

TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG TP.HCM
KHOA CƠ KHÍ

Môn học: CƠ LÝ THUYẾT

Phần 1. TĨNH HỌC

Chương 2. HỆ LỰC PHẪNG

1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC PHẪNG

Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm về véc tơ chính và mô men chính của hệ lực phẳng.
- Xác định được véc tơ chính và mô men chính của hệ lực phẳng đối với một điểm.
- Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC PHẪNG

1.1. Véc tơ chính của hệ lực phẳng:

1.1.1. Định nghĩa:

Véc tơ chính của hệ lực phẳng là véc tơ tổng của các véc tơ lực của hệ lực.

Ký hiệu: $\vec{R}$

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$$

1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC PHẪNG

1.1. Véc tơ chính của hệ lực phẳng:

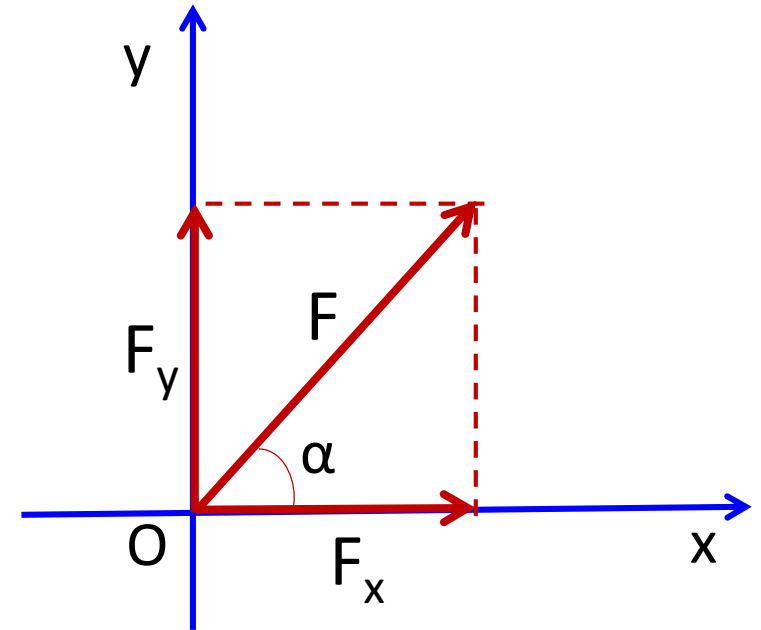
1.1.2. Xác định véc tơ chính:

❖ Chiếu một lực lên hệ trục Oxy:

Gọi F_x , F_y là hình chiếu của $\vec{F}$ lên hệ trục Ox, Oy và α là góc hợp bởi $\vec{F}$ với phương của trục Ox.

$$F_x = \pm F \cdot \cos \alpha$$

$$F_y = \pm F \cdot \sin \alpha$$

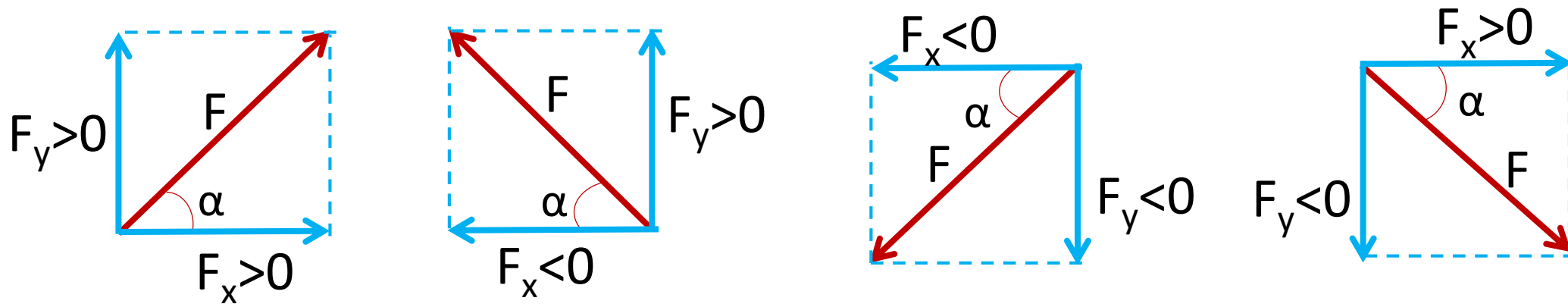


1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC PHẪNG

1.1. Véc tơ chính của hệ lực phẳng:

1.1.2. Xác định véc tơ chính:

➤ Dấu của F_x , F_y :



➤ Trường hợp đặc biệt:

- Khi $\alpha=0$ ($\vec{F} // O_x$): $F_x = \pm F$; $F_y = 0$
- Khi $\alpha=90^\circ$ ($\vec{F} // O_y$): $F_x = 0$; $F_y = \pm F$

1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC PHẪNG

1.1. Véc tơ chính của hệ lực phẳng:

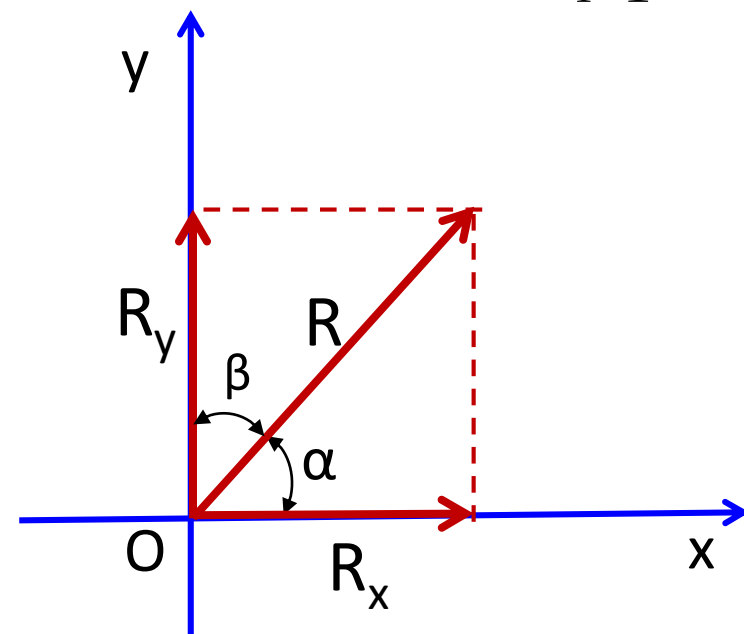
1.1.2. Xác định véc tơ chính:

❖ Chiếu hệ lực lên hệ trục Oxy: $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$

$$R_x = \bar{F}_{1x} + \bar{F}_{2x} + \dots + \bar{F}_{nx} = \sum_{i=1}^n \bar{F}_{ix}$$

$$R_y = \bar{F}_{1y} + \bar{F}_{2y} + \dots + \bar{F}_{ny} = \sum_{i=1}^n \bar{F}_{iy}$$

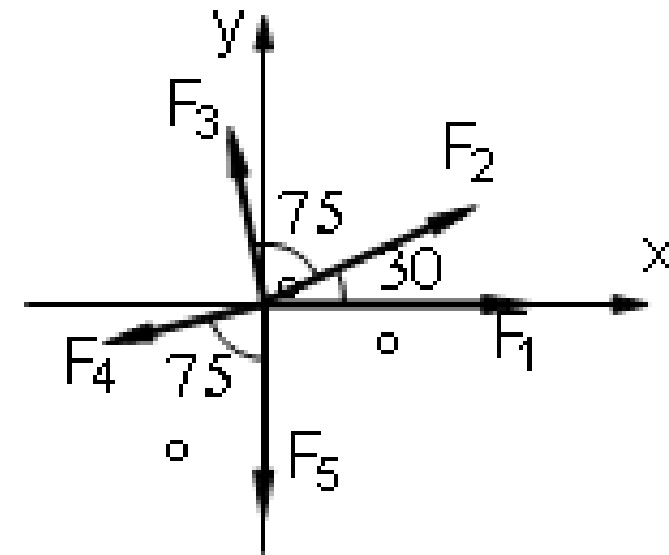
$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}, \quad \cos\alpha = \frac{R_x}{R}, \quad \cos\beta = \frac{R_y}{R}$$



1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC PHẪNG

1.1. Véc tơ chính của hệ lực phẳng:

Ví dụ: Xác định hình chiếu vector chính của hệ lực lên hệ trục Oxy. Biết: $F_1 = 200\text{N}$, $F_2 = 150\text{N}$, $F_3 = 100\text{N}$, $F_4 = 80\text{N}$, $F_5 = 120\text{N}$.



Giải:

$$R_x = F_1 + F_2 \cdot \cos 30^\circ + F_3 \cdot \cos 75^\circ - F_4 \cdot \cos 15^\circ + 0$$

$$R_y = 0 + F_2 \cdot \sin 30^\circ - F_3 \cdot \sin 75^\circ - F_4 \cdot \sin 15^\circ - F_5$$

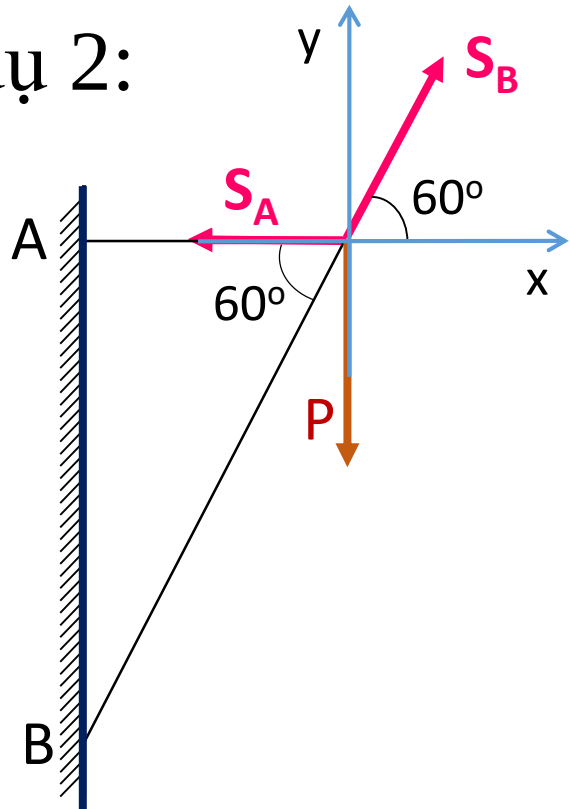
$$R_x = 200 + 150 \cdot \cos 30^\circ - 100 \cdot \cos 75^\circ - 80 \cdot \cos 15^\circ + 0 = 226,75(\text{N})$$

$$R_y = 0 + 150 \cdot \sin 30^\circ - 100 \cdot \sin 75^\circ - 80 \cdot \sin 15^\circ - 120 = 30,89(\text{N})$$

1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC PHẪNG

1.1. Véc tơ chính của hệ lực phẳng:

Ví dụ 2:



Giải:

$$R_x = -S_A + S_B \cdot \cos 60^\circ + 0$$

$$R_y = 0 + S_B \cdot \sin 60^\circ - P$$

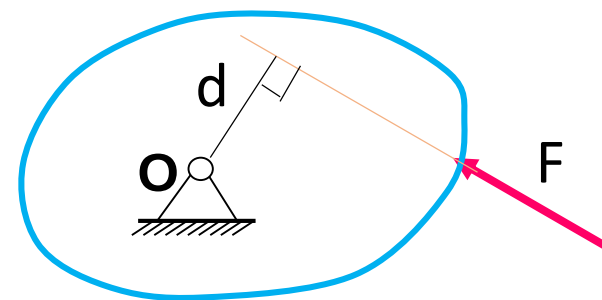
1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC PHẪNG

1.2. Moment chính đối với một điểm:

1.2.1. Mômen của một lực đối với một điểm:

$$\bar{m}_0(\vec{F}) = \pm F \cdot d \text{ (Nm)}$$

Trong đó: - F là trị số của lực (N)
- d là cánh tay đòn (m)



➤ **Chú ý:** $\bar{m}_0(\vec{F}) = 0$ khi $d = 0$ (lực đi qua điểm lấy moment)

Qui ước:

$\bar{m}_0(\vec{F}) > 0$ khi lực có chiều quay quanh O ngược chiều kim đồng hồ

$\bar{m}_0(\vec{F}) < 0$ khi lực có chiều quay quanh O thuận chiều kim đồng hồ

1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC PHẪNG

1.2. Moment chính đối với một điểm:

1.2.1. Mômen của một lực đối với một điểm:

Ví dụ:

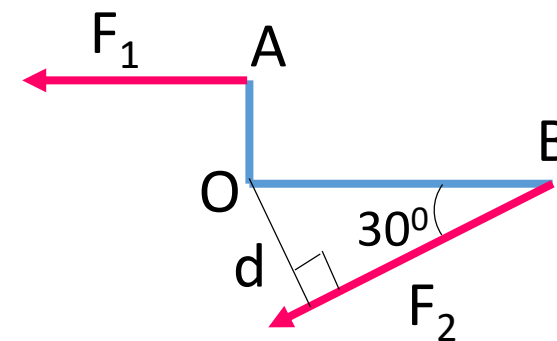
Tìm mômen của lực $\vec{F}_1, \vec{F}_2$ đối với điểm O. Biết:

$F_1 = 80\text{N}$, $F_2 = 60\text{N}$, $OA = 0,4\text{m}$, $OB = 0,6\text{m}$

Giải:

$$\bar{m}_O(\vec{F}_1) = + F_1 \cdot OA = 80 \cdot 0,4 = 32 \text{ (Nm)}$$

$$\bar{m}_O(\vec{F}_2) = - F_2 \cdot d = - F_2 \cdot \sin 30^\circ \cdot OB = - 60 \cdot \sin 30^\circ \cdot 0,6 = - 18 \text{ (Nm)}$$



1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC PHẪNG

1.2. Moment chính đối với một điểm:

1.2.2. Moment chính của hệ lực đối với một điểm:

Moment chính của hệ lực phẳng đối với điểm bằng tổng đại số moment các lực của hệ lực đối với điểm đó.

$$\bar{M}_O = \bar{m}_O(\vec{F}_1) + \bar{m}_O(\vec{F}_2) + \dots + \bar{m}_O(\vec{F}_n) = \sum_{i=1}^n \bar{m}_O(\vec{F}_i)$$

1. VÉC TƠ CHÍNH VÀ MÔMEN CHÍNH CỦA HỆ LỰC PHẪNG

1.2. Moment chính đối với một điểm:

Ví dụ:

Xác định moment chính của các lực

$\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ đối với điểm C và D. Biết:

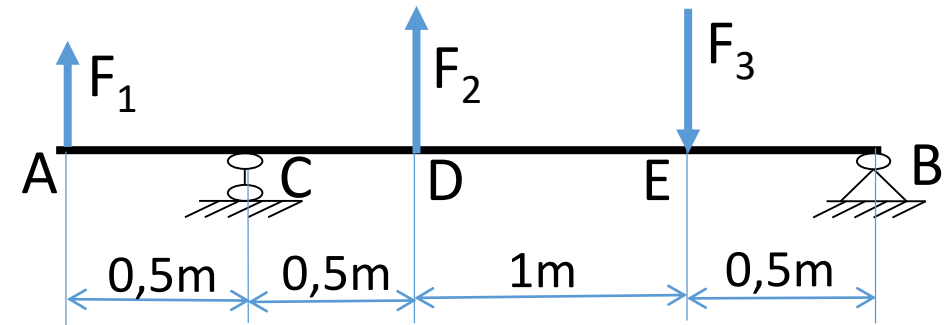
$F_1 = 180\text{N}, F_2 = 60\text{N}, F_3 = 120\text{N}$. Các

kích thước cho trên hình vẽ.

Giải:

$$M_C = \sum \bar{m}_C(\vec{F}_i) = -F_1.CA + F_2.CD - F_3.CE = -180.0,5 + 60.0,5 - 120.1,5 = -120 \text{ (N)}$$

$$M_B = \sum \bar{m}_B(\vec{F}_i) = -F_1.BA - F_2.BD + F_3.BE = -180.2,5 - 60.1,5 + 120.0,5 = -480 \text{ (N)}$$



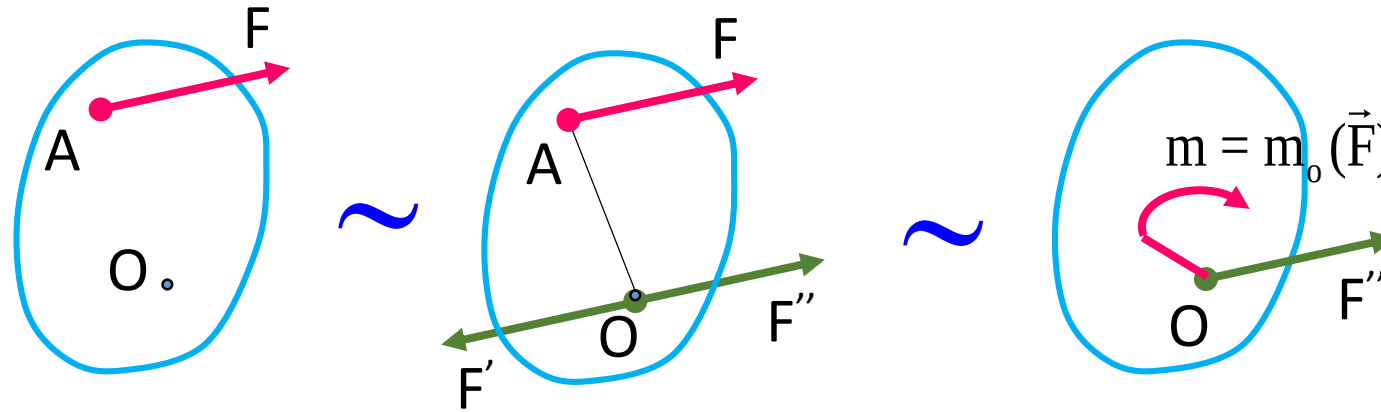
2. THU GỌN HỆ LỰC PHẪNG

Mục tiêu:

- *Trình bày được định lý dời lực song song.*
- *Áp dụng định lý dời lực, thu gọn được hệ lực phẳng về một tâm.*
- *Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.*

2. THU GỌN HỆ LỰC PHẪNG

2.1. Định lý dời lực song song:

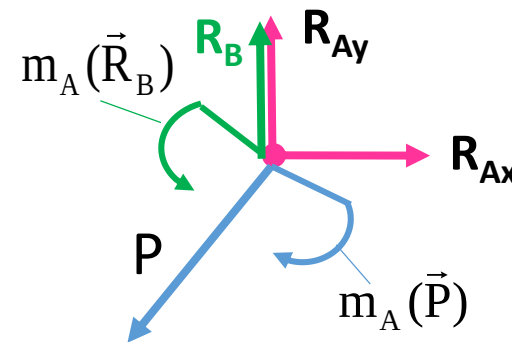
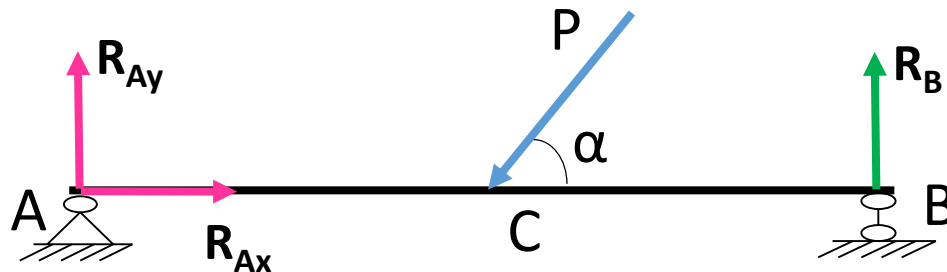


$$\vec{F} \sim (\vec{F}, \vec{F}', \vec{F}'') \sim [\vec{F}'' \text{ và } (\vec{F}, \vec{F}')] \sim [\vec{F}, \bar{m}_0(\vec{F})]$$

- Lực $\vec{F}$ đặt tại A tương đương với tác dụng của lực $\vec{F}$ đặt tại O và một ngẫu lực có moment bằng moment của lực $\vec{F}$ đối với điểm O .

2. THU GỌN HỆ LỰC PHẪNG

2.2. Thu gọn hệ lực phẳng về một tâm:



➤ Kết luận: Thu gọn hệ lực phẳng về một tâm, ta được một hệ lực phẳng đồng quy tại điểm thu gọn và một hệ ngẫu lực phẳng.

- Hệ lực phẳng đồng quy tương đương với **vector chính đặt tại tâm thu gọn**. $\vec{R} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$ (không phụ thuộc vào tâm thu gọn)

- Hệ ngẫu lực phẳng tương đương với **moment chính của hệ lực đối với tâm thu gọn**. $\bar{M}_O = \sum_{i=1}^n \bar{m}_O(\vec{F}_i)$ (phụ thuộc vào tâm thu gọn)

3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG VÀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG

Mục tiêu:

- Trình bày được điều kiện cân bằng của hệ lực phẳng.
- Liệt kê được các dạng phương trình cân bằng của hệ lực phẳng.
- Áp dụng thành thạo các dạng phương trình cân bằng để giải các bài tập hệ lực phẳng cân bằng .
- Có ý thức trách nhiệm, chủ động học tập.

3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG VÀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG

3.1. Điều kiện cân bằng:

*Điều kiện cần và đủ để hệ lực phẳng cân bằng là **vector chính** và **mômen chính** của hệ lực đối với một điểm bất kỳ phải đồng thời bằng không.*

$$\left(\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n \right) \sim 0 \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \vec{R} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0 \\ \bar{M}_O = \sum_{i=1}^n \bar{m}_O \left(\vec{F}_i \right) = 0 \end{array} \right\}$$

3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG VÀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG

3.2. Các phương trình cân bằng:

Hệ lực phẳng bất kỳ

$$R_x = \sum_{i=1}^n \bar{F}_{ix} = 0$$

$$R_y = \sum_{i=1}^n \bar{F}_{iy} = 0$$

$$M_O = \sum \bar{m}_O(\vec{F}_i) = 0$$

Hệ lực phẳng đồng quy

$$R_x = \sum_{i=1}^n \bar{F}_{ix} = 0$$

$$R_y = \sum_{i=1}^n \bar{F}_{iy} = 0$$

Hệ lực phẳng song song

$$R_y = \sum_{i=1}^n \bar{F}_{iy} = 0$$

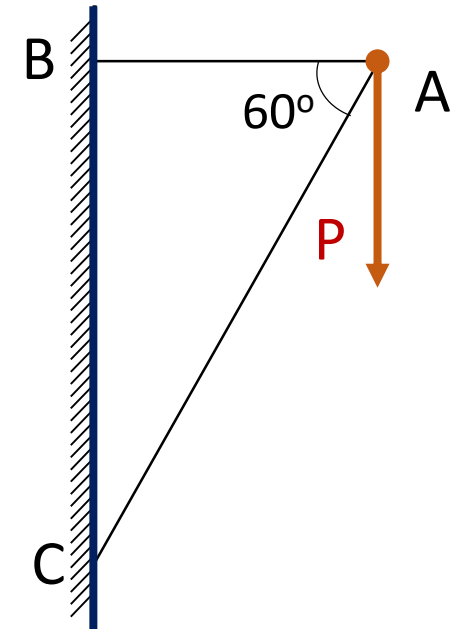
$$M_O = \sum \bar{m}_O(\vec{F}_i) = 0$$

3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG VÀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG

3.3. Bài toán áp dụng:

3.3.1. Hệ lực phẳng đồng quy:

Tại điểm A của một giá đỡ gồm hai thanh AB và AC, người ta treo vật nặng có trọng lượng $P = 500\text{N}$ theo sơ đồ hình vẽ. Xác định phản lực của hai thanh AB và AC.



3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG VÀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG

3.3. Bài toán áp dụng:

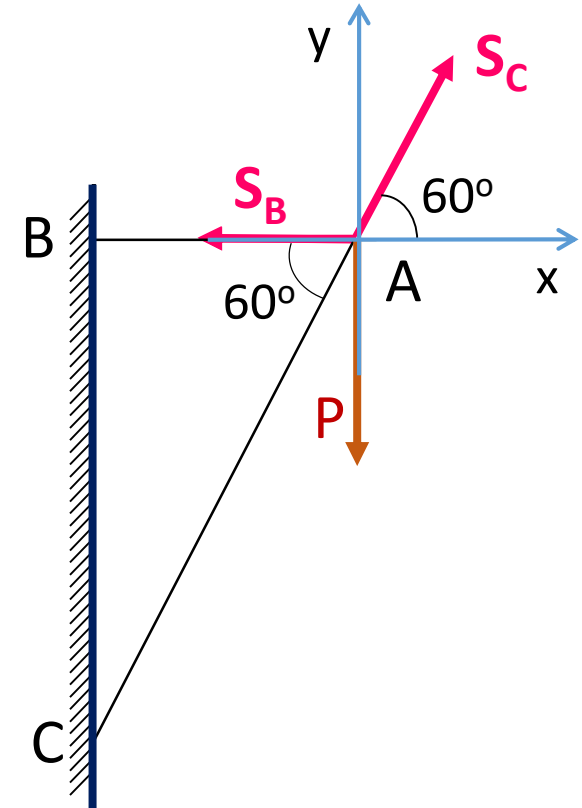
3.3.1. Hệ lực phẳng đồng quy:

Giải:

Hệ lực tác dụng : $(\vec{P}, \vec{S}_B, \vec{S}_C) \sim 0$

$$\begin{cases} R_x = 0 \\ R_y = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -S_B + S_C \cdot \cos 60^\circ + 0 = 0 \\ 0 + S_C \cdot \sin 60^\circ - P = 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} -S_B + S_C \cdot \cos 60^\circ = 0 \\ S_C \cdot \sin 60^\circ = 500 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} S_B = 288,7(\text{N}) \\ S_C = 577(\text{N}) \end{cases}$$

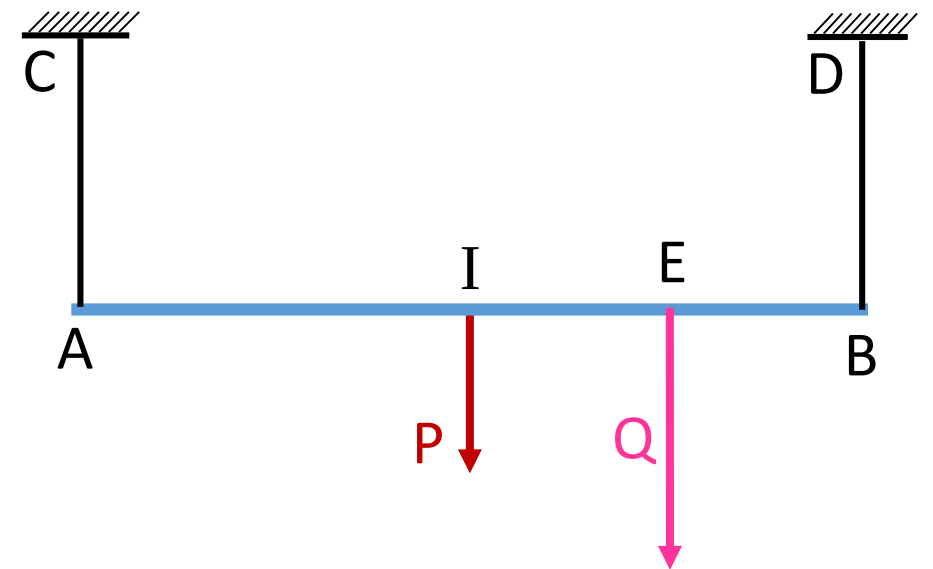


3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG VÀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG

3.3. Bài toán áp dụng:

3.3.1. Hệ lực phẳng song song:

Thanh AB có trọng lượng $P = 200\text{N}$ được treo song song bởi 2 dây AC và BD. Tại điểm E trên thanh AB, người ta treo vật nặng có trọng lượng $Q = 600\text{N}$. Xác định sức căng của 2 dây AC và BD. Biết $AE = 60\text{cm}$ và $EB = 20\text{cm}$

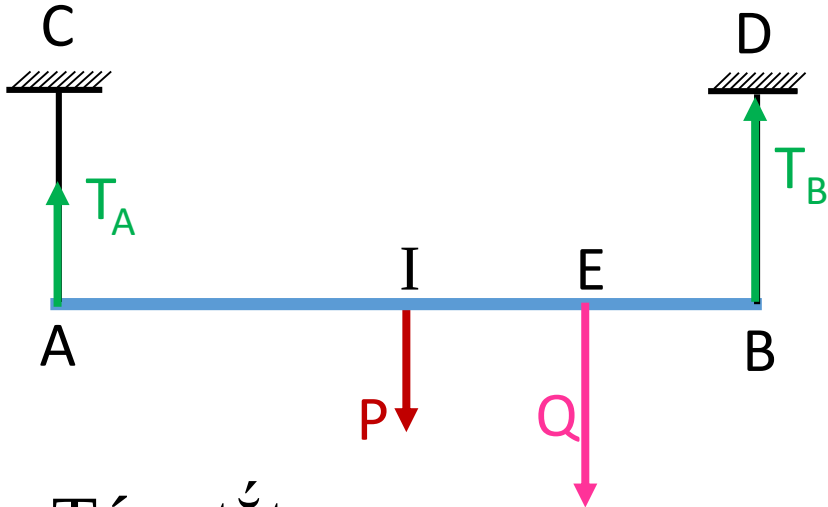


3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG VÀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG

3.3. Bài toán áp dụng:

3.3.1. Hệ lực phẳng song song:

Giải:



Tóm tắt:

$P = 200\text{N}$; $AE = 60\text{cm}$

$Q = 600\text{N}$; $EB = 20\text{cm}$

Hệ lực tác dụng : $(\vec{P}, \vec{Q}, \vec{T}_A, \vec{T}_B) \sim 0$

$$\begin{cases} R_y = 0 \\ M_A = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} T_A + T_B - P - Q = 0 \\ T_A \cdot 0 + T_B \cdot AB - P \cdot AI - Q \cdot AE = 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} T_A + T_B - 200 - 600 = 0 \\ T_B \cdot 80 - 200 \cdot 40 - 600 \cdot 60 = 0 \end{cases}$$

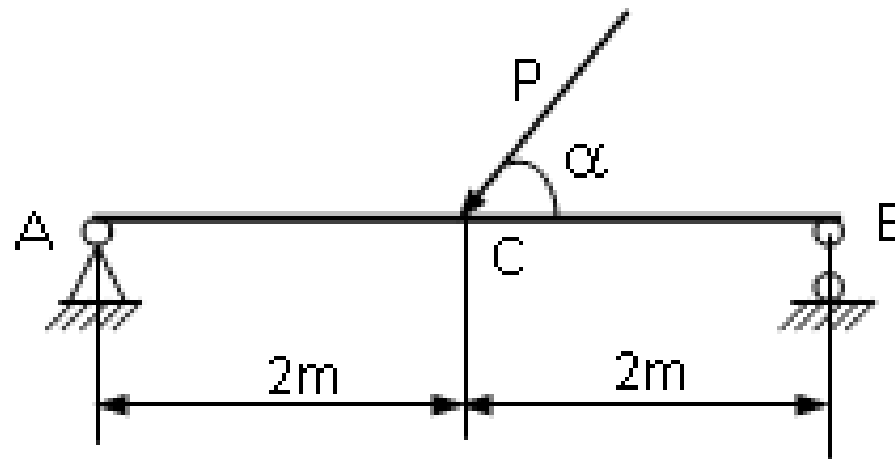
$$\Leftrightarrow \begin{cases} T_A = 250(\text{N}) \\ T_B = 550(\text{N}) \end{cases}$$

3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG VÀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG

3.3. Bài toán áp dụng:

3.3.1. Hệ lực phẳng bất kỳ:

Dầm AB tựa tại gối đỡ A và B. Tại trung điểm của dầm tác dụng lực $P = 20\text{KN}$ nghiêng một góc $\alpha = 45^\circ$ so với trục của nó. Hãy xác định phản lực tại A và B. Kích thước cho trên hình vẽ.

