

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)

22. Free body Diagram (मुक्त पिण्ड आरेख)

23. moment of a force (बल आघूर्ण)

24. Varignon's Theorem (वैरिग्नॉन प्रमेय)

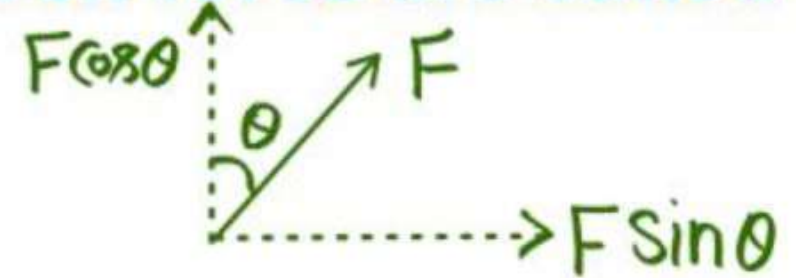
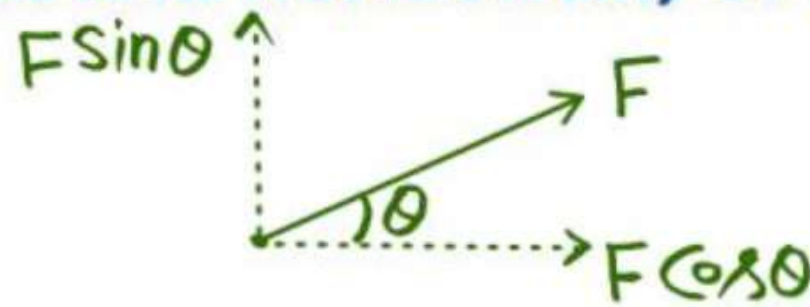
Practice Set - 1

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.



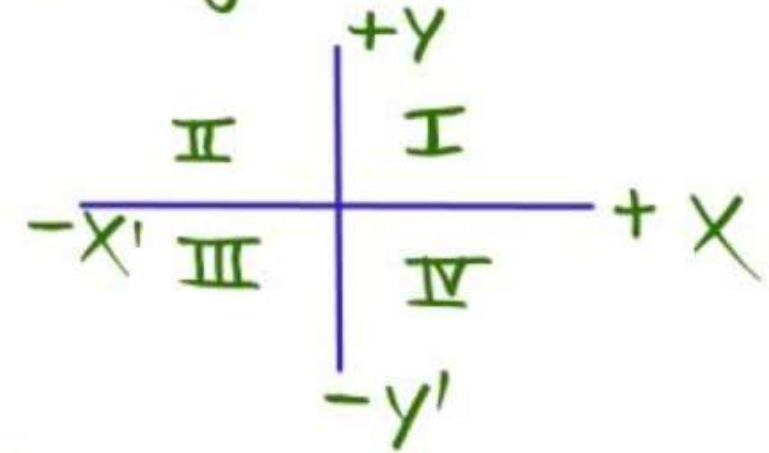
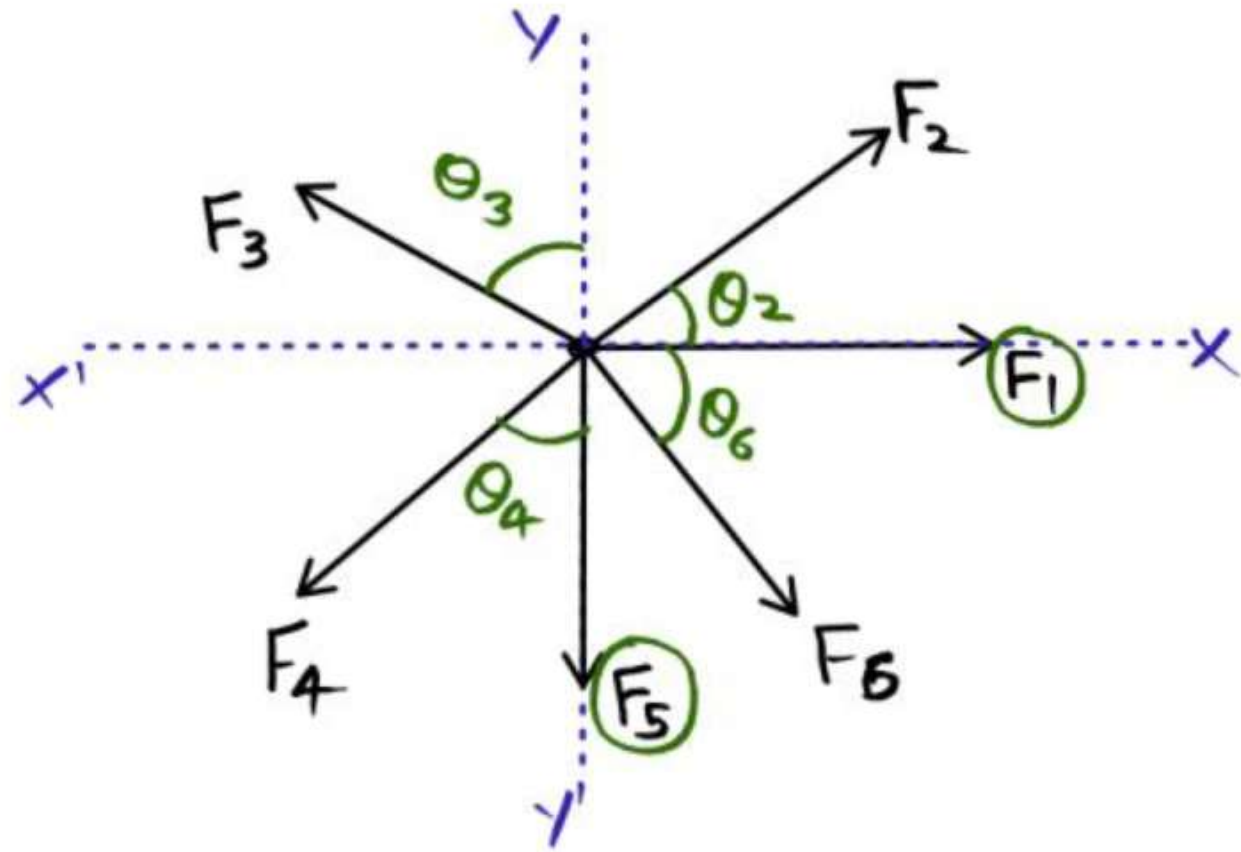
Note:-

