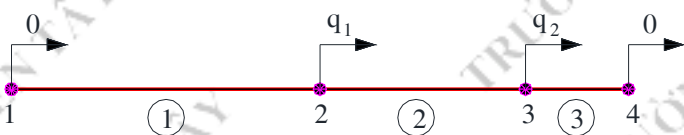


Câu	Phần	Nội dung	Điểm												
1			3,0												
		<p>- Rời rạc hóa kết cấu:</p>  <p>Sơ đồ nút, phần tử và các bậc tự do</p> <p>Ma trận chỉ số [b] :</p> <table border="1" data-bbox="566 840 1117 1086"> <thead> <tr> <th>Phần tử \ Bậc tự do</th> <th>Nút i</th> <th>Nút j</th> </tr> </thead> <tbody> <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 <math>[K]_e</math> và ghép nối ma trận độ cứng tổng thể</p> <p>Phần tử 1:</p> $[K]_1 = \frac{EF}{L} \begin{bmatrix} 4 & -4 \\ 3 & 3 \\ -4 & 4 \\ -3 & 3 \end{bmatrix}$	0,25 đ												
		<p>Phần tử 2:</p> $[K]_2 = \frac{EF}{L} \begin{bmatrix} 2 & -2 \\ -2 & 2 \end{bmatrix}$	0,25 đ												
		<p>Phần tử 3:</p> $[K]_3 = \frac{EF}{L} \begin{bmatrix} 6 & -6 \\ -6 & 6 \end{bmatrix}$	0,25 đ												
		<p>Ma trận độ cứng tổng thể:</p> $[K^*] = \frac{EF}{L} \begin{bmatrix} 10 & -2 \\ 3 & -2 \\ -2 & 8 \end{bmatrix}$	0,25 đ												
		<p>- Thiết lập vector tải phần tử và ghép nối vector tải tổng thể</p> $\text{thể } \{P^*\} = \begin{Bmatrix} -2P \\ 3P \end{Bmatrix}$	0,25 đ												

	<p>- Thiết lập hệ phương trình hệ thống <math>[K^*]\{q^*\} = \{P^*\}</math></p> $\Rightarrow \frac{EF}{L} \begin{bmatrix} 10 & -2 \\ 3 & -2 \\ -2 & 8 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -2P \\ 3P \end{Bmatrix}$	0,25 đ
	<p>- Giải hệ phương trình hệ thống <math>[K^*]\{q^*\} = \{P^*\}</math></p> $\Rightarrow \{q^*\} = \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \frac{PL}{34EF} \begin{Bmatrix} -15 \\ 9 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
	<p>- Xác định nội lực trong các phần tử</p> <p>Phần tử 1:</p> $N_1 = \frac{2EF}{\frac{3}{2}L} [-1 \quad 1] \begin{Bmatrix} 0 \\ \frac{15}{34} \frac{PL}{EF} \end{Bmatrix} = -\frac{10}{17}P$	0,25 đ
	<p>Phần tử 2:</p> $N_2 = \frac{2EF}{L} [-1 \quad 1] \begin{Bmatrix} -\frac{15}{34} \frac{PL}{EF} \\ \frac{9}{34} \frac{PL}{EF} \end{Bmatrix} = \frac{24}{17}P$	0,25 đ
	<p>Phần tử 3:</p> $N_3 = \frac{3EF}{L/2} [-1 \quad 1] \begin{Bmatrix} \frac{9}{34} \frac{PL}{EF} \\ 0 \end{Bmatrix} = -\frac{27}{17}P$	0,25 đ
	<p>Vẽ biểu đồ lực dọc</p>	0,25 đ
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>	0,25 đ