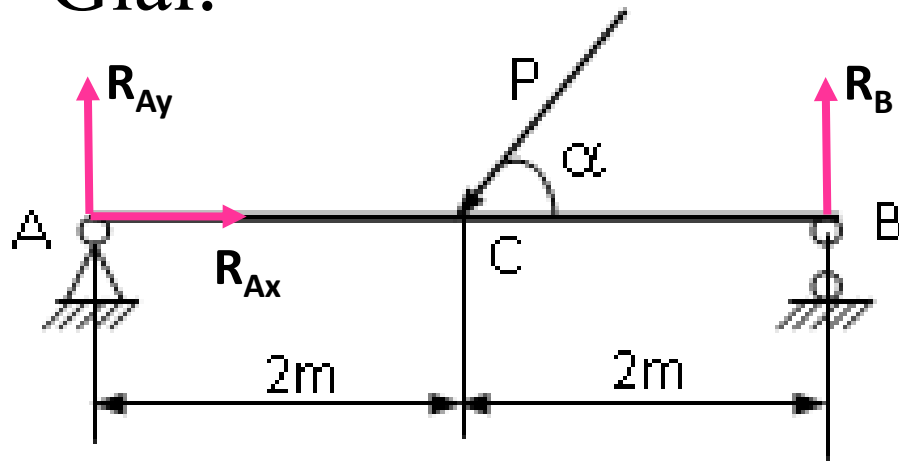


3. ĐIỀU KIỆN CÂN BẰNG VÀ CÁC PHƯƠNG TRÌNH CÂN BẰNG

3.3. Bài toán áp dụng:

3.3.1. Hệ lực phẳng bất kỳ:

Giải:



Tóm tắt:

$$P = 20 \text{ kN}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

Hệ lực tác dụng: $(\vec{P}, \vec{R}_{Ax}, \vec{R}_{Ay}, \vec{R}_B) \sim 0$

$$\begin{cases} R_x = R_{Ax} - P \cdot \cos 45^\circ = 0 \\ R_y = R_{Ay} - P \cdot \sin 45^\circ + R_B = 0 \\ M_A = -P \cdot AC \cdot \sin 45^\circ + R_B \cdot AB = 0 \end{cases}$$
$$\Leftrightarrow \begin{cases} R_{Ax} - 20 \cdot \cos 45^\circ = 0 \\ R_{Ay} - 20 \cdot \sin 45^\circ + R_B = 0 \\ -20 \cdot 2 \cdot \sin 45^\circ + R_B \cdot 4 = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} R_{Ax} = 14,142 \text{ (kN)} \\ R_{Ay} = 7,071 \text{ (kN)} \\ R_B = 7,071 \text{ (kN)} \end{cases}$$

Chiều lực $\vec{F}$
 $F_x = \pm F \cdot \cos \alpha$
 $F_y = \pm F \cdot \sin \alpha$

Chiều hệ lực
 $\bar{R}_x = \sum \bar{F}_{ix}$
 $\bar{R}_y = \sum \bar{F}_{iy}$

Moment lực $\vec{F}$
 $\bar{m}_0(\vec{F}) = \pm F \cdot d$

Moment chính
 $\bar{M}_O = \sum_{i=1}^n \bar{m}_O(\vec{F}_i)$

Vector chính $\vec{R} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i$

Moment chính đối với điểm

Hệ lực phẳng

Thu gọn HLP:

- Vector chính $\vec{R}$
- Moment chính $\bar{M}_O$

ĐKCB của HLP bất kỳ:

$$R_x = 0; R_y = 0$$

$$M_O = 0$$

ĐKCB của HLP:

- Vector chính $\vec{R} = 0$
- Moment chính $\bar{M}_O = 0$

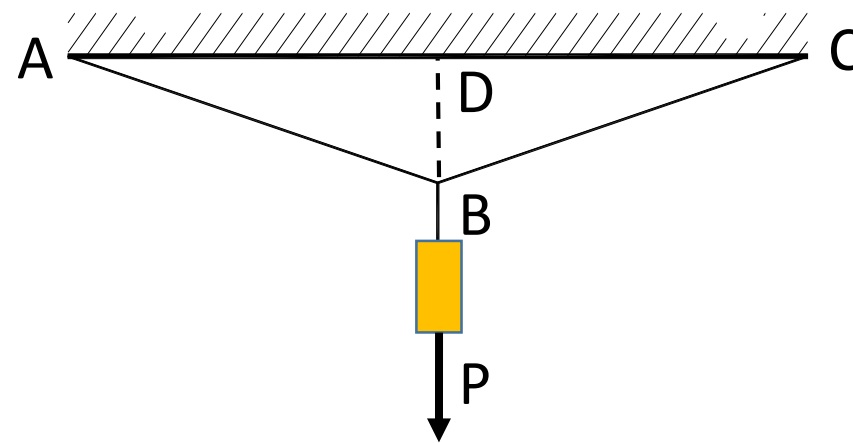
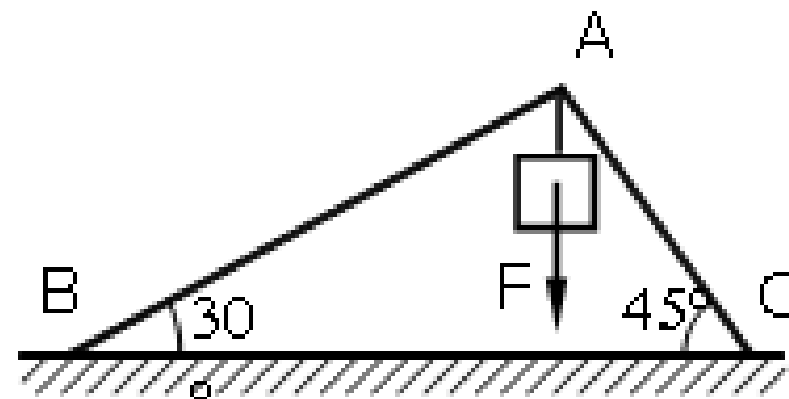
ĐKCB của HLP
đồng quy: $R_x = 0$
 $R_y = 0$