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

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) :-

Rule :- ① Sign Convention.



② ΣF_x & ΣF_y

$\Sigma \rightarrow$ जोड़ना (Addition)

$F \rightarrow$ बल Force

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

$\Sigma F_x =$ क्षैतिज घटकों का योग
(Sum of Horizontal component)

$\Sigma F_y =$ ऊर्ध्वीय घटकों का योग
(Sum of vertical components)

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

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

विघोजन विधि द्वारा परिणामी बल ज्ञात करना
(Find resultant force by Resolution method)

परिणामी बल (Resultant force)

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

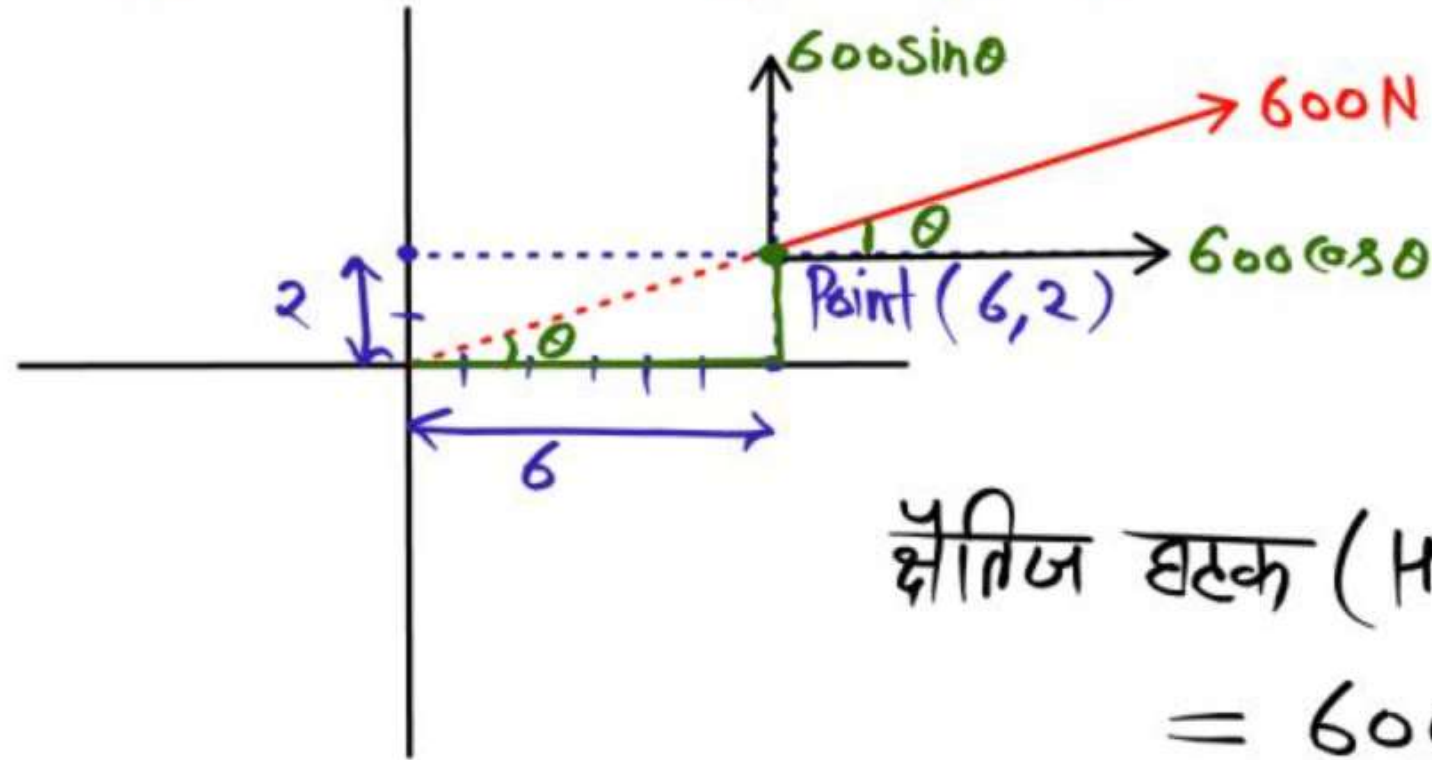
परिणामी की दिशा (Direction of Resultant force)

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

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

Q.:- 600 N का बल (Force), Point (6, 2) पर लगा है।

क्षैतिज घटक (Horizontal component) & ऊर्ध्वीय घटक (Vertical component) बताए।



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

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

$$\theta = \underline{\underline{18.43^\circ}}$$

क्षैतिज घटक (Horizontal component)

