

NEW

Semester - II

Engineering Mechanics

UNIT

2

Equilibrium (संतुलन)

UNIT-II

Equilibrium

Equilibrium and Equilibrant, Free body and free body diagram, Analytical and graphical methods of analysing equilibrium. Lami's Theorem statement and explanation, Application for various engineering problems.

Beam- Types of beam, supports (simple, hinged, roller and fixed) and loads acting on beam (vertical and inclined point load, uniformly distributed load, couple), Beam reaction for cantilever, simply supported beam with or without overhang - subjected to combination of Point load and uniformly distributed load.



TOPICS

- ✓ 1. Equilibrium (संतुलन)
- ✓ 2. Equilibrant (समतुल्य / साम्यक)
- ✓ 3. Analytical and graphical methods of analysing equilibrium. (संतुलन का विश्लेषण करने के विश्लेषणात्मक और चित्रमय तरीके।)
 - ✓ (a) General Equilibrium Condition for coplanar Concurrent Force System
(समतलीय संगामी बल-निकाय के लिए सन्तुलन के सामाना प्रतिबन्ध)
 - ✓ (b) General Equilibrium Condition for Coplanar Non-Concurrent Force System
(समतलीय असंगामी बल-निकाय के लिए सन्तुलन के सामान्य प्रतिबन्ध)
 - (c) free body diagram (मुक्त पिण्ड आरेख)

7. Lami's Theorem (लामी का प्रमेय)

8. Application of Lami's Theorem (लामी के प्रमेय के अनुप्रयोग)

BEAM (धरन)

9. Definition of Beam (धरन की परिभाषा)

10. Types of beam (धरन के प्रकार)

11. Types of Support (टेको के प्रकार)

12. Types of loads acting on beam (बीम पर कार्य करने वाले भार के प्रकार)

13. Beam reaction (धरन प्रतिक्रिया)

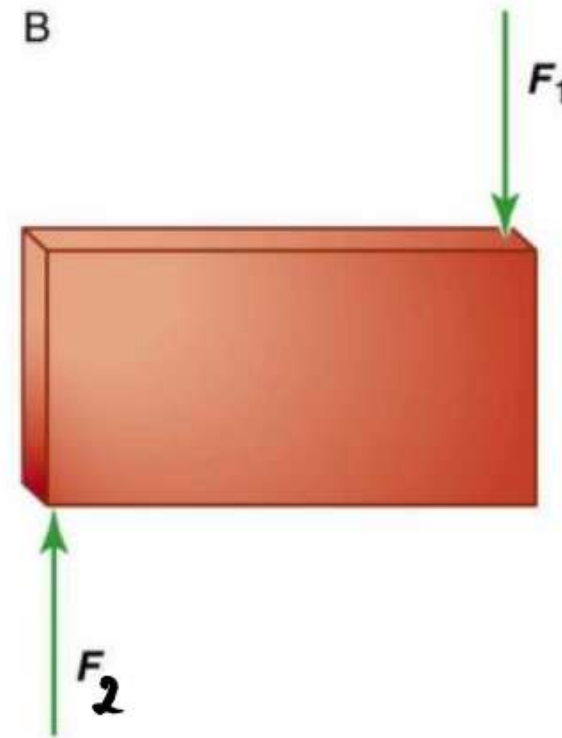
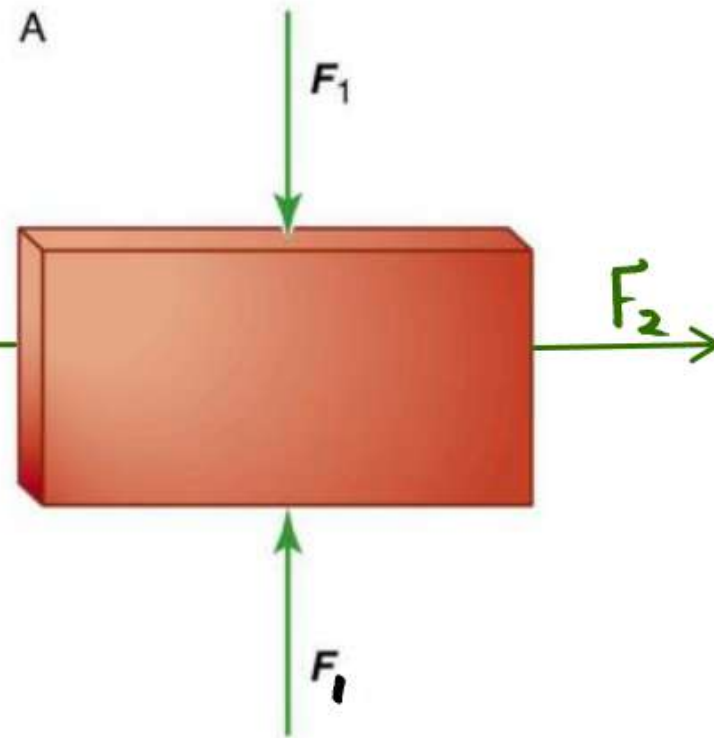
Equilibrium (संतुलन)

