

**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)

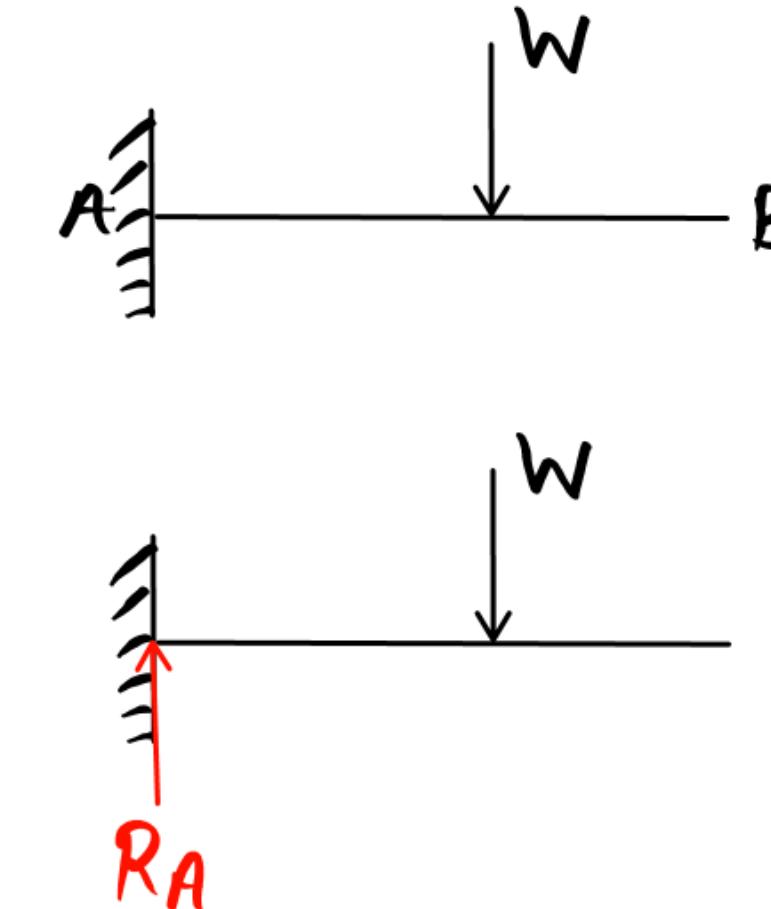
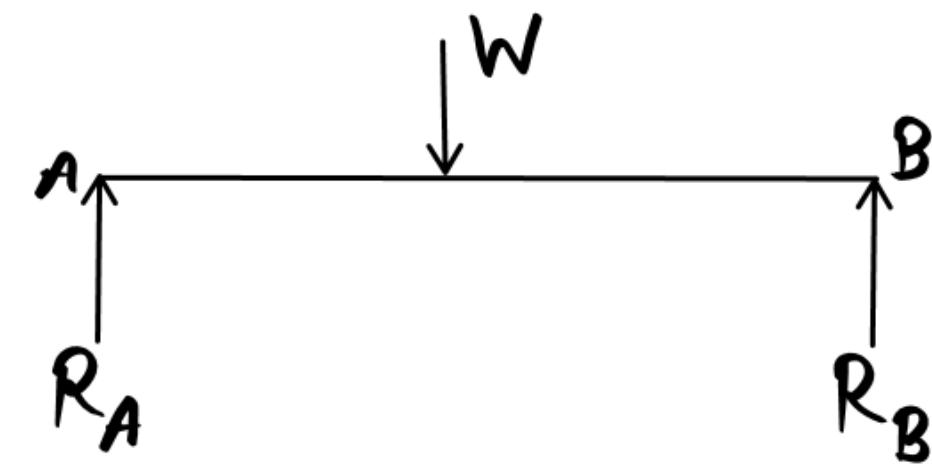
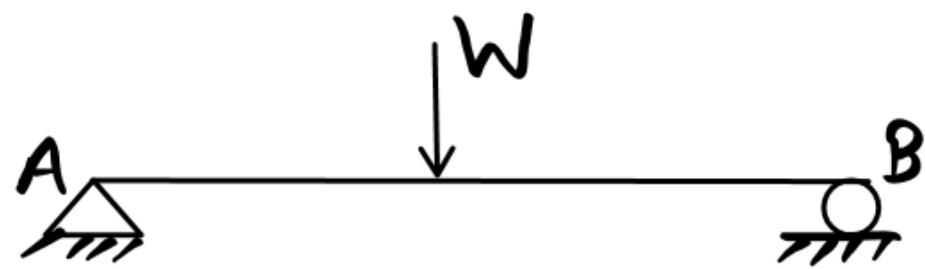
10. Types of beam (धरन के प्रकार)

