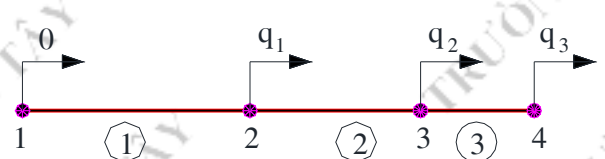
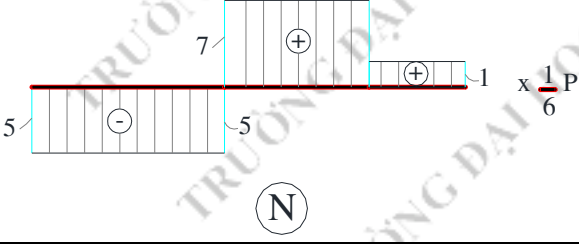
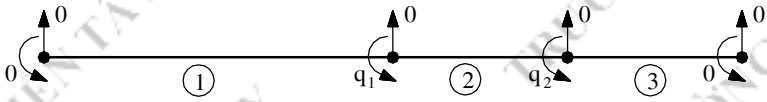
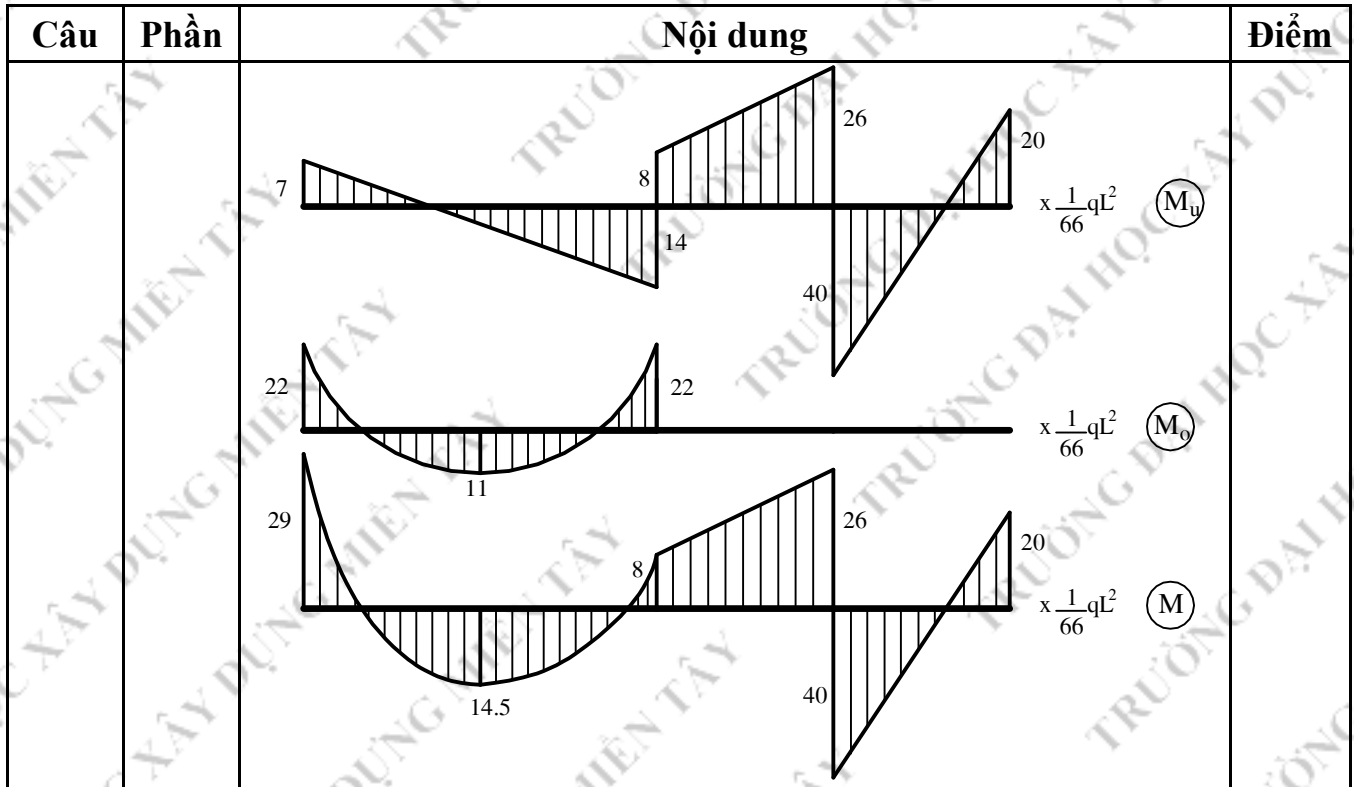


