

Sức Bền Vật Liệu

Chương 8:

Giải Hệ Siêu Tĩnh Bằng Phương Pháp Lực

Image courtesy of ADEPT Airmotive (Pty) Ltd.

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

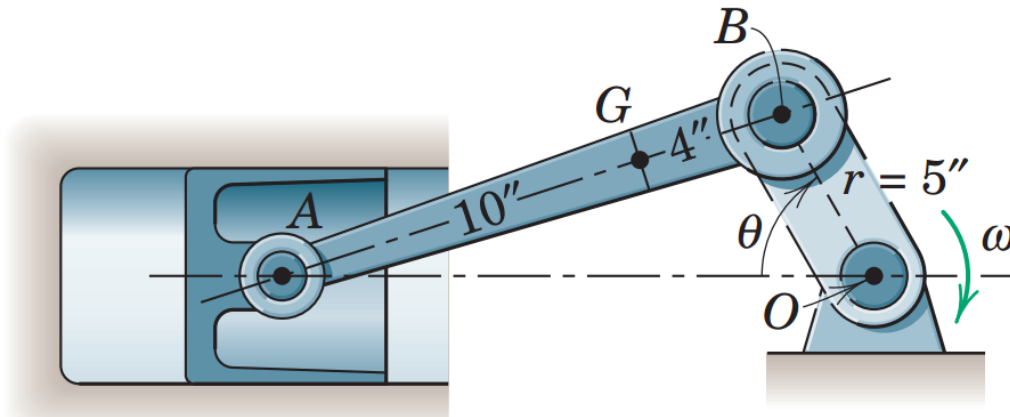
trangtantrien@hcmute.edu.vn



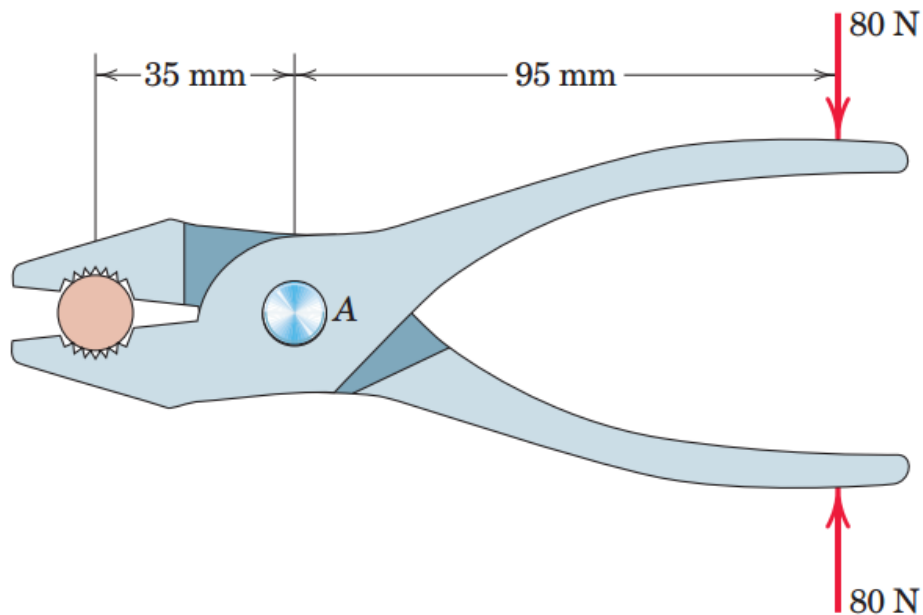
1

Các Khái Niệm

* **Hệ không biến hình**: là hệ không có sự thay đổi hình dáng, kích thước khi chịu lực nếu ta xem các phần tử trong hệ là tuyệt đối cứng



Hệ biến hình

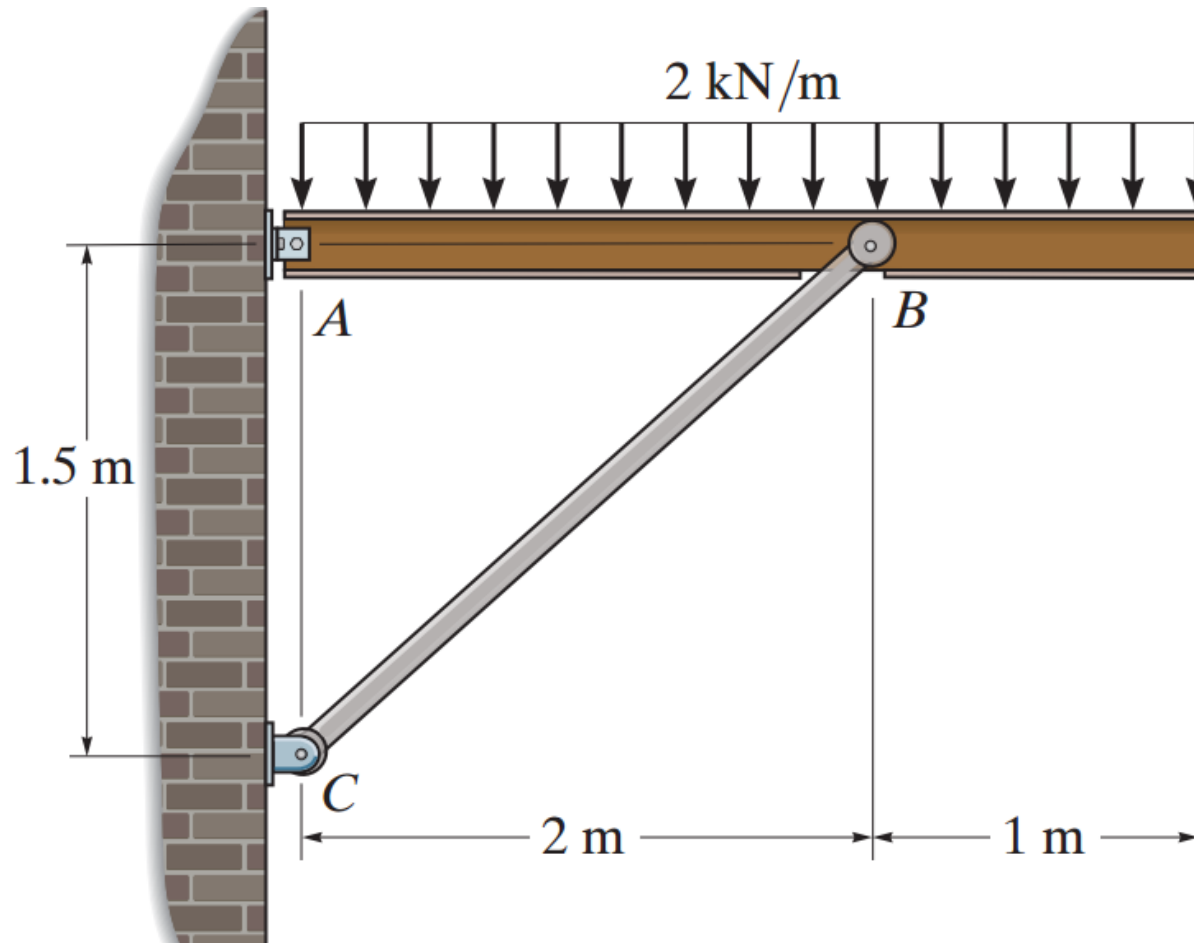


Hệ không biến hình

1

Các Khái Niệm

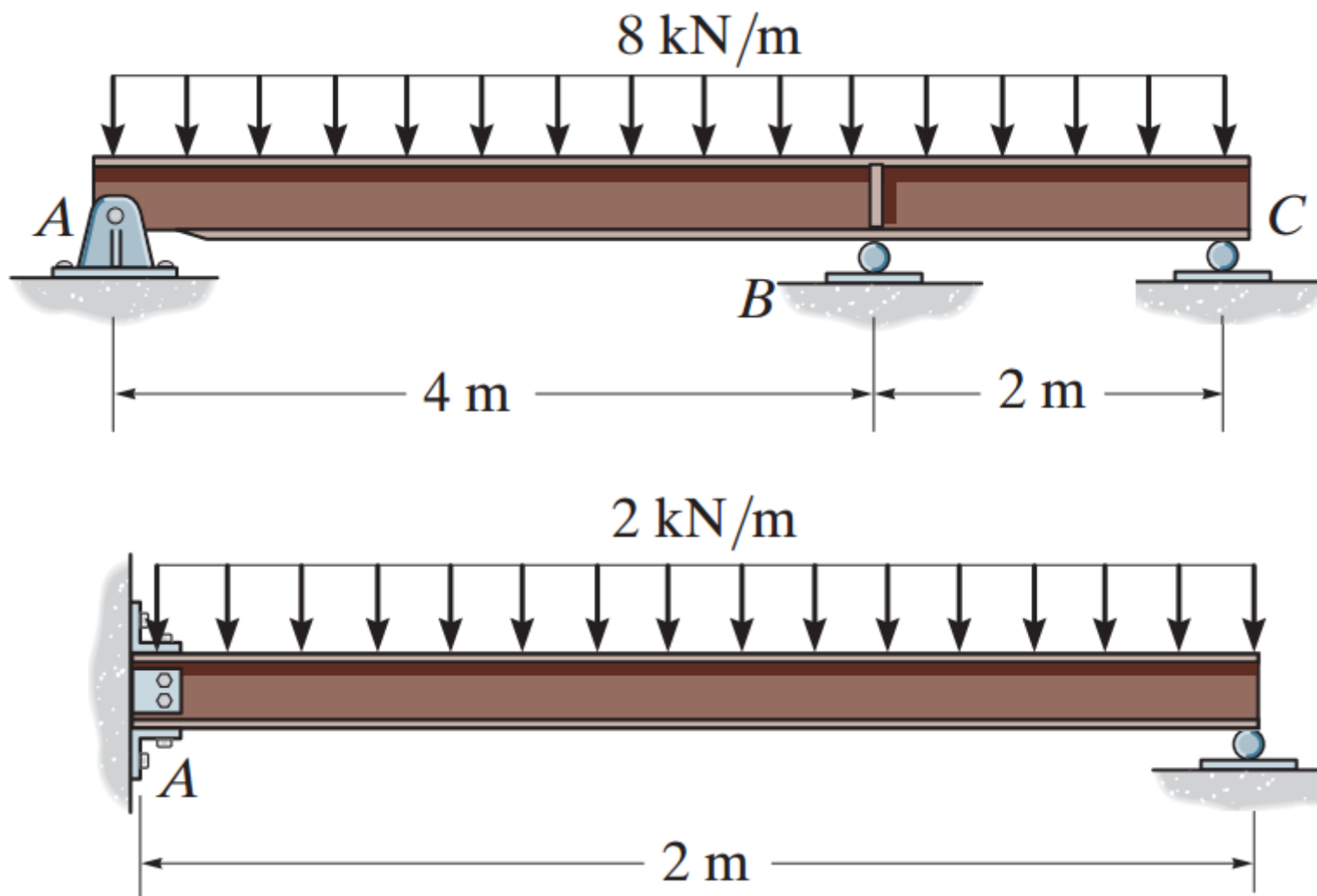
* **Hệ tĩnh định:** là hệ mà ta chỉ cần sử dụng các phương trình cân bằng tĩnh học cũng có thể xác định đầy đủ các thành phần của phản lực liên kết và nội lực của hệ.