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)

## Beam Reaction (धरन प्रतिक्रिया) :-



$R_A$  &  $R_B$   $\rightarrow$  Reactions (प्रतिक्रिया)

Equilibrium Equation (संतुलन की समीक्षा)

$R_A \rightarrow$  Reaction

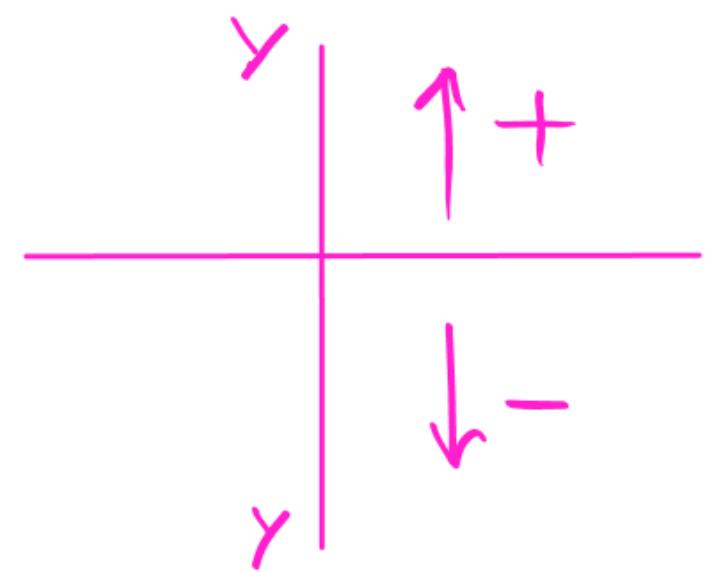
~~$\Sigma F_x = 0, \Sigma F_y = 0, \Sigma M = 0$~~

## Beam reaction (धरन प्रतिक्रिया)

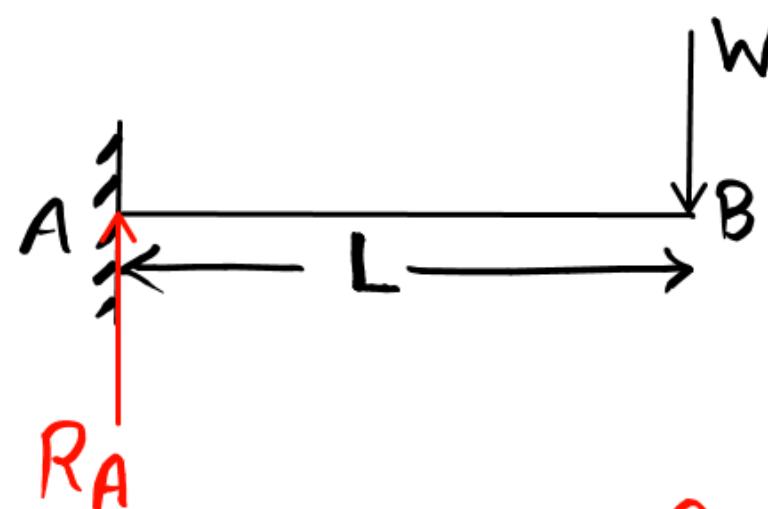
- बीम की प्रतिक्रिया ज्ञात करने के लिए, बीम का एक मुक्त पिण्ड आरेख बनाएं, फिर टेक पर अज्ञात प्रतिक्रिया बलों को हल करने के लिए संतुलन के समीकरणों का उपयोग करें (ऊर्ध्वाधर बलों का योग शून्य के बराबर होता है और किसी चुने हुए बिंदु के परितः आघूर्ण का योग शून्य के बराबर होता है)

