

**UNIT**

**1**

**Basics of Mechanics and Force System**  
**(यांत्रिकी और बल प्रणाली की मूल बातें)**

# **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.**





1. Mechanics (यान्त्रिकी)
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) → Unit-II

22. Free body Diagram (मुक्त पिण्ड आरेख) → Unit-II

23. moment of a force (बल आघूर्ण)

24. Varignon's Theorem (वैरिग्नॉन प्रमेय)



Q.5:- एक कण पर निम्नांकित बल लग रहे हैं-

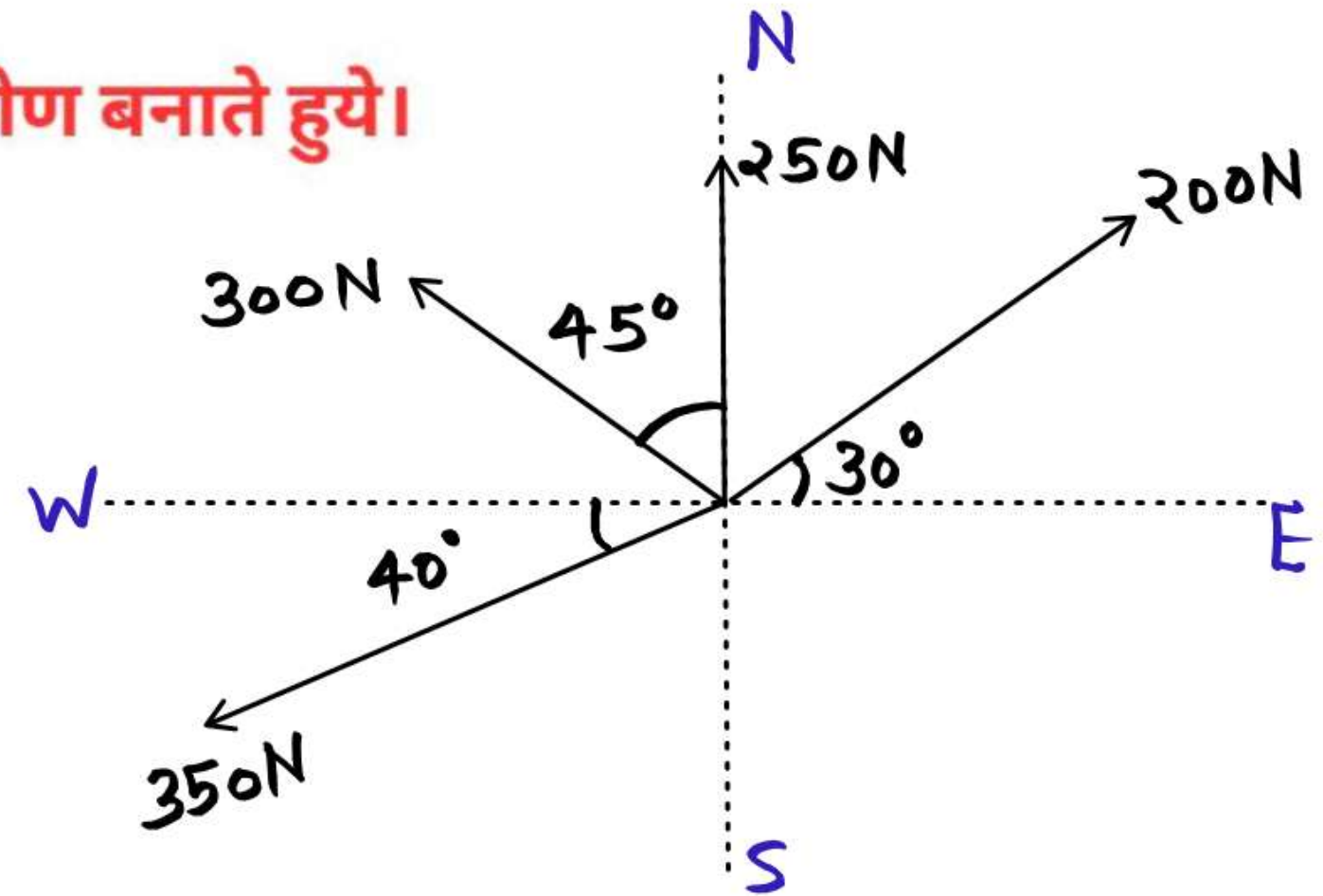
- (i) 200N का बल उत्तर-पूर्व में पूर्व दिशा के साथ  $30^\circ$  का कोण बनाते हुये।
- (ii) 250N का बल उत्तर की ओर।
- (iii) 300N का बल उत्तर-पश्चिम की ओर।
- (iv) 350N का बल दक्षिण-पश्चिम के साथ  $40^\circ$  का कोण बनाते हुये।

