

UNIT - I

Basics of Mechanics and Force System

Significance and relevance of mechanics, Applied mechanics, Statics, Dynamics. Space, time, mass, particle, flexible body and rigid body. Scalar and vector quantity, Units of measurement (SI units) Fundamental units and derived units.

Force - unit, representation as a vector and by Bow's notation, characteristics and effects of a force, Principle of transmissibility of force, Force system and its classification. Resolution of a force Orthogonal components of a force, moment of a force, Varignon's Theorem. Composition of forces Resultant, analytical method for determination of resultant for concurrent, non-concurrent and parallel co-planar force systems - Law of triangle, parallelogram and polygon of forces.

TOPICS

- 1. Mechanics (यांत्रिकी)**
- 2. Applied Mechanics (अनुप्रयुक्त यांत्रिकी)**
- 3. Utility of Mechanics (यांत्रिकी की उपयोगिता)**
- 4. Significance and relevance of Mechanics (यांत्रिकी का महत्व एवं प्रासंगिकता)**
- 5. Branches of Engineering Mechanics(इंजीनियरिंग यांत्रिकी की शाखाएँ)**
 - (a) स्थैतिकी (Statics)**
 - (b) गतिकी (Dynamics)- (i) शुद्ध गतिकी (Kinematics) (ii) बल गतिकी (Kinetics)**
- 6. Some of the definitions of the idealizations used in engineering mechanics**
 - (i) Space, (ii) time, (iii) mass, (iv) particle,**
 - (v) flexible body and (vi) rigid body**

7. Scalar and vector quantity (अदिश तथा सदिश राशि)
8. Units of measurement (माप की इकाइयां)
9. Force (बल)
10. Representation of force (बल का निरूपण)
(i) as a vector (सदिश के रूप में) (ii) by Bow's notation (बो के संकेत द्वारा)
11. Characteristics of force (बल के लक्षण)
12. Effects of force (बल के प्रभाव)
13. Principle of transmissibility of force (बलों के स्थानांतरणशीलता का सिद्धान्त)
14. Force system and its classification (बल निकाय तथा इसका वर्गीकरण)

15. Resultant Force (परिणामी बल)

16. Determination of resultant Force (परिणामी बल ज्ञात करना)

(i) Analytical method (विश्लेषण विधि)

(ii) Graphical Method (ग्राफीय विधि)

✓ 17. Law of parallelogram of forces (बलों के समांतर चतुर्भुज का नियम)

✓ 18. Resolution of a force (बलों का वियोजन)

19. Law of triangle of forces (बलों के त्रिभुज का नियम)

20. Law of Polygon of forces (बल बहुभुज का नियम)

21. Lami's Theorem (लामी का प्रमेय)

22. Free body Diagram (मुक्त पिण्ड आरेख)

23. moment of a force (बल आघूर्ण)

24. Varignon's Theorem (वैरिग्नॉन प्रमेय)

Q.2:- दो बलों जिनका परिमाण 240N और 200N है, एक बिन्दु O पर क्रियाशील हैं जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। यदि बलों के बीच 30° का कोण है तो उनका परिणामी बल ज्ञात कीजिए तथा चित्र में दिखाये अनुसार कोण β और y का मान भी ज्ञात कीजिए।

