

Câu	Phần	Nội dung	Điểm												
1		<p>- Rời rạc hóa kết cấu:</p> <p>Sơ đồ nút, phần tử và các bậc tự do</p> <p>Ma trận chỉ số [b]:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Phần tử \ Bậc tự do</th> <th>Nút i</th> <th>Nút j</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(1)</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>(2)</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>(3)</td> <td>2</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Phần tử \ Bậc tự do	Nút i	Nút j	(1)	0	1	(2)	1	2	(3)	2	0	0,25 đ
		Phần tử \ Bậc tự do	Nút i	Nút j											
		(1)	0	1											
		(2)	1	2											
		(3)	2	0											
<p>- Thiết lập ma trận độ cứng phần tử [K]_e và ghép nối ma trận độ cứng tổng thể</p> <p>Phần tử 1:</p> $[K]_1 = \frac{3EA}{L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{matrix}$	0,25 đ														
<p>Phần tử 2:</p> $[K]_2 = \frac{2EA}{2L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{matrix}$	0,25 đ														
<p>Phần tử 3:</p> $[K]_3 = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} 2 & 0 \\ 0 & 2 \end{matrix}$	0,25 đ														
<p>Ma trận độ cứng tổng thể:</p> $[K^*] = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} 4 & -1 \\ -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{matrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{matrix}$	0,25 đ														

- Thiết lập vectơ tải phần tử và ghép nối vectơ tải tổng thể

$$\{P\}_1 = \begin{Bmatrix} qL \\ qL \end{Bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix}; \{P\}_n = \begin{Bmatrix} -2qL \\ -qL \end{Bmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}; \{P^*\} = qL \begin{Bmatrix} -1 \\ -1 \end{Bmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}$$

0,75 đ

- Thiết lập hệ phương trình hệ thống $[K^*]\{q^*\} = \{P^*\}$

$$\Rightarrow \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} 4 & -1 \\ -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = qL \begin{Bmatrix} -1 \\ -1 \end{Bmatrix}$$

0,25 đ

- Giải hệ phương trình hệ thống $[K^*]\{q^*\} = \{P^*\}$

$$\Rightarrow \{q^*\} = \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{7EA} \begin{Bmatrix} -3 \\ -5 \end{Bmatrix}$$

0,25 đ

- Xác định nội lực trong các phần tử

Phần tử 1:

$$N_1 = \frac{3EA}{L} \begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix} \frac{qL^2}{7EA} \begin{Bmatrix} 0 \\ -3 \end{Bmatrix} = -\frac{9}{7}qL$$

0,25 đ

Phần tử 2:

$$N_2 = \frac{2EA}{2L} \begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix} \frac{qL^2}{7EA} \begin{Bmatrix} -3 \\ -5 \end{Bmatrix} = -\frac{2}{7}qL$$