$$= 600 \cos \theta$$

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

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

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

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

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

Q 2:- चित्र में दर्शाये गये बल निकाय के परिणामी का परिमाण तथा दिशा ज्ञात कीजिए।

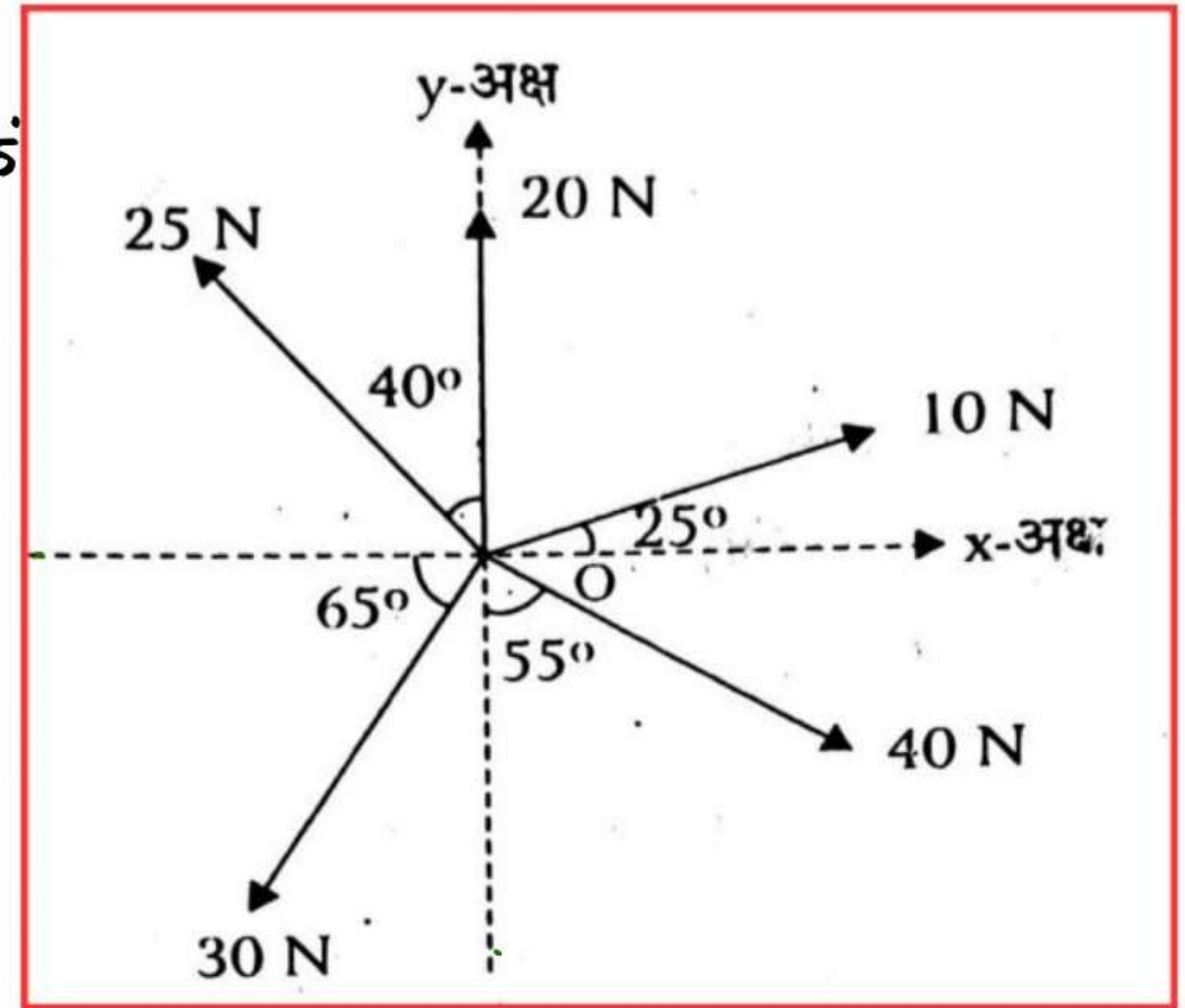
Find the magnitude and direction of the resultant of the force system shown in the figure.

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= 10 \cos 25^\circ - 25 \sin 40^\circ - 30 \cos 65^\circ + 40 \sin 55^\circ \\ &= 13.08 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma F_y &= 10 \sin 25^\circ + 20 + 25 \cos 40^\circ - 30 \sin 65^\circ - 40 \cos 55^\circ \\ &= -6.75 \text{ N}\end{aligned}$$

$$R = \sqrt{\Sigma F_x^2 + \Sigma F_y^2} = \sqrt{(13.08)^2 + (-6.75)^2} = \underline{\underline{14.71 \text{ N}}}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{-6.75}{13.08} \right) = \underline{\underline{-27.29^\circ \text{ Ans}}}$$



