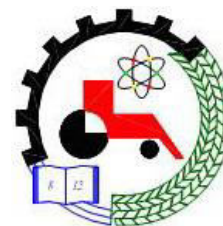




SỨC BỀN VẬT LIỆU

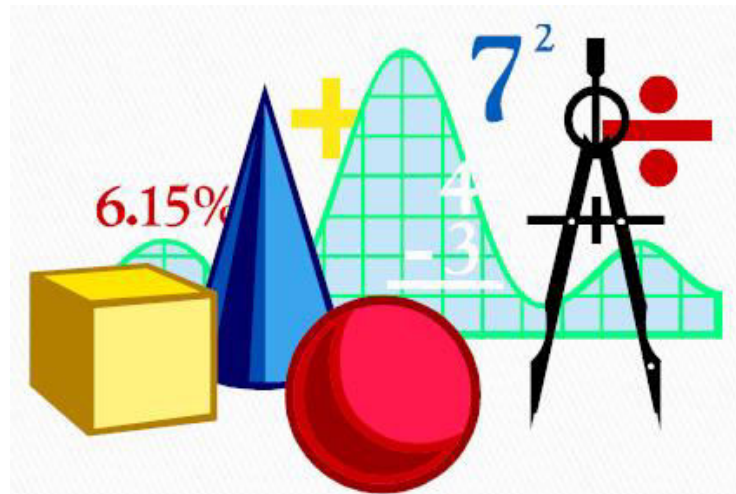


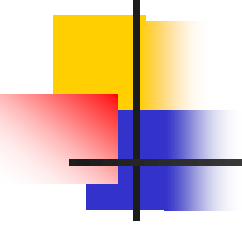
GV: ThS. TRƯƠNG QUANG TRƯỜNG
KHOA CƠ KHÍ – CÔNG NGHỆ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM TP.HCM



Chương 8

CHUYỂN VỊ CỦA DẦM CHỊU UỐN





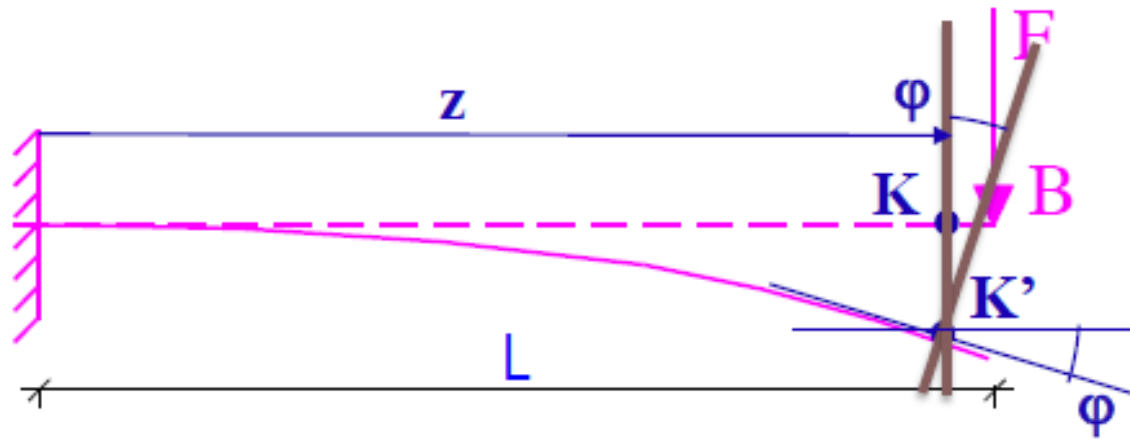
NỘI DUNG



1. PP tích phân không hạn định
2. PP tải trọng giả tạo
3. PP thông số ban đầu
4. PP nhân biểu đồ Veresaghin
5. Ví dụ



Chuyển vị của dầm chịu uốn:



Độ võng: $y(z) = KK'$

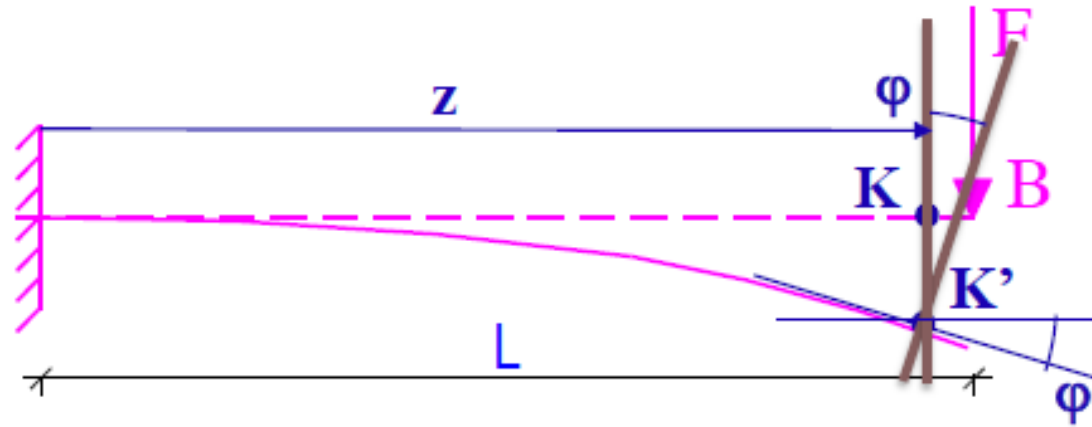
Góc xoay $\varphi(z)$

1. PP tích phân không hạn định



Phương trình vi phân gần đúng của đường đàn hồi:

$$y''(z) = -\frac{M_x}{EJ_x}$$

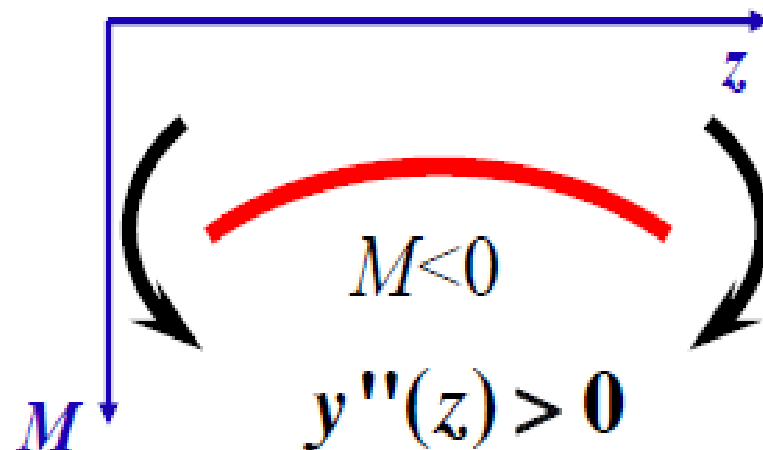
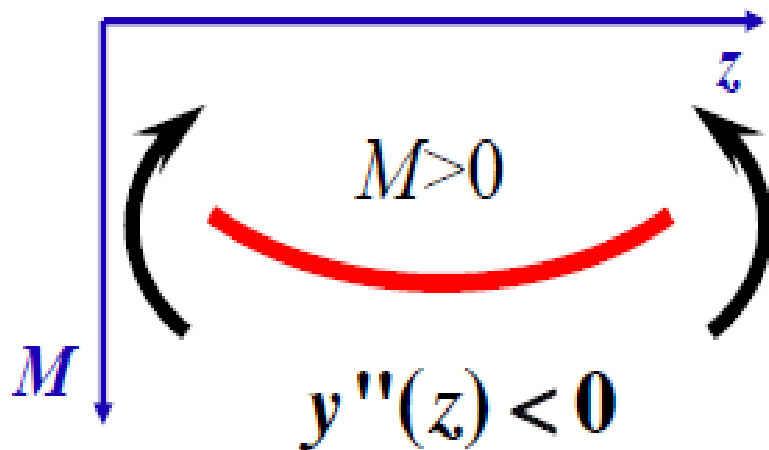


$$\varphi = y' = -\int \frac{M_x}{EJ_x} dz + C$$

$$y = \int \left[-\int \frac{M_x}{EJ_x} dz + C \right] dz + D$$

C và D : là các hằng số tích phân được xác định từ các điều kiện biên và điều kiện liên tục của dầm.