Phân tử	Bậc tự do		Nút i		Nút j		
	(1)	(2)	0	1	0	2	
	(1)	(2)	0	2	0	0	
- Thiết lập ma trận độ cứng phần tử $[K]_e$ và ghép nối ma trận độ cứng tổng thể Phần tử 1: $[K]_1 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 2 \\ - & - & - & - \\ - & 2L^2 & - & L^2 \\ - & - & - & - \\ - & L^2 & - & 2L^2 \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 2 \end{matrix}$							0,25 đ
Phần tử 2: $[K]_2 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0 \\ - & - & - & - \\ - & 4L^2 & - & - \\ - & - & - & - \\ - & - & - & - \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}$							0,25 đ
Ma trận độ cứng tổng thể: $[K^*] = \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 6 \end{bmatrix}$							0,25 đ
- Thiết lập vector tải phần tử và ghép nối vector tải tổng thể $\{P\}_1^q = \begin{Bmatrix} -qL \\ qL^2 \\ 3 \\ -qL \\ qL^2 \\ 3 \end{Bmatrix}; \{P\}_2^q = \begin{Bmatrix} -\frac{qL}{2} \\ \frac{qL^2}{12} \\ -\frac{qL}{2} \\ \frac{qL^2}{12} \end{Bmatrix}; \{P\}_2^P = \begin{Bmatrix} \frac{P}{2} \\ PL \\ 8 \\ -P \\ 2 \\ \frac{PL}{8} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -\frac{qL}{2} \\ \frac{qL^2}{8} \\ 8 \\ -\frac{qL}{2} \\ \frac{qL^2}{8} \end{Bmatrix}$ $\Rightarrow \{\bar{P}^*\} = \frac{qL^2}{24} \begin{Bmatrix} -8 \\ 3 \end{Bmatrix}$							0,5 đ
- Thiết lập hệ phương trình hệ thống $[K^*]\{q^*\} = \{\bar{P}^*\}$ $\Rightarrow \frac{EI}{L} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & -6 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{24} \begin{Bmatrix} -8 \\ 3 \end{Bmatrix}$							0,25 đ
- Giải hệ phương trình hệ thống $[K^*]\{q^*\} = \{\bar{P}^*\}$ $\Rightarrow \{q^*\} = \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \frac{qL^3}{264EI} \begin{Bmatrix} -51 \\ 14 \end{Bmatrix}$							0,25 đ
- Xác định nội lực trong các phần tử Phần tử 1:							0,25 đ

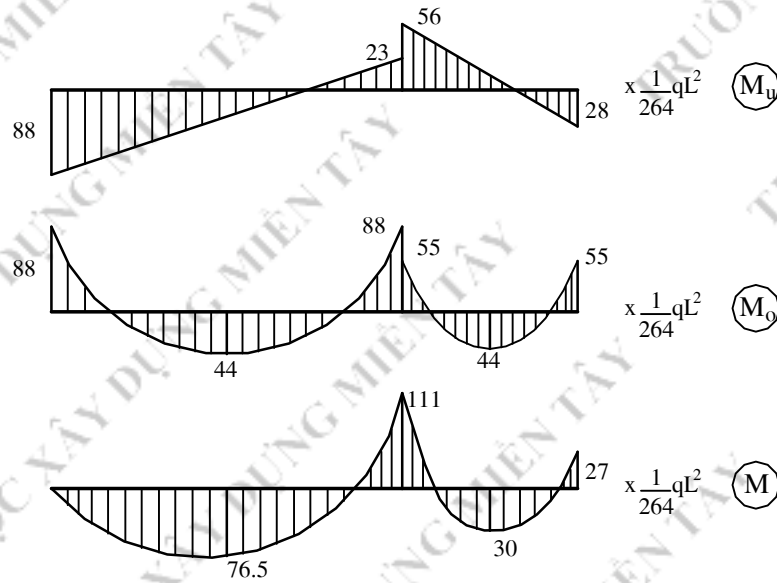
$$\{M\}_1 = \frac{EI}{8L^3} \begin{bmatrix} - & -16L^2 & - & -8L^2 \\ - & 8L^2 & - & 16L^2 \end{bmatrix} \frac{qL^3}{264EI} \begin{Bmatrix} 0 \\ -51 \\ 0 \\ 14 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{264} \begin{Bmatrix} 88 \\ -23 \end{Bmatrix}$$

