

Sức Bền Vật Liệu

Chương 7:

Tính Chuyển Vị Bằng Phương Pháp Năng Lượng

Image courtesy of ADEPT Airmotive (Pty) Ltd.

<https://sites.google.com/site/trangtantrien/>

trangtantrien@hcmute.edu.vn



Chương 7: Tính Chuyển Vị Bằng Phương Pháp Năng Lượng

1

Các Khái Niệm

2

Thế Năng Biến Dạng Đàn Hồi

3

Định Lý Castigliano

4

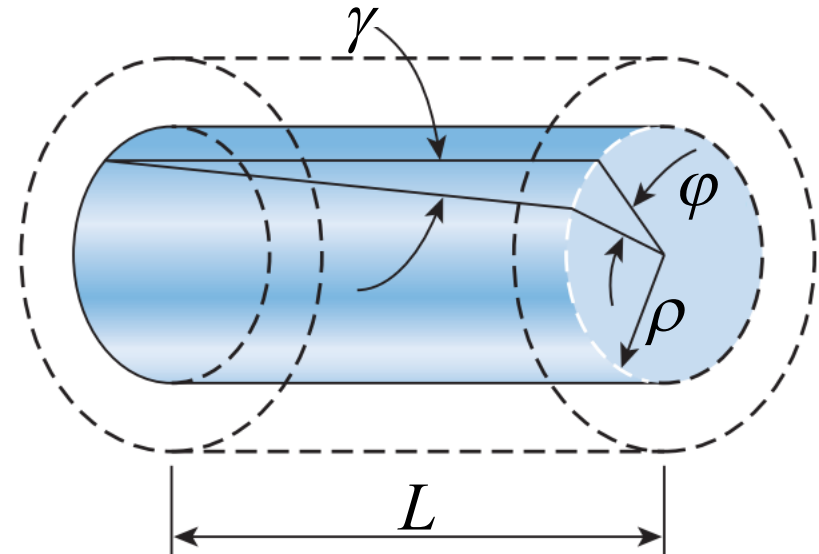
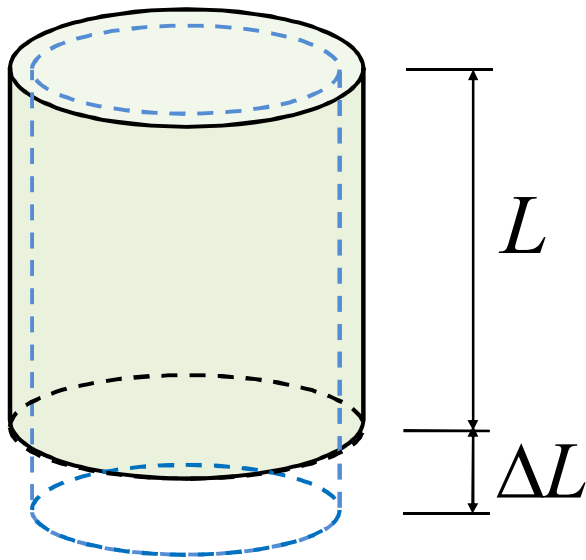
Công Thức Mohr

5

Nhân Biểu Đồ Vêrêxaghin

1

Các Khái Niệm



* Thanh chịu kéo-nén đúng tâm có biến dạng dài dọc trục:

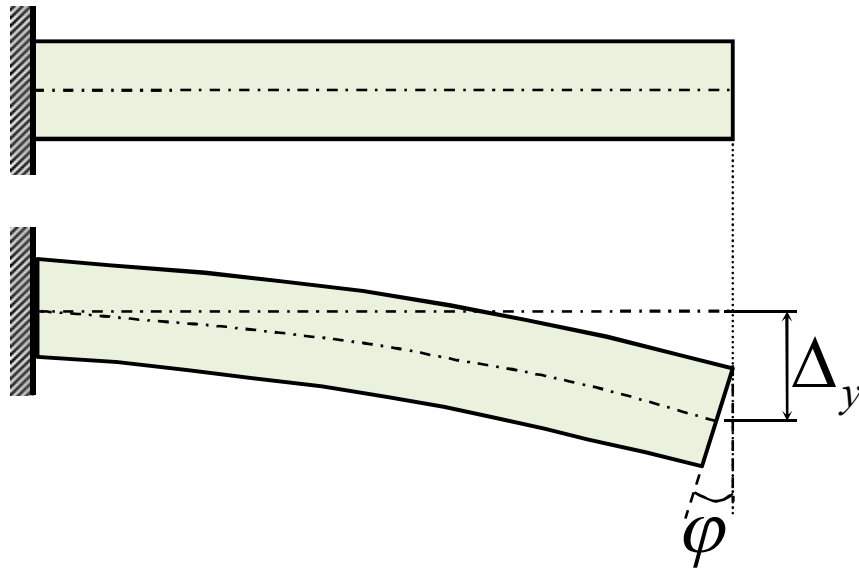
$$\Delta L = \int_L \frac{N_z}{EF} dz; \quad \varepsilon_z = \frac{\Delta L}{L}; \quad \varepsilon_n = -\nu \varepsilon_z$$

* Thanh chịu xoắn thuần túy có góc xoay tương đối giữa hai mặt cắt:

$$\varphi = \int_L \frac{M_z}{GJ_\rho} dz; \quad \gamma = \frac{\tau}{G}$$

1

Các Khái Niệm

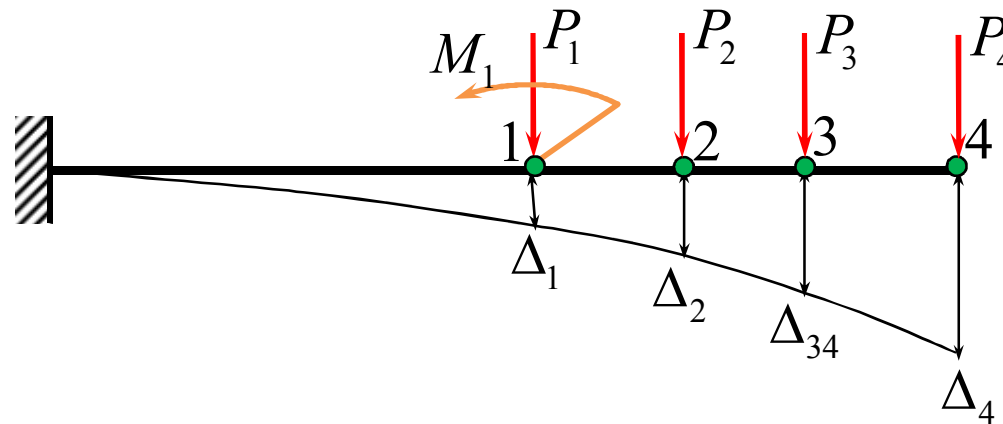


* Thanh chịu uốn phẳng:

- Δ_y : Chuyển vị thẳng của trọng tâm mặt cắt ngang theo phương vuông góc với trục thanh.
- ϕ : Chuyển vị xoay của mặt cắt ngang quanh một trục nằm trong mặt cắt ngang.

1

Các Khái Niệm



- * Kí hiệu cho các đại lượng lực (bao gồm lực và ngẫu lực): P
- * P_k kí hiệu cho lực tại vị trí và theo phương k
- * Kí hiệu cho các đại lượng chuyển vị (bao gồm chuyển vị thẳng và chuyển vị xoay): Δ
 - + Δ_k kí hiệu cho chuyển vị tại vị trí và theo phương k
 - + Δ_{km} kí hiệu cho chuyển vị tại vị trí và theo phương k do nguyên nhân m gây ra
- * δ_{km} kí hiệu cho chuyển vị đơn vị tại vị trí và theo phương k do lực $P_m = 1$ gây ra

2

Thế Năng Biến Dạng Đàn Hồi

* Thanh chịu kéo-nén đúng tâm: $U_1 = \sum_{i=1}^n \int_{L_i} \frac{N_z^2}{2EF} dz$

* Thanh chịu xoắn thuần túy: $U_2 = \sum_{i=1}^n \int_{L_i} \frac{M_z^2}{2GJ_\rho} dz$

* Dầm chịu uốn phẳng, bỏ qua ảnh hưởng lực cắt:

$$\begin{cases} U_3 = \sum_{i=1}^n \int_{L_i} \frac{M_x^2}{2EJ_x} dz \\ U_4 = \sum_{i=1}^n \int_{L_i} \frac{M_y^2}{2EJ_y} dz \end{cases}$$

$$\Delta_k = \frac{\partial U}{\partial P_k}$$

=> Trong hệ đàn hồi tuyến tính, chuyển vị tại một vị trí và theo một phương nào đó bằng đạo hàm riêng của thế năng biến dạng đàn hồi tích lũy trong hệ lấy đối với biến số là lực tại vị trí và theo phương cần tính chuyển vị.

* Đối với thanh chịu kéo-nén đúng tâm: $U = \sum_{i=1}^n \int_{L_i} \frac{N_z^2}{2EF} dz$

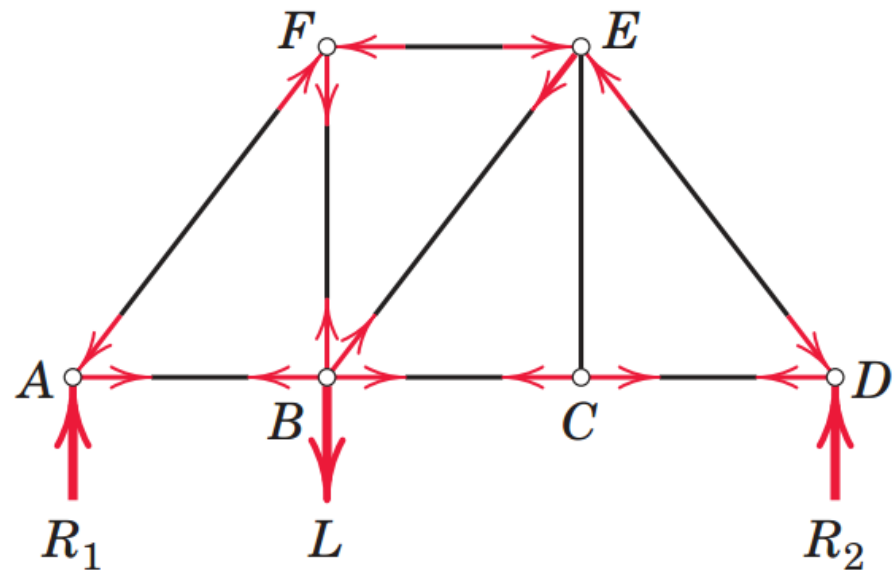
$$\Rightarrow \Delta_k = \sum_{i=1}^n \frac{\partial U_i}{\partial P_k} = \sum_{i=1}^n \int_{L_i} \frac{N_{z_i} \frac{\partial N_{z_i}}{\partial P_k}}{E_i F_i} dz$$

3

Định Lý Castigliano

* Đối với hệ dàn (hệ thanh-khớp) chỉ chịu kéo hoặc nén đúng tâm và có $N_z/(EF) = \text{const}$ trên suốt chiều dài L_i

$$\Delta_k = \sum_{i=1}^n \frac{N_{z_i} \frac{\partial N_{z_i}}{\partial P_k}}{E_i F_i} L_i$$

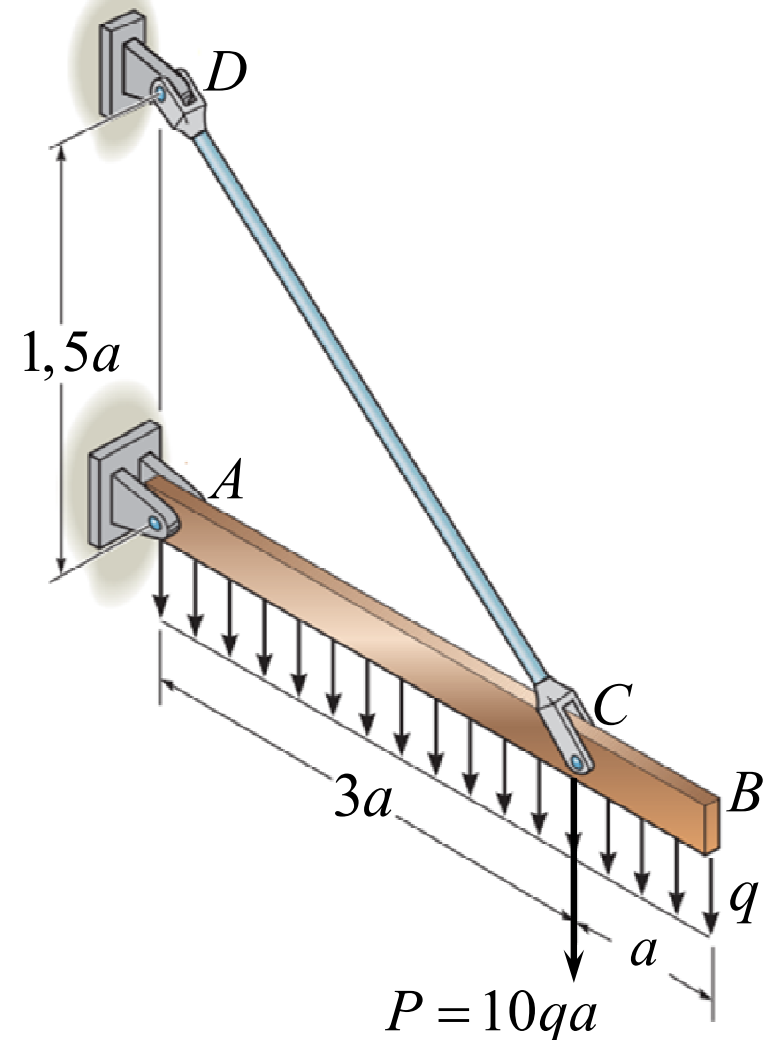


* Nếu tại vị trí và theo phương cần tính chuyển vị không có lực P_k ta đặt một lực P_g tại vị trí và theo phương cần tính chuyển vị. Sau khi đạo hàm $\partial N_z / \partial P_g$ ta cho $P_g = 0$

Ví dụ: Dầm cầu trục AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi thanh CD như hình vẽ. Thanh CD mặt cắt ngang hình tròn đường kính $d=20\text{mm}$ và được làm bằng thép có môđun đàn hồi $E=2,1 \cdot 10^4 \text{ kN/cm}^2$, ứng suất cho phép $[\sigma]=19 \text{ kN/cm}^2$. Cho: $a=1\text{m}$.

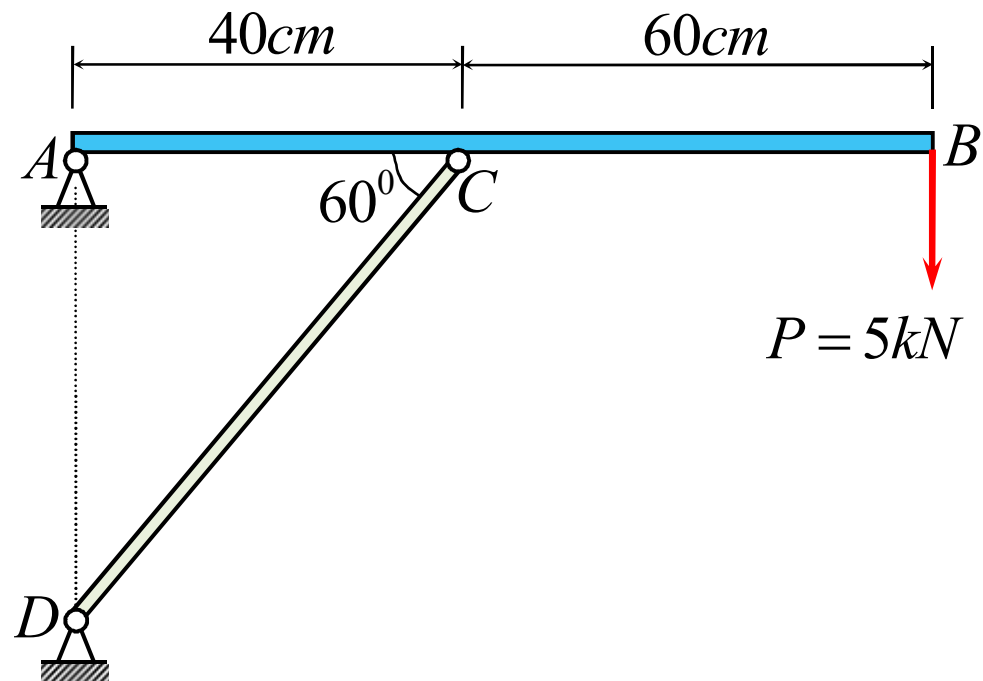
+ Xác định tải trọng cho phép q theo điều kiện bền.

+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại C .



Ví dụ: Thanh AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được đỡ bởi hai thanh CD như hình vẽ. Mỗi thanh CD có diện tích mặt cắt ngang F và được làm bằng thép có $E=2,1.10^4 kN/cm^2$, $[\sigma]=19kN/cm^2$.

- + Xác định diện tích mặt cắt ngang F của mỗi thanh CD theo điều kiện bền.
- + Tính chuyển vị thẳng đứng tại B .

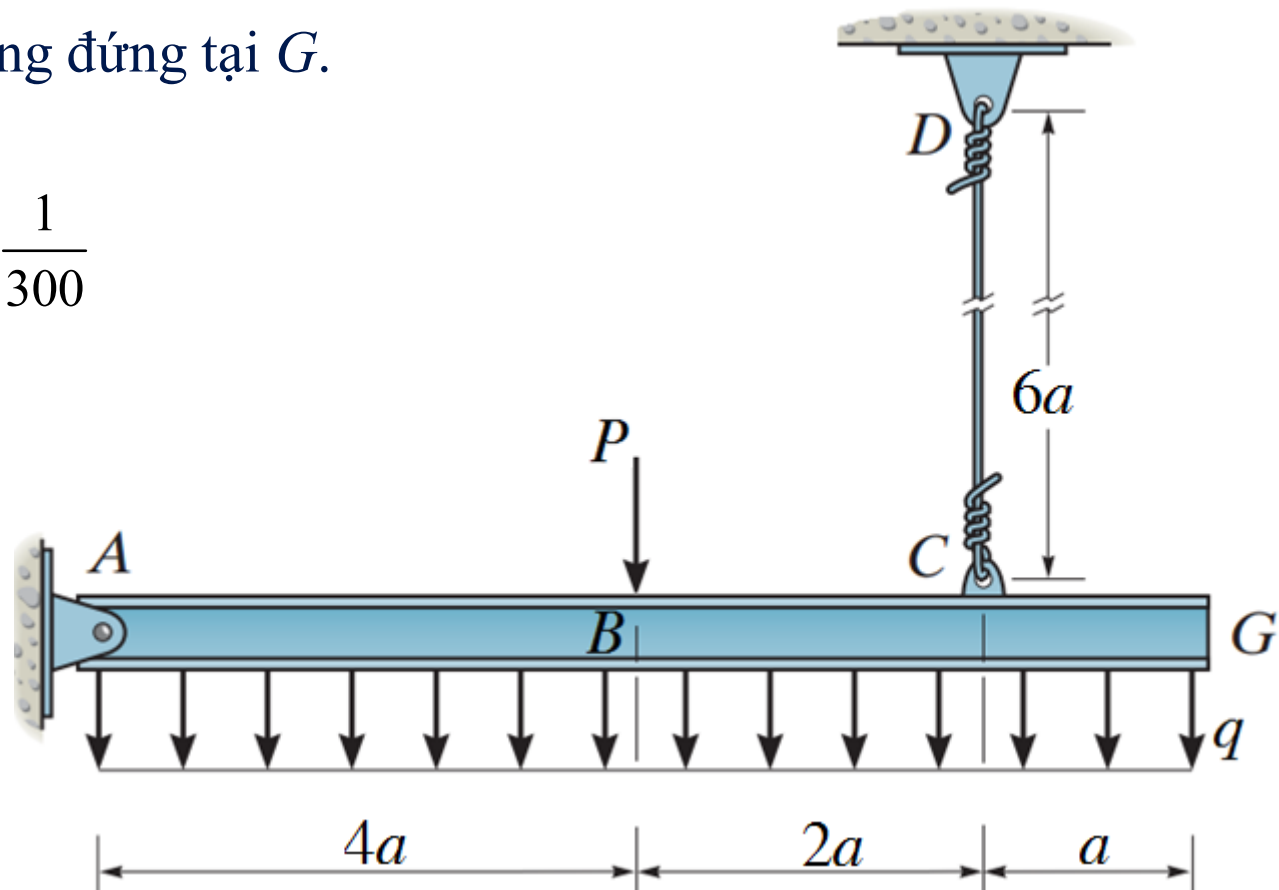


Ví dụ: Thanh AG tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi dây CD như hình vẽ. Dây CD làm bằng thép có môđun đàn hồi $E=2,1.10^4 kN/cm^2$ và có ứng suất cho phép $[\sigma]=23kN/cm^2$.

+ Xác định diện tích mặt cắt ngang của dây CD theo điều kiện bền và điều kiện cứng.