- संतुलन तब होता है जब किसी वस्तु पर कार्य करने वाली सभी बल संतुलित होते हैं, इसलिए वस्तु स्थिर रहती है या अपनी गति की स्थिति बनाए रखती है।

Equilibrium is when all the forces acting on an object are balanced, so the object remains at rest or maintains its state of motion.

बलों के संतुलन के लिए
 ① बायीं ओर लगने वाले बल
 (Left Side forces)
 = दायीं ओर लगने वाले बल
 (Right Side forces)

$$\sum F_x = 0$$



② ऊपर की ओर लगने वाले बल (upward forces)
 = नीचे की ओर लगने वाले बल (downward forces)

$$\sum F_y = 0$$

Equilibrium (सन्तुलन) :-

↳ Resultant (R) = 0

$$R = \sqrt{\sum F_x^2 + \sum F_y^2}$$

$$\sum F_x = 0 \quad \& \quad \sum F_y = 0$$

$$R = \sqrt{0^2 + 0^2}$$

$$R = 0$$

Static Equilibrium (स्थैतिक संतुलन):- *body is in rest.*

- यह संतुलन का वह प्रकार है जिसमें पिण्ड पर कार्य करने वाले सभी बलों का **परिणाम शून्य** होता है, अर्थात् पिण्ड का **शुद्ध त्वरण शून्य** होता है, और पिण्ड का **वेग भी शून्य** होता है। इसका मतलब है कि **पिण्ड विरामावस्था में** है।

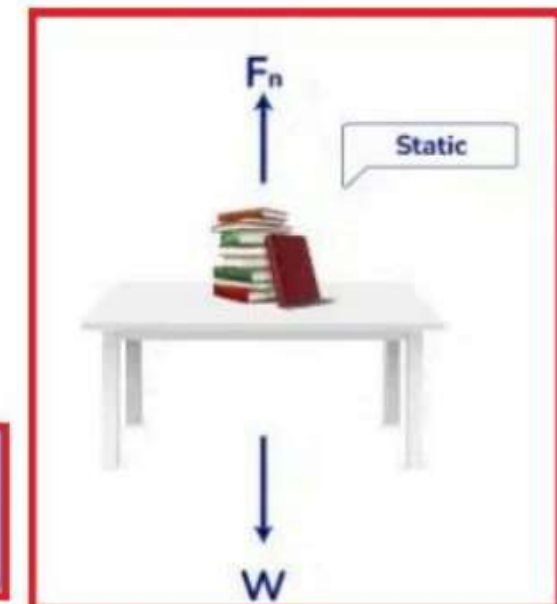
This is the type of equilibrium in which the resultant of all the forces acting on the body is zero, i.e. the net acceleration of the body is zero, and the velocity of the body is also zero. It means that the body is at rest.

