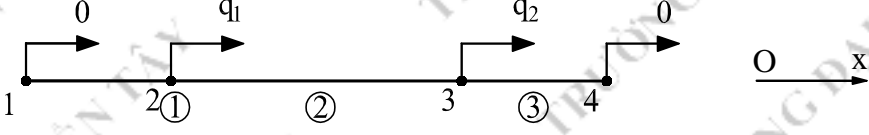
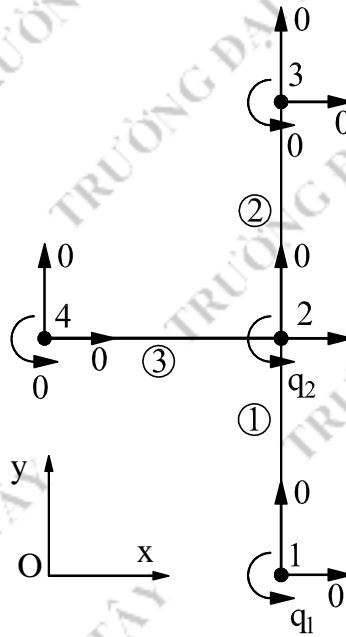


Câu	Phần	Nội dung	Điểm												
1		<p><b>- Rời rạc hóa kết cấu:</b></p>  <p>Sơ đồ nút, phần tử và các bậc tự do</p> <p>Ma trận chỉ số [b]:</p> <table border="1" data-bbox="606 795 1157 1041"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Phần tử \ Bậc tự do</th> <th>Nút i</th> <th>Nút j</th> </tr> </thead> <tbody> <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><b>- Thiết lập ma trận độ cứng phần tử [K]<sub>e</sub> và ghép nối ma trận độ cứng tổng thể</b></p> <p>Phần tử 1:</p> $[K]_1 = \frac{3EA}{L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} 0 & 1 \\ 1 & 1 \end{matrix}$	0,25 đ												
		<p>Phần tử 2:</p> $[K]_2 = \frac{2EA}{2L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} 1 & 2 \\ 1 & 2 \end{matrix}$	0,25 đ												
		<p>Phần tử 3:</p> $[K]_3 = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} 2 & 0 \\ 2 & 0 \end{matrix}$	0,25 đ												
		<p>Ma trận độ cứng tổng thể:</p> $[K^*] = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} 4 & -1 \\ -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{matrix} 1 & 2 \\ 1 & 2 \end{matrix}$	0,25 đ												

<p>- Thiết lập vectơ tải phần tử và ghép nối vectơ tải tổng thể</p> $\{P\}_1 = \begin{Bmatrix} qL \\ qL \end{Bmatrix} \begin{matrix} 0 \\ 1 \end{matrix}; \{P\}_n = \begin{Bmatrix} -2qL \\ -qL \end{Bmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}; \{P^*\} = qL \begin{Bmatrix} -1 \\ -1 \end{Bmatrix} \begin{matrix} 1 \\ 2 \end{matrix}$	0,75 đ	
<p>- Thiết lập hệ phương trình hệ thống <math>[K^*]\{q^*\} = \{P^*\}</math></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	
<p>- Giải hệ phương trình hệ thống <math>[K^*]\{q^*\} = \{P^*\}</math></p> $\Rightarrow \{q^*\} = \begin{Bmatrix} q_1 \\ q_2 \end{Bmatrix} = \frac{qL^2}{7EA} \begin{Bmatrix} -3 \\ -5 \end{Bmatrix}$	0,25 đ	
<p>- Xác định nội lực trong các phần tử</p> <p><b>Phần tử 1:</b></p> $N_1 = \frac{3EA}{L} \begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix} \frac{qL^2}{7EA} \begin{Bmatrix} 0 \\ -3 \end{Bmatrix} = -\frac{9}{7}qL$	0,25 đ	
<p><b>Phần tử 2:</b></p> $N_2 = \frac{2EA}{2L} \begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix} \frac{qL^2}{7EA} \begin{Bmatrix} -3 \\ -5 \end{Bmatrix} = -\frac{2}{7}qL$	0,25 đ	
<p><b>Phần tử 3:</b></p> $N_3 = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} -1 & 1 \end{bmatrix} \frac{qL^2}{7EA} \begin{Bmatrix} -5 \\ 0 \end{Bmatrix} = \frac{5}{7}qL$	0,25 đ	
<p>Vẽ biểu đồ lực dọc:</p>	0,75 đ	
<b>Tổng cộng</b>		<b>4,0đ</b>

2

- 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)	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 <sup>2</sup>	s <sup>2</sup>	cs	L	EI/L <sup>3</sup>
(1)	1	2	90 <sup>0</sup>	0	1	0	1	0	L	EI/L <sup>3</sup>
(2)	2	3	90 <sup>0</sup>	0	1	0	1	0	L	2EI/L <sup>3</sup>
(3)	4	2	0 <sup>0</sup>	1	0	1	0	0	L	EI/L <sup>3</sup>

- Thiết lập ma trận độ cứng phần tử [K']<sub>e</sub> và ghép nối ma trận độ cứng tổng thể:

Phần tử 1:

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

0,25

0,5

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

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

0,25

**Phần tử 2:**

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

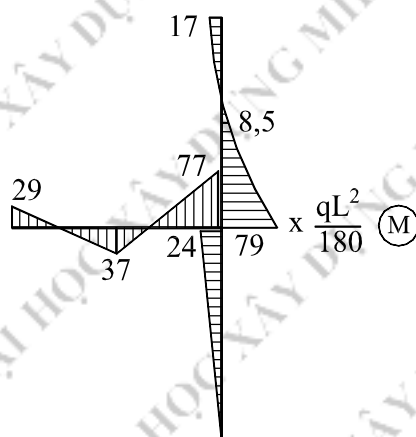
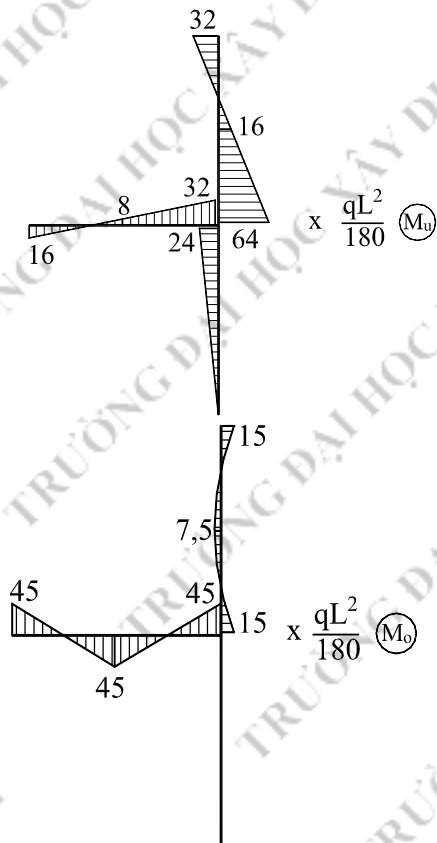
0,25

**Phần tử 3:**

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

0,25

Vẽ biểu đồ mômen uốn:



0,5

0,5

**Tổng cộng**

**6,0đ**