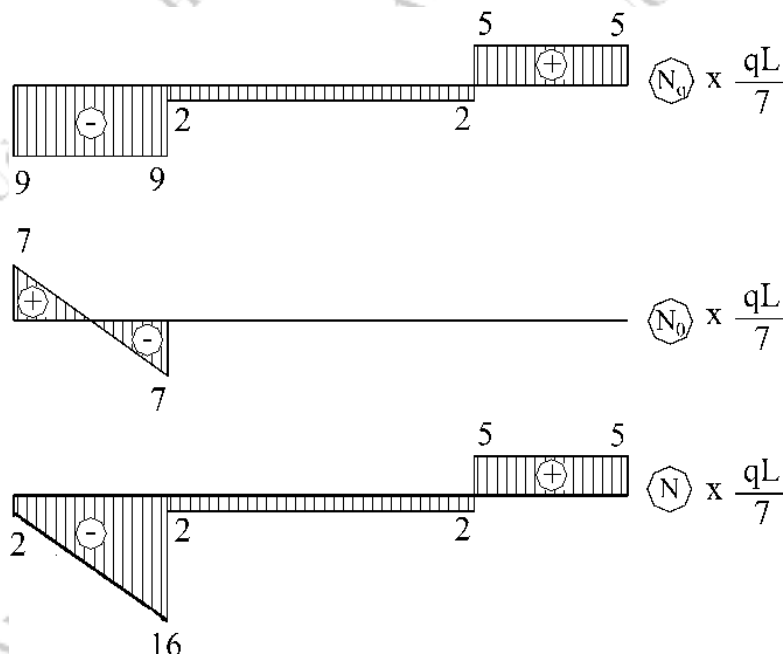
0,25 đ

Phần tử 3:

$$N_3 = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix} \frac{qL^2}{7EA} \begin{Bmatrix} -5 \\ 0 \end{Bmatrix} = \frac{5}{7}qL$$

0,25

Vẽ biểu đồ lực dọc:



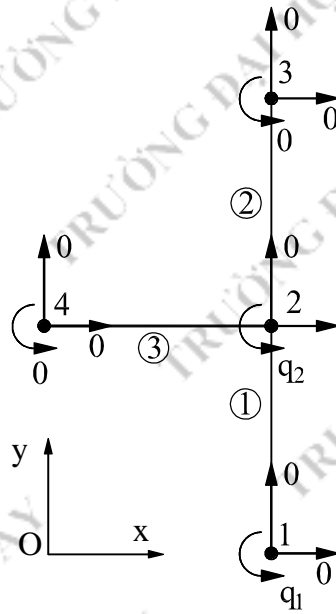
0,75 đ

Tổng cộng

4,0đ

2

- Rời rạc hóa kết cấu:



0,25

Sơ đồ nút, phần tử và các bậc tự do
Ma trận chỉ số [b] :

Bậc tự do Phần tử	Nút i			Nút j		
	(1)	0	0	1	0	0
(2)	0	0	2	0	0	0
(3)	0	0	0	0	0	2

Bảng tính các đại lượng:

Phần tử	Nút i	Nút j	a	c	s	c ²	s ²	cs	L	EI/L ³
(1)	1	2	90 ⁰	0	1	0	1	0	L	EI/L ³
(2)	2	3	90 ⁰	0	1	0	1	0	L	2EI/L ³
(3)	4	2	0 ⁰	1	0	1	0	0	L	EI/L ³

- Thiết lập ma trận độ cứng phần tử [K]_e và ghép nối ma trận độ cứng tổng thể:

Phần tử 1:

$$[K]_1 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 \\ - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - \\ - & - & 4L^2 & - & - & 2L^2 \\ - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - \\ - & - & 2L^2 & - & - & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \end{matrix}$$

0,5

<p>Phần tử 2:</p> $[K']_2 = \frac{2EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - \\ - & - & 4L^2 & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}$	0,5
<p>Phần tử 3:</p> $[K']_3 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 \\ - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & - & - \\ - & - & - & - & 4L^2 & 2 \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \end{matrix}$	0,5
<p>Ma trận độ cứng tổng thể:</p> $[\overline{K}^*] = \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 16 \end{bmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}$	0,25
<p>Thiết lập vector tải phần tử và ghép nối vector tải tổng thể:</p> $\{P'\}_1 = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \end{Bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \end{matrix}; \{P'\}_2 = \begin{Bmatrix} - \\ - \\ qL^2/12 \\ - \\ - \\ - \\ - \\ 0 \end{Bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}; \{P'\}_3 = \begin{Bmatrix} - \\ - \\ - \\ - \\ - \\ - \\ qL^2/4 \\ 2 \end{Bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \\ 2 \end{matrix};$ $\{P^*\}_n = \begin{Bmatrix} 0 \\ -qL^2 \end{Bmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}$ $\Rightarrow \{\overline{P}^*\} = qL^2 \begin{Bmatrix} 0 \\ -2/3 \end{Bmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}$	1,5
<p>- Thiết lập hệ phương trình hệ thống $[\overline{K}^*] \{q^*\} = \{\overline{P}^*\}$</p> $\Rightarrow \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 16 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = qL^2 \begin{Bmatrix} 0 \\ -2/3 \end{Bmatrix}$ <p>- Giải hệ phương trình hệ thống $[\overline{K}^*] \{q^*\} = \{\overline{P}^*\}$</p> $\Rightarrow \{q^*\} = \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \frac{qL^3}{45EI} \begin{Bmatrix} 1 \\ -2 \end{Bmatrix}$	0,25