1. PP tích phân không hạn định



Lưu ý:

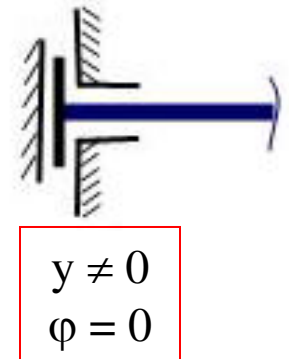
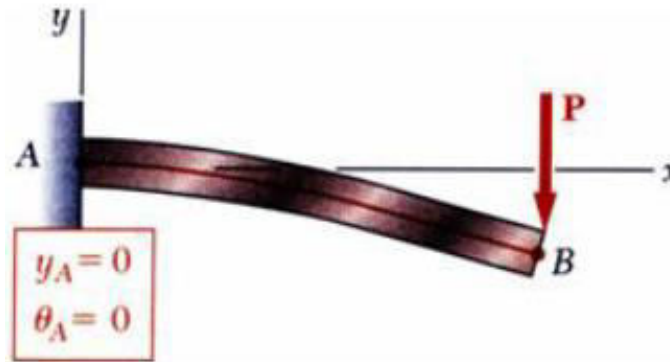
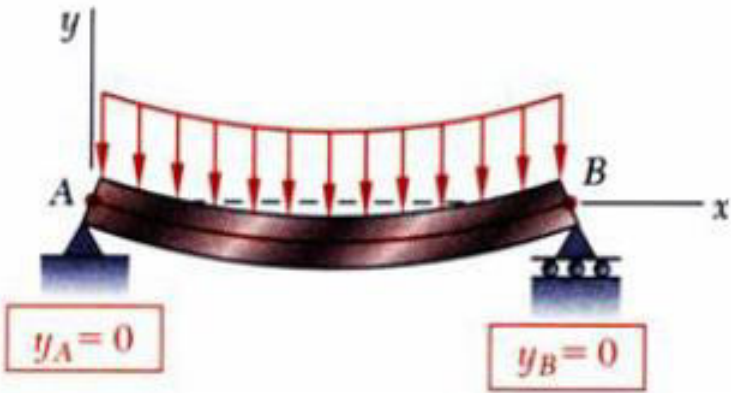
- Giá trị $y''(z)$
- Độ võng: $y > 0$ – theo chiều trục y
- Góc xoay: $\varphi > 0$ – theo chiều kim đồng hồ



1. PP tích phân không hạn định

Xác định C và D:

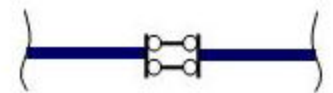
Điều kiện biên:



Điều kiện liên tục:



$$\Delta y = 0$$
$$\Delta \varphi \neq 0$$



$$\Delta y \neq 0$$
$$\Delta \varphi = 0$$



2. PP tải trọng giả tạo

Liên hệ vi phân giữa các thành phần ứng lực và tải trọng phân bố

$$\frac{d^2 M}{dz^2} = \frac{dQ}{dz} = q(z)$$

Liên hệ vi phân giữa độ võng, góc xoay và mô men uốn nội lực

$$\frac{d^2 y}{dz^2} = \frac{d\varphi}{dz} = -\frac{M_x}{EI_x}$$



$$\begin{aligned} M &\approx y \\ Q &\approx \varphi \\ q(z) &\approx -\frac{M_x}{EI_x} \end{aligned}$$



2. PP tải trọng giả tạo

- Dùng kỹ năng tìm lực cắt và mômen uốn nội lực khi biết tải trọng phân bố để áp dụng vào bài toán tìm góc xoay và độ võng.
- Tưởng tượng chọn một dầm không có thực - gọi là *dầm giả tạo* và đặt tải trọng phân bố giả tạo