Phần tử 2:

$$\{M\}_2 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} - & -4L^2 & - & - \\ - & 2L^2 & - & - \end{bmatrix} \frac{qL^3}{264EI} \begin{Bmatrix} 0 \\ 14 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{264} \begin{Bmatrix} -56 \\ 28 \end{Bmatrix}$$

0,25 đ

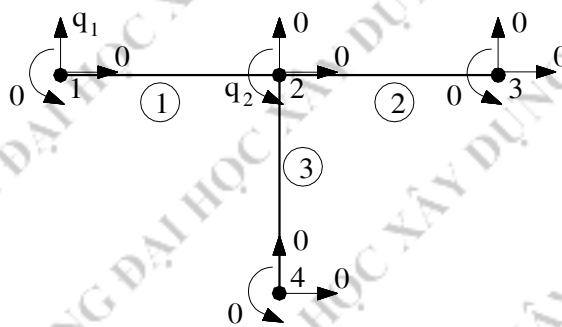
Vẽ biểu đồ mômen uốn



0,75 đ

3

- Rời rạc hóa kết cấu:



Sơ đồ nút, phần tử và các bậc tự do

0,25 đ

Ma trận chỉ số [b] :

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

Bảng tính các đại lượng:											
Phân tử	Nút $i$	Nút $j$	$\alpha$	$c$	$s$	$c^2$	$s^2$	$cs$	$L$	$EI/L^3$	
(1)	1	2	$0^0$	1	0	1	0	0	$L$	$EI/L^3$	0,25 đ
(2)	2	3	$0^0$	1	0	1	0	0	$L$	$EI/L^3$	
(3)	4	2	$90^0$	0	1	0	1	0	$L$	$EI/L^3$	
- Thiết lập ma trận độ cứng phân tử $[K]_e$ và ghép nối ma trận độ cứng tổng thể											
Phân tử 1:											
$[K']_1 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & 12 & 6L & 0 & -12 & 6L \\ & & 4L^2 & 0 & -6L & 2L^2 \\ & & & 0 & 0 & 0 \\ & & & & 12 & -6L \\ \underline{dx} & & & & & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \end{matrix}$		0,25 đ									
Phân tử 2:											
$[K']_2 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & 12 & 6L & 0 & -12 & 6L \\ & & 4L^2 & 0 & -6L & 2L^2 \\ & & & 0 & 0 & 0 \\ & & & & 12 & -6L \\ \underline{dx} & & & & & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 2 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{matrix}$		0,25 đ									
Phân tử 3:											
$[K']_3 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 \\ 12 & 0 & -6L & -12 & 0 & -6L \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ & 4L^2 & 6L & 0 & 2L^2 & 0 \\ & & 12 & 0 & 6L & 0 \\ & & & 0 & 0 & 0 \\ \underline{dx} & & & & & 4L^2 \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 2 \end{matrix}$		0,25 đ									
Ma trận độ cứng tổng thể:											
$[K^*] = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L \\ 6L & 12L^2 \end{bmatrix}$		0,25 đ									
Thiết lập vector tải phân tử và ghép nối vector tải tổng thể											