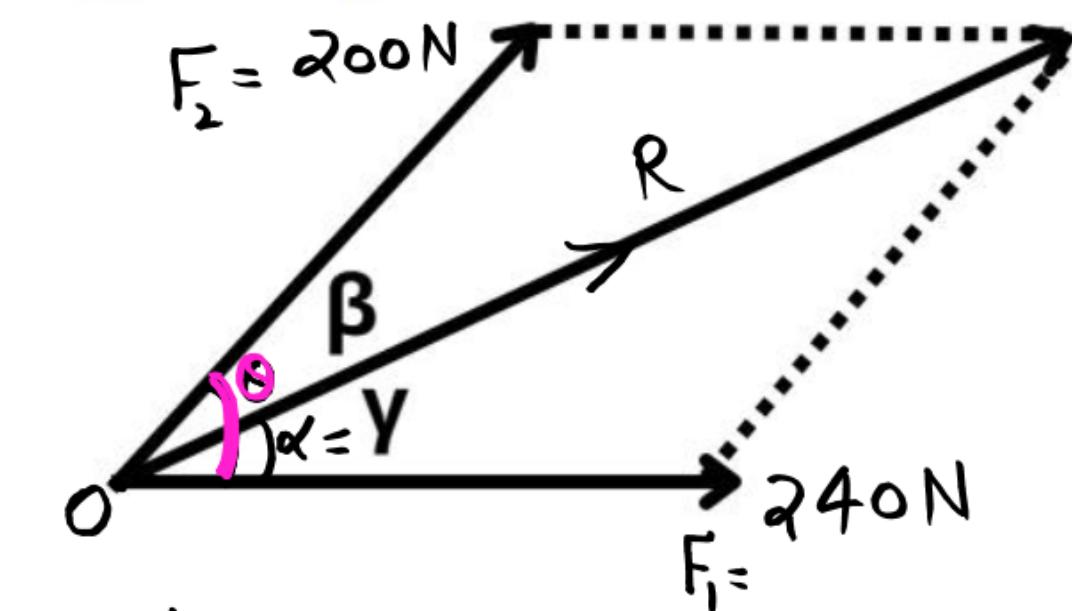
Two forces of magnitude 240N and 200N are acting at a point O as shown in the figure. If there is an angle of 30° between the forces then find their resultant force and also find the value of angles β and y as shown in the figure.

$$F_1 = 240\text{N}, F_2 = 200\text{N}, \theta = 30^\circ, R = ?$$

$$\beta \text{ & } y = ?$$

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta}$$

$$R = \sqrt{240^2 + 200^2 + 2 \times 240 \times 200 \cos 30^\circ} = \underline{\underline{425.13\text{ N}}} \quad \underline{\underline{\text{Ans}}}$$



परिणामी की दिशा (Direction)

$$\tan \gamma = \frac{F_2 \sin \theta}{F_1 + F_2 \cos \theta}$$

$$\tan \gamma = \frac{200 \sin 30^\circ}{240 + 200 \cos 30^\circ}$$

$$\tan \gamma = 0.242$$

$$\gamma = \tan^{-1}(0.242)$$

$$= \underline{\underline{13.6^\circ}} \text{ Ans}$$

$$\therefore \theta = \gamma + \beta$$

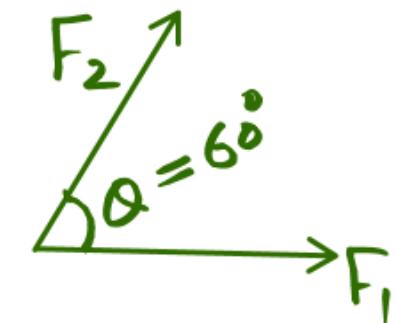
$$\beta = \theta - \gamma = 30^\circ - 13.6^\circ = \underline{\underline{16.4^\circ}} \text{ Ans}$$

Q.3 :- 60° पर लगे हुए दो बलों का परिणामी 14N है। यदि वही बल समकोण पर लगे हो तब परिणामी $\sqrt{136}\text{ N}$ है। दोनों बलों का परिमाण ज्ञात कीजिए।

The resultant of two forces acting at 60° is 14N . If the same force is applied at right angles then the resultant is $\sqrt{136}\text{ N}$. Find the magnitude of both the forces.