For example, a book resting on a table.

$$R = 0 \text{ \& Net Force} = 0$$
$$\text{Net acceleration (a)} = 0$$
$$\text{Velocity (v)} = 0$$

$$F_n = W$$

DOWNWARD FORCE = UPWARD FORCE
NET FORCE = ZERO
ACCELERATION = ZERO



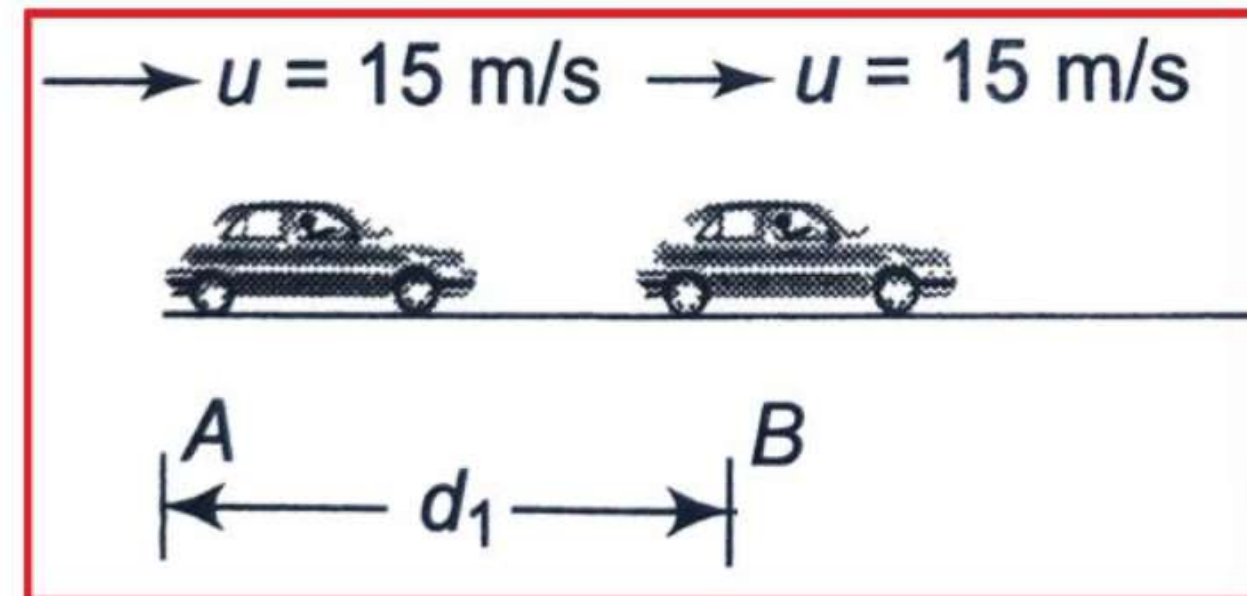
Dynamic Equilibrium (गतिशील संतुलन) :-

- यह संतुलन का वह प्रकार है जिसमें पिण्ड पर कार्य करने वाले सभी बलों का परिणाम शून्य होता है, अर्थात् पिण्ड का शुद्ध त्वरण शून्य होता है, लेकिन पिण्ड का वेग शून्य नहीं होता है। इसका मतलब है कि पिण्ड एक स्थिर वेग से चल रहा है।

This is the type of equilibrium in which the resultant of all the forces acting on the body is zero, i.e. the net acceleration of the body is zero, but the velocity of the body is not zero. It means that the body is moving with a constant velocity.

For example, a car moving at a constant speed.

