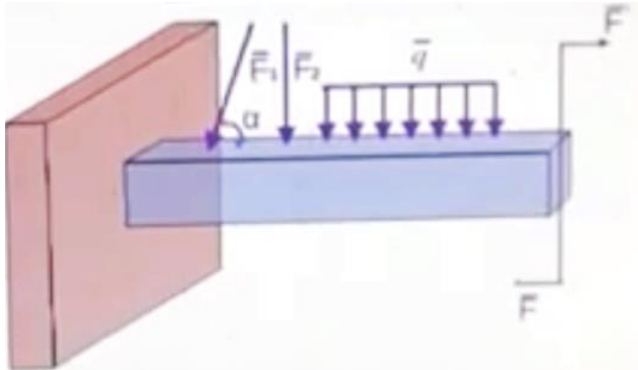
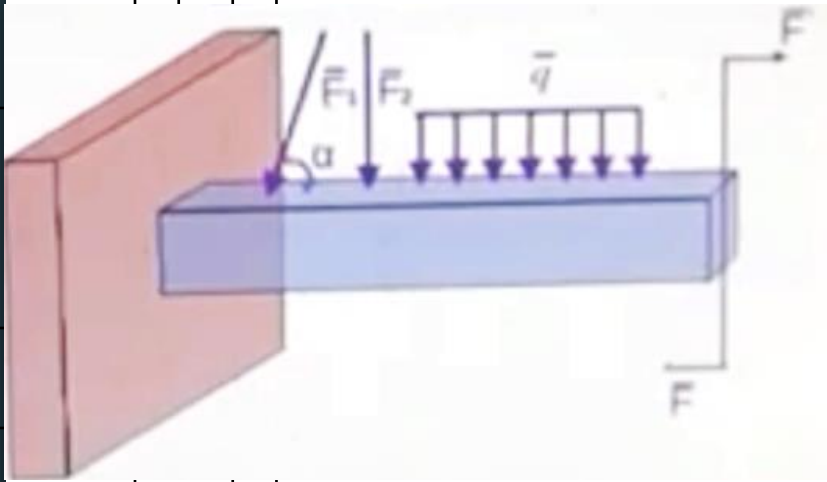


# ВИДИ НАВАНТАЖЕНЬ

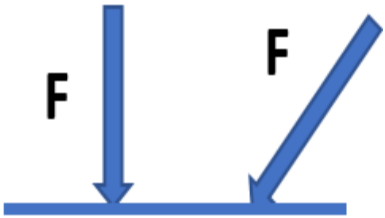


зображення є власністю музею

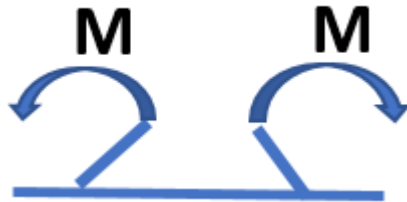
# Види навантажень



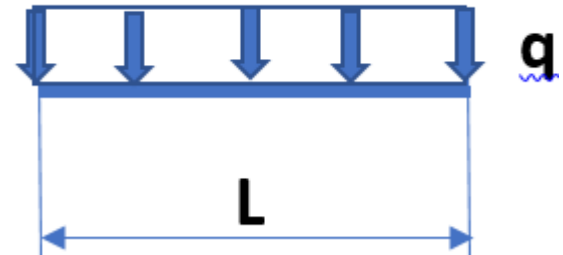
1. Зосереджене навантаження (силу  $F$ )



2. Зосереджений



3. Рівнорозподілене навантаження ( $q$ )

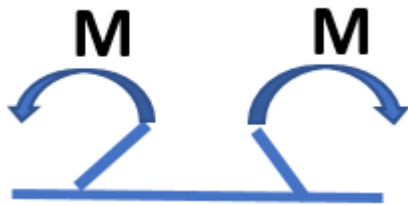


# Види навантажень

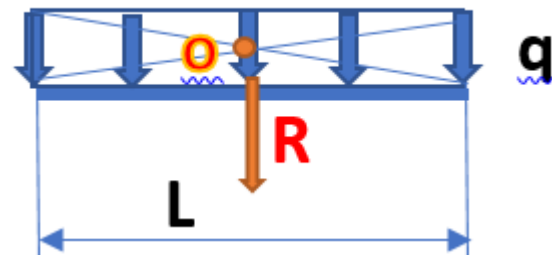
1. Зосереджене навантаження (сила  $F$ )