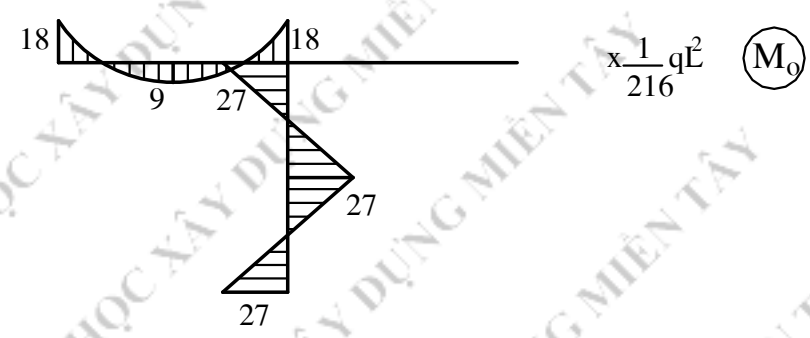
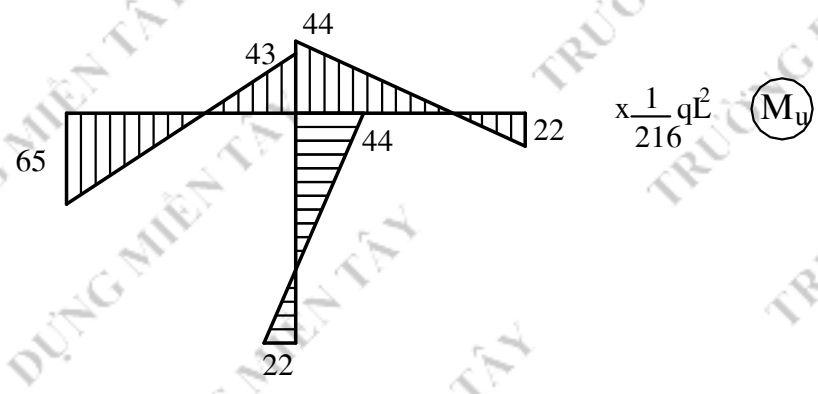
		$\{P^0\}_{(1)} = \begin{Bmatrix} - \\ -\frac{qL}{2} \\ - \\ - \\ - \\ \frac{qL^2}{12} \end{Bmatrix}; \{P^0\}_{(3)} = \begin{Bmatrix} - \\ - \\ - \\ - \\ - \\ \frac{qL^2}{8} \end{Bmatrix}$ $\Rightarrow \{\bar{P}^*\} = \begin{Bmatrix} -\frac{qL}{2} \\ \frac{5qL^2}{24} \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		<p>- Thiết lập hệ phương trình hệ thống <math>[\bar{K}^*]\{q^*\} = \{\bar{P}^*\}</math></p> $\Rightarrow \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L \\ 6L & 12L^2 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -\frac{qL}{2} \\ \frac{5qL^2}{24} \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		<p>- Giải hệ phương trình hệ thống <math>[\bar{K}^*]\{q^*\} = \{\bar{P}^*\}</math></p> $\Rightarrow \{q^*\} = \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \frac{qL^3}{432EI} \begin{Bmatrix} -29L \\ 22 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		<p>- Xác định nội lực trong các phần tử</p> <p>Phần tử 1:</p> $\{M\}_1 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} - & -6L & - & - & - & -2L^2 \\ - & 6L & - & - & - & 4L^2 \end{bmatrix} \frac{qL^3}{432EI} \begin{Bmatrix} 0 \\ -29L \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 22 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{216} \begin{Bmatrix} 65 \\ -43 \end{Bmatrix}$	0,25 đ
		<p>Phần tử 2:</p> $\{M\}_2 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} - & - & -4L^2 & - & - & - \\ - & - & 2L^2 & - & - & - \end{bmatrix} \frac{qL^3}{432EI} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 22 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{216} \begin{Bmatrix} -44 \\ 22 \end{Bmatrix}$	0,25 đ

Phần tử 3:

$$\{M\}_3 = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} - & - & - & - & - & -2L^2 \\ - & - & - & - & - & 4L^2 \end{bmatrix} \frac{qL^3}{432EI} \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 22 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{216} \begin{Bmatrix} -22 \\ 44 \end{Bmatrix}$$

0,25 đ

Vẽ biểu đồ mômen uốn



0,50 đ

