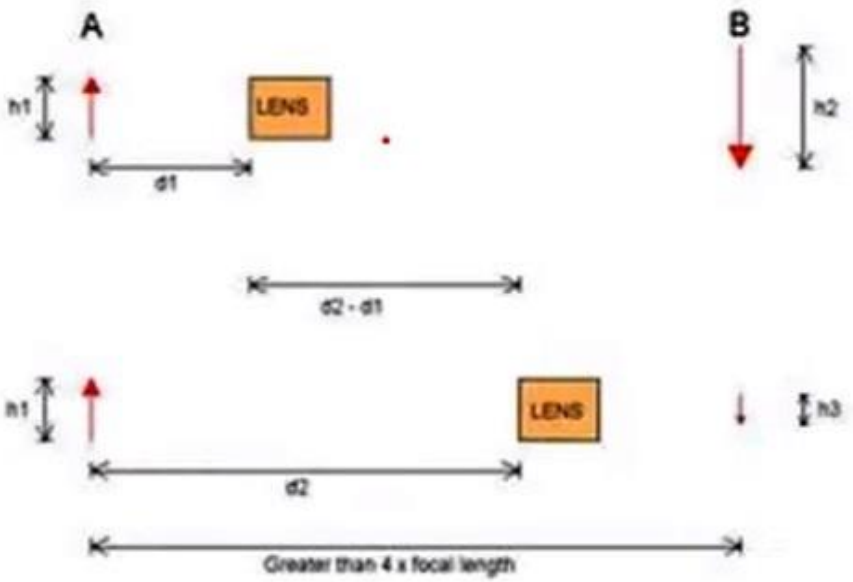
Fundamental Concepts:

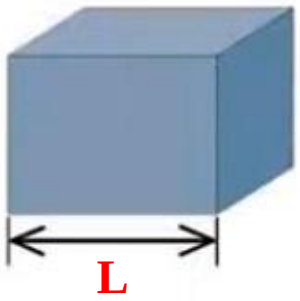
❖ **Basic Quantities:** كميات أساسية

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:

Basic Quantities:

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:

Basic Quantities:

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

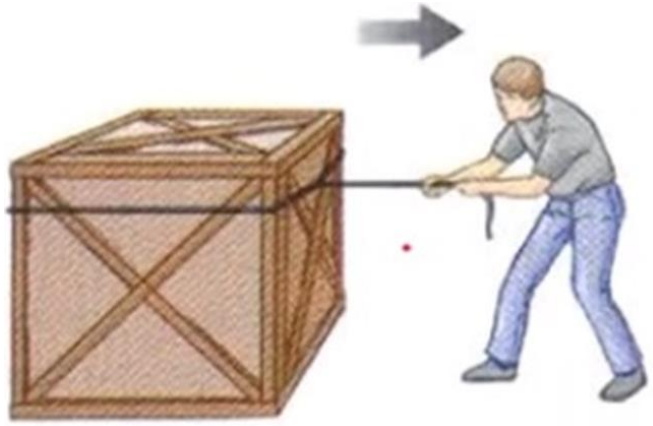
Fundamental Concepts:

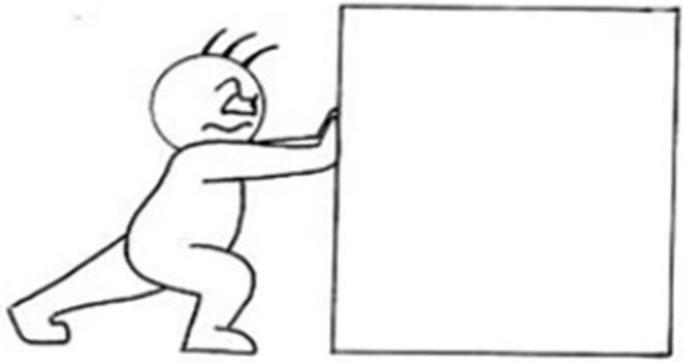
Basic Quantities:

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 تاثير جسم على جسم آخر ، وتعمل على تحريك الجسم باتجاه تاثيرها