2. Зосереджений момент ( $M$ )



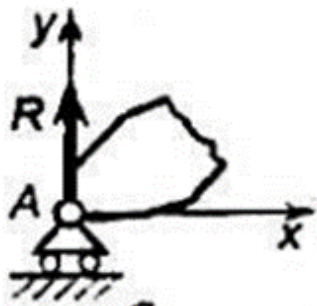
3. Рівнорозподілене навантаження ( $q$  [Н/м])



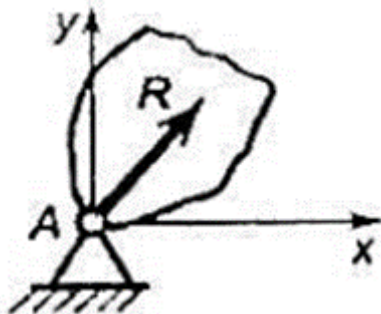
$$R = q * L$$

# Види опор

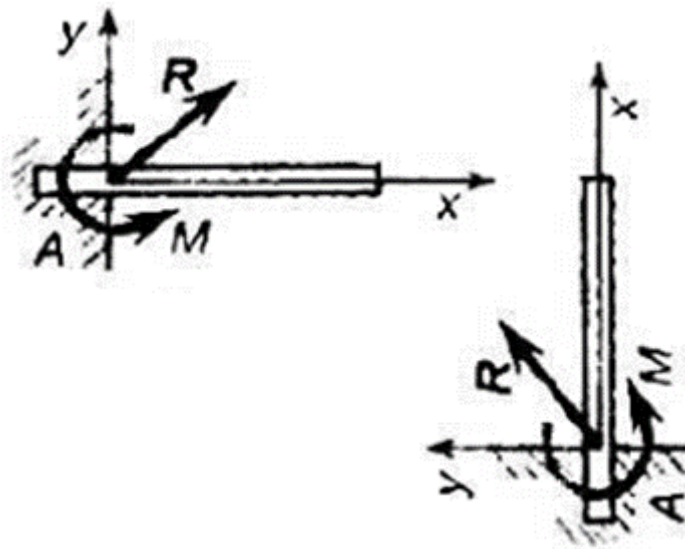
## 1. Шарнірно-рухома опора



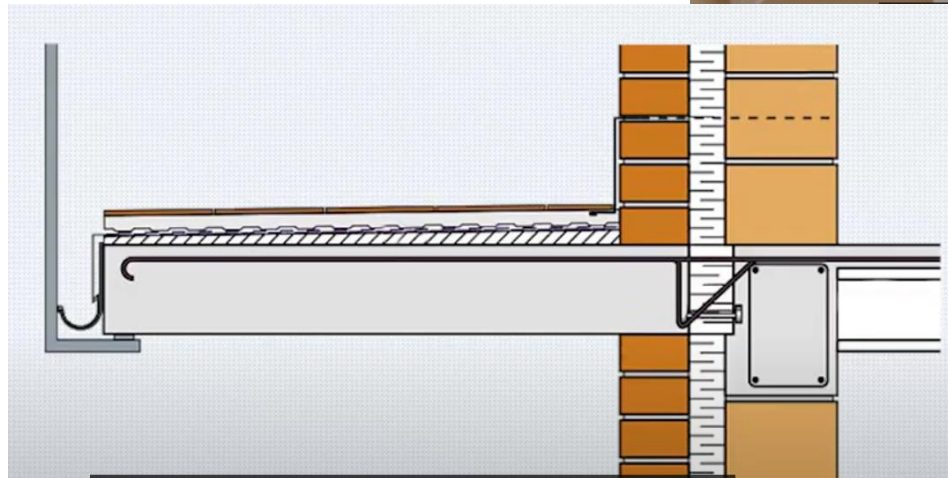
## 2. Шарнірно-нерухома опора



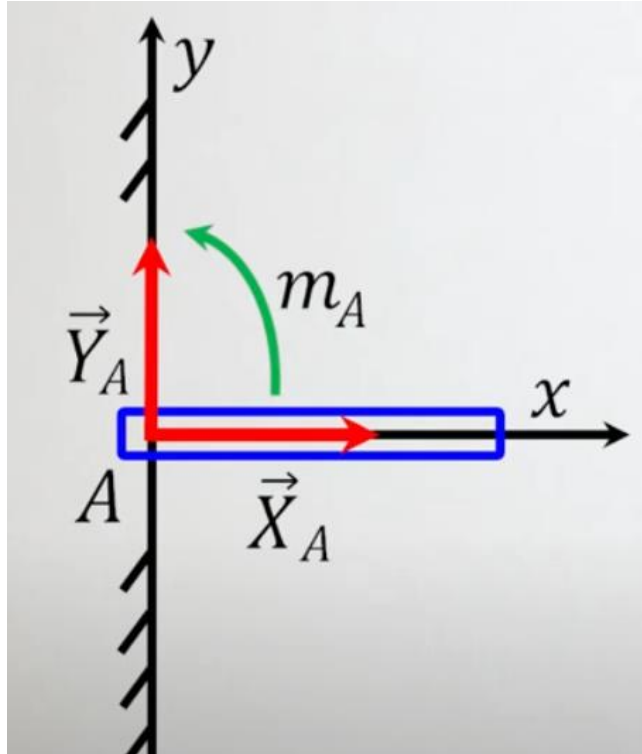