Câu	Phần	Nội dung	Điểm												
1			3,0												
		<p>- Rời rạc hóa kết cấu:</p>  <p>Sơ đồ nút, phần tử và các bậc tự do</p> <p>Ma trận chỉ số [b] :</p> <table border="1" data-bbox="558 828 1117 1097"> <thead> <tr> <th>Phần tử \ Bậc tự do</th> <th>Nút i</th> <th>Nút j</th> </tr> </thead> <tbody> <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>3</td> </tr> </tbody> </table>	Phần tử \ Bậc tự do	Nút i	Nút j	(1)	0	1	(2)	1	2	(3)	2	3	0,25 đ
Phần tử \ Bậc tự do	Nút i	Nút j													
(1)	0	1													
(2)	1	2													
(3)	2	3													
		<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> $[K]_1 = \frac{EF}{L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}$	0,25 đ												
		<p>Phần tử 2:</p> $[K]_2 = \frac{EF}{L} \begin{bmatrix} 2 & -2 \\ 3 & 3 \\ -2 & 2 \\ -3 & 3 \end{bmatrix}$	0,25 đ												
		<p>Phần tử 3:</p> $[K]_3 = \frac{EF}{L} \begin{bmatrix} 2 & -2 \\ -2 & 2 \end{bmatrix}$	0,25 đ												
		<p>Ma trận độ cứng tổng thể:</p> $[\bar{K}^*] = \frac{EF}{L} \begin{bmatrix} 5 & -2 & 0 \\ 3 & -3 & 0 \\ -2 & 8 & -2 \\ 0 & -2 & 2 \end{bmatrix}$	0,25 đ												

Câu	Phần	Nội dung	Điểm
		- Thiết lập vectơ tải phần tử và ghép nối vectơ tải tổng thể $\{\overline{P}^*\} = \begin{Bmatrix} -2P \\ P \\ P_3 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		- Thiết lập hệ phương trình hệ thống $[K^*]\{q^*\} = \{\overline{P}^*\}$ $\Rightarrow \frac{EF}{L} \begin{bmatrix} 5 & -2 \\ 3 & 3 \\ -2 & 8 \\ 0 & -2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -2P \\ P \\ P_3 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		- Giải hệ phương trình hệ thống $[K^*]\{q^*\} = \{\overline{P}^*\}$ $\Rightarrow \{q^*\} = \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \end{Bmatrix} = \frac{PL}{EF} \begin{Bmatrix} -\frac{5}{6} \\ 11 \\ 1 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		- Xác định nội lực trong các phần tử Phần tử 1: $N_1 = \frac{2EF}{2L} [-1 \ 1] \begin{Bmatrix} 0 \\ -\frac{5}{6} \frac{PL}{EF} \end{Bmatrix} = -\frac{5}{6} P$	0,25 đ
		Phần tử 2: $N_2 = \frac{2EF}{3L} [-1 \ 1] \begin{Bmatrix} -\frac{5}{6} \frac{PL}{EF} \\ \frac{11}{12} \frac{PL}{EF} \end{Bmatrix} = \frac{7}{6} P$	0,25 đ
		Phần tử 3: $N_3 = \frac{2EF}{L} [-1 \ 1] \begin{Bmatrix} \frac{11}{12} \frac{PL}{EF} \\ \frac{PL}{EF} \end{Bmatrix} = \frac{1}{6} P$	0,25 đ
		Vẽ biểu đồ lực dọc	0,25 đ

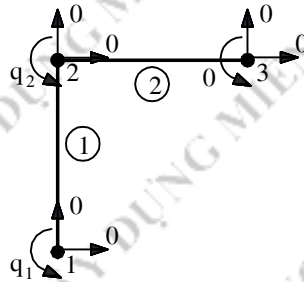
Câu	Phần	Nội dung	Điểm																								
																											
2																											
		<p>- Rời rạc hóa kết cấu:</p>  <p>Sơ đồ nút, phần tử và các bậc tự do</p> <p>Ma trận chỉ số [b] :</p> <table border="1" data-bbox="405 846 1286 1133"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Phần tử</th> <th colspan="2">Bậc tự do</th> <th colspan="2">Nút j</th> </tr> <tr> <th colspan="2">Nút i</th> <th colspan="2"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(1)</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>(2)</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>(3)</td> <td>0</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <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> $[K]_1 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ - & - & - & - \\ - & - & - & - \\ - & - & - & 2L^2 \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{matrix}$ <p>Phần tử 2:</p> $[K]_2 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 2 \\ - & - & - & - \\ - & 4L^2 & - & 2L^2 \\ - & - & - & - \\ - & 2L^2 & - & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 2 \end{matrix}$ <p>Phần tử 3:</p> $[K]_3 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0 \\ - & - & - & - \\ - & 4L^2 & - & - \\ - & - & - & - \\ - & - & - & - \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}$	Phần tử	Bậc tự do		Nút j		Nút i				(1)	0	0	0	1	(2)	0	1	0	2	(3)	0	2	0	0	<p>0,25 đ</p> <p>0,25 đ</p> <p>0,25 đ</p> <p>0,25 đ</p>
Phần tử	Bậc tự do			Nút j																							
	Nút i																										
(1)	0	0	0	1																							
(2)	0	1	0	2																							
(3)	0	2	0	0																							