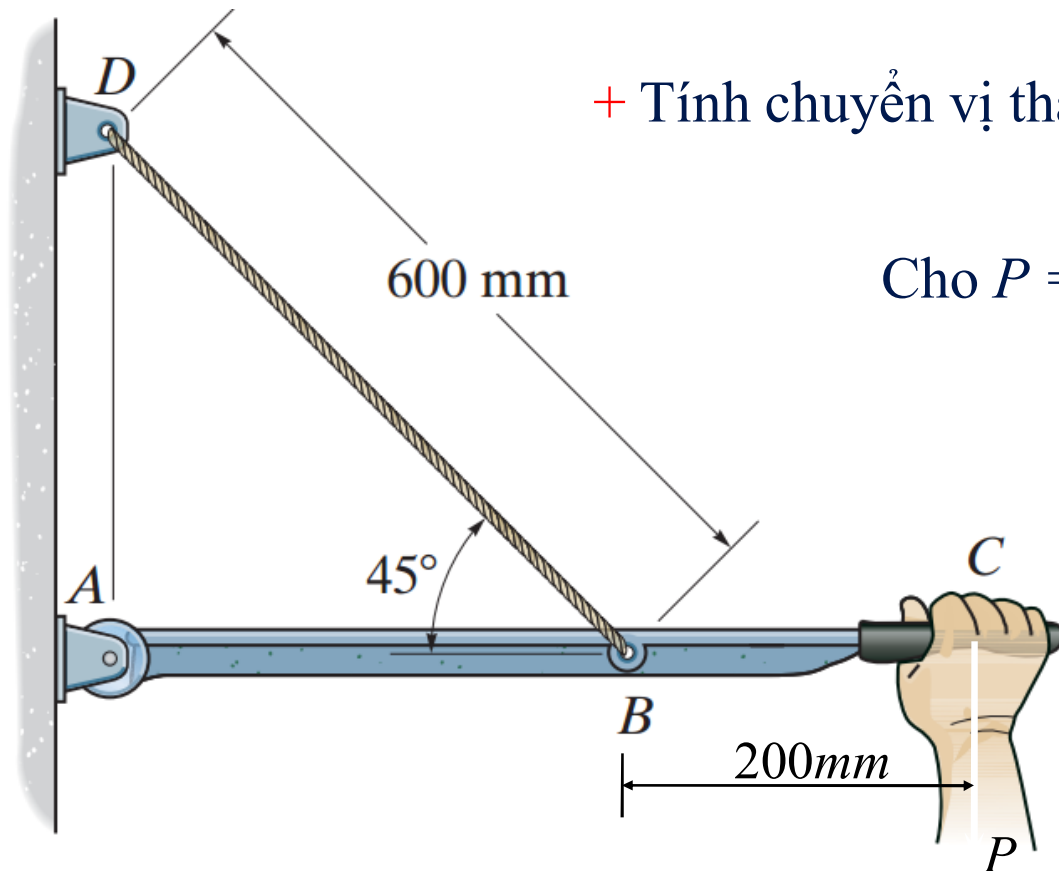
+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại G .

Cho:
$$\left[\frac{\Delta L}{L} \right] = \frac{1}{300}$$



Ví dụ: Thanh AC tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi dây BD như hình vẽ. Dây DB làm bằng thép có môđun đàn hồi $E=1,6 \cdot 10^2 \text{ kN/cm}^2$ và có ứng suất cho phép $[\sigma]=6 \text{ kN/cm}^2$.

+ Xác định diện tích mặt cắt ngang của thanh DB theo điều kiện bền.



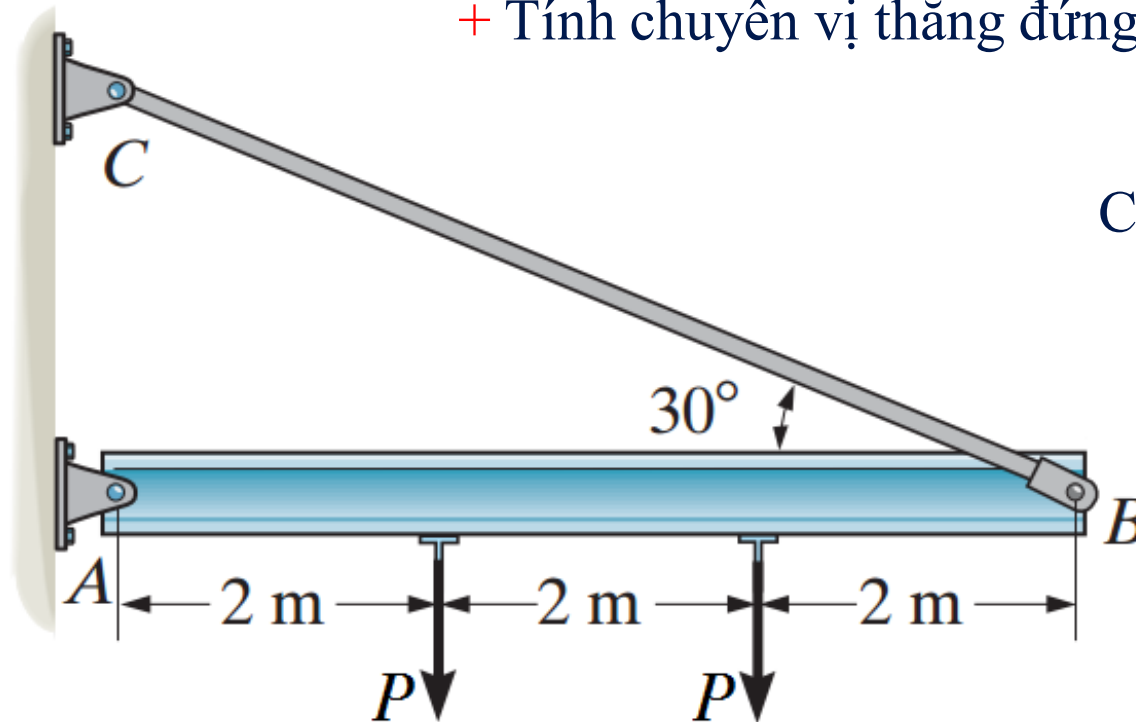
+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại C .

Cho $P = 200 \text{ N}$.

Ví dụ: Thanh AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi thanh BC như hình vẽ. Thanh BC có diện tích mặt cắt ngang $F=890\text{mm}^2$ và được làm bằng thép có môđun đàn hồi $E=2,1.10^4\text{kN/cm}^2$ và có ứng suất cho phép $[\sigma]=19\text{kN/cm}^2$.

+ Xác định tải trọng cho phép tác dụng lên dàn theo điều kiện bền và điều kiện cứng.

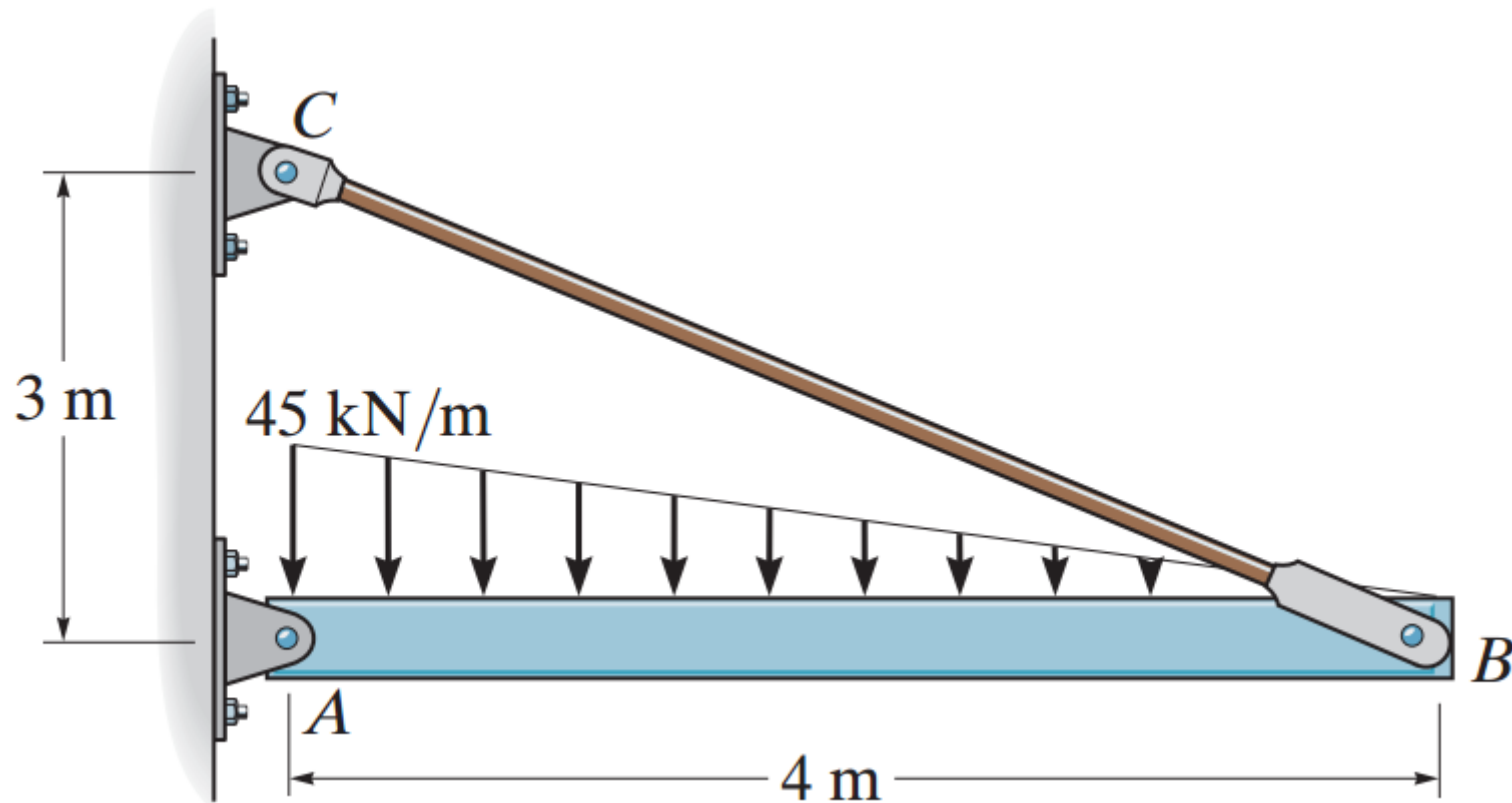
+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại B .



Cho:
$$\left[\frac{\Delta L}{L} \right] = \frac{1}{400}$$

Ví dụ: Thanh AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi thanh BC như hình vẽ. Thanh BC làm bằng thép có môđun đàn hồi $E=2,1.10^4 kN/cm^2$ và có ứng suất cho phép $[\sigma]=19kN/cm^2$.

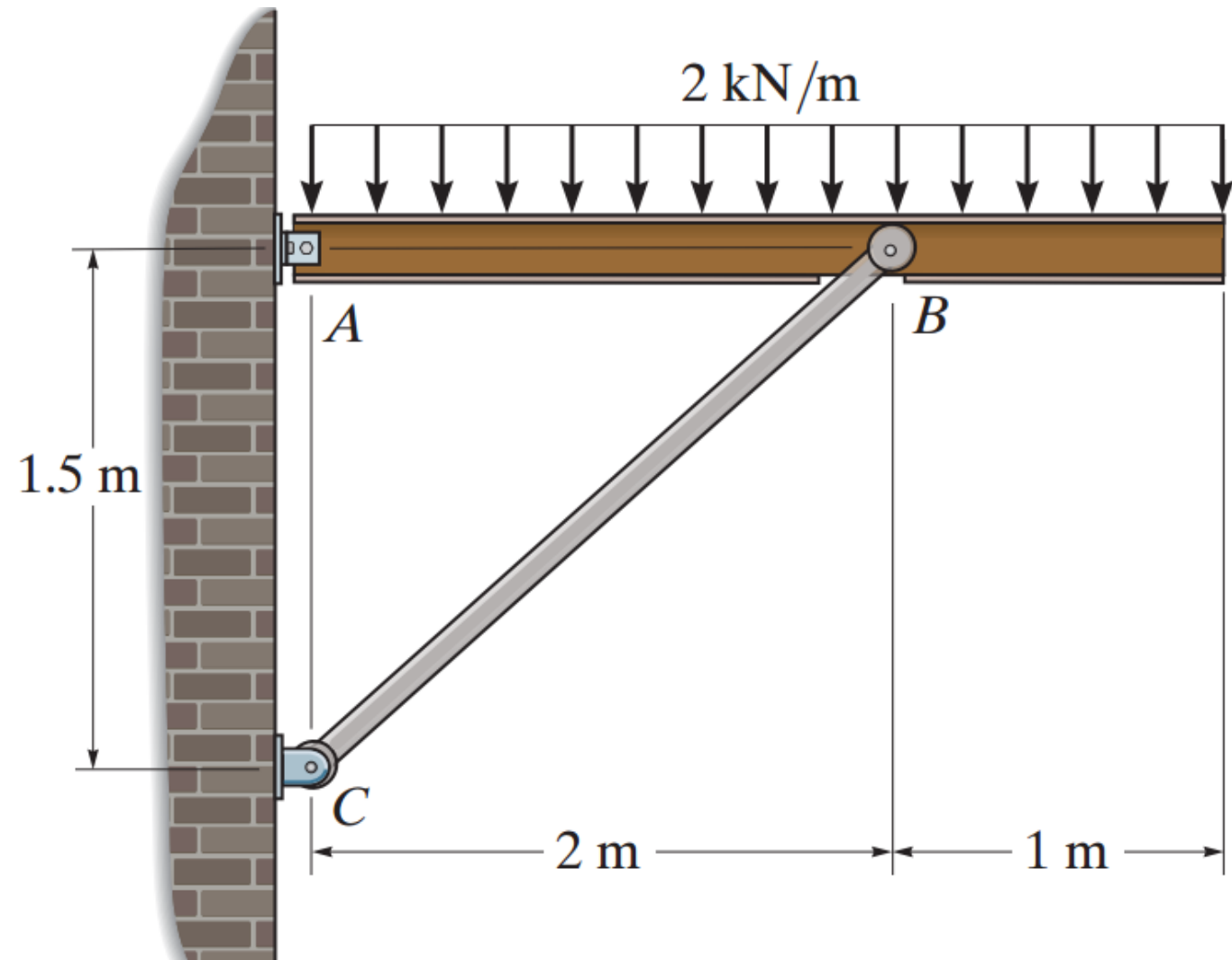
- + Xác định diện tích mặt cắt ngang của thanh BC theo điều kiện bền.
- + Tính chuyển vị thẳng đứng tại B .



Ví dụ: Dầm AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi thanh BC như hình vẽ. Thanh BC làm bằng thép có môđun đàn hồi $E=2,1.10^4 kN/cm^2$ và có ứng suất cho phép $[\sigma]=19kN/cm^2$.

+ Xác định diện tích mặt cắt ngang của thanh BC theo điều kiện bền.

+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại B .



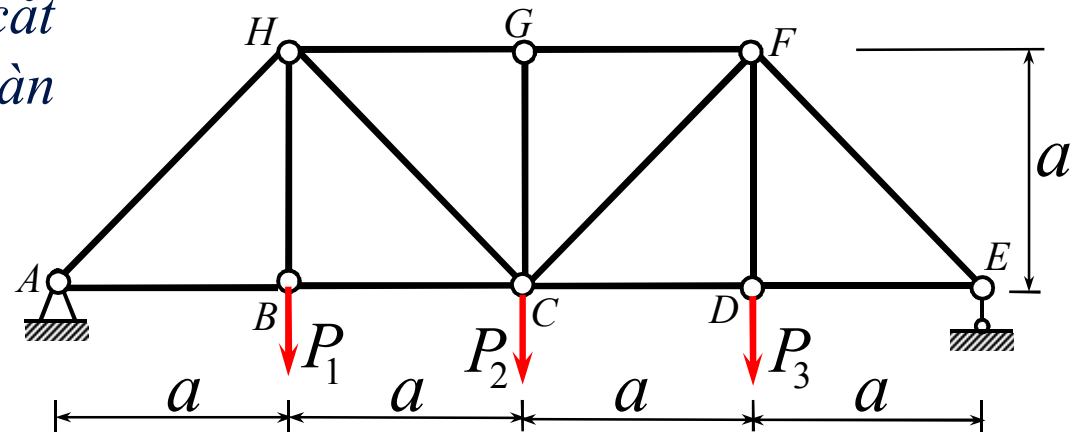
Ví dụ: Cho hệ dàn chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Các thanh trong dàn có cùng diện tích mặt cắt ngang F và làm bằng thép có môđun đàn hồi E , ứng suất cho phép $[\sigma]$.



+ Xác định ứng lực trong các thanh của hệ dàn.

+ Xác định diện tích mặt cắt ngang F để các thanh trong dàn cùng bền.

+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại C



Cho: $[\sigma] = 21 \text{ kN} / \text{cm}^2$, $E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kN} / \text{cm}^2$; $P_1 = P_2 = P_3 = 45 \text{ kN}$; $a = 2 \text{ m}$

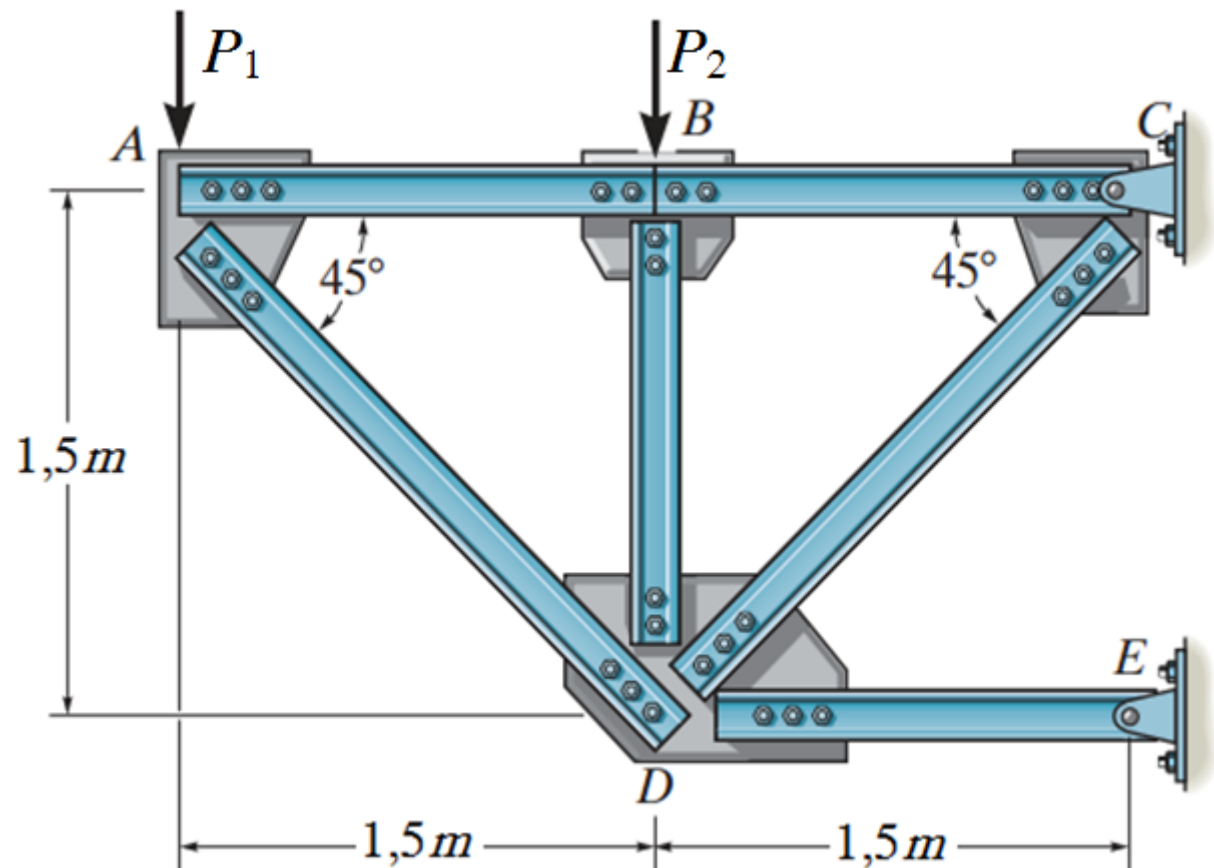
Ví dụ: Cho hệ dàn có liên kết, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Các thanh trong dàn có cùng diện tích mặt cắt ngang F và làm bằng thép có

$$[\sigma] = 21 \text{ kN} / \text{cm}^2, E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

- + Xác định ứng lực trong các thanh của hệ dàn
- + Xác định diện tích mặt cắt ngang của các thanh trong dàn theo điều kiện bền.

+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại A .