1

Các Khái Niệm

* **Hệ siêu tĩnh**: là hệ có số lượng liên kết nhiều hơn số liên kết cần thiết để hệ không biến hình. Số liên kết thừa được gọi là liên kết đơn được gọi là bậc siêu tĩnh.

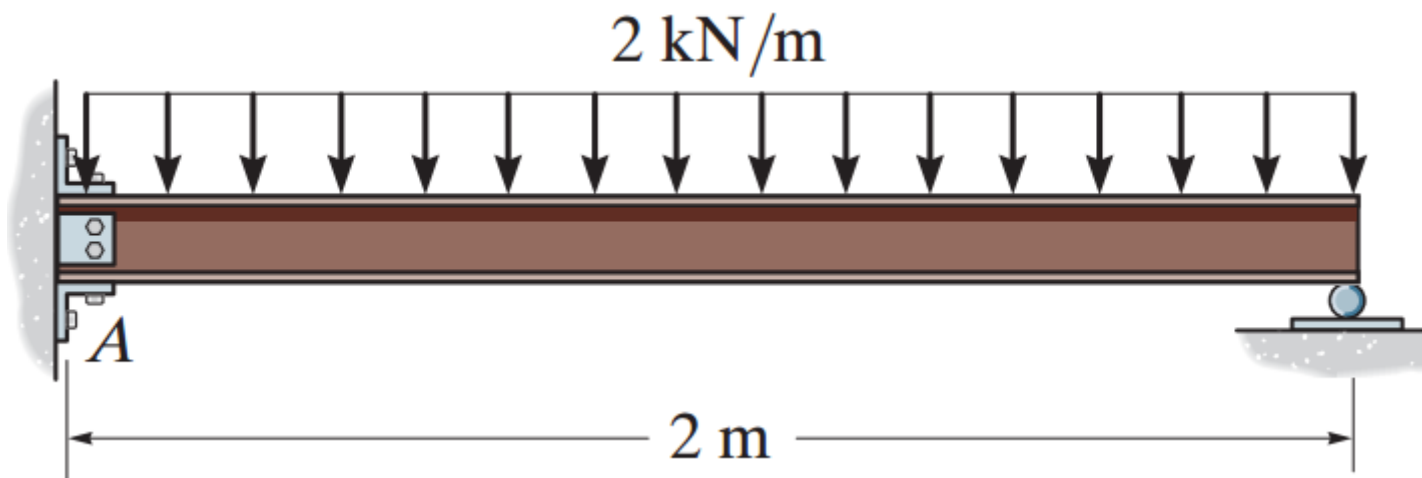


1

Các Khái Niệm

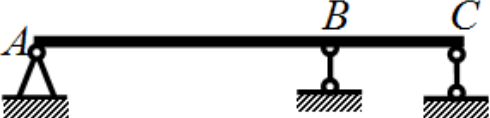
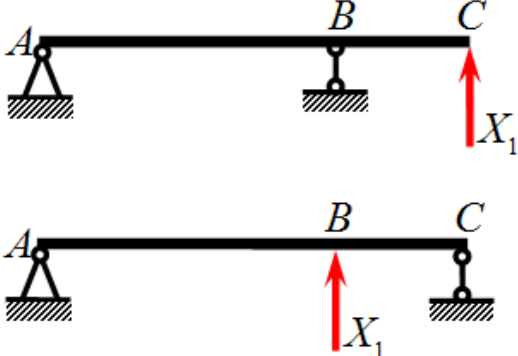
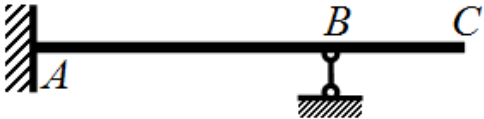
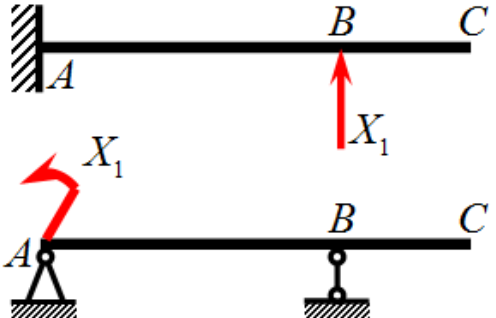
* **Ưu điểm của hệ siêu tĩnh:** là biến dạng, nội lực phát sinh trong hệ là nhỏ hơn so với hệ tĩnh định tương đương. Sử dụng hệ siêu tĩnh ta có thể điều chỉnh nội lực trong hệ.

* **Nhược điểm của hệ siêu tĩnh:** là có thể phát sinh nội lực khi có chuyển vị cưỡng bức hoặc có sự thay đổi của nhiệt độ.



2 Phương pháp lực


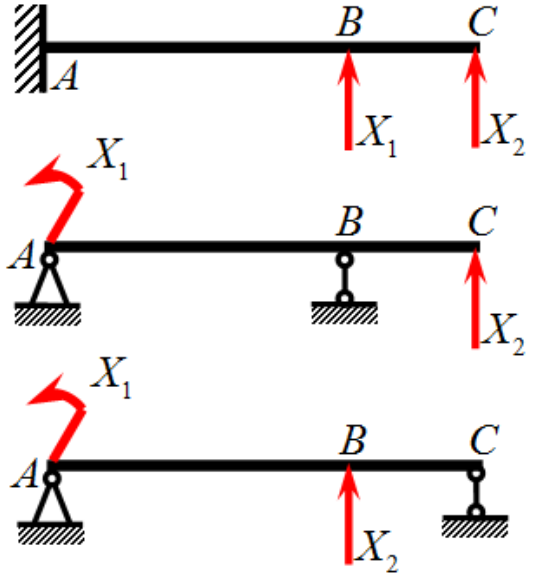
* **Hệ cơ bản**: là hệ không biến hình được suy ra từ hệ siêu tĩnh bằng cách bỏ đi các liên kết thừa.

Bậc siêu tĩnh	Hệ siêu tĩnh	Hệ cơ bản	Điều kiện về biến dạng
1			$\Delta_c = 0$
1			$\Delta_B = 0$ $\varphi_A = 0$

2

Phương pháp lực

* *Hệ cơ bản:*

2			$\Delta_B = 0, \Delta_C = 0$ $\varphi_A = 0, \Delta_C = 0$ $\varphi_A = 0, \Delta_B = 0$
---	------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

\Rightarrow *Từ một hệ siêu tĩnh ta có thể tạo thành nhiều hệ cơ bản.*

** Hệ phương trình chính tắc:*

+ Để hệ cơ bản tương đương với hệ siêu tĩnh thì chuyển vị tại các vị trí và theo phương siêu tĩnh phải bằng không. Các chuyển vị này phụ thuộc vào tải trọng P và các ẩn số X_i

$$\Rightarrow \Delta_i = \Delta_i(X_1, X_2, \dots, X_n, P) = 0$$

+ Đối với hệ đàn hồi tuyến tính, ta có thể áp dụng nguyên lý cộng tác dụng của lực

$$\Rightarrow \Delta_i = \Delta_{iP} + X_1 \delta_{i1} + X_2 \delta_{i2} + \dots + X_n \delta_{in} = 0$$

2

Phương pháp lực

* *Hệ phương trình chính tắc:*

$$\Delta_i = \Delta_{iP} + X_1 \delta_{i1} + X_2 \delta_{i2} + \dots + X_n \delta_{in} = 0$$

Δ_{ip} Chuyển vị tại vị trí và theo phương siêu tĩnh X_i do tải trọng P gây ra trong hệ cơ bản.

δ_{ik} Chuyển vị tại vị trí và theo phương siêu tĩnh X_i do tải trọng đơn vị $X_i=1$ gây ra trong hệ cơ bản

2 Phương pháp lực

* *Hệ phương trình chính tắc:*

$$\begin{cases} \Delta_{1P} + X_1\delta_{11} + X_2\delta_{12} + \dots + X_n\delta_{1n} = 0 \\ \Delta_{2P} + X_1\delta_{21} + X_2\delta_{22} + \dots + X_n\delta_{2n} = 0 \\ \dots\dots\dots \\ \Delta_{nP} + X_1\delta_{n1} + X_2\delta_{n2} + \dots + X_n\delta_{nn} = 0 \end{cases}$$

$$\delta_{ii} = (\bar{M}_i)(\bar{M}_i) + (\bar{N}_i)(\bar{N}_i) \quad \text{Hệ số chính}$$

$$\delta_{ik} = \delta_{ki} = (\bar{M}_i)(\bar{M}_k) + (\bar{N}_i)(\bar{N}_k); i \neq k \quad \text{Hệ số phụ}$$

$$\Delta_{iP} = (\bar{M}_i)(M_P^0) + (\bar{N}_i)(N_P^0) \quad \text{Hệ số tự do tải trọng}$$