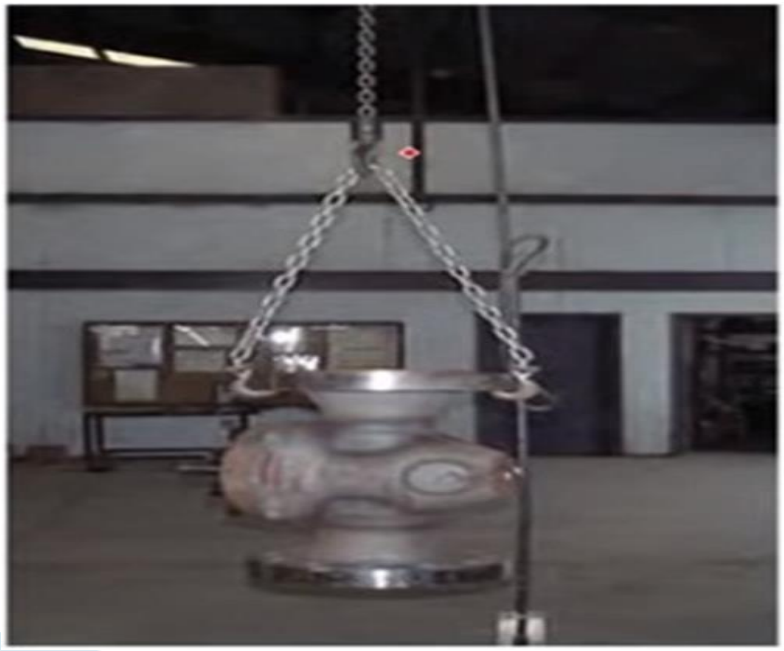
Fundamental Concepts:

Idealizations: الأمثلية

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:

Idealizations الأمثلية

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 جاسئا عندما يكون مقدار التغير بالمسافة بين اي نقطتين منه يمكن اهمالها

Fundamental Concepts:

Idealizations:

Concentrated Force قوة مركزة

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

تمثل تاثير الحمل الذي يفترض ان يؤثر عند نقطة على الجسم

Newton's Laws of Motion

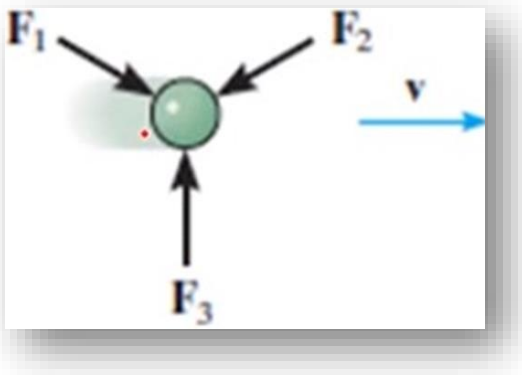
First Law:

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



Fundamental Concepts

مفاهيم أساسية

Newton's Laws of Motion

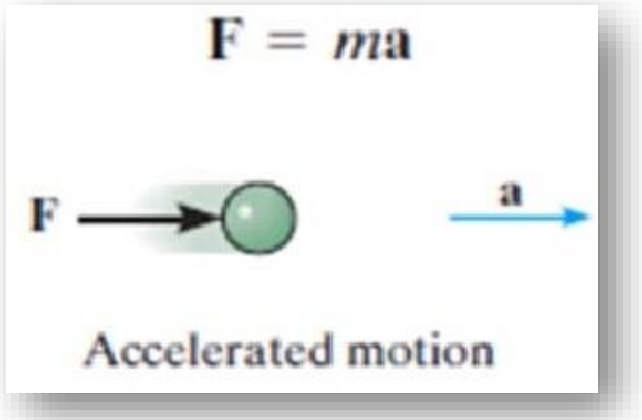
Second Law:

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 of 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