Cho:
$$\begin{cases} P_1 = 20 \text{ kN} \\ P_2 = 10 \text{ kN} \end{cases}$$



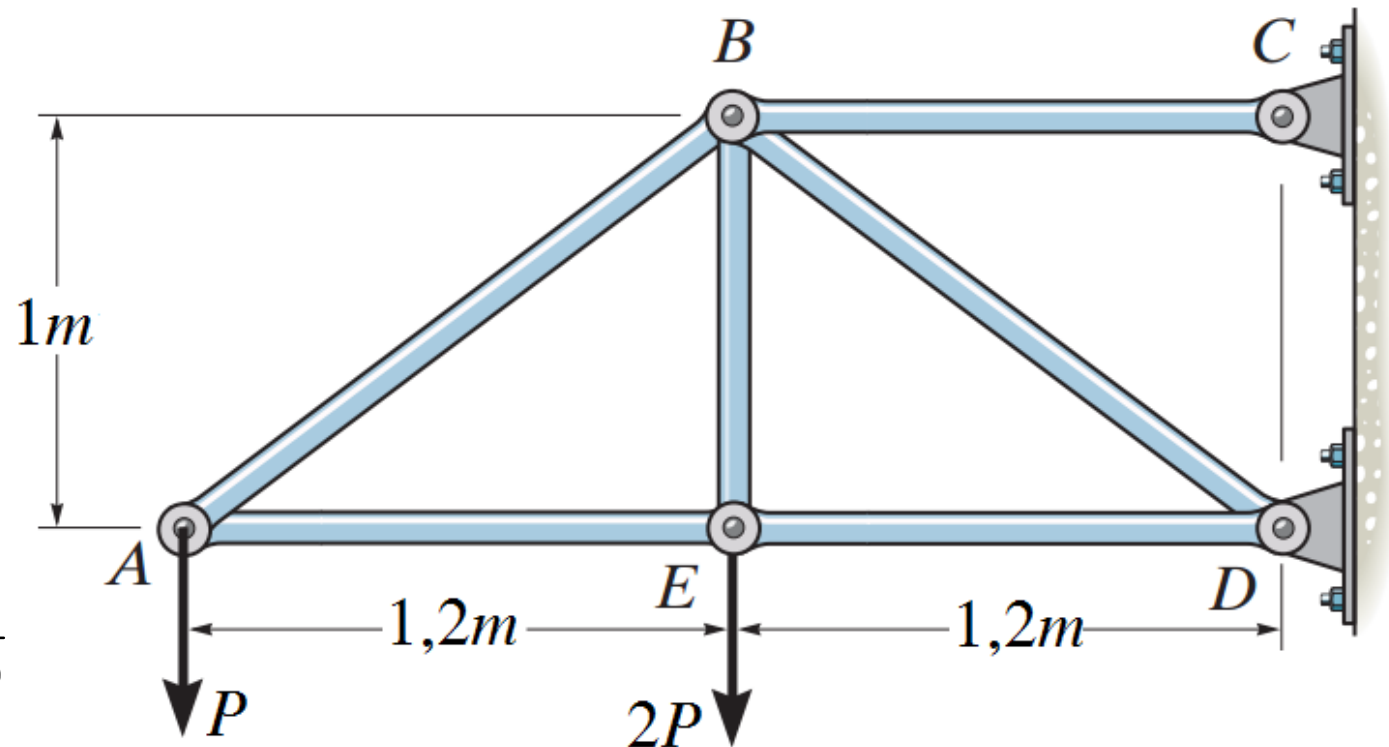
Ví dụ: Cho hệ dàn có liên kết, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Các thanh trong dàn có cùng diện tích mặt cắt ngang $F=806mm^2$ và được làm bằng thép có môđun đàn hồi $E=2,1.10^4kN/cm^2$ và có ứng suất cho phép $[\sigma]=21kN/cm^2$.

+ Xác định ứng lực trong các thanh của hệ dàn

+ Xác định tải trọng cho phép tác dụng lên dàn theo điều kiện bền và điều kiện cứng.

+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại A.

Cho: $\left[\frac{\Delta L}{L} \right] = \frac{1}{300}$



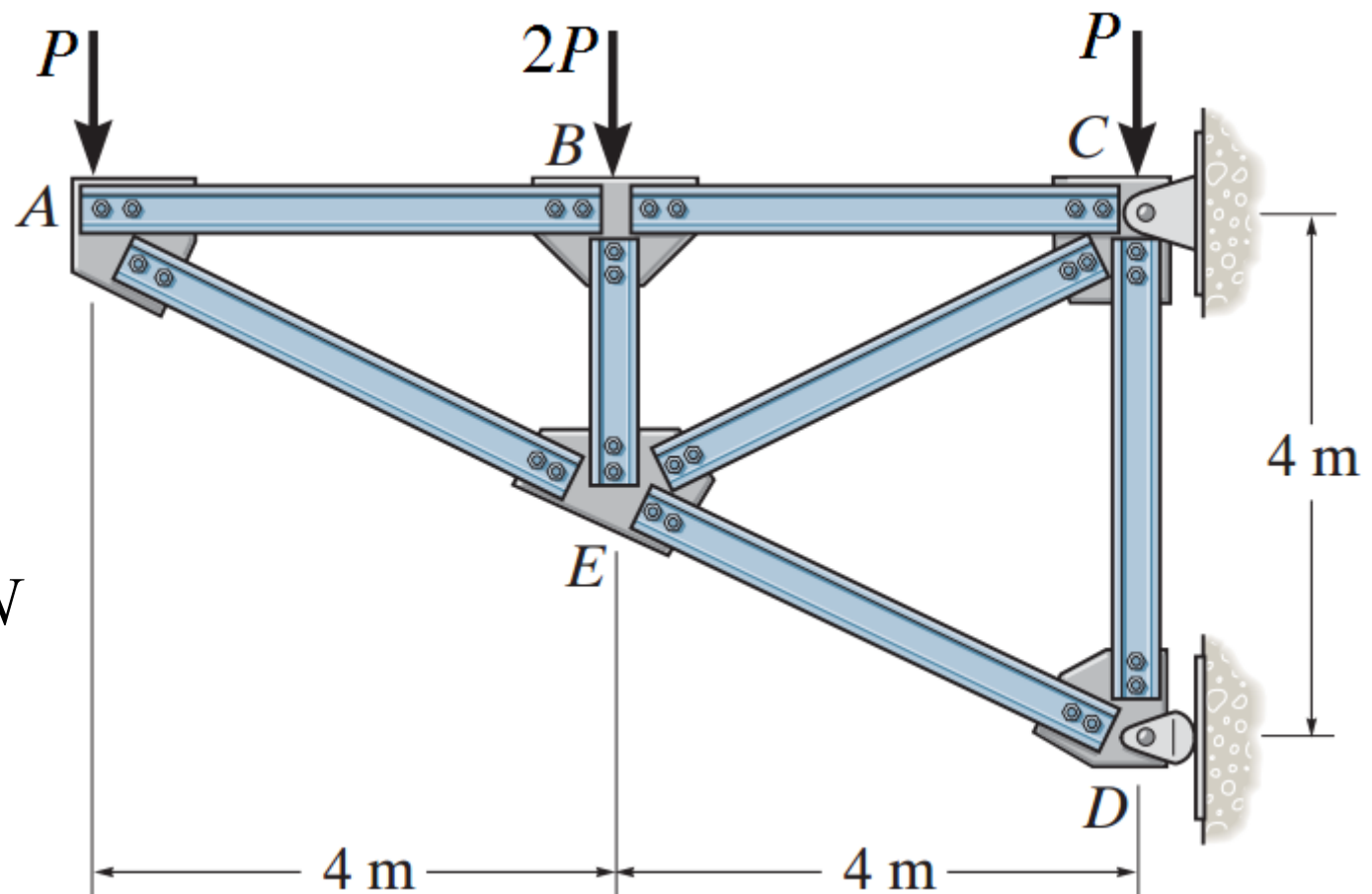
Ví dụ: Cho hệ dàn có liên kết, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Các thanh trong dàn có cùng diện tích mặt cắt ngang F và làm bằng thép có môđun đàn hồi $E=2,1.10^4 kN/cm^2$ và có ứng suất cho phép $[\sigma]=21kN/cm^2$.

+ Xác định ứng lực trong các thanh của hệ dàn

+ Xác định diện tích mặt cắt ngang của các thanh trong dàn theo điều kiện bền.

+ Tính
chuyển vị
thẳng đứng
tại A .

Cho: $P = 250N$



* Tạo hai trạng thái

- + Trạng thái “ m ”: là trạng thái chịu tải
- + Trạng thái “ k ”: là trạng thái đơn vị bằng cách bỏ tải và đặt một lực $P_k=1$ tại vị trí và theo phương cần tính chuyển vị

* Công thức Mohr:

$$\Delta_{km} = \sum_{i=1}^n \int_{L_i} \frac{\bar{N}_{z_i} N_{z_i}}{E_i F_i} dz + \sum_{i=1}^n \int_{L_i} \frac{\bar{M}_{x_i} M_{x_i}}{E_i J_{x_i}} dz + \sum_{i=1}^n \int_{L_i} k_x \frac{\bar{Q}_{y_i} Q_{y_i}}{G_i F_i} dz$$

- * Đối với hệ dàn (hệ thanh-khớp) chỉ chịu kéo hoặc nén đúng tâm và có $N_z/(EF) = \text{const}$ trên suốt chiều dài L_i

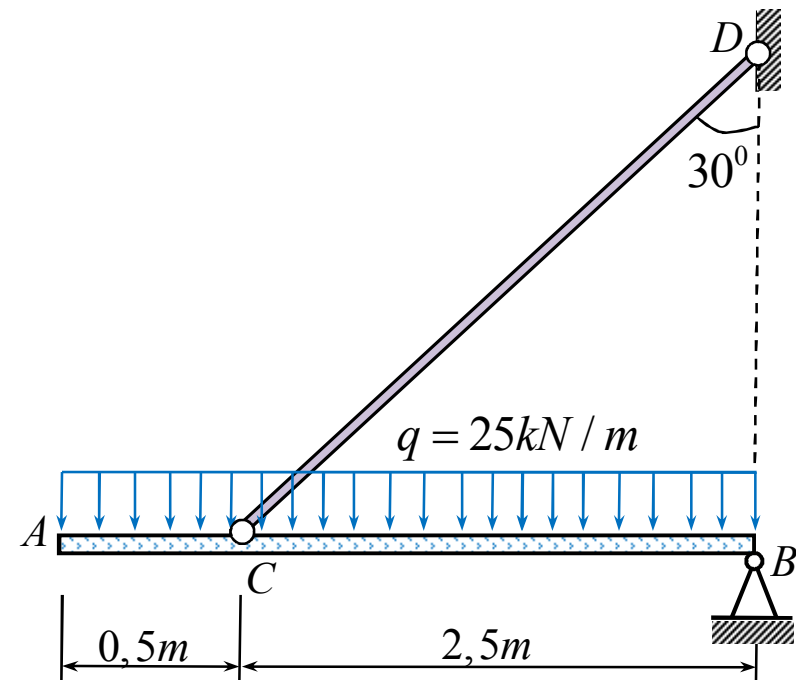
$$\Delta_{km} = \sum_{i=1}^n \frac{\bar{N}_{z_i} N_{z_i}}{E_i F_i} L_i$$

+ N_z : nội lực ở trạng thái “ m ”

+ \bar{N}_z : nội lực ở trạng thái “ k ”

Ví dụ: Thanh AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi thanh CD, hệ chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Thanh CD có mặt cắt ngang không đổi diện tích F và làm bằng thép có mô đun đàn hồi E , ứng suất cho phép $[\sigma]$. Cho: $[\sigma] = 21 \text{ kN} / \text{cm}^2$, $E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kN} / \text{cm}^2$

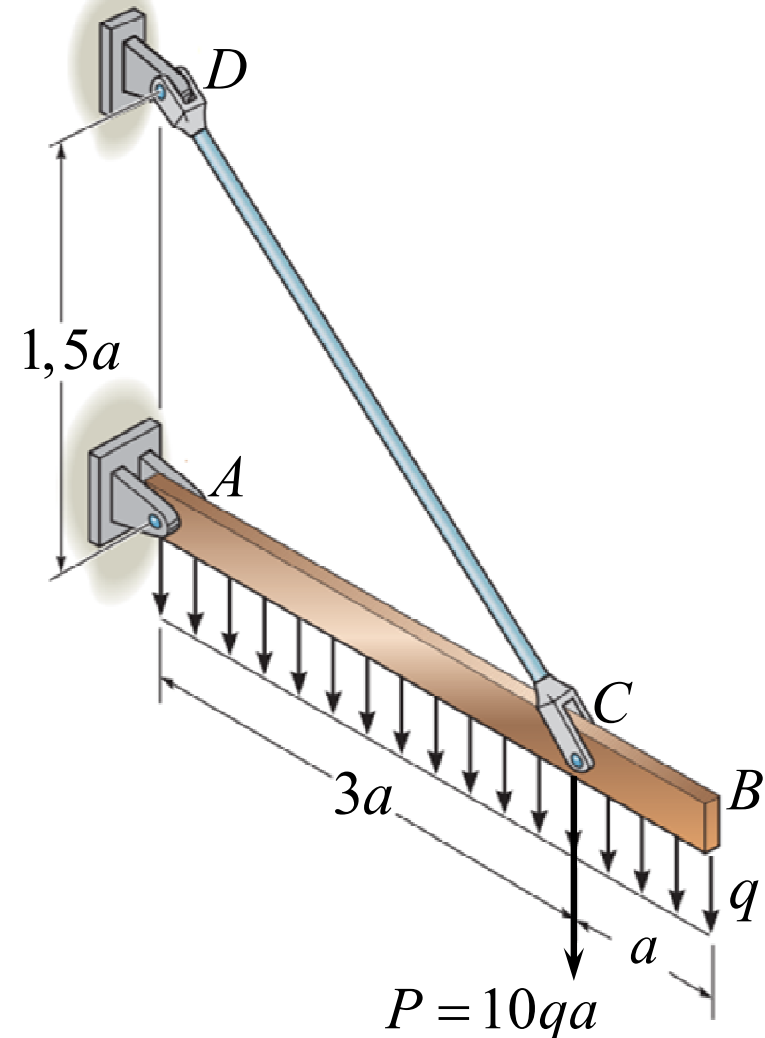
- + *Xác định phản lực liên kết tại B và ứng lực trong thanh CD.*
- + *Xác định diện tích mặt cắt ngang F để thanh CD bền.*
- + *Tính biến dạng dài dọc trục của thanh CD*
- + *Tính chuyển vị thẳng đứng tại A.*



Ví dụ: Dầm cầu trục AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi thanh CD như hình vẽ. Thanh CD mặt cắt ngang hình tròn đường kính $d=20mm$ và được làm bằng thép có môđun đàn hồi $E=2,1.10^4 kN/cm^2$, ứng suất cho phép $[\sigma]=19kN/cm^2$. Cho: $a=1m$.

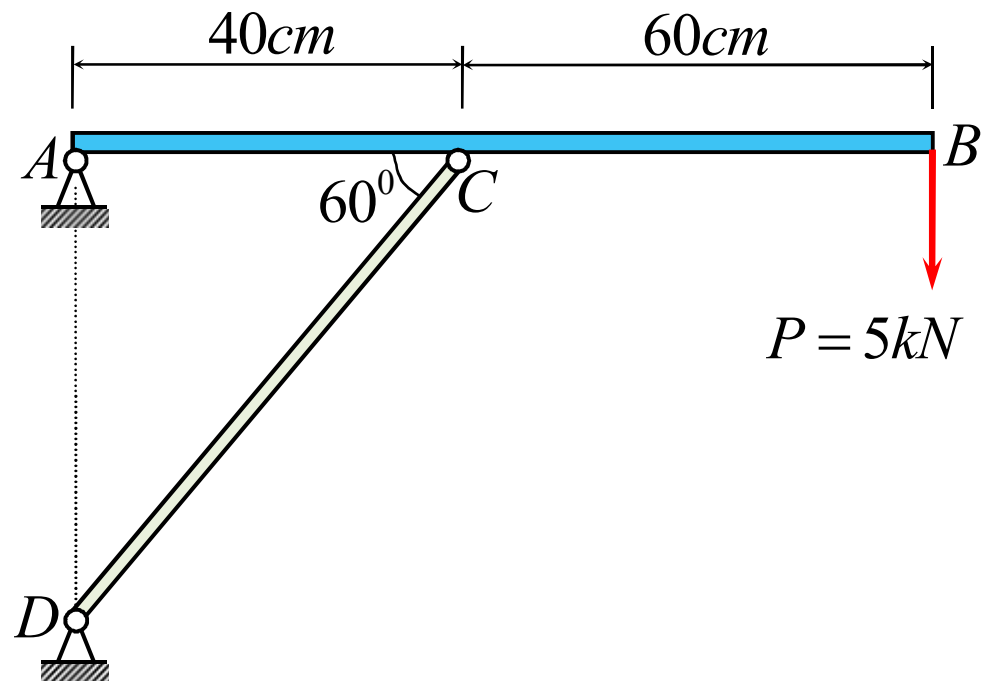
+ Xác định tải trọng cho phép q theo điều kiện bền.

+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại C .



Ví dụ: Thanh AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được đỡ bởi hai thanh CD như hình vẽ. Mỗi thanh CD có diện tích mặt cắt ngang F và được làm bằng thép có $E=2,1.10^4 kN/cm^2$, $[\sigma]=19kN/cm^2$.

- + Xác định diện tích mặt cắt ngang F của mỗi thanh CD theo điều kiện bền.
- + Tính chuyển vị thẳng đứng tại B .

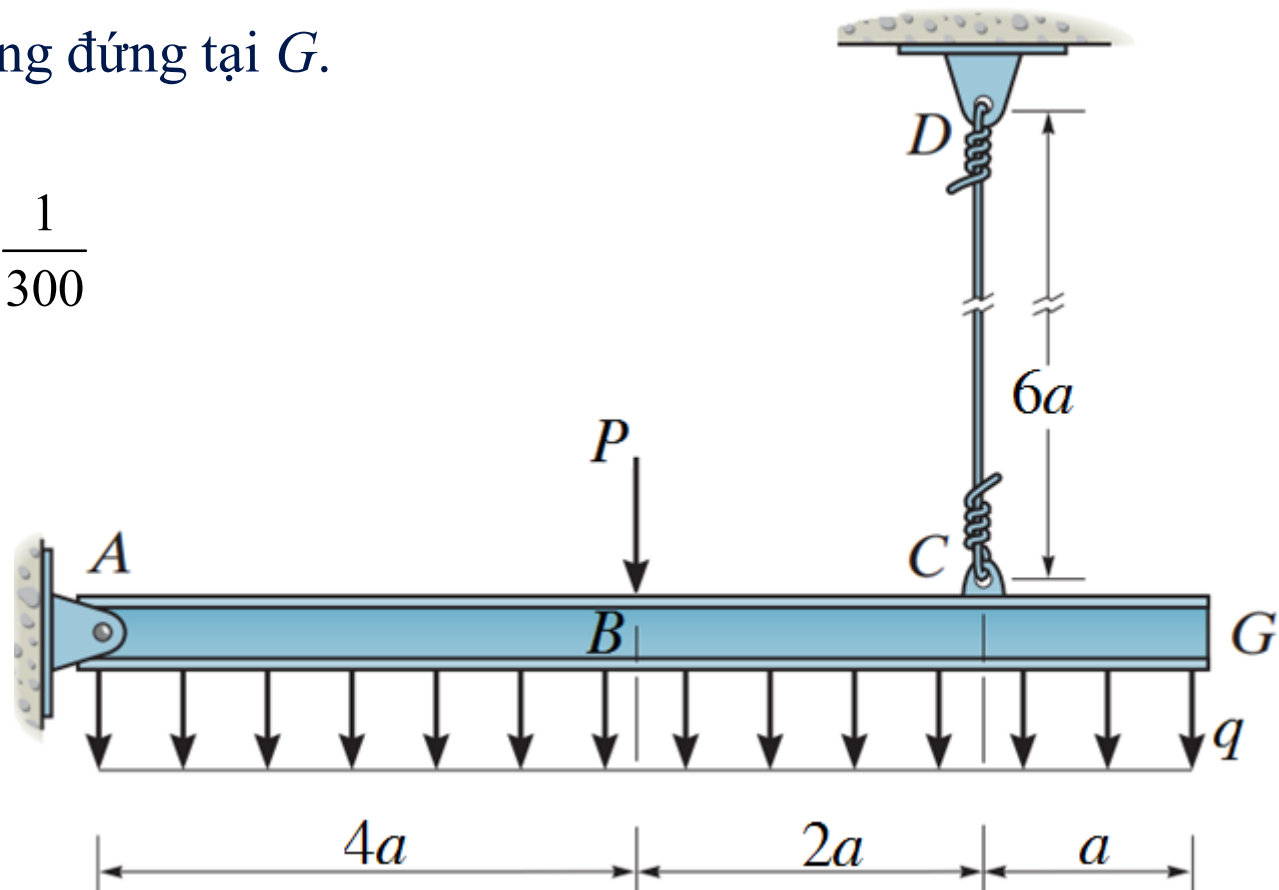


Ví dụ: Thanh AG tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi dây CD như hình vẽ. Dây CD làm bằng thép có mô đun đàn hồi $E=2,1.10^4 kN/cm^2$ và có ứng suất cho phép $[\sigma]=23kN/cm^2$.

+ Xác định diện tích mặt cắt ngang của dây CD theo điều kiện bền và điều kiện cứng.

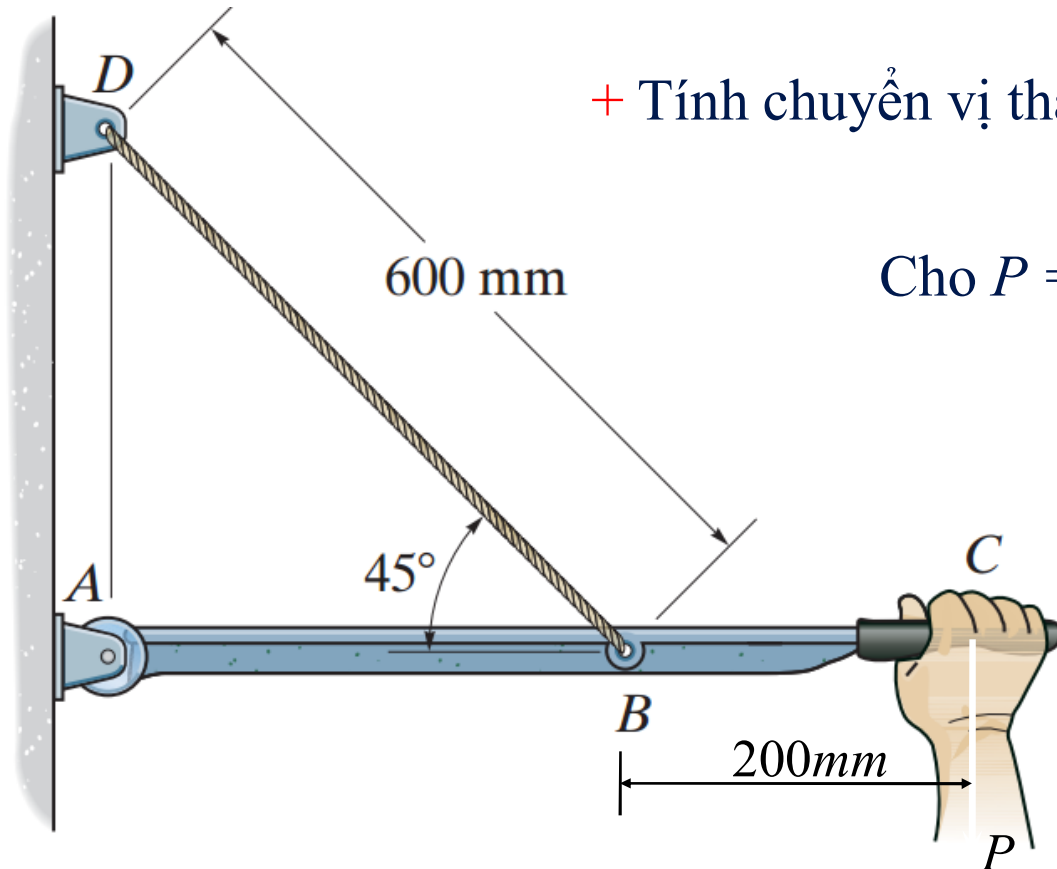
+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại G .