- Xác định nội lực trong các phần tử

Phần tử 1:

$$\{M\}_1 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} - & - & -4L^2 & - & - & -2L^2 \\ - & - & 2L^2 & - & - & 4L^2 \end{bmatrix} \frac{qL^3}{45EI} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ -2 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{45} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ -6 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

0,25

Phần tử 2:

$$\{M\}_2 = \frac{2EI}{L^3} \begin{bmatrix} - & - & -4L^2 & - & - & - \\ - & - & 2L^2 & - & - & - \end{bmatrix} \frac{qL^3}{45EI} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ -2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{45} \begin{Bmatrix} 16 \\ -8 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

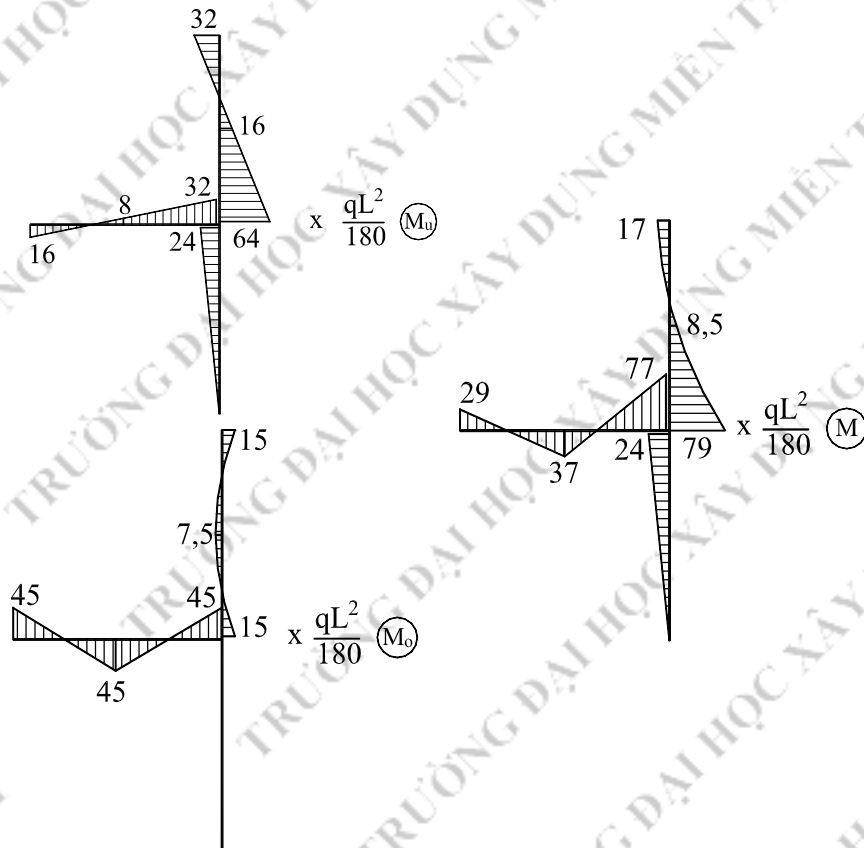
0,25

Phần tử 3:

$$\{M\}_3 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} - & - & - & - & - & -2L^2 \\ - & - & - & - & - & 4L^2 \end{bmatrix} \frac{qL^3}{45EI} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -2 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{45} \begin{Bmatrix} 4 \\ -8 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

0,25

Vẽ biểu đồ mômen uốn:



0,5

0,5

0,5

Tổng cộng

6,0đ