2 Phương pháp lực

* *Hệ phương trình chính tắc:*

$$\begin{cases} \Delta_{1P} + X_1\delta_{11} + X_2\delta_{12} + \dots + X_n\delta_{1n} = 0 \\ \Delta_{2P} + X_1\delta_{21} + X_2\delta_{22} + \dots + X_n\delta_{2n} = 0 \\ \dots\dots\dots \\ \Delta_{nP} + X_1\delta_{n1} + X_2\delta_{n2} + \dots + X_n\delta_{nn} = 0 \end{cases}$$

$$\delta_{ii} = (\bar{M}_i)(\bar{M}_i) + (\bar{N}_i)(\bar{N}_i) \quad \text{Hệ số chính}$$

$$\delta_{ik} = \delta_{ki} = (\bar{M}_i)(\bar{M}_k) + (\bar{N}_i)(\bar{N}_k); i \neq k \quad \text{Hệ số phụ}$$

$$\Delta_{iP} = (\bar{M}_i)(M_P^0) + (\bar{N}_i)(N_P^0) \quad \text{Hệ số tự do tải trọng}$$

2**Phương pháp lực**

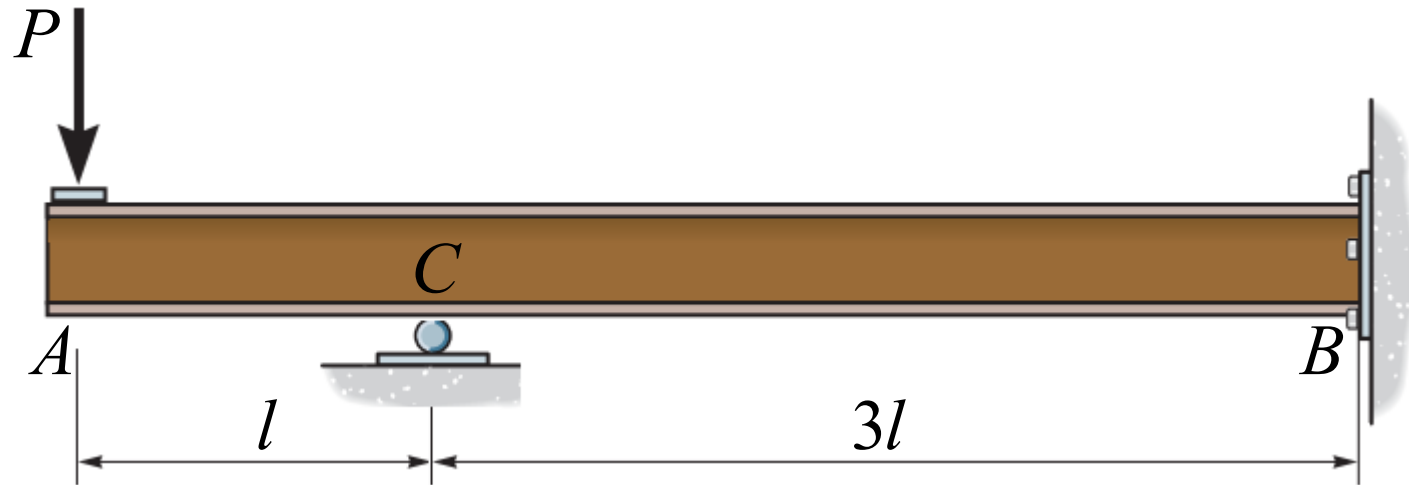
** Hệ phương trình chính tắc:*

+ Hệ siêu tĩnh bậc 1: $\Delta_{1P} + X_1\delta_{11} = 0$

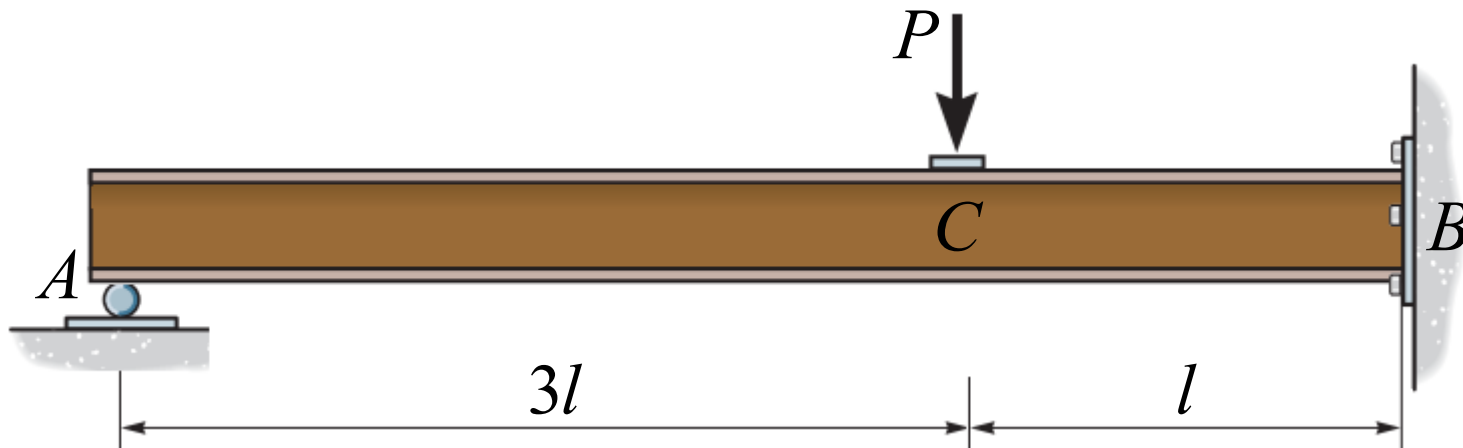
+ Hệ siêu tĩnh bậc 2:
$$\begin{cases} \Delta_{1P} + X_1\delta_{11} + X_2\delta_{12} = 0 \\ \Delta_{2P} + X_1\delta_{21} + X_2\delta_{22} = 0 \end{cases}$$

+ Hệ siêu tĩnh bậc 3:
$$\begin{cases} \Delta_{1P} + X_1\delta_{11} + X_2\delta_{12} + X_3\delta_{13} = 0 \\ \Delta_{2P} + X_1\delta_{21} + X_2\delta_{22} + X_3\delta_{23} = 0 \\ \Delta_{3P} + X_1\delta_{31} + X_2\delta_{32} + X_3\delta_{33} = 0 \end{cases}$$

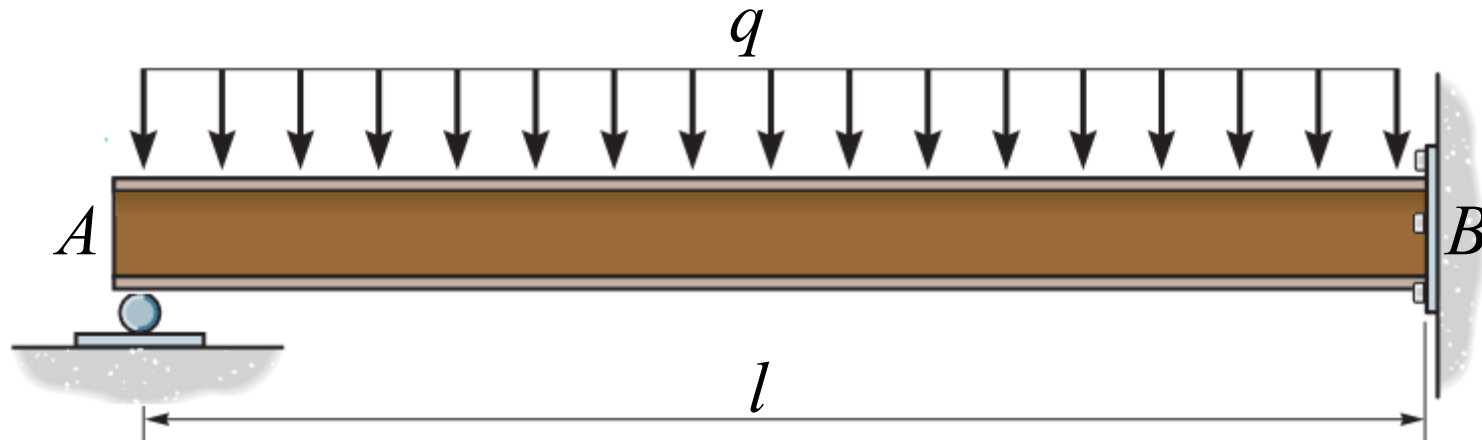
Ví dụ: Dầm AB có độ cứng chống uốn $EJ = \text{const}$. Xác định phản lực liên kết tại C và vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm.



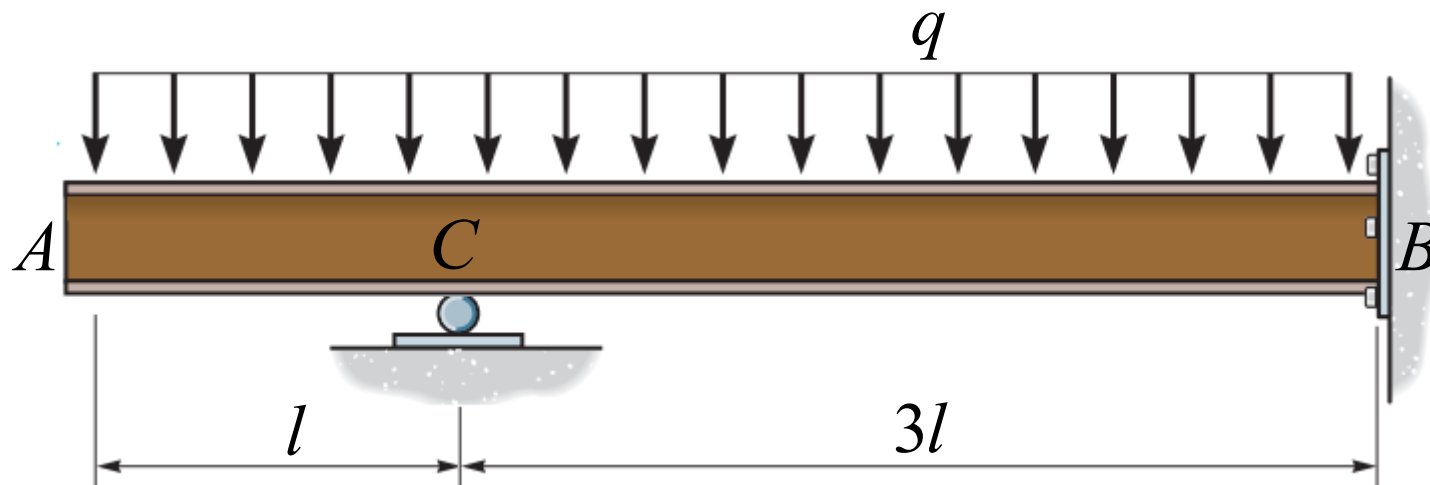
Ví dụ: Dầm AB có độ cứng chống uốn $EJ = \text{const}$. Xác định phản lực liên kết tại A và vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm.