Cho:
$$\left[\frac{\Delta L}{L} \right] = \frac{1}{300}$$



Ví dụ: Thanh AC tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi dây BD như hình vẽ. Dây DB làm bằng thép có môđun đàn hồi $E=1,6 \cdot 10^2 \text{ kN/cm}^2$ và có ứng suất cho phép $[\sigma]=6 \text{ kN/cm}^2$.

+ Xác định diện tích mặt cắt ngang của thanh DB theo điều kiện bền.



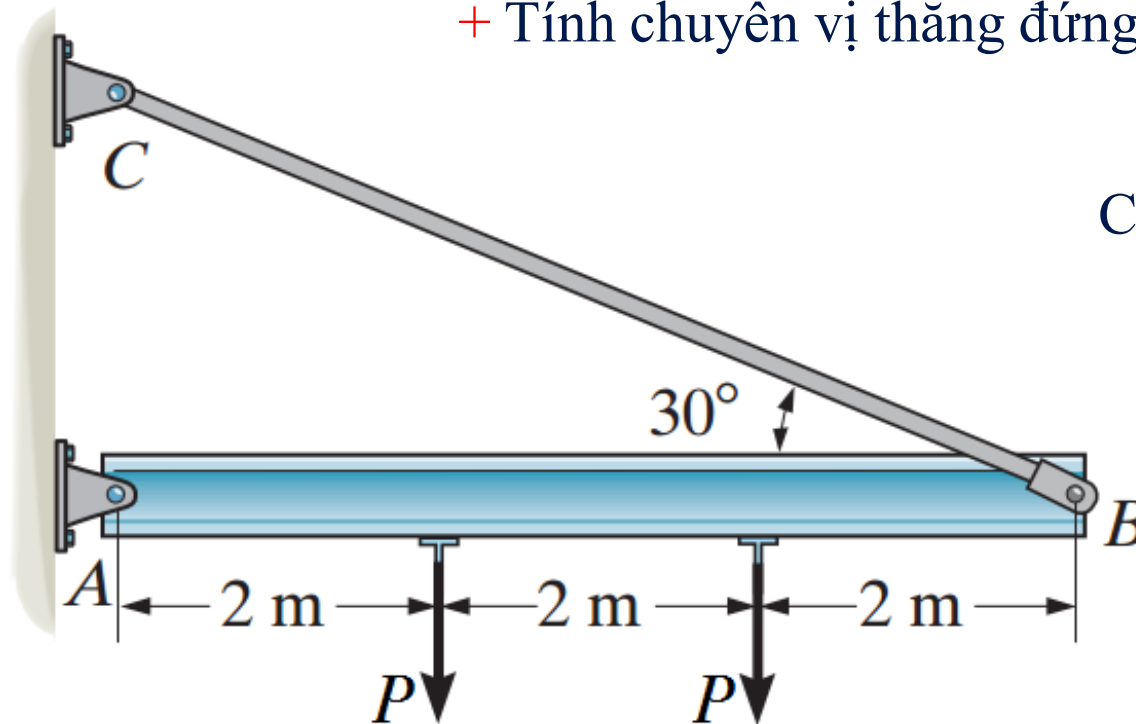
+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại C .

Cho $P = 200 \text{ N}$.

Ví dụ: Thanh AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi thanh BC như hình vẽ. Thanh BC có diện tích mặt cắt ngang $F=890\text{mm}^2$ và được làm bằng thép có môđun đàn hồi $E=2,1.10^4\text{kN/cm}^2$ và có ứng suất cho phép $[\sigma]=19\text{kN/cm}^2$.

+ Xác định tải trọng cho phép tác dụng lên dàn theo điều kiện bền và điều kiện cứng.

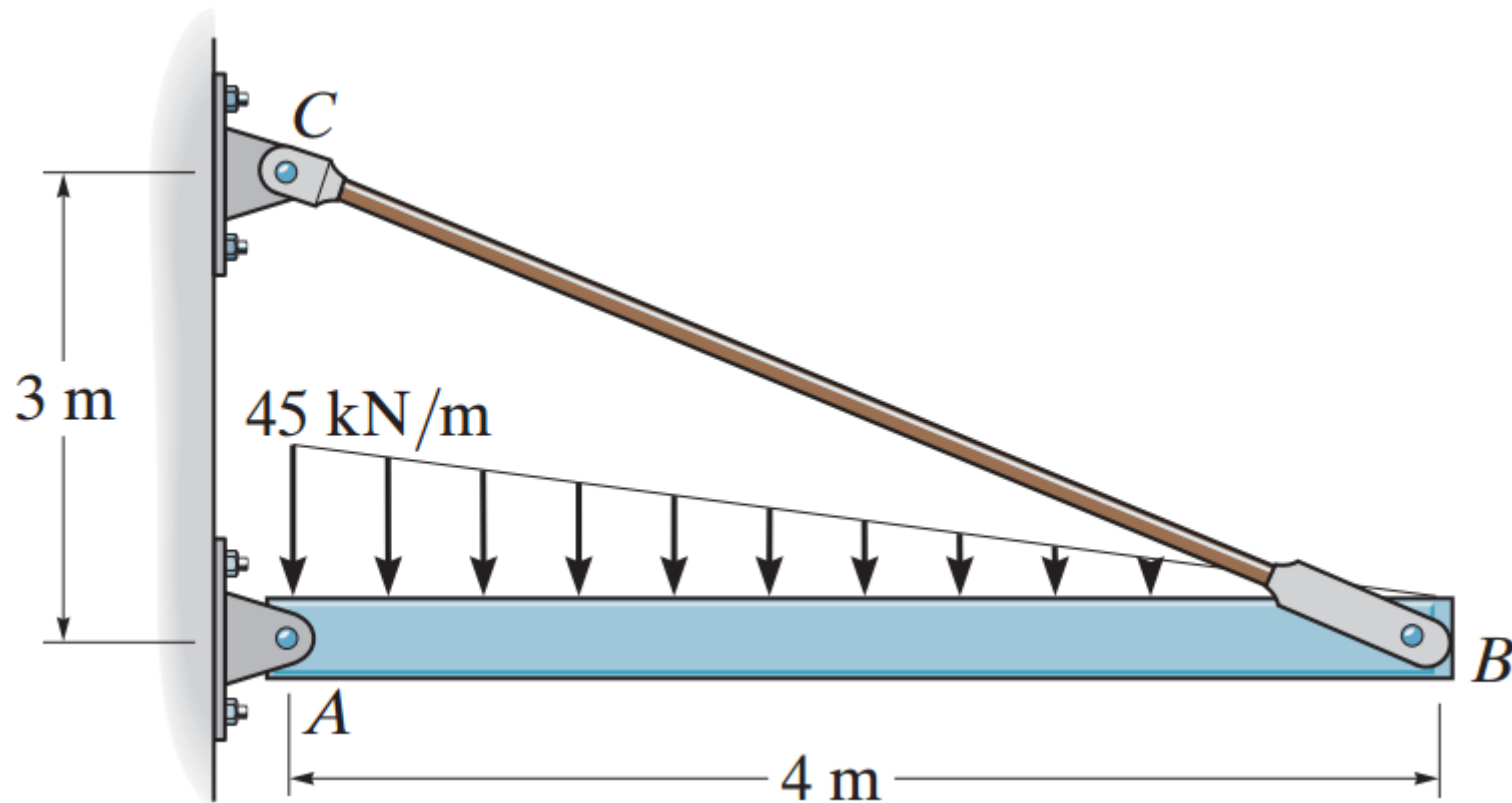
+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại B .



Cho: $\left[\frac{\Delta L}{L} \right] = \frac{1}{400}$

Ví dụ: Thanh AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi thanh BC như hình vẽ. Thanh BC làm bằng thép có môđun đàn hồi $E=2,1.10^4 kN/cm^2$ và có ứng suất cho phép $[\sigma]=19kN/cm^2$.

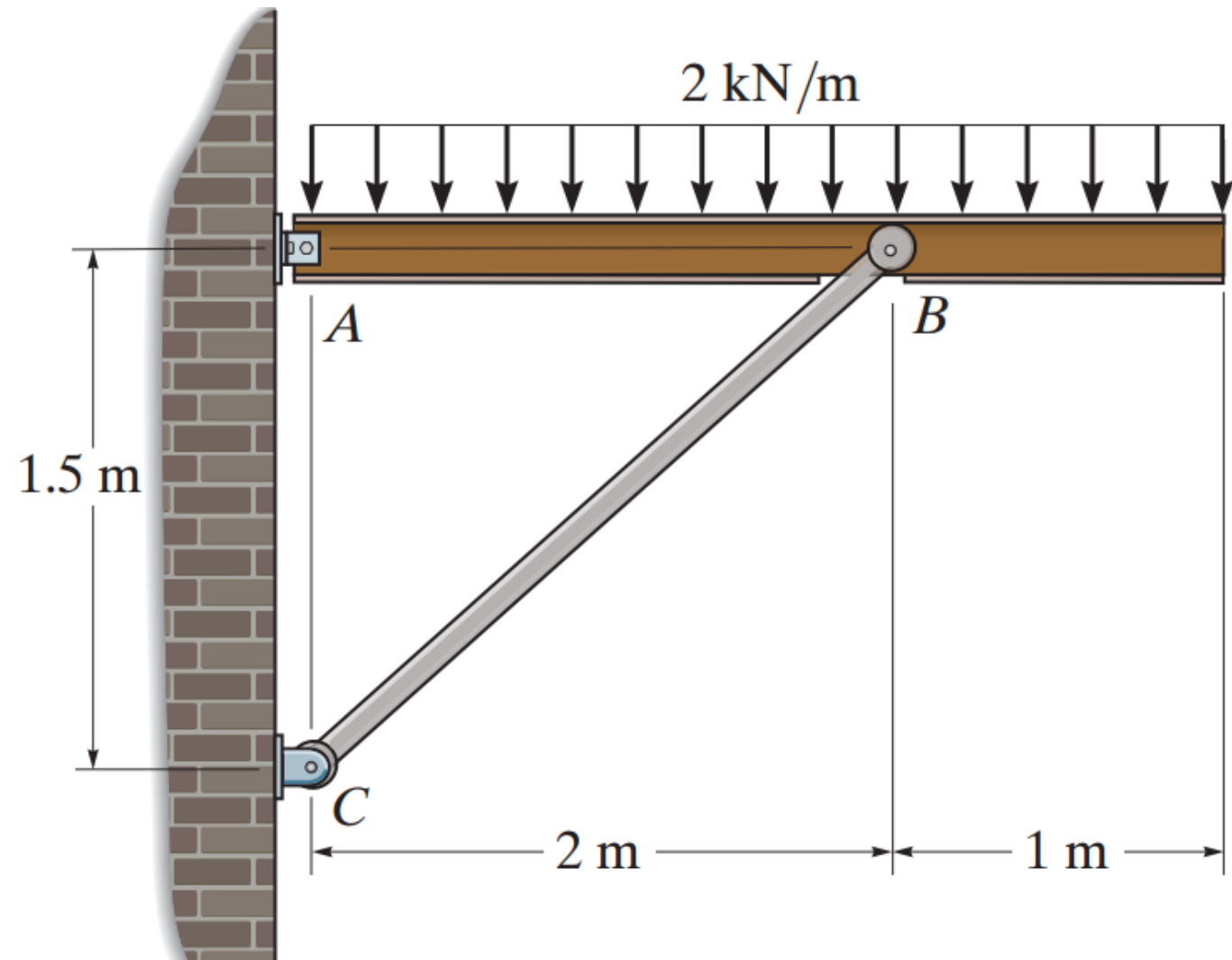
- + Xác định diện tích mặt cắt ngang của thanh BC theo điều kiện bền.
- + Tính chuyển vị thẳng đứng tại B .



Ví dụ: Dầm AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi thanh BC như hình vẽ. Thanh BC làm bằng thép có môđun đàn hồi $E=2,1.10^4 kN/cm^2$ và có ứng suất cho phép $[\sigma]=19kN/cm^2$.

+ Xác định diện tích mặt cắt ngang của thanh BC theo điều kiện bền.

+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại B .



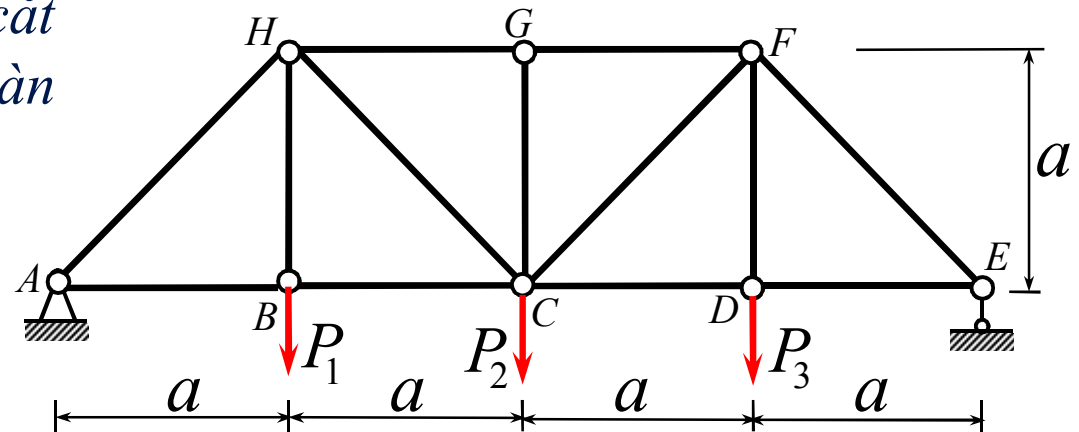
Ví dụ: Cho hệ dàn chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Các thanh trong dàn có cùng diện tích mặt cắt ngang F và làm bằng thép có môđun đàn hồi E , ứng suất cho phép $[\sigma]$.



+ Xác định ứng lực trong các thanh của hệ dàn.

+ Xác định diện tích mặt cắt ngang F để các thanh trong dàn cùng bền.

+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại C



Cho: $[\sigma] = 21 \text{ kN} / \text{cm}^2$, $E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kN} / \text{cm}^2$; $P_1 = P_2 = P_3 = 45 \text{ kN}$; $a = 2 \text{ m}$

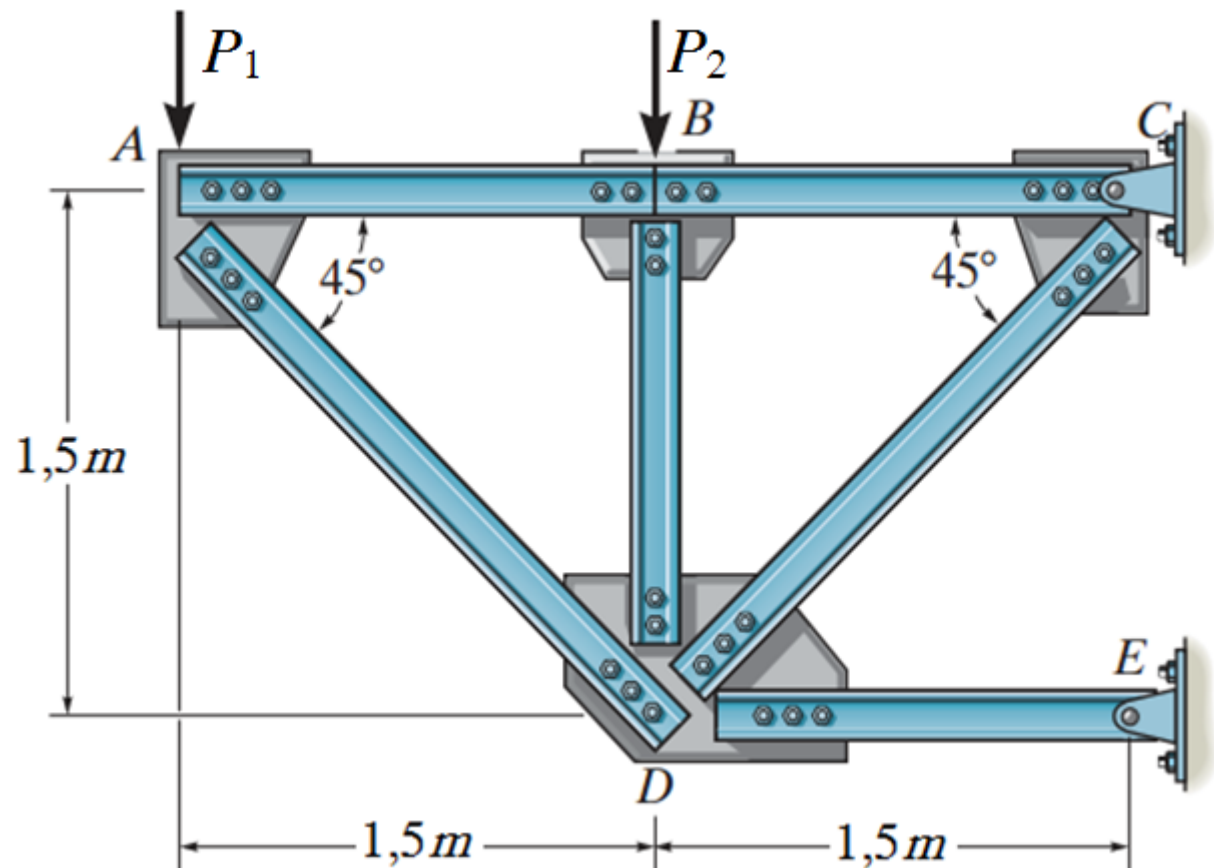
Ví dụ: Cho hệ dàn có liên kết, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Các thanh trong dàn có cùng diện tích mặt cắt ngang F và làm bằng thép có

$$[\sigma] = 21 \text{ kN} / \text{cm}^2, E = 2,1 \cdot 10^4 \text{ kN} / \text{cm}^2$$

- + Xác định ứng lực trong các thanh của hệ dàn
- + Xác định diện tích mặt cắt ngang của các thanh trong dàn theo điều kiện bền.

+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại A .

Cho:
$$\begin{cases} P_1 = 20 \text{ kN} \\ P_2 = 10 \text{ kN} \end{cases}$$



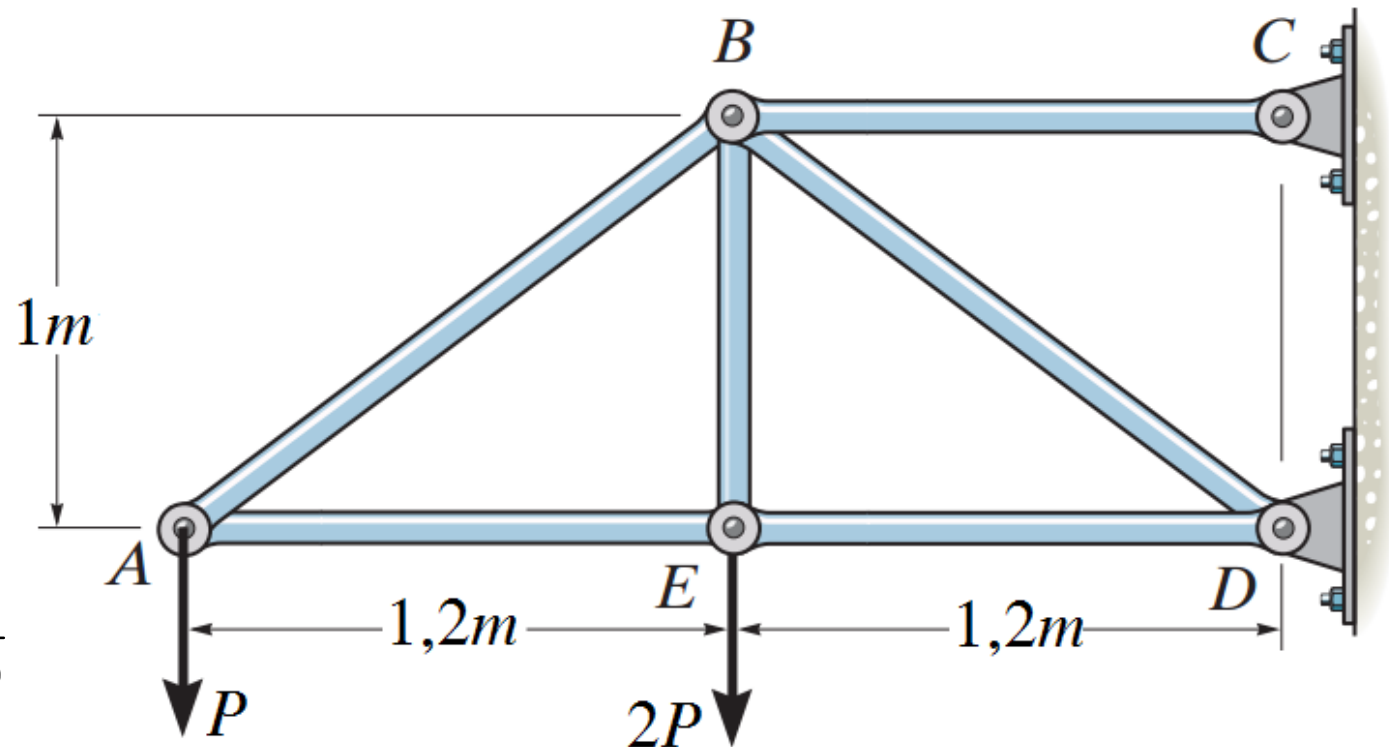
Ví dụ: Cho hệ dàn có liên kết, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Các thanh trong dàn có cùng diện tích mặt cắt ngang $F=806mm^2$ và được làm bằng thép có môđun đàn hồi $E=2,1.10^4kN/cm^2$ và có ứng suất cho phép $[\sigma]=21kN/cm^2$.