## 3. Жорстке зачеплення



# Рівнорозподілене навантаження



## Умови рівноваги довільної плоскої системи сил



1.  $\sum X_a = 0$

2.  $\sum \underset{\text{wavy}}{y}_a = 0$

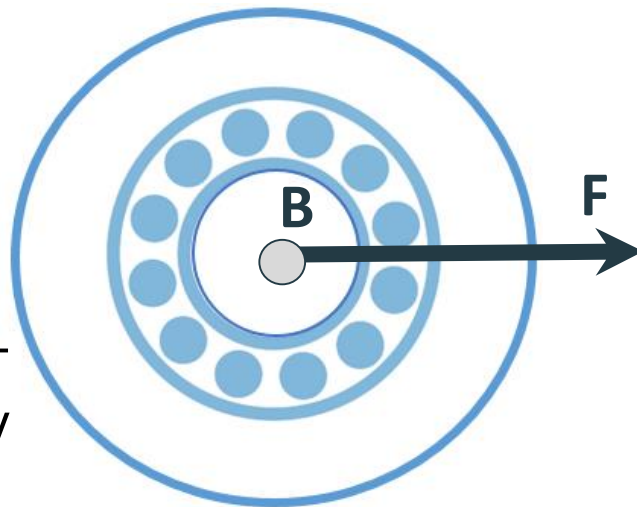
3.  $\sum M(F_a) = 0$

# Теорема про паралельний перенос сили



Силу можна переносити паралельно самій собі в будь-яку точку твердого тіла, додаючи при цьому пару сил, векторний момент якої дорівнює векторному моменту сили, що переноситься, відносно нової точки її прикладання.