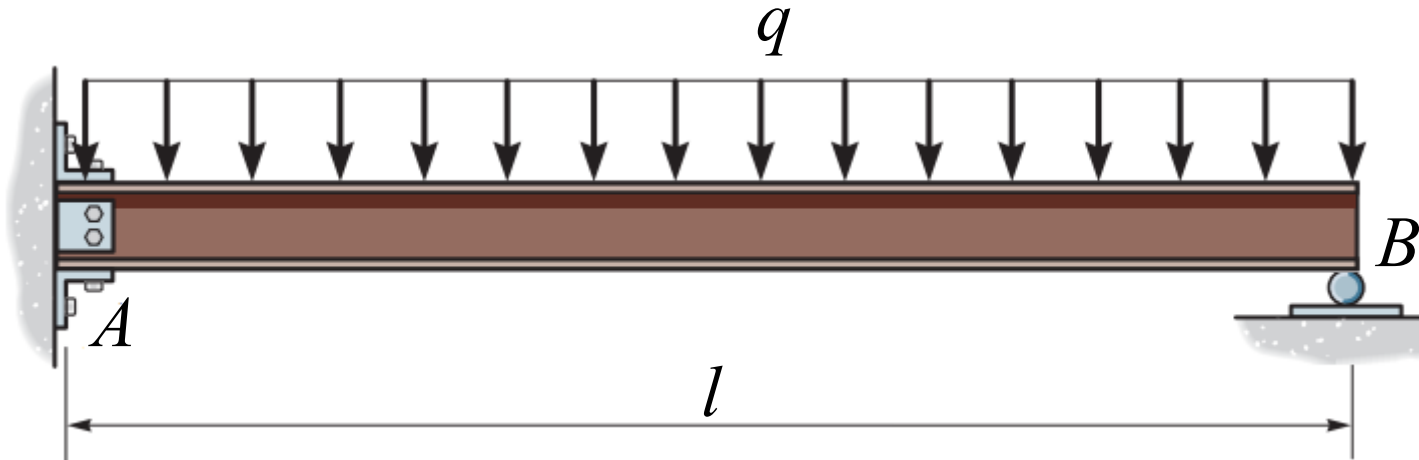
Ví dụ: Dầm AB có độ cứng chống uốn $EJ = \text{const}$. Xác định phản lực liên kết tại A và vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm.



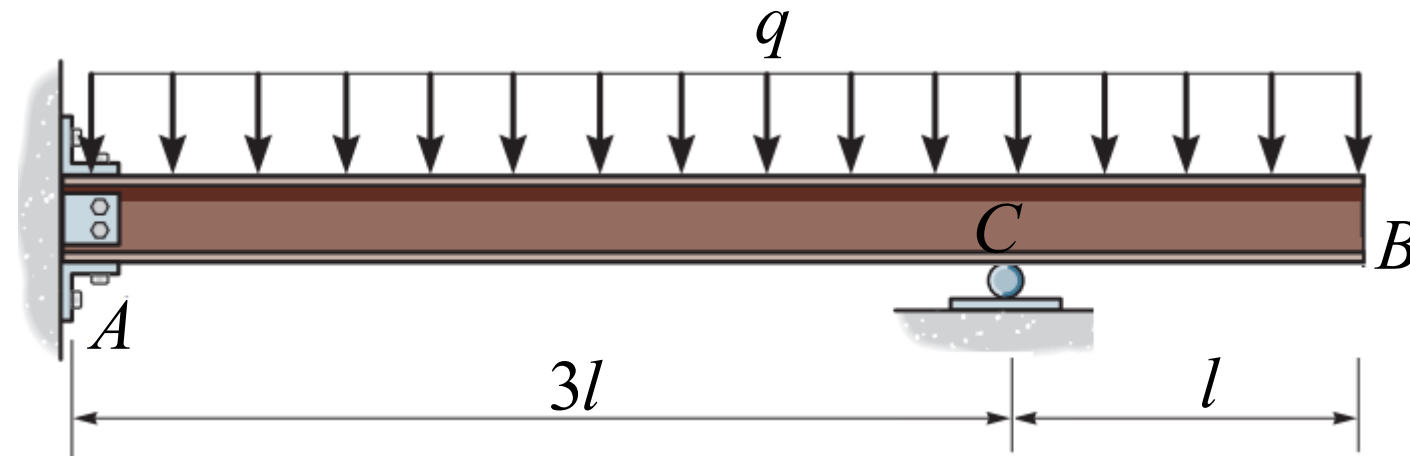
Ví dụ: Dầm AB có độ cứng chống uốn $EJ = \text{const}$. Xác định phản lực liên kết tại C và vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm.



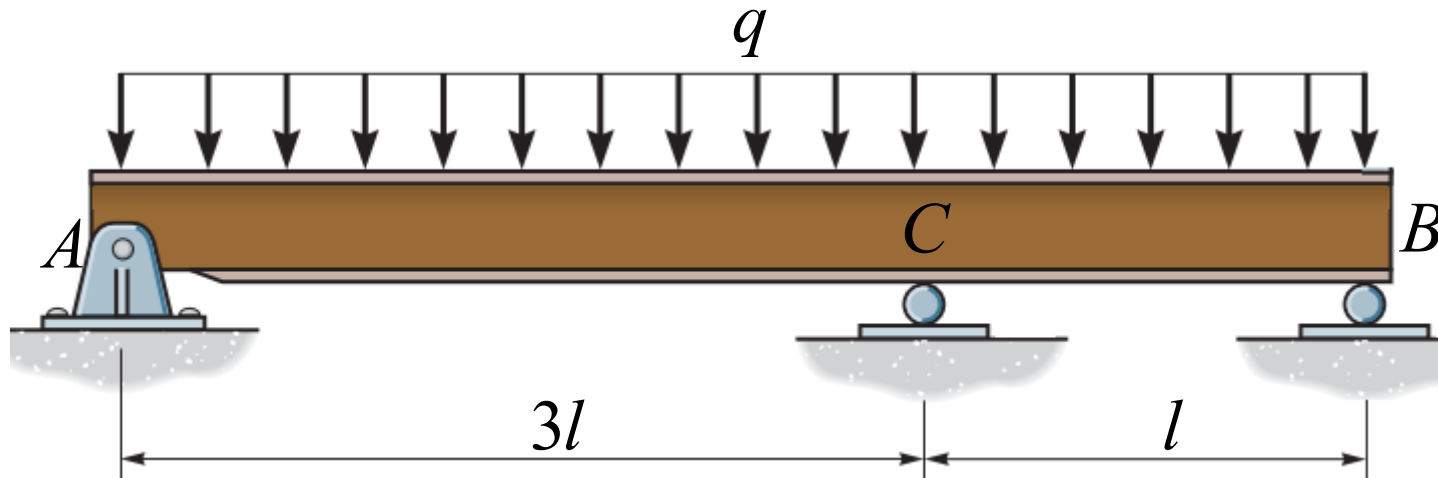
Ví dụ: Dầm AB có độ cứng chống uốn $EJ = \text{const.}$ Xác định phản lực liên kết tại B và vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm.



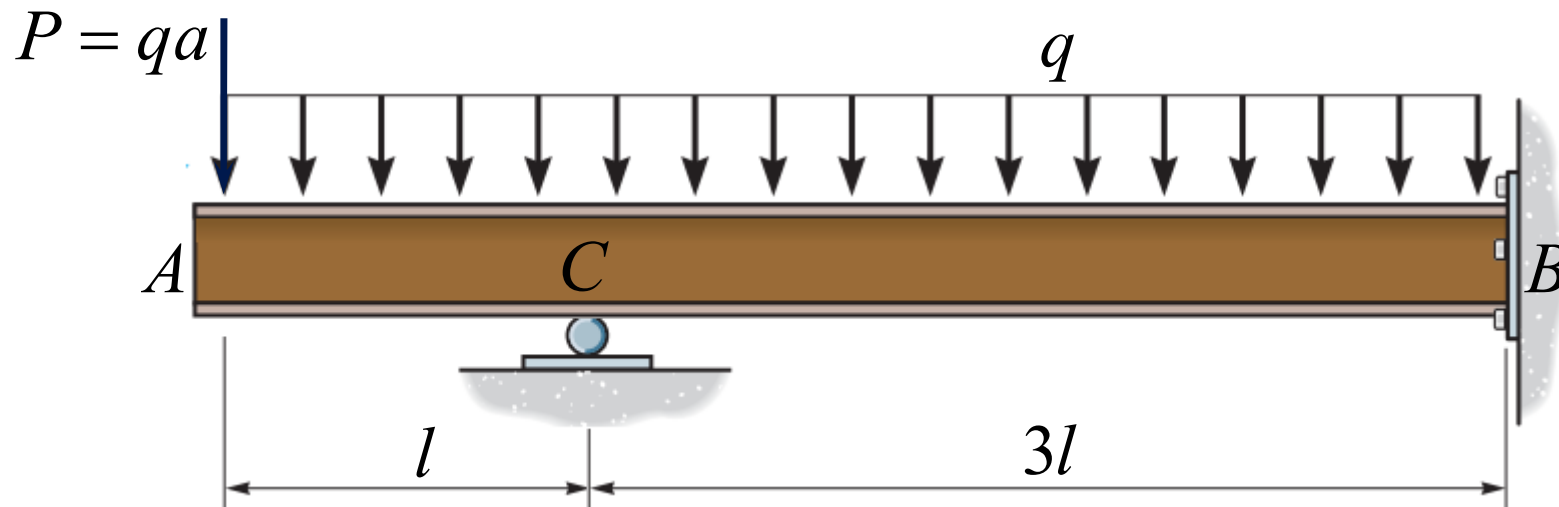
Ví dụ: Dầm AB có độ cứng chống uốn $EJ = \text{const.}$ Xác định phản lực liên kết tại C và vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm.