+ Xác định ứng lực trong các thanh của hệ dàn

+ Xác định tải trọng cho phép tác dụng lên dàn theo điều kiện bền và điều kiện cứng.

+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại A.

Cho: $\left[\frac{\Delta L}{L} \right] = \frac{1}{300}$



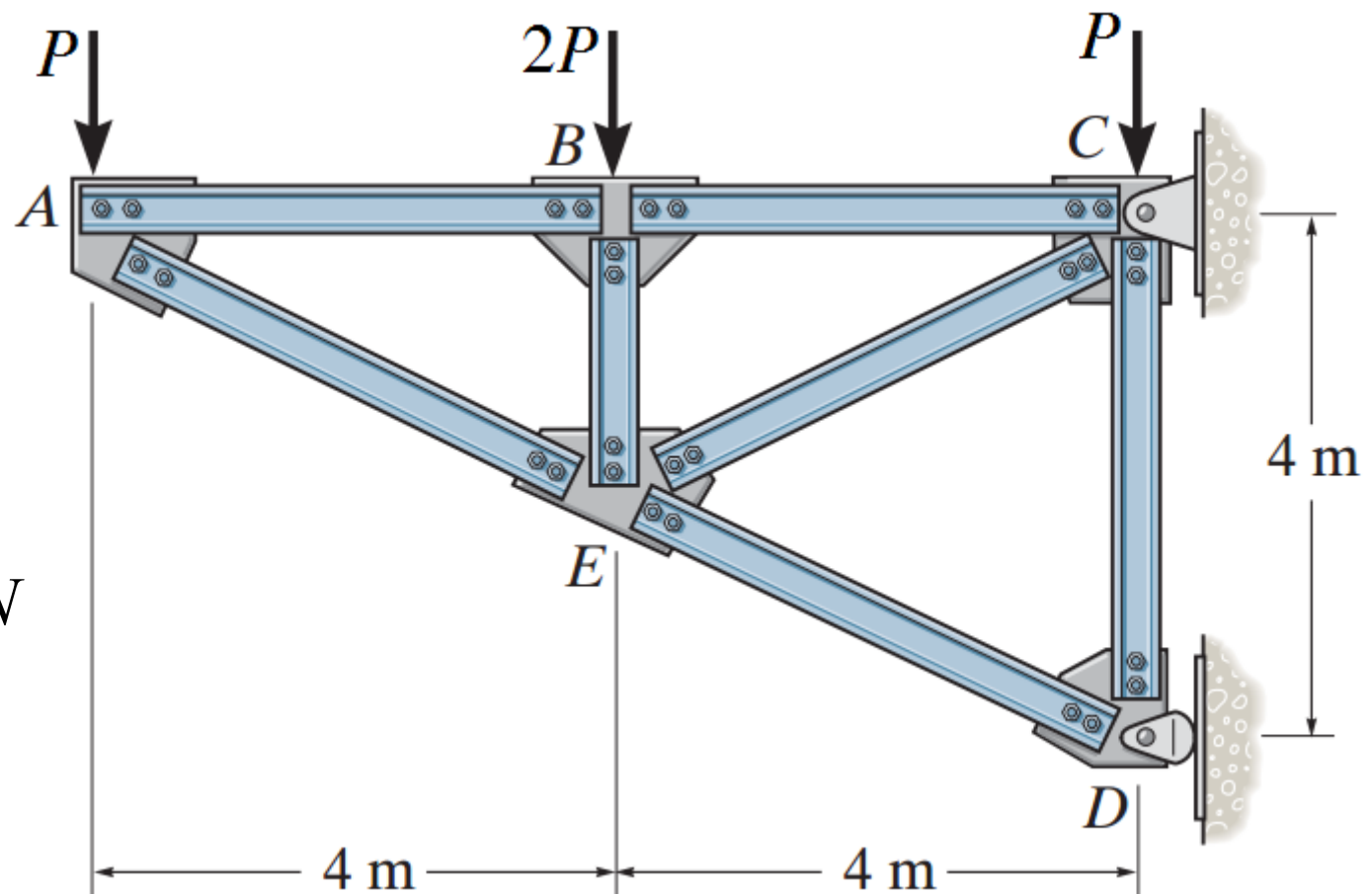
Ví dụ: Cho hệ dàn có liên kết, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Các thanh trong dàn có cùng diện tích mặt cắt ngang F và làm bằng thép có môđun đàn hồi $E=2,1.10^4 kN/cm^2$ và có ứng suất cho phép $[\sigma]=21kN/cm^2$.

+ Xác định ứng lực trong các thanh của hệ dàn

+ Xác định diện tích mặt cắt ngang của các thanh trong dàn theo điều kiện bền.

+ Tính chuyển vị thẳng đứng tại A .

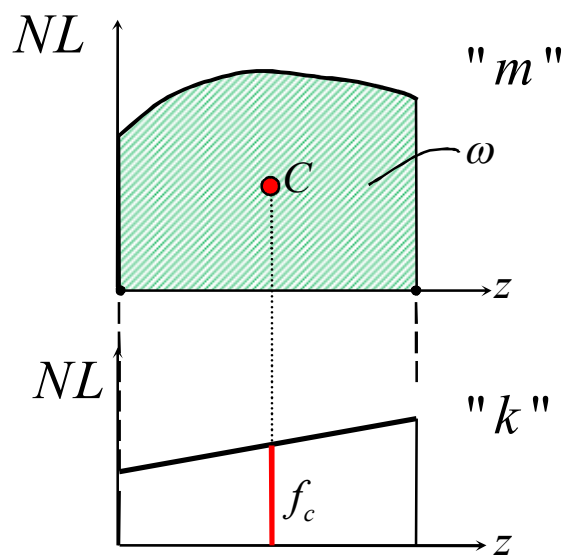
Cho: $P = 250N$



* Tạo hai trạng thái

- + Trạng thái “ m ”: là trạng thái chịu tải
- + Trạng thái “ k ”: là trạng thái đơn vị bằng cách bỏ tải và đặt
 - . Một lực $P_k=1$ tại vị trí và theo phương cần tính chuyển vị thẳng
 - . Một ngẫu lực $M_k=1$ tại vị trí cần tính chuyển vị xoay

* Chuyển vị tại một vị trí và theo một phương



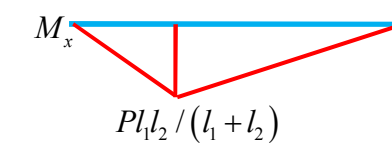
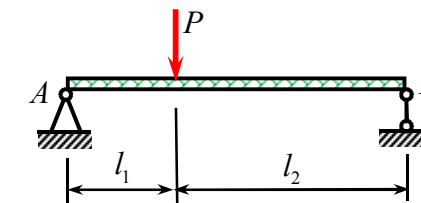
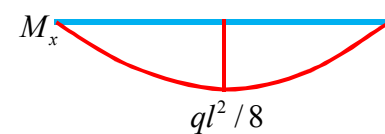
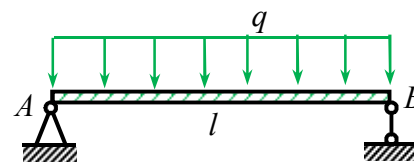
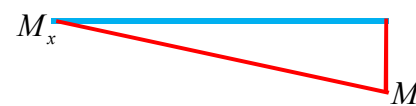
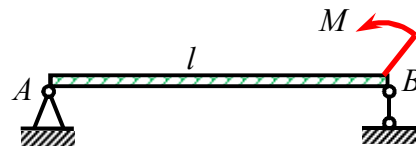
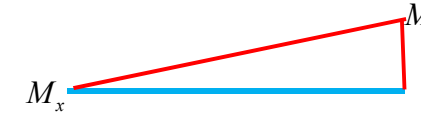
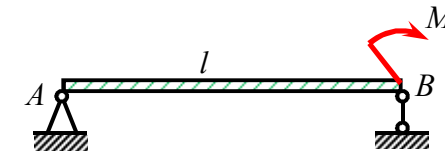
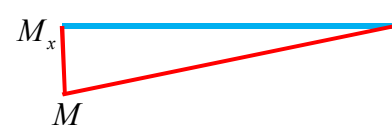
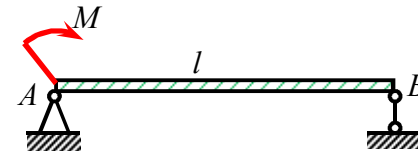
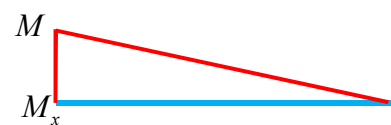
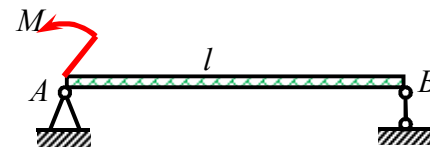
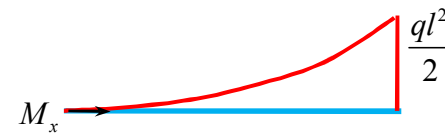
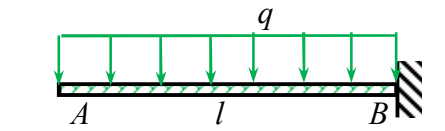
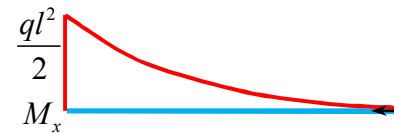
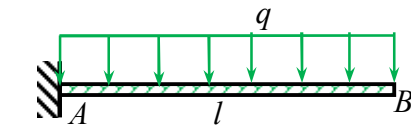
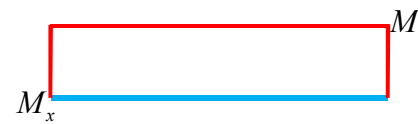
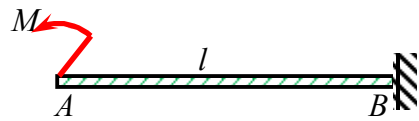
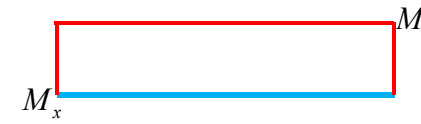
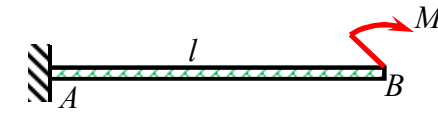
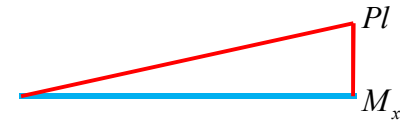
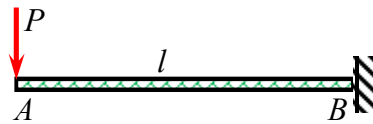
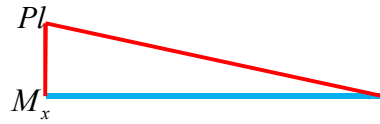
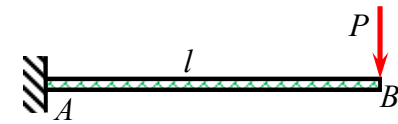
$$\Delta_{km} = \sum_{i=1}^n \frac{\omega_i f_{c_i}}{E_i F_i} + \sum_{i=1}^n \frac{\omega_i f_{c_i}}{E_i J_i}$$

- + ω : diện tích biểu đồ nội lực ở trạng thái “ m ”
- + f_c : Cao độ của biểu đồ nội lực ở trạng thái “ k ” lấy tại trọng tâm biểu đồ nội lực ở trạng thái “ m ”

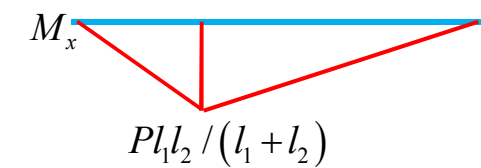
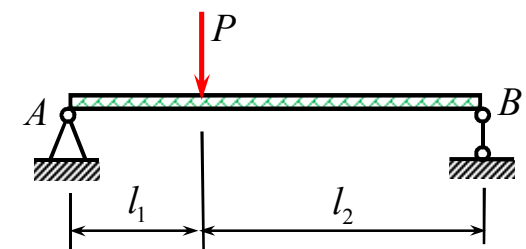
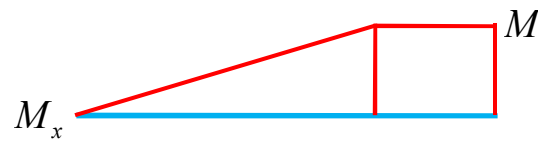
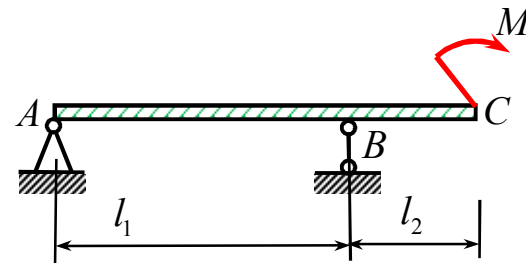
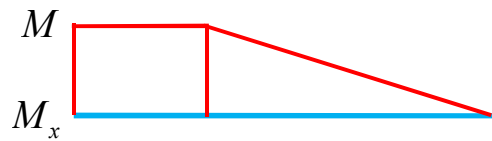
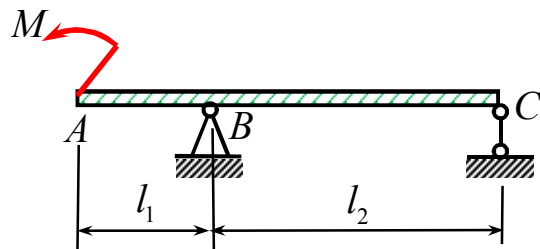
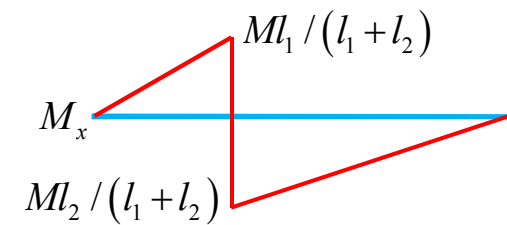
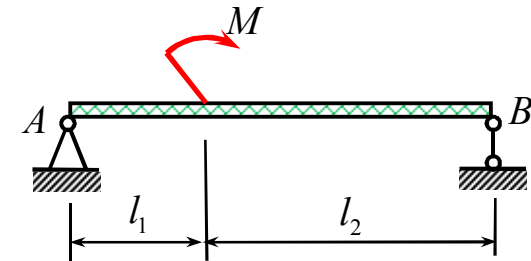
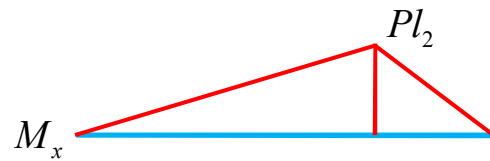
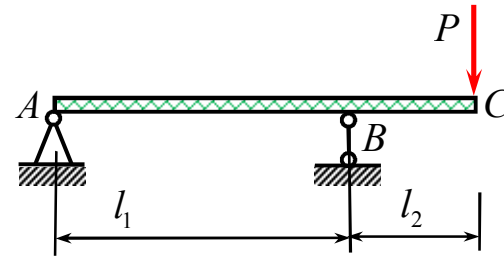
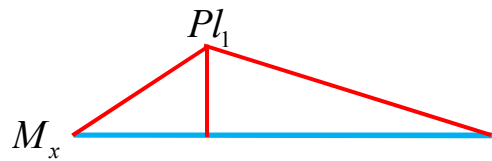
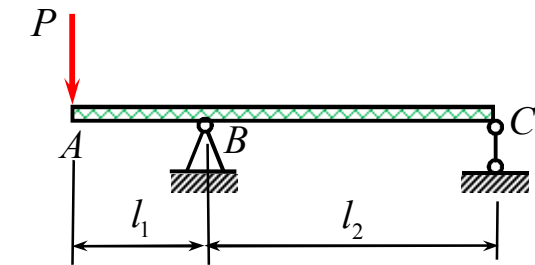
*** Những lưu ý khi thực hiện phép nhân biểu đồ**

- Tung độ f_c nhất thiết phải lấy ở đồ thị của đường bậc nhất (hoặc hằng số). Đường bậc nhất không bị gãy. Nếu cả hai hàm đều là bậc nhất thì có thể lấy diện tích ω ở một đồ thị, còn tung độ f_c lấy ở đồ thị còn lại.
- Trước mỗi số hạng của phép nhân, ωf_c , lấy dấu dương khi diện tích và tung độ cùng nằm về một phía của đường chuẩn và ngược lại.
- Trên mỗi đoạn lấy diện tích ω đồ thị định lấy tung độ f_c phải là một hàm liên tục trên đoạn đó. Nếu đồ thị bậc nhất định lấy tung độ f_c bị gãy thì phải chia chiều dài ra nhiều đoạn sao cho trên mỗi đoạn đường bậc nhất trở thành trơn, thực hiện phép nhân cho từng đoạn rồi cộng kết quả với nhau. Biểu đồ lấy diện tích ω không bị điều kiện này hạn chế.
- Đối với diện tích của các hình phức tạp, có thể chia thành những hình đơn giản, áp dụng nhân biểu đồ cho từng hình rồi thực hiện phép tổng.
- Kết quả của phép nhân biểu đồ đối xứng với biểu đồ phản xứng bằng không.

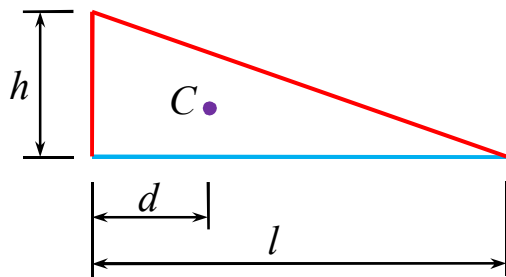
* Biểu đồ nội lực của một số dạng đơn giản



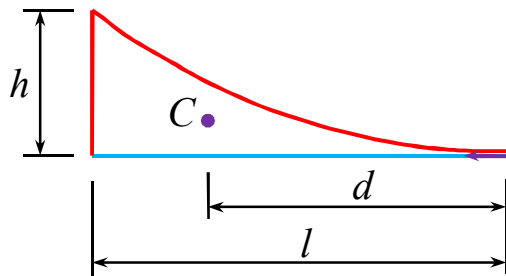
* Biểu đồ nội lực của một số dạng đơn giản



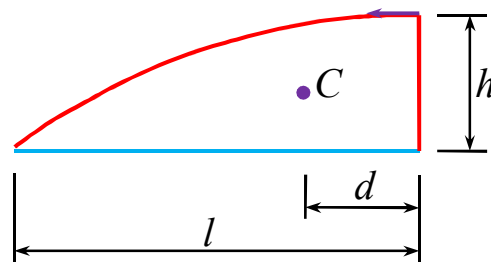
*** Diện tích, trọng tâm của một số hình thường gặp**