To find the reaction of a beam, draw a free body diagram of the beam, then use the equations of equilibrium (summation of vertical forces equals zero and summation of moments about a chosen point equals zero) to solve for the unknown reaction forces at the supports.

$$\textcircled{1} \sum F_y = 0 \quad \textcircled{2} \sum M = 0$$



## 1. Beam reaction for cantilever Subjected to point load at free end (प्रास धरन के लिए प्रतिक्रिया, जब मुक्त सिरे पर बिंदु भार के अधीन)

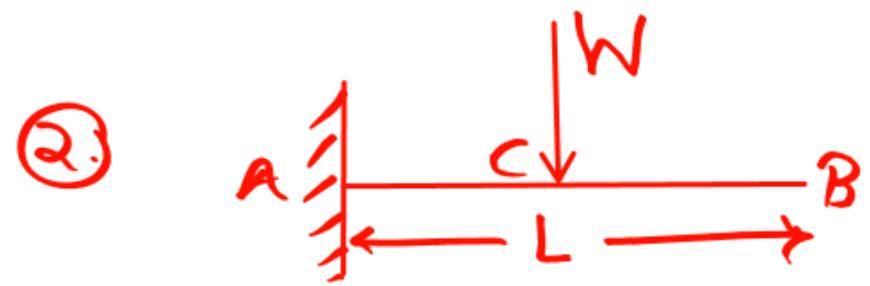


संतुलन के समी० से (from Equilibrium Equation)