ĐKCB của HLP
song song: $R_y = 0$
 $M_O = 0$

BÀI TẬP CHƯƠNG 2

Hệ lực phẳng đồng quy:

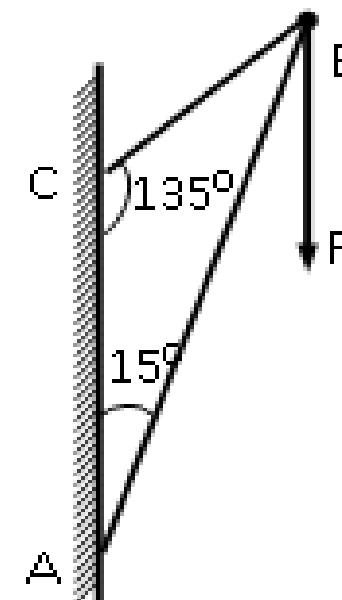
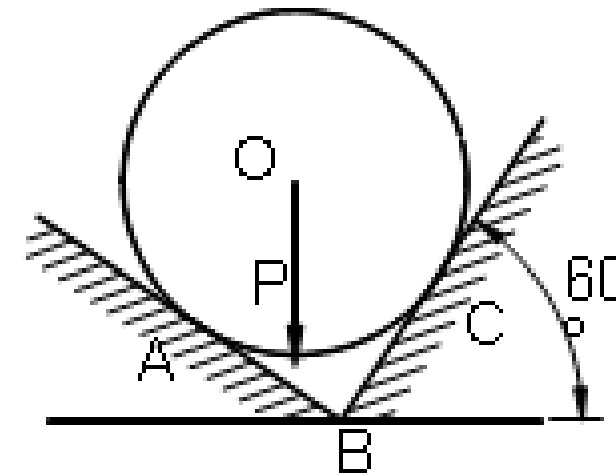
1. Tại điểm A của giá gồm hai thanh AB và AC, người ta treo vật nặng trọng lượng $P = 1000\text{N}$. Xác định phản lực của các thanh đó.
2. Đèn trọng lượng $P = 80\text{N}$ gắn vào điểm giữa B của dây cáp ABC. Hai đầu dây gắn vào móc A và C trên mặt phẳng ngang. Độ dài dây ABC là $1,6\text{ m}$, độ dài $BD = 0,1\text{m}$. Xác định sức căng của 2 nhánh dây.



BÀI TẬP CHƯƠNG 2

Hệ lực phẳng đồng quy:

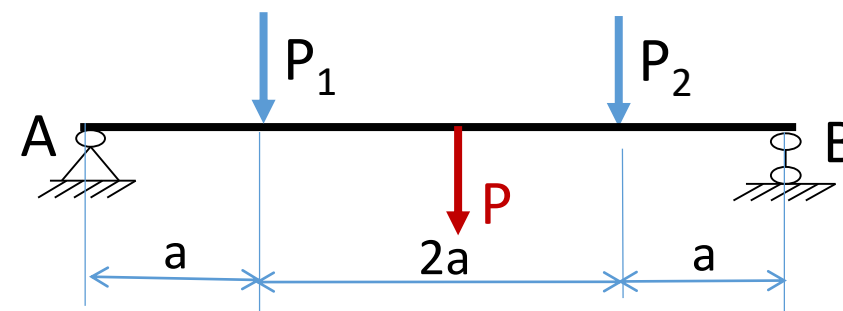
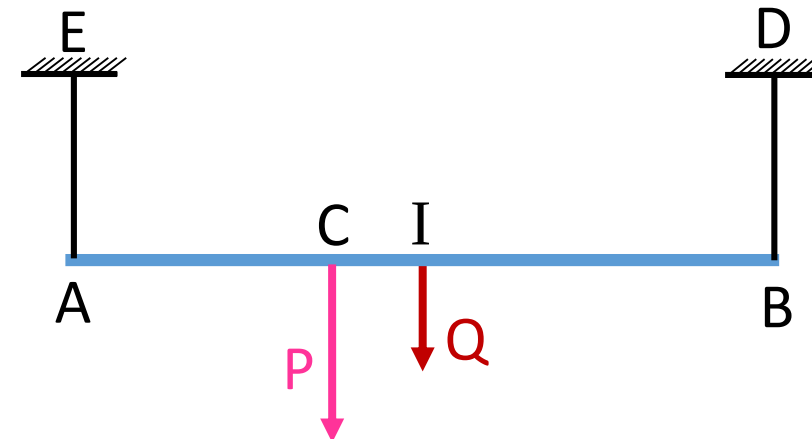
3. Quả cầu đồng chất O có trọng lượng $P = 60\text{N}$ nằm trên hai mặt nghiêng trơn AB và BC vuông góc với nhau. Hãy xác định áp lực của quả cầu lên mỗi mặt phẳng. Biết mặt phẳng BC tạo với phương ngang một góc $= 60^\circ$
4. Cần trục kiểu cột gồm cần nâng AB gắn vào cột nhờ bản lề A và dây xích CB. Tải trọng $P = 200\text{kG}$ treo vào đầu mút B của cần nâng, các góc $BAC = 15^\circ$, $ACB = 135^\circ$. Hãy xác định sức căng của dây xích CB và ứng lực của cần nâng AB



BÀI TẬP CHƯƠNG 2

Hệ lực phẳng song song:

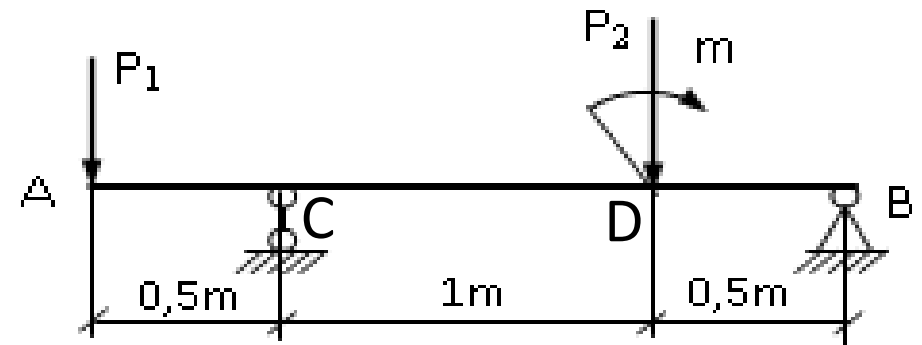
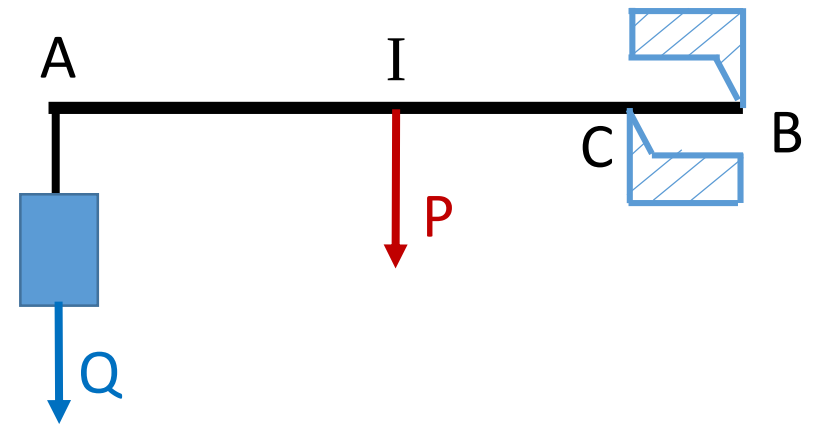
1. Thanh đồng chất AB trọng lượng $Q = 200\text{N}$ được treo bằng 2 dây song song AE và BD. Vật có trọng lượng $P = 800\text{N}$ được treo vào điểm C của thanh AB. Xác định sức căng của 2 dây. Biết $AC = 30\text{ cm}$, $BC = 50\text{ cm}$.
2. Một trục AB trọng lượng $P=120\text{N}$, trên đó có lắp hai bánh răng 1 và 2 lần lượt có trọng lượng $P_1=100\text{N}$ và $P_2= 60\text{N}$. Biết $a = 20\text{cm}$. Tính áp lực của trục lên 2 gối đỡ.



BÀI TẬP CHƯƠNG 2

Hệ lực phẳng song song:

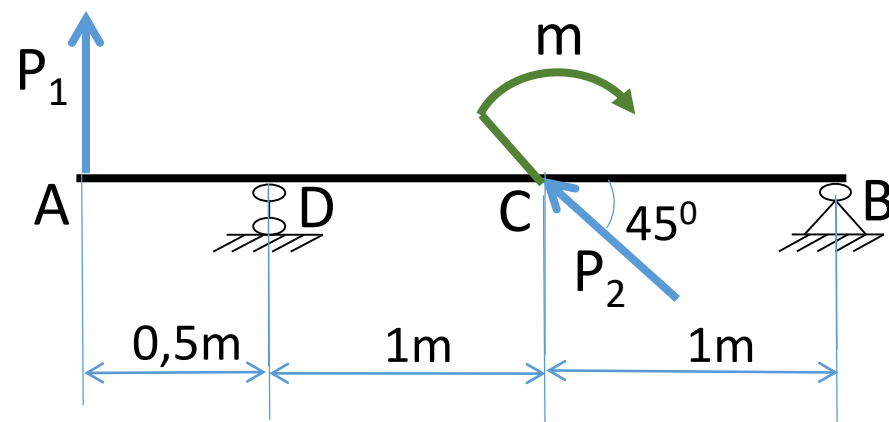
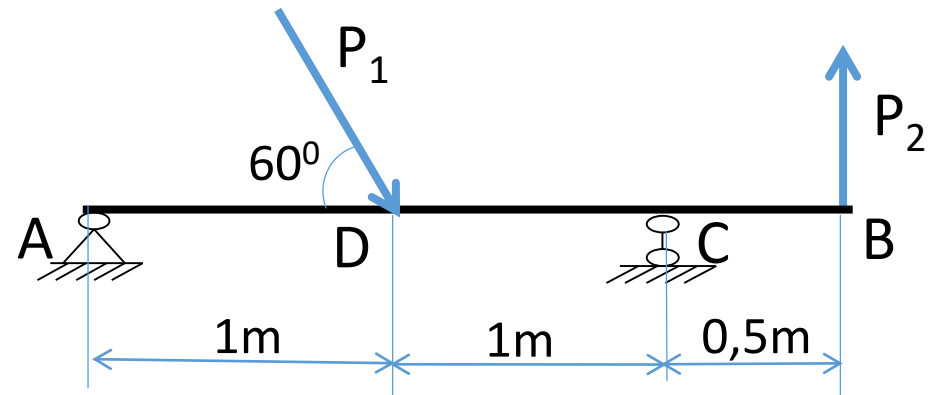
3. Dầm AB đồng chất dài 4m có trọng lượng $P = 0,5$ tấn đặt sâu vào tường có chiều dày $BC = 0,5\text{m}$, sao cho dầm tựa tại các điểm B và C. Tại A, treo tải trọng $Q = 4$ tấn. Hãy xác định phản lực tại các điểm B và C.
4. Dầm AB đặt trên hai gối đỡ C và B. Dầm chịu tác dụng các lực $P_1 = 1000\text{N}$, $P_2 = 2500\text{N}$ và $m = 1000\text{Nm}$. Xác định trị số phản lực tại các gối đỡ C và B.



BÀI TẬP CHƯƠNG 2

Hệ lực phẳng bất kỳ:

1. Dầm AB đặt tại gối đỡ A và C. Tại D và B, người ta lần lượt tác dụng các lực $P_1 = 1000\text{N}$ và $P_2 = 500\text{N}$ (hình vẽ). Hãy xác định phản lực tại A và C.
2. Dầm AB đặt tại gối đỡ D và B. Tại A và C, người ta lần lượt tác dụng các lực $P_1 = 500\text{N}$, $P_2 = 1500\text{N}$ và $m = 450\text{Nm}$ (hình vẽ). Hãy xác định phản lực tại D và B.



BÀI TẬP CHƯƠNG 2

Hệ lực phẳng bất kỳ:

3. Thanh OA nằm ngang có trọng lượng $P=200\text{N}$, gắn vào tường thẳng đứng tại bản lề O và được giữ bởi dây BC nghiêng góc $\alpha = 30^\circ$ so với OA. Tại A tác dụng lực $F=1000\text{N}$. Xác định phản lực tại bản lề O và sức căng dây BC.
4. Thanh AB trọng lượng $P=100\text{N}$, được ngàm chặt tại B và chịu lực phân bố $q = 1000(\text{N/m})$. Tìm phản lực liên kết tại ngàm B (hình vẽ).