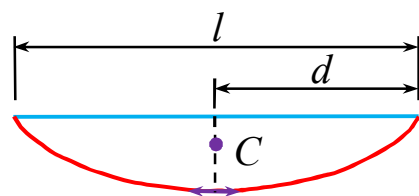
$$\begin{cases} \omega = \frac{1}{2}hl \\ d = \frac{1}{3}l \end{cases}$$



$$\begin{cases} \omega = \frac{1}{3}hl \\ d = \frac{3}{4}l \end{cases}$$

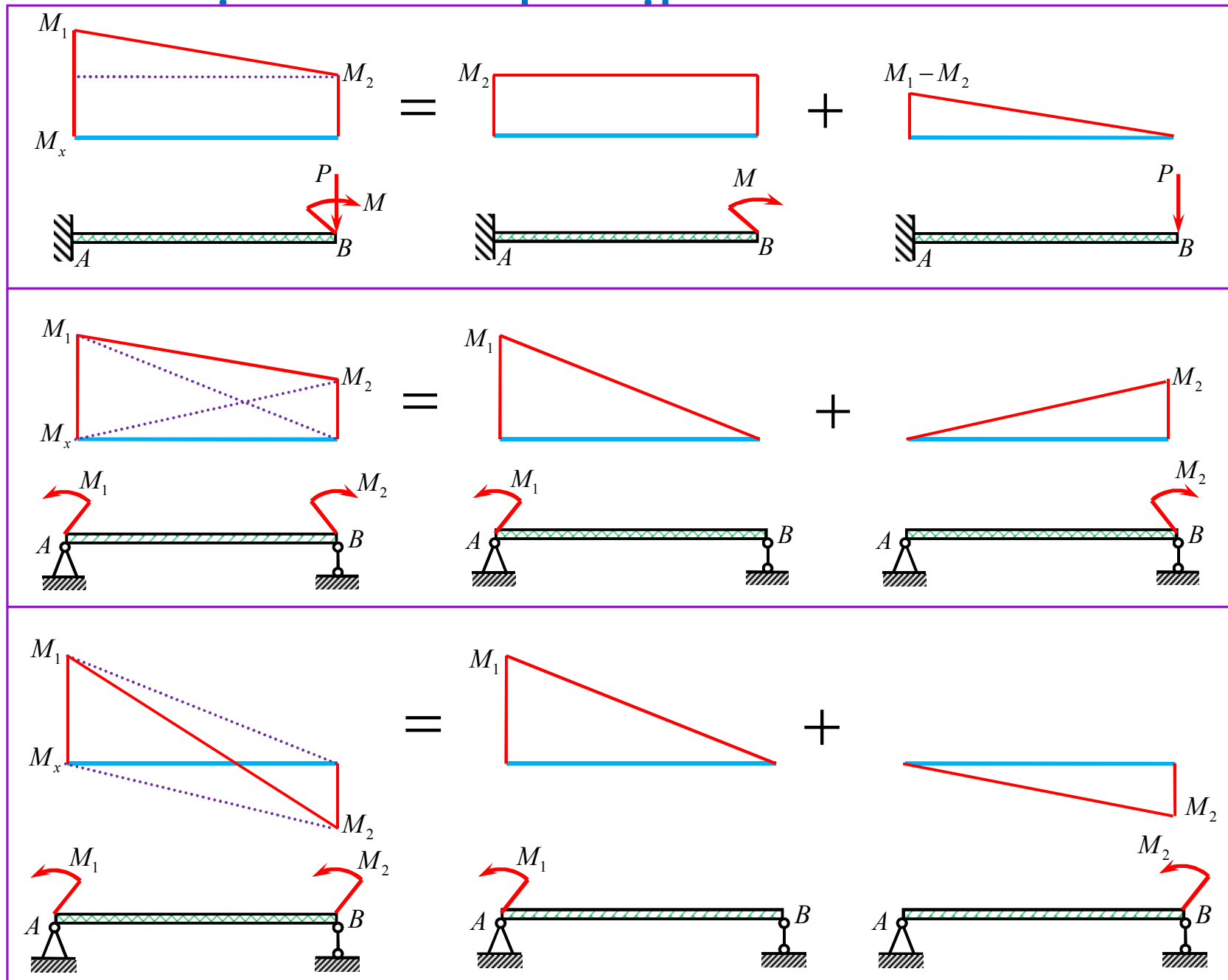


$$\begin{cases} \omega = \frac{2}{3}hl \\ d = \frac{3}{8}l \end{cases}$$

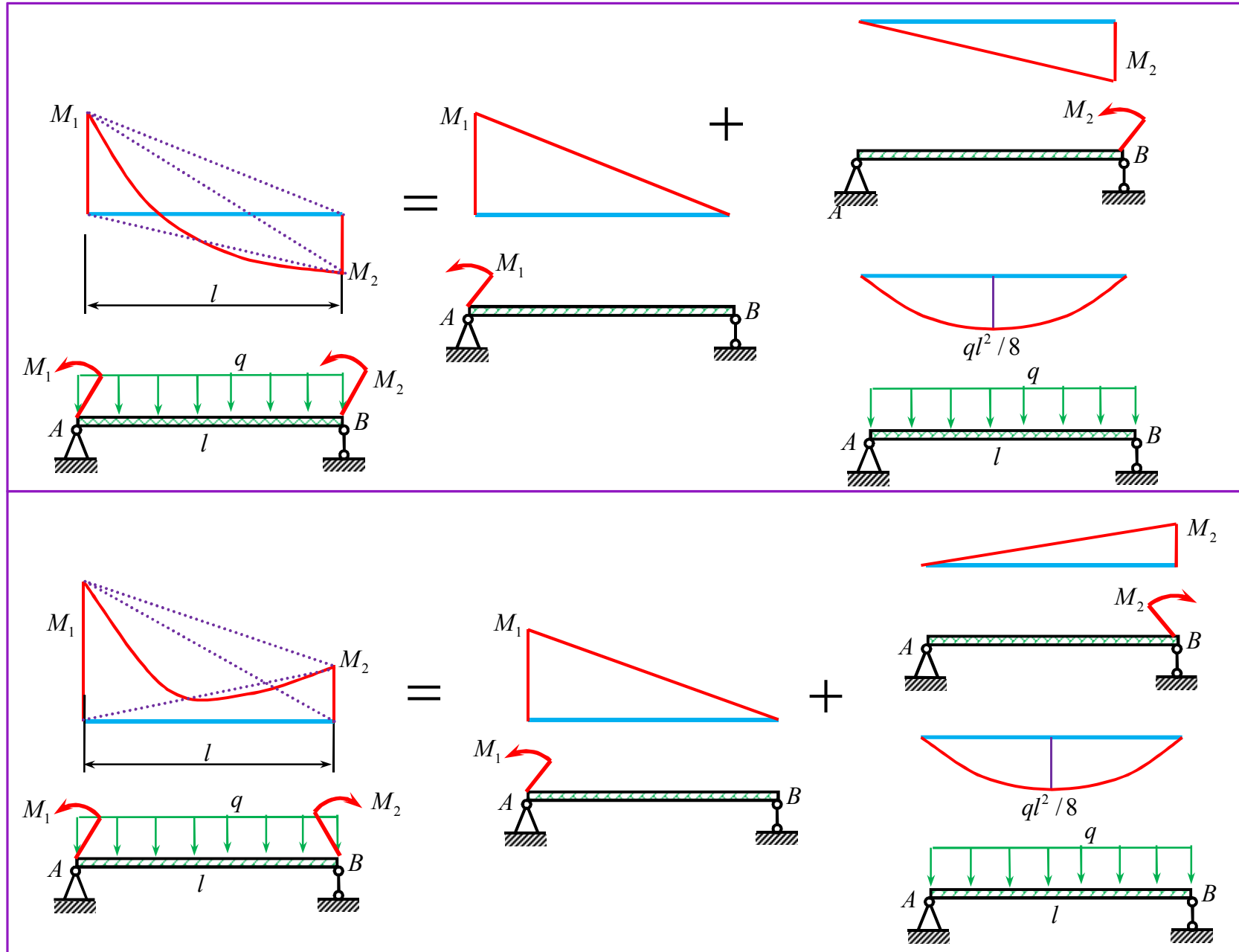


$$\begin{cases} \omega = \frac{2}{3}hl \\ d = \frac{1}{2}l \end{cases}$$

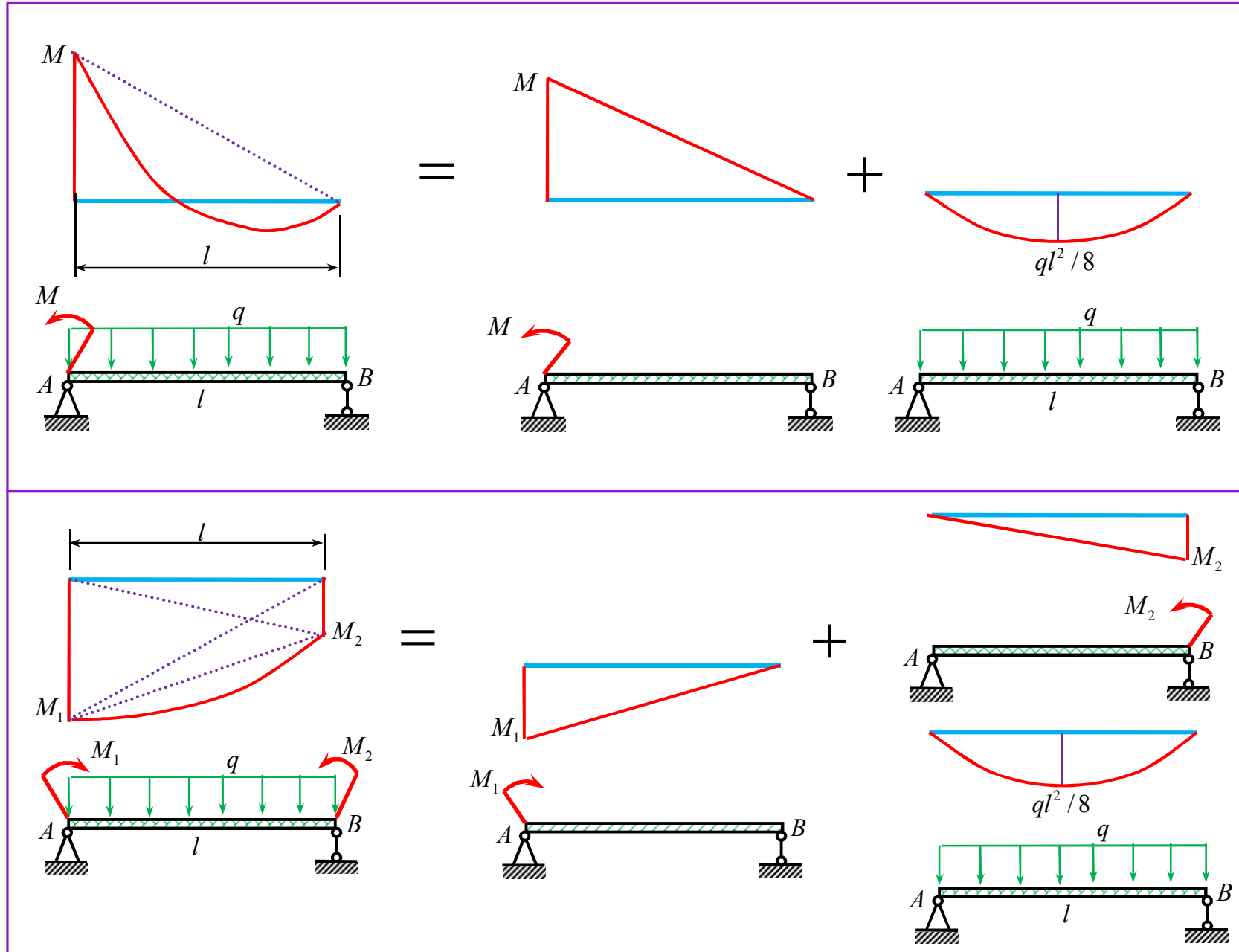
* Cách chia diện tích của hình phức tạp



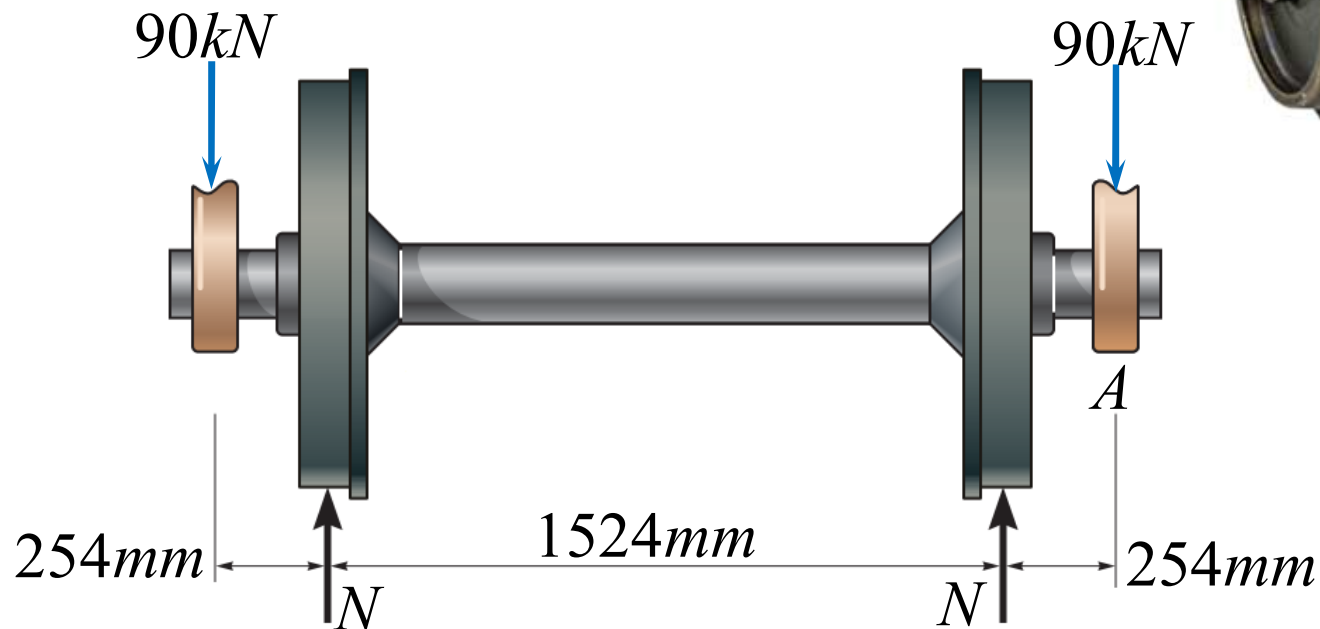
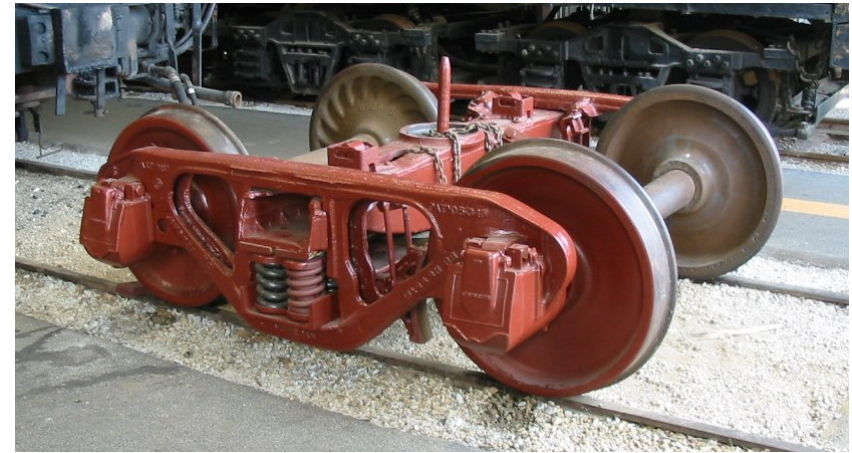
* Cách chia diện tích của hình phức tạp



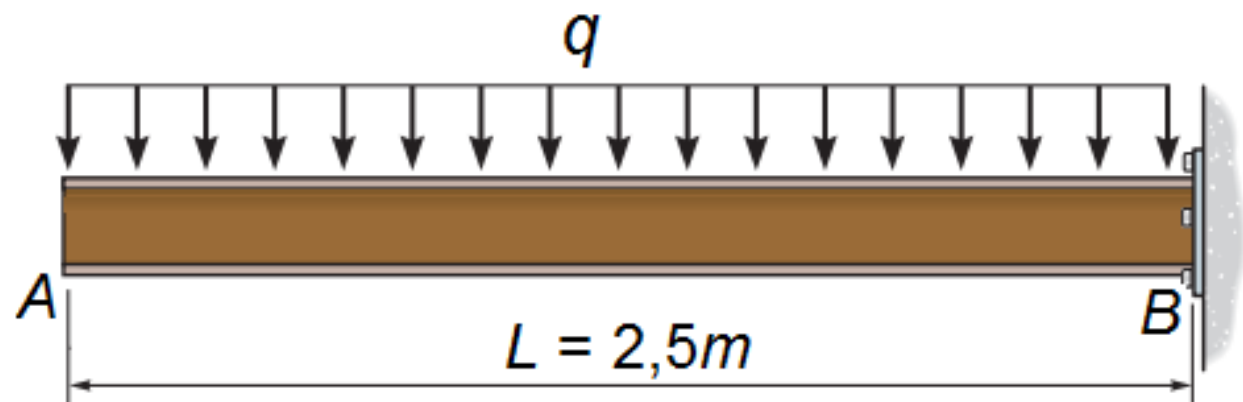
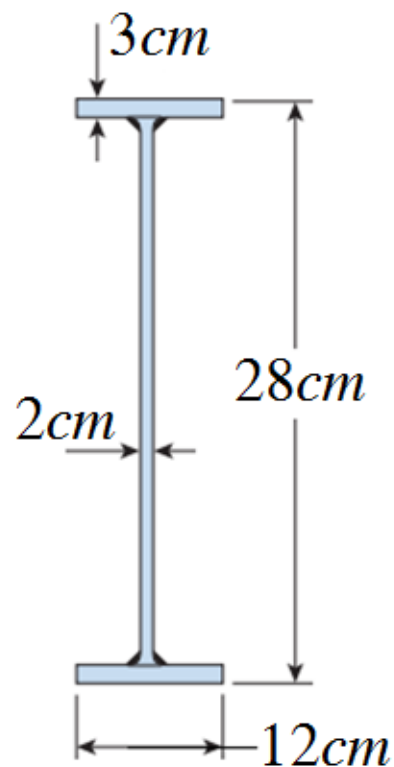
* Cách chia diện tích của hình phức tạp



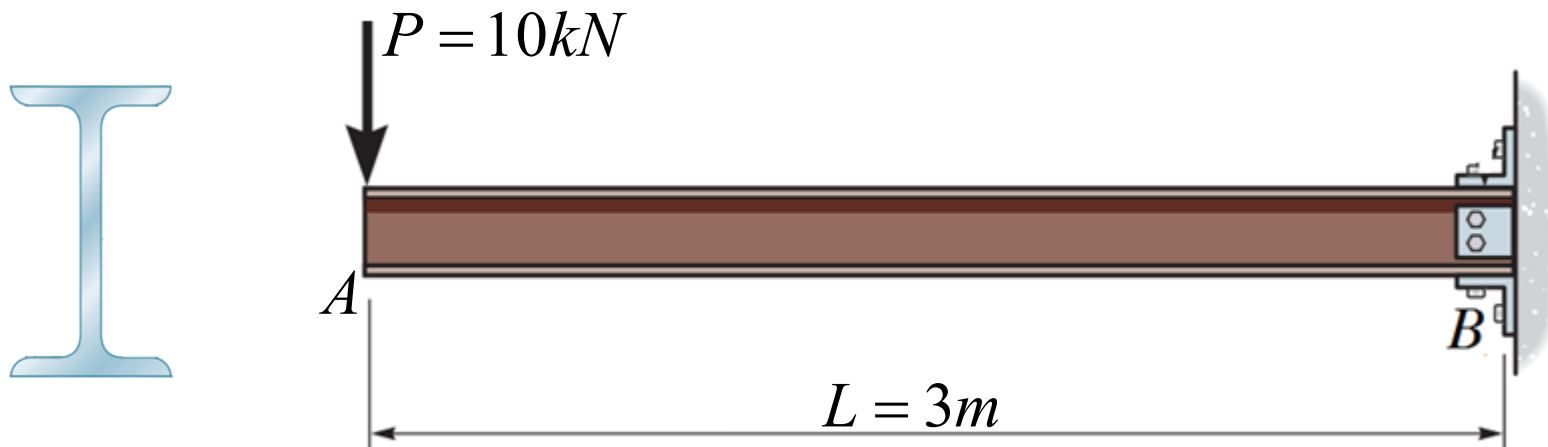
Ví dụ: Trục đỡ các bánh xe của một toa tàu được cho như hình vẽ. Biết rằng trục có mặt cắt ngang hình tròn đường kính d . Trục làm bằng thép có $E=21000kN/cm^2$ và $[\sigma]=18kN/cm^2$. Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định đường kính trục theo điều kiện bền. Với d tìm được, tính chuyển vị thẳng đứng của mặt cắt tại A .



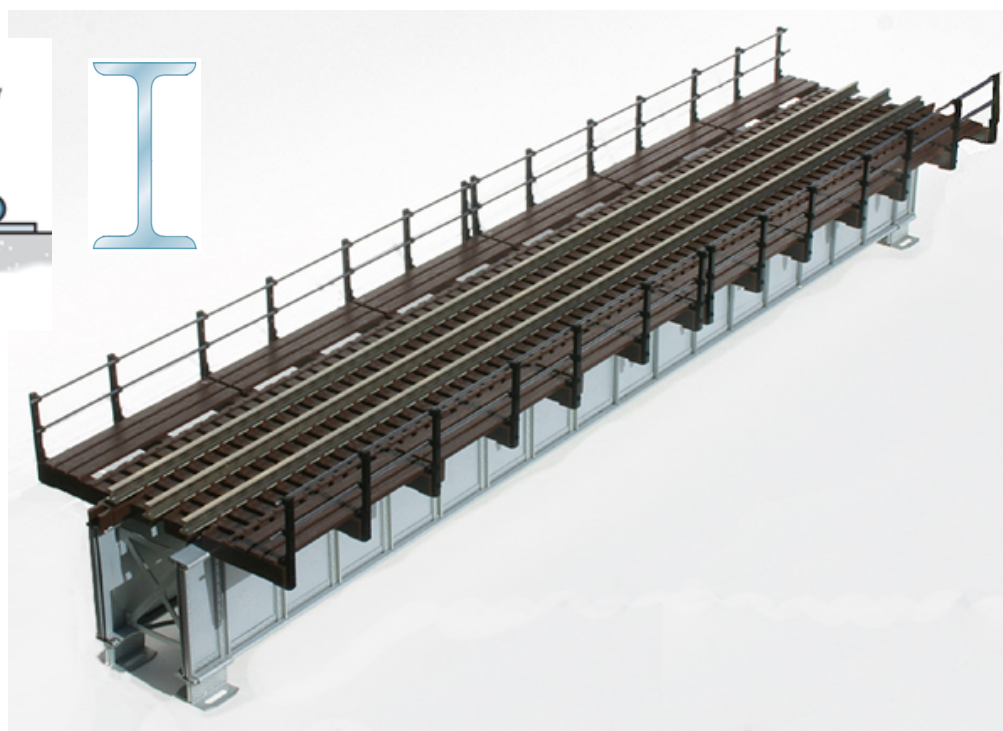
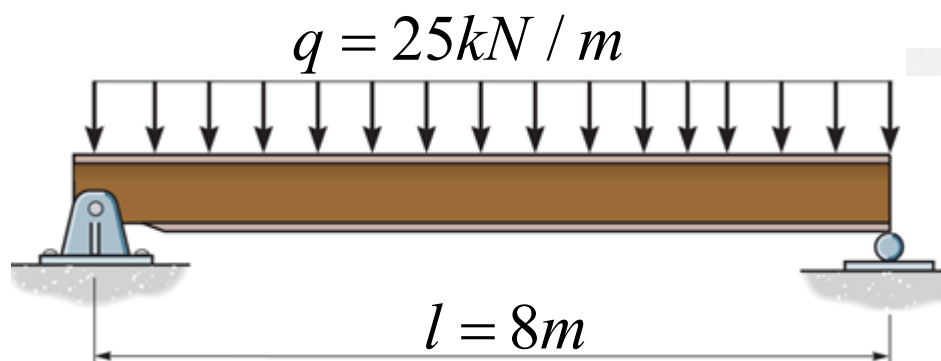
Ví dụ: Dầm thép AB mặt cắt ngang hình chữ I , liên kết, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Biết rằng vật liệu thép có $E=2,1.10^4 kN/cm^2$; $[\sigma]=25 kN/cm^2$. Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định tải trọng cho phép $[q]$ theo điều kiện bền ứng suất pháp. Với q tìm được, tính chuyển vị thẳng đứng và chuyển vị xoay của mặt cắt tại A .