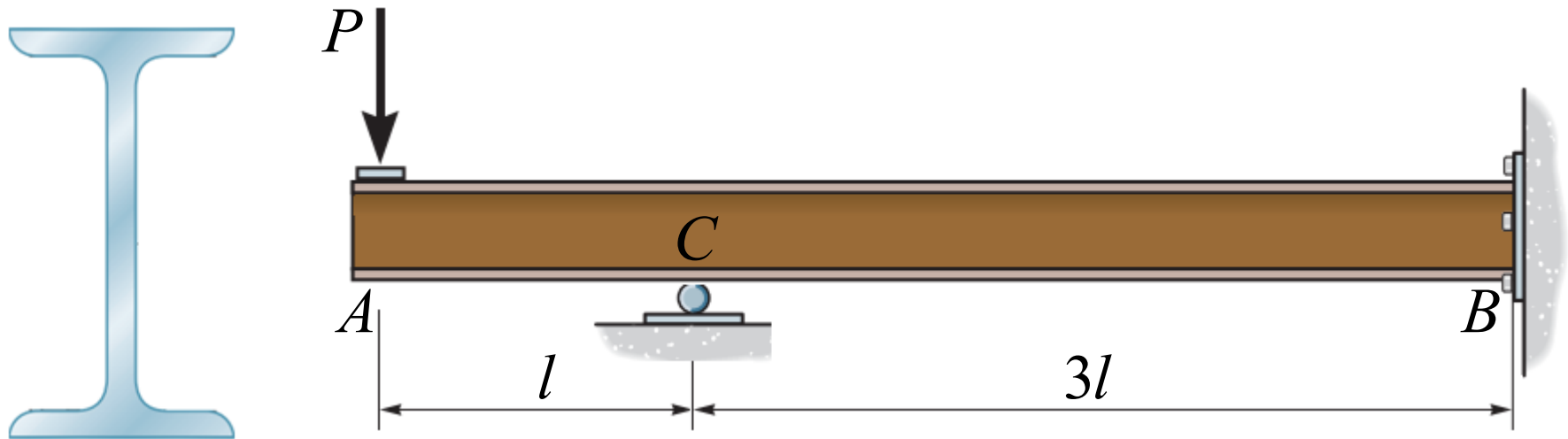
Ví dụ: Dầm AB có độ cứng chống uốn $EJ = \text{const}$. Xác định phản lực liên kết tại B và vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm.



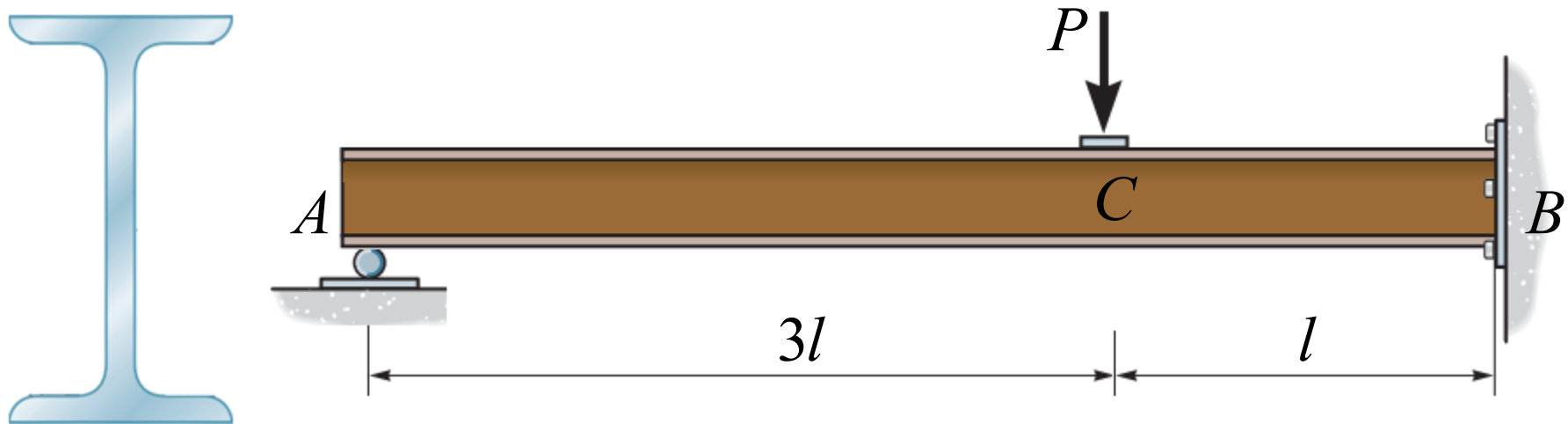
Ví dụ: Dầm AB có độ cứng chống uốn $EJ = \text{const}$. Xác định phản lực liên kết tại C và vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm.



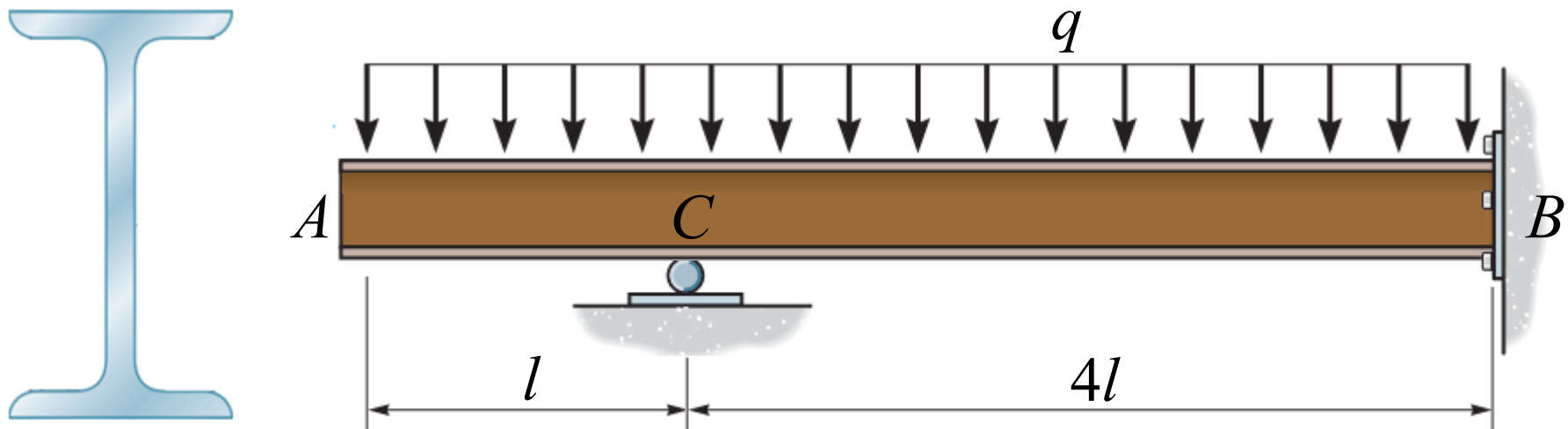
Ví dụ: Dầm AB có mặt cắt ngang hình chữ I , liên kết, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Dầm làm bằng thép có $[\sigma]=21kN/cm^2$. Biết rằng mặt cắt ngang hình chữ I có $J_x=2300cm^4$; $W_x=230cm^3$. Cho $l=1m$. Vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm. Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định tải trọng cho phép P theo điều kiện bền.



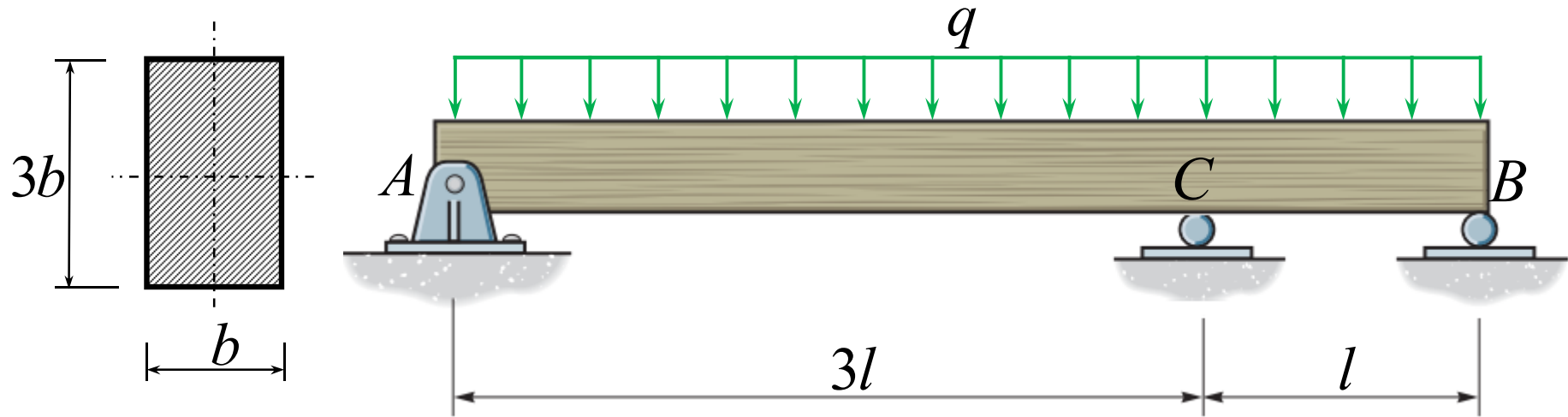
Ví dụ: Dầm AB có mặt cắt ngang hình chữ I 300×46 , liên kết, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Dầm làm bằng thép có $[\sigma] = 21 \text{ kN/cm}^2$. Cho $l = 1 \text{ m}$. Vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm. Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định tải trọng cho phép P theo điều kiện bền.