$R=0$ & Net Force $=0$
Net acceleration $=0$
Velocity (v) = constant

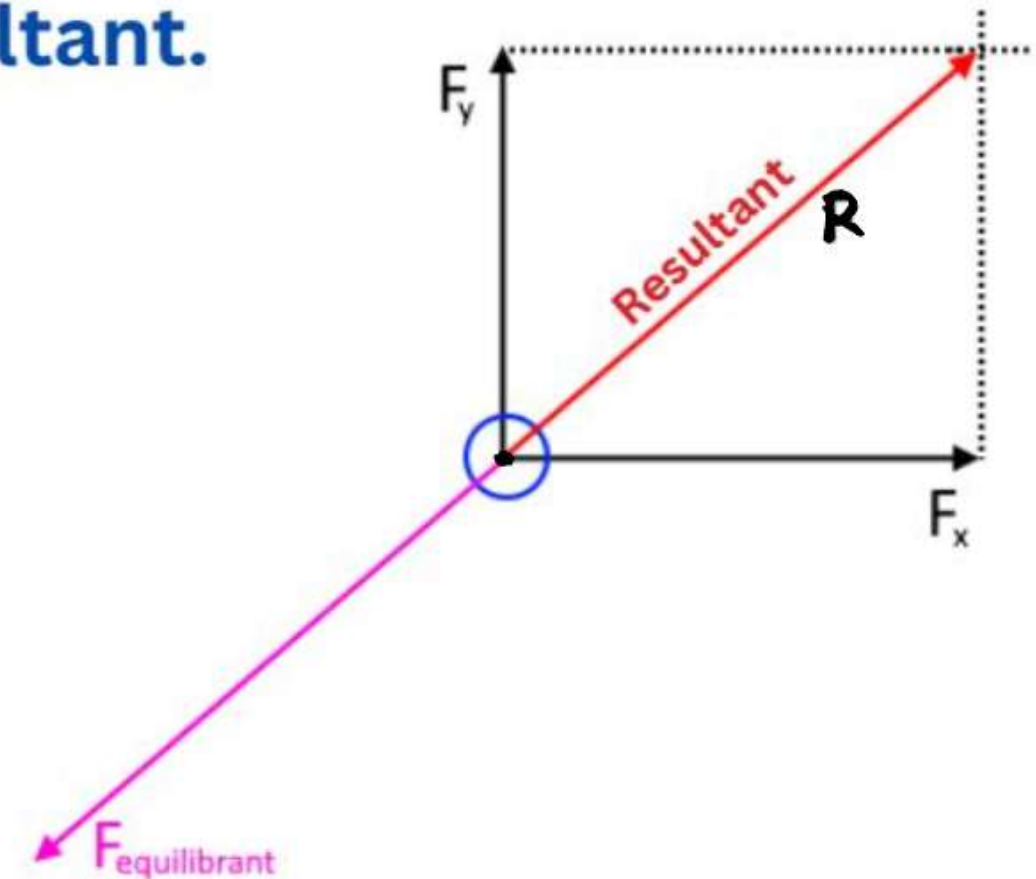


Equilibrant (समतुल्य / साम्यक)

- समतुल्य वह बल है जो किसी वस्तु को संतुलन में लाता है। यह वह बल है जो परिणामी को संतुलित करता है।

an equilibrant is a force that brings an object into equilibrium.
It's the force that that balances out the resultant.

$$\text{Equilibrant Force} = - \text{Resultant force}$$



Analytical and graphical methods of analysing equilibrium (संतुलन का विश्लेषण करने के विश्लेषणात्मक और चित्रमय तरीके।)

- Analytical methods:-

- संतुलन का विश्लेषण करने में, "विश्लेषणात्मक विधि" अज्ञात बलों को हल करने के लिए समीकरणों का उपयोग करती है जैसे कि x और y दिशाओं में बलों का योग शून्य के बराबर होना चाहिए और किसी भी बिंदु के परितः आघूर्ण का योग भी शून्य के बराबर होना चाहिए।

In analyzing equilibrium, the "analytical method" uses equations like the sum of forces in the x and y directions must equal zero, and the sum of moments around any point must also equal zero to solve for unknown forces.

$$\sum F_x = 0 \text{ --- ①} \quad \sum F_y = 0 \text{ --- ②} \quad \sum M = 0 \text{ --- ③}$$

(a) General Equilibrium Condition for coplanar Concurrent Force System
(समतलीय संगामी बल-निकाय के लिए सन्तुलन के सामान्य प्रतिबन्ध)

- बल-निकाय के सभी वियोजित क्षैतिज घटकों का बीजगणितीय योग शून्य होता है।

The algebraic sum of all the horizontal components of the force system is zero.