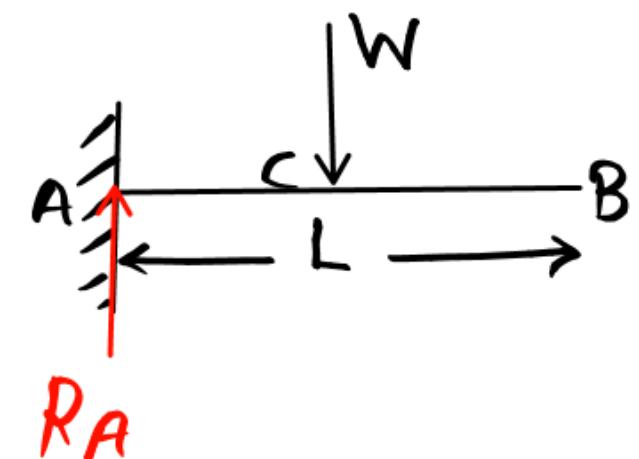
$$\sum F_y = 0 \text{ से}$$

$$R_A - W = 0$$

$$R_A = W$$
 Ans



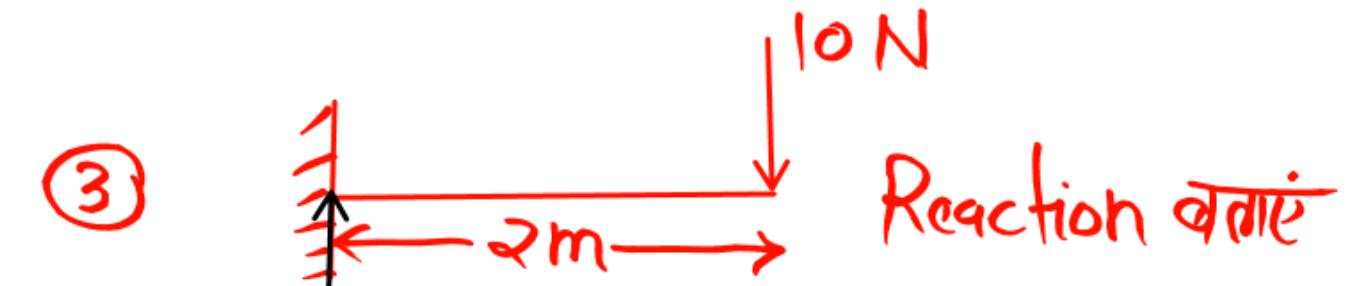
Reaction बताएँ ।



समुलन के समीक्षा से  
 $\Sigma F_y = 0$  से

$$R_A - W = 0$$

$$R_A = W \quad \underline{\text{Ans}}$$



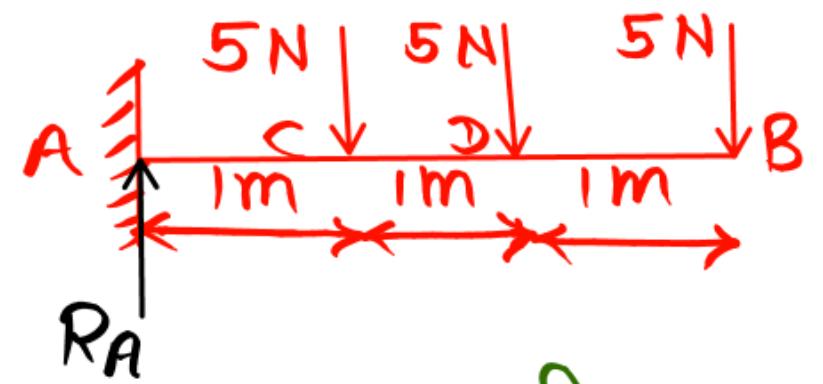
$R_A$

$$\Sigma F_y = 0 \text{ से}$$

$$R_A - 10 = 0$$

$$R_A = 10 N \quad \underline{\text{Ans}}$$

(Q.4)



Reactions बताएं।

$$\sum F_y = 0 \text{ से}$$

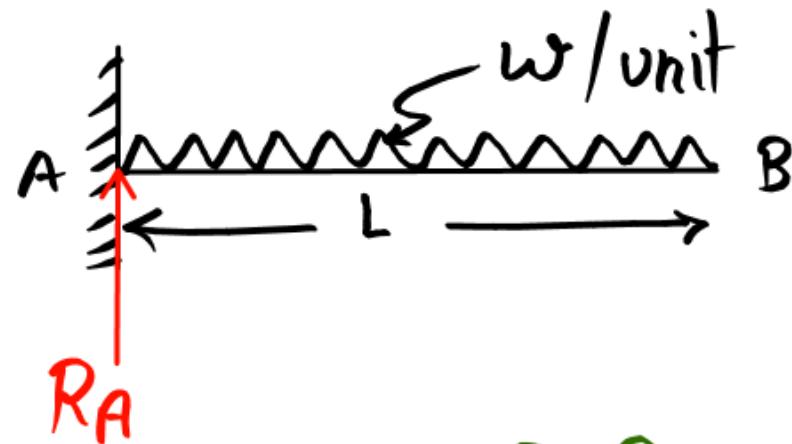
$$R_A - 5 - 5 - 5 = 0$$

$$R_A - 15 = 0$$

$$R_A = 15 \text{ N}$$

5.) प्रास धरन के लिए प्रतिक्रिया जब इसकी पूरी लम्बाई पर U.D.L. लगा है।

( Reaction for cantilever beam subjected to U.D.L. on total Length.)