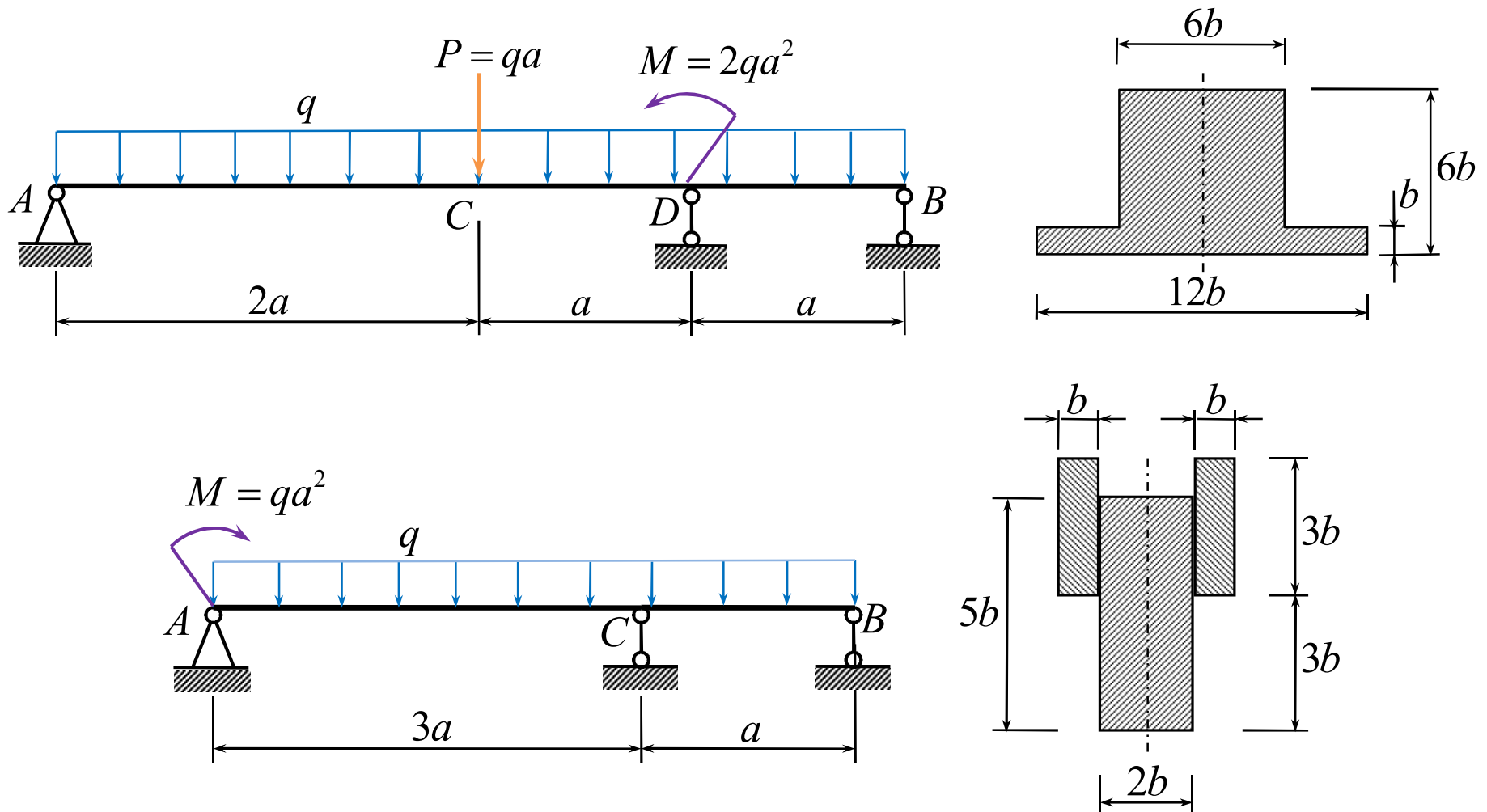
Ví dụ: Dầm AB có mặt cắt ngang hình chữ I , liên kết, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Dầm làm bằng thép có $[\sigma]=21kN/cm^2$. Cho $l=1m$; $q=25kN/m$. Vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm. Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định số hiệu của mặt cắt ngang theo điều kiện bền.



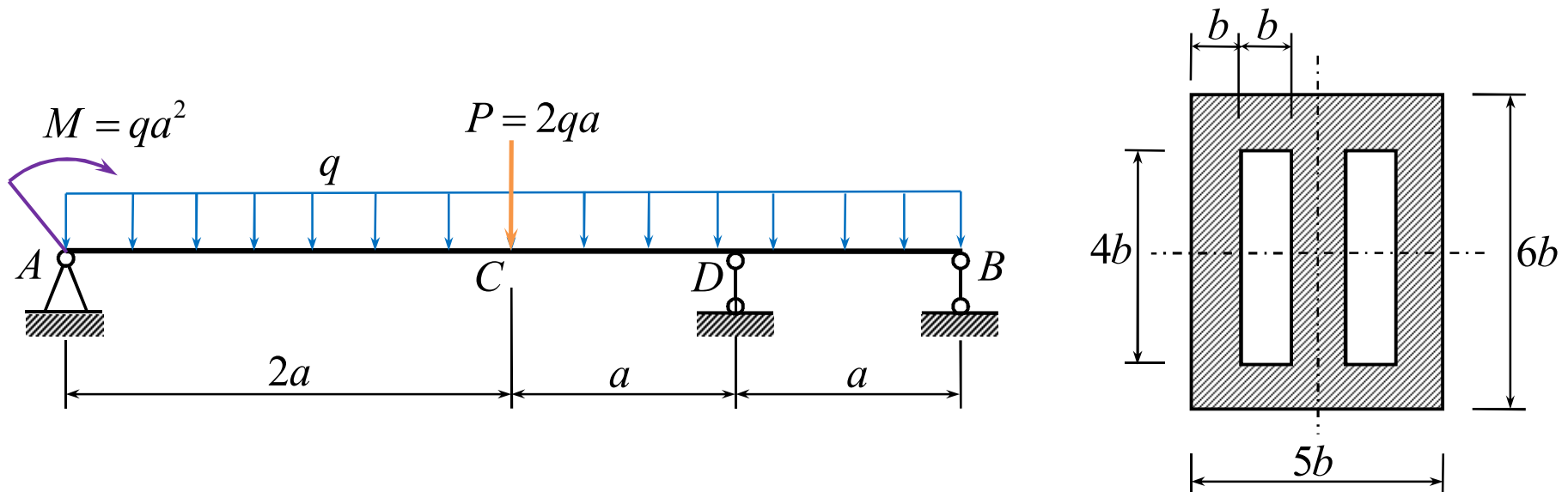
Ví dụ: Dầm AB có mặt cắt ngang hình chữ nhật, liên kết, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Dầm làm bằng thép có $[\sigma]=21kN/cm^2$. Cho $l=1m$; $q=25kN/m$. Vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm. Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định kích thước của mặt cắt ngang theo điều kiện bền.



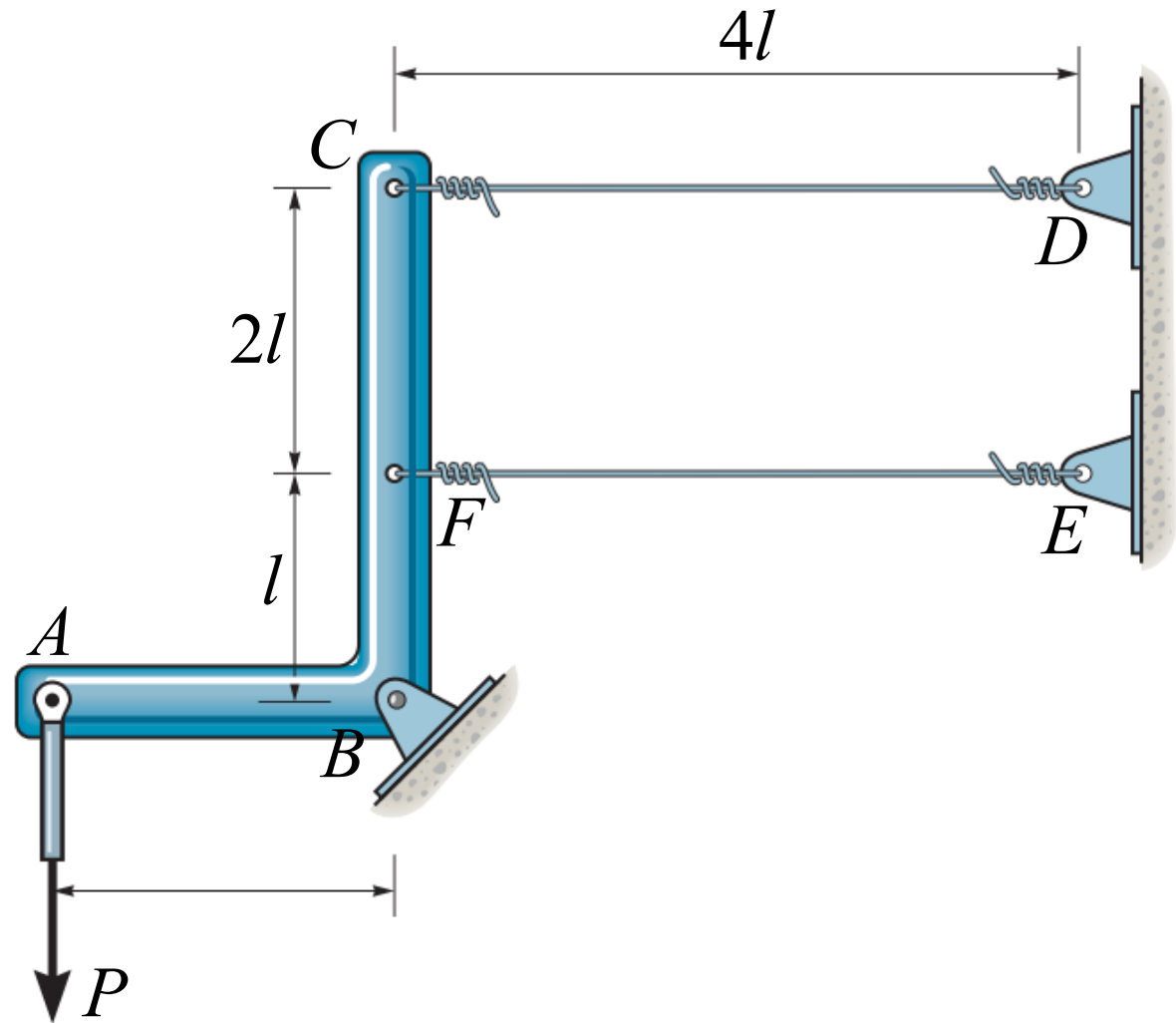
Ví dụ: Dầm AB mặt cắt ngang không đổi, liên kết, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Dầm làm bằng thép có $[\sigma]=19kN/cm^2$. Vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm. Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định kích thước mặt cắt ngang của dầm theo điều kiện bền. Cho $q=12kN/m$; $a=2m$.