माना दो बल (two forces) F_1 & F_2 हैं।

Condition-1



$$\theta = 60^\circ, R = 14\text{ N}$$

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos 60^\circ$$

$$14^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos 60^\circ$$

$$196 = F_1^2 + F_2^2 + F_1F_2 \quad \text{--- } ①$$

Condition-2

$$\theta = 90^\circ, R = \sqrt{136}\text{ N}, \square \theta = 90^\circ$$

$$R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos 90^\circ$$

$$(\sqrt{136})^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos 90^\circ$$

$$136 = F_1^2 + F_2^2 + 0 \quad \text{--- } ②$$

समीक्षा से $F_1^2 + F_2^2 = 136$ समीक्षा में रखने पर

$$196 = 136 + F_1 \cdot F_2$$

$$F_1 \cdot F_2 = 196 - 136$$

$$F_1 \cdot F_2 = 60 \quad \text{--- } ③$$

$$\star (F_1 + F_2)^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1 \cdot F_2$$

$$(F_1 + F_2)^2 = (136) + 2 \times 60$$

$$(F_1 + F_2)^2 = 136 + 120$$

$$F_1 + F_2 = \sqrt{256}$$

$$F_1 + F_2 = 16 \quad \text{--- } ④$$

$$\star (F_1 - F_2)^2 = F_1^2 + F_2^2 - 2F_1 \cdot F_2$$

$$(F_1 - F_2)^2 = 136 - 2 \times 60$$

$$(F_1 - F_2)^2 = 136 - 120$$

$$F_1 - F_2 = \sqrt{16}$$

$$F_1 - F_2 = 4 \quad \text{--- } ⑤$$

from Eq ④ & ⑤

④ + ⑤

$$2F_1 = 20$$

$$F_1 = 10 \text{ N} \quad \text{Ans}$$

$$\text{Put in } ④ \quad F_2 = 6 \text{ N} \quad \text{Ans}$$

V. Imp.

Resolution of a force (बलों का वियोजन)

- किसी दिये गये बल (Force) के दो घटक (ऊर्ध्वाधर तथा क्षैतिज) को वियोजन कहते हैं।"

The two components (vertical and horizontal) of a given force are called Resolution.