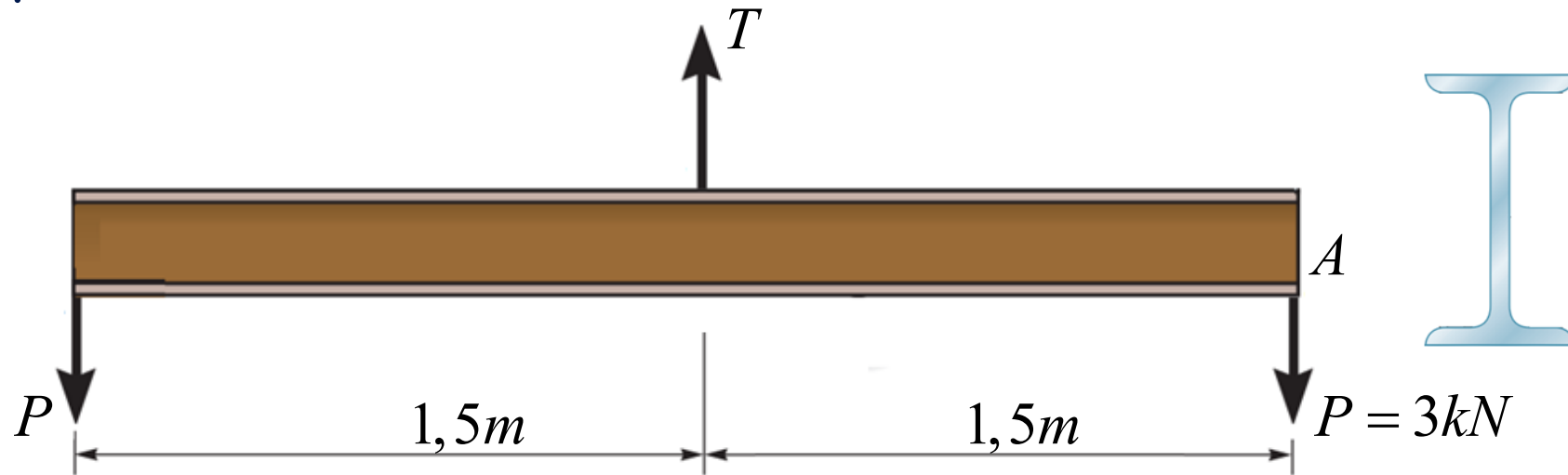
Ví dụ: Dầm cầu trục có mặt cắt ngang hình chữ ***I*** có sơ đồ tính như hình vẽ. Biết rằng dầm làm bằng thép có $[\sigma]=19kN/cm^2$ và $E=2,1.10^4kN/cm^2$. Chọn số hiệu mặt cắt ngang của dầm theo điều kiện bền ứng suất pháp. Với số hiệu mặt cắt ngang chọn được, tính chuyển vị thẳng đứng và chuyển vị xoay của mặt cắt tại *A*.



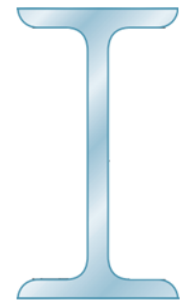
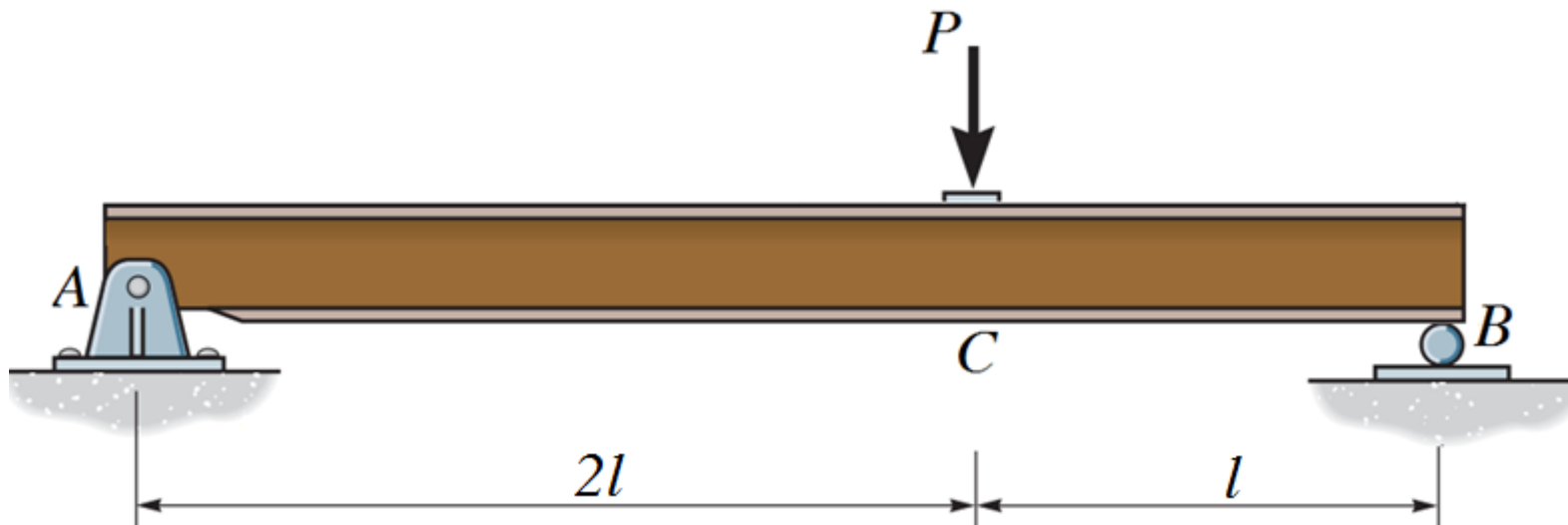
Ví dụ: dầm thép đỡ mặt cầu mặt cắt ngang hình chữ **I** có sơ đồ tính như hình vẽ. Biết rằng thép có $[\sigma]=21kN/cm^2$ và $E=2,1.10^4kN/cm^2$. Xác định số hiệu mặt cắt ngang của dầm theo điều kiện bền ứng suất pháp. Tính chuyển vị thẳng đứng lớn nhất của dầm.



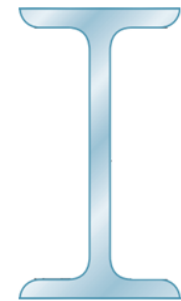
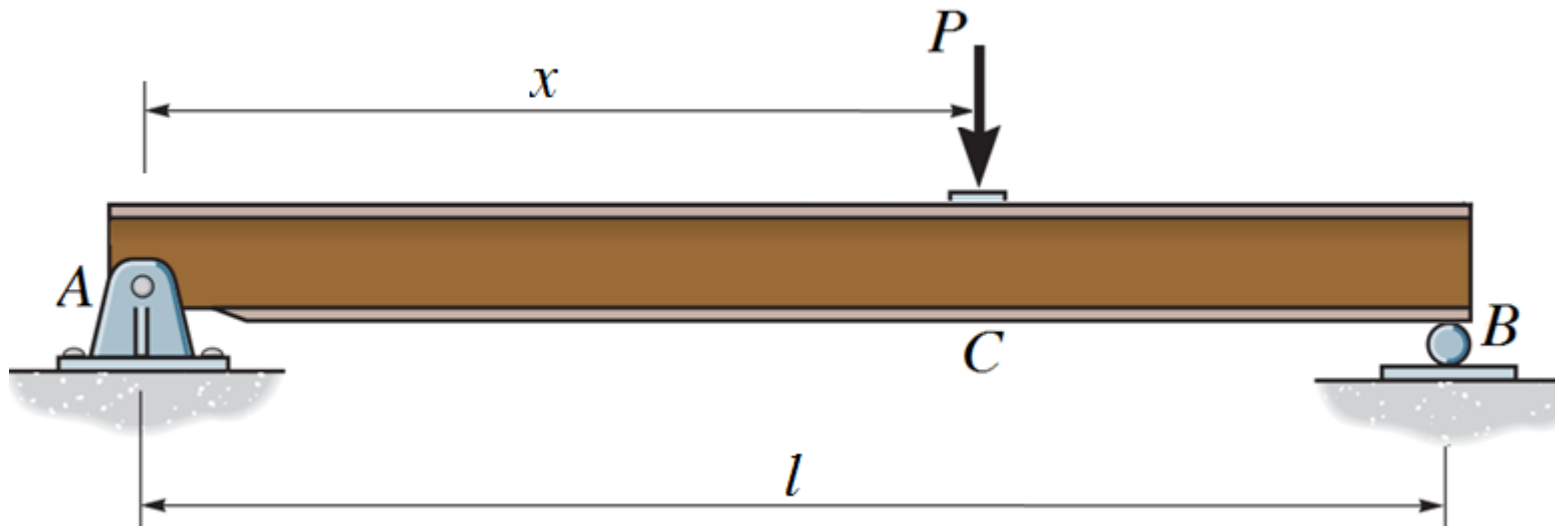
Ví dụ: Thanh nâng có mặt cắt ngang hình chữ ***I*** có sơ đồ tính như hình vẽ. Biết rằng thanh làm bằng thép có $[\sigma]=18kN/cm^2$ và $E=2,1.10^4kN/cm^2$. Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định số hiệu mặt cắt ngang của dầm theo điều kiện bền ứng suất pháp. Tính chuyển vị thẳng đứng của mặt cắt tại ***A***.



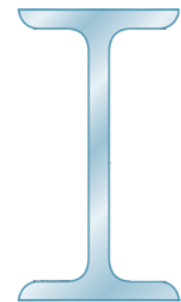
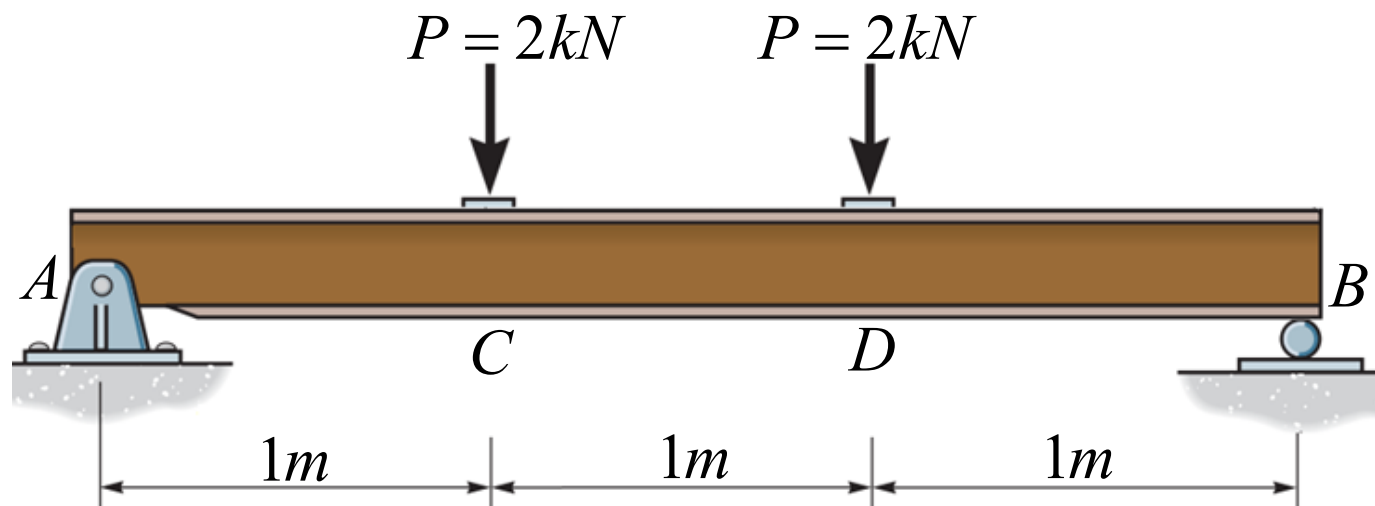
Ví dụ: Dầm cầu trục có mặt cắt ngang hình chữ I có sơ đồ tính như hình vẽ. Biết rằng dầm làm bằng thép có $[\sigma]=21kN/cm^2$ và $E=2,1.10^4kN/cm^2$. Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định số hiệu mặt cắt ngang của dầm theo điều kiện bền ứng suất pháp. Tính chuyển vị thẳng đứng của mặt cắt ngang tại C . Cho $P=5kN$; $l=1m$.



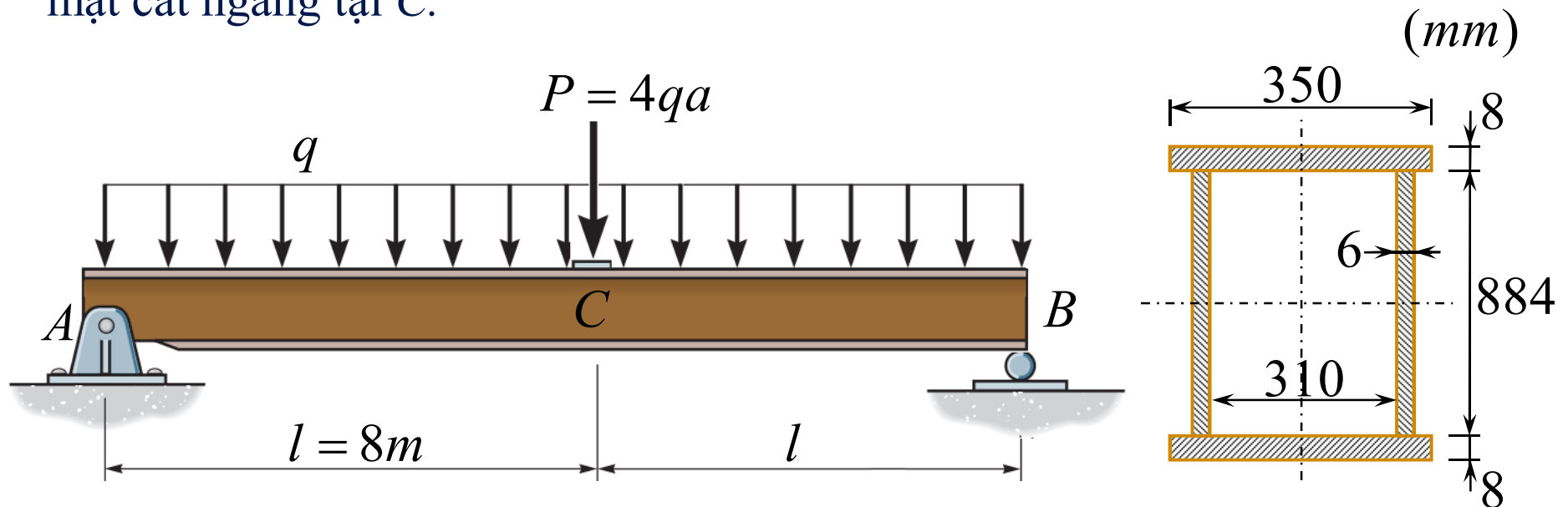
Ví dụ: Dầm cầu trục có mặt cắt ngang hình chữ *I* có sơ đồ tính như hình vẽ. Biết rằng dầm làm bằng thép có $[\sigma]=21\text{kN/cm}^2$ và $E=2,1.10^4\text{kN/cm}^2$. Xác định vị trí của tải trọng P để mômen uốn phát sinh trong dầm là lớn nhất. Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định mômen chống uốn của mặt cắt ngang dầm theo điều kiện bền tương ứng với x tìm được. Tính chuyển vị thẳng đứng của mặt cắt ngang tại C . Cho $P=5\text{kN}$; $l=4\text{m}$.



Ví dụ: Dầm cầu trục có mặt cắt ngang hình chữ *I* có sơ đồ tính như hình vẽ. Biết rằng dầm làm bằng thép có $[\sigma]=19kN/cm^2$ và $E=2,1.10^4kN/cm^2$. Xác định số hiệu mặt cắt ngang của dầm theo điều kiện bền ứng suất pháp. Tính chuyển vị thẳng đứng của mặt cắt tại *C*.



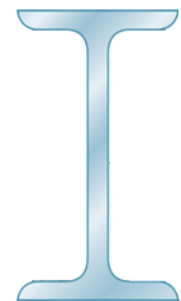
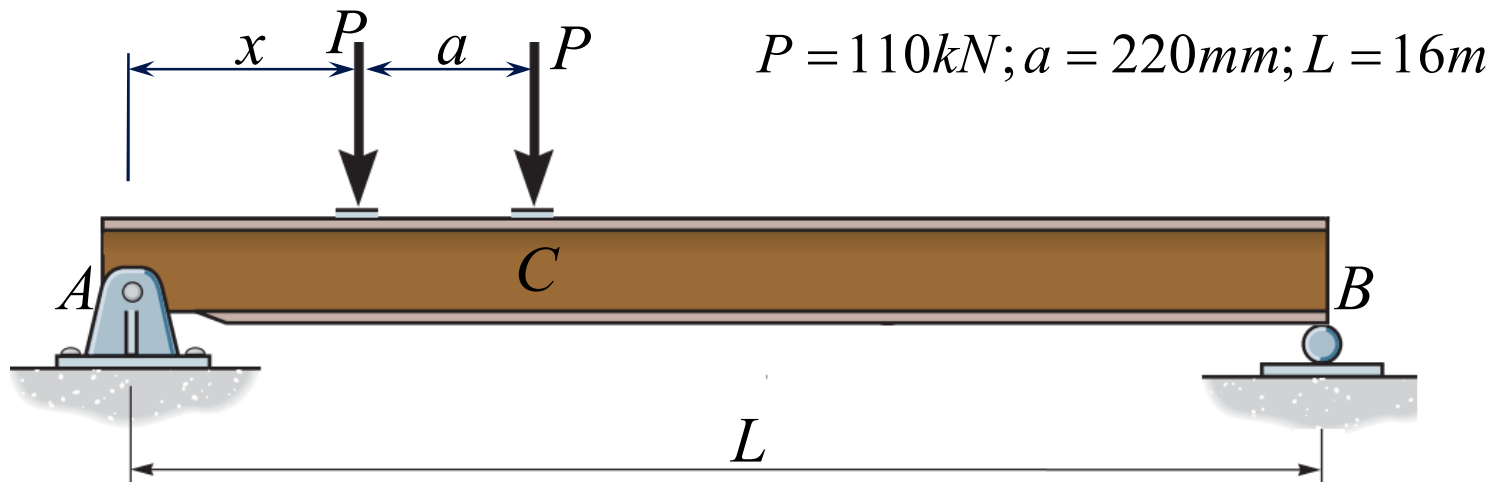
Ví dụ: Dầm cầu trục AB mặt cắt ngang tổ hợp có sơ đồ tính như hình vẽ. Dầm làm bằng thép có $[\sigma]=19\text{kN/cm}^2$ và $E=2,1.10^4\text{kN/cm}^2$. Bỏ qua ảnh hưởng lực cắt, xác định tải trọng cho phép q theo điều kiện bền. Tính chuyển vị thẳng đứng của mặt cắt ngang tại C .



Ví dụ: Dầm cầu trục AB có mặt cắt ngang hình chữ I , tải trọng P do hai bánh xe con tác dụng xuống dầm như hình vẽ. Dầm làm bằng thép có ứng suất cho phép $[\sigma]=21kN/cm^2$ và $E=2,1.10^4kN/cm^2$.