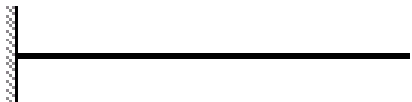
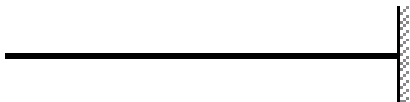
$$q_{gt}(z) = -\frac{M_x}{EI_x}$$

vào nó. Lực cắt và mômen uốn ở dầm giả tạo do tải trọng giả tạo gây ra tại mặt cắt ngang nào đó chính là góc xoay và độ võng ở dầm thực ban đầu tại mặt cắt ngang đó do tải trọng thực gây ra. **Quy tắc để chọn dầm giả tạo như sau**



2. PP tải trọng giả tạo

- ❖ *Dầm giả tạo phải có chiều dài bằng chiều dài của dầm thực.*
- ❖ *Liên kết phải sao cho điều kiện biên về nội lực tại các liên kết trên dầm giả tạo phải phù hợp với điều kiện biên về chuyển vị trên dầm thực tại các vị trí đó.*

Dầm thực	Dầm giả tạo
 $y=0, y' \neq 0$ $y=0, y' \neq 0$	 $M_{gt}=0, Q_{gt} \neq 0$ $M_{gt}=0, Q_{gt} \neq 0$
 $y=y'=0$ $y \neq 0, y' \neq 0$	 $M_{gt} = Q_{gt} = 0$ $M_{gt} \neq 0, Q_{gt} \neq 0$
 $y=0, y' \neq 0$ $y=0, y' \neq 0$ $y \neq 0, y' \neq 0$	 $M_{gt}=0, Q_{gt} \neq 0$ $M_{gt}=0, Q_{gt} \neq 0$ $M_{gt} \neq 0, Q_{gt} \neq 0$
 $y=0, y'=0$ $y=0, y' \neq 0$ $y=0, y' \neq 0$ $y \neq 0, y' \neq 0$	 $M_{gt}=0, Q_{gt}=0$ $M_{gt}=0, Q_{gt} \neq 0$ $M_{gt}=0, Q_{gt} \neq 0$ $M_{gt} \neq 0, Q_{gt} \neq 0$