3. Жорстке зачеплення

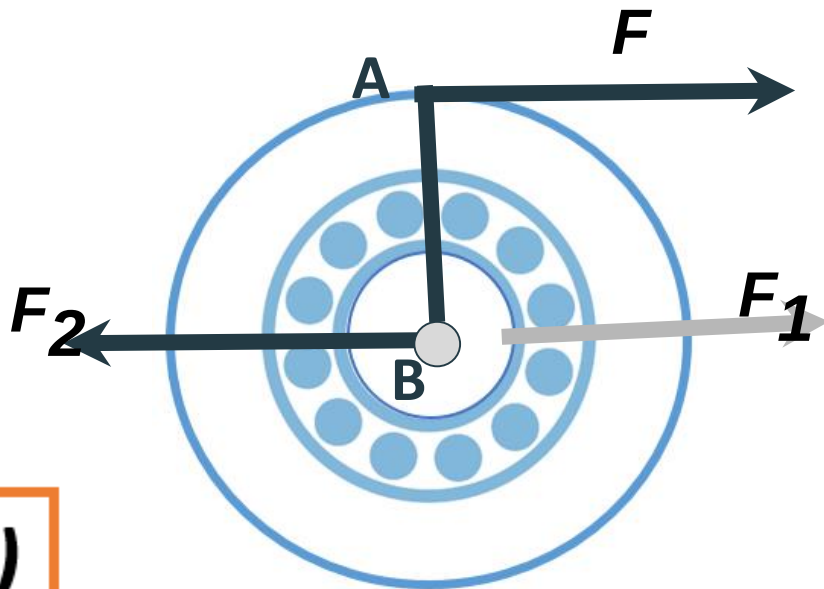


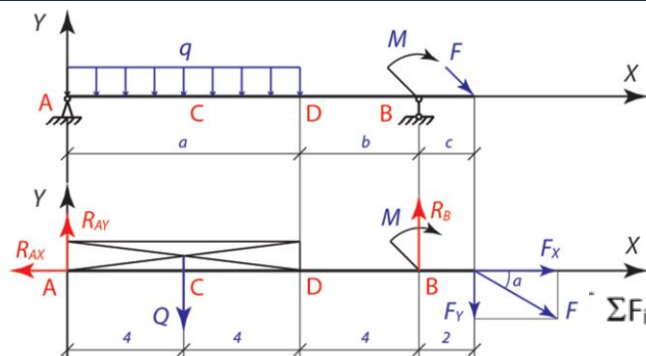
## Теорема про паралельний перенос сили



$$|F| = |F_1| = |F_2|$$

$$F_1; (F; F_2)$$





**Дано:**

$a=8$  м,  $b=4$  м,  $c=2$  м.

$F=10$  кН

$\alpha=30^\circ$

$q=10$  кН/м

$M=10$  кНм

$$\sum F_{ix}=0$$

$$-R_{Ax} + F_x = 0$$

$$F_x = F \cdot \cos 30^\circ = 10 \cdot 0,866 = 8,66 \text{ кН}$$

$$\sum F_{iy}=0$$

$$-Q + R_B - F_y + R_{Ay} = 0$$

$$F_y = F \cdot \sin 30^\circ = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ кН}$$

$$\sum M_A F_i = 0$$

$$-R_{Ax} \cdot 0 + Q \cdot 4 - R_B \cdot 12 + M + F_y \cdot 14 = 0$$

$$Q = q \cdot a = 10 \cdot 8 = 80 \text{ кН}$$

**З 1-го рівняння**

$$R_{Ax} = 8,66 \text{ кН}$$

$$R_{Ax} = F_x = 8,66 \text{ кН}$$

**З 3-го рівняння**

$$R_B = 33,33 \text{ кН}$$

$$R_B = (-R_{Ax} \cdot 0 + Q \cdot 4 + M + F_y \cdot 14) / 12 = (0 + 80 \cdot 4 + 10 + 5 \cdot 14) / 12 = 33,33 \text{ кН}$$

**З 2-го рівняння**

$$R_{Ay} = 51,67 \text{ кН}$$

$$R_{Ay} = Q - R_B + F_y = 80 - 33,33 + 5 = 51,67 \text{ кН}$$

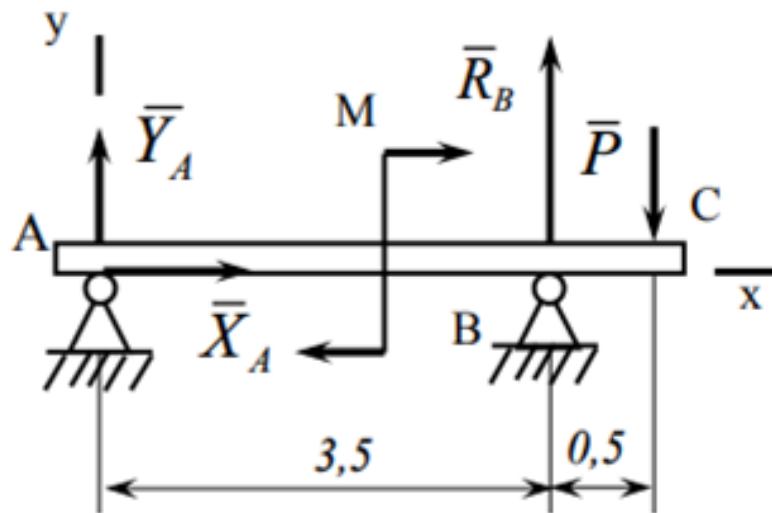
**Робимо перевірку (відносно точки B)**

$$\sum M_B F_i = R_{Ay} \cdot 12 - Q \cdot 8 + M + F_y \cdot 2 = 51,67 \cdot 12 - 80 \cdot 8 + 10 + 5 \cdot 2 = 0$$