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 200 \cos 30^\circ - 300 \sin 45^\circ - 350 \cos 40^\circ \\ &= -307.04 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 200 \sin 30^\circ + 250 + 300 \cos 45^\circ - 350 \sin 40^\circ \\ &= 337.16 \text{ N}\end{aligned}$$

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

$$R = \sqrt{(-307.04)^2 + (337.16)^2} = \underline{\underline{456.015 \text{ N}}}$$



दिशा (Direction),

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

$$= \tan^{-1} \left( \frac{337.16}{-307.04} \right)$$

$$= \tan^{-1} (-1.098)$$

$$= \underline{\underline{-47.67^\circ}} \quad \underline{\underline{Ans}}$$



**Q.5:- The following forces are acting on a particle-**

- (i) A force of 200N in the north-east making an angle of  $30^\circ$  with the east direction.**
- (ii) Force of 250N towards north.**
- (iii) Force of 300N towards north-west.**
- (iv) A force of 350N making an angle of  $40^\circ$  with south-west.**



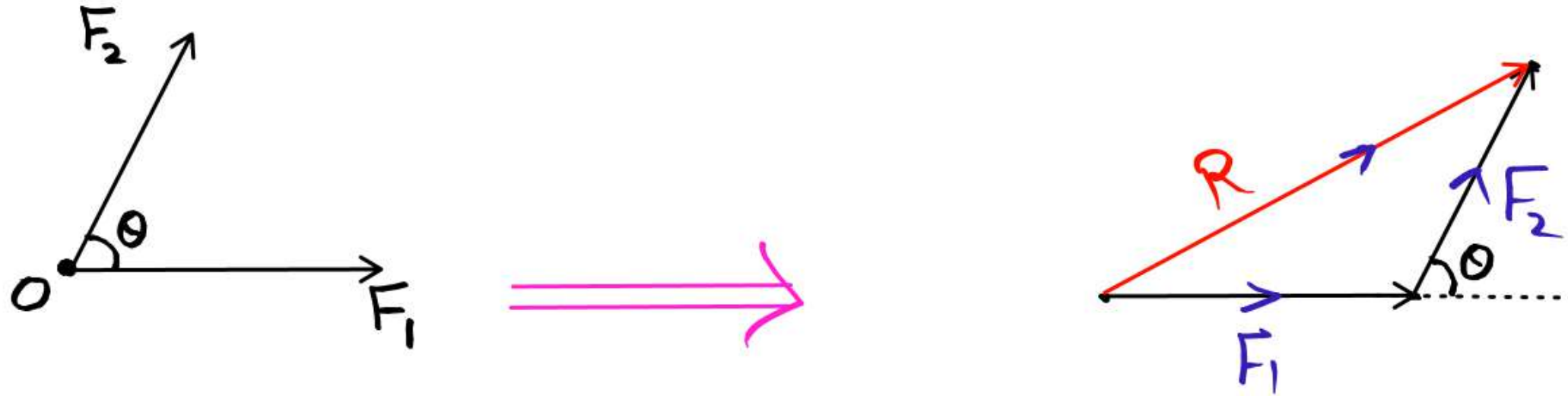
## लेखाचित्री विधि (Graphical Methods)

### 1.) बलों के त्रिभुज का नियम (Law of Triangle of Forces):-

- इस नियम के अनुसार "यदि किसी पिण्ड के एक बिन्दु पर लगे दो समतलीय व संगामी बलों को किसी त्रिभुज की दो क्रमागत भुजाओं द्वारा प्रदर्शित किया जाता है तो इनका परिणामी, परिमाण में उस त्रिभुज की तीसरी भुजा के समान तथा दिशा में विलोम क्रम में प्रदर्शित किया जा सकता है।"