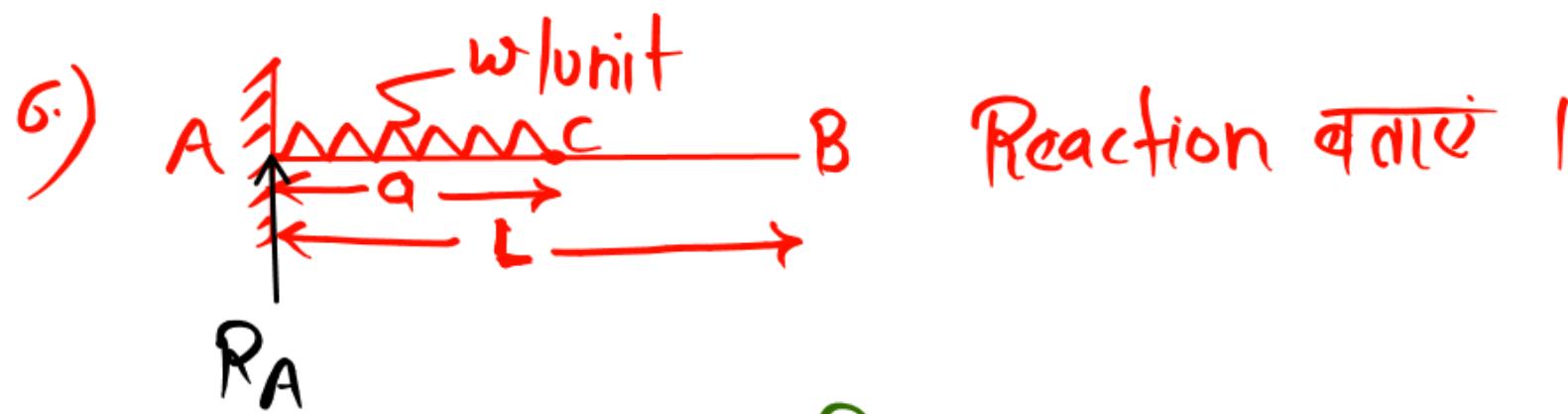
Note:- U.D.L. के लिए  
total Load =  $w \times L$

सन्तुलन के समीक्षण से (from equilibrium equation)

$$\sum F_y = 0 \text{ से}$$

$$R_A - wL = 0$$

$$R_A = wL \quad \underline{\text{Ans}}$$



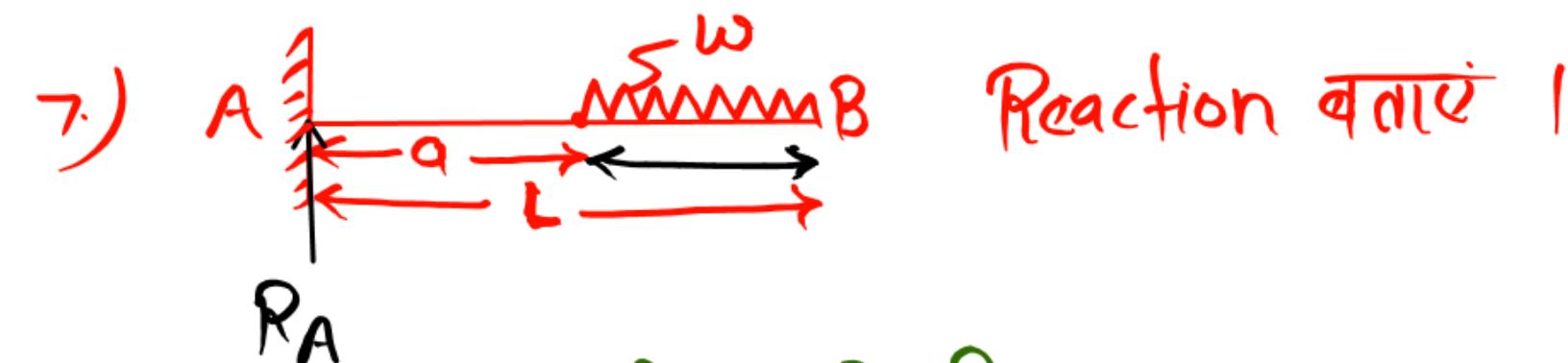
सन्तुलन के समीक्षा से  
 $\Sigma F_y = 0$  से

$$R_A - w \times a = 0$$

$$R_A - w \cdot a = 0$$

$R_A = wa$

Note:- U.D.L के लिए  
 Total Load = U.D.L.  $\times$  Length.