### Дано:

На консольну горизонтальну балку діє пара сил з моментом  $M = 6 \text{ Н м}$ , а в точці С вертикальне навантаження  $P = 2 \text{ кН}$ . Довжина балки  $AB = 3,5 \text{ м}$ , винос консолі вантажу  $P = 2 \text{ кН}$ , винос кон  $0,5 \text{ м}$  (3/4) I x B T B Q P A T A E y 53 солі  $BC = 0,5 \text{ м}$ .

Визначить реакції опор



## Рішення задач

### Рішення

Оскільки на балку діє паралельна система зовнішніх сил, яка напрямлена паралельно осі  $Y$ , то горизонтальна реакція нерухомого циліндричного шарніру  $\bar{X}_A$  дорівнює нулю. Складемо рівняння рівноваги систем паралельних сил, діючих на балку.

$$\sum_i F_{iy} = 0; \quad Y_A + R_B - P = 0, \quad (2.14)$$

$$\sum_i m_A(\bar{F}_i) = 0; \quad R_B \cdot AB - M - P(AB + BC) = 0, \quad (2.15)$$

З рівняння (2.15) отримуємо:

$$R_B = \frac{M + P(AB + BC)}{AB}. \quad (2.16)$$

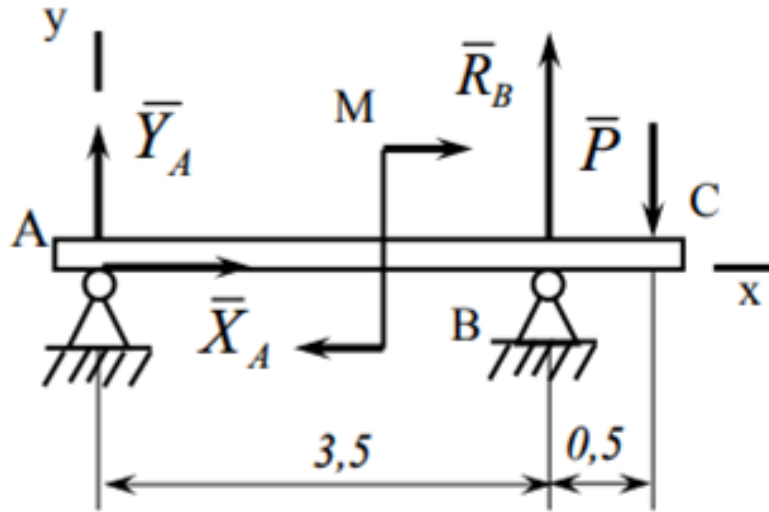
Розрахуємо рівняння (2.14) відносно невідомої реакції  $Y_A$  і підставимо в отримане рівняння значення  $R_B$ :

$$Y_A = P - R_B; \quad Y_A = P - \frac{M + P(AB + BC)}{AB}. \quad (2.17)$$

### Дано:

На консольну горизонтальну балку діє пара сил з моментом  $M = 6 \text{ Н м}$ , а в точці С вертикальне навантаження  $P = 2 \text{ кН}$ . Довжина балки  $AB = 3,5 \text{ м}$ , винос консолі вантажу  $P = 2 \text{ кН}$ , винос кон  $0,5 \text{ м}$  (3/4) I x B T B Q P A T A E y 53 солі  $BC = 0,5 \text{ м}$ .