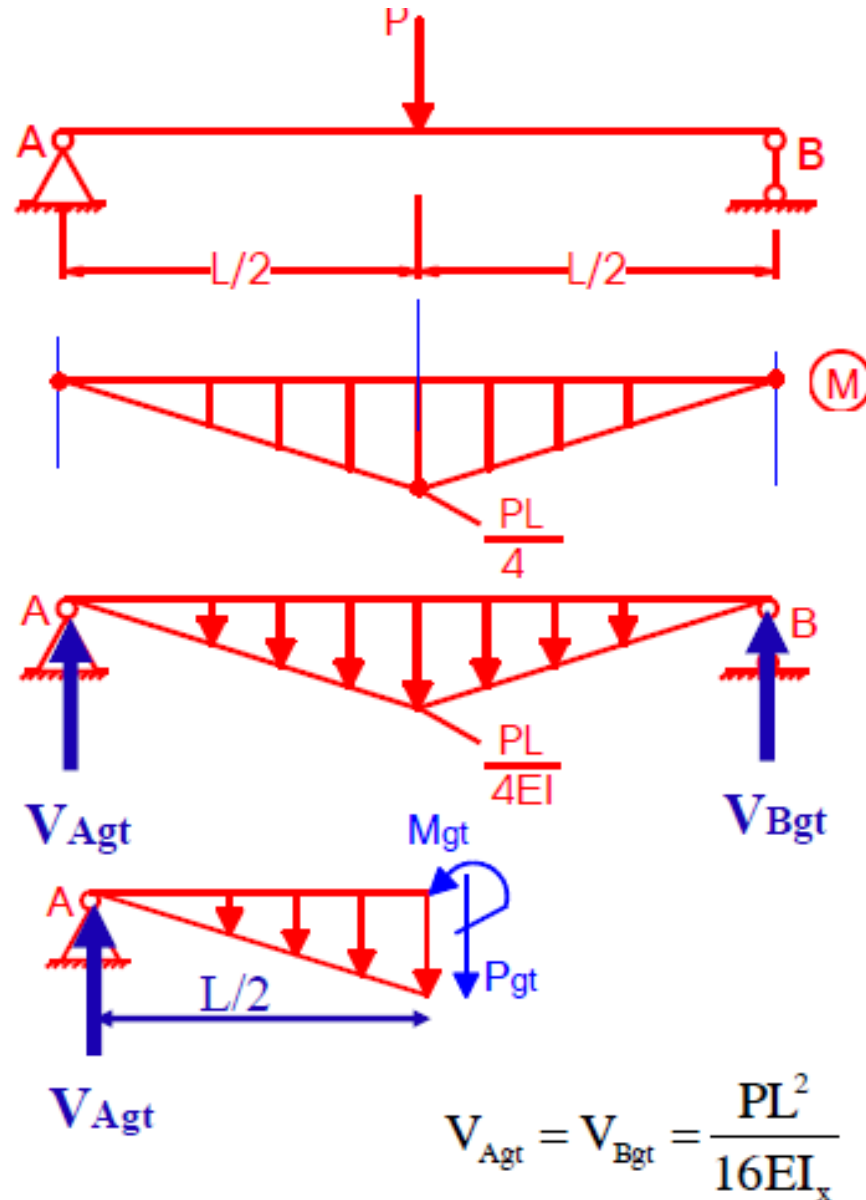
2. PP tải trọng giả tạo

Các bước thực hiện:

- ❖ Vẽ biểu đồ mô men uốn trên dầm thực. Chia tung độ biểu đồ cho độ cứng EI để có trị số của tải trọng giả tạo.
- ❖ Nếu $M_x > 0$ thì $q_{gt} < 0$ (chiều hướng xuống);
 $M_x < 0$ thì $q_{gt} > 0$ (chiều hướng lên)
- ❖ Thay thế liên kết trên dầm thực bằng các liên kết trên dầm giả tạo theo mẫu.
- ❖ Tính Q_{gt} và M_{gt} trên dầm giả tạo tại những mặt cắt ngang cần xác định độ võng và góc xoay trên dầm thực.