Câu	Phần	Nội dung	Điểm
		Ma trận độ cứng tổng thể: $[\overline{K}^*] = \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 6 & 2 \\ 2 & 8 \end{bmatrix}$	0,25 đ
		Thiết lập vector tải phần tử và ghép nối vector tải tổng thể $\{P\}_1^q = \begin{Bmatrix} - \\ - \\ - \\ \frac{qL^2}{3} \end{Bmatrix}; \{P_n\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ -qL^2 \end{Bmatrix}$ $\Rightarrow \{\overline{P}^*\} = \frac{qL^2}{3} \begin{Bmatrix} 1 \\ -3 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		- Thiết lập hệ phương trình hệ thống $[\overline{K}^*]\{\overline{q}^*\} = \{\overline{P}^*\}$ $\Rightarrow \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 6 & 2 \\ 2 & 8 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{3} \begin{Bmatrix} 1 \\ -3 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		- Giải hệ phương trình hệ thống $[\overline{K}^*]\{\overline{q}^*\} = \{\overline{P}^*\}$ $\Rightarrow \{\overline{q}^*\} = \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \frac{qL^3}{66EI} \begin{Bmatrix} 7 \\ -10 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		- Xác định nội lực trong các phần tử Phần tử 1: $\{M\}_1 = \frac{EI}{8L^3} \begin{bmatrix} - & - & - & -8L^2 \\ - & - & - & 16L^2 \end{bmatrix} \frac{qL^3}{66EI} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 7 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{66} \begin{Bmatrix} -7 \\ 14 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		Phần tử 2: $\{M\}_2 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} - & -4L^2 & - & -2L^2 \\ - & 2L^2 & - & 4L^2 \end{bmatrix} \frac{qL^3}{66EI} \begin{Bmatrix} 0 \\ 7 \\ 0 \\ -10 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{66} \begin{Bmatrix} -8 \\ -26 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		Phần tử 3: $\{M\}_3 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} - & -4L^2 & - & - \\ - & 2L^2 & - & - \end{bmatrix} \frac{qL^3}{66EI} \begin{Bmatrix} 0 \\ -10 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{66} \begin{Bmatrix} 40 \\ -20 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		Vẽ biểu đồ mômen uốn	0,75 đ



3

- Rời rạc hóa kết cấu:



Sơ đồ nút, phần tử và các bậc tự do

Ma trận chỉ số [b] :

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

Bảng tính các đại lượng:

Phần tử	Nút i	Nút j	α	c	s	c^2	s^2	cs	L	EI/L^3
(1)	1	2	90°	0	1	0	1	0	L	EI/L^3
(2)	2	3	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:

0,25 đ

0,25 đ

0,25 đ

Câu	Phần	Nội dung	Điểm
		$[K]_1 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 2 \\ 12 & 0 & -6L & -12 & 0 & -6L \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & & 4L^2 & 6L & 0 & 2L^2 \\ & & & 12 & 0 & 6L \\ & & & & 0 & 0 \\ đx & & & & & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \end{matrix}$	
		Phần tử 2: $[K]_2 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 12 & 6L & 0 & -12 & 6L & 0 \\ & & 4L^2 & 0 & -6L & 2L^2 \\ & & & 0 & 0 & 0 \\ & & & 12 & -6L & 0 \\ đx & & & & & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}$	0,25 đ
		Ma trận độ cứng tổng thể: $[K^*] = \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 8 \end{bmatrix}$	0,25 đ
		Thiết lập vector tải phần tử và ghép nối vector tải tổng thể $\{P\}_{(1)} = \begin{Bmatrix} - \\ - \\ \frac{qL^2}{12} \\ - \\ - \\ \frac{qL^2}{12} \end{Bmatrix}; \{P\}_{(2)} = \begin{Bmatrix} - \\ - \\ \frac{qL^2}{8} \\ - \\ - \\ - \end{Bmatrix}$ $\Rightarrow \{P^*\} = \frac{qL^2}{24} \begin{Bmatrix} -2 \\ -1 \end{Bmatrix}$	0,50 đ
		- Thiết lập hệ phương trình hệ thống $[K^*]\{q^*\} = \{P^*\}$ $\Rightarrow \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 8 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{24} \begin{Bmatrix} -2 \\ -1 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		- Giải hệ phương trình hệ thống $[K^*]\{q^*\} = \{P^*\}$ $\Rightarrow \{q^*\} = \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \frac{qL^3}{48EI} \begin{Bmatrix} -1 \\ 0 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		- Xác định nội lực trong các phần tử Phần tử 1:	0,25 đ

Câu	Phần	Nội dung	Điểm
		$\{M\}_1 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} - & - & -4L^2 & - & - & -2L^2 \\ - & - & 2L^2 & - & - & 4L^2 \end{bmatrix} \frac{qL^3}{48EI} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{24} \begin{Bmatrix} 2 \\ -1 \end{Bmatrix}$	
		<p>Phần tử 2:</p> $\{M\}_2 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} - & - & -4L^2 & - & - & - \\ - & - & 2L^2 & - & - & - \end{bmatrix} \frac{qL^3}{48EI} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		<p>Vẽ biểu đồ mômen uốn</p> <p> $\times \frac{1}{24} qL^2$ (M_u) $\times \frac{1}{24} qL^2$ (M_o) $\times \frac{1}{24} qL^2$ (M) </p>	0,75 đ