Визначить реакції опор



## Рішення задач

Підставимо чисельні значення в рівняння (2.17):

$$Y_A = 2 - \frac{6 + 2(3,5 + 0,5)}{3,5} = 2 - 4 = -2 \text{ кН}.$$

Реакція  $Y_A$  є повною реакцією в'язі А бо  $X_A$  дорівнює нулю. Таким чином  $R_A = -2 \text{ кН}$ , тобто ця реакція направлена вниз. Реакція  $R_B$  відповідно рівнянню (2.16) є такою:

$$R_B = \frac{6 + 2(3,5 + 0,5)}{3,5} = 4, \quad R_B = 4 \text{ кН}.$$

### Дано:

На двоконсольну горизонтальну балку діє пара сил ( $P, \bar{P}$ ). На ліву консоль – рівномірне розподілене навантаження інтенсивності  $q$ , а в точці D правої консолі – вертикальне навантаження  $F$ . **Визначити реакції опор**, якщо  $P = 1 \text{ кН}$ ,  $F = 2 \text{ кН}$ ,  $q = 2 \text{ кН/м}$  а  $a = 0,8 \text{ м}$

## Рішення задач

$\sum \bar{X}_A = 0$  тотожно дорівнює нулю, оскільки система зовнішніх сил є паралельною системою відносно осі  $\bar{Y}$ . Складемо рівняння рівноваги системи паралельних сил зображеної на рис. 2.16.

$$\sum_i F_{iy} = 0; \quad Y_A + R_B - Q - F = 0, \quad (2.18)$$

$$\sum_i m_A(\bar{F}_i) = 0; \quad Q \cdot 0,5a + Pa + R_B \cdot 2a - F \cdot 3a = 0. \quad (2.19)$$

Розрахуємо рівняння (2.19) відносно невідомої реакції в'язі  $R_B$ , враховуючи те що  $a$  є загальним добутком рівняння (2.19)

$$R_B = (3F - 0,5Q - P)/2. \quad (2.20)$$

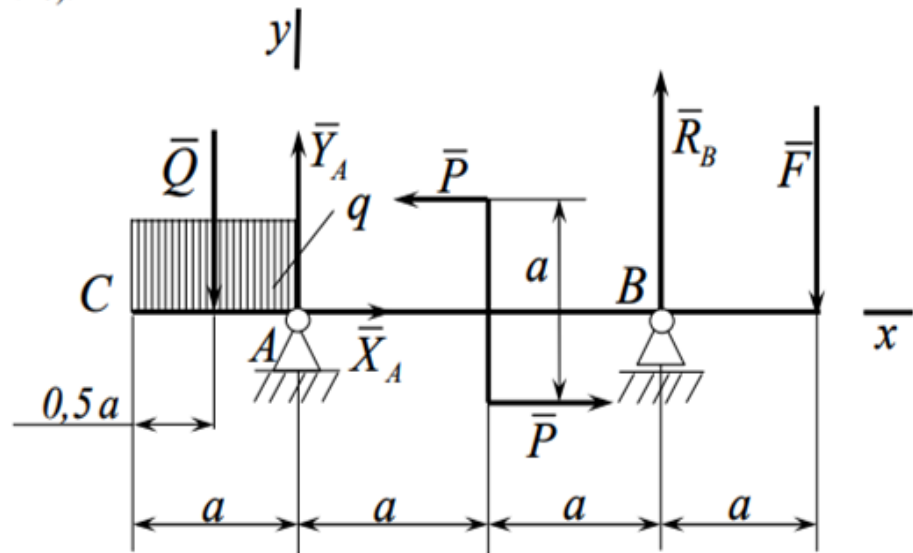
Підставимо численні значення в рівняння (2.20)

$$R_B = \frac{3 \cdot 2 - 0,5 \cdot 2 \cdot 0,8}{2} = 0,5 \cdot 5,2; \quad R_B = 2,6 \text{ кН}.$$

Із рівняння (2.18) маємо:

$$Y_A = R_A = Q + F - R_B = 2 \cdot 0,8 + 2 - 2,6; \quad R_A = 1 \text{ кН}.$$

рис.



Д/з

## Задача для самоперевірки

Визначити реакції шарнірних опор балки, навантаженої силою  $F=15 \text{ кН}$  і парою з моментом  $M=11 \text{ кНм}$ ,  $L_1=0,7 \text{ м}$ ,  $L_2=0,5 \text{ м}$ ,  $L_3=1,1 \text{ м}$ ,  $q=10 \text{ кН/м}$ .  
Вагою балки знехтувати.