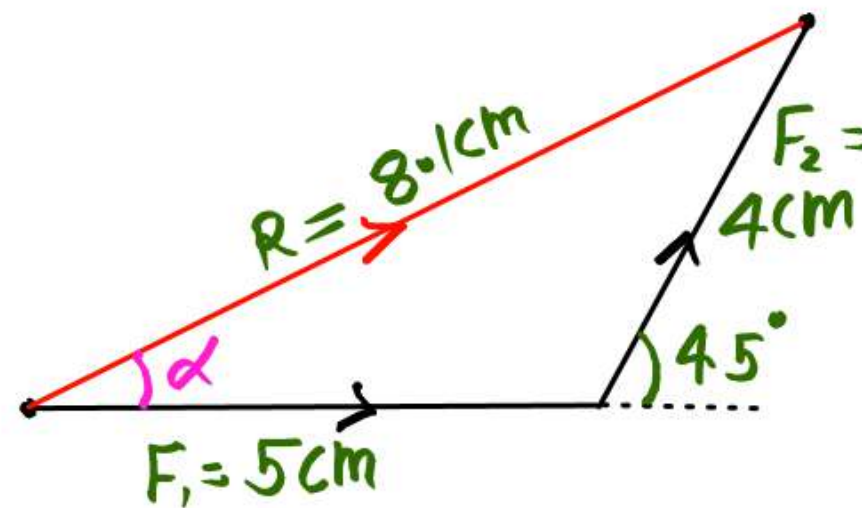
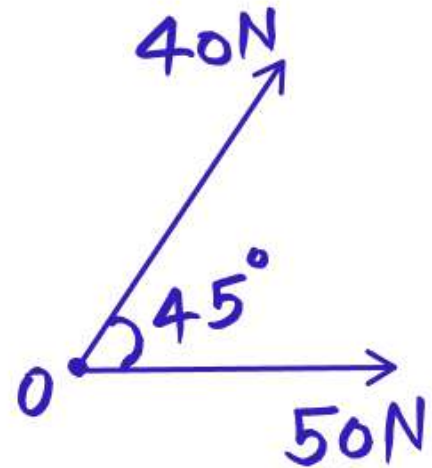
According to this rule, "If two coplanar and concurrent forces applied at a point on a body are represented by two consecutive sides of a triangle, then their resultant is equal in magnitude and opposite in direction to the third side of that triangle."





Q. चित्र में दर्शाये गए बल विकास का परिणामी त्रिभुज के नियम से ज्ञात कीजिए।

Scale,  $10\text{N} = 1\text{cm}$



परिणामी (Resultant)