सन्तुलन के समीक्षा से  
 $\Sigma F_y = 0$  से

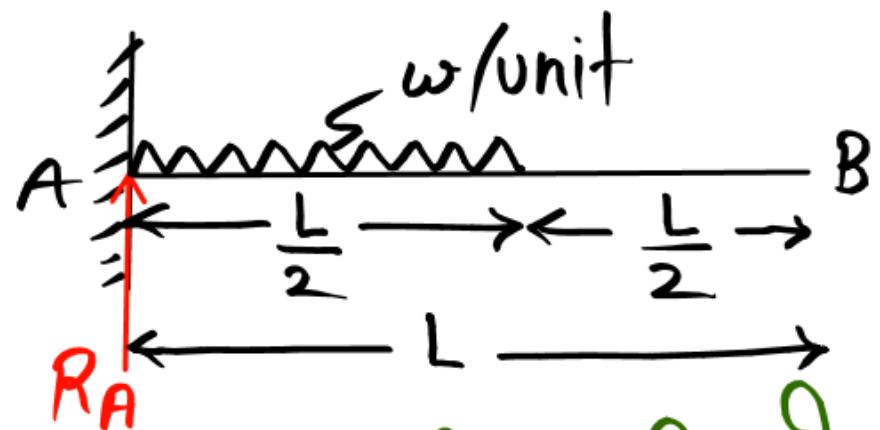
$$R_A - w \times (L-a) = 0$$

$R_A = w(L-a)$

Ans

Q. पुस्त धरन के लिए Reaction रात के जिसके fixed सिर से आयी भवाई पर U.D.L. लगा है।

( Find out the Reaction of cantilever beam Subjected to U.D.L. at half Length from fixed end. )



समतुल्य के समीकरण से  
 $\sum F_y = 0$  से

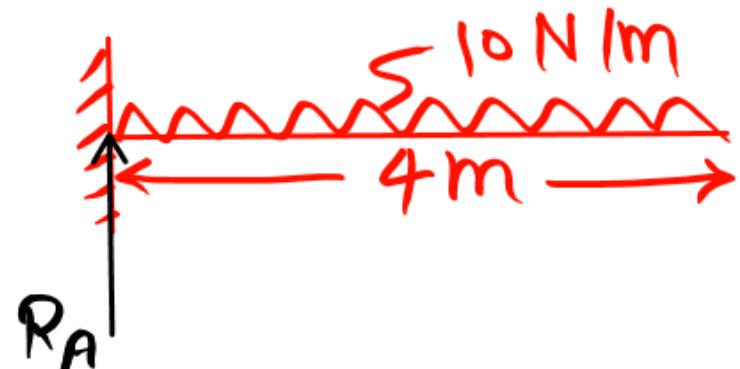
$$R_A - w \times \frac{L}{2} = 0$$

$R_A = \frac{wL}{2}$

Ans

Reactions = ?

Q. 1.)



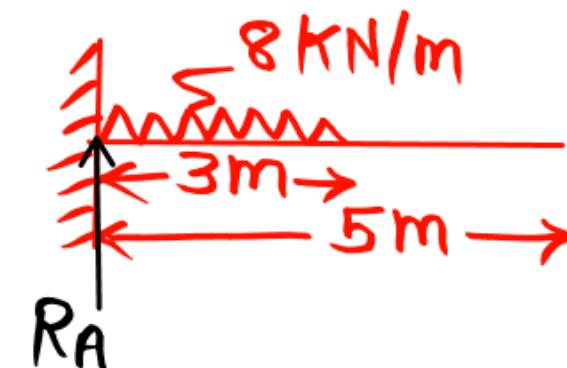
सनुलन के समी० से  
 $\Sigma F_y = 0$  से