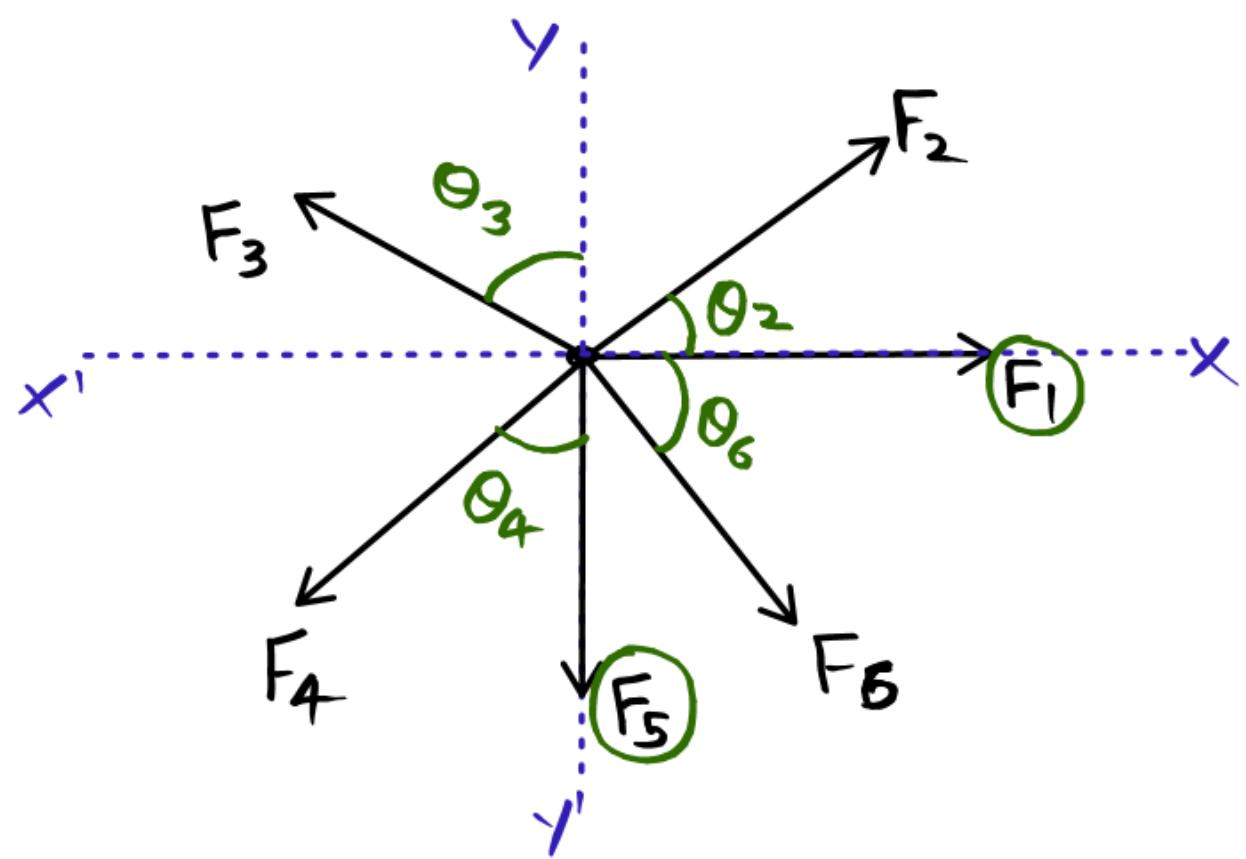


Note:-

- बल, जिस Axis के साथ कोण बनाता है, उस अक्ष पर Cos लेते हैं & दूसरे पर Sin लेते हैं।

The axis with which the force makes an angle is taken as Cos on that axis and Sin on the other.

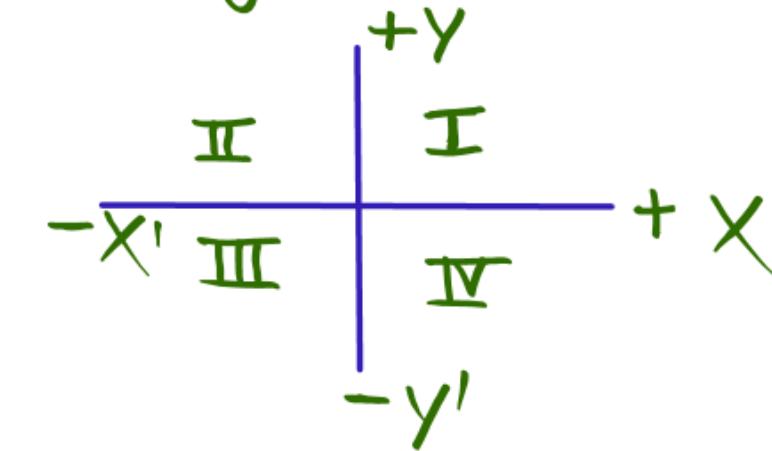
Components of Con-current forces (संगामी बलों के घटक) :-



$$\sum F_x = F_1 + F_2 \cos\theta_2 - F_3 \sin\theta_3 - F_4 \sin\theta_4 + F_6 \cos\theta_6$$

$$\sum F_y = -F_5 + F_2 \sin\theta_2 + F_3 \cos\theta_3 - F_4 \cos\theta_4 - F_6 \sin\theta_6$$

Rule :- ① Sign Conversion.



② $\sum F_x$ & $\sum F_y$

$\Sigma \rightarrow$ जोड़ना (Addition)

F \rightarrow बल Force

x \rightarrow x-अक्ष, y \rightarrow y-अक्ष

$\sum F_x =$ द्वितीय घटकों का पारा
(Sum of Horizontal component)

$\sum F_y =$ तीसरी घटकों का पारा
(Sum of Vertical components)

विपौलन विधि द्वारा परिणामी बल सूत्र करना
(Find resultant force by Resolution method)

परिणामी बल (Resultant force)