$$R = 8.1\text{cm}$$

$$= 8.1 \times 10$$

$$= \underline{\underline{81\text{N}} \text{ Ans}}$$

$$(\because 1\text{cm} = 10\text{N})$$

दिशा (Direction)  $\alpha = \underline{\underline{22^\circ}} \text{ Ans}$

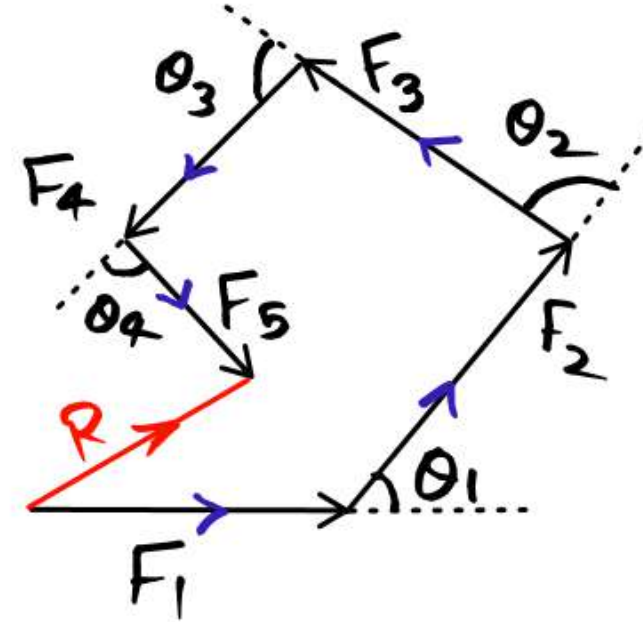
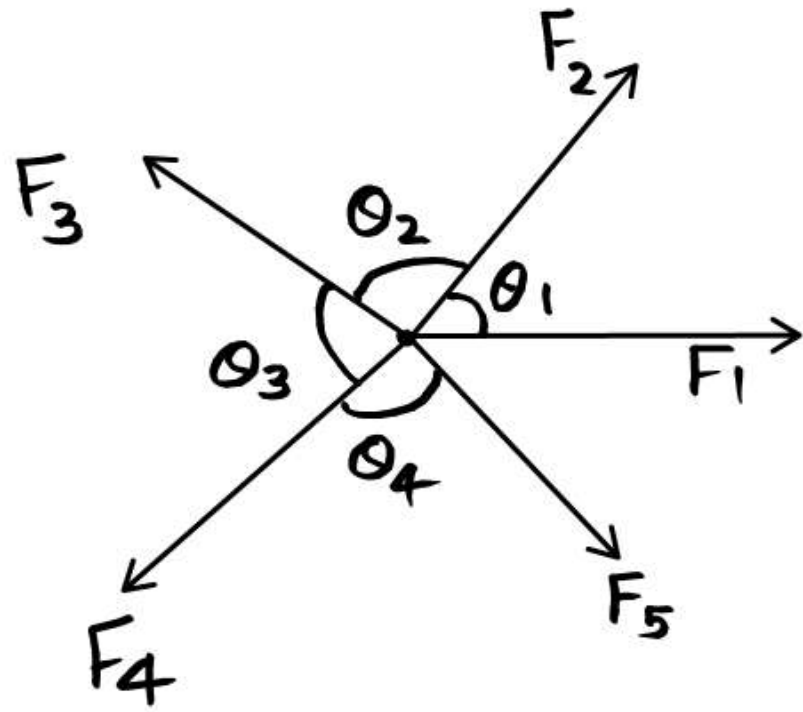


## 2.) बल बहुभुज का नियम (Law of Polygon of Forces):-

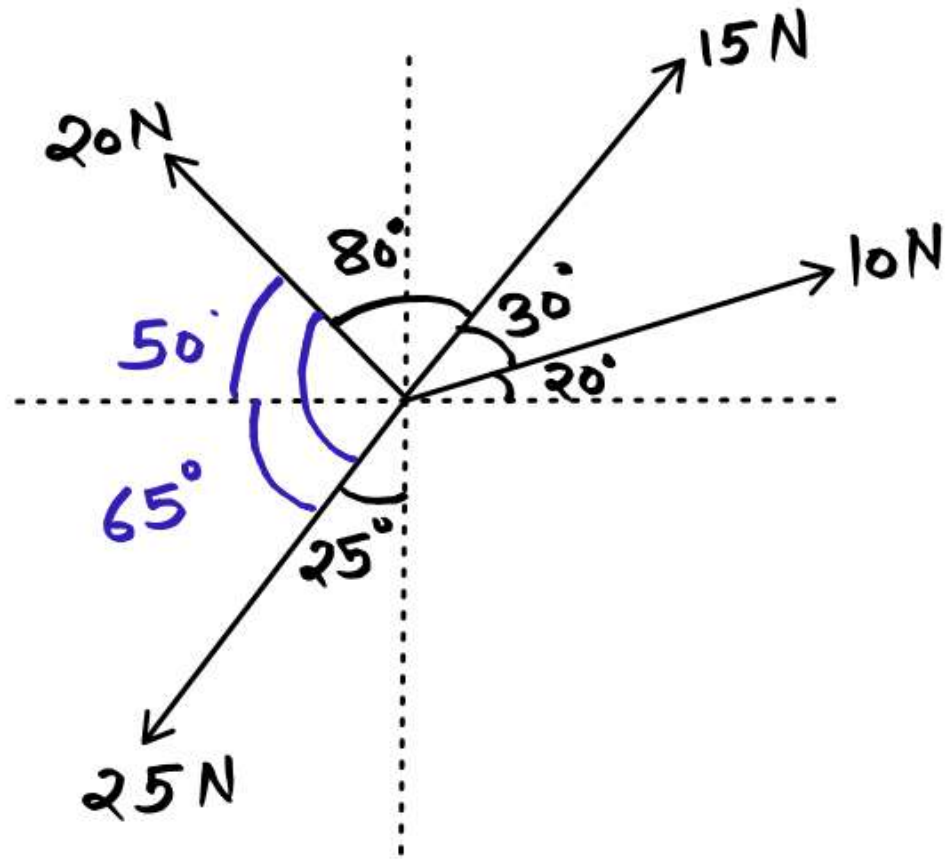
- इस नियम के अनुसार "यदि किसी पिण्ड के एक बिन्दु पर कार्यरत सभी बल परिमाण व दिशा में एक खुले बहुभुज की क्रमागत भुजाओं द्वारा निरूपित किए जा सकें तो इस बहुभुज को बन्द करने वाली भुजा परिमाण में इन सभी बलों के परिणामी को निरूपित करेगी तथा परिणामी की दिशा विलोम क्रम में निरूपित करेंगी।