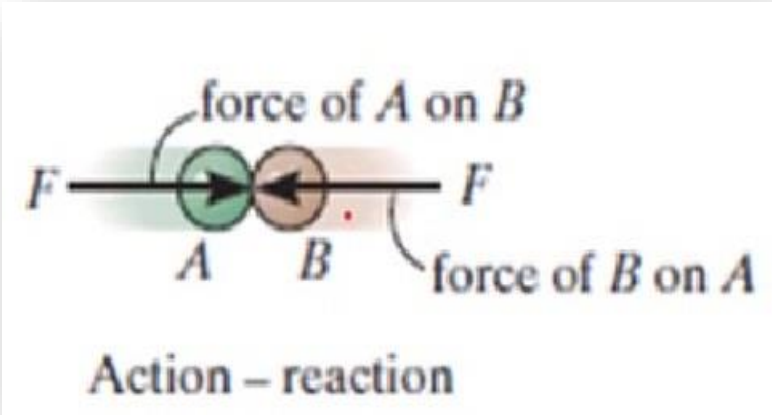
Third Law

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.

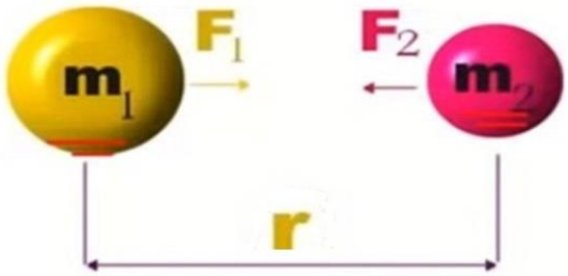
ينص على أنه " توجد قوة تجاذب بين أي جسمين في الكون ، تتناسب طرديًا مع حاصل ضرب كتلتيهما، وعكسيًا مع مربع المسافة بين مركزيهما "

F = force of gravitation between the two particles

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

m_1, m_2 = mass of each of the two particles

r = distance between the two particles



$$F_1 = F_2 = G\frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

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 راسي إلى أسفل تسمى قوة الجاذبية الأرضية ، فالوزن هو قوة جذب الأرض للجسم

$$W = G\frac{mM_e}{r^2} \qquad g = GM_e/r^2 \qquad W = mg$$

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

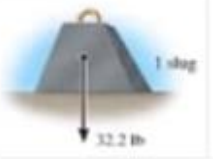
TABLE 1–1 Systems of Units

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

*Derived unit.

$g = 9.81\ m/s^2$

$g = 32.2\ ft/s^2$



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
Multiple			
1 000 000 000	10^{9}	giga	G
1 000 000	10^{6}	mega	M
1 000	10^{3}	kilo	k
Submultiple			
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:

$$2\ \text{km/h} = \frac{2\ \text{km}}{1\ \text{h}}\left(\frac{1000\ \text{m}}{1\ \text{km}}\right)\left(\frac{1\ \text{h}}{3600\ \text{s}}\right)$$

$$= \frac{2000\ \text{m}}{3600\ \text{s}} = 0.556\ \text{m/s} \qquad \textit{Ans.}$$

EXAMPLE 1.3

بسط المقادير التالية وعبر عنها بوحدات النظام الدولي:
a -(50 ملي نيوتن)(6 جيجا نيوتن)
b - (400 ملم)(0.6 ميجا نيوتن)^2
c - 45 ميجا نيوتن^3 / 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 MN^3/900 Gg.

SOLUTION

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

Part (a)

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

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

Part (b)

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

We can also write

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

Part (c)

$$\frac{45\ \text{MN}^3}{900\ \text{Gg}} = \frac{45(10^6\ \text{N})^3}{900(10^6)\ \text{kg}}$$

$$= 50(10^9)\ \text{N}^3/\text{kg}$$

$$= 50(10^9)\ \text{N}^3\left(\frac{1\ \text{kN}}{10^3\ \text{N}}\right)^3\frac{1}{\text{kg}}$$

$$= 50\ \text{kN}^3/\text{kg}$$ *Ans.*

$$\frac{45(10^{18})\text{N}^3}{900(10^6)\text{kg}} = \frac{45(10^{12})\text{N}^3}{900\ \text{kg}}$$

$$= \frac{45(10^3)(10^9)\text{N}^3}{900\ \text{kg}}$$