$$R_A - 10 \times 4 = 0$$

$$R_A - 40 = 0$$

$$\boxed{R_A = 40 \text{ N.}}$$

Q. 2)



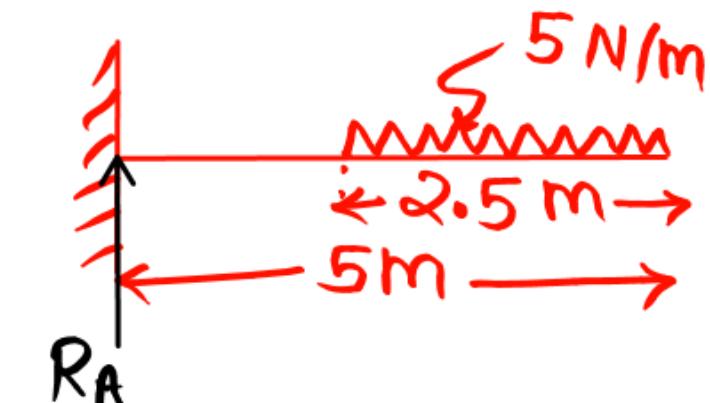
सनुलन के समी० से  
 $\Sigma F_y = 0$  से

$$R_A - 8 \times 3 = 0$$

$$R_A - 24 = 0$$

$$\boxed{R_A = 24 \text{ KN}}$$

Q. 3)



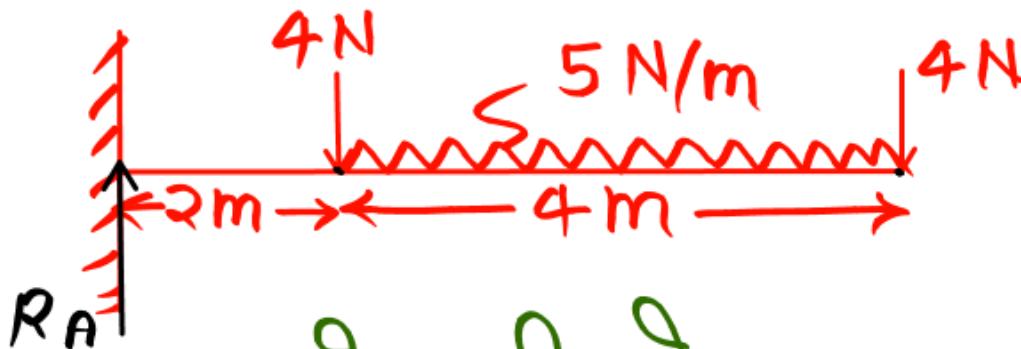
सनुलन के समी० से  
 $\Sigma F_y = 0$  से

$$R_A - 5 \times 2.5 = 0$$

$$R_A - 12.5 = 0$$

$$\boxed{R_A = 12.5 \text{ N}}$$

Q. 4)



सन्तुलन के समीक्षा से  
 $\sum F_y = 0$  से

$$R_A - 4 - 4 - 5 \times 4 = 0$$

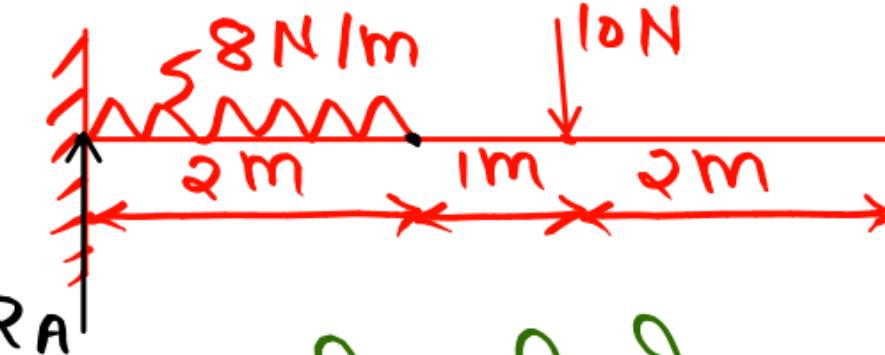
$$R_A - 8 - 20 = 0$$

$$R_A - 28 = 0$$

$R_A = 28 \text{ N}$

Ans

Q. 5).



सन्तुलन के समीक्षा से  
 $\sum F_y = 0$  से

$$R_A - 10 - 8 \times 2 = 0$$

$$R_A - 10 - 16 = 0$$

$$R_A - 26 = 0$$

$R_A = 26 \text{ N}$

Ans