According to this rule, "If all the forces acting at a point on a body can be represented in magnitude and direction by the consecutive sides of an open polygon, then the side closing this polygon will represent the resultant of all these forces in magnitude and the direction of the resultant will be represented in the reverse order.

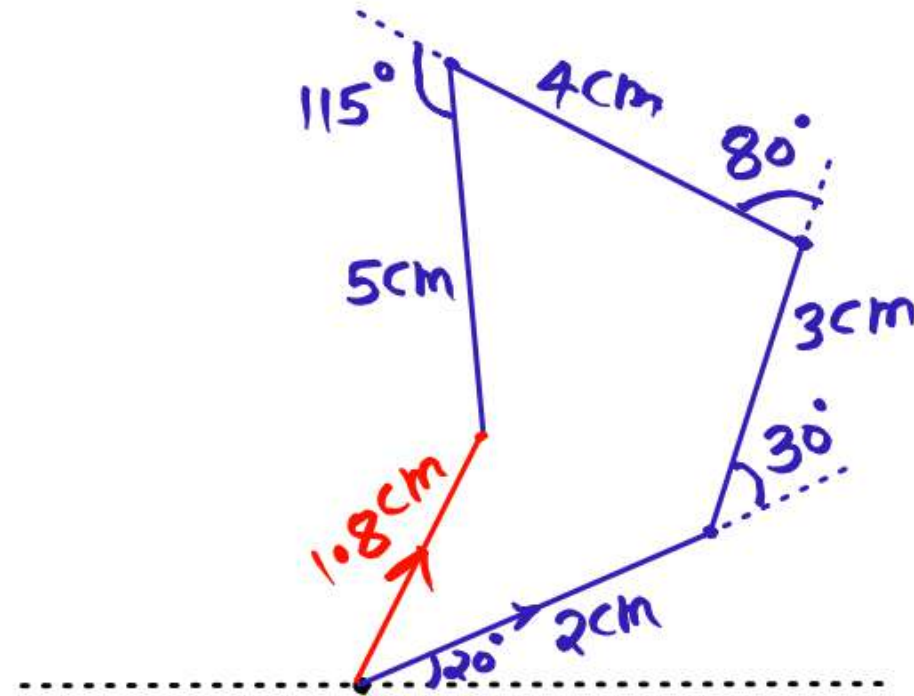




Q. : बहुभुज के नियम से परिणामी शक्ति कीजिए (find the resultant by Law of Polygon of forces)



scale  $5\text{ N} = 1\text{ cm}$



$$\begin{aligned}\text{Resultant Force } R &= 1.8\text{ cm} \quad (\because 5\text{ N} = 1\text{ cm}) \\ &= 1.8 \times 5 \\ &= \underline{\underline{9\text{ N Ans}}}\end{aligned}$$