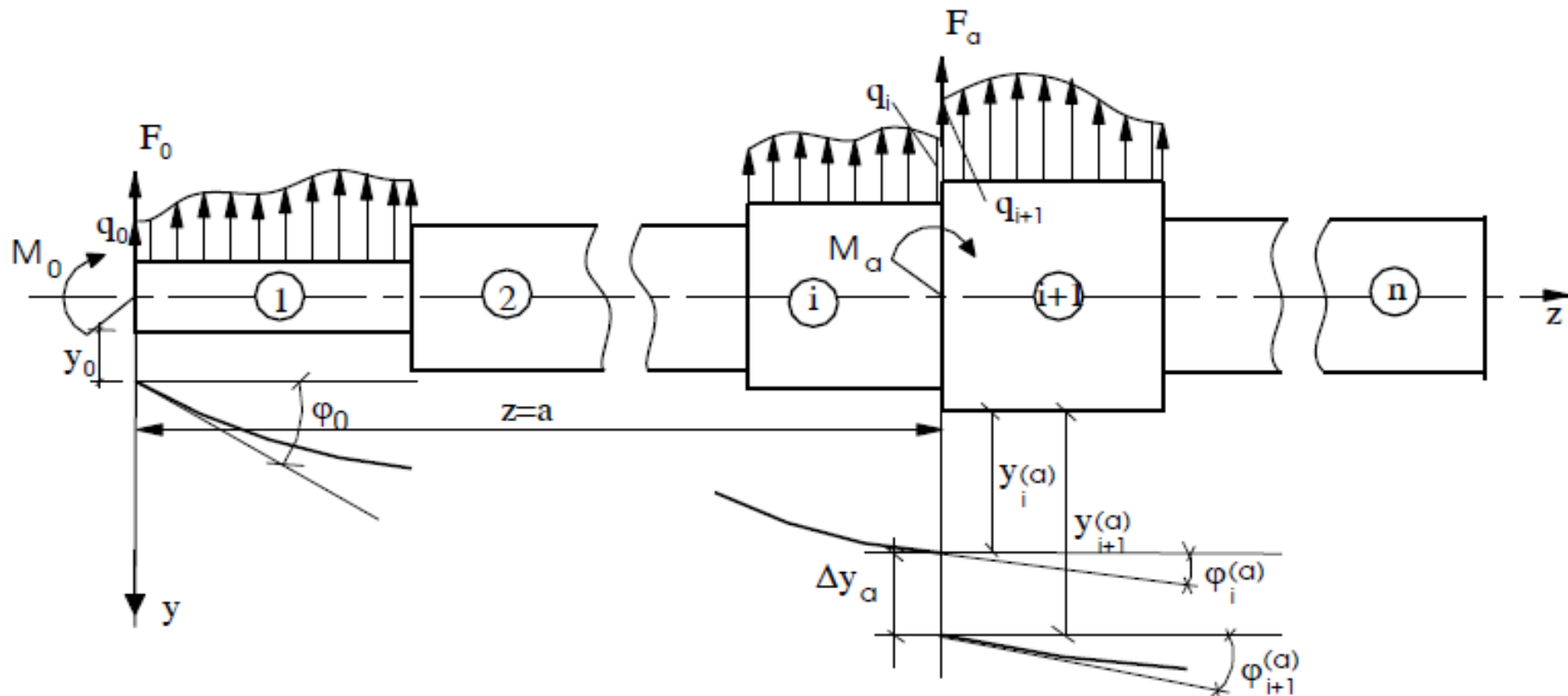


2. PP tải trọng giả tạo





3. PP thông số ban đầu



- ❖ Bằng các phép biến đổi toán học (khai triển Taylor hàm độ võng tại $z=a$), sử dụng quan hệ vi phân giữa các thành phần ứng lực và tải phân bố, ta nhận được công thức truy hồi của hàm độ võng (hàm độ võng trên đoạn thứ $i+1$ được xác định khi biết hàm độ võng trên đoạn thứ i)



3. PP thông số ban đầu

❖ Khi độ cứng của dầm $EI = \text{const}$ trên cả chiều dài

$$y_{i+1}(z) = y_i(z) + \Delta y_a + \Delta \varphi_a (z - a) - \frac{1}{EI} \left[\Delta M_a \frac{(z - a)^2}{2!} + \Delta Q_a \frac{(z - a)^3}{3!} + \Delta q_a \frac{(z - a)^4}{4!} + \Delta q'_a \frac{(z - a)^5}{5!} + \dots \right] -$$

❖ Với

$$\Delta M_a = M_a$$

$$\Delta q_a = q_{i+1}(a) - q_i(a)$$

$$\Delta Q_a = Q_a$$

$$\Delta q'_a = q'_{i+1}(a) - q'_i(a)$$

❖ độ võng đoạn thứ nhất

$$y_1(z) = y_0 + \varphi_0 z - \frac{1}{EI} \left[M_0 \frac{z^2}{2!} + Q_0 \frac{z^3}{3!} + q_0 \frac{z^4}{4!} + q'_0 \frac{z^5}{5!} + \dots \right]$$



3. PP thông số ban đầu

❖ Các thông số $y_0, \varphi_0, M_0, Q_0, q_0, q'_0, \dots$ gọi là các thông số ban đầu và được xác định từ điều kiện biên.