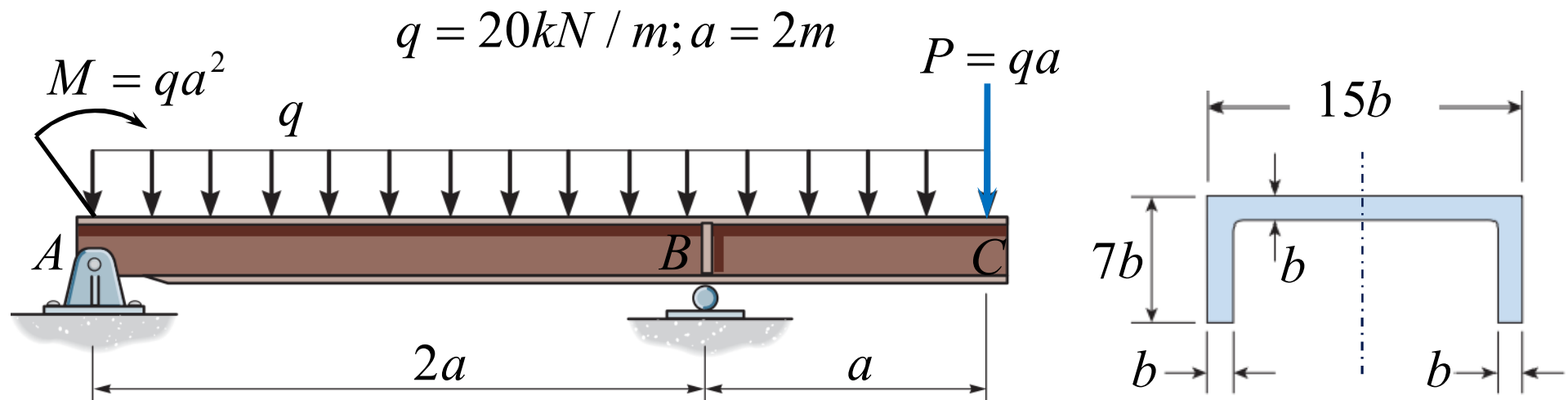


- * Xác định vị trí của xe con (x) để mômen uốn phát sinh trong dầm là lớn nhất.
- * Chọn số hiệu mặt cắt ngang dầm theo điều kiện bền ứng suất pháp.
- * Tính chuyển vị thẳng đứng của mặt cắt ngang tại C .



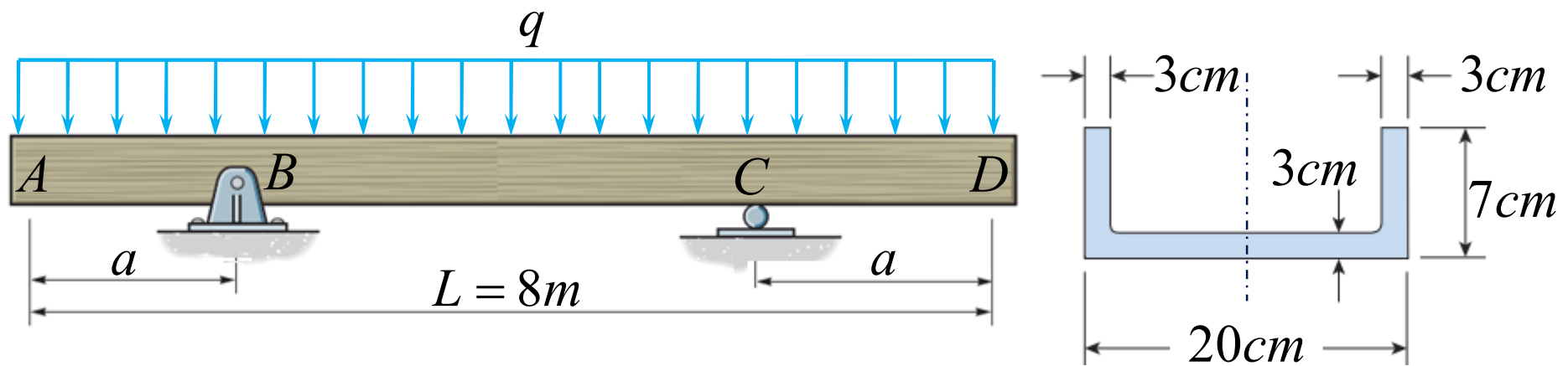
Ví dụ: Dầm mặt cắt ngang không đối xứng liên kết, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Dầm làm bằng vật liệu có ứng suất cho phép $[\sigma]=19\text{kN/cm}^2$ và $E=2,1.10^4\text{kN/cm}^2$

- + Xác định phản lực liên kết tại các gối đỡ.
- + Vẽ biểu đồ lực cắt, mômen uốn phát sinh trong dầm.
- + Xác định kích thước mặt cắt ngang (b) theo điều kiện bền ứng suất pháp.
- + Tính chuyển vị thẳng đứng và chuyển vị xoay của m/c ngang tại C.



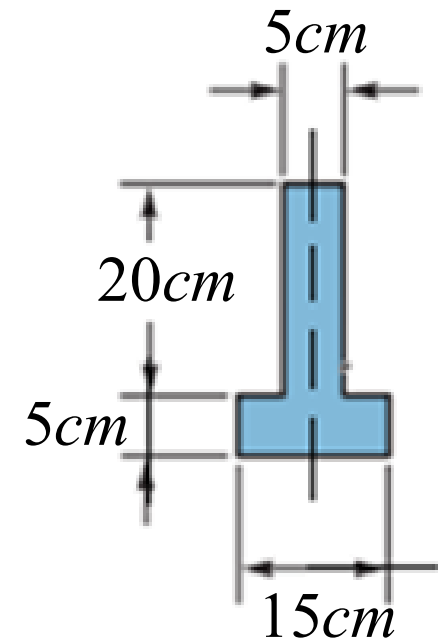
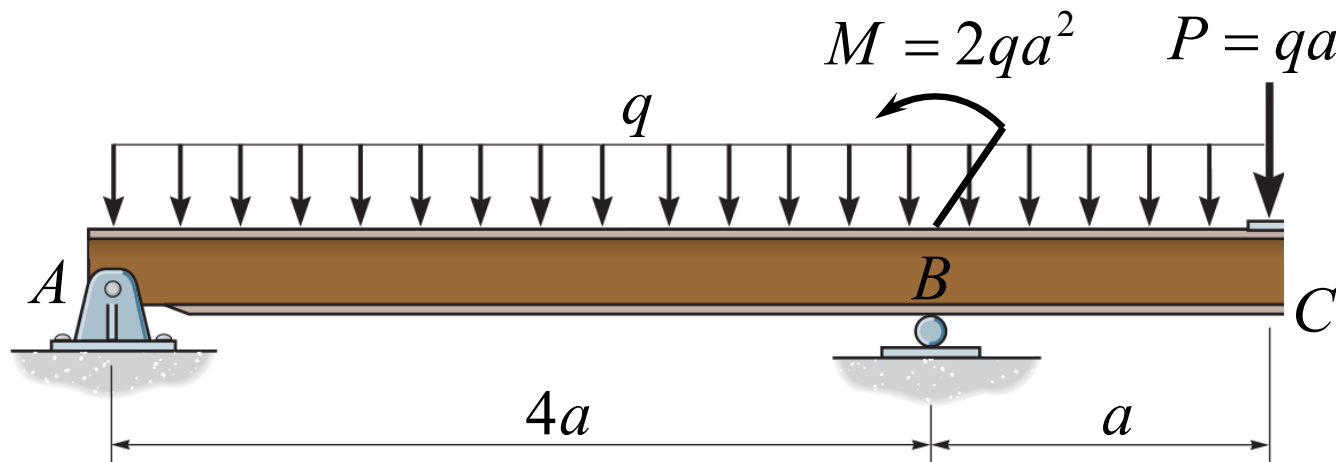
Ví dụ: Dầm mặt cắt ngang không đối xứng, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Dầm làm bằng vật liệu có ứng suất cho phép $[\sigma]=19\text{kN/cm}^2$ và $E=2,1.10^4\text{kN/cm}^2$.

- + Xác định khoảng cách giữa hai gối để khả năng chịu lực của dầm là lớn nhất
- + Vẽ biểu đồ lực cắt, mômen uốn phát sinh trong dầm.
- + Xác định tải trọng cho phép q theo điều kiện bền ứng suất pháp.
- + Tính chuyển vị thẳng đứng và chuyển vị xoay của mặt cắt tại D.



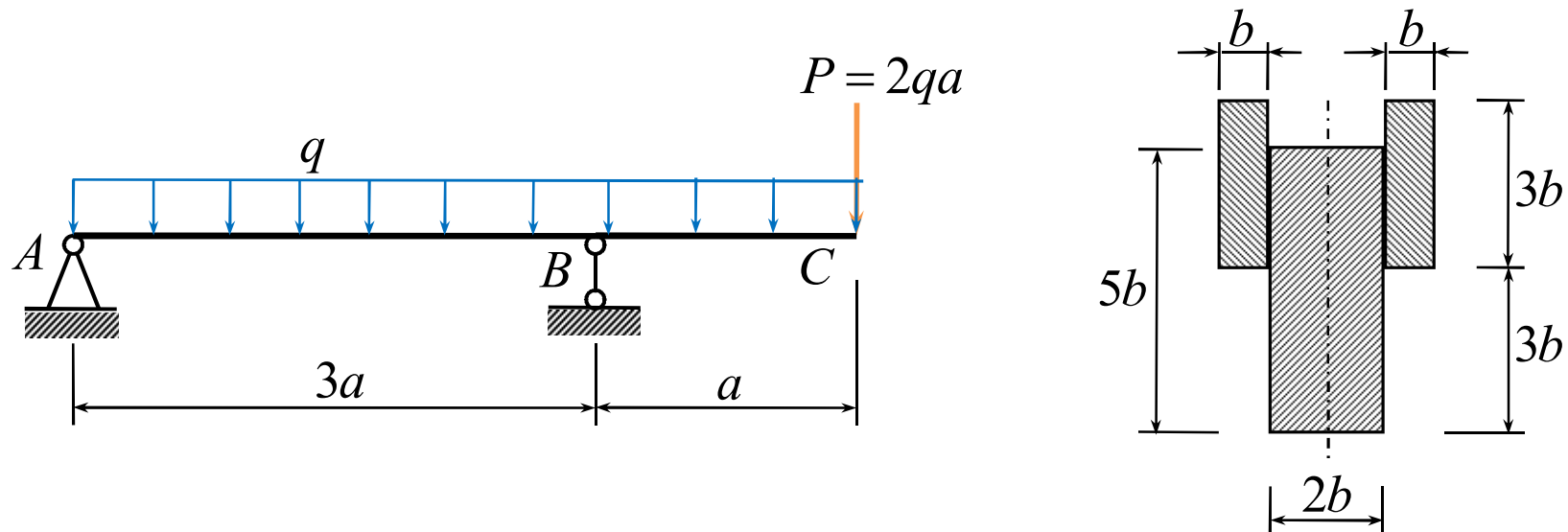
Ví dụ: Dầm tổ hợp AC có mặt cắt ngang, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Dầm làm bằng vật liệu có $[\sigma]=12\text{kN/cm}^2$; $E=1,1.10^3\text{kN/cm}^2$. Cho $a = 1\text{m}$.

- + Xác định phản lực liên kết tại A và B .
- + Vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm.
- + Xác định tải trọng cho phép q theo điều kiện bền ứng suất pháp.
- + Tính chuyển vị thẳng đứng của mặt cắt ngang tại C .



Ví dụ: Dầm tổ hợp AC có mặt cắt ngang, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Dầm làm bằng vật liệu có $[\sigma]=19kN/cm^2$; $E=2,1.10^4kN/cm^2$. Cho $a = 1m$; $q=12kN/m$.

- + Xác định phản lực liên kết tại A và B .
- + Vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm.
- + Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định kích thước mặt cắt ngang của dầm, b , theo điều kiện bền.
- + Tính chuyển vị thẳng đứng của mặt cắt ngang tại C .

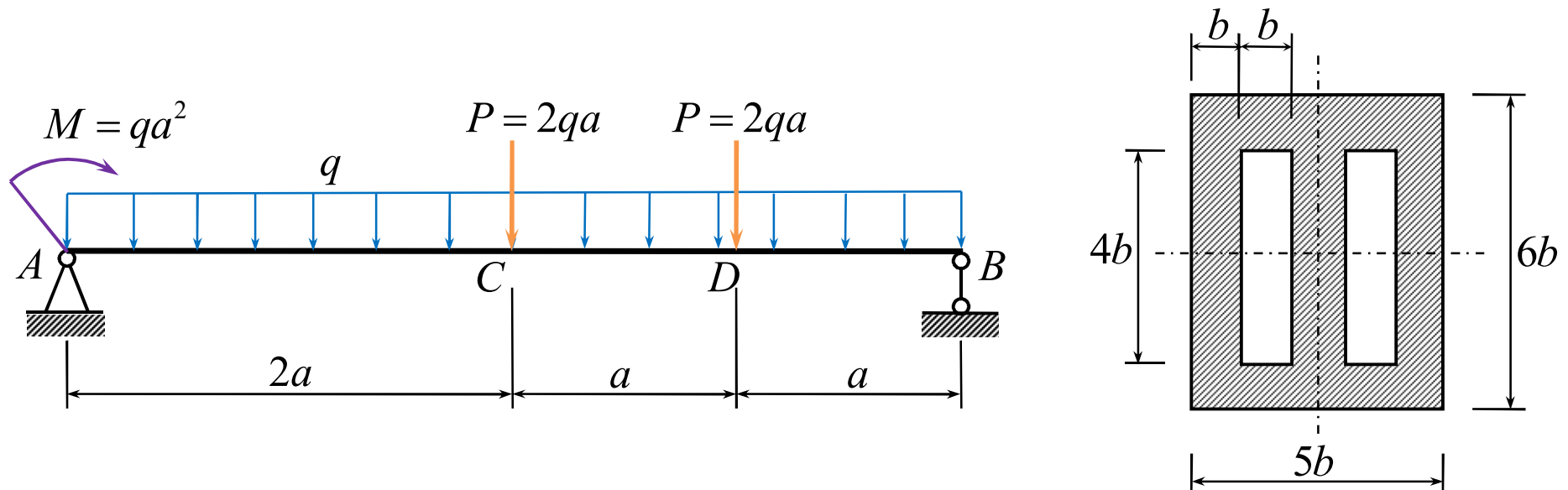


Ví dụ: Dầm AB có mặt cắt ngang, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Dầm làm bằng thép có $[\sigma]=19\text{kN/cm}^2$; $E=2,1.10^4\text{kN/cm}^2$. Cho $a = 1,5\text{m}$; $b=3\text{cm}$.

+ Vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm theo q và a .

+ Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định tải trọng cho phép, q , theo điều kiện bền.

+ Tính chuyển vị thẳng đứng của mặt cắt ngang tại C .



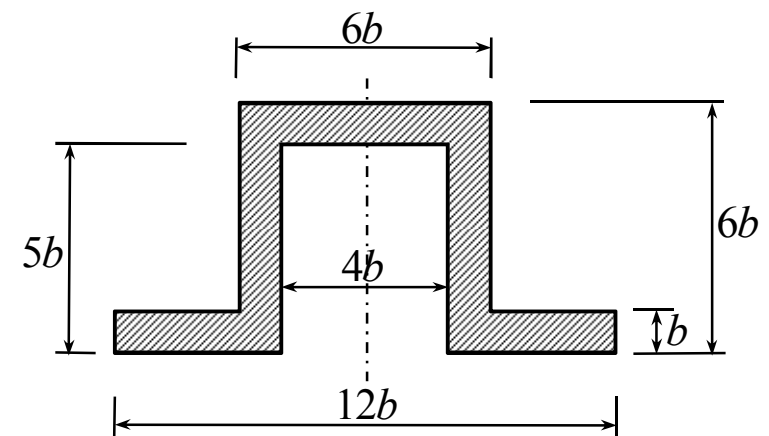
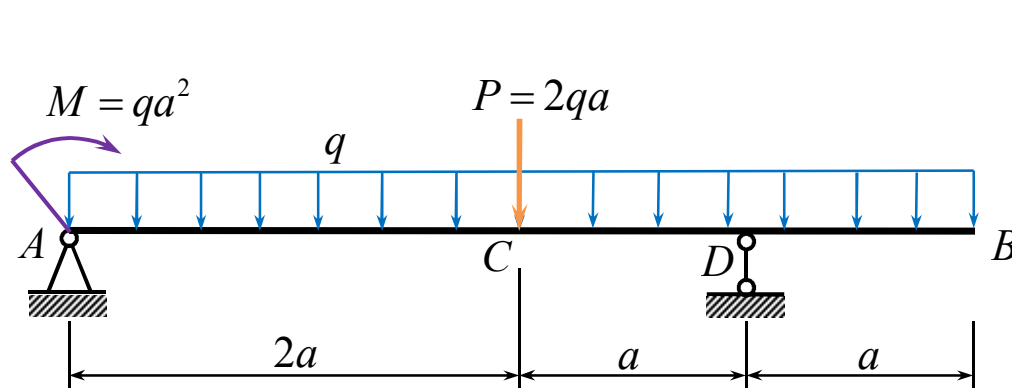
Ví dụ: Dầm AB có mặt cắt ngang, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Dầm làm bằng thép có $[\sigma]=21\text{kN/cm}^2$; $E=2,1.10^4\text{kN/cm}^2$. Cho $a = 1\text{m}$; $q=15\text{kN/m}$.

+ Xác định phản lực liên kết tại A và D .

+ Vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm.

+ Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định kích thước mặt cắt ngang của dầm, b , theo điều kiện bền.

+ Tính chuyển vị thẳng đứng của mặt cắt ngang tại B .



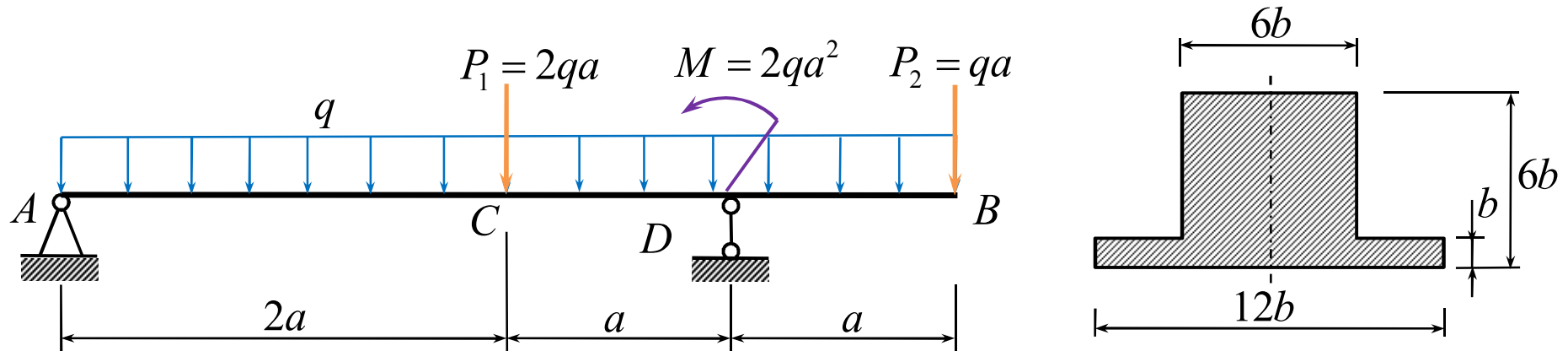
Ví dụ: Dầm AB có mặt cắt ngang, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Dầm làm bằng thép có $[\sigma]=21\text{kN/cm}^2$; $E=2,1.10^4\text{kN/cm}^2$. Cho $a = 1\text{m}$; $q=15\text{kN/m}$.

+ Xác định phản lực liên kết tại A và D .

+ Vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm.

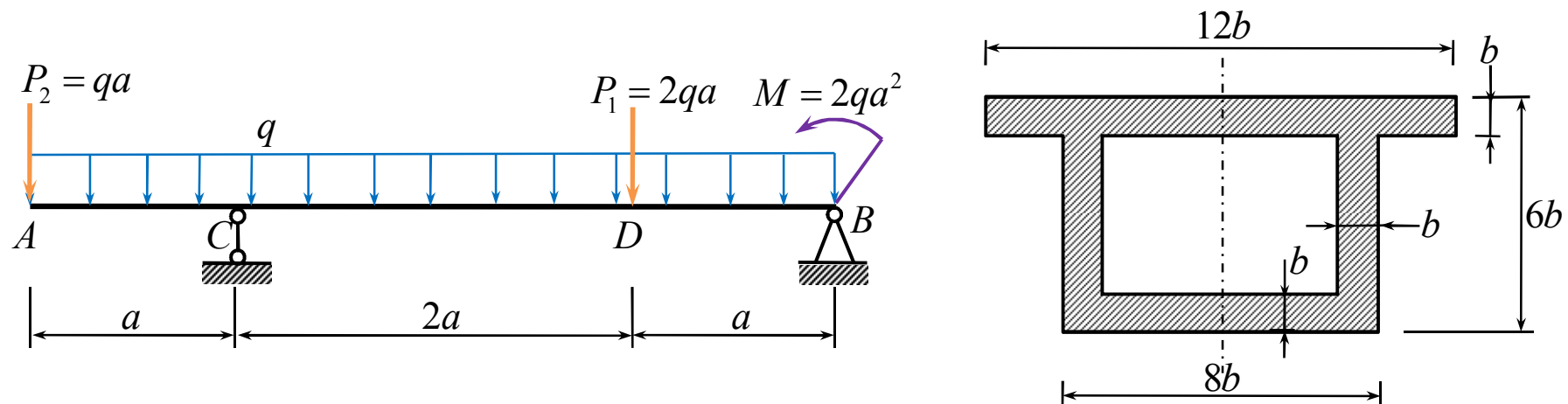
+ Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định kích thước mặt cắt ngang của dầm, b , theo điều kiện bền.

+ Tính chuyển vị thẳng đứng của mặt cắt ngang tại B .



Ví dụ: Dầm AB có mặt cắt ngang, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Dầm làm bằng thép có $[\sigma]=21\text{kN/cm}^2$; $E=2,1.10^4\text{kN/cm}^2$. Cho $a = 1\text{m}$; $q=15\text{kN/m}$.

- + Xác định phản lực liên kết tại A và D .
- + Vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm.
- + Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định kích thước mặt cắt ngang của dầm, b , theo điều kiện bền.
- + Tính chuyển vị thẳng đứng của mặt cắt ngang tại A .



Thank you!

<https://sites.google.com/site/trangtantrien/>

trangtantrien@hcmute.edu.vn