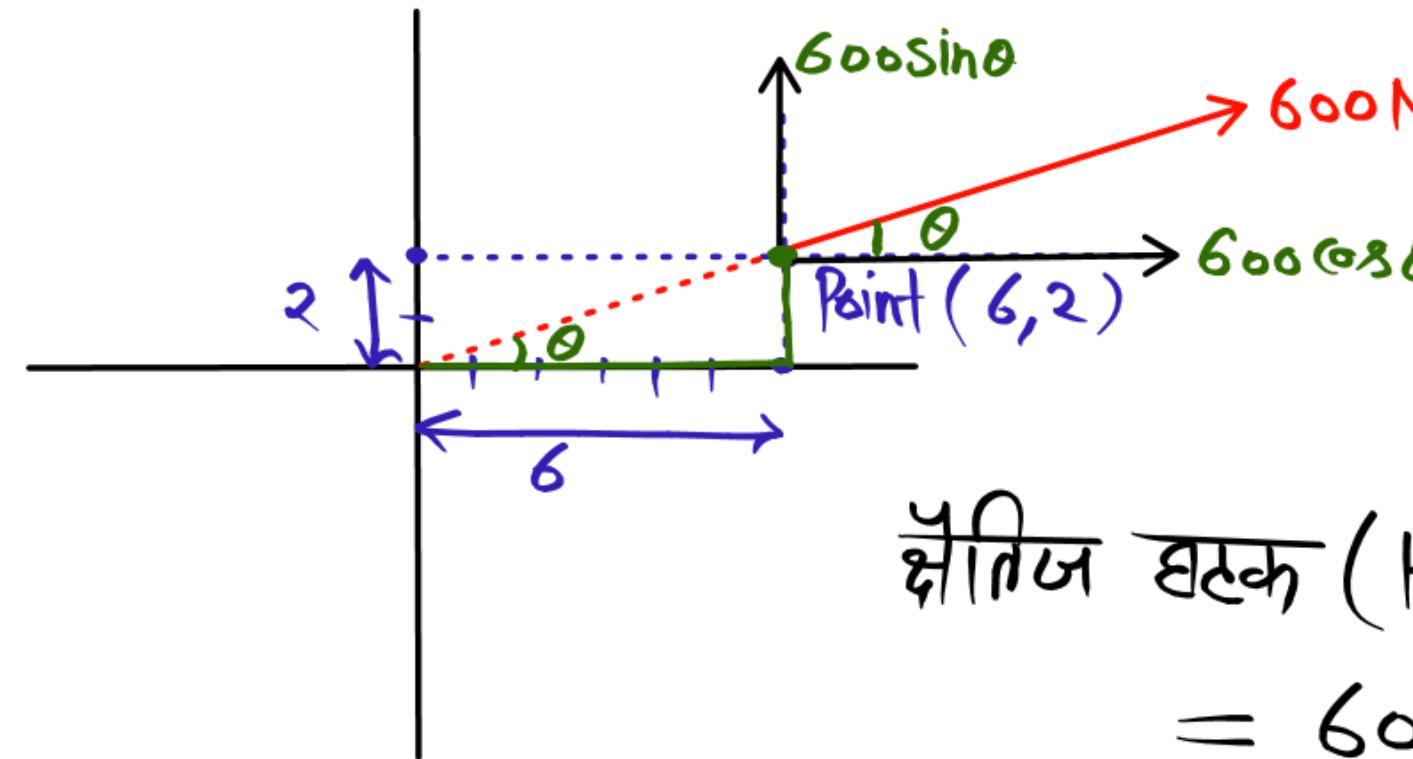
$$R = \sqrt{(\sum F_x)^2 + (\sum F_y)^2}$$

परिणामी की दिशा (Direction of Resultant force)

$$\tan \alpha = \frac{\sum F_y}{\sum F_x}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{\sum F_y}{\sum F_x} \right)$$

Q.:- 600N का बल (Force), Point(6, 2) पर लगा है।
 धूमिक घटक (Horizontal component) & ऊर्ध्वाधर घटक (Vertical component) क्या हैं?



धूमिक घटक (Horizontal component)

$$= 600 \cos\theta$$

$$= 600 \cos(18.43^\circ)$$

$$= \underline{\underline{569.2 \text{ N}}}$$

ऊर्ध्वाधर घटक (Vertical component) = $600 \sin\theta$

$$= 600 \sin(18.43^\circ)$$

$$= \underline{\underline{189.69 \text{ N.}}}$$

$$\tan\theta = \frac{2}{6}$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1}{3}\right)$$

$$\theta = 18.43^\circ$$