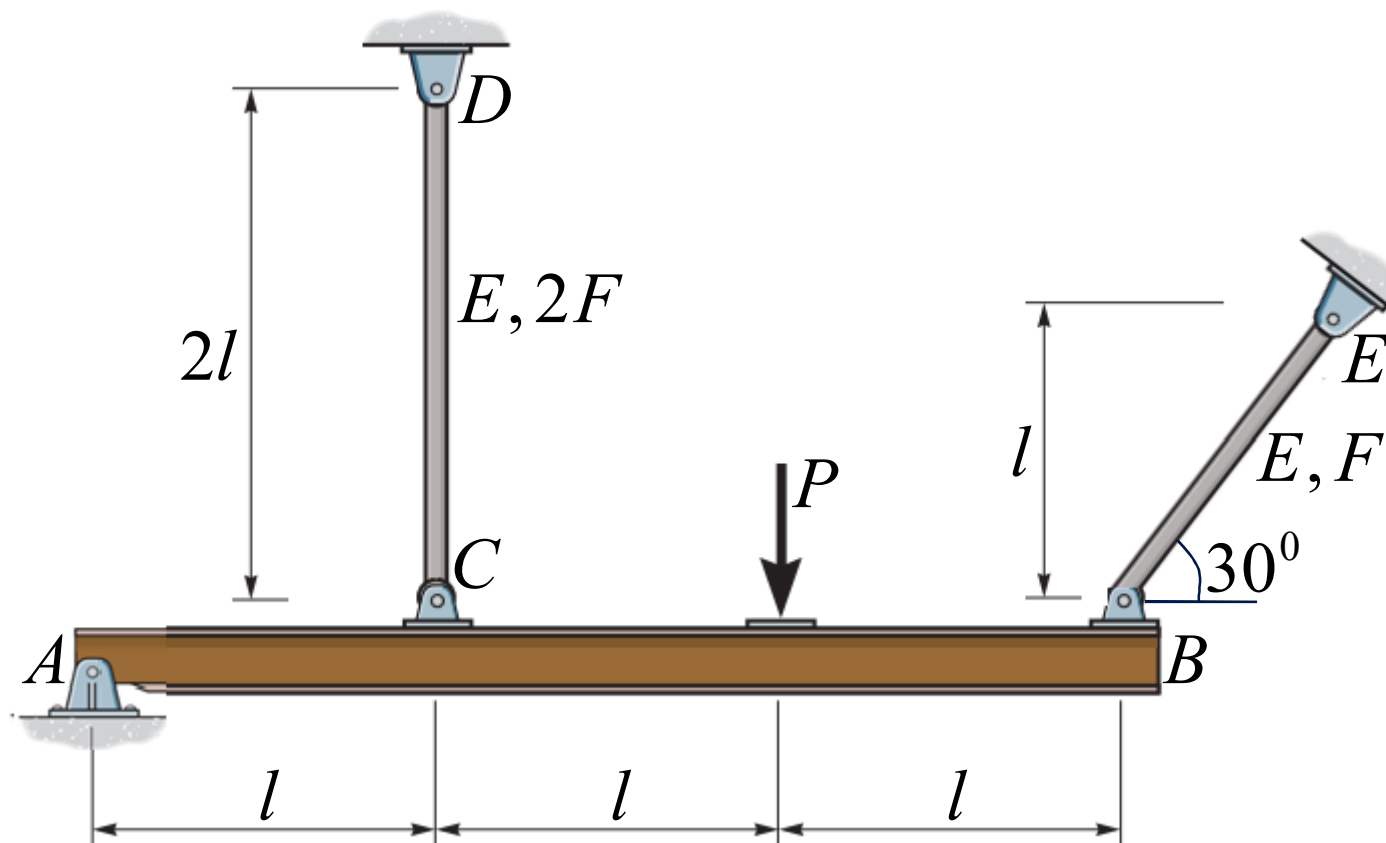
Ví dụ: Dầm AB mặt cắt ngang không đổi, liên kết, chịu lực và có kích thước như hình vẽ. Dầm làm bằng thép có $[\sigma]=19kN/cm^2$. Vẽ biểu đồ nội lực phát sinh trong dầm. Bỏ qua ảnh hưởng của lực cắt, xác định kích thước mặt cắt ngang của dầm theo điều kiện bền. Cho $q=12kN/m$; $a=2m$.



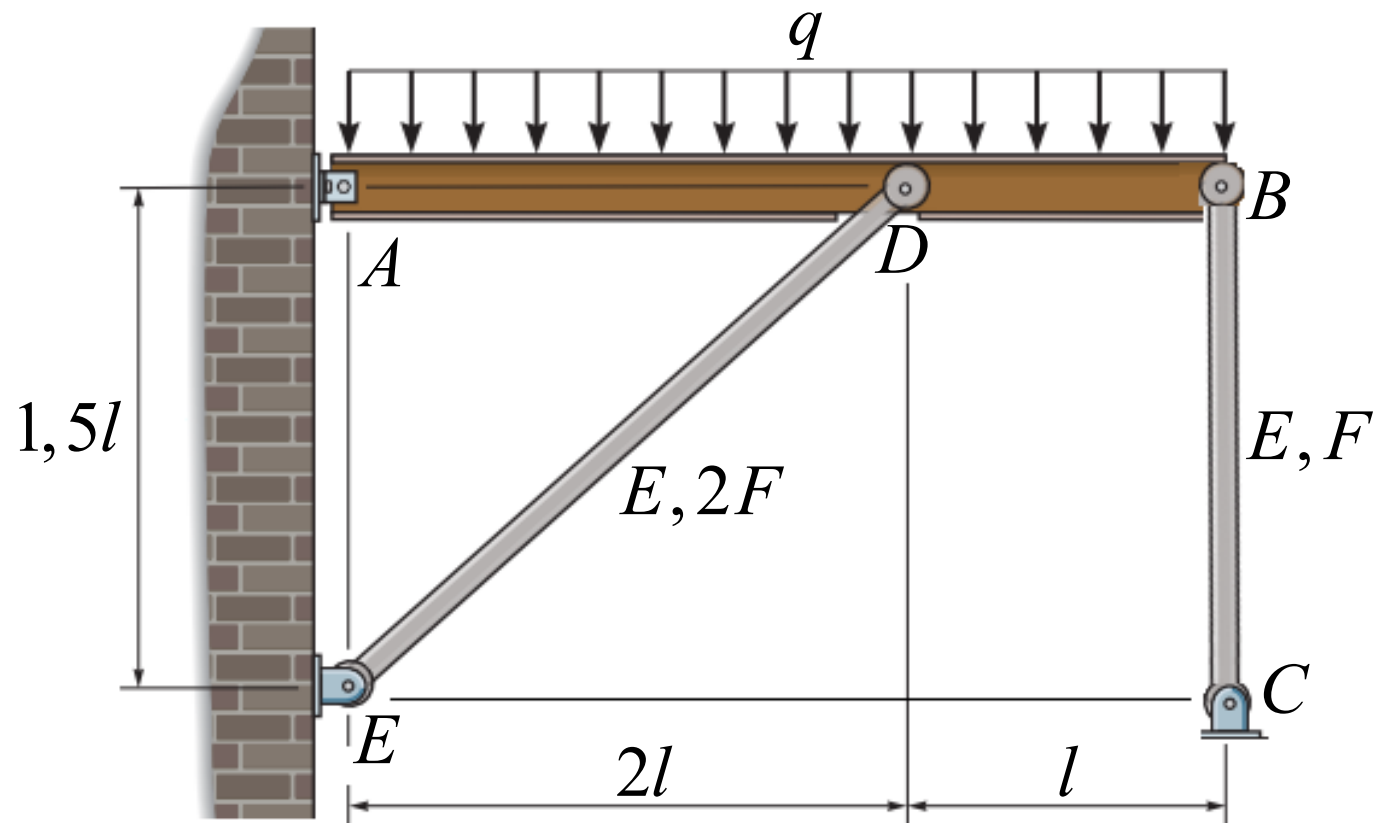
Ví dụ: Thanh ABC tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại B và được giữ bởi các thanh CD và EF như hình vẽ. Các thanh CD và EF có cùng diện tích mặt cắt ngang F và được làm bằng thép có $[\sigma]=19\text{kN/cm}^2$; $E=2,1\cdot 10^4\text{kN/cm}^2$. Cho $l=0,5\text{m}$; $P=150\text{kN}$.



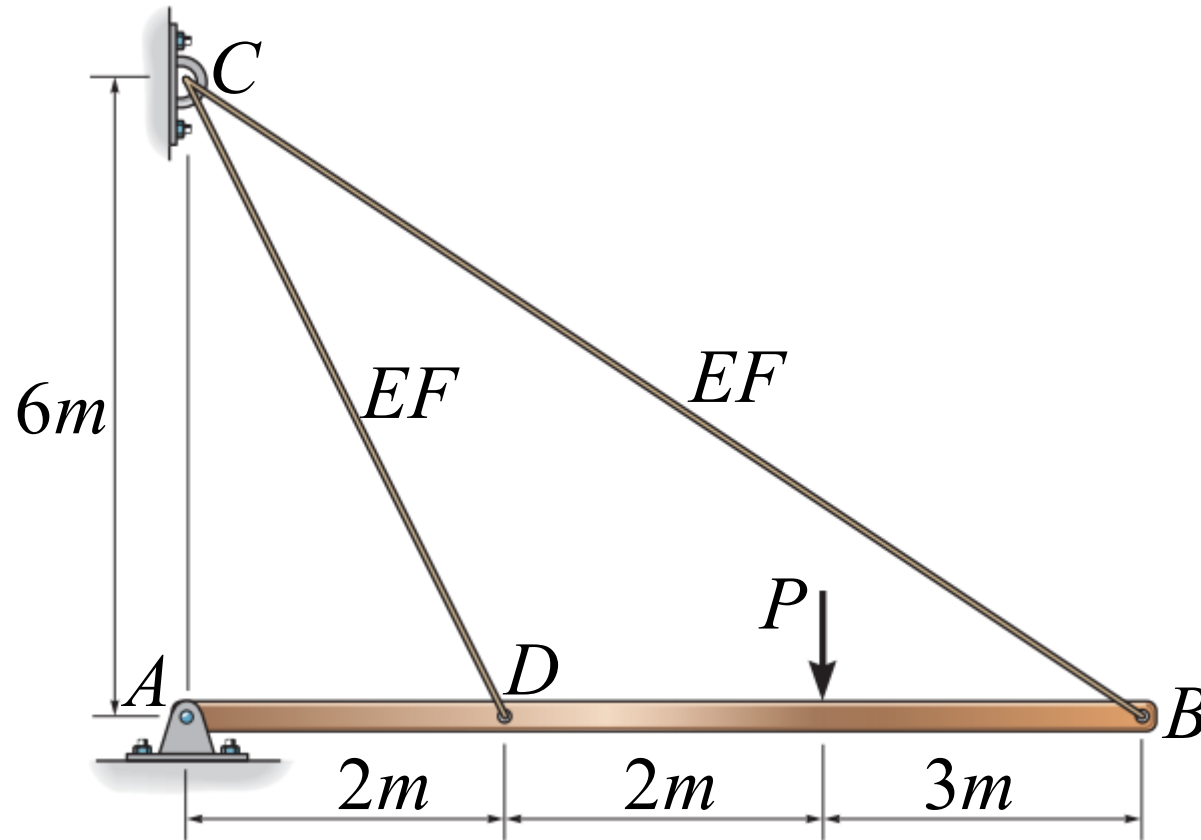
- * Xác định ứng lực trong các thanh CD và EF .
- * Xác định diện tích mặt cắt ngang F để các thanh CD và EF cùng bền.