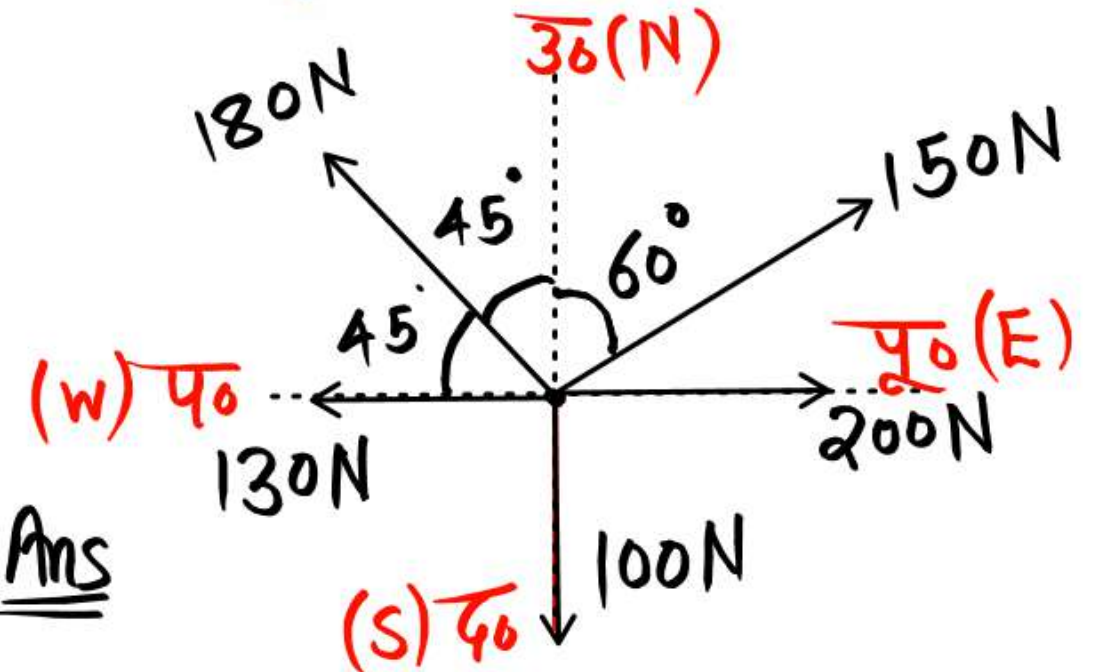
Q.3:- एक टेलीफोन के खम्बे के ऊपरी सिरे पर 5 तारें क्षैतिज में निम्न तनाव बल लगा रही हैं। 130N पश्चिम की ओर, 100N दक्षिण की ओर, 200N पूर्व की ओर, 150N उत्तर से 60° पूर्व की ओर तथा 180N उत्तर पश्चिम की ओर। खम्बे पर परिणामी का मान तथा दिशा ज्ञात कीजिए, और साम्यक बल भी ज्ञात कीजिए। हो

Five wires at the top of a telephone pole are applying low tension force horizontally. 130N towards west, 100N towards south, 200N towards east, 150N towards 60° east and 180N towards north-west. Find the value and direction of the resultant on the pole, and also find the equivalent force.

$$\Sigma F_x = 200 + 150 \sin 60^\circ - 180 \sin 45^\circ - 130 = \underline{72.62 \text{ N}}$$

$$\Sigma F_y = 150 \cos 60^\circ + 180 \cos 45^\circ - 100 = 102.279 \text{ N}$$

$$R = \sqrt{\Sigma F_x^2 + \Sigma F_y^2} = \sqrt{(72.62)^2 + (102.279)^2} = \underline{125.43 \text{ N}} \text{ Ans}$$



परिणामी की दिशा (Direction) :

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

$$= \tan^{-1} \left(\frac{102.279}{72.62} \right)$$

$$= \underline{\underline{54.62^\circ}} \underline{\underline{\text{Ans}}}$$

Q.4:- किसी समषट्भुज के एक कोणीय बिन्दु पर शेष कोणीय बिन्दुओं की ओर क्रमशः 3, $\sqrt{3}$, 4, 2 तथा 1 N के बल लग रहे हैं, उनके परिणामी का मान व दिशा ज्ञात कीजिए।

Forces of 3, $\sqrt{3}$, 4, 2 and 1 N are acting on one angular point of a regular hexagon towards the remaining angular points respectively. Find the value and direction of their resultant.