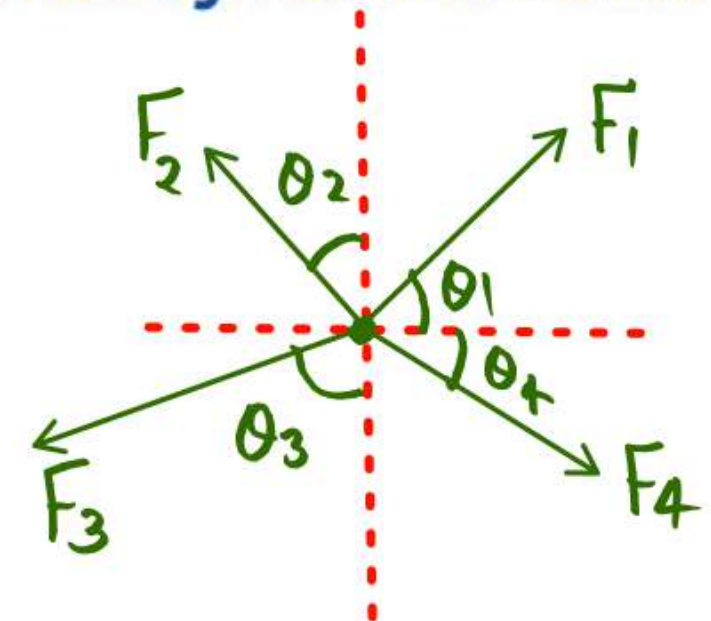
$$\sum F_x = 0$$

- बल-निकाय के सभी वियोजित ऊर्ध्वाधर घटकों का बीजगणितीय योग शून्य होता है।

The algebraic sum of all the vertical components of the force system is zero.

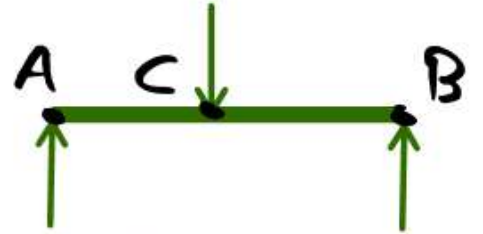
$$\sum F_y = 0$$

$$\therefore R = \sqrt{\sum F_x^2 + \sum F_y^2} \Rightarrow R = \sqrt{0^2 + 0^2} \Rightarrow \boxed{R=0}$$



(b) General Equilibrium Condition for Coplanar Non-Concurrent Force System
(समतलीय असंगामी बल-निकाय के लिए सन्तुलन के सामान्य प्रतिबन्ध)

- ✓ बल-निकाय के सभी वियोजित क्षैतिज घटकों का बीजगणितीय योग शून्य होता है।



The algebraic sum of all the horizontal components of the force system is zero.

$$\sum F_x = 0$$

- ✓ बल-निकाय के सभी वियोजित ऊर्ध्वाधर घटकों का बीजगणितीय योग शून्य होता है।

The algebraic sum of all the vertical components of the force system is zero.

$$\sum F_y = 0$$

- ✓ बल-निकाय के सभी बलों का उनके तल में स्थित किसी बिन्दु के परितः आघूर्णों का बीजगणितीय योग शून्य होता है।

The algebraic sum of the moments of all the forces of a system about a point situated in their plane is zero.

$$\sum M = 0$$

- Graphical methods:-

- संतुलन की स्थितियों में ग्राफ़िकल स्थितियों का विश्लेषण एक मुक्त पिण्ड आरेख का उपयोग करके किया जा सकता है

in conditions of equilibrium The graphical conditions can be analyzed using a free body diagram