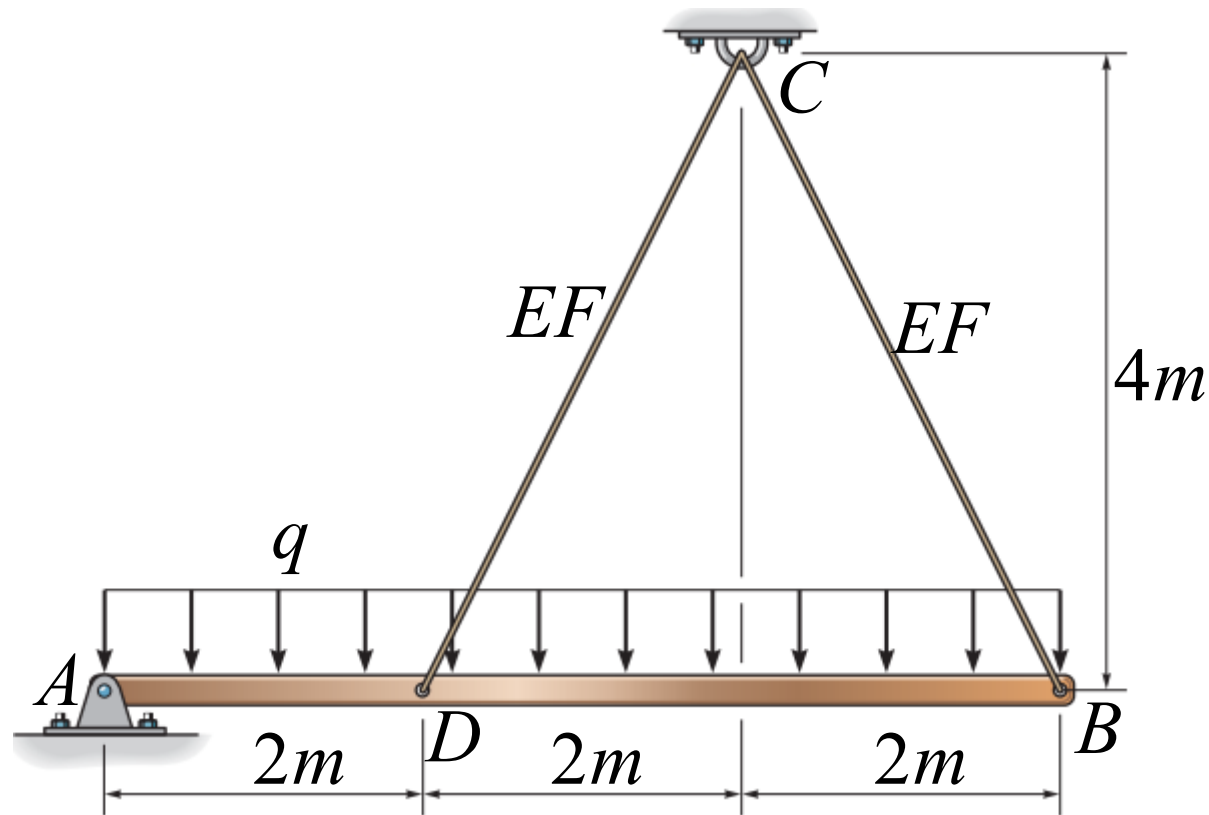
Ví dụ: Thanh AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi các thanh CD và BE như hình vẽ. Các thanh CD và BE có diện tích mặt cắt ngang lần lượt là $2F$, F và được làm bằng thép có $[\sigma]=19kN/cm^2$; $E=2,1.10^4kN/cm^2$. Cho $l=0,5m$; $P=150kN$. Xác định diện tích mặt cắt ngang F để hai thanh CD và BE cùng bền. Với F tìm được, tính chuyển vị thẳng đứng tại B .



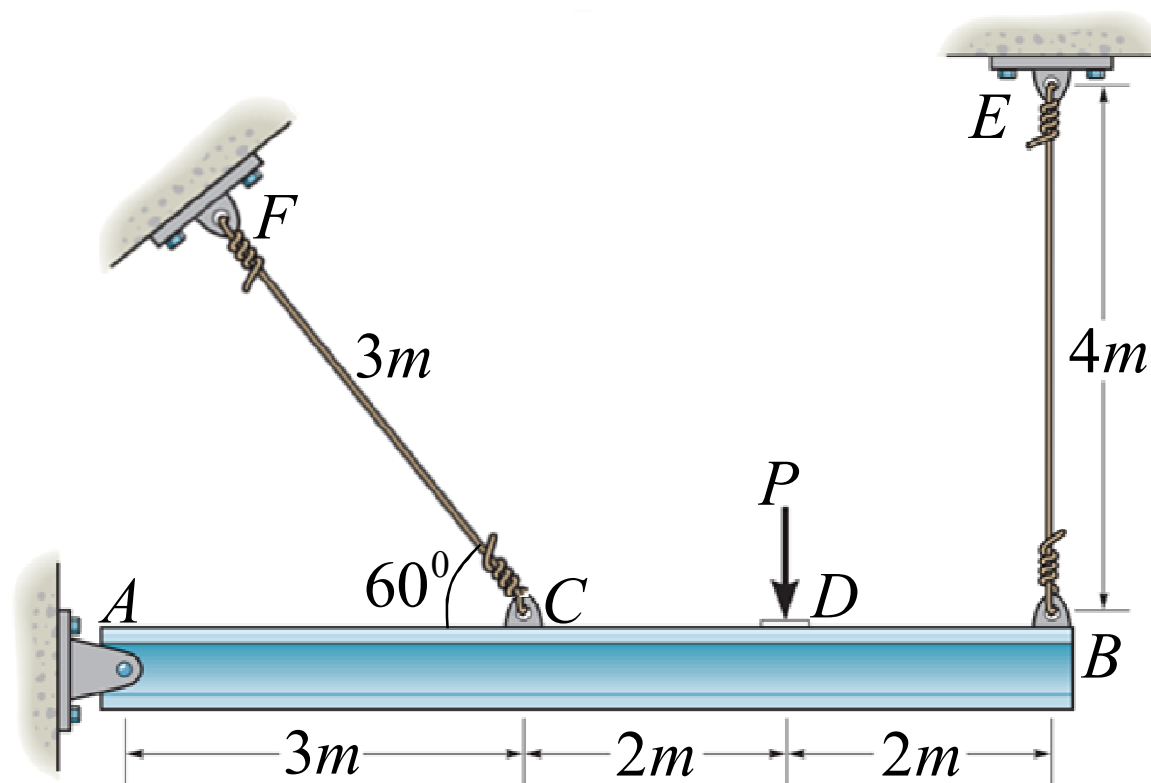
Ví dụ: Thanh AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi các thanh BC và DE như hình vẽ. Các thanh BC và DE có diện tích mặt cắt ngang lần lượt là F , $2F$ và được làm bằng thép có $[\sigma]=21\text{kN/cm}^2$; $E=2,1 \cdot 10^4\text{kN/cm}^2$. Cho $l=0,5\text{m}$; $F=2,5\text{cm}^2$. Xác định tải trọng cho phép q để hai thanh BC và DE cùng bền. Với q tìm được, tính chuyển vị thẳng đứng tại D .



Ví dụ: Thanh AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi các dây cáp BC và CD như hình vẽ. Các dây cáp BC và CD có cùng diện tích mặt cắt ngang F và được làm bằng vật liệu có $[\sigma]=25kN/cm^2$; $E=2,3 \cdot 10^4 kN/cm^2$. Cho $P=45kN$. Xác định diện tích mặt cắt ngang F để hai dây cáp BC và CD cùng bền. Với F tìm được, tính chuyển vị thẳng đứng tại B .



Ví dụ: Thanh AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi các dây cáp BC và CD như hình vẽ. Các dây cáp BC và CD có cùng diện tích mặt cắt ngang F và được làm bằng vật liệu có $[\sigma]=25\text{kN/cm}^2$; $E=2,3 \cdot 10^4\text{kN/cm}^2$. Cho $q=25\text{kN/m}$. Xác định diện tích mặt cắt ngang F để hai dây cáp BC và CD cùng bền. Với F tìm được, tính chuyển vị thẳng đứng tại B .



Ví dụ: Thanh AB tuyệt đối cứng chịu liên kết gối cố định tại A và được giữ bởi các dây cáp BE và CF như hình vẽ. Các dây cáp BE và CF có cùng diện tích mặt cắt ngang F và được làm bằng vật liệu có $[\sigma]=25\text{kN/cm}^2$; $E=2,3 \cdot 10^4\text{kN/cm}^2$. Cho $q=25\text{kN/m}$. Xác định diện tích mặt cắt ngang F để hai dây cáp BE và CF cùng bền. Với F tìm được, tính chuyển vị thẳng đứng tại D .

Thank you!

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

trangtantrien@hcmute.edu.vn