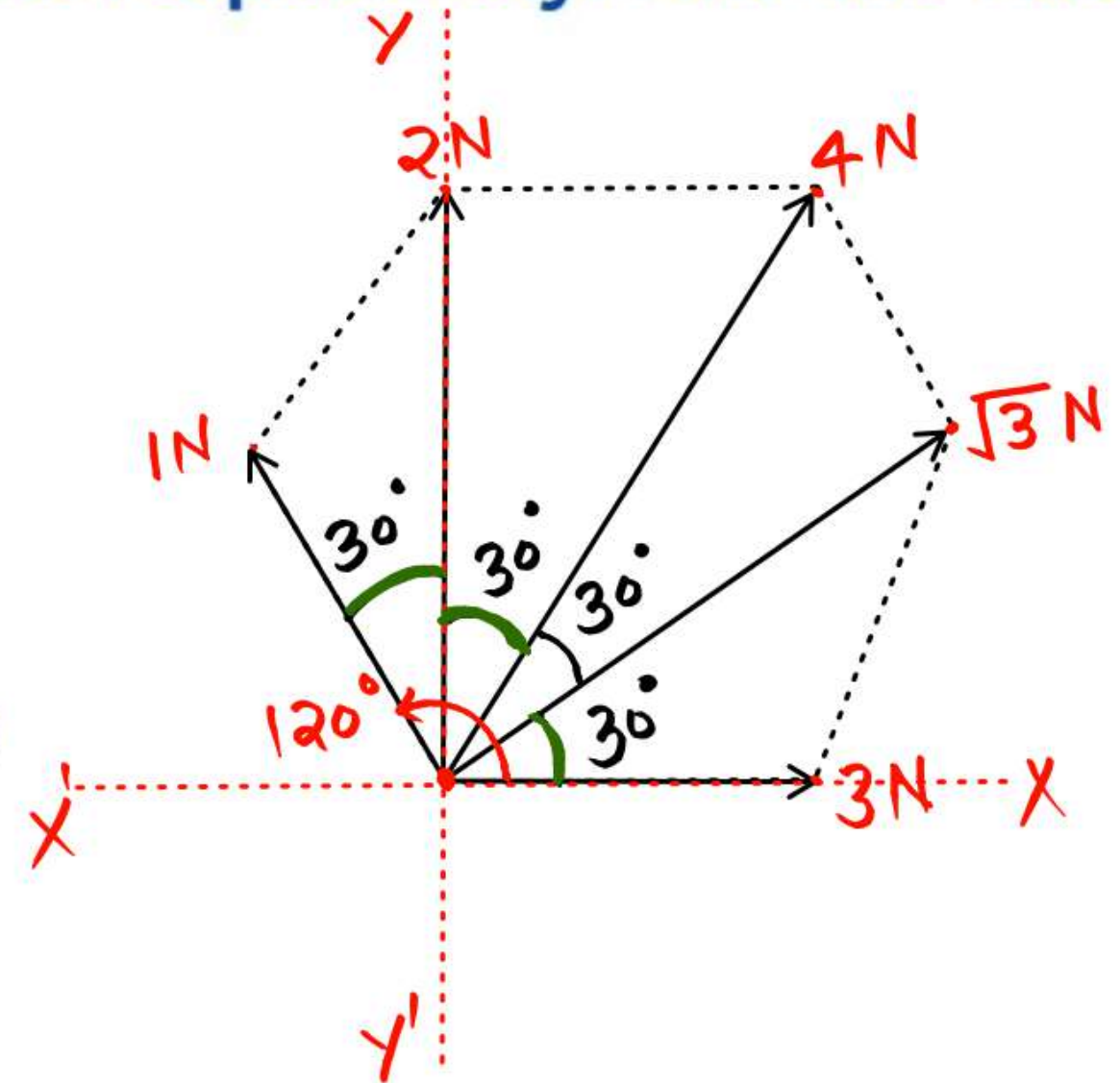
समषट्भुज के प्रत्येक कोण का मान $= 120^\circ$

(Value of each angle of Hexagon)

$$\Sigma F_x = 3 + \sqrt{3} \cos 30^\circ + 4 \sin 30^\circ - 1 \sin 30^\circ = 6 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = \sqrt{3} \sin 30^\circ + 4 \cos 30^\circ + 2 + 1 \cos 30^\circ = 7.196 \text{ N}$$

$$R = \sqrt{6^2 + 7.196^2} = \underline{\underline{9.36 \text{ N}}}$$



दिशा (Direction)

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

$$= \tan^{-1} \left(\frac{7.196}{6} \right)$$

$$= \underline{\underline{50.178^\circ}} \quad \underline{\underline{\text{Ans}}}$$

Note:- बहुभुज के सभी आन्तरिक कोणों का योग $= (2n-4) \times 90^\circ$
(Sum of all internal angles of Polygon)
 $n =$ भुजा की सं०
(No. of Sides)

$$\begin{aligned} \text{समषट्भुज के सभी कोण का योग} &= (2 \times 6 - 4) \times 90^\circ \\ \text{(Hexagon)} &= 8 \times 90^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{प्रत्येक कोण का मान} &= \frac{720}{6} = \underline{\underline{120^\circ}} \end{aligned}$$

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

- (i) 200N का बल उत्तर-पूर्व में पूर्व दिशा के साथ 30° 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° का कोण बनाते हुये।

$$R = 456.01 \text{ N}$$
$$\alpha = 47.67^\circ$$

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

- (i) A force of 200N in the north-east making an angle of 30° 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° with south-west.**

$$R = 456.01 \text{ N}$$

$$\alpha = 47.67^\circ$$