❖ Chú ý:

- Chiều dương của mô men tập trung, lực tập trung, tải trọng phân bố như hình vẽ.
- Nếu liên kết giữa hai đoạn thứ (i) và $(i+1)$ là khớp treo thì $\Delta y_a = 0$
- Nếu hai đoạn thứ (i) và $(i+1)$ là liền nhau thì

$$\Delta y_a = \Delta \varphi_a = 0$$

- Ví dụ



4. PP nhân biểu đồ Veresaghin

Bước 1: Tạo trạng thái

a) Tạo trạng thái thật (trạng thái m)

- Vẽ dầm chịu các ngoại lực đã cho
- Vẽ biểu đồ mômen uốn của dầm chịu các ngoại lực ấy.

b) Tạo trạng thái giả (trạng thái k)

- Vẽ lại dầm đã cho không còn lực tác dụng
- **Muốn tính độ võng ở điểm bất kỳ nào ta đặt một lực $P_k = 1$ tại điểm đó (chiều lực P_k vuông góc với trục dầm từ trên xuống). Vẽ biểu đồ M_k .**

- **Muốn tính góc xoay ở mặt cắt bất kỳ nào, ta đặt một mômen $M_k = 1$ tại mặt cắt đó. Chiều $M_k = 1$ được chọn xuôi theo chiều kim đồng hồ. Vẽ biểu đồ M_k .**



4. PP nhân biểu đồ Veresaghin

Bước 2: Nhân biểu đồ

Biến dạng

$$(y, \varphi) = \sum_{i=1}^n \frac{1}{EJ_x} \cdot \Omega_i^{(Mm)} \cdot y_i^{(Mk)}$$

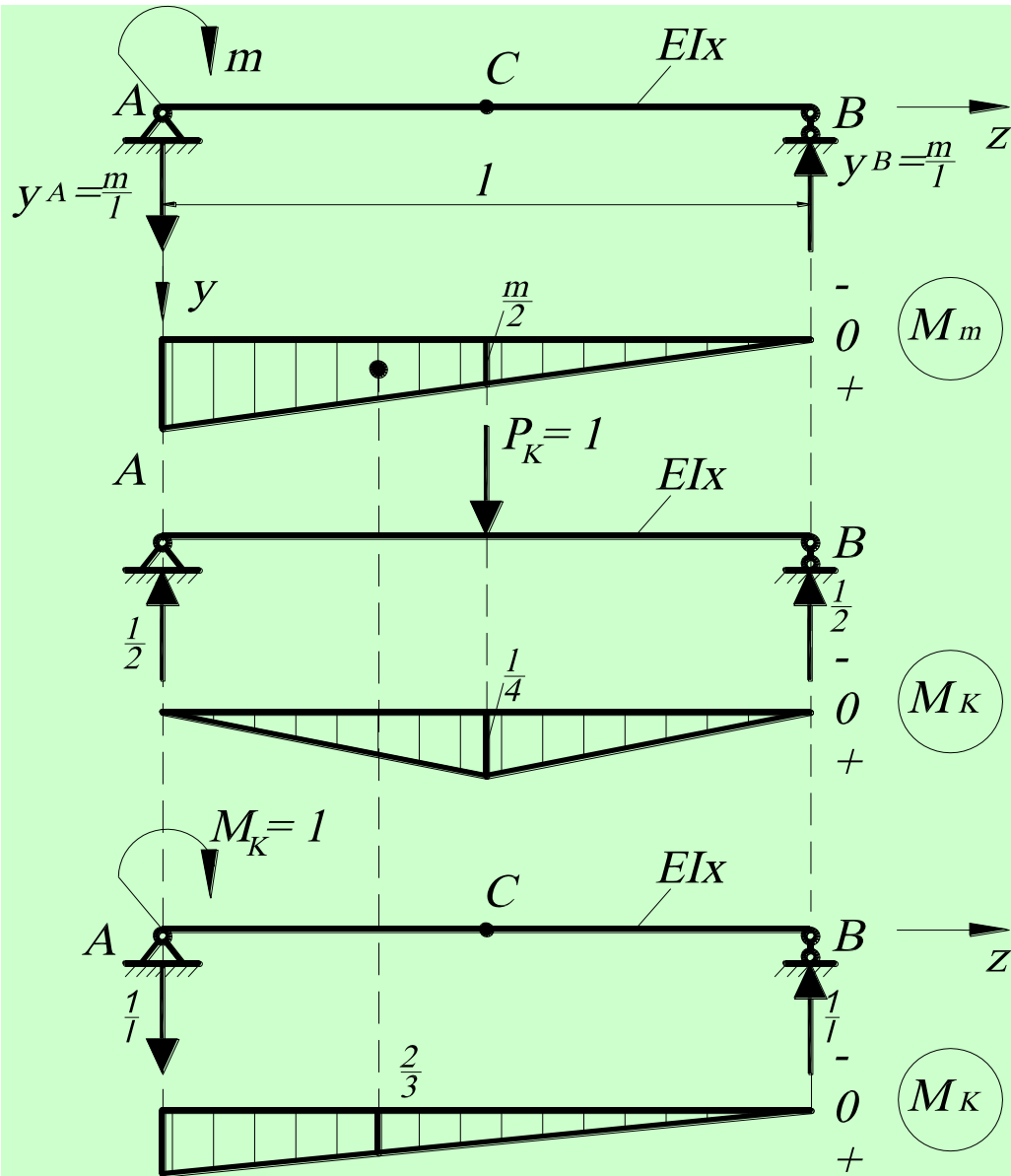
Trong đó:

$\Omega_i^{(Mm)}$: diện tích biểu đồ mômen uốn ở trạng thái “ m ”;

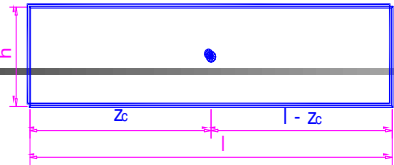
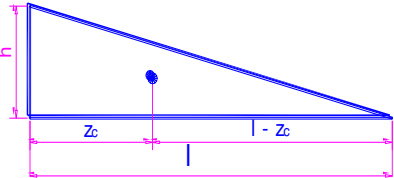
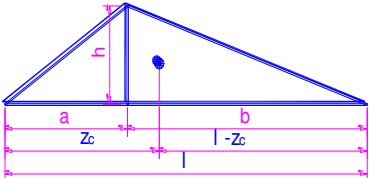
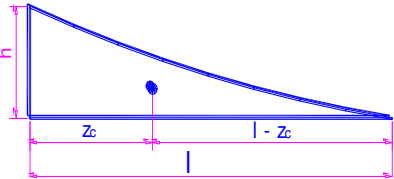
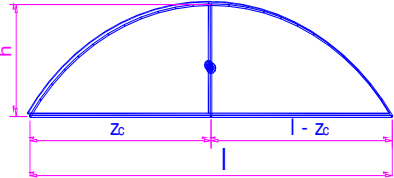
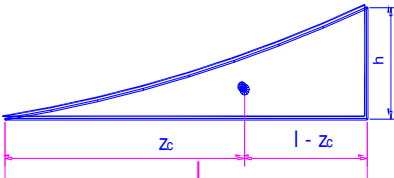
$y_i^{(Mk)}$: tung độ trên biểu đồ mômen uốn trạng thái “ k ” tương ứng với trọng tâm diện tích biểu đồ mômen uốn trạng thái “ m ”.



4. PP nhân biểu đồ Veresaghin





Dạng biến đổi	Diện tích	Khoảng cách từ trọng tâm	
	hl	$\frac{1}{2}l$	$\frac{1}{2}l$
	$\frac{1}{2}hl$	$\frac{1}{3}l$	$\frac{2}{3}l$
	$\frac{1}{2}hl$	$\frac{a+l}{3}$	$\frac{b+l}{3}$
	$\frac{1}{3}hl$	$\frac{1}{4}l$	$\frac{3}{4}l$
	$\frac{2}{3}hl$	$\frac{1}{2}l$	$\frac{1}{2}l$
	$\frac{2}{3}hl$	$\frac{5}{8}l$	$\frac{3}{8}l$



5. VÍ DỤ

CÂU HỎI





Thank you for your attention